

PERFIL MINERAL DE BOVINOS NA REGIÃO DO MÉDIO PARAÍBA, RIO DE JANEIRO, BRASIL*

Ana Paula Lopes Marques¹⁺, Rita de Cássia Campbell Machado Botteon², Estelle Barreto de Amorim³, Paulo de Tarso Landgraff Botteon² e Ricardo Erthal Santelli⁴

ABSTRACT. Marques A.P.L., Botteon R. de C.C.M., de Amorim E.B., Botteon P. de T.L. & Santelli R.E. [**Mineral profile of cattle in the region of the Middle Paraíba, Rio de Janeiro, Brazil**]. Perfil mineral de bovinos da região do Médio Paraíba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Medicina Veterinária*, 35(4):311-317, 2013. Departamento de Medicina e Cirurgia Veterinária, Instituto de Veterinária, Universidade Federal do Rio de Janeiro, BR 465, km 07, Seropédica, 23851-900, RJ, Brasil. E-mail: marquesapl@ufrj.br

In the state of Rio de Janeiro, studies conducted over many years show copper deficiency as the most common, and also show low values of cobalt and zinc in biological samples from cattle. In 2009 a survey was made of the probable mineral deficiencies in the Middle Paraíba, Rio de Janeiro, Brazil. Through visits to twenty farms and interviews with farmers, there was an initial diagnosis of the problem. At this stage the manifestations reported by the owners interviewed and highlighted in situ suggested the deficiencies of phosphorus, cobalt, zinc, sodium and copper, and were shown demonstrations of the nonspecific signs (abortions, retention of fetal membranes, and stunted growth of calves). In seven properties in which animals manifesting signs of mineral deficiency blood samples were collected to obtain serum of cattle (cows and calves) in two periods: May / June (winter in the region) and November / December (spring in the region). Serum levels of minerals Mg, Fe and Mn were normal in both seasons in all samples analyzed. Ca, Na, K, Co, Cu and Zn were reduced and P stood with values above those considered physiological. Cows compared to calves had lower serum K and Zn and, in relation to the seasons, the serum levels of Co, Fe and Mn were lower at the beginning of the rainy season while Mg and K had the lowest values in early dry season.

KEYWORDS. Deficiency, minerals, livestock, nutrition, management.

RESUMO. No Estado Rio de Janeiro, estudos conduzidos ao longo de vários anos apontam a deficiência de cobre como a mais comum, além de evidenciarem valores baixos de cobalto e zinco em amostras biológicas de bovinos. Em 2009 foi realizado um levantamento de prováveis deficiências minerais na região do Médio Paraíba, RJ, Brasil.

Através de visitas a 20 propriedades rurais e entrevistas aos pecuaristas, realizou-se um diagnóstico inicial do problema. Nesta etapa as manifestações relatadas pelos proprietários entrevistados e evidenciadas *in loco* sugerem as deficiências de fósforo, cobalto, zinco, sódio e cobre, bem como foram evidenciadas manifestações e sinais inespe-

*Recebido em 10 de maio de 2012.

Aceito para publicação em 8 de agosto de 2013.

¹ Médica-veterinária. Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), BR 465, Km 7, Seropédica, RJ 23851-900, Brasil. +Autora para correspondência. E-mail: marquesapl@ufrj.br - bolsista CAPES.

² Médico-veterinário. DSc. Departamento de Medicina e Cirurgia Veterinária, IV, UFRRJ, BR 465, Km 7, Seropédica, RJ 23851-900. E-mail: rbotteon@ufrj.br; pbotteon@ufrj.br

³ Curso de Medicina Veterinária, IV, UFRRJ, BR 465, Km 7, Seropédica, RJ 23851-900. E-mail: estellevet@gmail.com

⁴ Farmacêutico, DSc. Departamento de Química Analítica, Centro de Tecnologia, Bloco A, Sala 517, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Av. Athos da Silveira Ramos, 149, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ 21941-909, Brasil. E-mail: resantelli@globo.com

cíficos (abortos, retenção de placenta e crescimento retardado de bezerros). Em sete propriedades em que os animais manifestavam sinais de deficiências minerais foram coletadas amostras de sangue para obtenção de soro de bovinos (vacas e bezerros) em duas épocas do ano: maio/junho (inverno na região) e novembro/dezembro (primavera na região). Os níveis séricos dos minerais Mg, Fe e Mn foram normais em ambas as estações em todas as amostras analisadas. Ca, Na, K, Co, Cu e Zn apresentaram-se reduzidos e o P se destacou com valores acima dos considerados fisiológicos. As vacas em relação aos bezerros apresentaram menores valores séricos de K e Zn e, em relação às estações do ano, os níveis séricos de Co, Fe e Mn foram mais baixos no início da estação chuvosa enquanto que Mg e K tiveram os menores valores no início da estação seca.

PALAVRAS-CHAVE. Deficiência, minerais, rebanhos, nutrição, manejo.

INTRODUÇÃO

Segundo o IBGE (2010), a atividade predominante na região do Médio Paraíba é a pecuária extensiva, contribuindo para o estado com 13,08% do rebanho efetivo (277.806/2.124.243 de cabeças), 11,35% de vacas ordenhadas (47.917/422.087 de cabeças) e 15,78% da produção de leite (76.188/483.129 mil litros). Primeiramente o plantio do café e nas últimas décadas a pecuária extensiva propiciaram a perda da cobertura vegetal o que resultou em empobrecimento do solo, com perda de matéria orgânica e de nutrientes que seriam utilizados para o desenvolvimento de forragens e posteriormente pelos animais (Menezes 2008).

As mais prováveis deficiências de elementos minerais em condições de pastagens tropicais são Ca, P, Na, Co, Cu, I, Se e Zn (Conrad et al. 1999). No Brasil as deficiências de Cu, Co e P são as mais importantes para bovinos (Tokarnia et al. 2000).

No Rio de Janeiro, estudos conduzidos ao longo de vários anos apontam a deficiência de Cu como a mais comum, além de evidenciarem valores baixos de Co e Zn nas amostras analisadas (Tokarnia et al. 2010). A deficiência de P foi relacionada por Moraes et al. (1999). As informações disponíveis limitam-se ao diagnóstico de deficiências isoladas e a análise de elementos minerais em amostras coletadas de bovinos afetados por doenças diversas, sobretudo de animais usados na experimentação com plantas tóxicas.

Para Tokarnia et al. (2010), o diagnóstico definitivo das deficiências minerais de um rebanho, fazen-

da ou região deve contemplar além do histórico do rebanho, a determinação da concentração dos minerais em amostras de tecidos (sangue, fígado e osso) e sempre que possível, a confirmação pela avaliação da resposta à suplementação do mineral ou minerais diagnosticados como deficientes, devendo-se ainda, descartar doenças crônicas e parasitismos.

Apesar de pouco utilizado para o estudo das deficiências e desequilíbrios minerais, o estudo do perfil metabólico através de análises laboratoriais em fluidos biológicos pode ser uma ferramenta útil para o diagnóstico, sobretudo das deficiências marginais de um ou mais minerais (González & Scheffer 2002). Tokarnia et al. (2000) sustentam que as determinações de minerais em tecidos ou aferição de indicadores metabólicos relacionados em fluidos dos animais são preferíveis às análises do solo e planta por demonstrarem mais acuradamente o equilíbrio dos elementos no organismo.

Com o objetivo de contribuir com o estudo das carências minerais no Estado do Rio de Janeiro, foi estabelecido o presente trabalho, através do qual se buscou identificar evidências da ocorrência de deficiências minerais em rebanhos bovinos leiteiros na região do Médio Paraíba fluminense, Estado do Rio de Janeiro, em relação ao perfil mineral (macro e micronutrientes) dos animais.

MATERIAL E MÉTODOS

Cerca de 960 questionários previamente testados, contendo dados relativos a manifestações clínicas de deficiências minerais foram encaminhados, em envelopes nominiais, aos fornecedores de leite de Cooperativas e Laticínios que atendem a região do Médio Paraíba fluminense, abordando os produtores de leite de 12 municípios: Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheiral, Valença, Rio das Flores, Pirai, Barra do Pirai e Rio Claro. A devolução dos questionários foi voluntária, e a captação realizada pelas respectivas Cooperativas e Laticínios, tendo-se estabelecido o prazo de 60 dias para recolhimento dos mesmos. Das propriedades com questionários devolvidos (n=68), foram selecionadas 20 para avaliação *in loco* e confirmação dos sinais clínicos informados através dos questionários.

As manifestações de deficiências mais frequentemente informadas e identificadas associadas à localização, foram utilizadas como critérios de seleção das propriedades de forma a manter uma distribuição relativamente homogênea e abrangente da região em estudo.

Em seguida, das propriedades em que se confirmou a ocorrência das manifestações informadas, determinou-se por sorteio, sete propriedades para coletas de soro sanguíneo de vacas e bezerros, em dois períodos: início da estação seca (maio e junho) e início da estação chuvosa (outubro e novembro de 2009) na região.

Amostras de sangue de 110 bovinos (86 vacas e 24 bezer-

ros) foram coletadas por punção da veia coccígea para vacas e jugular para bezerros, em frascos de 10 ml sem anticoagulante, com identificação da propriedade e do animal e respeitando-se as exigências dos métodos analíticos. Foram mantidas refrigeradas durante o transporte até o Laboratório de Pesquisas Clínicas do Instituto de Veterinária (UFRRJ) onde foram centrifugadas para obtenção de soro. Estes foram mantidos em freezer a 80 °C negativos até o momento das análises. Amostras hemolisadas foram descartadas.

As análises dos macro e micronutrientes minerais (Ca, P, Mg, Na, K, Co, Cu, Fe, Mn e Zn) foram realizadas pelo Grupo de Espectroanalítica e Automação Ambiental do Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense (UFF), utilizando-se um espectrômetro de emissão ótica com fonte de plasma indutivamente acoplado (ICP OES) sequencial, da marca Horiba Jobin Yvon (Longjumeau, França), modelo Ultima 2, equipado com o mostrador automático AS 421. As aquisições de dados foram feitas pelo software Analyst JY 5.4.

Os teores de macro e micronutrientes séricos foram submetidos à análise estatística utilizando-se as médias e os desvios padrões, e os valores entre vacas e bezerros e momentos de coleta foram comparados pelo teste T a 95% de confiança ($p>0,05$) e discutidos em relação aos valores de referência encontrados na literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os menores valores séricos de cálcio (Ca) foram encontrados em Rio Claro e Quatis, abaixo da média geral (6,85mg/dl) e subnormais segundo Wittwer et al. (1987), González (2000) e Marques (2004). Os bezerros apresentaram níveis mais elevados (7,44±3,06 mg/dl), e dentro da normalidade segundo Suttle (2010) e Grande & Santos (2003), porém sem diferença significativa ($p=0,12$) em relação às vacas (6,69±1,75 mg/dl). Para vacas e bezerros, em relação à época do ano as médias foram maiores no início da estação chuvosa (6,92±1,45 mg/dl), sem diferença significativa ($p=0,76$) em relação ao início da seca (6,69±2,61 mg/dl), com níveis baixos nas duas épocas do ano.

Nas vacas a calcemia foi baixa em junho (6,79 mg/dl) e novembro (6,92 mg/dl), que correspondem na área estudada, respectivamente ao início do inverno e primavera, em semelhança com relatos de Wunsch et al. (2006) que encontraram valores de Ca sérico mais altos no final do inverno e início da primavera, quando as pastagens apresentavam-se em elevado estágio de maturidade. Em vacas valores séricos de Ca abaixo da normalidade não são incomuns e já foram relatados no Brasil por Souza et al. (1982), Moraes et al. (2001), Morais et al. (2000) e por Heringer & Jacques (2002), podendo ser relacionada à alta demanda do mineral para lactação (Radostitis et al. 2002).

Tokarnia et al. (2000, 2010) ressaltaram em relação aos animais criados a pasto, a improvável deficiência de Ca justificada pelo seu alto teor na maioria das gramíneas, em todas as épocas do ano. Suttle (2010) destacou que o Ca sanguíneo é relativamente constante, variando dentro de limites estreitos devido ao controle homeostático rigoroso e eficiente.

Para justificar os valores normais e baixos, respectivamente nos bezerros e vacas, em ambos os períodos de coleta, deve-se considerar o metabolismo das vacas leiteiras. Como foram amostradas vacas em diferentes fases de lactação, a alta demanda de Ca para produção de leite pode justificar a hipocalcemia, que pode ser clínica ou subclínica (Radostitis et al. 2002). A lactação provoca um grande aumento na movimentação do Ca do sangue para o leite com conseqüente mobilização de reservas corporais (Cunningham 2004). Desta forma os níveis séricos de Ca não refletem o balanço nutricional desse elemento (González & Scheffer 2002).

Como os solos da região em estudo são caracterizados como ácidos (Silva 2002) o excesso de Fe pode interferir na absorção de Ca (Tokarnia et al. 2010).

Além do Ca, outros minerais como P, Mn, Cu, I e Se, quando em níveis deficientes na dieta podem afetar a produção (Barbosa et al. 2008) e justificam as alterações ósseas, o crescimento lento e a baixa produção de leite (Tokarnia et al. 2010) informados pelos pecuaristas e evidenciados *in loco* em algumas propriedades.

Os rebanhos de todas as propriedades estudadas evidenciaram valores médios elevados (12,01 mg/dl) de P que correspondem a hiperfosfatemia (Wittwer et al. 1987, González 2000, Marques 2004, Ricco 2004, Suttle 2010). Em semelhança com o Ca, valores mais baixos de P foram registrados nas vacas (11,79±3,10 mg/dl), mas sem diferença significativa ($p=0,22$) em relação aos bezerros (12,80±4,73 mg/dl).

Na população estudada, 96,36% dos animais apresentaram valores séricos de P no intervalo de 9,46 a 18,74 mg/dl, sendo estes superiores aos descritos como fisiológicos para a espécie. Em relação à época do ano não houve diferença significativa ($p=0,40$) entre o final da estação chuvosa (11,73±3,93 mg/dl) e o final da estação seca (12,30±3,04 mg/dl), discordando da diferença evidenciada por Tokarnia et al. (1970) onde os níveis foram significativamente maiores na época das chuvas.

Também Wunsch et al. (2006) registraram teores mais altos de P no final da primavera (chuvas) e uma tendência de queda desses valores no outono e no inverno. Esses resultados estão de acordo com observações de Coates (1990), de que as concentrações de P declinam com o avanço da maturidade das plantas. Segundo Suttle (2010), as maiores concentrações de P ocorrem nas fases iniciais e nos períodos de maior crescimento das plantas, situação típica da primavera. Esperava-se, portanto uma diferença mais marcante nos valores séricos desse elemento em relação às estações do ano.

Destaca-se que das sete propriedades em que foram coletadas amostras de sangue, três tinham histórico de osteofagia confirmada *in loco*. Outros sinais relatados são em parte semelhantes aos descritos por Tokarnia et al. (1970) ao estudarem a hipofosforose. Aberrações do apetite são comuns nas deficiências, em especial de Co e P. Maynard et al. (1984) observaram que a carência de P altera o apetite e induz os animais à ingerirem ossos, pedras, paus e outras substâncias. O emagrecimento seria secundário à combinação das deficiências de energia, proteína e P.

A hiperfosfatemia contraria as evidências clínicas de deficiência de P nas propriedades estudadas. A associação de hipocalcemia e hiperfosfatemia pode, em parte, ser justificada pela suplementação com alimentos concentrados com alto conteúdo de P e baixo conteúdo de Ca (González 2000). Porém, é importante considerar que a concentração de P no soro varia em proporção inversa com a concentração de Ca (Coles 1968).

A média geral (2,16 mg/dl) evidenciou valores normais de Mg na região (González 2000, Marques 2004, Suttle 2010), sem diferença significativa ($p=0,35$) entre vacas (2,19±0,67 mg/dl) e bezerros (2,04±0,91 mg/dl), mas com diferença significativa em relação às épocas do ano ($p=0,04$). Valores mais elevados no início das chuvas (24,51±8,03 mg/dl) confirmam a incorporação do Mg à medida que a planta amadurece (Suttle 2010) e a condição incomum da deficiência desse mineral (Radostits et al. 2002). Contudo em estudo conduzido por Wunsch et al. (2006) com a finalidade de avaliar os teores dos macrominerais, em diferentes épocas do ano, em relação às necessidades nutricionais de bovinos de corte, os teores de Mg foram baixos para vacas em gestação e lactação.

A pequena variação observada nos teores de Mg no decorrer do ano parece concordar com a afirma-

ção de Suttle (2010) de que as concentrações deste mineral aumentam com a maturidade da planta, mas em menor proporção que as de outros minerais de forma a atender as necessidades dos animais em todos os períodos.

Os menores teores de Na foram encontrados em Pirai, Rio Claro e Quatis, abaixo da média geral (365,31mg/dl), subnormais segundo González (2000) e Grande & Santos (2003), sem diferença significativa ($p=0,1$) para vacas (356,8±86,3 mg/dl) e bezerros (395,9±151,6 mg/dl), mas normais para bezerros e vacas segundo Suttle (2010).

Segundo González (2000) e Grande & Santos (2003) o Na foi baixo no soro dos animais nas duas épocas do ano, sem diferença significativa ($p=0,8$) quanto ao início da estação chuvosa (368,0±100,6 mg/dl) e início da seca (362,7±108,9 mg/dl). Por outro lado, para Suttle (2010), esses valores estão dentro da normalidade.

De acordo com Tokarnia et al. (2000, 2010), a deficiência de Na é a de mais ampla distribuição no Brasil. Baixos níveis de Na e K (Barbosa et al. 2008) podem causar perda de apetite e de peso, resultar em má qualidade da pelagem e reduzir a produção de leite, sinais estes relatados pelos proprietários e visualizados durante as visitas. Destaca-se que muitos produtores relataram “fome excessiva por sal”. Um produtor relatou não evidenciar diferenças importantes em relação ao fornecimento exclusivo de sal, comparativamente a diferentes misturas minerais, sendo provável que esta seja a única deficiência no rebanho em questão.

Na média geral (22,64 mg/dl) segundo González (2000) e Suttle (2010), os valores séricos de K foram baixos, estando as vacas mais deficientes (21,78±6,54 mg/dl) que os bezerros (25,74±10,15 mg/dl), com diferença significativa ($p=0,02$). As médias foram baixas em ambas as estações e menores no início da seca (20,84±6,76 mg/dl), com diferença significativa ($p=0,01$) em relação ao início da estação chuvosa (24,51±8,03 mg/dl). É descrito que na deficiência de Na há elevação dos valores séricos de K (González 2000) ou que o excesso de potássio pode reduzir drasticamente o sódio das forrageiras (McDowell 1999), condições estas não evidenciadas nesse trabalho.

Em todas as propriedades foram evidenciados valores muito baixos de Co no soro sanguíneo de animais adultos e jovens (média 0,01 ppm), com diferença significativa ($p=0,001$) no início da seca (0,009±0,004 ppm) em relação ao início das chuvas

(0,007±0,002 ppm), mas igualmente baixos segundo González (2000) e Suttle (2010) nas duas épocas.

Vários fatores podem ser responsáveis por níveis baixos de Co nos tecidos animais, o que por sua vez, pode afetar o metabolismo da Vitamina B₁₂. O excesso de Fe e Mn associado a acidez do solo, comuns nesse estudo pode, conseqüentemente, levar a deficiências de Cu, Co e Zn, pela formação de quelatos com a matéria orgânica e indisponibilização do Co para o gado (Suttle 2010). Destaca-se que diferentemente dos animais, este não é um mineral essencial para as plantas de forma que sua deficiência no solo não interfere no desenvolvimento das plantas (Radostitis et al. 2002).

A deficiência de Co se assemelha a deficiência de vitamina B₁₂, energia e proteína sendo evidenciada por perda gradual e progressiva de apetite, diminuição do crescimento ou perda de peso, baixa eficiência reprodutiva, apetite depravado, anemia severa, emaciação e morte, além da impossibilidade de criar bovinos em determinados pastos em que só equinos se desenvolvem bem (Radostitis et al. 2002). No conjunto, esses sinais foram evidenciados *in loco*, em três propriedades, podendo estar associados a deficiência desse elemento (McDowell 2003, Barbosa et al. 2008, Brito et al. 2009).

González (2000), Tokarnia et al. (2000), McDo (2003) já destacavam a relevância da deficiência de Co, pela gravidade dos sinais clínicos e frequência com que ocorre. Essa deficiência já foi diagnosticada por Tokarnia et al. (1971) no Rio de Janeiro em três animais de duas propriedades nos municípios de Barra do Piraí, área de abrangência desse estudo e onde a deficiência foi identificada.

A forma conclusiva para diagnosticar a deficiência de Co é com base na resposta dos animais à administração do elemento (González 2000, Timm 2001, Tokarnia et al. 2010), o que já vinha sendo realizado na propriedade de Quatis, mas ainda com valores muito baixos no soro dos animais.

Em todas as propriedades os animais apresentaram valores de Cu abaixo dos limites fisiológicos descritos por González (2000), Domingues et al. (2001), Grande & Santos (2003) e Suttle (2010), exceto os bezerros em Porto Real na estação chuvosa. No início da estação seca (0,42±0,14 ppm) as médias foram ligeiramente menores, sem diferença significativa (p=0,44) em relação ao início das chuvas (0,45±0,17 ppm). Também não houve diferença significativa (p=0,28) entre vacas (0,43±0,12 ppm) e bezerros (0,46±0,24 ppm).

Segundo Prohaska (1990), altos teores de Al, Fe e Mn nos solos e/ou plantas podem estar relacionados com as manifestações clínicas de deficiência de Cu observadas. O excesso de Fe ou Zn nos pastos também pode ser prejudicial à assimilação de Cu pelos animais (Marques et al. 2003), e estes elementos são altos em solos com erosão e degradados (Silva 2002) como os da região (IBGE 2010). No Rio Grande do Sul, a morte de bovinos apresentando sinais de deficiência de Cu foi relacionada não especificamente à concentração baixa desse elemento nas pastagens, mas à elevada concentração de Fe e à ocasional elevação do S (Marques et al. 2003).

Anemia, diarreia, redução de crescimento, mudança na coloração e estrutura dos pelos, infertilidade temporária e fragilidade dos ossos longos que se quebram com facilidade (McDowell et al. 1999, Barbosa et al. 2008) são manifestações relacionadas à deficiência de Cu. Estes sinais, exceto fraturas, foram evidenciados nas propriedades em estudo.

Concordando com as observações de que no Brasil os solos e as pastagens são muito ricos em Fe e a deficiência desse elemento não ocorre em bovinos em condições de pasto (Tokarnia et al. 2000), a média para todos os animais (1,73 ppm) foi normal segundo Suttle (2010), González (2000) e Domingues et al. (2001) e sem diferença significativa (p=0,07) entre vacas (1,66±0,79 ppm) e bezerros (1,99±0,84 ppm).

No final da estação chuvosa (1,89±0,95 ppm) os níveis de Fe estiveram mais altos em relação ao final da estação seca (1,56±0,59 ppm), com diferença significativa (p=0,03), mas ambas em níveis normais. Em Piraí (2,5 ppm), Barra do Piraí (3,0 e 2,7 ppm) e Rio das Flores (2,6 ppm) os teores ficaram acima dos considerados normais para a espécie (Suttle 2010, González 2000).

Radostits et al. (2002) apontam a deficiência de Cu como limitante da absorção e aproveitamento do Fe. Moraes et al. (1999) evidenciaram altos valores de Fe, sobretudo em animais com baixos valores de Cu.

Segundo Suttle (2010) os valores obtidos no soro sanguíneo de bovinos para o Mn foram normais. A média geral foi 0,05 ppm e sem diferença significativa (p=0,92) para as vacas (0,048±0,021 ppm) e bezerros (0,049±0,015 ppm). Nas duas estações os níveis estiveram normais embora mais altos no final da estação chuvosa (0,054±0,025 ppm) em relação ao final da seca (0,043±0,008 ppm), com diferença significativa (p=0,003).

Embora esse mineral esteja correlacionado com a intensidade de demonstração de cio em matrizes bovinas (Brito et al. 2009), neste estudo os problemas reprodutivos não devem ser relacionados aos níveis séricos de Mn que se mantiveram normais nas duas épocas estudadas.

Os menores valores de Zn foram encontrados em Rio Claro, Quatis e em vacas no início da estação seca em Porto Real, abaixo dos valores normais para a espécie (González 2000, Domingues et al. 2001, Grande & Santos 2003, Suttle 2010), com diferença significativa ($p=0,01$) entre vacas ($0,47\pm 0,11$ ppm) e bezerras ($0,54\pm 0,17$ ppm). As médias foram maiores no final da estação seca ($0,50\pm 0,12$ ppm), sem diferença significativa ($p=0,32$) em relação ao final da estação chuvosa ($0,47\pm 0,14$), com níveis baixos nas duas épocas do ano.

Da mesma forma que o Cu, o Zn atua em nível bioquímico como cofator enzimático para a síntese de hormônios da reprodução (Graham 1991) e a deficiência de Zn pode estar associada aos baixos índices reprodutivos evidenciados nas propriedades da região, além do Zn ser essencial para a integridade da pele, que é a primeira defesa contra infecções (Brito et al. 2009). Paraqueratose não foi relatada ou observada *in loco* e, embora não indicada por nenhum proprietário, redução do tamanho dos testículos foi evidenciada em uma propriedade amostrada.

CONCLUSÃO

Os sinais clínicos observados nos rebanhos avaliados indicam principalmente as deficiências de P, Co, Cu e Na. Os valores séricos dos elementos minerais confirmam a deficiência de Co, Cu e Na, e ainda evidenciam deficiências de K e Zn. As deficiências minerais nas propriedades estudadas ocorrem sob diversos graus, cursando com sintomatologia leve a moderada na maioria dos locais estudados.

Agradecimentos. Ao professor Carlos Maria Antônio Hubinger Tokarnia pelos ensinamentos e sugestões, à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio recebido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbosa F.A., Graça D.S. & Silva F.V.J. Deficiências minerais de bovinos em pastagens tropicais. *Agronomia, Portal da Ciência e Tecnologia*. 2008. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_deficiencias_minerais.htm>. Acesso em: 10 jun. 2009.

- Brito A.S., Nobre F.V. & Fonseca J.R.R. *Bovincultura Leiteira: Informações Técnicas e de Gestão*. Sebrae, Natal, 2009. 322p.
- Coates D.B. Phosphorus and beef production in northern Australia. 7. The effect of phosphorus on the composition, yield and quality of legume-based pasture and their relation to animal production. *Trop. Grassl.*, 24:209-220, 1990.
- Coles E.H. *Veterinary Clinical Pathology*. 3ª ed. W.B. Saunders Co., Philadelphia, 1968. 342p.
- Conrad M.E., Umbreit J.N. & Moore E.G. Iron absorption and transport. *Am. J. Med. Sci.*, 318:213-229, 1999.
- Cunningham J.G. *Tratado de Fisiologia Veterinária*. 3ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2004. 579p.
- Domingues P.F., Langoni H., Padovani C.R., González J.A.H. & Fregonesi O.B. Determinação de gordura, proteína, cobre, ferro, manganês, zinco e contagem de células somáticas no leite de vacas com mastite subclínica. *Cienc. Agr.*, 22:169-174, 2001.
- González F.H.D. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral dos ruminantes, p.31-51. In: González F.H.D., Barcellos J., Patiño H.O. & Ribeiro L.A. *Perfil Metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais*. UFRGS, Porto Alegre, 2000.
- González F.H.D., Scheffer J.F.S. Perfil sanguíneo: Ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: González F.H.D. *Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite e urina)*. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/favet/lacvet/restrito/pdf/avalia_ao%20metabolica%20vacas.pdf#page=5>. Acesso em: 5 dez. 2009.
- Graham T.W. Trace element deficiencies in cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Anim. Pract.*, 7:153-215, 1991.
- Grande P.A. & Santos G.T. *O uso do perfil metabólico na nutrição de vacas leiteiras*. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/perfilmetabolico-vacas.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2010.
- Heringer I. & Jacques A.V.A. Qualidade da forragem de pastagem nativa sob distintas alternativas de manejo. *Pesq. Agropec. Bras.*, 37: 399-406, 2002.
- IBGE. *Produção da Pecuária Municipal 2009*. IBGE, Rio de Janeiro, 2010.
- Marques Jr A.P., Riet-Correa F., Soares M.P., Ortolani E.L. & Giuliadori M.J. Mortes súbitas em bovinos associadas à carência de cobre. *Pesq. Vet. Bras.*, 23:21-32, 2003.
- Marques K.B. *Perfil Metabólico em Vacas Leiteiras: Uma revisão*. Monografia (Medicina Veterinária), Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Patos, 2004. 49f. (Disponível em: <<http://www.cstr.ufcg.edu.br/appg/perfilmetabolico.pdf>>.)
- Maynard L.A., Loosli J.K., Hintz H.F. & Warner R.G. *Nutrição Animal*. 3ª ed. Livraria Freitas Bastos, Rio de Janeiro, 1984. 726p.
- McDowell L.R. *Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais enfatizando o Brasil*. 3ª ed. University of Florida, Gainesville, 1999. 92p.
- Mc Dowell L.R. *Minerals in animal and human nutrition*. Academic, New York, 2003. 660p.

- Menezes C.E.G. *Integridade de paisagem, manejo e atributos do solo no Médio Vale do Paraíba do Sul, Pinheiral-RJ*. Tese (Agronomia), Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2008. 175p. (Disponível em: <[http://www.bdtf.ufrrj.br/tde_arquivos/1/TDE-2009-10-14T152757Z-792/Publico/ Carlos %20Eduardo%20gabriel%20Menezes1.pdf](http://www.bdtf.ufrrj.br/tde_arquivos/1/TDE-2009-10-14T152757Z-792/Publico/Carlos%20Eduardo%20gabriel%20Menezes1.pdf)>.)
- Moraes S.S. Avaliação das concentrações de zinco, manganês e ferro no fígado de bovinos e ovinos de várias regiões do Brasil. *Pesq. Vet. Bras.*, 18:3-4, 1998.
- Moraes S.S., Nicodemo M.L.F., Vaz E.C., Pires P.P., Cata-nante M.C., Thiago L.R.L.S., Vieira J.M. & Fonseca E.M. Avaliação da deficiência subclínica de zinco em vacas de cria e a relação com a higidez de seus bezerros. In: *Comunicado Técnico*, nº 65, Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, 2001.
- Morais M.G., Gonçalves L.C., Lopes H.O.S., Costa M.F.V. & Nunes A.B. Variação sazonal de eletrólitos no sangue de vacas aneladas sob pastejo contínuo de *Brachiaria decumbens*. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 52:105-111, 2000.
- Prohaska J.R. Biochemical changes in copper deficiency. *J. Nut. Biochem.*, 1:452-461, 1990.
- Radostits O.M., Gay C.C., Blood D.C., Hinchcliff K.W. *Clínica veterinária*. 9ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2002. 1737p.
- Ricco D. *Indicadores sanguíneos e corporais de avaliação metabólico-nutricional em ruminantes*. Seminário (Disciplina Bioquímica do Tecido Animal, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, 2004. 13p. (Disponível em: <[http://dc219.4shared.com/doc/sdgj6yNm/ preview.html](http://dc219.4shared.com/doc/sdgj6yNm/preview.html)>.)
- Silva V.V. *Médio Vale do Paraíba do Sul: fragmentação e vulnerabilidade dos remanescentes da Mata Atlântica*. Dissertação (Ciências Ambientais), Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2002. 123p. Disponível em: <[http://www.bdtf.ndc.uff.br/tde_arquivos/37/TDE-2008-08-15T133437Z-1588/Publico/ VVSilva.pdf](http://www.bdtf.ndc.uff.br/tde_arquivos/37/TDE-2008-08-15T133437Z-1588/Publico/VVSilva.pdf)>. Acesso em: 08jan, 2011.
- Sousa J.C., Conrad J.H. & Mott G.O. Interrelações entre mine-rais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 4- Zinco, magnésio, sódio e potássio. *Pesq. Agrop. Bras.*, 17:11-20, 1982.
- Suttle N. *Mineral Nutrition of Livestock*. 4ª ed. Common-wealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England, 2010. 600p.
- Timm C.D. Deficiência de fósforo, p.321-328. In: Riet-Correa F., Schild A.L., Mendez M.C. & Lemos R.A.A. (Eds), *Doenças dos Ruminantes e Equinos*. 2ª ed. Varela, São Paulo, 2001.
- Tokarnia C.H., Canella C.F.C., Guimaraes J.A., Döbereiner J. & Langenegger J. Deficiência de fósforo em bovinos no Piauí. *Pesq. Agropec. Bras.*, 5:483-494, 1970.
- Tokarnia C.H., Döbereiner J. & Peixoto P.V. Deficiências mi-nerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. *Pesq. Vet. Bras.*, 20:127-138, 2000.
- Tokarnia C.H., Guimaraes J.A., Canella C.F.C. & Döbereiner J. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.*, 6:61-77, 1971.
- Tokarnia C.H., Peixoto P.V., Barbosa J.D., Brito M.F. & Döbe-reiner J. *Deficiências Minerais em Animais de Produção*. Helianthus, Rio de Janeiro, 2010. 320p.
- Wittwer F., Böhmwald H., Contreras P.A., Phil M. & Filoza J. Análisis de los resultados de perfiles metabólicos en re-baños lecheros en Chile. *Arch. Med. Vet.*, 19:35-45, 1987.
- Wunsch C., Barcellos J.O.J., Prates E.R., Costa E.C., Monta-nholi Y.R. & Brandão F. Macrominerais para bovinos de corte nas pastagens nativas dos Campos de Cima da Serra, RS. *Cienc. Rur.*, 36:1258-1264, 2006.