

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

AVALIAÇÃO DOS VALORES SÉRICOS E HEPÁTICOS DE ELEMENTOS
MINERAIS EM NOVILHAS MISTIÇAS NELORE, CRIADAS
EXTENSIVAMENTE, SUPLEMENTADAS COM MISTURA MINERAL
COMERCIAL

FRANCISCO CÉSAR DE MOURA E SILVA

BOTUCATU - SP

Janeiro - 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

AVALIAÇÃO DOS VALORES SÉRICOS E HEPÁTICOS DE ELEMENTOS
MINERAIS EM NOVILHAS MESTIÇAS NELORE, CRIADAS
EXTENSIVAMENTE, SUPLEMENTADAS COM MISTURA MINERAL
COMERCIAL

FRANCISCO CÉSAR DE MOURA E SILVA

Dissertação apresentada junto ao Programa de
Pós-graduação em Medicina Veterinária para
obtenção do título de Mestre

Orientador: Prof. Ass. Dr. Alexandre Secorun Borges

BOTUCATU - SP

Janeiro - 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. E TRAT. DA INFORMAÇÃO
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: **ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE**

Moura e Silva, Francisco César de.

Avaliação dos valores séricos e hepáticos de elementos minerais em novilhas nelore, criadas extensivamente, suplementadas com mistura mineral comercial / Francisco César de Moura e Silva – Botucatu : [s.n.], 2006.

Dissertação (mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, 2006.

Orientador: Prof. Ass. Dr. Alexandre Secorun Borges

Assunto CAPES: 50500007

1. Bovino de corte – Alimentação e rações. 2. Nelore (Zebu). 3. Novilho.

CDD 636.21

Palavras chave: Deficiência mineral; Gado de corte; Macroelementos; Microelementos; Suplementação mineral.

À minha esposa Carmen e meus filhos, João Francisco e Pedro, que foram privados de minha presença em vários momentos durante a realização deste trabalho e a meus avós, Agenor e Orlinda (in memoriam), que sempre me apoiaram nos momentos importantes de minha vida.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.2 Macroelementos.....	8
2.2.1 Cálcio.....	8
2.2.2 Fósforo.....	16
2.2.3 Magnésio.....	23
2.2.4 Potássio	27
2.3 Microelementos	30
2.3.1 Cobalto	30
2.3.2 Cobre e molibdênio	36
2.3.3 Ferro.....	49
2.3.4 Manganês	51
2.3.5 Selênio.....	58
2.3.6 Zinco.....	62
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	71
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
4.1 Teores de minerais no tecido hepático.....	84
4.1.1 Cobalto.....	84
4.1.2 Cobre.....	88
4.1.3 Manganês.....	93
4.1.4 Molibdênio.....	97

4.1.5 Selênio.....	101
4.1.6 Zinco.....	104
4.2 Teores de minerais no soro.....	108
4.2.1 Cálcio.....	108
4.2.2 Fósforo.....	112
4.2.3 Potássio.....	115
4.2.4 Magnésio.....	118
4.2.5 Cobre.....	121
4.2.6 Ferro.....	124
4.2.7 Selênio.....	127
4.2.8 Zinco.....	130
5. CONCLUSÕES.....	133
6. BIBLIOGRAFIA.....	134

Agradecimentos

Ao meu orientador, Prof. Ass. Dr. Alexandre Secorun Borges pelas sugestões e orientações que forneceu durante todo o período de realização deste trabalho.

Aos proprietários da Fazenda Esperança e Santa Fé, na pessoa do Sr. Alberto Pacheco Fay, que possibilitou a realização deste trabalho, fornecendo os animais e o pasto utilizado, os quais ficaram aproximadamente 18 meses à disposição do experimento.

Ao administrador da Fazenda Esperança e Santa Fé, Luis Henrique Lopes e aos funcionários da Fazenda Esperança e Santa Fé, Edward Ferreira de Albuquerque (João), Sidmar Ferreira de Albuquerque e Daniel de Campos, responsáveis pela observação diária dos animais e abastecimento do cocho com sal mineral, quando era necessário.

À Fundação para o Desenvolvimento da UNESP (FUNDUNESP), que financiou as análises dos elementos minerais no fígado e no soro dos animais.

Ao Sr. Marcelo Antônio Morgano, do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), que realizou as análises dos elementos minerais no tecido hepático e soro sangüíneo dos animais.

Às bibliotecárias Luciana, Rose e Selma, da biblioteca da Unesp – Campus de Botucatu por atender minhas solicitações tão prontamente e em curtíssimo tempo.

A todos que direta ou indiretamente auxiliaram de alguma maneira na realização deste trabalho.

MOURA E SILVA, F.C. **“Avaliação dos valores séricos e hepáticos de elementos minerais em novilhas mestiças Nelore, criadas extensivamente, suplementadas com mistura mineral comercial”**. Botucatu, 2006. 151 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu.2006. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo determinar os elementos minerais no soro sangüíneo (magnésio, cobre, selênio, zinco, fósforo, cálcio, potássio, ferro) e no tecido hepático (cobalto, cobre, selênio, manganês, molibdênio e zinco) em seis diferentes momentos durante um período de dezesseis meses e verificar se houve variação entre eles. Foram utilizadas 25 novilhas mestiças Nelore, com idade média de 18 meses, que permaneceram durante todo o tempo do experimento no mesmo pasto de *Brachiaria brizantha*. Os animais ainda receberam mistura mineral comercial em cocho coberto e água à vontade e foram submetidos à coleta de fragmentos hepáticos e sangue para obtenção de soro. Análises da pastagem também foram realizadas nos mesmos momentos em que foram colhidas as amostras de soro e fígado (exceto em fevereiro 2003). A água e o sal mineral também foram analisadas. Os níveis médios dos elementos no tecido hepático foram, respectivamente para as seis diferentes colheitas: Co 0,27;0,27; 0,23;0,21; 0,23 e 0,24 ppm; Mn 9,07; 8,55; 8,67; 8,40; 7,90 e 7,25 ppm; Mo 4,18; 3,85; 3,68; 3,32; 3,54; 3,19 ppm; Zn 113,4; 101,94; 97,91; 92,46; 88,29 e 81,74 ppm; Cu 40,76; 36,33; 24,50; 24,70; 77,75 e 128,03 ppm e Se 0,86; 1,09; 0,72; 1,21; 0,91 e 0,75 ppm. Destes, os níveis de Co, Mn, Mo, Se e Zn foram considerados adequados para bovinos. Os níveis médios dos elementos no soro foram, para as quatro diferentes colheitas: Ca 118,72; 129,36; 125,19; 112,90; 96,76; 85,37 mg/L; P 109,28; 106,30; 117,03; 103,39; 115,78 e 107,75 mg/L; Mg 19,75; 23,62; 26,54; 20,96; 20,80 e 23,12 mg/L; K 139,64; 134,85; 114,19; 131,65; 130,57 e 116,60 mg/L; Cu 0,52; 0,73; 0,41; 0,59; 0,60 e 0,73 mg/L; Zn 1,19; 1,87; 1,38; 1,13;1,28 e 1,37 mg/L; Fe 2,52; 3,44; 2,21; 3,08; 3,00 e 2,89 mg/L e Se 1,19; 1,87; 0,19; 0,44, 0,40 e 0,51 mg/L. No soro, Ca, P, Mg, Zn, Fe e Se apresentaram em níveis considerados adequados para bovinos. Houve baixa correlação entre os teores hepáticos e séricos de Cu, o que não aconteceu nos casos do Se e Zn. Houve variação entre os teores médios dos

elementos minerais no soro e no tecido hepático ao longo do ano, exceto para o cobalto hepático. Os animais apresentaram severa deficiência de cobre, com níveis normais no tecido hepático na última colheita. A suplementação mineral inconstante antes da realização do experimento, bem como a grande quantidade de ferro na forrageira e no sal mineral podem ter contribuído para esse fato.

Palavras chaves: macromelementos, micromelementos, deficiência mineral, gado de corte, suplementação mineral

MOURA E SILVA, F.C. **“Liver and serum mineral levels evaluation in cross-bred Nelore heifers, grazing forages and supplemented with commercial mineral mixture”**. Botucatu, 2006. 151 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu.2006. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Abstract

The objective of the present work was to determinate the mineral levels in beef cattle blood serum (magnesium, copper, selenium, zinc, phosphorus, calcium, potassium, iron) and liver (cobalt, copper, selenium, manganese, molibdenium and zinc) at six different moments throughout sixteen months, to verify the occurrence of variation among them. Twenty-five half-breed nelore heifers, all of them about 18 months old, stayed during the experiment in the same *Brachiaria brizantha* pasture. They also received commercial mineral mixture in appropriate feeders and free access to water. Pasture were also analysed at the same moments we did for serum and liver (except february 2003). Water and mineral mixture were analysed as well. The average levels of the elements in the liver, respectively for the six different moments: Co 0.27,0.27, 0.23, 0.21, 0.23 and 0.24 ppm; Mn 9.07, 8.55, 8.67, 8.40, 7.90 and 7.25 ppm; Mo 4.18, 3.85, 3.68, 3.32, 3.54, 3.19 ppm; Zn 113.4, 101.94, 97.91, 92.46, 88.29 and 81.74 ppm; Cu 40.76, 36.33, 24.50, 24.70, 77.75 and 128.03 ppm and Se 0.86, 1.09, 0.72, 1.21, 0.91 and 0.75 ppm. The levels of Co, Mn, Mo, Se and Zn were considered appropriate for cattle. The average levels of the elements in the serum were, for the six different moments: Ca 118.72, 129.36, 125.19, 112.90, 96.76, 85.37 mg/L; P 109.28, 106.30, 117.03, 103.39, 115.78 and 107.75 mg/L; Mg 19.75, 23.62, 26.54, 20.96, 20.80 and 23.12 mg/L; K 139.64, 134.85, 114.19, 131.65, 130.57 and 116.60 mg/L; Cu 0.52, 0.73, 0.41, 0.59, 0.60 and 0,73 mg/L; Fe 2,52; 3,44; 2,21; 3,08; 3,00 and 2,89 mg/L; Se 1.19, 1.87, 0.19, 0.44, 0.40 and 0.51 mg/L and Zn 1.19, 1.87, 1.38, 1.13,1.28 and 1.37 mg/L. In the serum, Ca, P, Mg, Zn, Fe and Se levels were considered appropriate for beef cattle. There was correlation between the hepatic and serum levels of Cu. No correlation was found between the hepatic and serum levels of Se and Zn. There was variation among the medium levels of the mineral elements in the serum and in the liver along the year, except for the hepatic cobalt. The animals presented severe copper deficiency, with normal levels in the liver at the end of the experiment. The lack of a constant mineral

supplementation before the beginning of the study, as well the high iron levels in the forage and the mineral mixture, might be responsible for such copper deficiency.

Key Words: macroelements , trace elements, mineral deficiency, beef cattle, mineral supplementation.

1. Introdução

A pecuária de corte brasileira recentemente ganhou grande destaque devido ao fato de ser baseada principalmente à pasto, e portanto praticamente livre da encefalopatia espongiforme bovina. Por outro lado, devido a essa mesma característica, ela sofre com fatores que limitam o seu completo desenvolvimento.

Fatores como a baixa produtividade dos pastos e doenças infecciosas, influenciam diretamente o desenvolvimento e ganho de peso dos animais, entretanto, outro fator é importantíssimo para o bom desenvolvimento da atividade pecuária. Trata-se da nutrição mineral.

Os animais dependem dos elementos minerais para manter a integridade funcional e estrutural do organismo, mantendo inalterados o crescimento, a saúde e a reprodução (Moraes, 2001).

Grande número de animais ao redor do mundo consome dietas que não correspondem a suas necessidades em minerais, com teores baixos dos minerais ou em proporções desequilibradas entre si (Tokarnia et al., 2000).

A introdução no Brasil durante os anos 70, de gramíneas pouco exigentes em termos de fertilidade do solo, como as Braquiárias, coincide com o aparecimento de doenças carenciais em bovinos sob pastejo (Santiago et al., 1993). A falta de proteína e energia é, responsáveis por níveis produtivos subótimos. Todavia, numerosos investigadores têm observado que o gado deteriora apesar da abundância de material forrageiro (McDowell, 1999).

A determinação dos níveis dos minerais na forragem não é suficiente para se determinar a qualidade nutricional da dieta, uma vez que interações entre os minerais podem ocorrer, causando desbalanço. Além disso, o teor de minerais nas forrageiras varia muito dependendo da época do ano e da precipitação pluviométrica (Santiago et al., 1993; Tokarnia et al., 2000).

Já a determinação dos níveis de minerais nos tecidos animais pode fornecer informações importantes para se conhecer a condição nutricional de um rebanho. Essas informações podem fornecer subsídios para a instituição de suplementação mineral, corrigindo as deficiências geradas pela ingestão de forrageiras apresentando níveis inadequados de determinado elemento.

Devido a esses problemas que normalmente encontramos em condições de criação de bovinos a pasto e a uma certa negligência na suplementação mineral dos rebanhos, essa pesquisa foi realizada com os seguintes objetivos:

- 1) Determinar a concentração dos níveis séricos e hepáticos de macro (cálcio, fósforo, potássio e magnésio) e micro elementos (cobalto, ferro, cobre, manganês, molibdênio, selênio e zinco) em novilhas mestiças nelores durante 16 meses.
- 2) Observar a ocorrência de prováveis deficiências minerais existentes.
- 3) Verificar a existência de correlação entre os níveis séricos e hepáticos dos elementos que foram analisados.
- 4) Verificar se a suplementação mineral e a mudança de manejo acarretaram alteração nos níveis séricos e hepáticos dos elementos de minerais.

2. Revisão de Literatura

A criação de bovinos no Brasil tem se tornado a cada ano que passa mais importante na economia nacional, sendo uma das grandes responsáveis pelo saldo positivo nas exportações do país. Para que se obtenha adequados índices de produção, a criação depende de fatores genéticos, sanitários e nutricionais para se conseguir que os animais alcancem seu potencial máximo de produção, determinando assim o retorno econômico do criador.

A nutrição, com adequado suprimento de nutrientes é um fator determinante para o bom desempenho produtivo e reprodutivo dos rebanhos. Muita ênfase é dada no balanceamento de proteína e carboidrato da dieta, porém pouca atenção tem sido dispensada com as especificações minerais, especialmente na fração dos microminerais e suas relações com a resistência a doenças (Johnson & Socha, 1998). Em muitas partes do mundo, um número muito grande de animais consomem dietas que não correspondem às suas exigências minerais, limitando assim a produtividade dos rebanhos. Isso acontece pois os alimentos utilizados no arraçoamento dos animais geralmente apresentam quantidades pequenas ou excessiva de determinado elemento ou ainda apresentam proporções desequilibradas entre si (Tokarnia et al., 2000).

Em países tropicais, na maioria das vezes o gado sob pastejo não recebe suplementação mineral a não ser o sal (NaCl). Desse modo, passa a depender quase que exclusivamente das forrageiras para satisfazer os seus requerimentos nutricionais. No entanto, raramente as forrageiras tropicais conseguem suprir todos os requerimentos minerais de bovinos. (McDowell, 1999).

A água não é uma fonte importante de minerais para os bovinos, embora todos os elementos essenciais possam ocorrer em alguma concentração nela (Shirley & Carvalho, 1976).

Os ruminantes ao pastar podem ingerir acidentalmente certa quantidade de solo (Mendes et al., 1981; Tokarnia et al., 1988). A ingestão acidental de terra pode chegar a 20% da matéria seca na dieta, que é favorecida quando os solos têm estrutura fraca, elevada lotação animal ou durante os meses em que o crescimento dos pastos é pequeno. A grande desvantagem de uma grande consumo de solo é o risco de ingestão de elementos ou substâncias tóxicas (McDowell, 1999). O consumo sucessivo de grandes quantidades de solo é indicativo de deficiência mineral (McDowell & Conrad, 1977).

Apesar disso, dentre as deficiências nutricionais, a de minerais é a mais fácil de ser corrigida a custos relativamente baixos. Em algumas ocasiões, o fornecimento de um único elemento deficiente na dieta do animal pode trazer mais benefícios que a suplementação de energia ou proteína (Sousa et al., 1983). McDowell & Conrad (1977), afirmam que a suplementação de minerais a animais é imprescindível para o aumento da produtividade. Associa-se ainda, o maior requerimento apresentado pelos animais, resultante de seleção genética programada para maior ganho de peso em menor tempo.

Os minerais são divididos em macro e microminerais, de acordo com as quantidades presentes no organismo animal ou requeridas na dieta (Dayrel,1986). Os macrominerais são: cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg) e enxofre (S). Os microminerais são cobre (Cu), cobalto (Co), selênio (Se), zinco (Zn), ferro (Fe), iodo (I), manganês (Mn) e molibdênio (Mo) (Blood & Radostits, 1989). Esses minerais são considerados essenciais, pois se removidos da dieta, vão interferir com a habilidade do organismo em sobreviver e reproduzir (Graham, 1991). Além destes elementos, o arsênio (As), boro (B), cádmio (Cd), crômio (Cr), chumbo (Pb), flúor (F), lítio (Li), níquel (Ni), sílica (Si) estanho (Sn) e vanádio (V) também são considerados essenciais, embora não se demonstrou ainda seu efeito prático sobre a nutrição de animais domésticos (Underwood & Suttle, 2001).

Segundo Corah & Ives (1991), ruminantes mantidos em dietas de forrageiras podem apresentar deficiências de microminerais, associadas à deficiência de fósforo, a mais freqüente no território nacional. Em geral, as deficiências severas destes elementos determinam quadros clínicos relativamente característicos, porém deficiências marginais não são facilmente diagnosticadas, pois apresentam sintomas inespecíficos como baixa produção de leite, infertilidade, baixo rendimento de carcaça. Os ruminantes são mais susceptíveis às deficiências de cálcio, fósforo, magnésio, sódio, iodo, ferro, cobre, zinco, cobalto, manganês e selênio (Dayrell,1986).

As deficiências minerais estão ligadas a certas áreas geográficas, tornando-se fatores limitantes para o desenvolvimento das mesmas, quando a população depende muito da criação de bovinos. Mesmo deficiências leves ou moderadas podem causar graves prejuízos econômicos, ao causar redução da produtividade dos animais (Tokarnia et al.,2000). Essas deficiências moderadas

são muito importantes, pois ocorrem em extensas áreas e afetam grande número de animais, estando geralmente associadas a transtornos metabólicos, infestações parasitárias, infecções bacterianas, virais ou até por protozoários, tornando difícil o diagnóstico (Underwood, 1983).

O exame do rebanho, com observação do histórico, exame clínicos, necropsias e exames histopatológicos podem ajudar no diagnóstico, como no caso de deficiência de fósforo. Entretanto, na maioria dos casos, principalmente quando as deficiências não são acentuadas, esses métodos não são suficientes (Tokarnia et al., 1988).

Torna-se necessário então a utilização de outros métodos para se chegar a um diagnóstico final. Segundo McDowell (1999), a suplementação específica é o método mais confiável para se confirmar algumas deficiências minerais, mas, por ser um método demorado e dispendioso geralmente não é a primeira opção.

O diagnóstico definitivo de deficiências minerais, principalmente as marginais ou leves é conseguido através da realização de análises químicas de tecidos animais, amostras de forragem e solo (Lopes et al., 1980; Mendes et al., 1981; Underwood, 1983; Tokarnia et al., 1988; McDowell, 1999; Moraes et al., 2000).

A utilização de análises de solo para se determinar a existência de deficiências minerais em rebanhos é pouco confiável e de difícil interpretação, uma vez que existe pouca ou nenhuma correlação entre os teores de minerais do solo, plantas e tecidos animais (McDowell, 1999). Ainda, fatores como pH do solo, forma química do elemento no solo podem interferir com a absorção do mineral pela planta (Tokarnia et al., 2000).

A composição mineral das forrageiras consumidas pelos animais sob pastejo é muito importante para a determinação da condição mineral do rebanho, desde que as forrageiras colhidas realmente representem o dieta dos animais. Fick et al. (1979), atentam para esse fato e recomendam que deve-se observar muito bem o padrão de pastejo do gado e somente depois proceder a coleta do material, evitando touceiras que obviamente foram rejeitadas pelo gado.

Ainda, a dificuldade em se estimar o consumo de forrageiras, a variação na biodisponibilidade dos minerais nas forrageiras e a possível contaminação das amostras com solo são também desvantagens quanto a utilização de forrageiras para se diagnosticar deficiências minerais (McDowell, 1999).

Apesar de tudo, as análises de solo e forrageiras têm grande valor no auxílio do diagnóstico de deficiências minerais em bovinos, associadas às análises de tecidos ou fluídos animais, como demonstraram vários autores (Camargo et al.,1980; Sousa & Darsie,1986; Brum et al., 1987 a; Sousa et al.,1987; Sousa et al., 1989).

Cada mineral apresenta um tecido preferencial que deve ser analisado para se determinar seu “status”. Utiliza-se o tecido hepático para se determinar os níveis de cobalto, cobre e selênio (Corah & Ives,1991). Pode-se utilizar também o tecido hepático para a determinação dos valores de manganês, mas não é um indicador seguro de deficiência, a não ser que seja severa (Underwood, 1983). Tokarnia et al. (2000) afirmam ser possível utilizar também análises de fígado para se determinar o “status” de zinco. A determinação dos níveis de molibdênio no tecido hepático também é importante para se determinar não deficiência, mas toxicidade deste elemento. MENDES et al (1982), determinaram satisfatoriamente em amostras de fígado, através de biópsia ou após o abate, teores de ferro, cobre, zinco, manganês, cobalto e molibdênio. Esses mesmos autores consideram o período das águas a melhor época para se realizar a colheita, das amostras, quando os animais são mais produtivos, devido à elevada disponibilidade de energia e proteína no pasto, dando condições para que eles façam maior uso dos minerais armazenados no fígado.

O sangue total, soro ou plasma são largamente utilizados em estudos de nutrição animal. Entretanto, vários fatores podem interferir no resultado final. A hemólise vai causar aumento dos valores de ferro, zinco magnésio, potássio e fósforo (Fick et al, 1999).

O plasma pode ser utilizado para se determinar os níveis de cálcio, cobre, magnésio, zinco e fósforo (Underwood, 1983). Segundo Graham (1991), pode-se determinar as concentrações de ferro e selênio também se utilizando plasma.

Teores séricos de potássio e enxofre podem ser utilizados para diagnosticar deficiências em bovinos, mas os níveis de potássio sérico podem estar diminuídos em casos de má nutrição, perdas gastrintestinais, balanço de nitrogênio negativo e alterações endócrinas, assim como o sulfato sérico pode ser de origem endógena,não sendo portanto fontes totalmente confiáveis para se determinar o “status” destes elementos (McDowell, 1992).

Além de tecido hepático e sangue, plasma ou soro sanguíneo podem ser utilizados biópsias ósseas para se dosar cálcio e fósforo e amostras de pêlo, porém neste último caso muitos fatores podem interferir no seu conteúdo mineral. Os níveis de Ca, P e Cu não são afetados pelos minerais presentes na dieta, enquanto os de Zn e Se podem refletir os níveis dietéticos.

Como as análises minerais são caras e complicadas, torna-se importante selecionar e analisar o menor número de amostras de plantas e tecidos animais que indiquem a condição mineral dos animais (McDowell, 1999).

2.2. Macroelementos

2.2.1. Cálcio

Apesar do raquitismo em seres humanos e animais ser conhecido desde a antiguidade, a sua relação com o cálcio, o fósforo e a vitamina D só ficou conhecida mais recentemente (McDowell, 1992). Algumas desordens em animais domésticos foram rapidamente ligadas à deficiência de cálcio, uma vez que estas eram induzidas em galinhas poedeiras e leitões alimentados com dietas pobres em cálcio e previnidas em bezerros que recebiam dietas ricas em cálcio (Underwood & Suttle, 2001).

É o mineral mais abundante do corpo. Aproximadamente 98% funciona como componente estrutural de ossos e dentes. Os 2 % restantes estão distribuídos no fluído extracelular e tecidos moles e desempenha funções vitais como a coagulação sanguínea, permeabilidade de membranas, contração muscular, transmissão de impulsos nervosos, regulação cardíaca, secreção de certos hormônios e ativação e estabilização de algumas enzimas (NRC,2000).

A absorção do cálcio ocorre no duodeno, tanto passivamente (por difusão), como ativamente, sendo que essa forma de absorção é a principal quando o Ca da dieta se apresenta baixo (McDowell, 1992).

O nível de Ca no soro varia de 9 a 12 mg/100 ml, e é mantido constante através de um mecanismo homeostático complexo, envolvendo o hormônio da paratireóide (PTH), o hormônio da tireóide (calcitonina) e vitamina D3 metabolicamente ativa. Quando o nível sérico de cálcio decresce, há um aumento de secreção do PTH, aumentando a reabsorção óssea do elemento. Ao mesmo tempo há um aumento na síntese de 1 alfa, 25 dihidroxi-Vit D3, que por sua vez, estimula a síntese da proteína cálcio-ligadora, aumentando assim a absorção do elemento ingerido. Quando o nível de cálcio sérico aumenta, ocorre a diminuição da secreção de PTH e um aumento da secreção de calcitonina, fazendo com que o cálcio seja retirado mais rapidamente do sangue para o osso. Ao mesmo tempo, diminui a absorção do cálcio ingerido, através da diminuição da síntese de 1 alfa, 25 dihidroxi-Vit D3 (Dayrell, 1986).

A absorção, utilização e o metabolismo de cálcio podem sofrer interferência de vários fatores. A relação Ca:P é muito importante, sendo recomendadas relações entre 1:1 e 2:1, mas ruminantes toleram uma ampla variação nesta relação, desde

que a vitamina D esteja presente em abundância (Underwood, 1983). O excesso de magnésio, gorduras, ácidos graxos e ácido oxálico na dieta também interferem na absorção de cálcio (Dayrell, 1986). Os níveis do elemento na dieta também influenciam a sua absorção, sendo menor quando a ingestão excede as necessidades do animal (NRC, 2000).

A excreção de Ca se dá principalmente através das fezes. As perdas através da urina são mínimas, devido a uma reabsorção eficiente pelos rins (McDowell, 1992).

Os requerimentos de cálcio variam muito de acordo com a idade, aptidão e estado fisiológico dos animais, sendo maiores para animais em gestação e amamentando (McDowell, 1999).

O Ca está presente em quantidade variáveis em quase todos os alimentos. Os grãos (milho, sorgo), geralmente apresentam níveis baixos do elemento, enquanto a maioria das forragens verdes são abundantes em cálcio, assim como as leguminosas (McDowell, 1992). As concentrações de minerais e conseqüentemente de Ca nas plantas varia com o tipo de solo, espécie da planta, estágio vegetativo, clima e solo; porém o teor de cálcio não diminui muito a medida que a planta amadurece (Underwood, 1983).

A deficiência de cálcio ocorre em animais que se alimentam de concentrados, ricos em P, como suínos e aves, e que também necessitam de mais Ca na dieta que os bovinos. Porém a deficiência de Ca pode ocorrer em bovinos que recebem alimentação abundante em concentrados; nos animais submetidos a regime de campo não constitui problema (Tokarnia et al., 2000).

Os sinais clínicos são difíceis de detectar quando as deficiências são marginais (McDowell, 1999). O esqueleto apresenta uma grande reserva de cálcio que pode ser utilizada para manter a concentração de cálcio sanguíneo em níveis toleráveis e dependendo da idade do animal, o animal pode receber uma dieta com baixo teor de cálcio por longos períodos sem desenvolver sinais de deficiência desde que o animal tenha recebido antes uma dieta adequada em Ca (NRC, 2000). Uma ingestão insuficiente de Ca pode causar fragilidade óssea, crescimento lento, baixa produção de leite e tetania (convulsões) quando a deficiência é severa (McDowell, 1999).

Os casos mais comuns de carência de cálcio são o raquitismo em animais jovens e a osteomalácia em animais adultos. No raquitismo, cálcio e fósforo não são

depositados na matriz cartilaginosa orgânica em quantidades suficientes para formar um osso forte e denso (Barcelos, 1992). Seus sinais são: ossos fracos, curvos; articulações aumentadas, aumento da porção final dos ossos; enrijecimento das pernas e desenvolvimento do “rosário raquítico” nas costelas (McDowell, 1992).

A osteomalácia ocorre quando há uma desmineralização dos ossos de animais adultos. Devido à característica dinâmica do Ca e P presente nos ossos, grandes demandas de cálcio e fósforo que ocorrem durante a gestação e a lactação, podem desencadear a osteomalácia, que se caracteriza por ossos fracos e quebradiços que podem se quebrar com facilidade (NRC, 2000).

O diagnóstico definitivo de deficiência de Ca deve utilizar métodos como análise dos níveis de Ca na dieta dos animais e da composição e resistência óssea, uma vez que os níveis séricos de cálcio são mantidos constantes pelo mecanismo de homeostase (McDowell, 1999).

No Brasil, vários autores pesquisaram níveis de Ca tanto no soro como no tecido ósseo. Fernandes & Camargo (1976), trabalhando na região amazônica, encontraram teores séricos de Ca variando entre 7,29 e 11,44 mg/100 mL, dependendo da região estudada, durante o período da seca e nas forragens variaram de 0,17 a 0,44 g/100g.

Sousa et al. (1979), trabalhando em 6 fazendas do norte do Mato Grosso, pesquisaram teores de cálcio em amostras de solo, plantas forrageiras e tecido animal, coletados na estação da seca e chuvosa. Os teores de cálcio no solo (832 ppm na seca e 917 ppm na estação chuvosa), na forragem (0,67 % na seca e 0,34 na estação chuvosa) e no tecido ósseo 37,7% na seca e 37,6 % na estação chuvosa) foram considerados normais. Só houve diferença significativa entre as épocas do ano no caso das forragens.

Em um trabalho também realizado na Amazônia, Camargo et al. (1980) encontrou teores médios de Ca sérico de 10,5mg/100 mL nas águas e 10,3 mg/100 mL no período seco. Quatro empresas pesquisadas pelos autores apresentaram Ca sérico inferior a 9,0 mg/ 100 mL. Tanto no solo como nas forrageiras os níveis de cálcio se apresentavam normais.

Realizando um trabalho nas planícies orientais da Colômbia Lebdoesoekojo et al. (1980), encontraram valores médios de Ca sérico em vacas de corte, variando entre 10,23 mg/100 mL no início do período chuvoso, 9,70 mg/100 mL no final do período chuvoso e 9,48 mg/ 100 mL no período da seca. Estes

resultados foram obtidos nos animais que receberam apenas NaCl como suplementação mineral. Já os animais que receberam mistura mineral como suplementação, apresentaram valores médios de Ca sérico variando entre 9,99 mg/ 100 mL no início do período chuvoso, 9,34 mg/ 100 mL no final do período chuvoso e 9,34 mg/ 100 mL no período seco. Os resultados encontrados foram significativamente maiores no início das chuvas que nos dois outros períodos. Não existiu diferença significativa entre os dois tratamentos. Esses autores ainda analisaram o conteúdo mineral de ossos do metacarpo de jovens touros e encontraram teores médios de Ca significativamente menores durante o período seco, porém sem diferenças entre os dois tratamentos.

Em Goiás, Lopes et al. (1980 b), trabalharam analisando amostras de solo, forragem e tecido animal e encontraram valores médios de Ca sérico variando entre 9,06 e 9,40 mg/100 mL nas vacas; entre 9,07 e 9,68 mg/100 mL nos novilhos e entre 9,80 e 10, 21 nos bezerros. No osso, os teores médios de cálcio encontrados variaram entre 37,38 e 39,99%, sendo o intervalo considerado normal pelos autores. Tanto solo e forragens apresentaram teores normais de cálcio.

Barros et al. (1981) conduziram experimento nas terras firmes do Amazonas e encontraram teores médios de Ca sangüíneo de 11,20 mg/100 mL, variando entre 7,00 e 14,00 mg/100 mL. Os autores afirmam que apesar da média dos teores de Ca sérico se encontrar dentro do intervalo considerado normal, grande parte dos animais apresentava níveis baixos de cálcio sérico. Os níveis do elemento no solo e nas forragens também foram considerados baixo pelos autores.

Camargo et al. (1985) também trabalhando na Amazônia encontraram valores de Ca nas forrageiras (0,54 a 0,61% na seca; 0,30 a 0,55 % nas águas), suficientes para suprir as necessidades de bovinos de corte, sendo maiores no período da seca. No solo os níveis de Ca e Mg foram considerados insuficientes para as necessidades das plantas. No sangue, variou entre 10,74 e 14, 73 mg/100 mL na seca e entre 10,17 e 14,16 mg/100 mL nas águas.

Sousa et al. (1986), realizando experimento em Roraima, encontraram deficiência de Ca no solo e nas forrageiras de cinco das seis regiões estudadas. Os teores de Ca sérico foram considerados normais em todas as regiões, nas duas épocas do ano e nas duas categorias estudadas (vacas em lactação e bezerros entre 1 e 2 anos), embora os teores de Ca nos ossos das vacas se encontravam próximos do limite da deficiência em três das regiões e abaixo desse limite nas

outras. Nos bezerros os níveis de Ca ósseo se encontravam baixos em todas as regiões.

Brum et al. (1987 a), realizaram experimento em que levantaram as deficiências de cálcio, fósforo e magnésio no solo, forrageiras e soro sanguíneo e tecido ósseo dos animais, em quatro épocas do ano na sub-região do Paiaguás no Pantanal Mato-grossense. O Ca no solo se apresentou baixo em todas as épocas do ano e em todas as unidades geomórficas estudadas (0,057 a 0,170 mEq/100 g solo). As forrageiras apresentaram teores de cálcio variando entre 0,13 e 0,24 % e no tecido ósseo variou entre 33,67 e 36,68 % (não foi analisado o Ca no soro sanguíneo). As plantas forrageiras foram capazes de suprir as necessidades do elemento apenas na época de agosto. Apesar disso, os animais estiveram deficientes em Ca em maio, sugerindo que nas outras épocas em que não houve deficiências, as necessidades foram supridas com outras forrageiras que não as estudadas. Os autores concluíram que a região estudada é deficiente em cálcio.

Pott et al. (1987) também trabalhando no Pantanal Mato-grossense, mas na parte central da sub-região da Nhecolândia, estudaram os macronutrientes presentes no solo, na água, nas forrageiras e tecido animal em quatro épocas do ano e em cinco unidades de paisagem. O Ca no solo variou entre 7 ppm e 350 ppm, sendo que os níveis mais altos ocorreram no solo da mata. O Ca na água não alcançou importância nutricional. Nas gramíneas, o cálcio variou entre 0,11 e 0,33%; no soro sanguíneo variou de 7,3 a 11,2 mg/100 mL e no osso em novembro o nível de Ca foi de 31,2%. Com os resultados encontrados, os autores sugerem a existência de deficiência de Ca na região estudada.

Pott et al. (1989 d), ainda trabalhando no Pantanal Mato-grossense, mas agora na sub-região de Aquidauana, encontraram teores de Ca no solo variando entre 104 e 322 ppm. Nas forrageiras o Ca variou de 0,16 a 0,28%. No soro sanguíneo, os teores médios de Ca foram em maio de 9,4 mg/100 mL e em novembro 8,4 mg/100 mL. No osso, o Ca variou de 35,4 a 38,6%. Os solos foram considerados deficientes em cálcio. No tecido animal, ocorreram níveis indicativos de deficiência de Ca.

Pott et al. (1989 c), também realizaram levantamento de macronutrientes na sub região do Baixo Piquiri e encontraram teores médios de Ca no solo de 142 ppm. Nas forrageiras o teor médio de Ca foi de 0,21 % e no osso em maio, foi de 39,3%. Esses resultados não evidenciaram deficiências graves.

Guimarães et al. (1991) estudaram a variação sazonal de Vitamina A, macro e microelementos no capim, plasma e fígado de novilhas nelore, criadas em pastagens de *Brachiaria elbás* e não encontraram deficiência de Ca na área estudada (município de Igarapé –MG).

Lisbôa et al. (1996) em um estudo sobre botulismo, encontraram valor médio de cálcio sérico de 7,89 mg/100 mL. O teor médio de Ca no tecido ósseo foi de 39,5 %. Os autores concluíram existir hipocalcemia e teores normais do elemento no tecido ósseo.

Morais et al. (2000), acompanharam por 13 meses as mudanças sazonais de eletrólitos e entre eles o Ca no sangue de 20 vacas aneloradas em pastejo contínuo de *Brachiaria elbás* com alta lotação. Os animais se apresentaram hipocalcêmicas praticamente durante todo o ano. As médias do Ca sérico no solo arenoso e argiloso foram respectivamente: 8,39 e 8,53 mg/100 mL. Não houve variação significativa entre os tipos de solo estudados. Os autores não forneceram os resultados do teor de Ca na forrageira.

No Rio grande do Sul, Prestes et al. (2003), analisaram níveis plasmáticos e ósseos de Ca e P em vacas de corte em lactação e mantidas em campos nativos. Os animais foram divididos em dois grupos: os que recebiam suplementação mineral (S) e os que não recebiam suplementação mineral (NS). Os níveis médios de Ca plasmáticos no grupo S foram de 2,04 mmol/L (8,18 mg/100mL), variando de 1,9 a 2,2 mmol/L (7,61 a 8,81 mg/100mL). Já nos animais do grupo NS, os níveis médios de Ca plasmático também foram de 2,04 mmol/L (8,18 mg/100mL), variando de 1,9 a 2,10 mmol/L (7,61 a 8,41 mg/100mL). Os níveis ósseos de Ca estiveram dentro do intervalo fisiológico nos dois grupos estudados. Os autores concluíram que nas condições do experimento não havia deficiência de Ca.

Também no Rio Grande do Sul, Valle et al. (2003), trabalhando na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, executaram experimento para detectar prováveis deficiências minerais em vacas de corte, analisando tecidos animais e forrageiras. Os animais foram analisados em quatro diferentes momentos do ciclo reprodutivo: serviço (inseminação artificial), repasse por touros, final da gestação e início da gestação. Os valores médios de Ca plasmático variaram de 1,86 a 2,43 mmol/L (7,45 a 9,74 mg/100 mL), sendo menores no período de lactação e maiores no período de serviço. Só houve diferença significativa entre os valores no período de serviço. Os valores médios de Ca encontrados na pastagem variaram de 0,55 a

0,66% e foram considerados capazes de suprir as necessidades de cálcio dos animais e mesmo assim foram encontrados valores baixos no plasma dos animais. Os autores consideraram esse fato ser devido ao baixo nível protéico da pastagem.

Prestes et al. (2004), trabalhando na região centro-oeste do Rio Grande do Sul, analisaram os níveis plasmáticos de Ca e outros elementos em vacas de corte primíparas e multíparas, mantidas em campo nativo e recebendo mistura mineral comercial completa. As amostras foram colhidas em três diferentes períodos: final de gestação (FG), pico da lactação (PL) e entoure (E). Os teores de Ca plasmático variaram entre 2,02 e 2,06 mmol/L (8,1 e 8,94 mg/100 mL), nas primíparas e 1,98 a 2,14 mmol/L (7,93 a 8,58 mg/100 mL), nas multíparas, considerados normais pelos autores. Em ambos os grupos os maiores teores foram observados na época do entouramento.

Quadro 1 - Trabalhos realizados no Brasil que analisaram teores de cálcio nos animais e nas forrageiras.

Autor	Região/Estado	Animais	Valores Séricos (mg/100 mL)	Valores Forrageiras (%)	Teores Ósseos (%)	Suplementação mineral
Fernandes & Camargo (1976)	AM; PA; MT	Não informado	7,29 - 11,44 (seca)	0,17 - 0,44 (seca)	-	Não informada
Sousa et al. (1979)	MT	Vacas em lactação	-	0,67 (seca) 0,34 (águas)	37,7 (seca) 37,6 (águas)	Não informada
Camargo et al. (1980)	AM; PA; MT	Bovinos à pasto	10,3 (seca) 10,5 (águas)	-	-	Não informada
Lopes et al. (1980 b)	GO	Vacas, novilhos e bezerras	9,06 - 9,40 (vacas) 9,07 - 9,68 (novilhos) 9,80 - 10,21 (bezerras)	-	37,38 - 39,99	Irregular, não informada
Barros et al. (1981)	AM	Não informado	7,00 - 14,00	-	-	54% criadores suplementavam
Camargo et al. (1985)	Amazônia	Não informado	10,74 - 14,73 (seca) 10,17 - 14,16 (águas)	0,54 - 0,61 (seca) 0,30 a 0,55 (águas)	-	Não informada
Sousa et al. (1986)	RR	Não informado	Vacas - 10,4 - 11,2 Jovens - 10,6 - 11,3	0,041 - 0,18	Vacas - 33,0 - 36,7 Jovens - 30,5 - 34,8	Não informada
Brum et al. (1987 a)	MT	Vacas em lactação	-	0,13 - 0,24	33,67 - 36,68	Não informada
Pott et al. (1987)	MT	Não informado	7,3 - 11,2	0,11 - 0,33	31,2	Não informada
Pott et al. (1989 d)	MT	Não informado	9,4 (maio) - 8,4 (novembro)	0,16 - 0,28	35,4 - 38,6	Não informada
Pott et al. (1989 c)	MT	Vacas em lactação	-	0,21	39,3	Não Informada
Lisbôa et al. (1996)	SP	Vacas nelore	7,89	-	39,5	Suspeita botulismo
Moraes et al. (2000)	MG	Vacas aneloradas	Solo arenoso - 8,39 Solo argiloso - 8,53	-	-	Não informada
Prestes et al. (2003)	RS	Vacas adultas	Mineral - 7,61 - 8,81 Sem mineral - 7,61-8,41	-	-	Mistura mineral completa
Valle et al. (2003)	RS	Vacas	7,45 - 9,74	0,55 - 0,66	-	Não informada
Prestes et al. (2004)	RS	vacas	Primíparas - 8,1 - 8,84 Múltiparas - 7,93 - 8,58	-	-	Não informada

2.2.2. Fósforo

Uma das primeiras indicações que a falta de fósforo poderia ter sérias consequências sobre a produção de animais domésticos veio dos estudos pioneiros de Sir Arnold Theiler, no início do século XX, quando estudou doenças debilitantes de bovinos e ovinos criados à pasto na África do Sul, que eram caracterizadas por alta mortalidade, baixo crescimento e fertilidade, ossos frágeis e um apetite pelos ossos dos animais que já morreram. Através de vários estudos, foram desenvolvidas medidas bem sucedidas para se prevenir o problema (Underwood & Suttle, 2001).

O fósforo é o segundo elemento mais abundante no organismo animal, depois do cálcio. Juntamente com o cálcio somam setenta por cento do conteúdo mineral dos animais e oitenta por cento do seu total está localizado nos ossos, enquanto os 20% restantes estão distribuídos em todas as células do corpo, envolvidos em quase todas as reações metabólicas do organismo (Dayrell, 1986).

As principais funções do fósforo são formar e manter o tecido ósseo; manter o metabolismo e a saúde da microbiota ruminal; participar em vários aspectos do metabolismo energético; ajudar na absorção de carboidratos através da mucosa intestinal e transporte de fosfolipídeos (Barcelos, 1992). Ainda são citadas como funções do fósforo a secreção normal do leite; formação do tecido muscular e utilização eficiente dos alimentos (Dayrell, 1986).

A absorção, utilização e metabolismo do fósforo pelo organismo são influenciados por vários fatores, incluindo a relação entre este elemento e o cálcio, como já foi visto na seção sobre o cálcio. Como no caso do Ca, a absorção do P acontece tanto passiva quanto ativamente no duodeno e é influenciada pela fonte de fósforo, pH do intestino, idade do animal e o conteúdo na dieta de vários outros minerais, incluindo o cálcio, ferro (Fe), alumínio (Al), manganês (Mn), potássio (K) e magnésio (Mg). Grandes quantidades de Fe, Al e Mg, na dieta interferem com a absorção de fósforo, através da formação de compostos insolúveis (McDowell, 1992).

A excreção de fósforo se dá principalmente pela via fecal e consiste basicamente do P salivar que não é absorvido. Um importante mecanismo homeostático para controlar o fósforo em bovinos é a variação da excreção nas fezes do P endógeno. A concentração de P na saliva depende da sua concentração no plasma, que por sua vez depende da ingestão do elemento e de fatores que

podem interferir no fluxo salivar, como a ingestão de matéria seca e até o comprimento das fibras das forragens (NRC, 2000).

Os requerimentos de fósforo são muito variáveis e dependem principalmente do estado fisiológico dos animais e do ganho de peso pretendido. Por exemplo, as necessidades para vacas no primeiro mês de lactação são de 22 g de fósforo por dia, enquanto que animais em crescimento e terminação, dependendo do peso vivo e o ganho de peso diário varia de 11 a 26 g de fósforo por dia (McDowell, 1999).

A deficiência de fósforo é a mais comum entre animais criados a pasto, principalmente gado bovino (McDowell, 1992). As grandes áreas ao redor do mundo que apresentam a deficiência de fósforo, aparecem devido a uma combinação de efeitos climáticos e do solo pobre sobre a concentração de fósforo na forragem (Underwood, 1983). O fósforo, nestas áreas vai se apresentar baixo nas plantas na maior parte do ano e não só na época de maturação da forragem. Além disso, altas concentrações de alumínio e ferro nos solos podem tornar indisponível o fósforo para absorção pelas plantas (McDowell, 1999).

Os sinais clínicos da deficiência de fósforo, se prolongada ou severa, levam a anormalidades ósseas e dentárias, crescimento retardado, diminuição da produção leiteira e de ovos, apetite diminuído (anorexia), baixa eficiência alimentar, apetite depravado (pica) e pode acontecer infertilidade (Underwood & Suttle, 2001).

O diagnóstico definitivo da deficiência de fósforo é conseguido através da associação de análises químicas do tecido animal, de amostras de pastagens e solo (Tokarnia et al., 2000).

A análise dos teores de fósforo nas forrageiras, comparando seus resultados às necessidades dos animais, são úteis para se determinar a condição nutricional dos mesmos (McDowell, 1999).

Os tecidos mais utilizados para a determinação da condição de fósforo inorgânico nos animais são o soro ou plasma e o osso. O plasma ou soro são muito utilizados para essa determinação, pois os teores caem rapidamente quando a dieta é inadequada em fósforo (Nicodemo et al., 2000). Os valores de P sérico podem sofrer alterações causadas por fatores como estresse e lactação, baixando os níveis de fósforo no soro, e alimentação recente, aumentando os níveis do elemento (Underwood & Suttle, 2001). Ainda podem ocorrer alterações nas concentrações de P dependendo do tipo da amostra utilizada (plasma, soro, sangue total) e outras variáveis como temperatura e tempo de separação do soro após a coleta,

temperatura e tempo de conservação do soro, hemólise também podem influir no valor real do fósforo inorgânico (Dayrell et al., 1973). Além do soro ou plasma, podemos utilizar o conteúdo de P no líquido ruminal e nas fezes para se determinar a ocorrência de deficiências deste elemento (Vitti et al., 1988).

A análise da composição e resistência óssea são os métodos mais adequados para o diagnóstico de deficiência de P, embora em alguns casos os valores utilizados na avaliação dos índices ósseos muitas vezes não são capazes em detectar deficiências, em virtude do grau de esgotamento das reservas ósseas necessário para aparecerem diferenças significativas (Nicodemo et al., 2000).

No Brasil, a deficiência de fósforo não só é a mais comum entre as deficiências minerais que acometem animais em regime de pasto, como também é a mais importante economicamente (Tokarnia et al., 2000).

Fernandes & Camargo (1976), em um experimento na região amazônica encontraram níveis baixos de fósforo tanto no capim quanto no soro dos animais, variando de 0,04 a 0,23% no capim e de 4,9 a 10,9 mg/100mL no soro dos animais. Das dezenove regiões pesquisadas, na maioria delas os animais apresentaram níveis baixos de fósforo sérico.

Sousa et al. (1979), em trabalho realizado no norte do Mato Grosso, encontraram deficiência de fósforo em todas as seis fazendas estudadas, com teores médios de P no solo variando de 10,5 ppm na seca a 9,6 ppm na estação chuvosa. Na forragem, os níveis médios do elemento foram de 0,08 % na seca e 0,20 % na estação chuvosa. No osso, os níveis médios encontrados na estação seca foram de 15,5% e na estação chuvosa foram de 15,0%. Houve diferença significativa entre as épocas estudadas tanto para as forrageiras como para o tecido ósseo. Os autores concluíram que pelos dados levantados as necessidades de fósforo são maiores durante a estação chuvosa, uma vez que a forragem apresentava mais fósforo durante esta estação e mesmo assim os teores ósseos se apresentavam mais baixos que na estação seca.

Camargo et al. (1980), também trabalhando na Amazônia, encontraram níveis baixos de fósforo no solo, na forragem e no soro sanguíneo dos animais, tanto na época das águas como na seca.

Trabalhando na micro região Mato-Grosso de Goiás, no estado de Goiás, Lopes et al. (1980 b), analisaram solo, forragens, fígado, ossos e soro sanguíneo de vacas em lactação, novilhas e bezerras em cinco municípios e encontraram

grande número dos animais, principalmente as vacas em lactação com concentrações séricas de fósforo abaixo do normal, o mesmo acontecendo com as análises de solo e forragens.

Lebdosoekojo et al. (1980), executando experimento na Colômbia, trabalharam com dois tipos de suplementação mineral (NaCl e mistura mineral), encontraram níveis maiores de fósforo no soro sanguíneo dos animais que receberam suplemento mineral. Quanto a época do ano, os valores séricos de P foram menores nas vacas dos dois tratamentos, durante o início da estação chuvosa, quando estavam ganhando peso e foram maiores durante a estação seca, quando estavam perdendo peso. Os valores médios de fósforo no soro variaram de 3,27 mg/100 mL no início da estação chuvosa a 5,63 mg/100 mL no período seco para os animais que receberam NaCl e nos animais que receberam mistura mineral a variação foi de 4,44 mg/100 mL no início do período chuvoso e 6,14 mg/100mL no período seco.

Em mais um trabalho realizado na Amazônia, Barros et al. (1981) encontraram valores médios de fósforo sérico de 5,8 mg/100mL variando entre 3,00 e 8,00 mg/ 100 mL. Os níveis de P na pastagem também estavam abaixo das necessidades dos animais, com média de 0,12% e variando entre 0,06 e 0,15%.

Sousa et al.(1983), analisando os efeitos da suplementação mineral sobre o desempenho dos animais em pasto de capim colonião, encontraram valores baixos de fósforo no tecido ósseo em todos os quatro tratamentos realizados no experimento. Os animais que receberam NaCl + P + micro apresentaram teores médios de P no osso menores no início e maiores no final do experimento (respectivamente 13,7 e 14,0 %). Nos animais submetidos à mistura mineral também apresentaram P ósseo maior no final (13,6 % no início e 14,8 % no final). Já os animais que receberam apenas NaCl + P e os que receberam apenas NaCl apresentaram níveis de fósforo no tecido ósseo maiores no início do experimento (NaCl + P inicial – 13,3 %, NaCl + P final – 11,9%; NaCl inicial – 13,6%, NaCl final-12,6%). Os níveis plasmáticos de fósforo inorgânico variaram entre 4,6 e 5,7 mg/100mL e os autores consideraram esses níveis normais. Os níveis de P na forragem e no solo estavam baixos.

Camargo et al. (1985) trabalhando na região da Polamazônia, encontrou teores baixos de P tanto no solo (1,4 a 6,10 ppm no período da seca e 2,62 a 12,66 ppm nas águas), como nas forragens (0,019 a 0,17 % na seca e 0,06 a 0,16 % nas

águas). No soro sanguíneo (3,16 a 6,14 mg/100mL na seca e 4,8 a 7,54 mg/100mL nas águas), os teores de P foram considerados marginais pelos autores.

Sousa et al. (1985) , em outro estudo no Mato Grosso do Sul, estudaram os possíveis efeitos da suplementação mineral sobre o ganho de peso de novilhos anelados em pastagens de capim colônia. Os níveis de P no tecido ósseo variaram entre 13,2 e 15,0 %, entre os quatro tratamentos, não havendo diferença significativa entre eles. No plasma sanguíneo, os níveis médios de P foram considerados normais, variando entre 4,9 e 5,5 mg/100ml. Não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os níveis de P na forragem variaram entre 0,148 e 0,172% entre os pastos, sendo considerados marginais pelos autores.

Sousa et al. (1986), analisaram amostras de solo, forrageira e tecido animal (sangue e osso) de seis regiões de Roraima e encontraram valores baixos de P no solo, variando entre 2, 1 e 4,3 ppm entre as regiões. Nas forrageiras, os níveis de P foram considerados deficientes em cinco das seis regiões (0,041 a 0,18%). No soro, os níveis médios de P nas vacas em lactação foi de 3,1 mg/100 mL no período da seca e 3,4 mg/100 mL no período chuvoso. Os animais jovens apresentaram níveis médios de P plasmático de 4,1 mg/100 mL na seca e 4,2 mg/100 mL na estação chuvosa. Tanto as vacas como os animais jovens foram considerados deficientes pelos autores. Os teores de P no tecido ósseo também foram considerados baixos em ambas as épocas do ano para as duas categorias (Vacas: seca -12,0 %, chuvas- 10,6 %; Bezerros: seca- 11,3%, chuvas – 10,5%).

Brum et al. (1987), no pantanal Mato-grossense, encontraram valores de P no solo de 1,6 a 5,16 ppm. Nas forrageiras, o P variou entre 0,07 e 0,15%. No soro os valores variaram entre 2,59 e 4,38 mg/100mL e no tecido ósseo, o P variou entre 14,12 e 16,64 %. As concentrações encontradas no solo, forrageiras e tecidos animais indicaram deficiência de fósforo nos quatro períodos estudados.

Pott et al. (1987 e 1989d), encontraram também deficiências de P , com valores baixos de fósforo sérico nos animais, e nas análises de tecido vegetal e no solo.

Guimarães et al. (1991), trabalhando em Minas Gerais, encontraram valores médios de P na pastagem variando entre 0,12 % na estação chuvosa e 0,05% na estação seca. No soro, os valores médios de P variaram entre 5,5 mg/100 mL na estação chuvosa e 7,34 mg/100 mL na estação seca, variando de 4,0 a 9,7 mg/100 mL, ao longo do ano. Os valores foram considerados normais pelos

autores, embora o conteúdo de fósforo na forrageira não fosse capaz de suprir as necessidades dos animais.

Em um trabalho sobre o botulismo, Lisbôaa et al. (1996) encontraram valores médios de fósforo sérico baixos (3,62 mg/100 mL), sugerindo deficiência de fósforo.

Morais et al. (2000), ao acompanharem as mudanças sazonais de eletrólitos no sangue de vacas aneloradas sob pastejo contínuo de *Brachiaria elbas* degradadas encontraram valores baixos para fósforo sérico (4,50 mg/100mL em solos arenosos e 3,95 mg/100mL em solos argilosos).

Prestes et al. (2003), trabalhando no Rio Grande do Sul, encontraram teores médios de fósforo inorgânico no plasma de animais que não recebiam suplementação mineral de 1,33 mmol/L (40,3 g/L), com variação entre 0,7 e 2,10 mmol/L (21,2 a 63,6 g/L) e de 1,47 mmol/L (45,5 g/L) com variação entre 0,6 e 2,7 mmol/L (18,2 a 81,8 g/L) nos animais que recebiam suplementação mineral. Os teores médios de fósforo no tecido ósseo estiveram dentro dos limites fisiológicos.

Valle et al. (2003), realizaram experimento no Rio Grande do Sul e analisaram fósforo no sangue total e pastagem de vacas em quatro períodos distintos: período de serviço (inseminação artificial), período de repasse de touros, final de gestação, e início da lactação. Os valores médios do fósforo inorgânico variaram de 1,32 a 1,87 mmol/L (40,0 a 56,7 g/L), sendo maiores no período de serviço e menores no período de lactação. Houve diferença significativa somente no período de serviço. Os resultados mostraram deficiência marginal de fósforo em todos os períodos estudados, exceto no período de inseminação artificial. Os resultados de P na pastagem variaram de 0,13 a 0,16 % e foram considerados incapazes de fornecer os requerimentos necessários aos animais.

Prestes et al. (2004), em trabalho realizado na região centro-oeste do Rio Grande do Sul, encontrou valores médios de fósforo inorgânico no soro variando entre 1,36 e 1,56 mmol/L (41,2 a 47,2 g/L) em vacas primíparas e entre 1,53 e 1,63 (46,4 a 49,4 g/L) nas vacas múltíparas. Apesar de considerados baixos, os valores de fósforo plasmático se encontravam dentro do intervalo considerado normal, com exceção dos valores nas vacas primíparas no período do entoure.

Quadro 2 - Trabalhos realizados no Brasil que analisaram teores de fósforo nos animais e nas forrageiras.

Autor	Região/Estado	Animais	Valores Séricos (mg/100 mL)	Valores Forrageiras (%)	Teores Ósseos (%)	Suplementação mineral
Fernandes & Camargo (1976)	AM; PA; MT	Não informado	4,9 – 10,9	0,04 a 0,23	-	Não informada
Sousa et al. (1979)	MT	Vacas em lactação	-	0,08 (seca) 0,20 (águas)	15,5 (seca) 15,0 (águas)	Não informada
Barros et al. (1981)	AM	Não informado	3,00 – 8,00	0,06 – 0,15	-	54% criadores suplementavam
Sousa et al. (1983)	MS	Novilhos anelados	4,6 – 5,6	-	-	Comercial; NaCl; NaCl + P; NaCl + P + microelementos
Camargo et al. (1985)	Amazônia	Não informado	10,74 – 14,73 seca) 10,17 – 14,16 (águas)	0,019 – 0,17 (seca) 0,06 – 0,16 (águas)	-	Não informada
Sousa et al. (1985)	MS	Novilhos anelados	4,9 – 5,5	0,148 – 0,172	13,2 – 15,0	Sem minerais; NaCl; NaCl + P; NaCl + P + microelementos
Sousa et al. (1986)	RR	Não informado	Vacas - 3,1 (seca) – 3,4 (chuvas) Jovens – 4,1 (seca) – 4,2 (chuvas) 2,59 – 4,38	0,041 – 0,18	Vacas – 10,6 – 12,0 Jovens – 10,5 – 11,0 14,12 – 16,64	Não informado
Brum et al. (1987 a)	MT	Vacas em lactação	4,0 – 9,7	0,07 – 0,15	-	Não informada
Guimarães et al. (1992)	MG	Novilhas nelore	3,65	0,05 (seca) 0,12 (águas)	-	Mistura mineral comercial
Lisbôa et al. (1996)	SP	Vacas nelore	Solo arenoso – 4,50	-	-	Suspeita botulismo
Morais et al. (2000)	MG	Vacas aneladas	Solo argiloso – 3,95	-	-	Não informada
Prestes et al. (2003)	RS	Vacas Adultas	Mineral – 1,82 -8,18 Sem mineral – 2,12 – 6,36	-	-	Mistura mineral completa
Valle et al. (2003)	RS	Vacas	4,0 – 5,67	0,13 – 0,16	-	Não informada
Prestes et al. (2004)	RS	vacas	Primíparas – 4,12 – 4,72 Multíparas – 4,64 – 49,9	-	-	Não informada

2.2.3. Magnésio

É macroelemento essencial à nutrição de ruminantes e está presente em grande quantidade na maioria dos alimentos utilizados para esses animais. Cerca de 60% do magnésio presente no organismo animal, está localizado nos ossos e o restante nos tecidos moles (Barcelos, 1992). É o segundo cátion mais abundante nos fluídos intracelulares, depois do potássio (McDowell, 1992).

Entre suas funções destacam-se sua importância no metabolismo de carboidratos e lipídeos como catalisador de grande número de enzimas que necessitam do mineral para seu melhor funcionamento (Underwood, 1983). Está também envolvido na síntese de proteínas, através de sua ação na agregação do ribossoma, seu papel na ligação do RNA mensageiro aos ribossomas 70S e na síntese e degradação do DNA e desempenha função na transmissão e atividade neuromuscular (McDowell, 1999). Ainda, é importante para a síntese de gordura do leite e manutenção da capacidade tampão do rúmen (Barcelos, 1992).

O magnésio é absorvido ao longo do trato digestivo, sendo que nos ruminantes a maior parte do magnésio é absorvida no rúmen-retículo, sendo maior nos animais jovens que nos adultos. Além disso, com níveis de magnésio maiores na dieta, a absorção diminui (McDowell, 1992).

Os níveis de cálcio, fósforo e provavelmente potássio, influenciam a absorção de magnésio, diminuindo-a (Underwood, 1983). Outros fatores que interferem com a absorção de magnésio são a fonte de proteínas e o teor de gorduras dos alimentos. Quando as pastagens são tenras, seu baixo teor em fibras aumenta a velocidade de trânsito intestinal e diminui a absorção do elemento (McDowell, 1992).

Os requerimentos de magnésio para bovinos de corte variam entre 0,10 e 0,20% da matéria seca, de acordo com estado fisiológico do animal (NRC, 2000).

Os sinais clínicos da tetania hipomagnesêmica pode ocorrer em animais adultos a pasto como em bezerros que mamam por muito tempo sem receber outro tipo de alimento, sendo que a susceptibilidade à tetania aumenta com a idade pelo fato dos ruminantes mais velhos não conseguirem mobilizar Mg do osso com tanta eficiência (McDowell, 1999).

Barcelos (1992), cita como sintomas de deficiência de magnésio tremores e olhar perdido, andar lento e inseguro, excitação e convulsões; quedas sobre o

costado; pedalar de membros anteriores, ranger de dentes; salivação e espuma no focinho.

Os níveis séricos normais de Mg para ruminantes estão entre 18 e 31 $\mu\text{g/mL}$ (1,8 a 3,1 mg/100mL), enquanto os níveis hepáticos variam de 400 a 600 $\mu\text{g/g}$ (Fick, 1977). McDowell, (1992) considera valores de magnésio sérico entre 1,2 a 1,8 mg/100 mL hipomagnesemia leve e abaixo de 1,2 mg/100 mL considera-se hipomagnesemia severa .

Até 1976, não havia sido diagnosticada deficiência de magnésio no Brasil (Tokarnia, 2000).

Lopes et al. (1980 b), em seu trabalho na região de Mato-Grosso de Goiás, encontraram teores médios de magnésio sérico variando de 3,36 a 4,23 mg/100 mL (33,6 a 42,3 mg/L) para as vacas; entre 3,24 a 5,46 mg/100 mL (32,4 a 54,6 mg/L) para os novilhos e entre 3,45 e 3,88 mg/100 mL (34,5 e 38,8 mg/L) para os bezerros. Na forragem os teores médios do elemento variaram entre 0,173 e 0,230 % MS. Os valores encontrados foram considerados normais pelos autores tanto no tecido animal como no tecido vegetal.

Lebdosoekojo et al. (1980), trabalhando na Colômbia, encontraram valores de magnésio sérico variando entre 2,21 e 2,49 mg/100 mL (22,1 e 24,9 mg/L) nos animais suplementados apenas com NaCl e 2,17 e 2,72 mg/100 mL (21,7 e 27,2 mg/L) nos animais que receberam mistura mineral. Em ambos os tratamentos, houve diferença significativa entre as épocas do ano, sendo maior no período seco. Na forrageira, o teor médio de Mg variou entre 0,131 e 0,189 %, sendo significativamente maior no início do período chuvoso.

Barros et al. (1981), em trabalho realizado na Amazônia, encontrou níveis médios de Mg no sangue de 2,8 mg/100 mL (28,0 mg/L), variando entre 1,5 e 4,0 mg/100 mL (15,0 e 40,0 mg/L). Nas pastagens o teor médio do elemento foi de 0,18 % MS, variando entre 0,08 e 0,39 % MS. Os autores consideraram os valores encontrados dentro da normalidade.

Sousa et al. (1983), analisando possíveis deficiências minerais em bovinos, encontraram níveis de Mg nos ossos variando entre 0,61 e 0,63% (inicial) e 0,64 a 0,66 % (final), sendo considerados normais pelos autores. No plasma, os teores médios no final do experimento variaram entre 2,0 e 2,5 mg/100 mL (20,0 e 25,0 mg/L) também sendo considerados normais pelos autores, bem como os valores encontrados nas forrageiras, os teores médios de Mg variaram entre 0,16 %

no início do experimento e 0,20 % no final do experimento, que foram considerados adequados para bovinos de corte.

Em outro trabalho, Sousa et al. (1985) encontraram níveis médios de magnésio no plasma variando entre 2,1 e 2,2 mg/ 100 mL (21,0 e 22,0 mg/L), sem variação significativa entre os tratamentos. Quanto aos teores médios de Mg nos ossos variaram entre 0,5 e 0,6 %, sendo considerados normais pelos autores. Nas forrageiras, os teores médios de magnésio variaram entre 0,104 e 0,126 %, sem diferença significativa entre os pastos analisados, sendo considerados adequados para bovinos de corte os teores de Mg.

Brum et al. (1987 a), trabalhando na sub-região de Paiaguás no pantanal mato-grossense, encontraram níveis de magnésio nas forrageiras variando entre 0,07 e 0,12%; no soro sanguíneo variou entre 1,35 e 2,86 mg/100 mL (13,5 e 28,6 mg/L) e no osso variou entre 0,42 e 0,55 %. Os autores consideraram a região estudada deficiente em magnésio em três das quatro épocas estudadas ao longo do ano.

Também no pantanal Mato-Grossense, porém na região da Nhecolândia, Pott et al. (1987) analisaram amostras de solo, gramíneas e tecidos animais. Nas forrageiras o Mg variou entre 0,09 e 0,21 %; no soro sanguíneo variou entre 1,9 e 3,3mg/100 mL (19,0 e 33,0 mg/L). No osso, o teor médio do elemento foi de 0,41%. Os autores sugeriram a possibilidade de ocorrência de deficiência de magnésio em algumas épocas do ano, sendo necessária a suplementação.

Ainda no pantanal Mato-Grossense, mas na sub-região de Aquidauana, Pott et al (1989 d) encontraram o magnésio nas forrageiras variando entre 0,12 e 0,25%. No soro sanguíneo, Mg variou entre 2,9 e 3,1 mg/100 mL (29,0 e 31,0 mg/L) e no osso entre 0,58 e 0,62 %.

Guimarães et al (1991), encontraram valores médios de magnésio que foram considerados normais, tanto nas forrageiras quanto no fígado e no soro sanguíneo, não havendo diferença significativa ao longo do ano.

Lisbôa et al (1996), em seu estudo sobre botulismo, encontraram valor médio de Mg de 2,59 mg/100 mL (25,9 mg/L). No osso, o teor médio de Mg foi de 0,50 %. Os autores consideraram normais esses resultados.

Quadro 3 - Trabalhos realizados no Brasil que analisaram teores de magnésio nos animais e nas forrageiras.

Autor	Região/Estado	Animais	Valores Séricos (mg/100mL)	Valores Forrageiras (%)	Teores Ósseos	Suplementação mineral
Lopes et al. (1980 b)	GO	Vacas, novilhos e bezeros	3,36 – 4,23 (vacas) 3,24 – 5,46 (novilhos) 3,45 – 3,88 (bezerros)	0,173 – 0,230 %	-	Irregular, não informada
Barros et al. (1981)	AM	Não informado	1,5 – 4,0	0,08 – 0,39 %	-	54% criadores suplementavam
Sousa et al. (1983)		Novilhos anelados	2,0 – 2,5	0,16 - 0,20 %	0,61 – 0,66 %	Comercial; NaCl; NaCl + P; NaCl + P +
Sousa et al. (1985)	MS		2,1 – 2,2	0,104 -0,126 %	0,5 – 0,6 %	microelementos Sem minerais; NaCl; NaCl + P; NaCl + P + microelementos
Brum et al. (1987 a)	MT	Vacas em lactação	1,35 – 2,86	0,07 – 0,12 %	0,42 – 0,5 %	Não informada
Pott et al. (1987)	MT	Não informado	1,2 – 3,3	0,09- 0,21 %	0,41 %	Não informada
Pott et al. (1989 d)	MT	Não informado	2,9 – 3,1	0,12 – 0,25 %	0,58 – 0,62 %	Não informada
Lisbôa et al. (1996)	SP	Vacas nelore	7,89	-	39,5 %	Suspeita botulismo

2.2.4. Potássio

É o terceiro elemento mais abundante no organismo animal, depois do cálcio e fósforo e é o principal cátion do fluído intracelular (NRC, 2000). Os estudos sobre o potássio no passado não eram muitos, pois os alimentos de origem vegetal geralmente apresentam níveis adequados do elemento. Entretanto, com a descoberta que os níveis de potássio em determinados alimentos são menores do que se supunha e que as necessidades do elemento podem ser maiores, os pesquisadores se sentiram estimulados a realizar mais pesquisas (McDowell, 1992).

O potássio é importante no equilíbrio ácido-base, no equilíbrio osmótico, no balanço hídrico, nas contrações musculares, na transmissão do impulso nervoso e em certas reações enzimáticas (McDowell, 1999; NRC, 2000).

Sua absorção acontece no intestino delgado e nos ruminantes ocorre principalmente no rúmen (Underwood & Suttle, 2001). Diarréias, estresse térmico, podem interferir com a absorção do elemento e conseqüentemente aumentar as quantidades requeridas de K (McDowell, 1992).

Forragens verdes geralmente são ótimas fontes de potássio, porém a medida que estas amadurecem, as concentrações do elemento na planta decrescem. Os grãos são pobres em K, causando a necessidade de maior suplementação quando os animais recebem grandes quantidades de concentrados na dieta, como no caso das vacas de leite (NRC, 2000). O K deve estar presente na dieta animal diariamente, pois não apresenta grandes reservas no organismo animal, a não ser nos músculos e nervos onde é importantíssimo para o bom funcionamento das células (Barcelos, 1992).

A deficiência natural de potássio é rara, segundo Blood & Radostitis (1989). Entretanto esses mesmos autores afirma que bezerros que recebem alimentos grosseiros, produzidos em solos pobres em potássio ou com baixa disponibilidade do elemento, podem desenvolver síndrome clínica de crescimento insuficiente, anemia e diarréia.

Underwood (1983), afirma que deficiência de potássio só é observada inequivocamente em animais que recebem dietas concentradas, cujo primeiro sinal da deficiência é a redução do apetite, observa-se também crescimento lento e debilidade muscular, andar rígido.

É mais provável que ocorra ingestão de quantidades insuficientes de potássio, do que deficiências e embora o elemento seja tóxico em quantidades muito

grandes, os ruminantes são capazes de metabolizar as quantidades encontradas em condições naturais (Blood & Radostitis, 1989).

Níveis séricos de potássio de 200 mg/L (5,11 mmol/L) são considerados normais por Fick et al. (1979), porém vários fatores além da baixa ingestão na dieta, podem interferir em seus valores, como fome, balanço nitrogenado negativo, perdas gastrintestinais e até desordens endócrinas. Desta maneira, a melhor forma para se determinar o “status” de K do rebanho é a análise do mineral na dieta (McDowell, 1992).

No Brasil, vários autores analisaram as concentrações de K nas forragens e nos tecidos animais.

Lopes et al (1980 b), em trabalho realizado no estado de Goiás, encontraram valores médios de K nas forragens variando entre 1,29 e 1,45 % MS. No soro dos animais o elemento variou entre 4,64 e 6,43 mEq/L (181,42 e 251,41 mg/L) nas vacas; entre 4,98 e 8,03 mEq/L (194,51 e 313,97 mg/L) nos novilhos e entre 4,19 e 7,05 mEq/L (163,83 e 275,65 mg/L) nos bezerros. Os autores consideraram estes valores normais e concluíram que o potássio não constituía problema na região estudada.

Lisboa et al (1996), realizando estudo sobre botulismo encontraram valor médio de potássio sérico de 4,18 mEq/L (163,44 mg/L), considerado normal pelos autores.

Morais et al (2000), estudando a variação sazonal de eletrólitos no sangue de vacas aneladas sob pastejo de contínuo de *Brachiaria* ~~elbas~~, conseguiram resultados médios de K sérico variando entre 4,49 mEq/L (175,56 mg/L) nos solos arenosos e 4,29 mEq/L (167,73 mg/L) nos solos argilosos, existindo diferença significativa entre os tratamentos.

Outros autores analisaram apenas potássio no solo e nas forrageiras, apesar de analisar outros elementos também nos tecidos animais.

Sousa et al (1982), em levantamento de deficiências minerais no norte de Mato Grosso, constataram a ocorrência de níveis médios de potássio que supriam as exigências nutricionais de bovinos.

Trabalhando em Roraima, Sousa et al. (1987), encontraram níveis deficientes de potássio nas forrageiras em todas as regiões estudadas.

Pott et al (1987), trabalhando na sub-região da Nhecolândia (MT), concluíram que os níveis de K eram adequados para bovinos em todas as épocas estudadas e em todas as unidades de paisagem.

Ainda no Mato Grosso, porém agora na sub-região do Baixo Piquiri, Pott et al (1989 c), concluíram não existir deficiência de K nas forrageiras. Já na sub-região de Aquidauana, Pott et al (1989 d) encontraram deficiência de potássio no solo e não nas forrageiras.

2.3. Microelementos

2.3.1. Cobalto

É essencial na dieta de ruminantes a pasto, pois é armazenado em pequenas quantidades no organismo e não em todos os tecidos. Sua única função conhecida no ruminante adulto é participar da síntese de vitamina B12, cuja necessidade é muito maior que nos monogástricos (Blood & Radostitis, 1989), provavelmente por causa de seu envolvimento no metabolismo do ácido propiônico, que é uma importante fonte de energia, produzida pelos microorganismos do rúmen (Houser et al, 1976). A principal fonte de energia para os ruminantes (ácido propiônico, ácido acético e ácido butírico), não pode ser utilizada quando existe deficiência de vitamina B12 (Corah & Ives, 1991).

A absorção de cobalto pelos ruminantes é pouco eficiente, se comparada com a absorção pelos monogástricos, com 3% apenas do cobalto convertido em vitamina B12 (McDowell, 1992). Apesar de ser amplamente distribuído pelo corpo, não há um tecido onde ocorra acúmulo excessivo de cobalto, sendo que as maiores concentrações do elemento se encontram no fígado, rins e ossos (Houser et al., 1976).

O cobalto está presente em quantidades suficientes em vários alimentos, mas apesar disso, ele é deficiente em forragens ao redor do mundo (McDowell, 1992). A concentração deste mineral nas plantas varia com a espécie, com o pH do solo e com o clima. As leguminosas são mais ricas em Co que as gramíneas e a maior concentração se dá nas folhas (Houser et al., 1976). O pH mais alto do solo diminui a disponibilidade do cobalto para as plantas, conseqüentemente diminuindo a concentração deste elemento nelas (NRC, 2000).

Altas concentrações de ferro podem causar diminuição da absorção de Co e deficiência de ferro aumenta absorção de cobalto (Kaneko, 1989).

Os requerimentos de cobalto para bovinos de corte são de 0,10 mg/Kg de M.S., sendo que níveis abaixo de 0,06 mg/Kg de M. S. são deficientes (NRC, 2000).

A deficiência de cobalto ocorre com maior freqüência em ruminantes sob pastejo e está amplamente disseminada em grandes áreas dos países tropicais, rivalizando em importância com deficiências de Na, P e Cu como um dos fatores limitantes da produção de ruminantes à pasto (McDowell, 1999). Os animais criados em pastagens deficientes em cobalto podem demorar semanas até meses até

apresentarem sintomas, dependendo da idade e histórico prévio dos animais e o conteúdo do Co na dieta (Underwood, 1983).

Em regiões com deficiência severa de cobalto, são acometidos animais de todos os tipos e idades em qualquer época do ano, ocorrendo grandes perdas econômicas e mortalidade. Em áreas de deficiência marginal, apenas os animais mais susceptíveis são acometidos (jovens) ou então os animais são acometidos apenas durante uma época ou estação do ano (Underwood, 1983).

Os sinais clínicos da deficiência não são específicos, sendo semelhantes ao quadro de subnutrição ou protéica. Inicialmente ocorre perda de apetite e à medida que o quadro se agrava ocorre parada do crescimento ou perda de peso, seguidos de extrema inapetência, perda de massa muscular, apetite depravado, anemia severa e morte (McDowell, 1999). Nos casos de deficiência marginal, os sinais não são fáceis de diagnosticar e podem ser confundidos com os efeitos de parasitismo ou desnutrição (Underwood, 1983).

Concentrações abaixo de 0,05 ppm de Co no fígado caracterizam deficiência severa; concentrações entre 0,05 e 0,12 ppm caracterizam deficiências marginais e acima de 0,12 ppm são adequadas. (Tokarnia et al, 1971).

Nos bovinos, os sintomas de deficiência de cobalto incluem a diminuição de apetite, perda de peso, crescimento retardado, produção de leite diminuída, anemia e inanição (Dayrell, 1986).

Corah & Ives (1991), em seu trabalho de revisão sobre microminerais e reprodução em gado de corte, citam como sintomas de deficiência de cobalto, anestro, aborto, e nascimento de bezerros fracos.

No Brasil o cobalto, juntamente com o cobre, é o microelemento que mais está envolvido em problemas de deficiência mineral nos bovinos (Tokarnia et al., 2000).

Tokarnia et al. (1971) em levantamento realizado em vários estados do Brasil (RJ, ES, SC, MT, PI, AP) e em regiões suspeitas de apresentarem deficiência de minerais em animais, encontraram deficiência de cobalto no norte do Espírito Santo e no município de Macapá (AP). No ES ela é responsável pela doença chamada “toca” ou “toque”, que se caracteriza por diminuição do apetite e emagrecimento. A recuperação ocorre rapidamente se o animal for transferido para pastagens sem deficiência de cobalto. Os autores também encontraram valores deficientes e subdeficientes nos estado do RJ e SC.

Fernandes & Camargo (1976), em sua pesquisa de minerais em ruminantes na região amazônica encontraram teores entre 0,06 e 0,2 ppm de cobalto no tecido hepático, com 11 das 18 regiões pesquisadas apresentando teores abaixo de 0,12 ppm, caracterizando deficiência moderada.

Camargo et al. (1980), encontraram teores hepáticos de cobalto mais altos na época das águas (0,135 ppm) que na seca (0,125 ppm) e em uma das fazendas foram encontrados valores médios de cobalto no fígado de 0,07 ppm, com sinais clínicos de deficiência. Esses autores também encontraram em oito das fazendas pesquisadas, níveis de cobalto no capim abaixo das necessidades dos bovinos em regime de pasto.

Lebdoesoekojo et al. (1980), trabalhando na Colômbia, encontraram níveis hepáticos médios de cobalto em tourinhos jovens variando entre 0,13 ppm na estação seca e 0,23 ppm na estação chuvosa para os animais que receberam apenas NaCl e entre 0,30 ppm na estação seca e 0,37 ppm na estação chuvosa para os animais que receberam mistura mineral, existindo diferença estatística entre os tratamentos. A suplementação mineral causou elevação dos níveis hepáticos de cobalto.

Barros et al. (1981), também trabalhando na região amazônica encontraram teores hepáticos de cobalto entre 0,06 e 0,22 ppm (média 0,12 ppm). Os teores do mineral nas plantas eram insuficiente para suprir as necessidades de bovinos criados a pasto e na região estudada a suplementação dos rebanhos não era regular.

Em um trabalho realizado no Mato Grosso, Sousa et al. (1981), obtiveram como resultados concentrações satisfatórias de Co no solo apenas em três das seis propriedades pesquisadas e, apenas as propriedades que apresentaram teores adequados do elemento no solo apresentaram teores adequados nas forrageiras. Apesar desses resultados, em todas as fazendas os animais apresentaram níveis adequados de Co, sendo que as médias do mineral no fígado foram maiores na estação seca que na época das águas (respectivamente, 0,31 e 0,24 ppm), não havendo, entretanto, diferença significativa entre as épocas do ano.

Mendes et al. (1981), em estudo no Mato Grosso, encontraram teores médios de cobalto no tecido hepático dos animais de 0,247 ppm na época das chuvas e de 0,309 ppm na seca, com diferença significativa entre as épocas. Não foram analisados solo e forrageiras.

Sousa et al. (1983), verificando a existência de deficiências minerais em novilhos nelorados em pastagens de colônia no Mato Grosso do Sul encontraram níveis deficientes de cobalto no solo e nas pastagens, porém não no tecido hepático dos animais, variando entre 0,47 e 0,91 ppm no início do experimento e 0,76 e 1,76 ppm no final do experimento. Em outro trabalho, estudando os efeitos da suplementação mineral sobre o ganho de peso não foram encontrados deficiências de cobalto nos animais, com os teores hepáticos do elemento variando entre 1,1 e 1,2 ppm sem variação significativa entre os tratamentos realizados (Sousa et al., 1985).

Trabalhando na Amazônia, Camargo et al. (1985) encontraram níveis hepáticos de cobalto satisfatórios, com médias variando entre 0,12 e 0,17 ppm na seca e de 0,075 e 0,25 ppm nas águas, com apenas uma região apresentando níveis abaixo de 0,12 ppm. Nas forrageiras a situação foi semelhante, com apenas quatro regiões apresentando teores de cobalto não satisfatórios.

Sousa & Darsie (1985), investigando deficiências minerais em bovinos de Roraima, analisaram amostras de solo, forrageiras e tecido hepático de vacas em lactação e em animais jovens. No solo, os teores médios de Co foram maiores na época da seca, havendo diferença significativa entre as épocas. Nas forrageiras, o teor médio de cobalto foi de 0,12 ppm no período seco e 0,02 ppm no período chuvoso, com diferença significativa entre as épocas. No fígado, os autores encontraram teores médios de cobalto variando entre 0,32 ppm na época chuvosa e 1,15 ppm na época seca nas vacas e variando entre 0,33 e 1,11 nos animais jovens. Nas duas categorias animais houve diferença significativa entre épocas. Os autores concluíram não haver deficiência de cobalto na região estudada.

Pott et al. (1989 a), na região da Nhecolândia, no estado de Mato Grosso, dosaram o cobalto hepático dos animais apenas no mês de novembro e variaram entre 0,6 e 1,8 ppm, com média de 1,1 ppm. Os autores consideraram esses valores muito acima dos considerados normais.

Moraes et al. (1994), trabalhando com animais com “cara inchada”, analisaram vários microelementos no tecido hepático e nas forrageiras, encontraram níveis hepáticos de cobalto satisfatórios em todas as regiões pesquisadas, com alguns animais de algumas regiões apresentando teores hepáticos deficientes ou subdeficientes em cobalto. Não se analisou as forragens para cobalto.

Lisboa et al. (1996), em um trabalho sobre botulismo dosaram microelementos no fígado de animais acometidos por essa doença e encontraram teor médio de cobalto de 0,226 ppm, considerado satisfatório.

Moraes et al. (1999), analisando tecido hepático de animais em vários estados do Brasil chegaram a conclusão que existe deficiência de cobalto no MT, AM, PA, SP, RJ e SC.

Quadro 4 - Trabalhos realizados no Brasil que analisaram teores cobalto nos animais e nas forrageiras.

Autores	Região/Estado	Animais	Valores Hepáticos (ppm)	Tipo colheita	Valores Forrageiras (ppm)	Suplementação Mineral
Tokarnia et al. (1971)	RJ; ES; SC; MT; PI; AP; AM; PA; MT	Acima de 9 meses	0,063 – 0,922	necropsia	-	Não informada
Fernandes & Camargo (1976)	AM; PA; MT	Não informado	0,06 – 0,20	necropsia	0,06 – 0,1	Não informada
Camargo et al. (1980)	AM; PA; MT	Bovinos à pasto	0,125 (seca) 0,135 (águas)	necropsia	0,085 (seca) – 0,093 (águas)	Não informada
Barros et al. (1981)	AM	Não informado	0,06 – 0,22	não informada	0,01 – 0,21	54% criadores suplementavam
Sousa et al. (1981)	MT	Não informado	0,24 (águas) 0,31 (seca)	não informada	0,08 (seca) 0,17 (águas)	Suplemento mineral comercial
Mendes et al. (1981)	MT	Mestiços zebu	0,247 (águas) – 0,309 (seca)	biopsia	-	Suplem. minerais comerciais
Sousa et al. (1983)	MS	Novilhos nelorados, 2 anos	0,47-0,91 (início) 0,76 – 1,76 (final)	biopsia	0,09 (início) 0,36 (final)	NaCl + P + micro Comercial
Sousa et al. (1985)	MS	Novilhos nelorados, 18 meses	1,1 - 1,2	biopsia	0,22 – 0,29	NaCl + P e NaCl Sem minerais; NaCl; NaCl + P e NaCl + P + micro
Camargo et al. (1985)	Amazônia	Não informado	0,12 – 0,17 (seca) 0,075–0,25 (águas)	Não informada	0,07 – 0,19 (seca) 0,08 – 0,16 (seca)	Não informada
Sousa & Darsie (1985)	Brasil	Vacas lactação Novilhos 1 a 2 anos	Vacas:0,32 (águas) 1,15(seca) Jovens:0,33(águas) 1,11 (seca)	biopsia	0,02 (águas) 0,12 (seca)	Não informada
Pott et al. (1989 a)	MT	Não informado	0,6 – 1,8	biopsia	-	regiões onde há "cara inchada"
Moraes et al. (1994)	MS		0,054 -2,502		-	
Lisbôa et al. (1996)	SP	vacas nelore	0,226	necropsia	-	Suspeita botulismo

2.3.2. Cobre e Molibdênio

Esses elementos serão discutidos em conjunto devido a grande interação nutricional e bioquímica existente entre eles. Em condições naturais, ruminantes sob pastejo podem apresentar deficiência de cobre e/ou excesso de molibidênio. O cobre é necessário para a respiração celular, formação óssea, função cardíaca normal, desenvolvimento do tecido conjuntivo, mielinização da medula espinhal, queratinização e pigmentação dos tecidos, sendo componente essencial de várias metaloenzimas importantes, como a citocromo oxidase, lisil oxidase, superóxido dismutase, dopamina-beta-hidroxilase e tirosinase (McDowell, 1992).

O interesse inicial sobre o molibdênio na nutrição animal se devia aos efeitos que o elemento exerce sobre o metabolismo do cobre (Underwood, 1977). Posteriormente, descobriu-se que o Mo é componente de seis enzimas, entre as quais a xantino oxidase, a aldeído oxidase e sulfito oxidase, estando envolvidas no metabolismo de purinas, pirimidinas, pteridinas e aldeídos e também na oxidação de sulfitos (McDowell, 1999).

O cobre é absorvido em todos os segmentos do trato gastro intestinal e na maioria das espécies a absorção acontece mais na porção anterior do intestino delgado (Kaneko, 1989). A absorção do Cu em ruminantes é baixa, (entre 1 - 10%), devido às complexas interações que ocorrem no ambiente do rúmen (Spears, 2003). Na maioria das espécies, os níveis hepáticos de cobre são mais altos nos animais jovens que nos adultos, enquanto que nos ruminantes as concentrações são praticamente iguais (Kaneko, 1989).

O molibdênio é rapidamente absorvido dos alimentos e dos suplementos utilizados (Underwood & Suttle 2001). A porcentagem de absorção do molibdênio ingerido na dieta varia de acordo com a espécie, idade do animal, nível de Mo na dieta mas gira em torno de 20 a 30 % (McDowell, 1992). A absorção do molibdênio é altamente influenciada pelos níveis de cobre e enxofre na dieta, mas também sofre interferência das vitaminas C e E, zinco, ferro, tungstênio e proteínas (Kaneko, 1989).

Após a absorção pelo intestino, o cobre é transportado ligado à albumina até o fígado onde vai ser encaminhado para a produção de ceruloplasmina, secreções através da bile e armazenamento (Underwood & Suttle, 2001). O armazenamento de molibdênio é pequeno, sendo que a excreção do elemento nos ruminantes se dá principalmente pela urina, bile e leite (McDowell, 1992).

As concentrações de cobre e molibdênio nos alimentos variam muito dependendo da região geográfica, do tipo de solo da espécie da planta, estado vegetativo clima e pH do solo, sendo que solos alcalinos ou neutros combinados com matéria orgânica abundante, favorecem a absorção do elemento pelas plantas (McDowell, 1992).

A utilização de fertilizantes contendo cobre aumenta a disponibilidade de cobre no solo e conseqüentemente para as plantas (Underwood, 1983). As leguminosas geralmente apresentam teores de cobre mais elevados que as gramíneas (NRC, 2000). Segundo McDowell (1992), os teores médios de Cu nas gramíneas são de 5 ppm, enquanto nas leguminosas a média do teor de Cu é de 15 ppm.

Os requerimentos em Cu para ruminantes criados à pasto dependem dos teores do próprio elemento e dos teores de Mo e S (McDowell, 1999). De acordo com o NRC (2000), as necessidades de cobre podem variar de 4 até mais de 15 mg/Kg, dependendo das concentrações de molibdênio e enxofre da dieta. As necessidades diárias de molibdênio não foram bem estabelecidas, mas provavelmente são inferiores a 2 ppm da dieta (NRC,2000). Estimativas mais acuradas das necessidades de Mo não são possíveis devido as suas interações com Cu e S.

Não há evidências da existência de deficiência de molibdênio em ruminantes sob condições naturais, mas em alguns casos este elemento pode aumentar a atividade microbiana no rúmen (NRC,2000). A grande importância do molibdênio diz respeito a sua interação com o cobre e também enxofre, causando redução na absorção do Cu, na síntese de ceruloplasmina e aumentando as necessidades diárias dos animais (McDowell, 1992). A ação do molibdênio e do enxofre se dá pela formação de tiomolibdatos, através da reação do molibdato com sulfitos presentes no rúmen, que por sua vez são produzidos pelos microorganismos através da redução de sulfatos e também pela degradação de amino ácidos sulfurados (Spears, 2003). Os tiomolibdatos se ligam ao cobre formando complexos insolúveis, que são pouco absorvíveis (McDowell, 1992).

Ward et al. (1993), encontraram diminuição dos teores séricos de cobre em novilhas quando essas receberam 5 ppm de Mo e 0,20% de S na dieta.

Outro fator que interfere com a absorção de Cu é a quantidade de ferro presente na dieta. Em uma revisão sobre a biodisponibilidade de micro elementos

para ruminantes, Spears (2003) cita que teores de ferro entre 250 e 1200 ppm na dieta causam severa redução dos teores de cobre em bovinos e ovinos. O NRC (2000), cita que a quantidade máxima tolerável para ruminantes é de 1000 mg/kg na dieta e que teores entre 200 e 500 mg/kg de Fe na dieta podem causar diminuição dos teores de Cu em bovinos. Graham (1991), em um trabalho também de revisão cita que o ferro tem o mesmo efeito sobre os teores de cobre que o molibdênio, reduzindo os teores hepáticos do Cu a níveis semelhantes nos dois casos.

Bailey et al. (2001), observaram diminuição dos teores hepáticos de cobre em novilhas que receberam 500 mg de ferro, 10 mg de molibdênio e 2.900 mg de enxofre/kg Ms na dieta. O teor de cobre na dieta era de 6 mg/kg MS.

Os sinais de deficiência de cobre incluem anemia, crescimento retardado, má formação óssea, desordens nervosas, diarreia, pêlos despigmentados e infertilidade (Underwood, 1983; Barcellos, 1992; McDowell, 1999). Entretanto, as deficiências marginais ou subclínicas estão disseminadas por várias áreas e são provavelmente de maior importância econômica que as facilmente reconhecíveis (McDowell, 1999). Nas deficiências marginais, os animais podem apresentar mau aspecto, reduzida produção de leite, crescimento retardado e baixa eficiências, sem sinais característicos de deficiência (Underwood, 1977).

O diagnóstico de deficiências de cobre não pode ser baseado apenas nas quantidades do elemento na dieta, devido às suas interações com outros elementos, principalmente o molibdênio, enxofre e ferro (Underwood, 1983). Se a concentração de Mo na forragem exceder 3 mg/kg, com Cu abaixo de 5ppm, ocorre interferência na absorção do cobre, com desenvolvimento de deficiência deste elemento. (McDowell, 1999).

As concentrações de cobre no sangue ou plasma e no fígado são mais utilizadas para diagnóstico de deficiências deste elemento (Tokarnia, 1988). Os níveis de cobre no soro, plasma ou sangue total refletem o nível de Cu na dieta, porém as variações são mais amplas, sendo que as concentrações entre 0,6 e 1,5 mg/L são consideradas normais para bovinos, ovinos e caprinos (Underwood, 1983).

Concentrações hepáticas de cobre entre 100 e 400 ppm em base seca são considerados normais para bovinos e ovinos saudáveis e concentrações entre 25 e 75 ppm no fígado de ruminantes devem ser utilizadas para diferenciar animais deficientes dos normais (McDowell, 1992).

Depois do fósforo, o cobre é o principal fator limitante da produtividade de ruminantes criados a pasto ao redor do mundo (McDowell, 1999) e segundo Moraes et al. (1999), é a deficiência de microelementos mais comum no Brasil, juntamente com o cobalto. Por essa razão, vários levantamentos foram realizados para se determinar a existência de deficiências ou estados carências de cobre em diversas regiões do Brasil.

Em trabalho realizado em várias regiões do Brasil, Tokarnia et al. (1971) investigaram doenças possivelmente causadas por deficiências minerais e encontraram deficiência no litoral de Campos, no estado do Rio de Janeiro; em Santa Catarina; no município de Jaciara, no estado do Mato Grosso; no Piauí e em Macapá no Amapá. Os autores consideraram como valores de referencia 0 a 50 ppm indicando deficiência; de 50 a 100 ppm indicando subdeficiência e acima de 100 ppm de cobre no tecido hepático indicando níveis adequados.

Fernandes & Camargo (1976), trabalhando na Amazônia, encontraram níveis médios adequados de cobre hepático em todas as regiões estudadas, exceto uma, variando entre 31 e 291 ppm. Os níveis médios séricos de cobre variaram entre 0,05 mg/100 ml e 0,12 mg/100 ml, com apenas uma das regiões com valor médio abaixo de 0,06 mg/100 ml. Nas forragens, os teores médios de cobre variaram entre 2,5 e 8,0 ppm. Os autores ainda analisaram a rebrota das forrageiras nativas após a prática da queimada e encontraram níveis alto de molibdênio (acima de 25 ppm) e baixos de cobre (4 - 4,5 ppm). Esses resultados obtidos correspondem apenas a análises executadas no período da seca.

Camargo et al. (1980), também trabalhando na região Amazônica, analisaram amostras de fígado, soro e forrageiras em 20 propriedades. Os teores de cobre médios encontrados nas forrageiras variaram entre 3,22 e 12,09 ppm nas águas e entre 2,3 e 6,85 ppm no período da seca. Já no tecido animal os teores médios de cobre no tecido hepático variaram entre 48 e 410 ppm no período das águas e entre 31 e 255 ppm na seca. No soro sanguíneo, os teores médios de cobre no período das águas variaram entre 0,057 e 0,13 mg/% e na seca variaram entre 0,046 e 0,13 mg/%. O molibdênio foi analisado apenas nas forrageiras e durante o período das águas, variando entre 0,05 e 1,27 ppm. Os autores consideraram os níveis médios de cobre sérico abaixo do normal no período das águas e os níveis de cobre hepático acima da média tanto no período das águas quanto na seca. O cobre nas forrageiras foi considerado baixo, apresentando níveis adequados em apenas

seis das empresas estudadas. Quanto ao molibdênio das forrageiras, os teores foram considerados baixos.

Lopes et al. (1980 b), trabalhando na micro região de Mato Grosso de Goiás, analisaram os teores de cobre em amostras de solo, forrageiras e tecido animal em cinco municípios durante a estação chuvosa. Os teores de cobre nas forrageiras variaram entre 5,39 e 9,17 ppm, com todos os municípios estudados apresentando mais de 27% das amostras analisadas com teores de cobre abaixo de 4 ppm na matéria seca. Os teores médios de cobre hepático variaram entre 129,3 e 205,9 ppm, sendo considerados normais pelos autores. O fato da maioria dos animais apresentarem teores hepáticos de cobre normais apesar das forrageiras se apresentarem deficientes é explicado pela suplementação mineral que os animais utilizados na pesquisa receberam.

Também autores estrangeiros, como Lebdosoekojo et al. (1980), trabalhando na Colômbia, analisaram teores de cobre e molibdênio em forrageiras e soro de vacas zebu, divididas em dois grupos, um recebendo somente sal como suplementação e outro recebendo mistura mineral completa. As amostras foram colhidas na época chuvosa e também na seca. O teor médio de cobre nas forrageiras foi de 1,58 ppm no início do período chuvoso, 1,52 ppm no final do período chuvoso e 2,04 ppm no período da seca, com diferença significativa entre eles. Os teores médios de Cu sérico foram analisados apenas no final da estação chuvosa e na estação seca. As vacas que receberam apenas NaCl apresentaram teor médio de cobre sérico de 82,4 µg/100 ml no período chuvoso e 64,7 µg/100 ml no período seco, sendo estes valores significativamente diferentes. Os animais que receberam a mistura mineral apresentaram teor médio de cobre sérico de 99,8 µg/100 ml no período chuvoso e 59,2 µg/100 ml no período seco. Estes valores também foram considerados significativamente diferentes. O fornecimento de mistura mineral resultou em aumento nos teores séricos de cobre apenas no período das chuvas, sem efeito significativo durante a seca. Os níveis de Mo foram analisados apenas nas forrageiras e foram de 0,54 ppm no início das chuvas, 0,50 ppm no final das chuvas e 0,62 ppm no período da seca, não havendo diferença significativa. Os autores ainda analisaram tecido hepático de bovinos machos jovens e encontraram teores de cobre variando entre 146 ppm nas chuvas e 316 ppm na seca nos animais que receberam apenas NaCl e entre 253 ppm nas chuvas e 430

ppm na seca nos animais que receberam mistura mineral. O molibdênio no tecido hepático variou entre 4,67 ppm no período chuvoso e 4,24 ppm no período seco para os animais que receberam somente NaCl e entre 3,74 ppm nas chuvas e 4,04 ppm na seca para os animais que receberam mistura mineral. Houve diferença significativa entre tratamentos tanto nas chuvas quanto na seca. A suplementação mineral causou decréscimo nos níveis de Mo hepático.

Sousa et al. (1980) em trabalho realizado no Norte de Mato Grosso, analisaram amostras de solo, forrageiras e tecido animal de seis fazendas nos períodos seco e chuvoso. As concentrações médias de Cu nas forrageiras variou entre 2,5 ppm na seca e 5,4 ppm nas chuvas, sem diferença significativa entre as épocas. O teor médio de Cu hepático variou entre 250 ppm na seca e 196 nas chuvas, existindo diferença significativa. O molibdênio nas forrageiras variou entre 1,6 ppm na seca e 2,3 ppm nas chuvas, sem diferença significativa. No fígado, o molibdênio foi 2,5 ppm na seca e 2,7 ppm nas chuvas, sem diferença significativa. Os teores médios de cobre nas forrageiras foram baixos em quatro das seis fazendas estudadas. Os níveis hepáticos de cobre eram normais, mesmo com níveis deficientes nas forragens devido à suplementação mineral. O Mo nas forragens foi considerado normal em cinco das seis fazendas, mas mesmo na fazenda com níveis tóxicos, os níveis hepáticos de Mo se encontravam normais.

Barros et al (1981), em trabalho realizado no Amazonas, analisaram amostras de solo, pastagem e tecido animal (soro e fígado) de bovinos durante a estação chuvosa. O teor médio de cobre na pastagem foi de 4 ppm, variando entre 2,20 e 8,80 ppm. Nos tecido animais, o cobre foi analisado apenas no fígado dos animais, com média de 129 ppm e variando entre 26,40 e 225,30 ppm. Os autores consideraram a região estudada deficiente em cobre. Não foram analisados os teores de molibdênio.

Mendes et al. (1981), no Mato Grosso, analisaram amostras de fígado coletadas por biópsia de 420 animais agrupados por idade e estado fisiológico e encontraram níveis médios de cobre variando entre 199,4 ppm nas chuvas e 251,1 ppm na seca. Os níveis médios de molibdênio variaram entre 2,65 ppm nas chuvas e 2,48 ppm na seca. Houve diferença significativa entre as épocas do ano tanto para o Cu quanto para o Mo.

Sousa et al. (1983), estudando a resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagens de capim-colonião, dividiram os animais em

quatro grupos: A) NaCl + P + microelementos; B) Mistura mineral Comercial; C) NaCl + P e D) NaCl. A forrageira foi analisada no início e no final do experimento e as médias de cobre encontradas variaram entre 3,9 ppm no início e 9,4 ppm no final do experimento. O Mo variou entre 0,25 ppm e 0,26 ppm no final do experimento. No fígado, o cobre variou entre 184 e 210 ppm no início do experimento, sendo maior nos animais que receberam apenas NaCl e menor nos animais que receberam NaCl + P + microelementos. No final do experimento o cobre variou entre 328 e 655 ppm, sendo maior nos animais que receberam NaCl + P + microelementos e menor nos animais que receberam mistura mineral comercial. Quanto ao molibidênio no fígado, as médias variaram entre 1,8 e 3,6 ppm no início do experimento, sendo que foi maior nos animais que receberam NaCl e menores nos animais que receberam NaCl + P. No final do experimento, o Mo hepático variou entre 1,0 e 2,1, sendo maior nos animais que receberam NaCl + P + microelementos e menor nos animais que receberam mistura mineral comercial.

Trabalhando na Amazônia, Camargo et al. (1985), analisaram amostras de solo, forragens, soro sangüíneo e fígado em 13 empresas agropecuárias. Não foi analisado molibdênio, apenas cobre. O teor médio de cobre nas forragens variou entre 0,72 ppm e 9,06 ppm na seca e 4,94 ppm e 8,59 ppm nas chuvas, com 40% das empresas apresentando forrageiras com níveis marginais ou deficientes de cobre em qualquer época do ano estudada. O Cu sérico variou entre 0,05 e 0,08mg na seca e entre 0,06 e 0,09 mg nas águas. No fígado o teor médio de cobre variou entre 72,50 e 209 ppm na seca e 70,50 e 210 ppm nas águas. Apenas duas propriedades estudadas apresentaram níveis médios de cobre hepático inadequados.

Sousa et al. (1985), novamente avaliando a suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens de capim colônia, realizaram análises da forrageira e de ossos, fígado e soro sangüíneo. O cobre e o molibdênio foram analisados nos tecidos vegetais e no tecido hepático dos animais. Os animais foram distribuídos em quatro tratamentos: A) sem suplementação mineral; B) NaCl; C) NaCl + P e D) NaCl + P + microelementos. Nas forrageiras, o teor médio de Cu variou entre 4,8 e 6,3 ppm, sem diferença significativa entre os pastos estudados. No caso do molibdênio, os teores médios variaram entre 0,37 e 0,78 ppm, havendo diferença significativa entre eles. No fígado, o teor médio de cobre variou entre 128 e 168 ppm, sendo o menor nos animais que receberam NaCl e NaCl + P e o maior nos animais que

receberam NaCl + P + microelementos. Houve diferença significativa entre estes valores. Quanto ao molibdênio, os teores médios no fígado variaram entre 2,1 e 2,4 ppm, sendo que não diferença significativa entre eles.

Brum et al. (1987 b), analisaram os níveis de cobre no solo, forrageiras e fígado e vacas de corte em lactação na sub-região dos Paiaguás no Pantanal Mato-grossense e encontraram teores de cobre variando entre 2,0 e 3,1 ppm nas forrageiras e entre 155,3 e 236,7 ppm no tecido hepático, com diferença significativa entre as épocas do ano estudadas. Os autores explicam o fato dos animais apresentarem níveis adequados de cobre hepático mesmo com as forrageiras estudadas não apresentando níveis adequados de cobre para suprir as necessidades dos animais com a possibilidade dos animais suprirem as suas necessidades com outras espécies que não as estudadas, dada a grande variedade de espécies forrageiras existentes na região estudada.

Pott et al. (1989 a), investigando a nutrição mineral de bovinos de corte na região da Nhecolândia no Pantanal Mato-grossense, analisaram amostras de solo, forragens e fígado bovino em quatro épocas do ano (novembro, fevereiro, maio e agosto). Nas gramíneas, o Cu variou entre 1,0 e 14,9 ppm. No tecido hepático o cobre variou entre 68 e 700 ppm. O molibdênio foi dosado apenas em uma época do ano e variou entre 1,2 e 3,1 ppm, com média de 2,2 ppm. Os autores também explicam níveis médios de cobre hepático satisfatórios com níveis deficientes de cobre nas forrageiras através da possibilidade de consumo pelos animais de outras forrageiras que não aquelas estudadas.

Pott et al. (1989 b), ainda no Pantanal Mato-grossense, mas na região do Baixo-Piquiri, analisando amostras de solo, forrageiras e fígado em quatro épocas do ano encontraram teores médios de cobre nas forrageiras variando entre 6,1 ppm em agosto e 5,7 ppm em novembro. No fígado, os teores médios de cobre variaram entre 129 ppm em novembro e 278 ppm em fevereiro, com diferenças significativas entre as épocas do ano. Entretanto nas quatro épocas estudadas os níveis médios de cobre eram satisfatórios. Quanto a amplitude de concentração de Cu, em novembro e fevereiro, 37 e 6 % dos animais apresentavam teores hepáticos de cobre abaixo de 100 ppm, respectivamente.

Pott et al. (1989 e), agora na sub-região de Aquidauana no Pantanal Mato-grossense, analisaram amostras de solo, plantas e fígado e cacas neloradas em lactação nos meses de novembro, maio e agosto. Os teores médios de Cu nas

forrageiras variaram por época do ano entre 3,8 e 6,1 ppm e no fígado variaram entre 228 e 284 ppm. Nas forrageiras, houve diferença significativa entre as épocas, sendo maior em agosto e menor em novembro. No tecido hepático, não houve diferença significativa entre as épocas estudadas.

Sousa et al. (1989), trabalhando em Roraima, analisaram amostras de solo, forragens e tecido hepático durante a época seca e chuvosa e encontraram níveis médios de molibdênio nas forrageiras variando entre 0,51 e 0,54 ppm. No fígado, os teores médios de Mo variaram entre 2,11 na época chuvosa e 2,60 na época seca, existindo diferença significativa entre elas. Quanto ao cobre, nas forrageiras os teores médios variaram entre 1,5 e 3,6 ppm e no fígado variaram entre 200 ppm nas chuvas e 205 ppm na seca, não havendo diferença significativa entre eles.

Moraes et al. (1994), ao investigarem a relação de microelementos minerais com a “cara inchada” dos bovinos, analisaram teores de cobre e molibdênio em amostras de pastagens e fígado de animais em fazendas onde ocorre a “cara inchada” na região Centro-Oeste e Norte do Brasil. Tanto os animais doentes ou os sadios apresentaram alto índice de deficiência de cobre, com 43% dos animais com cara inchada e 62% dos animais sadios apresentando deficientes. Apenas 34% dos animais com cara inchada e 25% dos sadios apresentavam teores normais de Cu hepático. O Mo hepático apresentou-se dentro dos limites normais ou elevados, mas os autores não consideraram isso grande problema, uma vez que os teores do elemento nas forrageiras se apresentou dentro dos limites adequados, tanto nos pastos onde ocorria a cara inchada (0,796 ppm) como também nos pastos onde não ocorria a cara inchada (2,062 ppm). Os autores não correlacionaram a cara inchada com a deficiência de cobre, e sim que nas regiões estudadas, havia severa deficiência de cobre.

Lisbôa et al. (1996), em trabalho sobre botulismo realizado no estado de São Paulo, encontraram níveis hepáticos médios de cobre de 229,21 ppm, dentro dos limites da normalidade.

Moraes et al. (1999), em trabalho realizado em várias regiões do Brasil, encontraram deficiência de cobre nos estados do Amazonas, Pará, Maranhão, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul.

Morais et al. (2000), estudando a variação sazonal de eletrólitos no sangue de vacas aneladas sob pastejo contínuo de *Brachiarias* ~~bras~~ ,

encontraram teores séricos médios de cobre variando entre 0,51 e 1,07 $\mu\text{g/ml}$, com média de 0,79 $\mu\text{g/ml}$ em solo arenoso e entre 0,61 e 0,97 $\mu\text{g/ml}$, com média de 0,81 $\mu\text{g/ml}$ em solo argiloso. Apesar dos teores de Cu se apresentarem dentro da faixa de normalidade durante todo o experimento, os valores mais elevados foram observados nos meses de maior precipitação pluviométrica (março) e os menores nos meses de inverno (agosto) e início da primavera (outubro).

Em um trabalho realizado por Hoff et al. (2001) no Canadá, foram colhidas amostras de fígado e soro de 55 vacas no abatedouro e a média de Mo hepático encontrada pelos autores foi de 3,59 ppm.

Marques et al. (2003), trabalhando no Rio Grande do Sul, investigaram mortes súbitas associadas à deficiência de cobre. Foram encontrados teores médios de cobre hepático muito baixos ($3,6 \pm 1,6$ ppm), suspeitando de deficiência de cobre. Os teores médios de Mo foram de $6,5 \pm 1,3$ ppm. Coletaram também amostras de pasto no local das mortes, encontrando valores normais de cobre ($8,4 \pm 0,8$ ppm) e enxofre ($0,2 \% \pm 0,03$), porém altos teores de ferro (522 ± 122 ppm). Foi realizado um experimento na propriedade onde ocorreram as mortes citadas anteriormente. Foram utilizadas 20 novilhas, das quais 10 foram suplementadas com cobre subcutâneo e as outras 10 fêmeas foram deixadas como grupo controle. Análises dos teores séricos de Cu, S, Fe, Mo e ceruloplasmina foram realizadas a cada dois meses, durante um ano, assim como análise de forragens para Cu, Mo, S, Fe e proteína. Os teores médios de cobre variaram entre 1,76 e 10,34 $\mu\text{mol/l}$ no grupo controle e entre 3,86 e 10,61 nos animais suplementados e foram significativamente maiores no grupo suplementado, porém a maioria dos animais dos dois grupos apresentou teores abaixo do normal. Os teores médios de Fe sérico (40,09 a 78,48 $\mu\text{mol/l}$) estiveram acima do normal em ambos os grupos. Na forragem, os teores médios de cobre variaram entre $1,36 \pm 0,56$ a $4,76 \pm 1,15$ ppm, estando abaixo dos requerimentos. Já os toeres de Mo, estavam dentro da normalidade ($0,17 \pm 0,06$ a $0,96 \pm 0,47$ ppm). Os valores médios de S ($0,21 \pm 0,04$ a $0,5 \pm 0,17$ ppm) e Fe ($172,92 \pm 62,64$ a $437 \pm 205,55$), ocasionalmente alcançaram níveis tóxicos. No final do experimento, quando os campos estavam inundados, foram analisados a água e o pasto e encontrou-se níveis altos de Fe ($169,23 \pm 83,49$ ppm) e S ($0,06 \pm 0,03$ %) na água. No pasto submerso, os teores de Fe e S foram respectivamente $469,5 \pm 218,28$ e $0,19 \pm 0,05$ %. Os autores concluíram que as mortes realmente foram causadas pela deficiência de cobre e que a principal causa

desta deficiência parece ser o alto teor de Fe nas pastagens e na água, porém ainda os baixos teores de Cobre nas pastagens podem ter contribuído para a etiologia da doença. Os autores ainda relacionaram a possibilidade da interação do cobre com os altos teores de S presentes na água e ocasionalmente encontrados nas pastagens.

Também no Rio Grande do Sul, Valle et al. (2003), trabalhando na região da Depressão Central do Rio Grande do Sul, executaram experimento para detectar prováveis deficiências minerais em vacas de corte, analisando tecidos animais e forrageiras. Os animais foram analisados em quatro diferentes momentos do ciclo reprodutivo: serviço (inseminação artificial), repasse por touros, final da gestação e início da gestação. Os valores médios de Cu plasmático variaram de 9,06 a 12,06 mmol/L (0,57 e 0,77 mg/L), sendo menores no final da gestação e maiores no período de repasse por touros. Só houve diferença significativa entre os valores no final de gestação. Os valores médios de Cu encontrados na pastagem variaram de 6,50 a 9,00 ppm e foram considerados capazes de suprir as necessidades de cobre dos animais, porém na gestação os animais podem sofrer deficiência devido as maiores exigências nesse período. Os níveis médios de Mo nas pastagens foram de 0,15 ppm, considerados normais pelos autores. Ainda os autores aventam a possibilidade de ocorrência de deficiências marginais de cobre devido aos altos teores médios de Fe nas pastagens (722 ppm).

Prestes et al. (2004), também trabalhando no Rio Grande do Sul, porém na região centro-oeste deste estado, analisaram os níveis plasmáticos de Cu e outro elementos em vacas de corte primíparas e multíparas, mantidas em campo nativo e recebendo mistura mineral comercial completa. As amostras foram colhidas em três diferentes períodos: final de gestação (FG), pico da lactação (PL) e entoure (E). Os teores de Cu plasmático variaram entre 10,71 e 13,61 mmol/L (0,68 e 0,86 mg/L), nas primíparas e 8,74 a 10,22 mmol/L (0,55 e 0,65 mg/L), nas multíparas, considerados normais pelos autores, porém próximos aos níveis mínimos. Os níveis plasmáticos individuais de Cu em 10% dos animais analisados estiveram abaixo dos valores normais. Em ambos os grupos os maiores teores foram observados na época do entouramento.

Quadro 5 - Trabalhos realizados no Brasil que analisaram teores de cobre nos animais e nas forrageiras

Autores	Região/ Estado	Animais	Valores Hepáticos (ppm)	Tipo Colheita	Valores Séricos mg/100 mL	Valores Forrageiras (ppm)	Suplementação
Tokarnia et al. (1971)	RJ, ES; SC; MT; PI; AP;	Acima de 9 meses	3,2 - 642	necropsia	-	-	Não informada
Fernandes & Camargo (1976)	AM; PA; MT	Não informado	31 - 291	necropsia	0,05 - 0,12	2,5 - 8,0	Não informada
Camargo et al. (1980)	AM; PA; MT	Bovinos à pasto	48 – 410 (águas) 31 - 255 (seca)	necropsia	0,057 – 0,13 (águas) 0,043 – 0,13 (seca)	3,22 - 12,09	Não informada
Lopes et al. (1980 a)	GO	Vacas, novilhos e bezerras	129,3 - 205,9	necropsia	-	5,39 - 9,17	Irregular, não informada
Sousa et al. (1980)	MT	Não informada	196 (chuvas) 250 (chuvas)	Não informada	-	2,5 – 5,4	Não informada
Barros et al. (1981)	AM	Não informado	26,40 - 225,40	não informada	-	2,2 – 8,80	54% criadores suplementavam
Mendes et al. (1981)	MT	Mestiços zebu	199,4 (chuvas) 251 (secas)	biopsia	-	-	Suplem. minerais comerciais
Sousa et al. (1983)	MS	Novilhos nelorados, 2 anos	184 – 210 (início) 328 – 655 (final)	biopsia	-	3,9 (início) 4,9 (final)	NaCl + P + micro Comercial
Camargo et al. (1985)	Amazônia	Não informado	72,50 - 209 (seca) 70,50 – 210 (águas)	Não informada	0,05 - 0,08 (seca) 0,06 – 0,09 (águas)	0,72 – 9,06 (seca) 4,94 - 8,59 (chuvas)	NaCl + P e NaCl Não informada
Sousa et al. (1985)	MS	Novilhos nelorados, 18 meses	128 - 168	biopsia	-	4,8 - 6,3	Sem minerais; NaCl; NaCl + P e NaCl + P + micro
Brum et al. (1987)	MT	Vacas em lactação	155,3 - 236,7	Não informada	-	2,0 - 3,1	Não informada
Pott et al. (1989a)	MT	Não informado	68 - 700	biopsia	-	1,0 - 14,9	Não informada
Pott et al. (1989b)	MT	Não informado	129 - 278	biopsia	-	5,7 - 6,1	Não informada
Pott et al. (1989c)	MT	Vacas em lactação	228 - 284	biopsia	-	3,8-6,1	Não informada
Sousa et al. (1989)	RR	Vacas em lactação	200 (chuvas) 205 (seca)	biopsia	-	1,5 - 3,6	Não informada
Moraes et al. (1994)	MS	Não informada	Deficiência de cobre (sadios e cara inchada) 229,21	necropsia	-	7,90 - 8,11	regiões onde há "cara inchada"
Lisbôa et al. (1996)	SP	Vacas nelore	-	necropsia	-	-	Suspeita botulismo
Morais et al. (2000)	MG	Vacas neloradas	229,21	-	0,79 (solo arenoso) 0,81 (solo argiloso)	Não informado	Não informado
Marques et al. (2003)	RS	Novilhas	3,6	necropsia	0,11-0,65 (controle) 0,24-0,66 (suplementados)	8,4	Suspeita deficiência de cobre
Valle et al. (2003)	RS	Vacas	-	-	0,57 – 0,77	6,5 - 9,0	Não informado
Prestes et al. (2004)	RS	vacas	-	-	0,68 - 0,86 (primíparas) 0,55 - 0,65 (multiparas)	-	Não informado

Quadro 6 - Trabalhos realizados no Brasil que analisaram teores de molibdênio nos animais e nas forrageiras.

Autores	Região/ Estado	Animais	Valores Hepáticos (ppm)	Tipo Colheita	Valores Forrageiras (ppm)	Suplementação
Fernandes & Camargo (1976)	AM; PA; MT	Não informado	-	-	25	Não informada
Camargo et al. (1980)	AM; PA; MT	Bovinos à pasto	-	-	0,05 -1,27	Não informada
Sousa et al. (1980)	MT	Não informada	2,5 (seca) 2,7 (chuvas)	Não inoformada	1,6 (seca) 2,3 (chuvas)	Não informada
Mendes et al. (1981)	MT	Mestiços zebu	2,65 (chuvas) 2,48 (seca)	biopsia	-	Suplem. minerais comerciais
Sousa et al. (1983)	MS	Novilhos nelorados, 2 anos	1,8 e 3,6 (início) 10 e 2,1 (final)	biopsia	0,25 (início) 0,26 (final)	NaCl + P + micro Comercial NaCl + P e NaCl
Sousa et al. (1985)	MS	Novilhos nelorados, 18 meses	2,1 - 2,4	biopsia	0,37 e 0,78	Sem minerais; NaCl; NaCl + P e NaCl + P + micro
Pott et al. (1989a)	MT	Não informado	1,2 – 3,1	biopsia	-	Não Informada
Sousa et al. (1989)	RR	Vacas em lactação	2,11 (chuvas) 2,60 (seca)	biopsia	0,51 - 0,54	Não informada
Moraes et al. (1994)	MS	Não informada	Elevados ou normais	necropsia	0,076 – 2,06	regiões onde há “cara inchada”
Marques et al. (2003)	RS	Novilhas	6,5	necropsia	8,4	Suspeita deficiência de cobre
Valle et al. (2003)	RS	Vacas	-	-	0,15	Não informado

2.2.3. Ferro

É o microelemento mais abundante no organismo animal e seu valor como constituinte da dieta é conhecido há 2000 anos (Underwood & Suttle, 2001). O ferro existe no corpo animal principalmente sob forma de complexos ligados à proteína (hemoproteína), como compostos heme (hemoglobina e mioglobina), como heme enzimas (citocromos mitocondrial e microssomial, catalase e peroxidase) e como compostos não heme (enzimas flavina-Fe, transferrina e ferritina) (McDowell, 1999). Mais de 50% do ferro no organismo animal está presente na molécula de hemoglobina (Barcellos, 1992).

O ferro está presente em todo organismo vivo, variando seu conteúdo do nascimento até a maturidade e a maior parte do ferro no organismo animal está ligado a proteínas (McDowell, 1992) e seus requerimentos para os animais domésticos são influenciados pela idade, taxa de crescimento e disponibilidade na dieta (Kaneko, 1989).

A absorção de ferro é maior em animais jovens que em adultos e também maior em animais deficientes que em animais suficientes em ferro, e sua absorção acontece por todo o trato gastrintestinal, sendo o principal local o duodeno (Underwood, 1983). A redução do ferro em estado férrico para ferroso favorece a absorção, que é favorecida em pH ácido. Portanto, o pH do abomaso, ácido ascórbico, outros ácidos orgânicos e vários aminoácidos vão aumentar o transporte do ferro através da mucosa (Graham, 1991). Por outro lado, a ingestão de altas quantidades de zinco, cobre, cobalto, cádmio, manganês e fósforo podem causar diminuição da absorção de ferro e aumentam suas necessidades, pois competem pelos mesmos locais de absorção na mucosa intestinal (Underwood, 1983; Graham, 1991; McDowell, 1992).

Após ser absorvido, o ferro é estocado no fígado e não é rapidamente excretado pelo organismo, o que torna difícil o aparecimento de deficiências em bovinos adultos a não ser em casos de altas infestações por ecto e endoparasitas hematófagos, hemorragias ou doenças (Barcellos, 1992). Outro fator que contribui para a baixa incidência de deficiência de ferro em bovinos adultos é a presença de concentrações adequadas do elemento nas forrageiras e pela contaminação das mesmas por partículas de solo ricas em ferro. (McDowell, 1999).

A possibilidade de deficiência de ferro aumenta em animais jovens que recebem dietas exclusivas de leite ou sucedâneos ou que são confinados e recebem quantidades mínimas de ferro (Underwood & Suttle , 2001).

Os sinais de deficiência de ferro são anemia microcítica hipocrômica, crescimento lento, letargia, palidez das mucosas visíveis, aumento dos ritmos cardíacos e respiratório, redução da resistência à infecções e em casos severos, alta mortalidade (Underwood, 1977).

Segundo o NRC (2000), as necessidades de ferro para bovinos de corte são de aproximadamente 50 mg/kg da dieta. Provavelmente as necessidades das categorias mais velhas sejam menores, uma vez que existe a reciclagem do ferro quando ocorre a destruição das hemácias velhas (Underwood, 1977).

O diagnóstico das deficiências de ferro em rebanhos pode ser feito utilizando-se os níveis de ferro no soro, capacidade total de ligação com o ferro, o valor percentual de saturação da transferrina, os valores da hemoglobina e o hematócrito (McDowell, 1999).

Não ocorrem grandes problemas com intoxicação, mas grandes quantidades na dieta ou na água podem ser prejudiciais (McDowell, 1992). Os níveis máximos tolerados por bovinos, segundo o NRC (2000), são de 1000 mg/kg na dieta. Speers (2003), em sua revisão sobre biodisponibilidade de microminerais em ruminantes, afirma que a adição entre 250 e 1200 mg de ferro na dieta causa grande redução dos níveis de cobre em bovinos.

Mullis et al. (2003), em estudo para determinar o efeito da raça e fontes de cobre e zinco sobre os níveis de minerais de garrotes recebendo altos níveis de ferro na dieta, concluíram que 1.000 mg de ferro / kg da dieta apresentam efeito deletério sobre os níveis de cobre de bovinos. Ambas as fontes de cobre testadas não foram capazes de neutralizar os efeitos adversos do ferro em excesso sobre os teores de cobre no organismo dos animais. ealizado

No Brasil, Guimarães et al. (1992), em experimento realizado em Minas Gerais, encontraram teores médios de Fe sérico variando entre 2,23 no período chuvoso e 2,13 no período seco. Nas forrageiras, o ferro variou entre 3783,33 na época das chuvas e 2066,67 no período seco. Os teores médios de cobre sérico foram de 0,03 ppm e no fígado variaram entre 45 (chuvas) e 43,33 (seca), entretanto os autores não relacionaram os baixos teores de cobre com altos teores de ferro na dieta

2.3.4 Manganês

O Manganês é essencial para as plantas e animais e foi reconhecido pela primeira vez como mineral indispensável para o crescimento e reprodução em ratos em 1931, porém somente em 1951 demonstrou-se a deficiência de manganês em ruminantes (Underwood & Suttle, 2001).

A absorção ocorre por toda a extensão do intestino delgado e é influenciada por outros elementos como o cálcio, fósforo e ferro (McDowell, 1992; Barcellos, 1992). A absorção deste elemento é maior no abomaso que no rúmen, levando à interpretação de que pode haver influência do pH na dissociação dos complexos de manganês (Graham, 1991). Em sua revisão sobre biodisponibilidade de micronutrientes em ruminante, Spears (2003) cita que a absorção de manganês da dieta é baixa em ruminantes (1%) e que pode sofrer interferência de altas concentrações de fósforo e cálcio na dieta.

A absorção e a retenção de manganês são influenciadas pela idade dos animais e pela concentração do elemento na dieta, sendo maior em animais recém nascidos que em adultos (Graham, 1991).

O transporte do manganês absorvido no intestino delgado é feito pela transferrina até o fígado, onde o excesso é excretado parcialmente via bile. A medida que aumentam as quantidades de manganês absorvido, aumentam também as quantidades do elemento excretados via fezes (Underwood & Suttle, 2001).

O manganês é amplamente distribuído pelo organismo, sendo encontrado em concentrações mais elevadas nos ossos, fígado, rins e pâncreas que nos outros órgãos. Por outro lado, o músculo esquelético é o tecido que apresenta a menor concentração deste elemento (Underwood, 1977).

O manganês atua como ativador de glicotransferases, as quais são necessárias para a síntese de mucopolissacarídeos nas matrizes cartilaginosas e ósseas. Também está presente na piruvato carboxilase, metaloenzima envolvida no metabolismo de carboidratos (Corah & Ives, 1991).

Segundo o NRC (2000), os requerimentos de manganês para gado de corte em crescimento ou terminação são de 20 mg/kg da dieta, enquanto que para a reprodução os requerimentos são de 40 mg/kg.

A maioria dos alimentos apresenta concentrações adequadas de Mn e em condições de pastejo, o Mn depois do Ferro é o elemento que menos necessita de cuidados com sua suplementação (McDowell, 1999).

Apesar das deficiências de manganês não serem muito comuns em ruminantes em condições a pasto, pastagens com baixas concentrações de manganês são encontradas na Argentina, Brasil, Costa Rica e Panamá (McDowell & Conrad, 1977). Tokarnia et al. (2000), em um trabalho de revisão citaram a ocorrência de deficiência de Mn em todas as regiões do Brasil (Sul, Sudeste, Nordeste, Centro-Oeste e Norte).

Os níveis teciduais e sangüíneos de manganês não são bons indicadores da condição do elemento no organismo, devido a sua grande variação, não só pela variação entre indivíduos e até a técnica utilizada para a dosagem do elemento (Corah & Ives, 1991). Além disso, as concentrações de Mn no sangue, ossos, pelos e fígado pouco diminuem em animais com deficiência deste elemento (Underwood & Suttle, 2001). O diagnóstico definitivo é dado associando-se os dados dos teores de manganês no tecido animal, na dieta e ainda a resposta ao tratamento.

Teores hepáticos de Mn abaixo de 6 ppm, associados a níveis na dieta menores que 20 ppm caracterizam deficiência de manganês (McDowell, 1992).

Fernandes & Camargo (1976), em trabalho realizado em nove regiões da Amazônia, no período da seca, encontraram valores médios de manganês no fígado entre 5,71 a 99 ppm, com a maioria das médias encontradas nas várias regiões estudadas entre 8,0 e 20 ppm, e no capim entre 60 e 173 ppm.

Lebdoesoekojo et al. (1980), trabalhando nas planícies da Colômbia, encontraram em touros jovens recebendo suplementação mineral, teores médios de Mn hepático de $9,3 \pm 0,2$ ppm na estação chuvosa e $11,2 \pm 0,9$ ppm na estação seca. Já os animais que receberam apenas sal comum apresentaram teores médios de Mn hepático de $10,4 \pm 0,5$ ppm nas chuvas e $11,3 \pm 0,7$ ppm no período seco. Nem a suplementação mineral, nem a época do ano causaram variação significativa nos teores médios de Mn hepático. Nas forragens, os teores médios de manganês foram maiores na estação seca ($217,0 \pm 13,0$ ppm) em comparação com o início do período chuvoso ($158,0 \pm 7,0$ ppm) e o final do período chuvoso ($157 \pm 13,0$ ppm).

Camargo et al. (1980) em estudo sobre minerais de interesse para a pecuária em várias regiões da Amazônia Legal analisaram amostra de solo, forrageiras, soro e fígado não encontraram deficiência de manganês nas regiões estudadas. Os níveis de Mn hepático variaram entre 5,5 e 20 ppm tanto no período das águas quanto no período seco. Nas forrageiras, os níveis de Mn foram menores

no período das águas (média aritmética das 20 empresas = 74 ppm) que no período da seca (média aritmética = 149 ppm).

Em outro trabalho, Sousa et al. (1981), estudaram seis fazendas no norte do estado do Mato Grosso e analisaram amostras de solo, forrageiras e tecido animal nas estações seca e chuvosa. Os níveis de Mn nas forrageiras das seis fazendas estudadas atendiam às exigências dos bovinos nas duas épocas estudadas (seca - 204 ± 51 ppm; chuvas- 87 ± 53 ppm). Entretanto, cinco das seis propriedades apresentaram níveis de Mn hepático deficientes, piorando na época das chuvas (seca - 8 ± 2 ppm; chuvas- 4 ± 2 ppm). Os autores concluíram que este fato se devia a uma alta concentração de ferro nas forrageiras e de uma grande suplementação com cobalto, o que provoca efeitos tóxicos na absorção e utilização de manganês.

Mendes et al. (1981), trabalhando em seis propriedades no Mato Grosso também encontraram teores hepáticos de Mn menores no período das chuvas ($4,20 \pm 0,137$ ppm) que no período seco ($8,16 \pm 0,115$ ppm), com deficiência em todas as fazendas estudadas no período chuvoso e deficiência em 3 fazendas no período seco.

Barros et al. (1981), coletaram nos municípios de Manaus, Itacoatiara e Parintins, no Estado do Amazonas, amostras de solo, forragens, sangue e fígado para determinação dos principais minerais de interesse na nutrição de bovinos, durante a época chuvosa. Os teores médios de Mn tanto nas forragens (94 ppm) quanto no fígado (12 ppm) foram considerados normais. Os teores de manganês na forragem variaram entre 26,60 a 172 ppm, enquanto os teores hepáticos do elemento variaram entre 5,4 e 20,40 ppm.

No estudo de Sousa et al. (1983), para se determinar possíveis deficiências minerais em novilhos nelorados em pastagem de capim colômbio no Mato Grosso, os níveis hepáticos de Mn tanto iniciais como finais dos 4 tratamentos realizados foram considerados adequados, variando de $13 \pm 5,4$ ppm a $22 \pm 9,5$ ppm no início do experimento e de $19 \pm 4,9$ ppm a $27 \pm 2,3$ ppm no final do experimento. Nas forrageiras, os níveis médios de manganês tanto no início (88 ± 37 ppm), como o final do experimento (123 ± 25 ppm) foram considerados adequados.

Em outro estudo de Sousa et al. (1985), para se avaliar possíveis efeitos da suplementação mineral sobre ganho de peso de novilhos nelorados em pastagens de capim colômbio adubadas, os níveis hepáticos de Mn não

apresentaram diferenças significativas entre os quatro tratamentos realizados e não se apresentaram deficientes (21 ± 09 ppm a 24 ± 12 ppm). Nas forrageiras os teores médios de Mn nos pastos do experimento também se apresentaram adequados ($115 \pm 0,78$ a $130 \pm 1,10$ ppm).

Em um estudo realizado em seis regiões de Roraima, Sousa & Darsie (1986), buscaram determinar deficiências minerais em bovinos. Foram coletadas amostras de solo, forrageira e fígado de vacas em lactação e bezerros entre 1 e 2 anos, em duas estações (seca e chuvosa). Os níveis médios de Mn nas forrageiras foram maiores na seca (116 ± 91 ppm) que na estação chuvosa (94 ± 42 ppm). No tecido hepático os níveis médios de Mn tanto dos jovens como das vacas não apresentaram diferença significativa entre as estações seca e chuvosa (Vacas: seca- 27 ± 10 ppm; chuvas – 23 ± 11 ppm / Jovens: Seca- 26 ± 11 ppm; chuvas – 23 ± 10 ppm). Tanto os teores médios de Mn do fígado como das forrageiras foram considerados satisfatórios.

No trabalho de Brum et al. (1987 b), os níveis médios de manganês nas forrageiras (272 a 477 ppm) e no tecido hepático (31,5 a 35,2 ppm) foram considerados normais em todas as quatro épocas estudadas (agosto, novembro, fevereiro e maio).

Pott et al. (1989 a), em seu trabalho na região da Nhecolândia no Mato Grosso, encontraram níveis hepáticos médios mais baixos em novembro (22 ± 8 ppm) que nas outras épocas estudadas (54 ± 26 a 63 ± 36 ppm). Nas forrageiras, os níveis de Mn variaram entre 76 e 1638 ppm em novembro; 82 a 2563 ppm em maio e 119 a 2111 ppm em agosto. Em maio e agosto, respectivamente 26 e 14 % das amostras apresentaram mais de 1000 ppm de Mn. Os autores pressupõem a ocorrência de toxidez de manganês pelo menos no final da época chuvosa (maio), tanto por efeito direto como indireto, pela interrelação com outros nutrientes.

Em trabalho semelhante, porém na região do Baixo Piquiri, Pott et al. (1989b) os níveis de Mn variaram de 51 a 631 ppm em agosto e de 30 a 546 ppm em novembro, não havendo diferença significativa entre as épocas embora os níveis fossem mais elevados em agosto. Os níveis hepáticos do elemento em vacas também não apresentaram variação significativa entre as épocas estudadas, embora havia tendência para ser maior em maio que, segundo os autores, devido ao alagamento os animais consomem plantas com concentrações maiores de manganês.

Na região de Aquidauana, Pott et al. (1989 e), encontraram níveis hepáticos de Mn, por época, variando de 25 a 35 ppm, sendo significativamente maior em novembro. Os níveis de Mn nas forrageiras foram considerados altos, com 55 % das amostras apresentando teores entre 100e 400 ppm. Não houve diferenças significativas entre as épocas estudadas, tanto no fígado quanto nas forragens.

Em seu estudo sobre “cara inchada” dos bovinos e microelementos minerais, Moraes et al. (1994), encontraram valores de Mn hepático variando de 2,5 a 14,4 ppm nos animais com cara inchada e de 3,7 a 14,9 ppm nos animais sadios, sendo que a maioria dos animais nos dois grupos apresentou valores hepáticos do elemento dentro da normalidade. Quatro animais que foram curados e transferidos para propriedades livres de cara inchada, apresentaram níveis normais de Mn no fígado (10,7 a 11,7). As forrageiras analisadas apresentaram níveis de manganês elevados, e tanto nos pastos positivos para cara inchada (168,24 ppm) como os pastos negativos para cara inchada (170,76 ppm).

Lisbôa et al. (1996), em seu trabalho sobre botulismo no estado de São Paulo, encontraram níveis médios normais de manganês no tecido hepático (10,66 ppm).

Moraes et al. (1998), em estudo sobre doenças de bovinos e ovinos que pudessem ser causadas por deficiências minerais em diversas regiões do Brasil, encontraram níveis de manganês no fígado abaixo do normal (6,2 a 12 ppm) em mais da metade dos animais estudados nos estados do Amapá, Ceará (município de Pacatuba). Ainda foram encontrados valores baixo de manganês em pouco menos da metade das amostras analisadas no município de Aracati, CE; no estado do Espírito Santo e no sul do Rio de Janeiro.

Em seu estudo sobre deficiências e desequilíbrios de microelementos em bovinos e ovinos, Moraes et al. (1999) encontraram teores hepáticos de Mn dentro da normalidade na maioria das regiões estudadas. Valores baixos de Mn hepático foram encontrados no nordeste de Minas Gerais e em animais diagnosticados com a “doença do peito inchado”. Já valores elevados foram encontrados no Rio Grande do Sul (até 73,2 ppm).

Hoff et al. (2001) realizaram determinação de valores de microminerais e vitamina E em vacas de corte em Ontário e encontraram valores hepáticos de manganês entre 5,3 e 13 ppm (média de 8,55 ppm), com 18% dos animais

deficientes em manganês. As amostras de tecido foram coletadas após o abate dos animais.

Aholla et al. (2004), em seu estudo para avaliar o efeito de suplementação de microminerais sobre a reprodução, o “status” mineral e desempenho de gado de corte, encontraram valores hepáticos de Mn dentro da normalidade entre os três tratamentos (6,7 a 9,2 ppm). No final do primeiro ano, o grupo controle apresentou teores hepáticos de manganês menores que nos grupos que receberam suplementação. Já no final do segundo ano, os animais de grupo controle apresentaram resultados maiores que os grupos que receberam suplementação mineral. Não houve diferença significativa entre o tratamento com fontes orgânicas de minerais e aquele apenas com fontes inorgânicas.

Quadro 7 - Trabalhos realizados no Brasil que analisaram teores de manganês nos animais e nas forrageiras.

Autores	Região/ Estado	Animais	Valores Hepáticos (ppm)	Tipo Colheita	Valores Forrageiras (ppm)	Suplementação
Fernandes & Camargo (1976)	AM; PA; MT	Não informado	5,71 - 99	necropsia	60 - 173	Não informada
Camargo et al. (1980)	AM; PA; MT	Bovinos à pasto	5,5 -20	necropsia	74 (águas) 149 (seca)	Não informada
Sousa et al. (1981)	MT	Não informada	87 (chuvas) 204 (seca)	Não informada	4,0 (chuvas) 8,0 (seca)	Não informada
Barros et al. (1981)	AM	Não informado	5,4 -20,4	não informada	26,60 - 172	54% criadores suplementavam Suplem. minerais comerciais
Mendes et al. (1981)	MT	Mestiços zebu	4,20 (chuvas) 8,16 (secas)	biopsia	-	
Sousa et al. (1983)	MS	Novilhos nelorados, 2 anos	13 a 22 (início) 19 a 27 (final)	biopsia	88 (início) 123 (final)	NaCl + P + micro Comercial NaCl + P e NaCl Não informada
Camargo et al. (1985)	Amazônia	Não informado	72,50 - 209 (seca) 70,50 – 210 (águas)	Não informada	0,72 – 9,06 (seca) 4,94 -8,59 (chuvas)	Sem minerais; NaCl; NaCl + P e NaCl + P + micro
Sousa et al. (1985)	MS	Novilhos nelorados, 18 meses	21 - 24	biopsia	115 -130	
Sousa & Darsie (1986)		Vacas em lactação Bezerros 1-2 anos	Vacas: 27 (seca) e 23 (chuvas) Jovens: 26 (seca) e 23 (chuvas)	biopsia	116 (seca) 94 (chuvas)	nãoinformada
Brum et al. (1987)	MT	Vacas em lactação	31,5 a 35,2	Não informada	277 - 477	Não informada
Pott et al. (1989 a)	MT	Não informado	22 a 63	biopsia	76 a 2563	Não Informada
Pott et al. (1989 b)	MT	Não informado	29 a 43	biopsia	30 a 631	Não Informada
Pott et al. (1989 e)	MT	Vacas em lactação	25 a 35	biopsia	100 - 400	Não Informada
Moraes et al. (1994)	MS	Não informada	2,5 a 14,4 (cara inchada) 3,7 a 14,9 (sádios)	necropsia	168,24 - 170,76	regiões onde há “cara inchada”
Lisbôa et al. (1996)	SP	Vacas nelore	10,66	necropsia	-	Suspeita botulismo

2.3.5. Selênio

Durante muito tempo o interesse sobre o selênio se limitou a seus efeitos tóxicos sobre os animais. A partir de 1957, evidências sobre a necessidade da presença deste elemento nas dietas foram encontradas. Neste ano, Swartz e Foltz demonstraram que a necrose hepática que se desenvolve em ratos submetidos a certas dietas poderia ser prevenida com suplementação de selênio (Underwood & Suttle, 2001). A partir desta descoberta, os pesquisadores rapidamente voltaram seu interesse sobre o selênio, seu metabolismo e sua relação com a vitamina E. O Se passou a ser considerado como elemento essencial para ruminantes quando este elemento mostrou prevenir a distrofia muscular de origem nutricional, conhecida como doença do músculo branco (Barcellos, 1992).

A absorção do Se nos ruminantes ocorre principalmente no duodeno e no ceco, sendo menor nestes animais que nos monogástricos (McDowell, 1992). Nos ruminantes, a taxa de absorção do elemento é cerca de 40% do Se da dieta, provavelmente pela redução deste a formas insolúveis no rúmen (Graham, 1991).

No plasma, o selênio absorvido é transportado associado a proteínas, até penetrar nos tecidos (McDowell, 1992), e está presente em todos os tecidos do organismo animal em concentrações que variam de acordo como o tipo do tecido, o nível e a forma química do Se presente na dieta (Underwood, 1977). Segundo Graham (1991), em sua revisão sobre deficiências de microminerais em bovinos, as formas orgânicas de selênio são melhores absorvidas que as formas inorgânicas.

Os tecidos que apresentam maior concentração de Se são o fígado e os rins, com concentrações bem menores nos músculos, ossos e sangue, com os menores níveis no tecido adiposo (Underwood, 1977).

A excreção do selênio se dá pela urina, fezes, e respiração, sendo que a rota de eliminação depende de vários fatores como a forma do Se administrado, níveis ingeridos, composição da dieta, incluindo antagonistas (McDowell, 1992).

A via principal para excreção do Se é a urinária e um mecanismo de limiar parece controlar concentrações excessivas de selênio no plasma (Graham, 1991). Nos ruminantes, a secreção do elemento é dependente do método de administração, sendo maior pelas fezes quando fornecida por via oral e maior pela urina quando injetada (McDowell, 1992). A excreção por via respiratória é aumentada quando a ingestão do Se é elevada, embora essas perdas são consideradas mínimas na maioria das circunstâncias (Kaneko, 1989).

O selênio é necessário para o crescimento e fertilidade dos animais e para a prevenção de várias doenças, que apresentam respostas variáveis à vitamina E (Underwood & Suttle, 2001).

A função básica do selênio no organismo animal é ativar a enzima glutathione peroxidase, cuja função é destruir os peróxidos de hidrogênio e lipídeos, função esta de grande importância para a manutenção das membranas celulares. Esta enzima é amplamente distribuída nos órgãos tecidos e fluídos corporais. A vitamina E está relacionada com o selênio nesta função, evitando a formação de peróxidos, mas, uma vez formados, só podem ser destruídos pelo selênio (Barcelos, 1992).

Os requerimentos de selênio para gado de corte são de 0,1 mg/Kg na dieta, sendo a concentração máxima tolerável de 2,0 mg/kg (NRC, 2000).

As concentrações de selênio nas plantas variam muito com a espécie e os teores do elemento no solo. O consumo de forragens apresentando teores menores que 0,1 ppm de Se podem desencadear deficiência, da mesma maneira que concentrações mais elevadas (maiores que 5,0 ppm) podem causar intoxicação (McDowell & Conrad, 1977). Existe uma interrelação complexa entre o Se e a vitamina E, uma vez que um pode alterar ou reduzir o requerimento do outro, sem serem capazes de se substituir (McDowell, 1999).

São descritas em animais criados a pasto três diferentes tipos de síndromes de deficiência de selênio: “doença do músculo branco” em cordeiros e bezerros jovens ou recém nascidos; crescimento retardado, que pode acontecer sem que se consiga relaciona-lo com qualquer outra doença e infertilidade (McDowell & Conrad, 1977).

Ortolani (1989), em seu trabalho de revisão sobre deficiência de selênio nos animais domésticos do Brasil, cita que a retenção de placenta em vacas de corte pode ser prevenida com a suplementação de selênio.

Apesar de poucos estudos sobre deficiência de selênio no Brasil, Tokarnia et al. (2000), citam a ocorrência de deficiência deste elemento em todas as regiões do Brasil, exceto a região Nordeste.

No Brasil, em um trabalho realizado por Lucci et al. (1984 b), foram estudadas 12 regiões do estado de São Paulo e apenas uma delas (Vale do Ribeira) apresentava níveis satisfatórios de Se para ruminantes (acima de 0, 1 ppm)

e em todas as regiões estudadas as concentrações de Se foram maiores na estação chuvosa que na seca.

Tanto as deficiências quanto as intoxicações de Se, podem ser determinadas através da dosagem do elemento no tecido hepático e no soro sangüíneo (Tokarnia, 2000). A dosagem da glutathione peroxidase no sangue, da qual o selênio é componente essencial, também é freqüentemente utilizada com fins diagnósticos (McDowell, 1992).

Corah & Ives (1991), citam que para um diagnostico correto, deve-se utilizar os sinais clínicos, análises de solo, forragens, sangue, tecidos e a resposta ao tratamento. Estes mesmos autores citam ainda o fígado como o melhor tecido para se determinar o “status” de Se e consideram os valores entre 0,25 e 0,50 ppm adequados e níveis abaixo de 0,20 ppm como deficientes.

No Brasil, existe uma insuficiência de dados para se saber a importância da deficiência de selênio em bovinos no Brasil, com poucos levantamentos à base de análises de amostras de fígado e soro (Tokarnia et al., 1999).

Em um trabalho realizado em várias regiões do estado de São Paulo, Lucci et al. (1984 a), analisando níveis de selênio no soro sangüíneo, constataram deficiência em 78% das vacas amostradas em 80 rebanhos leiteiros, com exceção de uma região, no vale do Ribeira. As médias de cada região estudada (12 no total), variaram entre 0,018 e 0,059 ppm. Quanto ao período de colheita, não houve diferença significativa, com média de selênio sérico variando entre 0,029 ppm nas chuvas e 0,028 ppm na estiagem.

Moraes et al. (1995), com o intuito de avaliar a sensibilidade da técnica de geração de hidretos para a determinação de teores de selênio em fígado de bovinos, encontraram teores médios do elemento variando entre 0,28 e 0,65 µg/g (ppm).

Moraes et al. (1999), analisando amostras de fígado em várias regiões do Brasil com o intuito de determinar a ocorrência de deficiências e desequilíbrios de microelementos em bovinos e ovinos, encontraram deficiência de selênio no estado Mato Grosso do Sul, no município de Corumbá, com teores variando entre 0,02 e 0,03 ppm. Nos demais municípios, variou entre 0,02 e 0,88 ppm, com apenas três amostras consideradas deficientes pelos autores. Em Roraima, o selênio foi considerado alto, variando entre 0,38 e 2,05 ppm. No Amazonas e no Pará, variou entre 0,13 e 1,25 ppm. No Rio de Janeiro, o Se hepático variou entre 0,44 e 0,65 ppm e no Rio Grande do Sul variou entre 0,05 e 0,56 ppm.

Hoff et al. (2001), trabalhando em abatedouros em Ontario encontraram valores de selênio no tecido hepático, entre 0,3 e 1,40 ppm, com 0,81 ppm de média, enquanto os níveis de Se encontrados no sangue variaram de 0,02 a 0,18 ppm, com média de 0,09 ppm. As médias encontradas pelos autores foram consideradas abaixo do intervalo considerado normal (0,17 a 1,2 ppm no soro e 0,9 a 3,5 ppm no fígado). Por essa razão consideraram a existência de deficiência de selênio na região de Ontário, no Canadá.

Gil et al. (2004), em trabalho realizado na Argentina, analisaram níveis de selênio no solo, forrageiras e plasma de bovinos de uma fazenda de gado de corte. Os teores de Se nas amostras de solo foram consideradas altas (entre 3,4 e $\mu\text{g/g}$ MS), acima do intervalo considerado normal (0,02 a 2,50 $\mu\text{g/g}$ MS). Os níveis do elemento na forragem se apresentaram extremamente baixos (menores que 0,05 $\mu\text{g/g}$ MS). No plasma dos animais, os teores médios de Se encontrados foram de $30,1 \pm 4,6$ ng/ml (0,031 mg/L), considerados baixos pelos autores.

2.3.6. Zinco

O grande interesse sobre esse elemento é devido ao seu envolvimento no metabolismo de carboidratos, lipídeos, proteínas e ácido nucléico. Além de participar como componente catalisador ou estabilizador das metaloenzimas como a superóxido desmutase, anidrase carbônica, álcool desidrogenase, carboxipeptidase, fosfatase alcalina e RNA polimerase, também é necessário como estabilizador da célula (Graham, 1991).

O zinco é absorvido pelo intestino delgado nos animais monogástricos. Nos ruminantes cerca de um terço é absorvido no abomaso, com o restante também sendo absorvido no intestino delgado (Underwood, 1977).

Uma vez no plasma, o Zn é transportado no sistema porta fracamente ligado à albumina plasmática, somando aproximadamente dois terços do zinco plasmático; o restante está ligado a α -2-macroglobulina e como vestígios de metalotioneína (Underwood & Suttle, 2001). O zinco ligado à albumina é prontamente tomado pelos tecidos e cerca de 30 a 40% deste elemento que entra no suprimento venoso hepático é extraído pelo fígado e depois é liberado no sangue. O Zn circulante é incorporado a diferentes taxas aos diferentes tecidos extra hepáticos e o acúmulo mais rápido de zinco ocorre no pâncreas, fígado, rins e baço (McDowell, 1992).

O zinco é largamente distribuído pelo organismo, entretanto os animais tem uma capacidade limitada para estocar zinco numa forma que pode ser mobilizada rapidamente para prevenir deficiência de zinco (Underwood, 1977). No geral, as reservas que podem ser acessadas rapidamente são pequenas e se refletem na diminuição dos valores plasmáticos de Zn 24 horas após ocorrer diminuição dos teores de zinco na dieta (McDowell, 1992). Por isso, ao receber dietas pobres em zinco os animais podem desenvolver rapidamente sinais de deficiência de Zn.

Os requerimentos de zinco para gado de corte são de 30 mg/kg de zinco na dieta (NRC, 2000). Spears (2003), em um trabalho de revisão sobre biodisponibilidade de microminerais em ruminantes cita que a porcentagem de zinco absorvido diminui a medida que as quantidades de zinco na dieta aumentam. Entretanto os fatores dietéticos que interferem com a biodisponibilidade do zinco em ruminantes não estão bem estabelecidas. Apesar da presença de grandes quantidades de fitatos na dieta poder causar deficiência de Zn em não ruminantes

com baixa disponibilidade do elemento na dieta (Kaneko, 1989), isso não ocorre em ruminantes com o rúmen totalmente funcional (NRC, 2000).

O teor de zinco dos vegetais varia consideravelmente, sendo que leguminosas geralmente apresentam teores maiores do elemento que gramíneas. Fatores como drenagem deficiente do solo aumentam o conteúdo de Zn das forragens e outros fatores como elevação do pH do solo causam diminuição da absorção de Zn pelas plantas (McDowell, 1992). De maneira geral, o teor de zinco diminui à medida que a planta amadurece, caindo pela metade (Corah & Ives, 1991).

Baixos teores de zinco no solo, plantas e tecidos animais têm sido relatados em muitas regiões tropicais do mundo (McDowell, 1999).

A deficiência de zinco se caracteriza em todas as espécies por inapetência, atraso ou interrupção do crescimento e lesões de pele, pelo e lã (Underwood, 1983). Nos ruminantes, os sinais de deficiência de zinco incluem paraqueratose e alopecia, atingindo cerca de 40% da pele, sendo mais acentuadas no focinho, vulva, ânus, parte superior da cauda, orelhas, membros posteriores, joelho, flanco e pescoço (Blood & Radostits, 1989). Nos machos, ocorrem efeitos adversos sobre a espermatogênese e diminuição do tamanho dos testículos (Underwood, 1983). Nas vacas, ocorre diminuição da fertilidade e comportamento anormal durante o cio (Corah & Ives, 1991).

Os métodos para determinação da condição mineral de zinco em animais são relativamente pouco sensíveis (McDowell, 1999). As deficiências severas são facilmente diagnosticadas pela combinação de sinais clínicos e alterações bioquímicas ou patológicas (Underwood, 1983). Entretanto as deficiências mais brandas ou em estágios iniciais são mais difíceis de diagnosticar. Os níveis plasmáticos de zinco são de grande valor para o diagnóstico de deficiência, com os níveis normais variando entre 0,8 e 1,2 mg/ L (Blood & Radostits, 1989). Entretanto, existem muitos fatores além do zinco da dieta que podem causar alteração dos teores de Zn sérico, como a hemólise, que aumenta o zinco sérico e o estresse, que o diminui (Corah & Ives, 1991). Tokarnia et al. (2000), aceitam ser possível utilizar os teores hepáticos de zinco para se diagnosticar deficiência deste elemento, entretanto Graham (1991) não considera este método um bom indicador da condição do zinco no organismo, a não ser quando este está muito baixo.

No Brasil, a deficiência de zinco ocorre frequentemente (Tokarnia et al. 1988) e vários autores vêm realizando trabalhos para identificar essas áreas onde ela ocorre.

Fernandes & Camargo (1976), em trabalho realizado na Amazônia, encontraram teores médios de zinco variando entre 15 e 126,5 ppm nas forrageiras, com a maioria dos resultados (9 de 17) acima de 30 ppm e entre 9,0 e 160 ppm no tecido hepático, com a maioria dos resultados (12 em 18) dentro do intervalo considerado normal. Os autores consideraram esses resultados “surpreendentes” e “inesperados”. Essas amostras foram colhidas na época da seca.

Lopes et al. (1980 a), em Goiás, encontraram teores médios de zinco nas forrageiras variando entre 16,75 e 21,16 ppm, com a maioria das amostras coletadas apresentando níveis de Zn insuficientes para preencher os requerimentos dos animais. As concentrações médias de zinco no fígado variaram entre 139,2 e 166,4 ppm e foram considerados normais. As amostras foram colhidas na época das águas. Os autores consideraram a suplementação com sal mineral que os animais receberam a responsável pelo fato da grande maioria das amostras coletadas apresentarem níveis normais de zinco. Os autores consideraram a região estudada deficiente em zinco e consideraram necessária a suplementação de zinco aos animais.

Camargo et al. (1980), na Amazônia, realizando colheitas de amostras de solo, forrageiras, soro e fígado na época das águas e da seca, encontraram teores médios de Zn nas forrageiras de 22,8 ppm nas águas e de 27,8 ppm na seca, com diferença significativa entre as épocas. Apenas duas das empresas estudadas apresentaram níveis de Zn nas forrageiras acima de 30 ppm, capazes de suprir as necessidades de bovinos em desenvolvimento. No fígado, os teores médios de zinco variaram entre 135 ppm na época das águas e 111 ppm na época da seca, com diferença significativa entre as épocas. Os autores consideraram existir deficiência de Zn nas regiões estudadas.

Lebdosoekojo et al. (1980), na Colômbia encontraram teores de zinco na forrageira variando entre 9,48 ppm no final das chuvas, 13,8 ppm no período da seca e 15,3 ppm no início das chuvas, com diferença significativa no final do período das chuvas. No soro, as amostras foram colhidas apenas no final do período chuvoso e no período seco, variando entre 82,4 µg/100 ml (0,82 mg/L), nas águas e 64,7 µg/100 ml (0,65 mg/L) na seca nos animais que receberam somente NaCl como suplementação e entre 99,8 µg/100 ml (0,99 mg/L) nas águas e 59,2 µg/100 ml (0,59

mg/L) na seca nos animais que receberam mistura mineral completa. Nos dois tratamentos existiu diferença significativa entre os tratamentos. No tecido hepático, os teores de Zn foram de 154 ppm tanto na seca como nas águas, nos animais que recebiam NaCl e 155 ppm nas águas e 122 ppm nas secas, nos animais que receberam mistura mineral completa. Não houve diferença estatística entre os tratamentos. Os resultados encontrados nos tecidos animais foram considerados dentro da normalidade.

Barros et al. (1981), na Amazônia, encontraram teor médio de Zn nas forrageiras na época das águas de 23 ppm, com variação entre 11,0 e 73,0 ppm e no fígado de 130 ppm, com variação entre 94,40 e 178,60 ppm. Os autores consideraram existir deficiência de Zn para as vacas em lactação e recomendam a suplementação mineral em cocho coberto à vontade para suprir as deficiências.

Mendes et al. (1981), no Mato Grosso, encontraram teores médios de Zn no fígado variando entre 68,5 ppm nas chuvas e 113,0 ppm na seca, com variação significativa entre as épocas. Nas águas, apenas uma das fazendas estudadas apresentava níveis de Zn hepático considerados normais, porém no limite inferior. Na seca, todas as fazendas apresentavam teores normais de Zn hepático. Os autores também analisaram as misturas minerais fornecidas e observaram que estas não supriam as necessidades do elemento, em ambas as épocas do ano.

Sousa et al. (1983), no Mato Grosso do Sul, estudando a resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagens de capim colômbio, encontraram na pastagem, teores médios de Zn deficientes (11 ppm no início do experimento e 21 ppm no final do experimento) enquanto no fígado os teores médios de Zn não se apresentaram deficientes no final do experimento apenas nos animais que receberam NaCl + P + microelementos (tratamento A). Apenas os animais deste tratamento apresentaram aumento dos teores médios de Zn após o início do tratamento. Dos outros grupos (Mistura Mineral Comercial; NaCl + P; NaCl), apenas os animais que receberam NaCl + P (tratamento C) e NaCl (tratamento D) apresentavam níveis médios hepáticos de Zn acima de 125 ppm (142 e 150 ppm, respectivamente).

Camargo et al. (1985), na Amazônia, analisaram amostras de solo, forragem, fígado e soro, na estação da seca e das águas e encontraram nas forrageiras, teores médios de Zn variando entre 15,12 e 60,31 ppm na época da seca e 13,09 e 52,86 ppm na época das águas. Nas 13 empresas pesquisadas,

apenas quatro delas apresentaram teores médios de Zn nas forrageiras considerados inadequados para bovinos. No fígado, os teores médios de Zn variaram entre 42,30 e 153,80 na época da seca e 122,00 e 200,00 ppm na época das chuvas. Apenas uma das empresas apresentou teores médios de Zn hepático considerados marginais.

Sousa & Darsie (1985), em Roraima, analisaram amostras de solo, forrageiras e fígado, nas estações seca e chuvosa e encontraram teores médios de zinco nas forrageiras, variando entre 2,6 ppm na estação seca e 6,2 ppm na estação chuvosa. No fígado, os teores médios do elemento variaram entre 79 ppm na estação chuvosa e 108 ppm na estação seca nas vacas e entre 76 ppm nas chuvas e 115 na seca para animais entre 1 e 2 anos. Os autores concluíram deficiência nos animais em ambos os períodos estudados, sendo maior no período das águas.

Sousa et al. (1985), no Mato Grosso do Sul, avaliaram a suplementação mineral de novilhos nelorados em pastagens de capim-colonião e encontraram teores médios de Zn variando entre 9,4 e 10,6 ppm, sem diferença significativa entre os pastos analisados. As pastagens foram consideradas deficientes em zinco. No fígado dos animais, o teor médio de zinco variou entre 103 e 141 ppm, não havendo diferença significativa entre os quatro tratamentos (Sem mineral; NaCl; NaCl + P; NaCl + P + micro).

Brum et al. (1987 b), no Pantanal Mato-grossense, na sub-região do Paiaguás, analisaram amostras de solo, forrageiras e fígado de vacas de corte em lactação em quatro épocas do ano (agosto, novembro, fevereiro, maio) e encontraram níveis de zinco nas forrageiras variando entre 4,0 e 5,0 ppm, sem variação significativa entre as épocas do ano. No fígado, o teor médio de Zn variou entre 44,5 e 233,8 ppm, com o maior valor no mês de novembro e o menor valor no mês de agosto. Houve diferença significativa entre o mês de novembro e os meses de agosto, fevereiro e maio, porém não houve diferença significativa entre os meses de fevereiro e maio (106, 1 e 107,3 ppm respectivamente) e estes foram estatisticamente diferentes do mês de agosto. Embora as plantas forrageiras analisadas não foram capazes de suprir as necessidades de Zn dos animais, esses apresentaram níveis normais de Zn hepático o que os autores explicaram pela presença de alguma forrageira que não foi colhida e que seja acumuladora de zinco, o que supriu as necessidades dos animais no mês de novembro.

Pott et al. (1989 a), na região da Nhecolândia, no Pantanal Mato-grossense, analisou amostras de solo, água e forrageiras em 3 épocas do ano (novembro, maio e agosto) e fígado em 4 épocas do ano (novembro, fevereiro, maio e agosto) e encontraram teores médios de zinco nas forrageiras variando entre 3 e 24 ppm. No tecido hepático os teores médios de Zn variaram entre 68 e 186 ppm, existindo diferença significativa entre as épocas do ano. O teor mais baixo ocorreu em novembro, porém este não apresentou diferença significativa dos níveis de fevereiro e maio. Os níveis médios de novembro e fevereiro foram considerados deficientes pelos autores. Os autores recomendaram suplementação com Zn na região estudada.

Pott et al. (1989 b), também no Pantanal Mato-Grossense, porém na região Baixo Piquiri, analisaram amostras de solo, forrageiras em duas épocas (agosto e novembro) e fígado em quatro épocas (agosto, novembro, fevereiro e maio) e encontraram teores médios de Zn nas forrageiras de 14 ppm, com a totalidade das amostras apresentando teores de zinco abaixo dos 20 ppm em agosto e 98 % das amostras coletadas em novembro apresentando teores de Zn abaixo de 20 ppm. No fígado o teor médio de Zn variou entre 75 ppm em agosto e 153 ppm em novembro. Existiu diferença significativa apenas entre os teores dos meses de agosto e novembro e os autores consideraram o teor de zinco do mês de agosto deficiente.

Pott et al. (1989 e), ainda no Pantanal Mato-grossense, porém na Região de Aquidauana, realizaram análises de solo, forrageiras e fígado em três épocas do ano (novembro, maio e agosto) e obtiveram como resultado nas forrageiras, teores médios de zinco entre 12 e 16 ppm não existindo diferença significativa entre as épocas do ano. No tecido hepático, os teores médios de Zn variaram entre 117 e 130 ppm, também não existindo diferença estatística entre as épocas estudadas. Apesar das médias se apresentarem dentro do nível normal, 75% das amostras de novembro e agosto apresentaram teores entre 80 e 125 ppm, e em maio 40% das amostras situaram-se nesse intervalo. Esses teores foram considerados pelos autores deficiência subclínica.

Guimarães et al. (1992), em Minas Gerais, avaliando a variação sazonal de vitamina A, macro e microelementos no capim, plasma e fígado de novilhas nelore criadas em pastagens de *Brachiaria* ~~dbbs~~ durante um ano, encontraram teores médios de zinco variando entre 10 e 20 ppm, com média de

11,67 ppm na estação das chuvas e 13,33 ppm na estação da seca, não havendo diferença significativa entre as épocas do ano. No plasma, o Zn variou entre 0,94 e 4,00 ppm (mg/L), com média de 1,76 ppm na estação chuvosa e 2,81 ppm na estação seca, não havendo diferença significativa entre as épocas do ano. No fígado, os teores de Zn variaram entre 30 e 130 ppm, com média de 65,0 ppm na estação chuvosa e 51,65 na estação seca e foram considerados deficientes por estarem abaixo de 100 ppm. Os autores consideraram haver deficiência marginal de Zn.

Moraes et al. (1994), trabalhando em propriedades das regiões Norte e Centro-Oeste, dosaram teores de microelementos em amostras de fígado de animais afetados pela cara inchada, animais sadios e curados. Amostras de pastagens onde ocorria a cara inchada e de pastos onde não ocorria a cara inchada também foram coletadas. As forrageiras apresentaram teores médios de zinco variando entre 26,90 ppm nas pastagens onde ocorreu a cara inchada (positivo CI) e 27,37 ppm nos pastos onde não ocorreu a doença (negativo CI) , sem diferença significativa. Nos pastos positivo CI, 42,8% das amostras apresentaram teores de Zn abaixo dos requisitos mínimos, enquanto que nos pastos negativos CI a proporção foi de 41,6% com esses resultados os autores sugeriram deficiência marginal de zinco em alguns pastos. No fígado dos animais, os teores de Zn variaram entre 95,5 e 1088,8 ppm, com muitos animais acometidos pela cara inchada apresentando teores de Zn hepático elevados tanto na região de Rondonópolis como nas outras regiões estudadas (65,2 e 68,4 %) Já os animais que não apresentaram cara inchada ou foram curados na sua maioria apresentaram níveis normais de Zn hepático (75,0% na região de Rondonópolis e 77,8% nas outras regiões). Os autores explicam este grande número de amostras de fígado apresentando teores elevados de Zn como resultado do mau estado nutricional dos animais.

Lisbôa et al. (1996), no estado de São Paulo, realizaram estudo sobre botulismo e dosaram elementos minerais em amostras de fígado de animais acometidos pela doença e encontraram teores médios de zinco de 150,30 ppm, considerados normais pelos autores.

Moraes (1998), avaliou concentrações de zinco no fígado de bovinos e ovinos em várias regiões de Brasil e encontraram teores do elemento abaixo do normal em mais da metade das amostras nos estados do Ceará (região litorânea), no interior do Piauí e no norte do Rio de Janeiro.

Moraes et al. (1999), analisaram amostras de fígado de animais de diversas regiões do Brasil e encontraram deficiência de zinco apenas no município de Seropédica – RJ, com quase um terço das amostras apresentando valores baixos de zinco.

Morais et al. (2000), no Mato Grosso do Sul, analisaram a variação sazonal de eletrólitos no sangue de vacas aneladas sob pastejo de *B. elbas* que foram divididas em dois grupos, um mantido em pasto de solo argiloso e o outro mantido em pasto de solo arenoso. Os teores médios de zinco séricos variaram entre 1,43 µg/ml no solo arenoso e 1,33 µg/ml no solo argiloso, com diferença significativa entre os tipos de pastagem utilizados.

Valle et al. (2003), no Rio Grande do Sul analisaram amostras de pastagens e soro de vacas de corte para detecção de possíveis deficiências minerais. As amostras de soro foram colhidas em quatro diferentes tempos (período de serviço; período de repasse de touros; final de gestação e início da lactação). Os teores médios de zinco na pastagem variaram entre 20,00 e 22,00 ppm, sendo maior no período de repasse e menor no final da gestação. No soro, os teores médios de zinco variaram entre 14,21 e 18,96 mmol/L (0,93 e 1,24 mg/L) , sendo maior no período de serviço e menor no final da gestação. Os teores de zinco plasmático foram considerados normais, apesar da pastagem não suprir as necessidades de zinco dos animais.

Prestes et al. (2004), também no Rio Grande do Sul, analisaram níveis plasmáticos de minerais em vacas primíparas e multíparas em três períodos distintos (final da gestação, pico da lactação e entoure). Os animais recebiam mistura mineral comercial como suplementação. Os níveis plasmáticos médios de zinco variaram entre 10,71 e 13,61 mmol/L (0,7 e 0,89 mg/L) nas primíparas e 9,47 e 10,22 (0,62 e 0,66 mg/L) nas multíparas. Os níveis de Zn plasmático foram significativamente menores no período de lactação em ambos os grupos e não houve diferença significativa entre eles. Os autores consideraram os níveis de Zn plasmático dentro da faixa de normalidade.

Quadro 8 - Trabalhos realizados no Brasil que analisaram teores de zinco nos animais e nas forrageiras.

Autores	Região/ Estado	Animais	Valores Hepáticos (ppm)	Tipo Colheita	Valores Séricos mg/L	Valores Forrageiras (ppm)	Suplementação
Fernandes & Camargo (1976)	AM; PA; MT	Não informado	9,0 – 160,0	necropsia	-	15,0 – 126,0	Não informada
Camargo et al. (1980)	AM; PA; MT	Bovinos à pasto	135,0 (águas) 111,0 (seca)	necropsia	-	22,8 (águas) 27,8 (seca)	Não informada
Lopes et al. (1980 a)	GO	Vacas, novilhos e bezerrros	139,2 - 166,4	necropsia	-	16,75 - 21,16	Irregular, não informada
Barros et al. (1981)	AM	Não informado	94,0 – 178,0	não informada	-	11,0 - 73,0	54% criadores suplementavam
Mendes et al. (1981)	MT	Mestiços zebu	68,5 (chuvas) 113,0 (secas)	biopsia	-	-	Suplem. minerais comerciais
Sousa et al. (1983)	MS	Novilhos nelorados, 2 anos	95,0 – 150,0 (início) 53,0 – 178,0 (final)	biopsia	-	11 (início) 21 (final)	NaCl + P + micro Comercial
Camargo et al. (1985)	Amazônia	Não informado	42,30-153,80 (seca) 122,0-200,0 (águas)	Não informada	0,05 -0,08 (seca) 0,06 – 0,09 (águas)	15,12 – 60,31 (seca) 13,9–52,86 (chuvas)	NaCl + P e NaCl Não informada
Sousa et al. (1985)	MS	Novilhos nelorados, 18 meses	103,0 – 141,0	biopsia	-	9,4 -10,6	Sem minerais; NaCl; NaCl + P e NaCl + P + micro
Brum et al. (1987 b)	MT	Vacas em lactação	45,8 - 233,8	Não informada	-	4,0 – 5,0	Não informada
Pott et al. (1989 a)	MT	Não informado	68,0 – 700,0	biopsia	-	3,0 – 24,0	Não informada
Pott et al. (1989 b)	MT	Não informado	75,0 -153,0	biopsia	-	14,0	Não informada
Pott et al. (1989 e)	MT	Vacas em lactação	117,0 – 130,0	biopsia	-	12,0 – 16,0	Não informada
Guimarães et al. (1992)	MG	Novilhas nelore	30,0 – 160,0	biopsia	0,94 – 4,00	10 - 20	Não informada
Moraes et al. (1994)	MS	Não informada	95,5 – 1088,0	necropsia	-	26,90 -27,37	regiões onde há "cara inchada"
Lisbôa et al. (1996)	SP	Vacas nelore	229,21	necropsia	150,30	-	Suspeita botulismo
Morais et al. (2000)	MG	Vacas neloradas	-	-	1,43 (solo arenoso) 1,33 (solo argiloso)	Não informado	Não informado
Valle et al. (2003)	RS	Vacas	-	-	0,93 – 1,24	20,0 – 22,0	Não informado
Prestes et al. (2004)	RS	vacas	-	-	0,7 -0,89 (primíparas) 0,62 -0,66 (multiparas)	-	Não informado

3. Material e Métodos

O experimento foi executado na Fazenda Esperança, no município de Itapeva no período de fevereiro de 2003 a maio de 2004. A localização da fazenda é 23° 51' latitude sul e 48°49' longitude oeste.

Os animais foram alojados em uma área de 24,77 alqueires (59,94 hectares), onde permaneceram durante todo o tempo de execução do experimento.

A precipitação média anual da região é de 1467,5 mm/ano e a estação seca se estende pelos meses de abril até setembro. (dados obtidos na Casa da Agricultura do Município de Itapeva).

A precipitação de chuvas em cada mês de realização do experimento também foi obtida na Casa da Agricultura de Itapeva.

3.1. Animais

Foram utilizadas 25 novilhas mestiças Nelore, com idade média de 18 meses, nascidas na fazenda, desmamadas por volta dos sete meses de idade, com bom desempenho corpóreo e peso vivo aproximado de 200 kg. Os animais foram identificados por brinco na orelha direita (001 a 025) e marcados com ferro incandescente no membro pélvico esquerdo. Antes do início do experimento, estavam em pastagem de *Brachiaria brizantha*, com outros animais da mesma idade e submetidos a lotação variável da pastagem.

3.2. Nutrição

Permaneceram em pasto de *Brachiaria brizanta* durante toda a realização do experimento. Além do pasto e água, foi fornecida aos animais mistura mineral comercial (Fosbovi Pronto – Tortuga) em cocho coberto, que já vinha sendo fornecido ao gado à pelo menos um ano em cocho descoberto, que não era abastecido quando chovia (suplementação irregular).

3.3. Controle sanitário do rebanho

Os animais receberam antes do início do experimento uma dose de vacina contra clostridioses¹ (vacina polivalente contra o carbúnculo sintomático, gangrena gasosa, enterotoxemias, morte súbita por clostrídeos, tétano, hemoglobinúria bacilar, doença do rim polposo e hepatite necrótica) e uma dose de reforço 30 dias após. Receberam também doses de vacina contra Febre Aftosa² e Raiva³ de acordo com a recomendação da Agência de Defesa Agropecuária do Estado de São Paulo. O controle dos parasitos gastrintestinais foi feito com ivermectina a 1% a cada três meses, durante a realização do experimento.

Moscas do chifre (*Haematobia irritans irritans*) e bernes (*Stomoxys calcitrans*) foram controladas mensalmente de acordo com o manejo executado na fazenda.

3.4. Colheita das amostras

Foram colhidas biópsias hepáticas de todos os animais. A primeira foi realizada em fevereiro de 2003, logo após a entrada dos animais no piquete e as posteriores a cada três meses, num total de seis colheitas. Entretanto, as duas primeiras (fevereiro e maio de 2003), foram realizadas sem lotação fixa e cobertura no cocho de sal e tiveram o objetivo de se acessar a condição mineral dos animais antes do início do experimento. As quatro colheitas restantes foram realizadas nos meses de agosto de 2003, novembro de 2003, fevereiro de 2004 e maio de 2004. O procedimento foi realizado segundo técnicas descritas por Chapman et al. (1963), Fick et al. (1979) Pearson & Craig, (1980) e Amorim et al. (2003). Com esta finalidade foi confeccionada agulha de biópsia com trocarte em aço inoxidável segundo as dimensões de Fick et al. (1979), pelo setor de manutenção da FMVZ – Unesp – Botucatu. Este instrumento é composto por duas partes: cânula de 25 centímetros de comprimento e diâmetro interno de 0,70 centímetros e trocarte com 23 centímetros de comprimento, adaptando-se perfeitamente à cânula. As agulhas

¹ Sintoxan® 9th - Merial

² Aftobov® - Merial

³ Alurabiffa® - Merial

são previamente embaladas e esterilizadas em estufa durante 2 horas, antes de serem transportadas até a fazenda.

O procedimento foi realizado com as seguintes etapas: contenção dos animais em brete, de forma a evitar ao máximo a movimentação e deixando o local de biópsia livre para a manipulação. Tricotomia da região que seria biopsiada (terço superior direito das três últimas costelas), anti-sepsia (iodo povidine e álcool) e anestesia local infiltrativa de subcutâneo com lidocaína. Incisão de 1 cm com lâmina de bisturi na pele paralelamente à costela, aproximadamente no cruzamento da linha imaginária traçada no meio da fossa paralombar com o 11^o espaço intercostal. Introdução da agulha de biópsia neste local até atingir a cavidade abdominal, em seguida o mandril foi imediatamente retirado e a cânula direcionada cranialmente e ventralmente na direção da articulação úmero-radio-ulnar do membro esquerdo, sendo introduzida com movimentos giratórios no parênquima hepático. Após a sua introdução no parênquima, a cânula foi retirada, tendo-se o dedo polegar posicionado sobre o orifício de saída, bloqueando-o e criando uma pressão negativa e evitando-se assim, a perda do fragmento. Após sua retirada, o fragmento de fígado foi imediatamente colocado em papel filtro para retirar o excesso de sangue e colocado em tubo plástico tipo eppendorf para congelamento. As amostras colhidas foram identificadas. Como as biópsias foram realizadas em seqüência, as agulhas eram lavadas em solução fisiológica e posteriormente mergulhadas em solução anti-séptica (Kilol-L – Química Natural Brasileira) e lavadas abundantemente em água destilada estéril. Esta solução anti-séptica foi analisada e não foram encontrados elementos minerais que pudessem alterar o valor determinado nas biópsias.

Foram colhidos 10 ml de sangue em tubo de colheita à vácuo (Becton Dickinson Ind. Cirúrgicas Ltda, Brasil) de 16X125 mm, sem anticoagulante, com tampa plástica sem contaminação por minerais, da veia jugular, com agulha calibre 25X8 mm. Logo após a colheita e até a sua manipulação, o sangue foi mantido sob refrigeração em caixa de isopor. Após a retração do coágulo, os tubos foram centrifugados para obtenção do soro. Este procedimento foi realizado no local de colheita, para evitar a hemólise. Em seguida, o soro foi separado por aspiração, dividido em duas alíquotas, mantido sob refrigeração, no máximo por seis horas e congelado a -20°C, para a posterior análise.

Foram colhidas amostras da forrageira nos mesmos momentos da colheita das amostras dos animais, exceto em fevereiro de 2003. Os teores de diferentes elementos minerais foram determinados para ajudar na interpretação de possíveis variações presentes nos animais. A colheita do capim foi realizada modificando-se o método descrito por Fernandes & Camargo, 1976.

Em cada momento foram coletadas 20 (vinte) sub-amostras por todo o piquete, com canivete de lâmina de aço inoxidável, a 5 cm do solo, agitando-se a planta para retirar resíduos de terra e depois recolhidas em sacos de papel.

As amostras foram secas ao ar seguindo técnicas de fenação e enviadas ao laboratório para análise.

O sal mineral fornecido ao longo do período de realização do experimento também foi analisado para determinação dos valores mínimos garantidos no rótulo. Os teores dos elementos minerais no sal também ajudaram na interpretação dos resultados encontrados nos animais.

As análises da pastagem, água e partidas do sal mineral foram realizadas no laboratório Instituto Campineiro de Análise de Solo e Adubo (ICASA) em Campinas-SP.

As análises das amostras de fígado e soro foram realizadas no Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) em Campinas-SP.

3.5. Processamento das amostras

Após a sua retirada, o fragmento hepático foi colocado em papel filtro, para retirada do excesso de sangue, sendo acondicionado em recipiente identificado e colocado sob resfriamento, até o congelamento, que foi feito após todas as amostras colhidas. As análises foram realizadas após a colheita de todas as biópsias.

O soro foi obtido a partir das amostras de sangue colhidas da veia jugular, através de centrifugação a 3500 rpm por 5 minutos. O soro foi congelado para análise posterior. O descongelamento das amostras foi feito em banho-maria a 37° C, sendo então submetidas à dosagem dos minerais.

A quantificação dos minerais presentes nas amostras de fígado e soro bovino foi realizada empregando-se um espectrômetro de emissão ótica com fonte de plasma de argônio induzido (ICP OES). O equipamento utilizado foi um ICP OES

simultâneo, com visão axial VISTA MPX, VARIAN (Mulgrave, Australia). Para a nebulização das soluções foi empregado um nebulizador concêntrico (see spray) acoplado a uma câmara ciclônica. As condições ótimas para determinação multielementar foram estabelecidas para o elemento manganês, conforme recomendação do fabricante.

A preparação das amostras de soro foi adaptada de Subramarian (1996): após homogeneização da amostra foram pipetados 0,5 mL para béquer limpo e seco de 50 mL. Adicionaram-se 15 mL de ácido nítrico concentrado (HNO_3) e cobriu-se o béquer com vidro de relógio. Em seguida, a amostra foi digerida em chapa elétrica, com aquecimento, por 3 horas. Após esfriar, transferiu-se quantitativamente para balão volumétrico de 25 mL e avolumou-se o balão volumétrico com solução de ácido clorídrico a 5% (v/v).

Para a quantificação dos elementos minerais foram preparadas curvas analíticas pela diluição de solução (Merck) 1.000 mg L^{-1} em solução de ácido clorídrico 5% (v/v) para concentração final de 0,005 a $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ para Cu, Fe, Mg, Se e Zn; de 0,5 a $20,0 \text{ mg L}^{-1}$ para K e Ca; de 0,1 a 20 mg L^{-1} para S; de 0,02 a 10 mg L^{-1} para P.

As amostras de fígado foram secas na placa de petri em estufa a 105°C por 8 horas, e posteriormente foram pesados em torno de 0,2 à 0,5g de amostra para béquer limpo e seco de 50 mL. Foram adicionados 15 mL de ácido nítrico concentrado (HNO_3) e cobriu-se o béquer com vidro de relógio. Em seguida, a amostra foi digerida em chapa elétrica, com aquecimento de no máximo 200°C , por 3 horas. Após resfriar, as amostras foram transferidas quantitativamente para balão volumétrico de 25 mL, avolumando-se o balão volumétrico com solução de ácido clorídrico a 5% (v/v).

Para a quantificação dos elementos minerais foram preparadas curvas analíticas pela diluição de solução (Merck) 1.000 mg L^{-1} em solução de ácido clorídrico 5% (v/v) para concentração final de 0,004 a $5,0 \text{ mg L}^{-1}$ para Co, Cu, Mn, Mo, Se e Zn.

3.6. Análise Estatística

As colheitas foram analisadas para verificar se havia diferença estatística entre os diferentes momentos. Quando as amostras eram consideradas com distribuição normal e todos os momentos estavam presentes durante o experimento realizou-se o teste de ANOVA com medidas repetidas. Quando as amostras não apresentavam uma distribuição normal utilizou-se o teste de Friedman ou o teste de Kruskal-Wallis, respectivamente para análises com a repetição dos dados ou sem repetição dos dados. A correlação entre os valores hepáticos e séricos dos elementos estudados foi realizada utilizando-se a correlação de Pearson. A análise estatística foi executada utilizando-se o programa Graphpad Insat®. Os gráficos representando os elementos minerais foram realizados utilizando-se o programa KaleidaGraph®.

4. Resultados e Discussão

A tabela 1 apresenta a precipitação pluviométrica nos meses de realização do experimento.

A tabela 2 apresenta os teores dos minerais encontrados na forrageira em cada momento da coleta das amostras de soro e fígado.

Nas tabelas 3 e 4 encontramos os valores mínimos garantidos de cada elemento no sal mineral e os teores de minerais encontrados na água fornecida aos animais.

O consumo médio de sal mineral dos animais foi de 38,48g por cabeça ao longo de todo o experimento. As médias mensais de consumo de sal se encontram na tabela 5.

A tabelas 6 e 7 apresentam a média e desvio padrão para cada elemento mineral estudado, respectivamente no tecido hepático e soro. Estes elementos minerais se encontram representados nas figuras 1 a 16.

As tabelas 8 a 16 apresentam os valores dos minerais analisados nas amostras de fígado e soro coletadas ao longo de 12 meses de experimento, com suas respectivas médias, desvios padrão e medianas.

A forrageira utilizada no experimento apresentou níveis para satisfazer as necessidades nutricionais dos seguintes elementos: cálcio, fósforo, magnésio, enxofre, potássio, manganês, molibdênio, selênio e zinco. Apresentou também níveis muito altos de ferro. Segundo o NRC (2000), o nível máximo tolerável de ferro é de 1000 mg/kg de MS.

TABELA 1 – Precipitação pluviométrica ao longo do período de realização do experimento

Mês/Ano	Precipitação
Janeiro 2003	254,90 mm
Fevereiro 2003	159,10 mm
Março 2003	185,60 mm
Abril 2003	87,20 mm
Maio 2003	45,90 mm
Junho 2003	112,00 mm
Julho 2003	101,00 mm
Agosto 2003	36,00 mm
Setembro 2003	78,00 mm
Outubro 2003	67,90 mm
Novembro 2003	266,80 mm
Dezembro 2003	178,60 mm
Janeiro 2004	399,40 mm
Fevereiro 2004	135,50 mm
Março 2004	132,30 mm
Abril 2004	95,90 mm
Maio 2004	161,20 mm
Junho 2004	103,10 mm
Julho 2004	102,30 mm
Agosto 2004	1,50 mm
Setembro 2004	25,40 mm
Outubro 2004	181,20 mm
Novembro 2004	134,20 mm
Dezembro 2004	121,00 mm

TABELA 2 – Teores de Minerais Encontrados na Forragem.

Mineral	Fevereiro 2003	Maio 2003	Agosto 2003	Novembro 2003	Fevereiro 2004	Maio 2004
Fósforo (%)	-	0,26	0,27	0,28	0,28	0,22
Cálcio (%)	-	0,34	0,45	0,64	0,48	0,69
Magnésio (%)	-	0,31	0,32	0,41	0,35	0,50
Potássio(%)	-	1,14	1,00	1,00	1,74	0,74
Enxofre (%)	-	0,17	0,21	0,20	0,12	0,12
Ferro (ppm)	-	538,00	841,50	1670,00	286,00	318,00
Cobre(ppm)	-	8,00	14,00	7,90	3,70	13,10
Zinco (ppm)	-	35,00	42,80	32,20	33,40	26,40
Cobalto(ppm)	-	< 0,01	0,10	0,05	< 0,01	--
Molibdênio(ppm)	-	3,00	< 0,01	< 0,01	0,80	0,62
Selênio(ppm)	-	0,40	0,06	0,36	0,06	0,23
Manganês(ppm)	-	88,00	82,00	68,00	96,20	132,00

TABELA 3 – Valores mínimos garantidos por quilograma de produto pelo fabricante do sal mineral (Fosbovi Pronto – Tortuga).

Elemento	Teor Mínimo Garantido
Cálcio	60 g
Fósforo	45 g
Enxofre	4,12 g
Ferro	1300 mg
Manganês	1000 mg
Cobre	1050 mg
Zinco	2520 mg
Sódio	152 g
Cobalto	38,90 mg

TABELA 4 – Resultado da análise da água fornecida aos animais.

Elemento	Unidade	Resultado
Cálcio	ppm	169,00
Potássio	ppm	0,40
Sódio	ppm	0,90

TABELA 5 – Consumo médio diário por cabeça mês a mês de sal mineral.

Mês	Consumo
Junho 2003	35,28 g
Julho 2003	35,29 g
Agosto 2003	37,50 g
Setembro 2003	37,50 g
Outubro 2003	37,50 g
Novembro 2003	44,44 g
Dezembro 2003	41,0 g
Janeiro 2004	36,0 g
Fevereiro 2004	40,0 g
Março 2004	41,37 g
Abril 2004	38,7 g
Maio 2004	37,50 g
Média Geral	38,48 g

Tabela 6: Média, desvio padrão e análise estatística para os elementos minerais avaliados no tecido hepático em seis diferentes colheitas.

	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Maio 2004
Cobalto	0,27 ± 0,06a	0,27 ± 0,06a	0,24±0,03a	0,26± 0,11a	0,22±0,02a	0,23±0,01a
Cobre	40,76 ± 28,40a	36,22 ± 28,00af	24,50±20,78bf	24,70±17,82bcf	77,75±33,52d	128,04±44,75e
Manganês	9,07 ± 0,85a	8,55 ± 1,88ab	8,67±1,15a	8,40±1,29ab	7,90±0,76bc	7,26±0,75c
Molibdênio	4,18 ± 0,27a	3,85 ± 0,76b	3,68±0,34bc	3,32±0,32d	3,55±0,40cde	3,19±0,34df
Selênio	0,86 ± 0,34a	1,09 ±0,42abc	0,73±0,24abd	1,10±0,51abe	0,92±0,36ab	0,75±0,33a
Zinco	113,40 ± 13,05a	101,94 ± 21,37b	97,91±7,00bc	92,46±7,50cd	88,29±8,45de	81,78±8,95ef

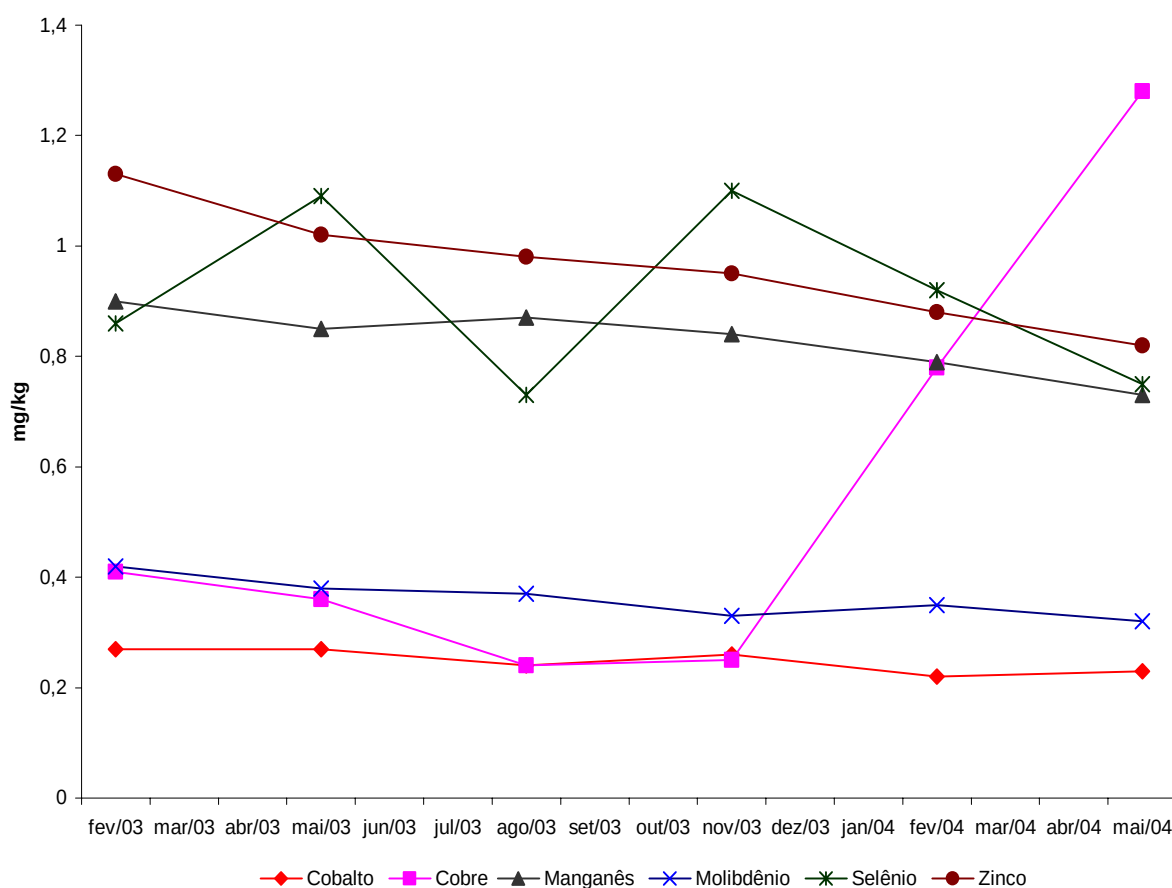
Obs: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística entre as colheitas ($p<0,05$).

Tabela 7: Média, desvio padrão e análise estatística para os elementos minerais avaliados no soro sanguíneo em seis diferentes colheitas.

	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Maio 2004
Cálcio	118,72 ± 25,30a	129,36±30,02ad	125,19±25,72ade	112,90±19,13abde	96,76±22,98bf	85,33±4,84cf
Fósforo	109,28±14,49a	106,30±17,72ab	117,03±15,77ac	103,39±13,93ab	115,78±11,89acde	107,95±15,16abe
Magnésio	19,75 ± 1,84a	23,62 ± 2,33b	26,54±3,44c	20,96±2,09ae	20,80±2,50aef	23,12±2,26bd
Potássio	139,64 ± 23,32a	134,85±19,97ad	114,19±13,75b	131,65±14,84ad	130,57±13,13ad	116,60±19,44bce
Cobre	0,52 ± 0,14a	0,73 ± 0,16b	0,41±0,16c	0,59±0,12ad	0,60±0,11d	0,73±0,14be
Ferro	2,52 ± 0,60a	3,44 ± 1,52b	2,21±0,98a	3,09±0,53abc	3,00±0,76abc	2,90±0,90abc
Selênio	0,27 ± 0,08a	0,22 ± 0,08ae	0,21±0,09ae	0,44±0,16b	0,40±0,12bc	0,51±0,18bd
Zinco	1,19 ± 0,48a	1,87 ± 0,69b	1,39±0,56a	1,13±0,32a	1,28±0,29a	1,37±0,72a

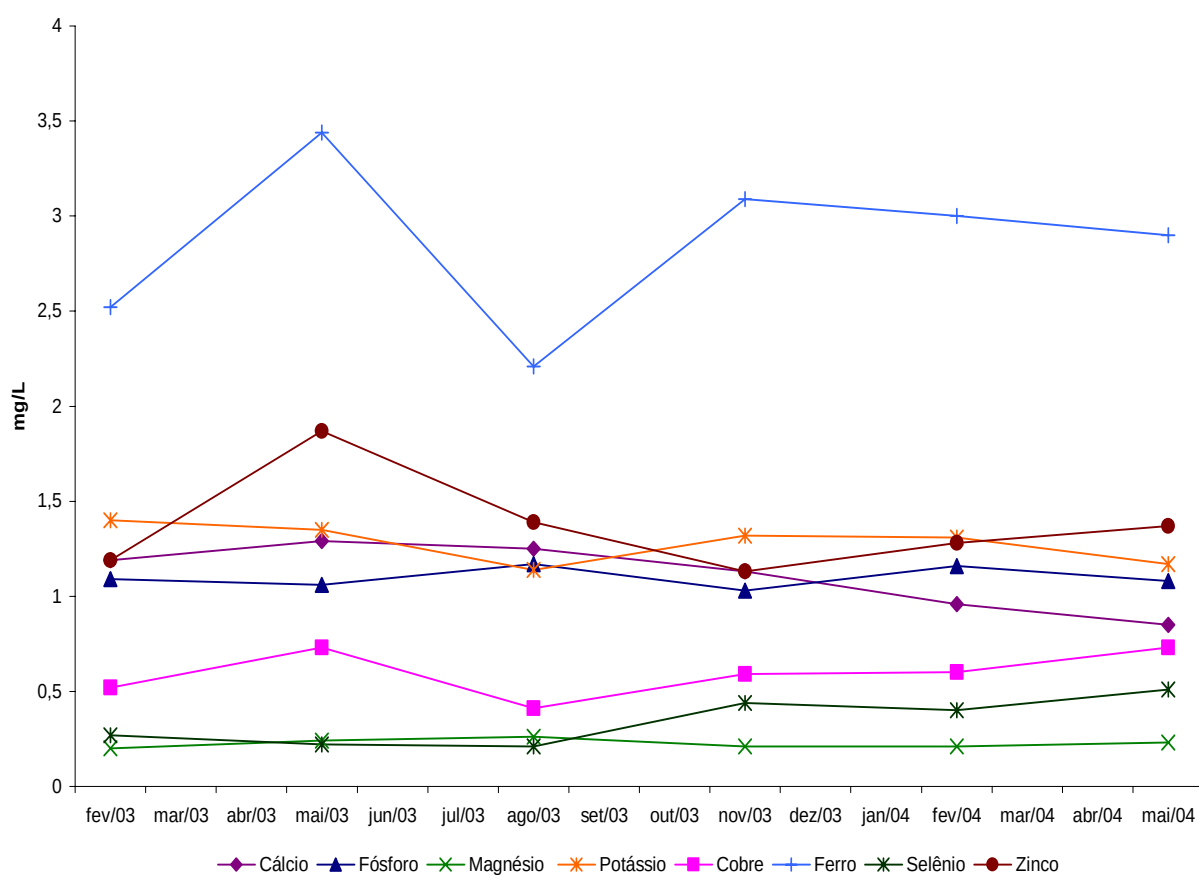
Obs: letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística entre as colheitas ($p<0,05$).

Figura 1 - Variação dos teores médios dos elementos dosados no fígado ao longo do experimento *



* Os valores médios do cobre e do zinco devem ser multiplicados por 10^2 , manganês e molibdênio por 10^1 .

Figura 2 - Variação dos teores médios dos elementos dosados no soro sangüíneo ao longo do experimento *



Os valores médios de cálcio, fósforo e potássio devem ser multiplicados por 10^2 ; magnésio por 10^1 .

4.1 Teores de Minerais No Tecido Hepático

4.1.1 Cobalto

O valor médio do cobalto hepático nas seis colheitas foi respectivamente 0,27; 0,27; 0,24; 0,26; 0,22 e 0,23 mg/kg MS. Tokarnia et al. (1971) consideram que valores abaixo de 0,05 ppm de cobalto no fígado indicam deficiência; entre 0,05 e 0,12 ppm subdeficiência e acima de 0,12 ppm são adequados. Underwood (1983), considera como valores normais entre 0,2 e 0,3 ppm de cobalto no tecido hepático. Os teores médios encontrados, portanto, se encontram dentro da normalidade. Esses valores foram maiores que os encontrados por Fernandes & Camargo (1976); Camargo et al. (1980); Barros et al. (1981) e Moraes et al. (1994); menores que os encontrados por Lebdoesoekojo et al. (1980), Mendes et al. (1981), Sousa et al. (1981), Mendes et al. (1983), Sousa et al. (1983), Sousa & Darsie (1985), Pott et al. (1989 a) e semelhantes aos resultados encontrados por Lisboa et al. (1996).

Apesar dos teores médios de cobalto se apresentarem dentro da normalidade, vários animais apresentaram teores hepáticos abaixo do nível de detecção do equipamento e método utilizados, que é de 0,19 mg/kg, variando entre 11 animais em fevereiro de 2003 e 19 animais em maio de 2004. Apenas três animais apresentaram valores hepáticos de cobalto abaixo de 0,19 mg/kg em todas as colheitas (animais 4, 5 e 12). Não é possível afirmar, entretanto, que todos esses animais apresentaram valores deficientes de cobalto hepático.

Segundo o NRC (2000), as necessidades diárias de cobalto para bovinos de corte são de 10 ppm /kg MS. A forrageira utilizada no experimento não foi capaz de fornecer as necessidades diárias de cobalto aos animais em todas as épocas analisadas, exceto em agosto de 2003. Na última colheita (maio 2004), a forrageira apresentou apenas traços do elemento. O sal mineral forneceu em média 1,5 mg de cobalto aos animais (consumo médio do sal mineral de 38,48 g), que não foi suficiente para suprir as necessidades diárias dos animais. Mesmo não recebendo na dieta o suficiente para suprir suas necessidades diárias em cobalto, os animais não apresentaram teores deficientes de cobalto no fígado em nenhum momento.

Ao longo do ano, não houve variação significativa das médias dos valores hepáticos de cobalto, diferentemente dos resultados de Mendes et al. (1981) e Sousa & Darsie (1985), que encontraram valores maiores no período da seca. Já

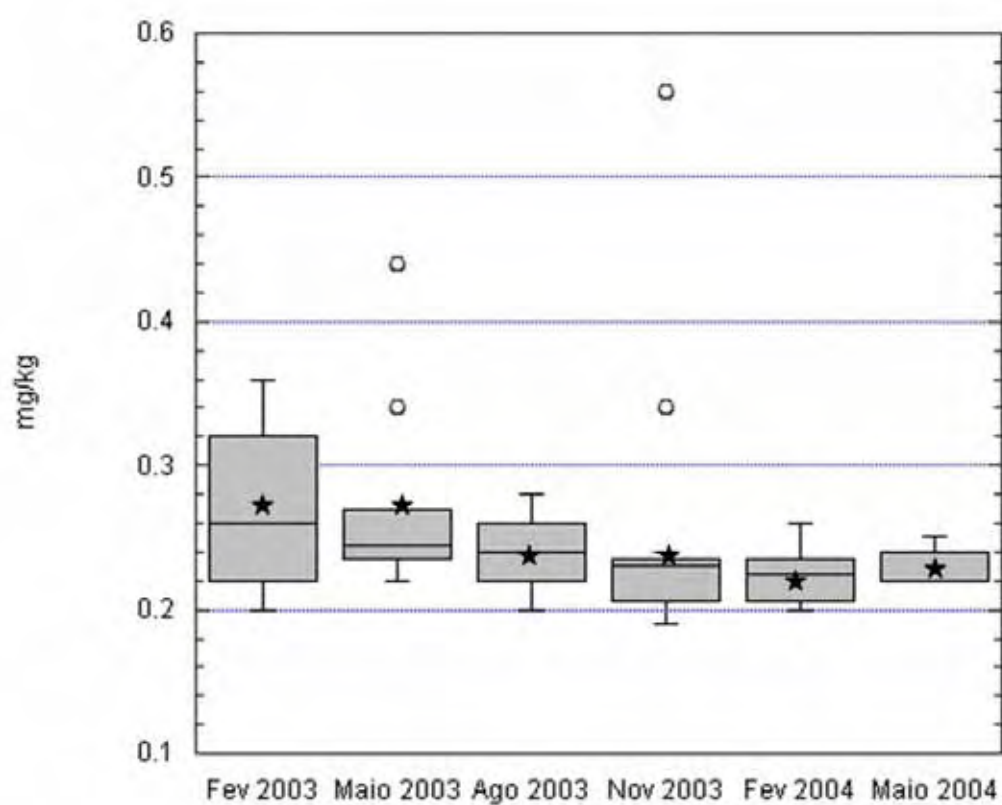
Sousa et al. (1981), não encontraram diferença significativa entre as épocas estudadas.

Os níveis normais de cobalto no fígado mesmo com dieta deficiente no elemento podem ser explicados por uma dieta com níveis suficientes de cobalto antes da entrada dos animais no experimento ou ainda através da ingestão de solo que por ventura contamine a forragem como afirmado por Underwood & Suttle, 2001.

TABELA 8 – Valores, Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Cobalto Hepático em 25 novilhas em seis diferentes momentos. Resultado em Base Seca (mg/kg)

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	0,22	0,34	< 0,19	0,19	< 0,19	< 0,19
2	0,24	0,27	< 0,19	< 0,19	< 0,19	0,25
3	< 0,19	< 0,19	0,25	0,34	< 0,19	0,22
4	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19
5	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19
6	< 0,19	0,22	0,22	0,24	0,21	< 0,19
7	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19
8	0,29	0,25	0,27	0,23	0,20	0,24
9	0,22	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19
10	0,23	< 0,19	0,23	< 0,19	0,24	< 0,19
11	< 0,19	< 0,19	0,22	< 0,19	< 0,19	< 0,19
12	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19
13	< 0,19	0,23	< 0,19	< 0,19	0,26	0,22
14	0,36	0,22	0,28	< 0,19	< 0,19	< 0,19
15	0,20	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19
16	0,32	0,27	< 0,19	< 0,19	0,22	< 0,19
17	0,33	0,44	0,24	0,21	0,23	< 0,19
18	0,25	< 0,19	< 0,19	0,56	0,20	< 0,19
19	< 0,19	0,24	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19
20	0,36	0,25	0,21	0,23	< 0,19	< 0,19
21	< 0,19	< 0,19	0,24	0,21	< 0,19	0,24
22	< 0,19	< 0,19	0,20	0,20	< 0,19	< 0,19
23	0,27	0,24	0,27	0,23	0,23	0,24
24	0,20	< 0,19	< 0,19	0,20	< 0,19	< 0,19
25	0,31	0,24	< 0,19	< 0,19	< 0,19	< 0,19
Média	0,27	0,27	0,23	0,21	0,23	0,24
S	0,06	0,06	0,03	0,10	0,02	0,01
Mediana	0,26	0,24	0,24	0,23	0,22	0,24

FIGURA 3 - Representação gráfica do cobalto hepático em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.1.2. Cobre

Os teores médios de cobre hepático foram respectivamente 40,76; 36,22; 24,50; 24,70; 77,75 e 128,03 mg/kg MS. Houve diferença significativa entre as colheitas ($p < 0,05$), com a maior média ocorrendo em maio 2004 e a menor em agosto 2003. Não houve diferença significativa, entretanto, entre as médias de fevereiro 2003 e maio 2003; entre maio 2003, agosto 2003 e novembro 2003.

Underwood (1977), cita como normais teores de cobre hepático acima de 100 mg/kg MS e valores abaixo de 50 mg/kg MS como sinais de deficiência. Com base nessa informação podemos afirmar que os animais apresentavam-se deficientes em cobre.

Na forrageira, os teores de cobre foram 8,00 ppm em maio 2003; 14,00 ppm em agosto 2003; 7,90 ppm em novembro 2003; 3,7 ppm em fevereiro 2004 e 13,10 em maio 2004. O NRC (2000) preconiza níveis de cobre na faixa de 10 mg/kg do elemento na dieta, se os níveis de Mo e S não ultrapassarem 2 mg/kg e 0,25% respectivamente.

A forrageira não apresentava níveis adequados para suprir as necessidades de Cu em maio 2003, novembro 2003 e em fevereiro 2004. O sal mineral forneceu em média, 40,4 ppm (consumo médio diário de 38,48 g por animal), o que seria suficiente para suprir as necessidades em cobre dos animais. Em nenhum momento os teores de enxofre foram superiores a 0,25% e o molibdênio em maio 2003 apresentava teor de 3,00 ppm na forragem, acima dos limites preconizado pelo NRC (2000).

Nossos resultados foram menores que os encontrados por Camargo et al. (1980, 1985); Lopes et al. (1980 a); Lebdosoekojo et al. (1980); Sousa et al. (1980, 1983, 1985, 1989); Mendes et al. (1981); Brum et al. (1987 b); Pott et al. (1987 a, 1987 b; 1987 e) e Lisbôa et al. (1996). Todos os autores que também analisaram as forrageiras encontraram baixos teores de cobre, não suficientes para fornecer as necessidades diárias dos animais em cobre e mesmo assim o cobre hepático se encontrava dentro da faixa considerada normal. Já Fernandes & Camargo (1976), Barros et al. (1981) e Moraes et al. (1994, 1999) encontraram teores deficientes de cobre no tecido hepático, porém ainda maiores que os nossos.

Em nosso experimento, os níveis hepáticos médios de cobre se mantiveram baixos ao longo de todo o período de realização, porém no último momento de colheita, a média de Cu hepático já se encontrava dentro da faixa de

normalidade, embora ainda baixa, próxima do limite mínimo. A suplementação mineral na propriedade era realizada em cocho descoberto e não continuada, pois quando chovia o sal não era fornecido. Associado a isso, temos que considerar a dificuldade de acesso destes animais ao cocho de sal antes da realização do experimento devido a competição com o gado adulto.

Os baixos teores de cobre na forrageira, associados à suplementação mineral irregular podem explicar teores baixos de cobre no fígado no início do experimento e a medida que estes animais foram separados do resto do rebanho em pasto suficiente e receberam suplementação mineral constante, os teores hepáticos de Cu sofreram elevação até se tornarem normais, embora ainda no limite inferior, no final do experimento. Entretanto, como o sal mineral fornecia cobre suficiente para cobrir as necessidades dos animais, esse aumento no teor de cobre hepático poderia ser mais rápido.

Além dos níveis de S e Mo na dieta, a absorção de cobre pelos animais pode sofrer diminuição com a presença de altas concentrações de ferro na dieta, refletindo no teor hepático do elemento. O NRC (2000), considera que teores de ferro na dieta entre 250 e 500 mg/Kg de ferro podem causar diminuição do teor de cobre em bovinos e teores de Fe acima de 1000 mg/Kg na dieta são tóxicos.

Os teores de ferro na forrageira nunca foram inferiores a 250 mg/kg, sendo que o menor teor dosado ocorreu em fevereiro 2004 (284 mg/kg). Em novembro 2003, o ferro na forrageira era de 1670,00 mg/Kg, superior ao nível considerado tóxico.

Guimarães et al. (1992), encontraram teores de cobre hepático tão baixos quanto os nossos, porém sem variação significativa das médias do elemento nas épocas do ano. Esses autores, encontraram altos níveis de ferro na forrageira, como também foi encontrado em nosso experimento.

Marques et al. (2003), estudando mortes súbitas no Rio Grande do Sul, encontraram teores hepáticos de cobre extremamente baixos e nas forrageiras os teores de cobre estavam normais, ainda que marginais e os níveis de ferro estavam altos.

Em nosso experimento, quando os teores de ferro na forrageira diminuíram (fevereiro 2004 e maio 2004), os teores de Cu hepático aumentaram, porém ainda considerados baixos. Nota-se que praticamente todos os animais apresentaram aumento dos teores hepáticos de cobre quando houve diminuição dos

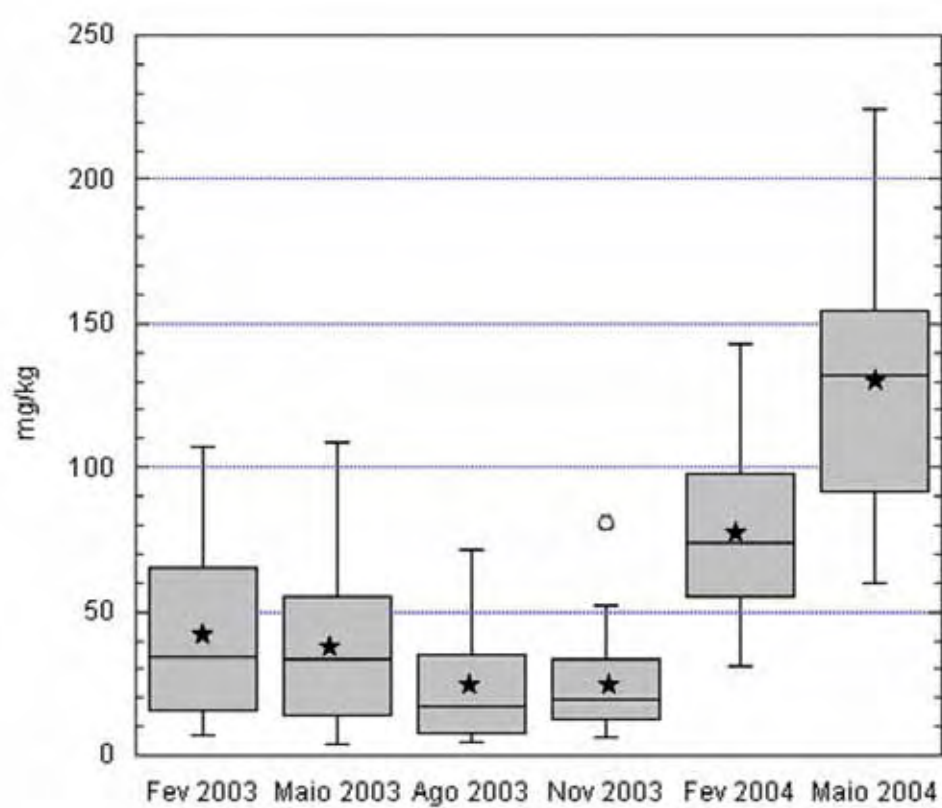
teores de ferro no capim. A grande variação da concentração de Cu no fígado entre os animais em cada coleta provavelmente se explica pela diferença individual entre cada um e não pela origem, uma vez que todas as novilhas são nascidas na propriedade e criadas da mesma forma até o início do experimento.

Portanto, apesar do aumento gradativo dos níveis hepáticos de cobre ao longo do experimento pode ser creditado a uma melhora na suplementação mineral dos animais, os altos teores de ferro na forrageira e na mistura mineral podem também, ser responsáveis pelos teores baixos de cobre hepático e sua lenta recuperação ao longo do tempo.

TABELA 9 – Valores de Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Cobre Hepático em 25 novilhas em seis diferentes momentos. Resultado em Base Seca (mg/kg)

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	34,08	42,96	16,73	19,83	77,84	139,36
2	24,03	19,53	8,11	16,65	60,54	119,40
3	94,68	108,50	67,74	80,87	130,68	206,20
4	19,91	10,08	6,21	12,40	47,36	91,39
5	12,22	10,28	7,61	19,42	73,46	89,32
6	36,51	33,69	24,74	22,52	137,61	161,32
7	66,57	56,01	27,63	31,53	97,86	161,82
8	10,18	18,83	9,06	16,22	81,71	133,61
9	68,40	49,56	55,71	51,77	70,56	135,19
10	30,02	14,46	19,98	26,94	100,93	139,84
11	13,75	4,05	8,25	13,94	36,16	60,00
12	107,10	92,24	49,26	45,23	95,79	132,34
13	47,01	55,29	35,28	33,64	139,29	215,74
14	76,03	48,91	37,82	37,88	98,97	137,87
15	31,15	39,96	13,21	17,32	56,24	101,45
16	59,95	63,08	32,29	22,18	86,72	129,88
17	14,19	10,35	5,81	6,99	37,59	93,51
18	42,19	23,66	11,01	11,03	56,36	154,64
19	69,61	59,57	71,78	43,41	142,59	224,38
20	17,64	13,75	8,80	9,51	41,08	84,19
21	65,58	67,10	53,40	42,94	77,84	162,73
22	7,34	5,69	4,32	6,01	46,26	72,21
23	8,34	6,46	4,45	6,57	55,49	93,92
24	46,58	37,20	25,68	15,73	64,19	88,66
25	15,94	14,33	7,70	6,99	30,74	71,92
Média	40,76	36,22	24,50	24,70	77,75	128,04
S	28,40	28,00	20,36	17,46	32,84	43,84
Mediana	34,08	33,69	16,73	19,42	73,46	132,34

FIGURA 4 - Representação gráfica do cobre hepático em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento



4.1.3. Manganês

As médias do manganês no tecido hepático nas seis colheitas foram respectivamente 9,07; 8,50; 8,67; 8,40; 7,90 e 7,25 mg/kg de MS. Houve variação significativa entre as épocas de colheita, com o maior teor médio de Mn ocorrendo em fevereiro 2003 e o menor em maio 2004. Não houve diferença significativa entre as quatro primeiras colheitas, sendo essas estatisticamente maiores que as duas últimas ($p < 0,05$). Underwood (1977), considera como normal teores hepáticos de manganês variando entre 6,1 e 12 ppm. De acordo com esses valores, os teores médios de Mn no fígado por nós encontrados se apresentam dentro da normalidade.

A grande maioria dos animais apresentou teores de manganês hepático dentro do intervalo considerado normal ou acima disso, com apenas poucos animais apresentando Mn no fígado abaixo de 6,0 mg/kg (dois em maio 2003 e um em novembro 2003; fevereiro 2004 e maio 2004).

Fernandes & Camargo (1976) também encontraram teores médios de Mn dentro da normalidade, porém maiores que os encontrados em nosso experimento.

Lebdosoekojo et al. (1980), encontraram também teores hepáticos de Mn dentro da normalidade, porém um pouco mais elevados que os nossos resultados. Esses autores não constataram variação significativa entre as épocas do ano (chuvas e seca) ou entre os tipos de suplementação mineral (mistura mineral ou NaCl).

Camargo et al. (1980), Sousa et al. (1981), Mendes et al. (1981), encontraram resultados de manganês hepático mais baixos que os nossos; além disso, esses autores encontraram teores de Mn no fígado mais elevados no período seco, diferentemente de nossos resultados, que foram maiores no período chuvoso.

Sousa et al. (1983, 1985), Sousa & Darsie (1986), Brum et al. (1987), encontraram teores de manganês no fígado superiores aos por nós encontrados, porém não apresentaram diferença significativa entre as épocas do ano (chuvosa e seca), diferentemente de nossos resultados, que apresentaram teores significativamente maiores no período chuvoso.

Pott et al. (1989 a, 1989 b e 1989 e) também encontraram teores hepáticos de Mn maiores que nossos resultados, entretanto na Nhecolândia (1989 a) os maiores teores hepáticos do elemento foram observados nos meses com menor precipitação pluviométrica (agosto e maio), enquanto nossos maiores resultados foram encontrados nos meses de fevereiro de 2003 e maio 2003. No Baixo Piquiri

(1989 b), porém não houve diferença significativa entre as épocas do ano. Finalmente na sub-região de Aquidauana (1989 e), os resultados foram semelhantes aos nossos, com os maiores teores no período chuvoso (novembro) e os menores no período seco (maio e agosto).

Também os trabalhos de Moraes et al. (1994, 1999), Lisboa et al. (1996), Hoff et al. (2001) e Aholla et al. (2004) apresentaram resultados semelhantes aos nossos, com teores hepáticos de manganês dentro da normalidade.

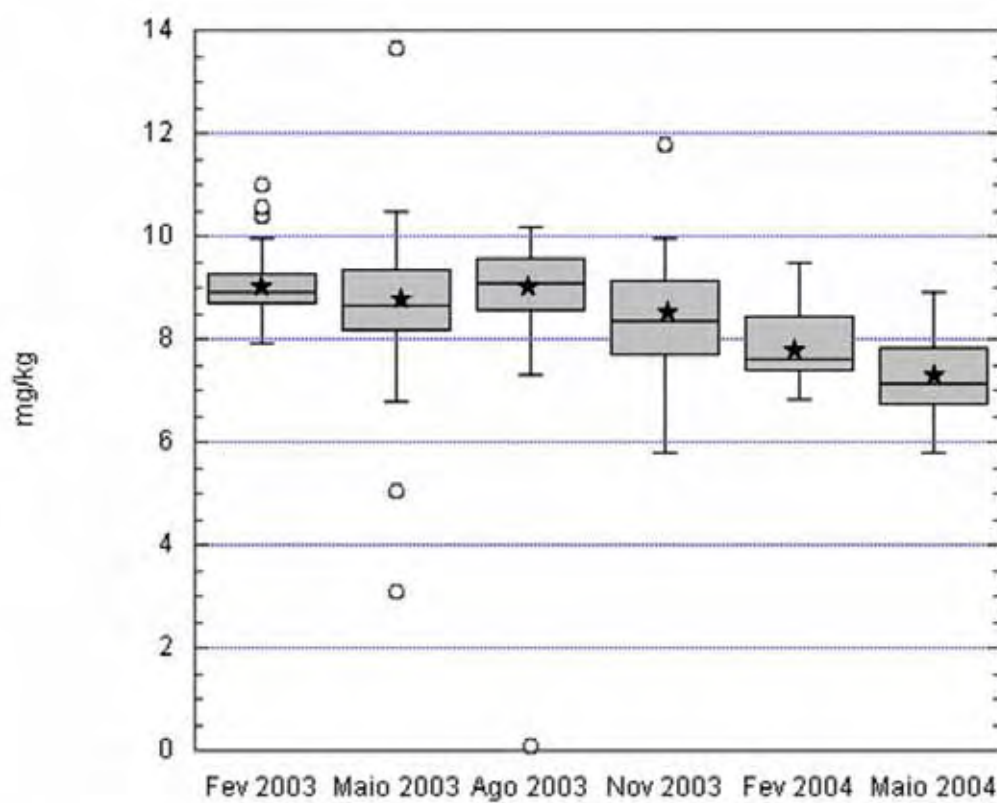
Moraes et al. (1998), encontraram teores de manganês hepático menores que os encontrados por nós em mais da metade das amostras analisadas nos Estados do Amapá e Ceará.

O NRC (2000) determina que a necessidade de manganês para bovinos de corte é de 20 mg/kg de MS. A forragem foi capaz de fornecer esses valores em todos os momentos em que foi analisada. Os teores de manganês variaram entre 68 e 132 ppm . O sal mineral forneceu em média 38,48 mg de manganês por dia (38,48 g de consumo médio diário de sal). Mesmo com teores de manganês na forragem elevados, mais o sal mineral, vários animais apresentaram teores marginais de Mn e mesmo as médias das últimas duas colheitas (fevereiro e maio de 2004) se apresentaram próximos do limite inferior do intervalo de normalidade. Isso pode ser explicado pelo aumento das necessidades absolutas em manganês dos animais, uma vez que estes ganharam peso ao longo do experimento.

TABELA 10 – Valores, Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Manganês Hepático em 25 novilhas em seis diferentes momentos. Resultado em Base Seca (mg/kg)

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	8,79	13,66	8,79	7,23	7,19	6,32
2	9,06	7,47	9,87	5,78	7,35	6,97
3	8,90	8,71	9,57	9,12	8,02	8,91
4	9,34	8,79	9,08	8,86	7,39	7,91
5	8,45	8,17	9,03	7,68	7,94	6,30
6	8,43	8,10	7,38	7,70	7,27	6,72
7	8,25	10,50	8,35	8,17	7,74	6,65
8	10,41	9,54	9,91	9,36	7,27	7,81
9	9,59	8,88	8,66	8,26	7,53	7,15
10	10,99	5,03	10,02	8,43	9,46	8,01
11	8,97	3,11	0,09	7,99	6,88	7,43
12	8,87	8,61	9,07	9,98	8,86	7,64
13	9,00	8,31	8,55	7,16	7,73	6,91
14	8,83	7,60	9,16	6,13	7,42	6,59
15	8,69	9,96	8,61	7,82	9,30	7,12
16	9,10	9,34	9,79	9,19	9,30	7,78
17	8,89	9,28	9,81	9,00	8,71	8,45
18	8,75	8,31	9,20	11,80	8,53	6,62
19	9,94	8,61	8,61	8,02	7,53	7,03
20	10,55	8,66	9,41	8,36	8,26	7,58
21	9,25	9,91	10,19	9,87	7,60	8,13
22	8,11	9,52	8,51	9,13	7,47	6,84
23	9,22	8,23	8,54	9,16	7,51	6,72
24	7,90	6,79	7,31	6,77	6,83	5,79
25	8,45	8,67	9,18	9,15	8,44	8,07
Média	9,07	8,55	8,67	8,40	7,90	7,26
S	0,75	1,88	1,89	1,26	0,74	0,74
Mediana	8,90	8,66	9,07	8,36	7,60	7,12

FIGURA 5 - Representação gráfica do manganês hepático em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.1.4 Molibdênio

A média dos teores do molibdênio dosado no fígado nas seis colheitas foi respectivamente de 4,18; 3,85; 3,68; 3,32; 3,54 e 3,19 mg/kg de MS. Os níveis de Mo no fígado em fevereiro de 2003 foram significativamente maiores que em todas as outras épocas de colheita ($p < 0,05$). Entretanto, não houve diferença significativa entre as médias dos teores de molibdênio hepático colhidos em maio 2003 e agosto 2003; entre agosto 2003 e fevereiro 2004 e entre novembro 2003, fevereiro 2004 e maio 2004. O teor de molibdênio no fígado de animais recebendo dietas normais varia entre 2 e 4 ppm (mg/kg) em base de matéria seca (Underwood, 1977). De acordo com esses parâmetros nossos resultados estão dentro da normalidade, sendo que em fevereiro 2003 a média foi ligeiramente superior. Dezenove animais apresentaram níveis hepáticos de Mo acima de 4 ppm em fevereiro 2003, diminuindo ao longo das colheitas, chegando a nenhum na última colheita.

Não havia molibdênio na formulação de sal mineral utilizado no experimento, portanto o capim foi a única fonte de molibdênio que os animais receberam.

A forragem apresentou teores baixos de molibdênio em todos os momentos de colheita (entre menos de 0,01 ppm e 0,82 ppm), exceto em maio 2003, quando apresentou 3 ppm, o limite a partir do qual o molibdênio pode causar deficiência de cobre, se este se apresentar abaixo de 5 ppm na dieta (McDowell, 1999). Underwood (1977) afirma que bovinos podem reter altos teores de Mo no fígado enquanto receberem grandes quantidades do elemento na dieta, diminuindo assim que os teores do elemento na dieta também diminuam.

Nossos resultados são consistentes com tal afirmação, uma vez que os teores de Mo no fígado tendem a diminuir à medida que os teores de Mo na forragem também diminuem. Apesar de não existir a análise dos teores de minerais na forrageira em fevereiro 2003, podemos supor que o teor de Mo seria alto.

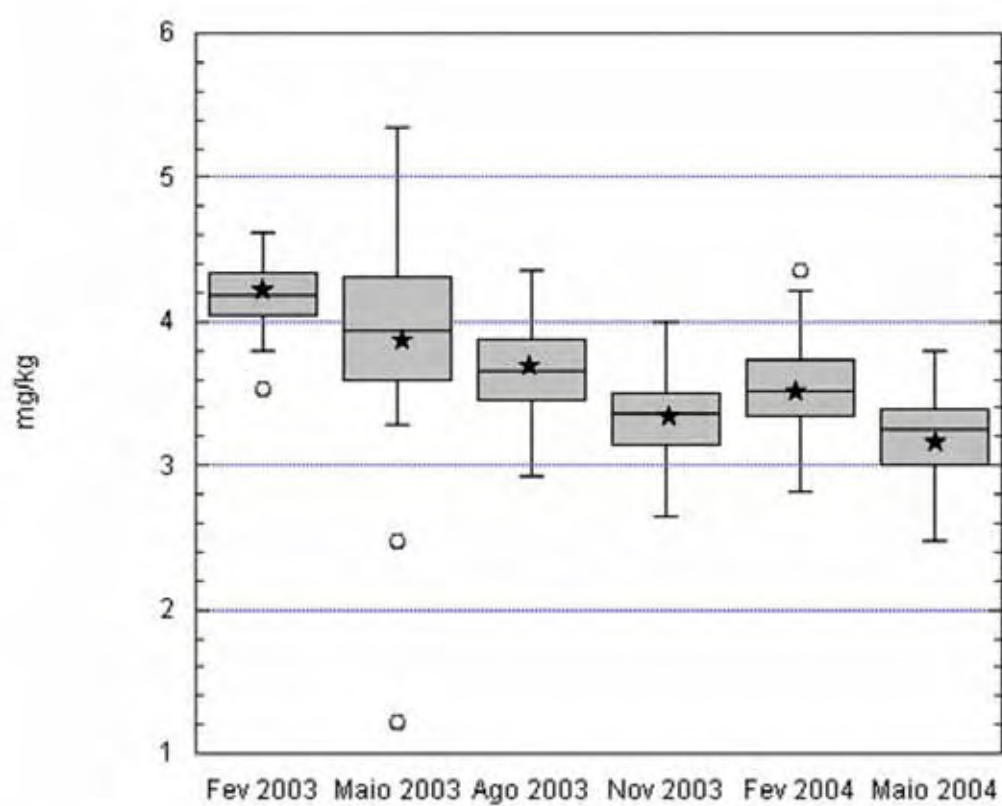
Os resultados encontrados para o Mo hepático em nosso experimento foram maiores que os encontrados por Sousa et al. (1980, 1983, 1985, 1989), Mendes et al. (1981), Pott et al. (1989 a), Moraes et al. (1994). Ao mesmo tempo, foram semelhantes aos resultados de Lebdoesoekojo et al. (1980) e Hoff et al. (2004). Apesar da variação, em todos os trabalhos os níveis de molibdênio hepático se encontravam dentro da normalidade.

Marques et al. (2003), encontraram teores de Mo hepático maiores que os nossos, porém, investigavam a suspeita de deficiência de cobre como a causa da mortalidade, que se confirmou no final do experimento.

TABELA 11 – Valores, Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Molibdênio Hepático em 25 novilhas em seis diferentes momentos. Resultado em Base Seca (mg/kg)

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	4,09	5,35	3,45	3,19	3,35	3,05
2	4,34	3,98	3,73	2,95	3,74	3,80
3	4,30	4,05	3,91	3,43	3,43	3,27
4	4,23	3,94	3,86	3,36	3,73	3,46
5	3,98	3,80	3,41	3,48	3,66	3,19
6	4,48	4,08	3,88	3,64	3,70	3,26
7	3,91	4,31	3,86	3,43	3,51	3,28
8	3,81	4,39	3,71	3,33	3,63	3,29
9	4,59	4,37	4,16	3,86	3,70	3,62
10	4,20	2,48	3,61	3,39	3,04	3,01
11	3,95	1,22	3,45	3,15	3,29	2,82
12	4,06	3,54	3,53	3,25	3,41	2,75
13	4,31	3,85	3,89	3,52	4,07	3,60
14	3,80	3,29	3,21	2,65	2,81	2,47
15	4,07	3,69	3,21	2,74	2,94	3,02
16	4,13	3,96	3,55	3,30	3,39	2,71
17	4,04	3,94	3,65	3,31	4,06	3,59
18	4,16	3,91	3,50	3,07	3,34	2,69
19	4,26	4,13	4,16	3,60	3,99	3,28
20	4,44	3,60	3,62	3,09	3,66	3,24
21	4,62	4,36	4,36	3,66	3,18	3,39
22	3,53	3,34	2,93	2,83	3,07	2,89
23	4,18	3,59	3,43	3,41	3,40	3,11
24	4,46	4,39	4,17	3,99	4,35	3,67
25	4,49	4,59	3,81	3,50	4,22	3,32
Média	4,18	3,85	3,68	3,32	3,55	3,19
S	0,27	0,76	0,33	0,32	0,39	0,34
Mediana	4,18	3,94	3,65	3,36	3,51	3,26

FIGURA 6 - Representação gráfica do molibdênio hepático em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.1.5 Selênio

As médias de selênio hepático nas seis colheitas foram respectivamente 0,86; 1,09; 0,73; 1,10; 0,92 e 0,75 mg/kg MS, com diferença significativa entre as épocas de colheita ($p < 0,05$). A maior média de selênio hepático aconteceu em novembro de 2003 e a menor em agosto de 2003. Corah & Ives (1991) adotam um intervalo entre 0,25 e 0,50 ppm de selênio no tecido hepático como satisfatório e teores abaixo de 0,20 ppm são considerados sinais de deficiência. Os teores médios de Se no fígado se encontram elevados, acima do intervalo considerado normal. A maioria dos animais apresentou teores de selênio hepático acima de 0,50 ppm (21 em fevereiro de 2003; 24 em maio de 2003; 22 em agosto de 2003; 23 em novembro de 2003; 21 em fevereiro de 2004 e 19 em maio de 2004).

Esses resultados foram compatíveis com os encontrados por Moraes et al. (1999), que obtiveram teores de Se hepático dentro do intervalo de normalidade ou acima dele na maioria das regiões estudadas, com deficiência apenas em Corumbá – MS. Os resultados também foram semelhantes com os encontrados por Hoff et al. (2001), no Canadá, que obtiveram média de 0,81 ppm, variando entre 0,3 e 1,40 ppm.

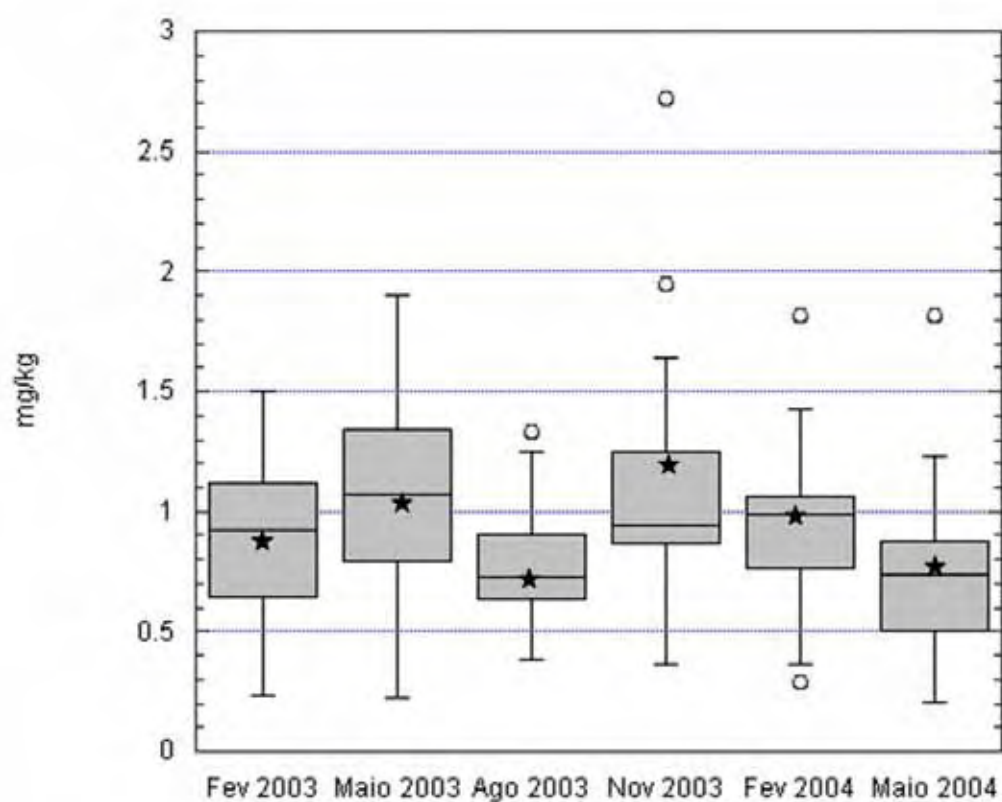
As necessidades diárias de selênio são atingidas com 0,1 mg /kg da dieta (NRC, 2000). A forragem não foi capaz de supri-las em dois dos cinco momentos analisados (agosto 2003 e fevereiro 2004), porém em nenhum momento os teores médios de Se no fígado se apresentaram baixos. O sal mineral utilizado não apresentava selênio em sua composição, sendo que a única fonte do mineral para os animais foi a forragem.

O capim quando foi capaz de fornecer as necessidades diárias de selênio para os animais, apresentava pelo menos o dobro do necessário para supri-las. As concentrações de selênio nos tecidos, entre eles o muscular e o hepático, refletem o conteúdo do elemento na dieta, dependendo da duração da privação (Underwood & Suttle, 2001). Com concentrações adequadas do elemento na dieta, os teores de Se no fígado se apresentaram normais ou aumentados e quando houve diminuição deste na dieta, a duração desta ocorrência não foi suficiente para se observar depleção acentuada nos teores hepáticos de Se. Entretanto, nota-se que quando o selênio se apresentava baixo na dieta, também se apresentava mais baixo no fígado (agosto 2003 e fevereiro 2004).

TABELA 12 – Valores, Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Selênio Hepático em 25 novilhas em seis diferentes momentos. Resultado em Base Seca (mg/kg)

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	0,92	1,67	0,69	1,56	1,13	1,13
2	1,35	1,90	0,49	0,36	< 0,19	0,95
3	1,26	1,74	1,33	0,91	0,97	0,63
4	0,58	0,79	0,81	0,84	1,29	0,47
5	0,64	0,22	0,65	0,92	1,07	0,72
6	1,50	0,95	0,70	1,11	1,36	0,76
7	0,92	1,69	0,62	1,95	0,48	1,05
8	1,11	1,09	1,25	1,05	0,81	0,87
9	0,65	1,23	0,73	1,15	1,00	0,75
10	0,43	0,66	0,80	1,64	1,82	0,49
11	1,12	0,91	0,55	0,58	0,44	0,88
12	0,92	0,74	< 0,19	0,91	0,96	0,21
13	1,21	0,59	1,10	0,66	0,52	0,79
14	0,47	0,74	1,01	0,55	0,36	< 0,19
15	0,27	1,07	0,69	1,35	1,01	0,34
16	0,90	0,53	< 0,19	< 0,19	0,29	0,43
17	0,96	1,75	0,84	0,89	1,00	1,82
18	0,39	1,05	0,38	2,72	1,01	0,69
19	0,78	0,95	0,94	1,60	1,43	0,78
20	0,77	1,34	1,00	0,96	1,05	0,62
21	1,12	1,12	0,87	1,15	0,80	0,79
22	1,15	1,07	0,50	0,90	0,82	0,47
23	0,68	1,12	0,65	1,04	0,73	0,62
24	1,13	1,39	0,52	0,90	0,82	0,52
25	0,23	0,99	0,83	0,74	1,01	1,23
Média	0,86	1,09	0,73	1,21	0,91	0,75
S	0,34	0,42	0,24	0,50	0,35	0,33
Mediana	0,92	1,07	0,73	0,94	0,98	0,73

Figura 7 - Representação gráfica do selênio hepático em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.1.6 Zinco

A média dos teores de zinco dosados no fígado ao longo das seis colheitas foi respectivamente 113,40; 101,94; 97,91; 92,46; 88,29 e 81,74 mg/kg MS. Em fevereiro 2003 a média do zinco hepático foi estatisticamente maior a todos os outros momentos e a menor em maio 2004. Entretanto não houve diferença significativa das médias do Zn no tecido hepático entre os meses maio 2003 e agosto 2003; entre agosto 2003 e novembro 2003; entre novembro 2003 e fevereiro 2004 e entre fevereiro 2004 e maio 2004.

Fick (1979), considera o intervalo entre 84 e 132 $\mu\text{g/g}$ (mg/kg) MS de zinco no fígado como normal. Baseado nestes parâmetros, apenas a média do elemento no tecido hepático na última colheita (maio 2004) estava baixa. Neste momento de colheita, catorze animais apresentaram teores hepáticos de zinco deficientes (abaixo de 84 mg/kg), enquanto nas outras colheitas só houve animais deficientes nos meses de maio 2003 (três animais), novembro 2003 (quatro animais) e fevereiro 2004 (10 animais).

Resultados semelhantes aos nossos, com médias de zinco hepático normais ou marginais e bom número de animais apresentando níveis baixos do elemento no fígado foram observados nos trabalhos de Fernandes & Camargo (1976), Mendes et al. (1981), Sousa & Darsie (1985), Camargo et al. (1985), Pott et al. (1989 a, 1989 b e 1989 c), Guimarães et al. (1991), Moraes (1998), Moraes et al. (1999). Por outro lado, nossos resultados foram menores que os encontrados por Moraes et al. (1994), Lisboa et al. (1996)

As necessidades de zinco que são de 30 mg/kg da dieta (NRC, 2000). As concentrações do elemento na forragem foram 35,0; 42,8; 32,2; 33,4 e 26,4 ppm, respectivamente. O sal mineral forneceu em média 98,10 mg de zinco (consumo médio de 38,90 g/dia de sal mineral). O zinco presente na forrageira, mais a suplementação mineral supriam as necessidades diárias de Zn dos animais. Entretanto, vários animais apresentavam baixos teores do elemento no tecido hepático. Sousa & Darsie (1985), Pott et al. (1989 a, 1989 b e 1989 e), Guimarães et al. (1992) também encontraram teores baixos de zinco no fígado, porém haviam encontrado baixos teores do elemento na forrageira, o que não aconteceu no nosso caso. Já Lopes et al. (1980 a), Lebdozekojo et al. (1980), Barros et al. (1981), Sousa et al. (1983, 1985), Brum et al. (1987), encontraram teores normais de zinco hepático com baixos teores do elemento na forrageira e creditaram esse resultado a

suplementação mineral ou ao consumo de plantas com alta concentração de zinco que não foram analisadas pelos autores.

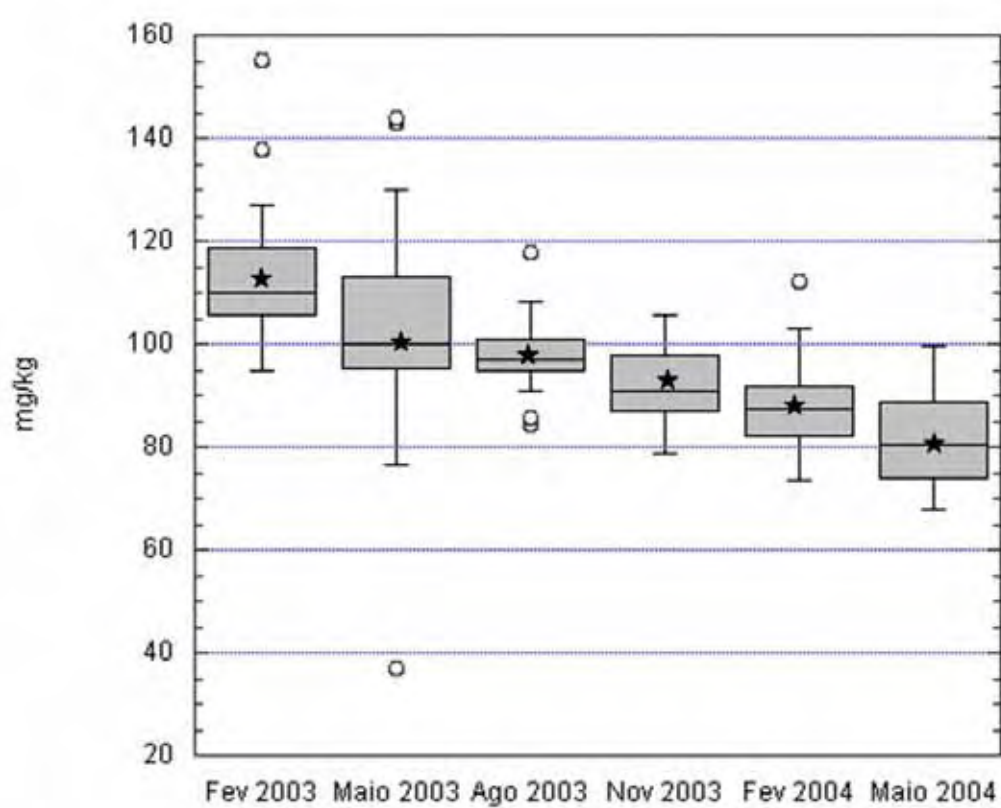
Em nosso experimento, nenhum dos animais apresentou teores deficientes de zinco no fígado em todos os momentos de colheita e a grande maioria destes apresentou teores de zinco hepático muito próximos do limite inferior do intervalo de normalidade. Na sua grande maioria, os animais que apresentaram teores deficientes de zinco no fígado o fizeram nos momentos de colheita quando o teor de zinco no capim se apresentava mais baixo ou mesmo deficiente (novembro 2003, fevereiro 2004 e maio 2004). Por esses resultados não podemos afirmar que exista deficiência severa de zinco, uma vez que a análise do tecido hepático não é a forma mais segura de se determinar a condição do zinco nos animais (Graham, 1991). É preferível a utilização de teores plasmáticos do elemento para a determinação da deficiência de zinco (McDowell, 1999). A interação do zinco com outros elementos poderia ser implicada como causa destes resultados baixos mesmo com os animais tendo as necessidades diárias de zinco supridas, mas estas prováveis interações ainda não estão muito bem definidas e entendidas (SPEARS, 2003).

Além disso, o aumento de peso dos animais ao longo do período de realização do experimento pode ter levado ao aumento das necessidades absolutas de zinco, causando uma depleção dos níveis hepáticos do elemento nos animais ao longo do experimento.

TABELA 13 – Valores, Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Zinco Hepático em 25 novilhas em seis diferentes momentos. Resultado em Base Seca (mg/kg)

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	105,95	143,04	96,94	83,61	82,46	84,60
2	138,00	144,00	95,19	99,00	73,67	88,61
3	99,73	100,05	96,83	90,37	77,88	90,68
4	126,43	95,24	108,26	90,44	91,71	96,14
5	94,63	80,70	91,01	83,73	82,19	69,20
6	109,16	97,26	94,83	87,04	91,42	80,04
7	105,76	130,18	107,09	97,65	82,45	90,66
8	125,12	113,61	94,73	87,87	81,77	85,56
9	113,82	103,98	100,77	85,53	84,38	86,08
10	112,23	76,44	95,84	105,61	95,08	71,34
11	110,70	36,93	103,23	104,90	88,19	80,28
12	103,16	98,70	95,84	104,73	85,93	67,75
13	102,14	89,27	94,96	82,12	89,94	75,15
14	109,87	100,43	100,68	83,80	81,10	82,55
15	107,63	92,62	84,24	78,74	84,35	99,45
16	111,96	113,06	98,34	100,34	103,26	74,12
17	118,51	112,83	105,92	89,35	98,02	91,87
18	105,12	99,91	96,44	96,08	87,37	73,56
19	109,27	101,61	94,68	94,20	90,28	75,29
20	155,17	101,40	100,16	91,02	94,31	75,47
21	119,54	117,08	117,89	95,12	81,90	93,16
22	107,01	95,73	85,85	95,30	81,28	88,07
23	127,10	90,88	98,32	96,45	96,49	79,13
24	103,66	96,26	92,14	89,61	89,70	71,74
25	113,36	117,26	97,62	98,97	112,20	74,03
Média	113,40	101,94	97,91	92,46	88,29	81,78
S	13,05	21,37	6,86	7,35	8,29	8,77
Mediana	109,87	100,05	96,83	91,02	87,37	80,28

Figura 8 - Representação gráfica do zinco hepático em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.2 Teores de Minerais no Soro

4.2.1 Cálcio

Os teores médios de Ca no soro foram respectivamente 118,72; 119,36; 125,19; 112,90; 96,76 e 85,37 mg/L. Houve diferença significativa entre as épocas de colheita ($p < 0,05$), com a maior média de cálcio sérico registrada em maio 2003 e a menor em maio 2004. Não houve diferença significativa entre as médias do Ca sérico de maio 2003, fevereiro 2003, agosto 2003 e novembro 2003. Entretanto, foram significantemente maiores que as médias registradas em fevereiro 2004 e maio 2004, essas não diferiram entre si. McDowell (1992), considera o intervalo de 90 a 110 mg/L normal e o limite de 80 mg/L como crítico. Por esses parâmetros consideramos nossos resultados dentro da normalidade.

Esses resultados são compatíveis com os encontrados por Fernandes & Camargo (1976), Lebdoesoekojo et al. (1980), Lopes et al. (1980 b), Camargo et al. (1980), Barros et al. (1981), Sousa et al. (1981), Camargo et al. (1985), Sousa et al. (1986), Pott et al. (1987 e 1989d), Lisbôa et al. (1996), Moraes et al. (2000), Prestes et al. (2003), Valle et al. (2004) e Prestes et al. (2004). Isso era esperado, uma vez que o nível de Ca sérico é mantido constante por longos períodos utilizando as reservas de cálcio presentes nos ossos.

As necessidades para manutenção de gado de corte segundo o NRC (2000) são de 15,4 mg/kg de peso vivo. Como os animais apresentavam peso médio de 200 kg no início do experimento, os animais requeriam em média 3,09g de cálcio por dia. A forrageira apresentava teores suficientes para suprir essas necessidades (0,34; 0,45; 0,64; 0,48 e 0,69%). O sal mineral forneceu em média 2,31 g de cálcio por dia (consumo médio diário por cabeça de 38,49 g). Ainda a água fornecia 160 mg/L. Todas essas fontes de cálcio foram suficientes para suprir as necessidades do elemento dos animais. Apesar disso, nos dois últimos momentos de colheita (fevereiro e maio 2004), os níveis médios de cálcio sérico se apresentaram próximos do limite mínimo considerado normal.

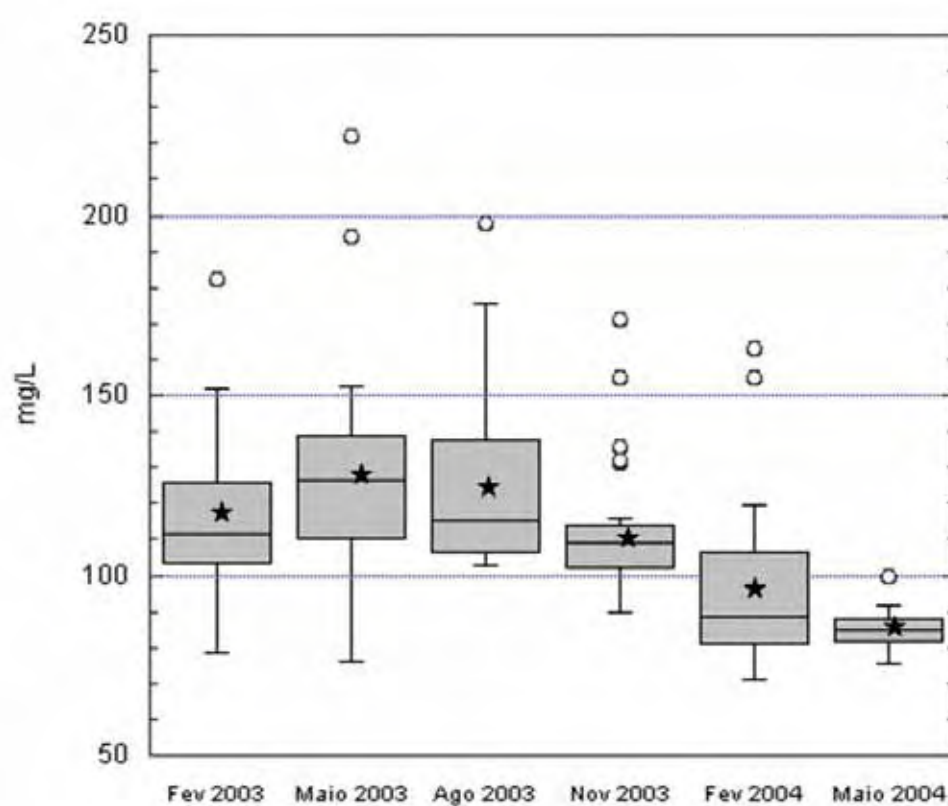
As necessidades absolutas em cálcio aumentaram consideravelmente, podendo até ter dobrado, uma vez que os animais apresentaram bom desenvolvimento e ganho de peso ao longo do experimento. Além disso, o NRC (2000) considera a absorção real de Ca de 50%, isto é, apenas metade do Ca presente na dieta é realmente absorvido pelos animais. Isso explicaria o fato dos

teores séricos de cálcio se apresentaram marginais ou mesmo deficientes em vários animais nas últimas duas colheitas, mesmo com o Ca presente na dieta sendo capaz aparentemente de suprir as necessidades dos animais. Só poderíamos confirmar essa suspeita através de outras análises, como dosagem do teor de cálcio nos ossos, que confirmaria a existência de deficiência de Ca.

TABELA 14 – Valores de Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Cálcio Sérico em 25 novilhas em seis diferentes momentos (mg/L).

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	141,53	137,75	137,38	105,82	89,69	83,07
2	125,78	76,05	148,33	95,42	76,42	80,82
3	112,79	102,13	123,92	102,26	80,12	82,71
4	100,93	140,38	197,55	109,11	78,09	84,80
5	109,66	125,70	121,07	131,13	114,41	81,95
6	103,72	118,49	104,25	135,55	87,22	91,47
7	115,21	110,24	103,33	113,65	76,36	99,54
8	140,50	145,00	147,92	91,03	102,01	83,16
9	97,66	222,24	175,74	111,25	81,05	85,14
10	99,50	112,88	102,89	102,35	91,33	75,64
11	99,79	105,68	168,54	105,91	89,81	85,19
12	106,79	137,44	149,31	154,89	88,52	80,67
13	152,10	194,27	105,46	95,96	111,33	80,53
14	91,74	132,36	106,61	115,66	106,34	81,69
15	78,34	152,65	105,53	107,21	101,38	80,67
16	135,81	126,74	120,76	111,75	112,49	88,28
17	109,42	119,71	117,46	100,53	88,78	87,89
18	182,44	118,07	115,02	171,29	154,73	85,20
19	116,94	126,42	126,31	111,23	86,52	84,94
20	125,53	147,57	109,24	132,28	163,07	89,86
21	105,72	134,27	103,86	101,39	87,93	87,06
22	107,96	107,98	109,69	89,60	83,89	86,68
23	182,11	104,98	115,01	102,68	76,52	84,84
24	111,82	138,65	106,72	110,78	71,11	91,42
25	114,33	96,30	107,78	113,79	119,80	89,95
Média	118,72	129,36	125,19	112,90	96,76	85,33
S	25,30	30,02	25,21	18,75	22,51	4,74
Mediana	111,82	126,42	115,02	109,11	88,78	84,94

FIGURA 9 - Representação gráfica do cálcio sérico em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.2.2 Fósforo

McDowell (1992), considera o intervalo entre 45 e 80 mg/L de P no soro como normal. As médias dos teores de fósforo sérico encontrados foram respectivamente 109,28; 106,30; 117,03; 103,39; 115,78 e 107,79 mg/L. Houve variação significativa do fósforo sérico entre as épocas de colheitas ($p < 0,05$), sendo maior em agosto 2003 e menor em novembro 2003. Por esses parâmetros, as médias do fósforo sérico se encontram dentro do intervalo de normalidade e nenhum animal apresentou valores considerados deficientes.

Na forrageira, os teores de P foram 0,26; 0,27; 0,28; 0,28 e 0,22% MS, respectivamente. Esses teores eram suficientes para suprir as necessidades de fósforo dos animais, que segundo o NRC (2000) é de 16 mg P/kg de peso vivo. Como a média de peso vivo inicial era de 200 kg, as necessidades diárias em fósforo dos animais eram em torno de 3,2g de fósforo. O consumo médio de MS para bovinos é de 4% do peso vivo, portanto a forragem fornecia nos momentos de colheita, respectivamente, 20,8 g; 21,6 g; 22,4 g; 22,4 g; 17,6 g. Além do fósforo contido na forragem, o sal mineral forneceu em média 1,73 g de P por dia aos animais (consumo médio diário de sal mineral de 38,50 g).

Nossos resultados foram maiores que os encontrados por Fernandes & Camargo (1976), Camargo et al. (1980), Lebdosoekojo et al. (1980), Lopes et al. (1980 b), Barros et al. (1981), Sousa et al. (1985, 1986), Camargo et al. (1985), Pott et al. (1987, 1989 d), Brum et al. (1987 a), Lisboa et al. (1996), Moraes et al. (2000), Valle et al. (2003); Prestes et al. (2003, 2004) que encontraram deficiência de fósforo com baixos teores de P no soro dos animais e nas forragens.

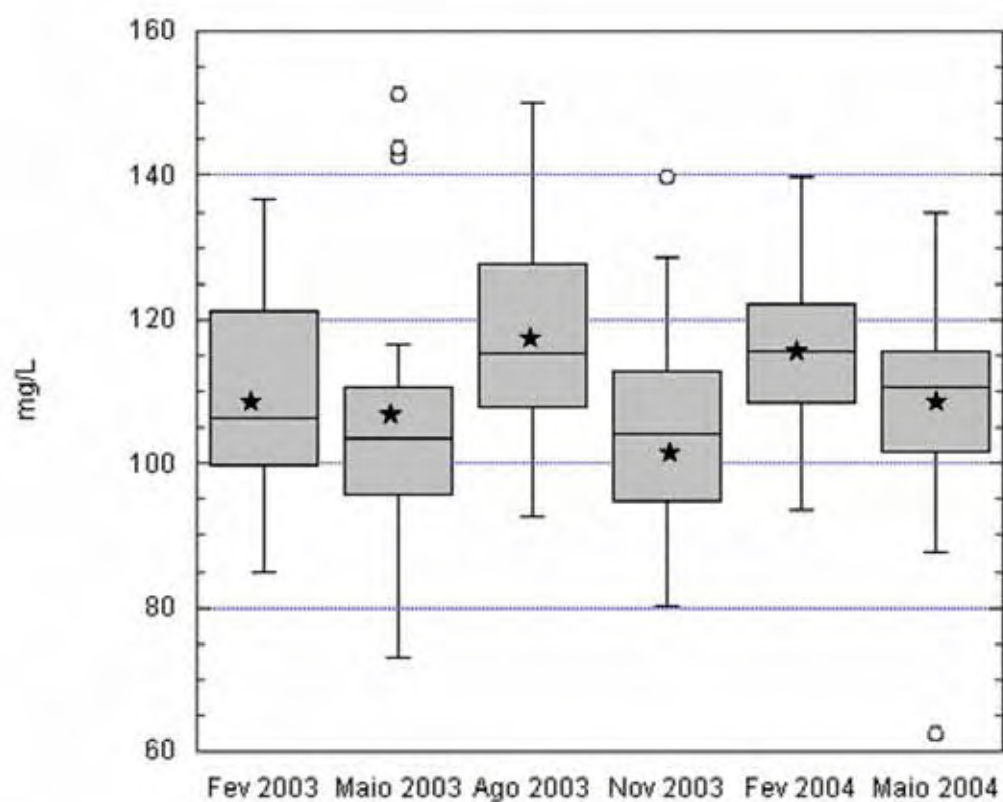
Guimarães et al. (1992), também apresentaram teores séricos de P menores que os nossos, entretanto esses estavam dentro da normalidade, apesar da forrageira não ser capaz de suprir as necessidades de fósforo dos animais.

É sabido que a deficiência de fósforo é a mais comum no Brasil em animais submetidos a regime de pasto, entretanto nossos resultados não corroboram essa afirmação. A explicação provável para esse fato deve-se ao fato da pastagem utilizada para o experimento ter sido formada após plantio de batata, que necessita de forte adubação para seu sucesso. A permanência de alguma quantidade de nutrientes, no caso o fósforo, ainda no solo mesmo depois da colheita da batata, pode ter refletido no teor de fósforo da forragem.

TABELA 15 – Valores de Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Fósforo Sérico em 25 novilhas em seis diferentes momentos (mg/L).

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	129,87	110,72	127,86	95,26	115,47	110,58
2	106,33	89,35	101,39	104,33	125,56	115,72
3	104,20	99,62	103,38	96,89	99,53	87,61
4	99,54	89,99	115,25	80,13	108,58	105,88
5	126,43	109,90	136,38	104,91	122,74	106,17
6	128,52	142,67	149,84	120,64	139,13	122,74
7	136,52	143,76	150,03	112,69	122,07	134,43
8	104,24	101,42	108,28	93,25	108,73	110,03
9	121,16	114,32	129,50	95,98	119,99	115,07
10	87,55	101,44	96,67	88,15	115,24	62,37
11	99,87	92,64	97,24	86,68	93,69	87,85
12	99,81	94,73	92,54	113,36	118,73	98,00
13	121,66	105,14	123,59	104,92	106,67	96,79
14	101,05	107,85	118,10	105,19	117,18	110,77
15	109,02	105,47	110,82	112,87	125,91	103,24
16	99,70	91,20	118,18	104,23	115,40	111,03
17	108,88	98,79	131,27	110,33	139,90	119,58
18	117,81	104,85	97,90	103,48	107,35	116,02
19	111,12	116,65	111,60	139,79	132,87	108,73
20	136,72	151,18	136,74	128,50	118,48	134,91
21	108,88	114,45	121,26	100,33	120,05	112,96
22	94,47	99,24	117,08	94,79	112,04	101,77
23	97,99	95,63	113,09	112,94	110,32	120,09
24	95,60	103,43	110,01	81,43	94,59	95,20
25	85,01	73,13	107,85	93,69	104,21	111,24
Média	109,28	106,30	117,03	103,39	115,78	107,95
S	14,49	17,72	15,45	13,65	11,65	14,86
Mediana	106,33	103,43	115,25	104,23	115,47	110,58

Figura 10 - Representação gráfica do fósforo sérico em 4 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.2.3 Potássio

Fick et al. (1979), considera normais níveis de potássio sérico iguais ou superiores a 200 mg/L (5,11 mmol/L). Os níveis médios de potássio sérico foram respectivamente, nas seis colheitas 139,64; 134,85; 114,19; 131,647; 130,57 e 116,60 mg/L, existindo variação significativa das médias de K sérico entre as épocas de colheita ($p < 0,05$), sendo que a maior média ocorreu em fevereiro 2003 e a menor em maio 2004. Não houve diferença significativa entre as médias de fevereiro 2003, maio 2003, novembro 2003 e fevereiro 2004. Entre agosto 2003 e maio 2004 também não houve diferença estatística. Nossos resultados foram menores que os encontrados por Lopes et al. (1980), Lisboa et al. (1996) e Moraes et al. (2000).

O capim apresentou teores de potássio (1,14; 1,00; 1,00; 1,74 e 0,74 %, respectivamente) capazes de fornecer as necessidades do elemento para gado de corte preconizadas pelo NRC (2000) que são de 0,60 % da dieta. Entretanto, nenhum dos animais apresentou K sérico igual ou acima do limite considerado normal por FICK (1979).

Underwood & Suttle (2001) citam que condições incomuns como estresse, acidose e diarreias podem levar a diminuição do potássio. Esses mesmos autores sugerem a ocorrência de deficiência severa quando os níveis séricos de K sejam menores que 2,5 mmol/L (97,75 mg/L) e que o teor de potássio na dieta seja menor que 8 g/kg na MS, o que aconteceu apenas em maio 2004. Poucos animais apresentaram teores séricos de K abaixo do limite de 97,75 mg/L. No primeiro momento de colheita (fevereiro 2003), apenas um animal apresentou K sérico abaixo deste limite e em maio 2004, três animais. Em todos os outros momentos, nenhum animal apresentou potássio sérico abaixo de 97,75 mg/L.

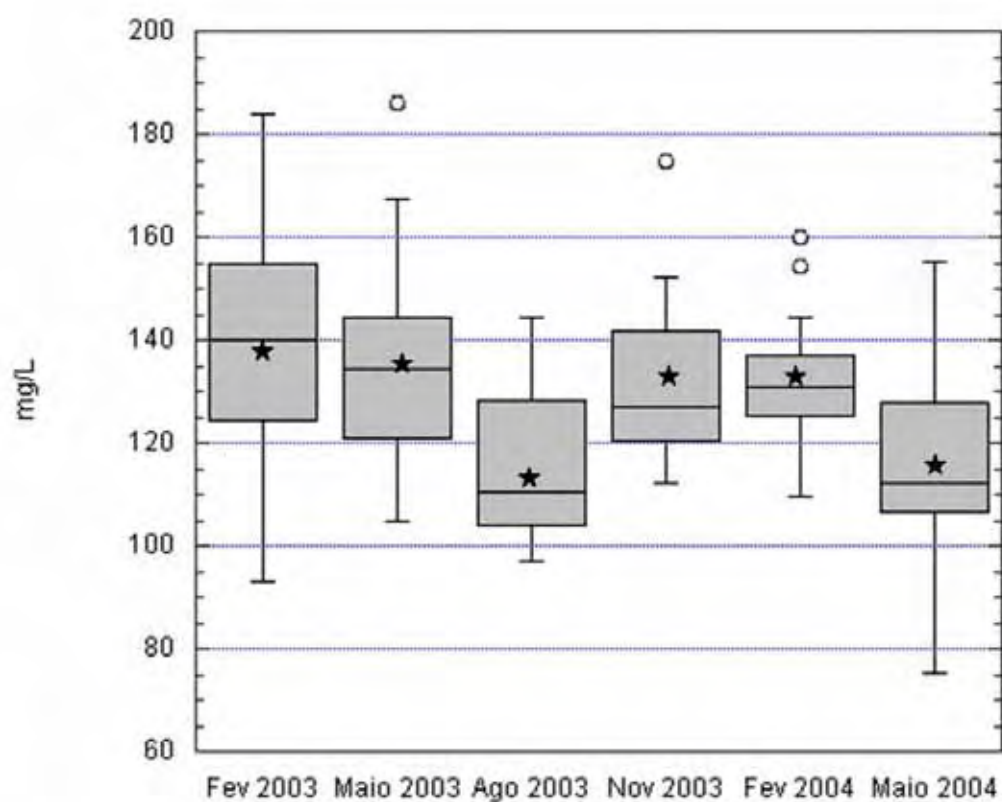
Como não existe um método confiável baseado nas análises de tecidos para determinação de deficiência de potássio, as concentrações de K na dieta parecem ser o melhor indicador da verdadeira condição do elemento no organismo animal (McDowell, 1992).

Baseados nestas informações, não podemos caracterizar os resultados encontrados como deficiência de potássio.

TABELA 16 – Valores de Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Potássio Sérico de novilhas em seis diferentes momentos (mg/L).

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	172,91	134,34	112,43	119,06	139,93	104,12
2	154,84	143,94	112,04	144,71	144,49	155,06
3	134,05	113,12	103,06	131,32	135,29	89,46
4	118,26	105,69	136,81	112,06	125,45	126,94
5	128,63	135,67	131,71	115,05	136,79	87,60
6	124,47	141,38	103,83	130,72	135,35	110,57
7	159,78	131,14	109,82	122,72	116,54	148,72
8	131,69	104,78	102,55	147,92	128,49	112,13
9	182,84	145,66	144,52	120,62	129,06	128,00
10	111,21	121,00	100,76	144,30	130,68	75,13
11	114,49	105,00	102,40	128,24	111,57	133,72
12	140,32	157,67	133,45	125,79	143,32	111,53
13	134,41	134,17	105,41	140,88	112,32	101,96
14	93,10	127,03	112,71	151,25	126,13	106,55
15	165,34	120,49	105,96	120,12	134,39	108,04
16	166,84	114,34	101,96	121,06	114,69	102,56
17	139,85	128,44	110,54	117,91	154,28	110,74
18	183,74	144,22	103,77	125,45	128,81	123,37
19	142,12	186,00	128,39	174,89	160,20	153,08
20	115,84	167,51	111,17	127,07	131,71	114,73
21	114,75	149,79	137,04	134,71	138,57	128,94
22	125,13	159,95	111,01	141,74	136,47	132,67
23	151,20	126,27	107,10	118,40	109,59	115,40
24	140,96	132,03	97,11	122,93	110,23	110,68
25	144,14	141,66	129,31	152,32	129,96	123,26
Média	139,64	134,85	114,19	131,65	130,57	116,60
S	23,32	19,97	13,50	14,54	12,86	19,04
Mediana	139,85	134,17	110,54	127,07	130,68	112,13

FIGURA 11 - Representação gráfica do potássio sérico em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.2.4 Magnésio

Fick (1979), considera valores entre 18 e 31 µg/ml (mg/L) de Mg no soro normais. Com base nesses dados, os níveis médios de magnésio foram considerados normais nas seis colheitas (19,75; 23,62; 26,54; 20,96; 20,80 e 23,12 mg/L, respectivamente). Houve variação significativa entre as médias ($p < 0,05$), sendo maior em agosto 2003 e menor em fevereiro 2003, não havendo diferença significativa entre fevereiro 2003, novembro 2003 e fevereiro 2004. Também não houve diferença estatística entre maio 2003 e maio 2004, bem como entre fevereiro 2004 e maio 2004.

Os níveis de magnésio na forrageira (0,31; 0,32; 0,41; 0,35 e 0,50%, respectivamente) foram suficientes para suprir a necessidade do elemento para bovinos de corte em crescimento ou terminação que segundo o NRC (2000) é de 0,10% da MS. Os níveis de Mg encontrados na forragem superam em pelo menos três vezes esses valores. O sal mineral não apresentava magnésio em sua composição, sendo o capim a única fonte do elemento para os animais.

Nossos resultados foram semelhantes aos encontrados por Lebdosoekojo et al. (1980), Barros et al. (1981), Sousa et al. (1983, 1985), Pott et al. (1987, 1989 d), sem deficiência de magnésio, embora os teores de Mg na forrageira encontrados por esses autores foram menores que os por nós encontrados.

Guimarães et al. (1992), também não encontraram deficiência de magnésio, entretanto tanto o teor de magnésio no plasma, quanto nas forrageiras foram menores que os nossos.

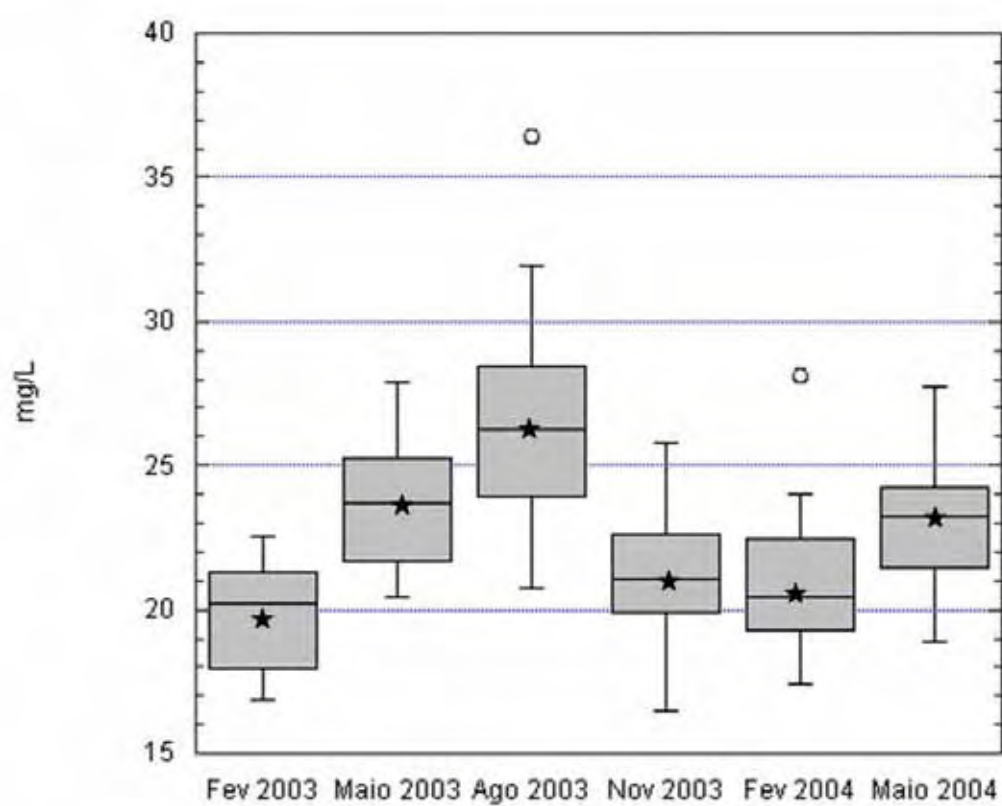
Brum et al. (1987 a), encontraram teores de magnésio menores tanto nas forrageiras quanto no plasma sanguíneo e estes baixos teores caracterizaram deficiência na área estudada (Pantanal Mato-grossense, sub-região dos Paiaguás).

Os teores de magnésio sérico encontrados em nosso experimento foram menores que os encontrados por Lopes et al. (1980 b), entretanto esses autores obtiveram níveis menores de Mg na forrageira. Lisbôa et al. (1996)., também encontraram teores de magnésio no plasma maiores que os nossos, porém em seu trabalho não foram analisadas forrageiras.

TABELA 17 – Valores de Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Magnésio Sérico em 25 novilhas em seis diferentes momentos (mg/L).

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	21,10	24,50	24,40	19,98	21,85	25,85
2	22,10	20,41	28,43	22,60	24,01	26,51
3	21,70	26,41	29,35	21,14	20,34	19,93
4	20,08	23,45	27,78	18,47	21,41	24,26
5	21,87	25,25	30,73	22,77	28,15	22,33
6	20,24	24,57	25,43	21,09	17,73	23,82
7	22,52	27,22	27,35	21,32	20,86	24,58
8	16,96	21,76	23,22	17,96	17,69	18,87
9	20,25	26,35	36,45	20,52	20,49	22,32
10	17,62	21,88	23,60	19,87	21,44	22,70
11	21,33	25,19	25,74	22,78	22,47	23,98
12	21,90	25,94	31,94	23,01	23,92	27,05
13	21,98	23,72	28,54	21,76	19,64	23,23
14	17,48	26,12	29,48	24,16	23,16	27,77
15	18,26	21,94	20,74	20,80	19,76	21,01
16	17,32	21,59	21,69	21,31	19,28	20,31
17	18,24	20,76	26,35	19,60	22,43	23,40
18	20,54	20,90	23,61	17,77	20,06	22,61
19	20,45	23,75	25,47	25,82	23,04	23,16
20	19,33	24,64	25,02	22,68	17,63	23,95
21	17,72	23,65	26,30	19,50	20,47	20,71
22	16,90	21,71	23,71	16,48	18,23	20,24
23	19,59	20,41	27,97	19,95	17,40	23,59
24	17,99	27,93	23,92	20,76	19,55	24,47
25	20,41	20,42	26,36	21,92	19,05	21,42
Média	19,75	23,62	26,54	20,96	20,80	23,12
S	1,84	2,33	3,37	2,05	2,45	2,22
Mediana	20,24	23,72	26,30	21,09	20,47	23,23

FIGURA 12 - Representação gráfica do magnésio sérico em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.2.5 Cobre

McDowell (1992), considera os valores entre 0,6 e 1,5 mg/L de Cu no soro como normais. Com base nesses parâmetros as médias nas quatro colheitas (0,52; 0,73; 0,40; 0,50; 0,60 e 0,73 mg/L, respectivamente) foram baixas, com alguns momentos de colheita apresentando teores de cobre normais, mas ainda próximos dos níveis mínimos. Houve diferença significativa entre os momentos de colheita ($p < 0,05$), com as maiores médias em maio 2003 e maio 2004 e a menor em agosto 2003. Não houve diferença significativa entre as médias de cobre sérico entre fevereiro 2003 e fevereiro 2004; entre maio 2003 e maio 2004 e entre novembro 2003 e fevereiro 2004.

Esses resultados foram menores que os encontrados por Fernandes & Camargo (1976); Camargo et al. (1980, 1985); Lebdosoekojo et al. (1980); Morais et al. (2000) e Prestes et al. (2004), que não observaram deficiência de cobre.

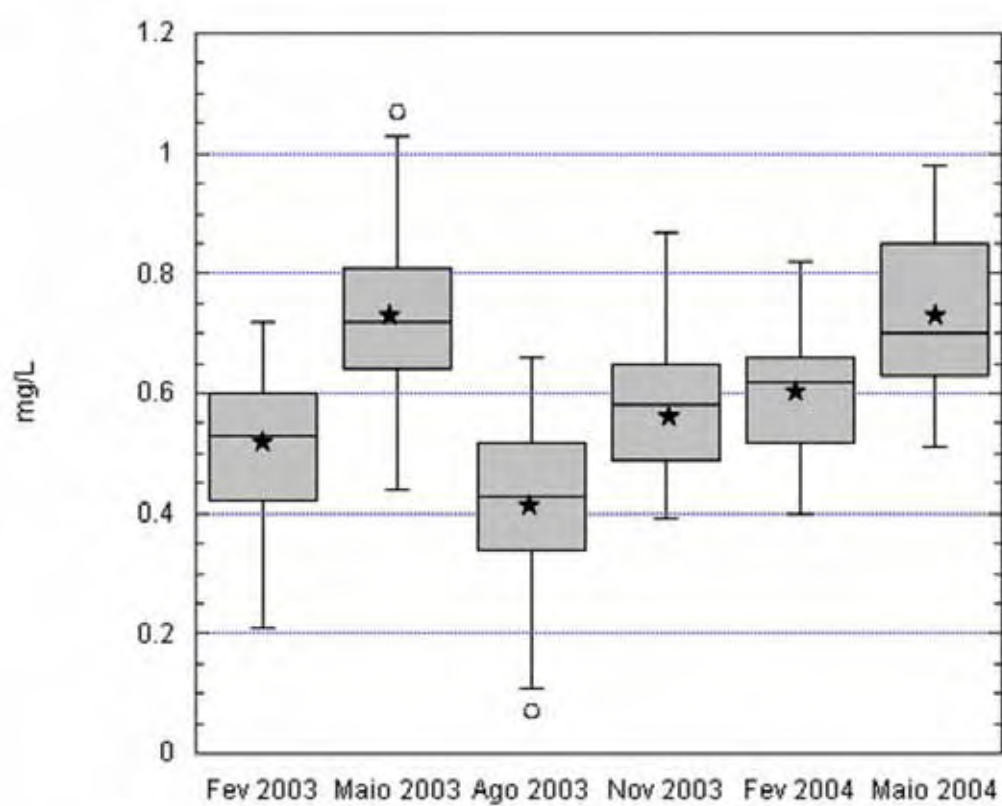
Já Guimarães et al. (1992) e Marques et al. (2003), obtiveram resultados semelhantes aos nossos, com teores baixos de cobre no soro e nas forrageiras.

Como no caso do tecido hepático, os níveis de cobre sérico também foram baixos, porém mais próximos do intervalo de normalidade que os teores de Cu no fígado. Houve baixa correlação entre os níveis hepáticos e os níveis séricos de cobre ($r=0,31$), diferentemente dos resultados encontrado por Fichtner et al. (1988). Esses autores encontraram valores de cobre hepático normais e séricos deficientes, enquanto nossos resultados apresentaram teores deficientes em ambos os casos.

TABELA 18 – Valores de Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Cobre
Sérico de 25 Novilhas em seis diferentes momentos (mg/L)

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	0,57	0,97	0,34	0,44	0,55	0,59
2	0,48	0,72	0,24	0,74	0,66	0,73
3	0,64	0,84	0,52	0,57	0,62	0,66
4	0,53	0,53	0,07	0,49	0,62	0,75
5	0,53	0,89	0,53	0,72	0,76	0,81
6	0,59	0,59	0,46	0,61	0,50	0,74
7	0,53	0,66	0,56	0,60	0,47	0,66
8	0,68	0,77	0,58	0,75	0,77	0,94
9	0,64	0,81	0,58	0,72	0,72	0,85
10	0,42	0,59	0,43	0,60	0,49	0,96
11	0,47	0,71	0,38	0,55	0,66	0,67
12	0,46	0,70	0,41	0,56	0,59	0,60
13	0,38	0,60	0,40	0,39	0,40	0,54
14	0,72	1,03	0,66	0,87	0,78	0,98
15	0,71	0,78	0,47	0,65	0,62	0,90
16	0,53	0,79	0,45	0,51	0,61	0,59
17	0,54	0,78	0,35	0,58	0,82	0,88
18	0,55	1,07	0,45	0,68	0,52	0,79
19	0,39	0,72	0,45	0,64	0,57	0,63
20	0,72	0,83	0,61	0,63	0,63	0,85
21	0,60	0,77	0,43	0,56	0,63	0,63
22	0,21	0,46	0,11	0,43	0,53	0,70
23	0,32	0,44	0,24	0,43	0,50	0,62
24	0,28	0,67	0,27	0,45	0,40	0,51
25	0,42	0,64	0,16	0,48	0,63	0,68
Média	0,52	0,73	0,41	0,59	0,60	0,73
S	0,14	0,16	0,15	0,12	0,11	0,13
Mediana	0,53	0,72	0,43	0,58	0,62	0,70

FIGURA 13 - Representação gráfica do cobre sérico em 4 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.2.6 Ferro

Os teores médios de ferro sérico encontrados nas seis colheitas foram respectivamente 2,52; 3,44; 2,21; 3,08; 3,0 e 2,89 mg/L. Houve variação significativa do teor médio de ferro sérico entre os momentos de colheita ($p < 0,05$), com o maior em maio 2003 e o menor em agosto 2003. Entretanto, entre fevereiro 2003, agosto 2003, novembro 2003, fevereiro 2004 e maio 2004 não houve diferença estatística. Teores abaixo de 1,1 mg/L caracterizam deficiência de ferro (McDowell, 1992). Segundo esse critério, nenhum animal apresentou-se deficiente em ferro em nenhuma colheita.

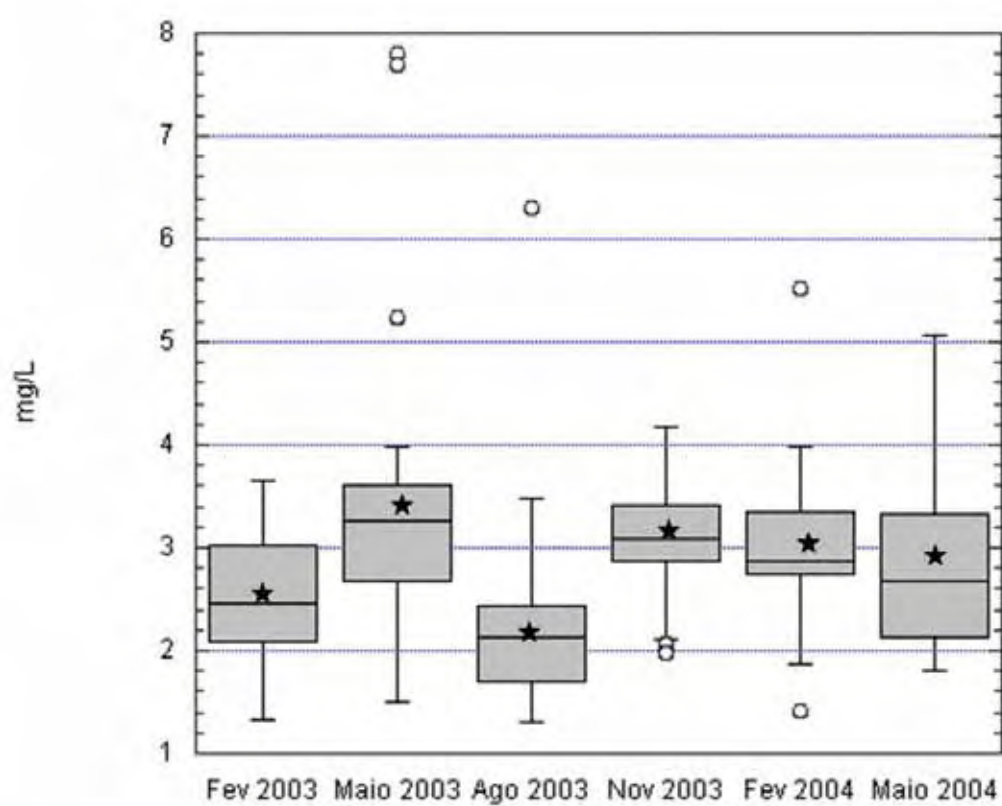
Na forrageira, os teores de Fe foram 538; 841,5; 1670,0; 286,0; 318,0 mg/kg (ppm), respectivamente. Além disso, o sal mineral forneceu em média 50 mg de ferro por dia (consumo médio de sal 38,48 g por animal). As necessidades de ferro para bovinos de corte são de 50mg/kg da dieta, portanto, o sal mineral isoladamente era capaz de suprir essas necessidades. Os teores de ferro presentes na forrageira foram extremamente altos, se apresentando acima do valor considerado tóxico em novembro 2003. Isso se refletiu também nos teores séricos do elemento, pois em todos os momentos de colheita estes se apresentaram altos. Underwood & Suttle (2001), consideram valores de 32.2 $\mu\text{mol/L}$ (1,80 mg/L) de ferro no soro indicativos de excesso do elemento na dieta. A grande maioria dos animais apresentou valores séricos de ferro acima deste valor.

Nossos resultados foram consistentes com os encontrados por Guimarães et al. (1992), que encontrou médias semelhantes (2,23 mg/L nas chuvas e 2,13 mg/L na seca) com altas concentrações de ferro na forragem. Além do alto teor de ferro. Entretanto, estes autores não encontraram diferença significativa entre as épocas do ano. Em nosso experimento, como já relatado, houve diferença entre as épocas de colheita.

TABELA 19 – Valores de Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Ferro Sérico de 25 novilhas em seis diferentes momentos (mg/L).

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	3,41	7,80	6,30	2,88	3,33	3,37
2	2,60	3,40	1,72	2,88	2,80	2,36
3	3,23	2,18	2,59	3,42	3,20	2,02
4	2,19	1,90	1,39	2,12	2,57	2,63
5	3,27	3,94	2,14	3,41	3,07	1,96
6	2,18	1,89	1,62	3,19	5,53	2,39
7	2,87	1,50	1,54	3,55	2,49	2,14
8	3,07	2,89	3,49	3,01	2,80	2,92
9	3,07	2,64	2,56	3,04	2,79	2,05
10	2,87	2,68	2,22	3,17	3,50	4,80
11	2,70	3,12	1,83	3,87	3,35	1,90
12	1,80	3,33	1,80	2,66	2,90	1,80
13	1,98	2,95	2,43	2,71	3,50	2,67
14	2,14	2,04	2,17	3,40	2,62	2,65
15	3,66	5,23	1,77	3,26	3,99	2,28
16	1,89	3,98	2,41	3,08	2,78	3,43
17	2,40	3,59	1,67	2,07	2,31	3,16
18	2,46	3,60	2,13	2,68	3,58	4,16
19	1,95	7,70	1,30	3,47	2,90	3,00
20	2,42	3,79	2,30	4,18	3,34	3,23
21	1,70	3,34	1,50	3,03	2,87	3,33
22	1,32	3,35	1,70	3,32	2,73	1,95
23	2,63	3,12	2,52	3,74	2,84	4,17
24	3,03	2,90	1,70	1,97	1,42	2,94
25	2,08	3,26	2,46	3,05	1,88	5,07
Média	2,52	3,44	2,21	3,09	3,00	2,89
S	0,60	1,52	0,96	0,52	0,74	0,89
Mediana	2,46	3,26	2,13	3,08	2,87	2,67

FIGURA 14 - Representação gráfica do ferro sérico em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.2.7 Selênio

As médias dos teores de Se séricos nas seis colheitas foram 0,27; 0,22; 0,21; 0,44; 0,40 e 0,51 mg/L, respectivamente. Houve diferença significativa entre as épocas de colheita ($p < 0,05$), com a maior média em maio 2004 e a menor em agosto 2003. Não houve diferença significativa entre fevereiro 2003, maio 2003 e agosto 2003, bem como entre novembro 2003 e fevereiro 2004.

McDowell (1992), considera valores abaixo de 0,03 mg/L de Se no soro críticos para bovinos. Portanto de acordo com esse parâmetro os teores médios de Se séricos encontrados estão elevados.

Nossos resultados foram maiores que os encontrados por Lucci et al. (1984 b), Hoff et al. (2001) e Gil et al. (2004). Além disso, esses autores não encontraram diferença significativa entre as épocas do ano (chuvas e seca). Em nosso experimento, tanto a maior média (maio 2004), quanto a menor média (agosto 2003), ocorreram durante o período seco.

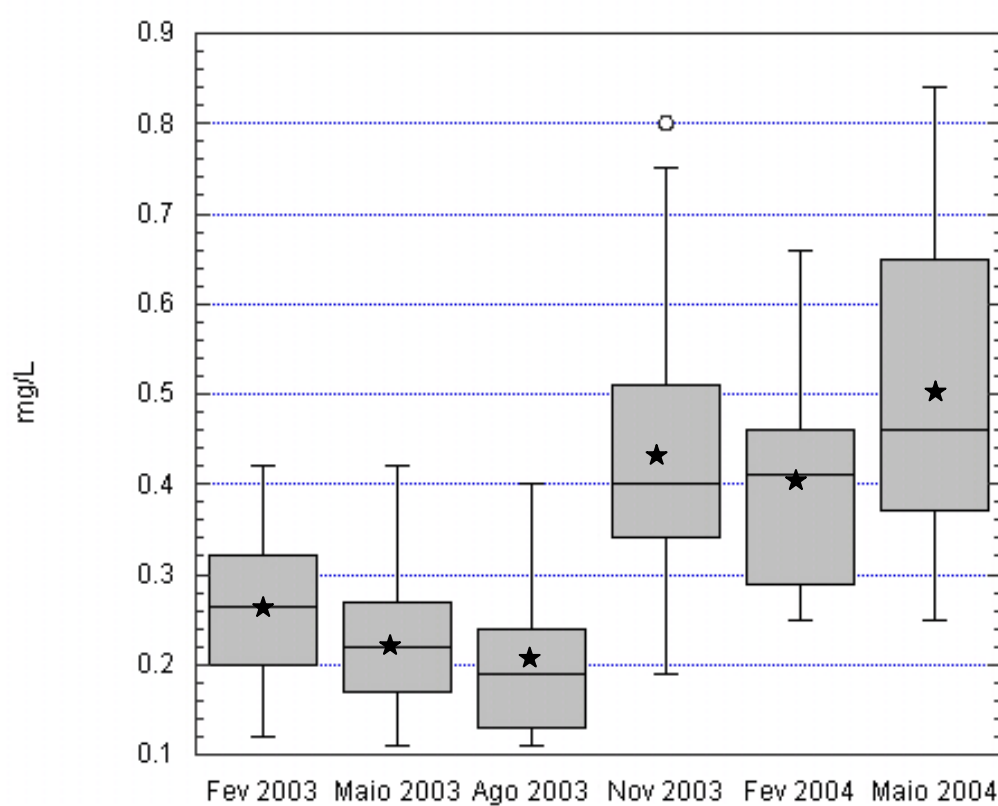
Conforme visto quando discutimos os resultados do selênio hepático, o teor de Se no capim não foi capaz de fornecer as necessidades diárias do elemento aos animais em dois dos momentos de colheita (agosto 2003 e fevereiro 2004) e como no tecido hepático, o teor médio de Se no plasma foi menor em agosto 2003. Voltou a subir em novembro 2003 e diminuiu em fevereiro 2004, embora não apresentando diferença estatística de novembro 2003, voltando a subir em maio 2004. Os trabalhos que realizaram análise da forragem (Lucci et al., 1984 a; Gil et al., 2004), encontraram teores de Se deficientes em todos os momentos de colheita, o que não ocorreu em nosso experimento. Provavelmente, as reservas armazenadas quando a forragem apresentava teores de selênio suficientes para suprir as necessidades dos animais foram capazes de manter os níveis plasmáticos de Se dos animais dentro da normalidade quando o teor do elemento na forragem estava baixo. É importante ainda frisar que o sal mineral utilizado no experimento não continha selênio, sendo o capim a única fonte do elemento para os animais.

Não houve correlação entre os teores hepáticos e séricos de selênio ($r = - 0,04$).

TABELA 20 – Valores de Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Selênio Sérico de 25 novilhas em seis diferentes momentos (mg/L).

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	0,19	0,33	< 0,1	0,36	0,58	0,84
2	0,27	0,19	< 0,1	0,44	0,40	0,37
3	0,20	0,30	0,20	0,46	0,25	0,33
4	0,28	0,22	0,17	0,35	0,42	0,40
5	0,20	0,12	0,16	0,41	0,41	0,51
6	0,20	0,13	0,12	0,34	0,66	0,63
7	0,15	0,42	0,11	0,31	0,31	0,66
8	0,34	0,11	0,18	0,39	0,56	0,42
9	0,32	0,21	0,39	0,34	0,63	0,28
10	0,21	0,23	0,40	0,19	0,29	0,62
11	0,30	0,17	< 0,1	0,62	0,26	0,29
12	0,30	0,17	0,19	0,53	0,50	0,75
13	0,32	0,27	0,12	0,47	0,48	0,35
14	< 0,1	0,14	0,19	0,75	0,42	0,32
15	0,19	0,14	< 0,1	0,68	0,46	0,83
16	0,32	0,29	< 0,1	0,51	0,28	0,46
17	0,38	0,24	< 0,1	0,80	0,31	0,46
18	0,12	0,24	0,13	0,46	0,40	0,25
19	0,19	0,22	0,27	0,63	0,27	0,74
20	0,42	0,30	0,33	0,40	0,28	0,41
21	0,25	0,21	< 0,1	0,26	0,43	0,60
22	0,26	0,12	< 0,1	0,31	0,41	0,55
23	0,30	0,21	0,24	0,40	0,27	0,42
24	0,24	0,27	0,19	0,31	0,40	0,65
25	0,36	0,32	0,13	0,27	0,44	0,71
Média	0,27	0,22	0,19	0,44	0,40	0,51
S	0,08	0,08	0,05	0,15	0,12	0,17
Mediana	0,27	0,22	0,19	0,40	0,41	0,46

Figura 15 - Representação gráfica do selênio sérico em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



4.2.8 Zinco

As médias do teor de Zn sérico nas seis colheitas foram respectivamente, 1,19; 1,87; 1,39; 1,13; 1,28 e 1,37 mg/L. Houve diferença significativa entre as épocas de colheita ($p < 0,05$), com a maior média ocorrendo em maio 2003 e a menor em novembro 2003. Não houve, entretanto, variação significativa entre as outras épocas de colheita.

Esses resultados estão em conformidade com o intervalo considerado normal por Fick et al. (1979), que vai de 0,5 a 1,2 mg/L.

Lebdosoekojo et al. (1980) e Prestes et al. (2004), encontraram resultados menores que os nossos; Guimarães et al. (1992) e Moraes et al. (2000) encontraram resultados maiores; e Valle et al. (2003) encontraram teores semelhantes aos nossos. Apesar disso, todos os autores encontraram teores de zinco dentro do intervalo de normalidade.

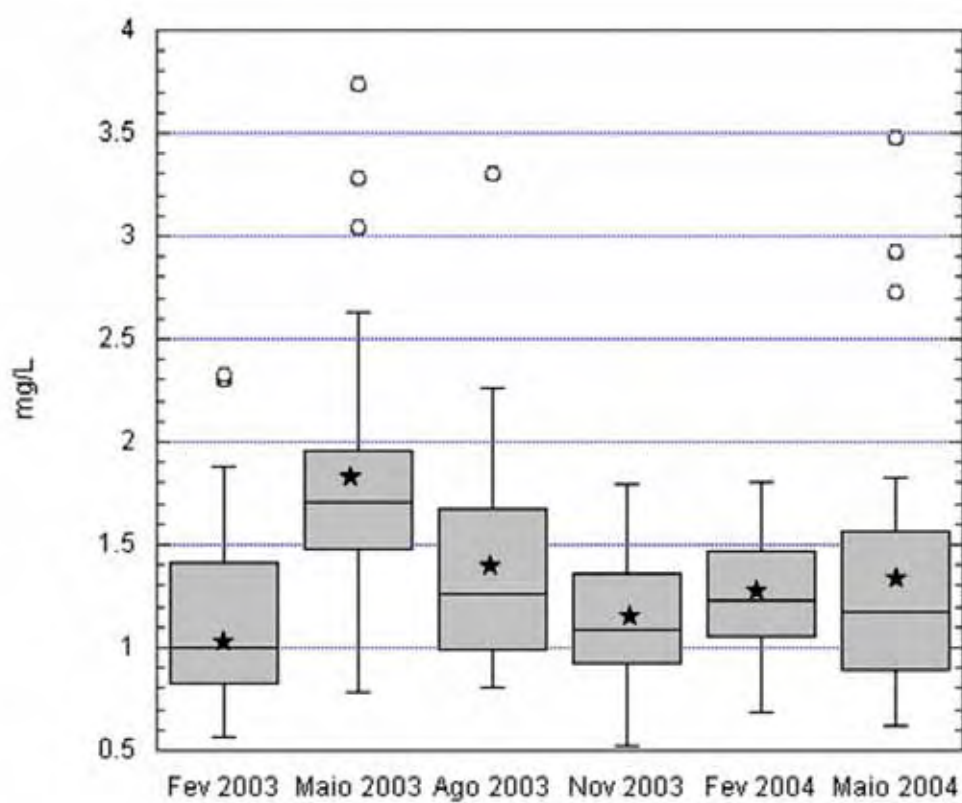
Os teores médios de zinco no fígado estavam mais próximos do limite inferior, porém mesmo assim os teores de zinco sérico estavam dentro da normalidade. Guimarães et al. (1992) encontraram resultados semelhantes, com zinco sérico normal; zinco hepático baixo e sem diferença significativa entre as épocas do ano. Esses autores consideraram existir deficiência marginal de zinco.

Não houve correlação entre os teores hepáticos e séricos de zinco ($r = -0,01$).

TABELA 21 – Valores de Média, Desvio Padrão e Mediana dos Níveis de Zinco Sérico de 25 novilhas em seis diferentes momentos (mg/L).

Animal	Fev 2003	Mai 2003	Ago 2003	Nov 2003	Fev 2004	Mai 2004
1	1,88	1,48	1,35	1,72	1,09	0,88
2	1,26	0,78	1,07	1,04	0,92	1,20
3	0,95	1,12	1,41	1,09	1,03	1,57
4	0,78	1,72	3,31	0,52	1,31	1,06
5	0,83	1,65	1,26	1,36	1,78	0,68
6	0,63	1,60	0,91	1,38	1,55	3,48
7	1,00	1,34	0,85	1,19	1,23	1,66
8	1,56	1,21	1,03	0,82	1,80	2,92
9	0,79	3,04	1,83	1,13	1,00	1,29
10	0,69	1,83	0,99	0,94	0,99	2,73
11	0,57	1,48	1,34	0,76	1,05	0,87
12	0,83	2,63	2,26	1,32	1,05	0,62
13	1,28	3,28	1,25	0,81	1,69	0,96
14	0,78	2,28	0,80	1,09	1,16	0,83
15	2,30	3,74	0,82	0,92	1,65	0,77
16	1,41	1,29	1,67	1,09	1,05	1,00
17	1,00	1,96	1,53	0,88	1,26	0,89
18	2,33	1,71	1,40	1,66	1,15	1,12
19	1,11	2,36	1,90	1,42	1,41	1,78
20	1,19	1,68	0,99	1,79	1,74	1,31
21	1,26	1,85	1,80	0,92	1,24	1,00
22	0,96	1,41	1,00	0,94	1,19	1,17
23	1,63	1,93	1,78	0,86	1,47	1,83
24	1,73	1,79	0,94	1,18	0,69	1,40
25	0,97	1,68	1,13	1,55	1,45	1,24
Média	1,19	1,87	1,39	1,13	1,28	1,37
S	0,48	0,69	0,55	0,32	0,29	0,70
Mediana	1,00	1,71	1,26	1,09	1,23	1,17

Figura 16 - Representação gráfica do zinco sérico em 6 diferentes colheitas no decorrer do experimento.



5. Conclusões

1. Houve variação nos teores dos elementos minerais dosados no tecido hepático e soro ao longo do ano exceto para o cobalto hepático.
2. O cobre apresentou-se deficiente no tecido hepático e no soro, mesmo com a forrageira e o sal mineral fornecendo as necessidades diárias dos animais. Isso pode ter ocorrido devido a uma deficiência em cobre pré-existente, uma vez que a forrageira sozinha não fornecia totalmente as necessidades de cobre dos animais e o fornecimento de sal mineral não era constante e regular.
3. Houve baixa correlação entre os níveis hepáticos e séricos de cobre. No caso do selênio e zinco não existiu correlação.
4. A suplementação mineral adequada e a mudança do manejo, acarretaram um aumento nas médias dos níveis hepáticos e séricos de cobre.

6. Bibliografia

- AHOLA, J.K.; BAKER, D.S; BURNS, P.D.; MORTIMER, R.G.; ENNS,R.M.; WHITTIER, J.C.; GEARY,T.W.; ENGLE T.E. Effect of copper, zinc and manganese supplementation on reproduction, mineral status and performance in grazing beef cattle over a two year period. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2375-2383, 2004.
- AMORIM, R.M; BORGES, A.S; KUCHEMBUCK, M.R.G; TOKARNIA, R.K.; ALENCAR,N.X. Bioquímica sérica e hemograma de bovinos antes e após a técnica de biópsia hepática. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p 519-523, 2003.
- BAILEY,J.D.,ANSOTEGUI,R.P., PATERSON,J.A.,SWNSON,C.K., JOHNSON,A.B. Effects of supplementing combinations of inorganic and complexed copper on performance and liver mineral status of beef heifers consuming antagonists. **Journal of Animal Science**, v. 79, p.2926-2934, 2001.
- BARCELOS, A.F. Minerais na Nutrição de Ruminantes. **Informe Agropecuário**, v. 16, n. 175, p.16-23, 1992.
- BARROS, N.N.; TEIXEIRA, L.B.; MORAES, E.; CANTO,A.C.; ITALIANO, E.C. Teores de minerais no complexo solo – planta – animal de áreas de terras firmes do Amazonas. Manaus: EMBRAPA/UEPAE, 1981. 3p. (**Comunicado Técnico**, 16 /81).
- BLOOD, D.C.; RADOSTITS, O. M.; **Clínica Veterinária**, 7ª ed, Editora Guanabara Koogan, 1989.
- BRUM, P. A. R.;SOUZA, J. C.; FILHO, J. A.; ALMEIDA, I. L. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguas, no Pantanal Matogrossense. I. cálcio, fósforo e magnésio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n. 9/10, p. 1039-1048, 1987a.
- BRUM, P. A. R.;SOUZA, J. C.; FILHO, J. A.; ALMEIDA, I. L. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguas, no Pantanal Matogrossense. II. cobre, zinco, manganês e ferro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n. 9/10, p.1049-1060, 1987b.
- CAMARGO,W.V.A.;FERNANDES,N.S.;SANTIAGO,A.M.H. Estudos de elementos minerais de interesse pecuário em regiões da amazônia legal. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 47, n.4, p.83-111, 1980.

CAMARGO, W.V.A.; SANTIAGO, A.M.H.; NAZÁRIO, W. Teores de minerais de interesse pecuário em regiões da Polamazônia. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, v. 7, n. 4, p. 118-124, 1985.

CHAMPMAN JUNIOR, H. L.; COX, D. H.; HAINES, C. H.; DAVIES, G. K. Evaluation of the liver biopsy technique for mineral nutrition studies with beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 22, n. 3, p. 733-7, 1963.

CORAH, L. H.; IVES, S. The effects of essential trace minerals on reproduction in beef cattle. **Veterinary Clinics of North America**, Food Animal Practice, Beef Cattle Nutrition, v. 7, n. 1, p. 41-57, 1991.

DAYRELL, M. S. Teores de minerais nos tecidos animal, plantas e solos do Brasil. **Documentos**, n.24, Abril, 1986, Embrapa, 37 p.

DAYRELL, M. S.; LOPES, H. O. S.; SAMPAIO, I. B. M.; DÖBEREINER, J. Fatores a serem considerados na interpretação de valores analíticos de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 8, p. 43-7, 1973.

FERNANDES, N. S.; SANTIAGO, A. M. H. Níveis de cobre em pastagens do Estado do Mato Grosso. **O Biológico**, v. 38, p. 358-60, 1972.

FERNANDES,N.S.; CAMARGO,W.V.A. Projetos de pesquisa de minerais em ruminantes em projetos agropecuários na região da Amazônia. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA DE NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1976, Belo Horizonte. **Proceedings...**, 1976. p. 309-324.

FICHTNER, S.S; JARDIM, E.C.; LOPES, H.O.S.; VIANA FILHO, A. Interrelação do cobre hepático e sérico em bovinos. **Anais Escola de Agronomia e Veterinária**, v.18, n.1, p.117-120, 1988.

FICK, K. R.; McDOWELL, L. R.; MILES, P. H.; WILKINSON, N. S.; FUNK, J. D.; CONRAD, J. H. **Methods of mineral analysis for plant and animal tissues**. 2nd ed. Gainesville: University of Florida, 1979. 90p.

GIL, S.; HEVIA, S.; DALLORSO, M.; RESNISKY, S. Selenium in bovine plasma, soil and forage measured by neutron activation analysis. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.2, p.264-266, 2004.

GUIMARÃES, A. M.; SALIBA, E. O. S; RODRIGUEZ, N.M.; MOREIRA, P. K. Variação sazonal de vitamina A, macro e microelementos no capim , fígado de

- novilhas Nelore, criadas em pastagens de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v 44(1), p 57-66, 1992.
- GRAHAM, T.W. Trace elements deficiencies in cattle. **Veterinary Clinics of North America**, v.7, n.1, 1991.
- HOFF, B.; SCHRIER,N.; BOERMANS, H.; FAULKNER, H.; HUSSEIN, A. Assessment of trace mineral and vitamin E status beef cows in Ontario. **Canadian Veterinary Journal**, v.42, p. 384- 385, 2001.
- HOUSER,R.H; FICK, K.R.; McDOWELL, L.R. O cobalto na nutrição de ruminantes. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1976, Belo Horizonte. **Anais....** Escola de Veterinária da UFMG, 1976. p.193-201.
- JOHNSON, A. B.; SOCHA, M. T. Effects of trace minerals in ruminants. In: CONGRESSO DE MEDICINA BOVINA, 5, 1998, Stiges. **Anais...**, 1998. p.137-63.
- KANEKO,J.J. **Clinical biochemistry of domestical animals**. 4° edition, San Diego, Academic Press, 1989, 932 p.
- LEBDOSOEKOJO, S.; AMMERMAN, C. B.; RAUN, N. S.; GOMEZ, J.; LITTELL, R. C. Mineral nutrition of beef cattle grazing native pastures on the eastern plains of Colombia. **Jornal of Animal Science**, v. 51, n. 6, p.1249-60, 1980.
- LISBOA, J. A. N., KUCHEMBUCK M.R.G., KOHAYAGAWA A., BONFIM S.R. M.; SANTIAGO A. M. H.; DUTRA I. S. Resultados de Patologia Clínica e Dosagens de Elementos Minerais em Bovinos Acometidos pelo Botulismo Epizoótico no Estado de São Paulo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.16, n.4, p.91-97, 1996.
- LOPES, H.O.S; FICHTNER,S.S.;JARDIM,E.C.;COSTA,C.P.; MARTINS,W. Teores de cobre e zinco em amostras de solos, forrageiras e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, v.32, n.2, p.151-169, 1980 a.
- LOPES, H.O.S; FICHTNER, S.S.; JARDIM, E.C.; COSTA, C.P.; MARTINS, W. Composição mineral de amostras de solo, forragem e tecido animal da micro região Mato Grosso de Goiás – I. cálcio, fósforo, magnésio e potássio. **Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG**, v.32,n.2, p.161-174, 1980 b.
- LUCCI, C.A.; MOXON. A.L.; ZANETTI, M. A.; FUKUSHIMA,R.S., SCHALCH,E. & PETTINATI,R.L. Selênio em bovinos leiteiros no Estado de são Paulo. I. Níveis de selênio em soros sangüíneos. **Revista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia**. USP, v 21, n.1, p. 65-70, 1984 a.

- LUCCI, C. S. ; MEXON, A. L. ; ZANETTI, M. A. et al. Selenio Em Bovinos Leiteiros do Estado de Sao Paulo. II. Níveis Selenio em Forragens e Concentrados. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 21, n. 1, p. 71-76, 1984 b.
- MARQUES,A.P.;RIETCORREA,F.;SOARES,M.P.;ORTOLANI,E.L.;GIULIODORI,M.J. Mortes súbitas em bovinos associadas à carência de cobre. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.23, n.1, p.21-32, 2003.
- MCDOWELL, L. R.; CONRAD I. H. Trace mineral nutrition in Latin America. **World Animal Review**, n. 24, p. 24-33, 1977.
- MCDOWELL, L. R.; **Minerals in animal and human nutrition**. academic Press, San Diego: 1992, 424 p.
- MCDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**, 3ª ed., 1999, 92 p.
- MENDES, M.O.; CONRAD, J.H.; AMMERMAN, C.B.; Teores de minerais em bovinos de corte do estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.4, n.3, p.25 -30,1981.
- MENDES, M.O.; CONRADE, J.H; HOUSER, R.H; McDOWELL, L.R. Viabilidade da Técnica de Biópsia na determinação dos teores de certos minerais em bovinos. **Arquivos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**,v.5,n.1,p.55-60,1982.
- MORAES, S.S.; SILVA, G.N.; DÖBEREINER, J. Microelementos minerais e a “Cara inchada” dos Bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.14, n.1, p. 25-33, 1994.
- MORAES, S.S.; SINN, H.R.; HABERMEHL, G.; TERNES, W.; CAMPOS, R.C. Determinação de selênio em fígado bovino pela técnica de geração de hidretos espectrofotometria de absorção atômica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.11, p.1347-1353, 1995.
- MORAES, S.S. Avaliação das concentrações de zinco, manganês e ferro no fígado de bovinos e ovinos de várias regiões do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.18, n.3-4,1998.
- MORAES, S.S.; TOKARNIA,C.H.; DÖBEREINER,J.; Deficiências e desequilíbrios de microelementos em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.19, n.1, p.19-33, 1999.
- MORAES, S.S. Importância da Suplementação Mineral para Bovinos de Corte. **Documentos**, n.114, dezembro, 2001, Embrapa, 26 p.
- MORAIS, M.G.; GONÇALVES, L.C.; LOPES, H.O.S.; COSTA, M.V.F; NUNES, A.B. Variação Sazonal de Eletrólitos no sangue de vacas aneloradas sob pastejo

contínuo de *Brachiaria decumbens*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 52, n.2, p.105 -111, 2000.

MULLIS, L. A., SPEARS, J.W., McCRAW. R.L. Effects of breed (Angus vs Simmental) and copper and zinc source on mineral status of steers fed high dietary iron. **Journal of Animal Science**, v.81, p. 318-322, 2003.

NICODEMO, M.L.F.; MORAES, S.S.; ROSA, I.V.; MACEDO, M.C.M.; THIAGO, L.R.L.S; ANJOS,C.R. Uso de Parâmetros Ósseos, Plasmáticos e Fecais na determinação da Deficiência de Fósforo em Bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.840-847, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL **Nutrient Requirements of Beef Cattle: Seventh Revised Edition: Update 2000**, National Academy Press, 2000. 276 p.

ORTOLANI, E.L. A deficiência de selênio nos animais domésticos do Brasil. **A Hora Veterinária**, v.9, n. 52, p. 14-18, 1989.

PEARSON, E.G.; CRAIG, A.M. The diagnosis of Liver Disease in Equine and Food Animals. **Modern Veterinary Practice**, v. 63, n. 3, p. 233-237, 1980

PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Minerais para ruminantes. SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 1985, Piracicaba. **Anais...FEALQ**,1985.145p.

POTT, E. B.; BRUM, A.R.P.; ALMEIDA,I.L.; COMASTRI,J. A. DYNIA,J.F. Nutrição Mineral de Bovinos de Corte no Pantanal Mato-grossense. I. Levantamento de macronutrientes na nhecolândia (Parte Central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 22, n.9/10, p. 1093-1109, 1987.

POTT, E. B.; POTT, A. Níveis de nutrientes em plantas não gramíneas pastejadas por bovinos na sub região dos Paiaguás, do Pantanal Mato-Grossense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 11/12, p. 1293-1299, 1987.

POTT, E. B.; ALMEIDA, I. L.; BRUM, P.A.R.; FILHO, J. A. C.; POTT, A.; DYNIA, J. F. Nutrição mineral de bovinos de corte no pantanal Mato-grossense: 2. Micronutrientes na Nhecolândia (Parte Central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.1, p. 109-26, 1989 a .

POTT, E. B.; BRUM, P. A. R.; POTT. A; ALMEIDA. I. L.; FILHO. J. A . C.; TULLIO, R.R. Nutrição mineral de bovinos de corte no pantanal Mato-grossense. IV. Levantamento de micronutrientes no Baixo Piquiri. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n.1, p 1369-80, 1989 b.

POTT, E. B.; BRUM, P. A. R.; POTT, A; ALMEIDA, I. L.; FILHO, J. A . C.; TULLIO, R.R. Nutrição mineral de bovinos de corte no pantanal Mato-grossense. IV. Levantamento de macronutrientes no Baixo Piquiri. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n.1, p 1361-68, 1989 c.

POTT, E.B.; BRUM, P.A.R.; ALMEIDA, I.L.; COMASTRI, J.A.; POTT, A. Nutrição mineral de bovinos de corte no pantanal Mato-grossense. V. Levantamento de macronutrientes na sub-região de Aquidauana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.11,p.1381-1395, 1989d.

POTT, E.B.; COMASTRI, J.A.; ALMEIDA, I.L; BRUM,P.A.R.; POTT, A. Nutrição mineral de bovinos de corte no pantanal Mato-grossense. VI. Levantamento de micronutrientes na sub-região de aquidauana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol 24, n.11, p1397-1411, 1989 e.

PRESTES, D.S.; FILLAPI, A.R.; FINAMOR, L.F.; BARCELLOS,A.R.; CECIM, M. Níveis Plasmáticos e ósseos de cálcio e fósforo em vacas de corte suplementadas e não suplementadas com minerais. **Archives of Veterinary Science**, v.8, n.1, p. 49-53, 2003.

PRESTES, D.S.; FILLAPI, A.R.; CECIM,M. Estado mineral de bovinos de corte em rebanhos suplementados no centro-oeste do Rio Grande do Sul. **Archives of Veterinary Science**, v.9, n.1, p. 17-21, 2004.

SANTIAGO, A.M.H; CARVALHO, P.R.; FERRARI, C.I.L.; MAZIERO, D.S.; ALVES, M.I.F. Níveis minerais em gramíneas utilizadas por bovinos de corte na região de Araçatuba, Estado de São Paulo – Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.60, n.1/2, p.13-28, 1993.

SHIRLEY, R.L.; CARVALHO, J.H. A água como fonte de minerais. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1976, Belo Horizonte. **Anais....** Escola de Veterinária da UFMG, p. 34-50, 1976.

SOUSA, J.C.; CONRAD, J.H.; BLUE, W.G.; McDOWELL, L.R.; Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal.1. Cálcio e fósforo **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.14, n.4, p.387-395, 1979.

SOUSA, J.C.; CONRAD, J.H.; McDOWELL, L.R.; AMMERMAN, C.B.; BLUE, W.G. Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal.2. Cobre e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.15, n.3, p.335-341, 1980.

SOUSA, J.C.; CONRAD, J.H.; MCDOWELL, L. R.; AMNERMAN, C.B.; BLUE, W.G. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 3. Manganês, Ferro e Cobalto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.16, n.5, p. 739-746, 1981.

SOUSA, J. C.; CONRAD, J.H.;MOTT,G.O; MCDOWELL, L. R.; AMNERMAN, C.B.; BLUE, W.G.; Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, n.1, p. 11-20, 1982.

SOUSA, J. C.; GOMES, R. F.C.; REZENDE, A. M.; ROSA, I. V. CARDOSO, E. G.; GOMES, A.; COSTA. F.P.; OLIVEIRA, A. R. COELHO NETO, L.; CURVO, J. B. E. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagens de capim colônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.18, n.3, p 311-8, 1983.

SOUSA, J. C.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. I. Zinco e cobalto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 11, p. 1309 -1316, 1985.

SOUSA, J.C., GOMES,R.F.C;SILVA,J.M.;EUCLIDES,V.P.B. Suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens adubadas de capim colônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.2, p.259-269,1985.

SOUSA J. C.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. II. Ferro e Manganês. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 21, n. 7, p. 763-769, 1986.

SOUSA, J.C.; GONÇALVES, E.M.; VIANA,J.A.C.; DARSIE,G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. III - Cálcio e Fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, n.12 p.1327-1336, 1986.

SOUSA, J.C.; GONÇALVES, E.M.; VIANA, J.A.C.; DARSIE, G.Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. IV – Magnésio, sódio e potássio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.1 p.89-98, 1987.

SOUSA, J. C.; NICODEMO, M. L. F.; DARSIE, G. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. V. Cobre e Molibdenio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 12, p. 1547-54, 1989.

SPEARS,J.W. Trace Mineral Bioavailability in Ruminants. **The Journal of Nutrition**, 133, p. 1506S -1509S, 2003.

- SUBRAMANIAN, K.S. Determination of metals in biofluids and tissues: sample preparation methods for atomic spectroscopic techniques. **Spectrochimica Acta**, part B 51, 291-319, 1996.
- TOKARNIA, C.H.; GUIMARÃES, J.A.; CNELLA, C.F.C., DÖBEREINER, J. Deficiências de cobre e cobalto em algumas regiões do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira Série Veterinária**, v.6, p.61-77, 1971.
- TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; MORAES, S. Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1/2, p. 1-16, 1988.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; MORAES, S.S.; PEIXOTO, P.V. Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos – revisão dos estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.19, n.2, p.47-62, 1999.
- TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 127-38, 2000.
- UNDERWOOD, E. J. **Trace elements in human and animal nutrition**. 4ed. New York: Academy Press, 1977. 545 p.
- UNDERWOOD, E. J. **Los minerales en la nutrición del ganado**. 2ª ed. Zaragoza: Editorial Acribia, 1983, 210 p.
- UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 3rd ed. CABI Publishing, 2001, 614 p.
- VALLE, S.F.; GONZÁLES, F.D.; ROCHA, D.; SCALZILLI, H.B.; CAMPO, R.; LAROSA, V. L. **Brasílian Journal of Veterinary Research and Animal Science**. v.40, suplemento 1, p. 47-53, 2003.
- VITTI, D. M. S. S.; ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C. S.; AMBROSANO, E. J. Métodos para o diagnóstico da deficiência de fósforo em ruminantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, n.6, p. 645-651, 1988.
- WARD, J.D.; SPEARS, J.W.; KEGLEYE, B. Effect of Copper Level and Source (Copper Lysine vs Copper Sulfate on Copper Status, Performance, and Immune Response in Growing Steers Fed Diets With or Without Supplemental Molybdenum and Sulfur. **Journal of Animal Science**, v.71, p. 2748-2755, 1993.