

Deficiências minerais em vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará, estado do Pará¹

Henrique A. Bomjardim², Carlos M.C. Oliveira², José Alcides S. Silveira², Natália S. Silva³, Marcos D. Duarte², Kelson C.F. Faial⁴, Marilene F. Brito⁵ e José D. Barbosa^{2*}

ABSTRACT- Bomjardim H.A., Oliveira C.M.C., Silveira J.A.S., Silva N.S., Duarte M.D., Faial K.C.F., Brito M.F. & Barbosa J.D. 2015. [**Mineral deficiencies in lactating cows from the dairy basin of Rondon do Pará, Brazil.**] Deficiências minerais em vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará, estado do Pará. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 35(5):409-416. Faculdade de Medicina Veterinária, Instituto de Medicina Veterinária, Campus de Castanhal, Universidade Federal do Pará, Rodovia BR-316 Km 61, Castanhal, PA 68741-740, Brazil. E-mail: diomedes@ufpa.br

A study of mineral deficiencies was performed in lactating cows from dairy herds belonging to 13 farms of Rondon do Pará, state of Pará, Brazil. We determined the levels of phosphorus (P) in the bone and levels of copper (Cu), cobalt (Co), selenium (Se) and zinc (Zn) in the liver of 47 dairy cows in lactation 2. The samples were collected by means of biopsies taken on the top third of the 12th rib of the right side and the caudal edge of the caudate liver lobe, respectively. The herds were composed of crossbred (Holstein x Zebu) cattle, kept in extensive production system on *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pasture and received mineral supplementation. The mineral mixture on 12 farms were commercial type, called "full" and the owners added a quantity of salt above the manufacturer's recommendations on ten farms. The mineral mixtures were provided in troughs without covering on seven farms and on other eight, providing of the mineral mix was not performed daily. On 11 farms there were clinical histories consistent with mineral deficiencies in livestock, and placenta retention and osteophagia were the most frequently reported ones. The results of chemical analysis showed deficiency of P on five farms, of Co on three farms, of Se on nine farms and of Zn on ten farms. It is concluded that the mineral supplementation performed on the farms do not supply the daily demands of P, Se and Co, based on the estimated daily consumption of 30g of NaCl per animal; the little adequate or inadequate troughs for proper supplementation, as well as inconstant supply of mineral mixtures contribute to the deficiency of one or more minerals.

INDEX TERMS: Bone and liver biopsy, mineral deficiencies, dairy cattle.

¹ Recebido em 16 de março de 2015.

Aceito para publicação em 25 de março de 2015.

² Faculdade de Medicina Veterinária, Instituto de Medicina Veterinária, Campus de Castanhal, Universidade Federal do Pará (UFPA), Rodovia BR-316 Km 61, Castanhal, PA 68741-740, Brasil. *Autor para correspondência: diomedes@ufpa.br

³ Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas, Rodovia PA-256, Bairro Nova Conquista, Paragominas, PA 68627-451, Brasil.

⁴ Laboratório de Toxicologia "Edilson Brabo", Seção de Meio Ambiente (SAMAM), Instituto Evandro Chagas, Rodovia BR-316 Km 7, Levilândia, Ananindeua, PA 67030-000, Brasil.

⁵ Departamento de Epidemiologia e Saúde Pública, Instituto de Veterinária (IV), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica, RJ 23890-000, Brasil.

RESUMO.- Realizou-se um estudo das deficiências minerais em vacas em lactação de rebanhos leiteiros pertencentes a 13 propriedades da bacia leiteira do município de Rondon do Pará, estado do Pará. Foram determinados os níveis de fósforo (P) no osso, e os níveis de cobre (Cu), cobalto (Co), selênio (Se) e zinco (Zn) no fígado de 47 vacas leiteiras no 2º terço da lactação. Estas amostras foram coletadas por meio de biópsias realizadas no terço superior da 12ª costela do lado direito e no bordo caudal do lobo caudado do fígado, respectivamente. Os rebanhos eram formados por animais mestiços (Holandes x Zebu), mantidos em sistema de produção extensivo em pastos de *Brachiaria brizantha* cv Marandu e recebiam suplementação mineral. A mistu-

ra mineral em 12 propriedades era do tipo comercial, dita "completa", acrescida de quantidades de NaCl acima do recomendado pelos fabricantes em dez propriedades. Em sete propriedades as misturas minerais eram fornecidas em cochos sem cobertura e em oito, o fornecimento da mistura mineral não era realizado diariamente. Em 11 propriedades, havia históricos clínicos condizentes com deficiências minerais nos rebanhos. Nessas fazendas a retenção de placenta e a osteofagia foram as alterações mais relatadas. Após as análises minerais observou-se deficiência de P em cinco propriedades, de Co em três propriedades, de Se em nove propriedades e de Zn em dez propriedades. Conclui-se que ocorre a deficiência de P, Co, Se e Zn; a suplementação mineral realizada na maioria das propriedades não atendeu as exigências diárias de P, Se e Co, baseadas no consumo estimado de 30 g de NaCl/animal/dia; os cochos pouco adequados ou inadequados para a suplementação, assim como o fornecimento inconstante das misturas minerais possivelmente contribuíram para a deficiência de um ou mais minerais.

TERMOS DE INDEXAÇÃO: Biópsia óssea e hepática, deficiências minerais, rebanhos leiteiros.

INTRODUÇÃO

Os minerais são nutrientes importantes na alimentação dos animais, assim como os carboidratos e as proteínas, pois participam de várias vias metabólicas e exercem funções importantes na reprodução, manutenção do crescimento, metabolismo energético, resposta imune, entre outras atividades metabólicas necessárias ao desempenho produtivo (Wilde 2006, Lamb et al. 2008). Em quantidades adequadas, os alimentos são capazes de fornecer os minerais para suprir as necessidades diárias dos animais, mas em muitas regiões os alimentos são pobres em determinados elementos ou os contém em proporções desequilibradas, o que impede o desempenho normal dos animais (Tokarnia et al. 2010).

Segundo Tokarnia et al. (2000), as carências minerais estão ligadas a certas áreas geográficas e quando acentuadas, podem ser responsáveis pela pobreza geral que existe em determinadas regiões, onde a população depende principalmente da criação de gado. As deficiências minerais podem ocorrer de forma severa, com perturbações mais ou menos características, ou de forma leve, com sinais não específicos, como desenvolvimento lento, problemas de fertilidade, baixo rendimento da carcaça e pouca produção de leite. Deficiências leves ou moderadas também causam prejuízos econômicos sérios, porque reduzem a produtividade dos animais e podem predispor a outras doenças.

No Brasil, as deficiências minerais, diferindo apenas nos elementos e na intensidade, ocorrem em todas as regiões e as deficiências dos macro ou microminerais específicos causam perdas econômicas à pecuária nacional, que muitas vezes inviabiliza a criação de animais em determinadas áreas, caso não ocorra a suplementação dos minerais limitantes (Tokarnia et al. 2000). No estado do Pará, as deficiências de fósforo, cobalto e cobre são comuns e, às vezes, muito severas em bovinos e bubalinos (Barbosa et al. 2005).

O estado do Pará possui o quinto maior rebanho bovino do país e ocupa a segunda colocação na produção e produtividade de leite da região norte, com 643 milhões e 637 litros, respectivamente. A mesorregião do sudeste paraense, composta por 39 municípios, destaca-se por ser responsável por 79% da produção de leite do estado (IBGE 2012). Nessa região, a produção de leite transformou-se numa importante atividade econômica, constituindo hoje o segmento comercial mais expressivo para a agricultura familiar. Contudo, a produção de leite é proveniente de sistemas que exploram vacas não especializadas, utilizam pastagens mal manejadas, com severa restrição de proteína e energia para os animais no período de seca. Outro fator limitante é a falha na suplementação mineral, que geralmente é realizada de forma inadequada (Oliveira CMC, comunicação pessoal). Por isso, este trabalho tem por objetivo realizar um estudo das deficiências minerais em vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará, a partir de dosagens químicas no tecido ósseo e hepático, coletados por meio de biópsias.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. O levantamento das deficiências minerais foi realizado em rebanhos bovinos da bacia leiteira do município de Rondon do Pará, que é formada pelos municípios de Rondon do Pará e Abel Figueiredo, no estado do Pará e pelo município de Cidelândia, no estado do Maranhão (Figura 1). Esses municípios possuem sua produção leiteira baseada em pequenas e médias propriedades e abastecem as empresas que estão instaladas no município de Rondon do Pará.

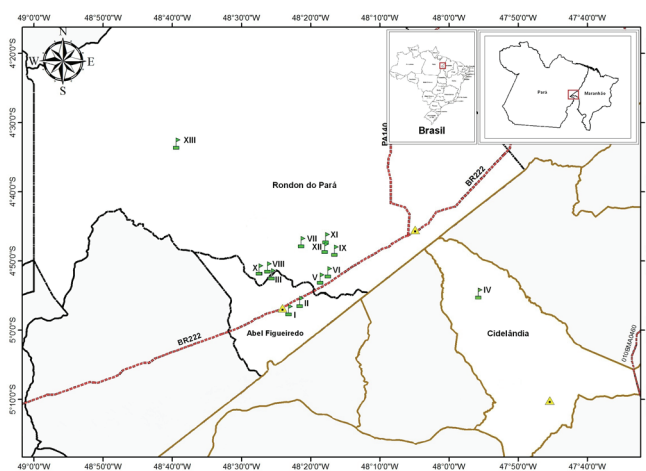


Fig.1. Bacia leiteira do município de Rondon do Pará, formada pelos municípios de Rondon do Pará, Abel Figueiredo (estado do Pará) e Cidelândia (estado do Maranhão) e distribuição das propriedades (I a XIII) entre os municípios. 🏠 - propriedades estudadas; — - limites de municípios no estado do Pará; — - limites entre municípios no estado do Maranhão; 📍 - sede dos municípios; 🛣️ - rodovias. Prop. I: S04°57.142' W048°23.052'; Prop. II: S04°55.949' W048°21.477'; Prop. III: S04°51.775' W048°26.532'; Prop. IV: S04°54.738' W047°55.616'; Prop. V: S04°53.930' W048°18.018'; Prop. VI: S04°52.717' W048°17.536'; Prop. VII: S04°47.286' W048°21.247'; Prop. VIII: S04°49.751' W048°26.400'; Prop. IX: S04°48.532' W048°16.459'; Prop. X: S04°51.256' W048°27.369'; Prop. XI: S04°46.701' W048°17.729'; Prop. XII: S04°48.127' W048°17.861'; Prop. XIII: S04°33.051' W048°39.321'.

A bacia leiteira do município de Rondon do Pará está inserida na mesorregião do sudeste paraense (Rondon do Pará e Abel Figueiredo) e na mesorregião do oeste maranhense (Cidelândia). O

Quadro 1. Distribuição das propriedades por municípios, quantidade total de vacas em lactação e quantidade de amostras de osso e fígado coletadas nas propriedades da bacia leiteira do município de Rondon do Pará

Município/ Propriedades	Vacas em lactação	Amostras coletadas	
		Osso	Fígado
Abel Figueiredo, PA			
I	34	4	4
II	11	2	2
III	40	4	4
Cidelândia, MA			
IV	92	6	6
Rondon do Pará, PA			
V	67	5	5
VI	15	2	2
VII	25	3	3
VIII	15	2	2
IX	28	3	3
X	49	5	5
XI	24	3	3
XII	35	5	5
XIII	40	3	3
Total	475	47	47

clima insere-se na categoria de equatorial superúmido, tipo Am, da classificação de Köppen, no limite de transição para o tipo Aw. Possui temperaturas médias anuais de 26,35°C, com médias máxima em torno de 32,01°C, e mínima de 22,71°C. A umidade relativa é elevada, com oscilações entre a estação chuvosa (novembro a maio) e a seca (junho a outubro), de 100 a 52%, e média de 78%. O índice pluviométrico anual fica em torno de 2.000mm (Rondon 2009).

Propriedades, animais e período de coleta. Foram selecionadas 13 propriedades localizadas na bacia leiteira do município de Rondon do Pará. O critério utilizado para a seleção dessas propriedades foi a produção leiteira diária e a aceitação dos proprietários em realizar o estudo. Em cada propriedade, foram coletadas cerca de sete a 28% de osso e fígado das vacas em lactação (Quadro 1).

As coletas foram realizadas durante o final do período chuvoso. Em 12 propriedades as coletas foram feitas no mês de junho de 2010 (propriedades de I a XII) e em uma propriedade a coleta ocorreu no mês de julho de 2011 (propriedade XIII). Durante as coletas, foi aplicado um questionário objetivo com o intuito de verificar o manejo da suplementação mineral, assim como o aparecimento de manifestações clínicas que poderiam estar relacionadas com deficiências minerais no rebanho.

Coleta das amostras. As amostras de osso foram coletadas por meio de biópsias realizadas no bordo cranial do terço superior da 12ª costela do lado direito utilizando-se uma furadeira automatizada de impacto modelo GSR 14,4 VE-2 profissional acoplada a uma serra copo modelo Starret 25mm com guia suporte A01-Mandril 3/8. Para a realização destas biópsias, os animais

Quadro 2. Propriedades, média de escore de condição corporal (ECC), média da produção leiteira, tipo de mistura mineral (MM), diluição da MM com o NaCl (sal branco), frequência de administração da MM, tipos de cochos utilizados nas propriedades e histórico clínico condizentes com deficiências minerais relatados nos rebanhos bovinos estudados da bacia leiteira do município de Rondon do Pará

Propriedade	Média da produção de leite/vaca/dia	Tipo de MM	Diluição da MM (NaCl/MM)	Frequência de administração da MM	Tipos de cocho	Histórico clínico nos rebanhos
I	3,5	MMC* sem NaCl	2 : 1	Diária	Coberto	SR***
II	4,5	MMC sem NaCl	2 : 1	A cada 3 dias	Coberto	Anemia; emagrecimento acentuado pós-parto; retenção de placenta; aborto.
III	5,0	MMC pronta para uso	Colocado direto no cocho	A cada 3 dias	Descoberto	Retenção de placenta.
IV	6,0	MMC sem NaCl	1 : 1	Diária	Coberto	Osteofagia; emagrecimento acentuado pós-parto; retardo no primeiro cio pós parto; animais com pelos ásperos; retenção de placenta.
V	4,7	MMS**	Colocado direto no cocho	Semanal	Coberto	Osteofagia.
VI	4,3	MMC sem NaCl	2 : 1	Diária	Descoberto	Descoloração dos pelos (em bezerros); retenção de placenta.
VII	6,0	MMC sem NaCl	2 : 1	A cada 3 dias	Descoberto	SR
VIII	5,0	MMC pronta para uso	1 : 1	A cada 3 dias	Coberto	Osteofagia.
IX	3,9	MMC sem NaCl	2 : 1	A cada 3 dias	Coberto (parcialmente)	Osteofagia; emagrecimento progressivo; descoloração dos pelos; emagrecimento acentuado pós parto; retardo no primeiro cio pós-parto.
X	3,9	MMC sem NaCl	1,5 : 1	Diária	Coberto	Nascimento de bezerros fracos; retenção de placenta.
XI	4,8	MMC sem NaCl	2 : 1	A cada 3 dias	Descoberto	Nascimento de bezerros fracos; bezerros com pelos ásperos; retenção de placenta; aborto.
XII	3,1	MMC sem NaCl	2 : 1	A cada 3 dias	Descoberto	Osteofagia; maior intervalo entre partos; retardo no primeiro cio pós-parto; aborto.
XIII	3,2	MMC sem NaCl	2 : 1	Diária	Descoberto	Osteofagia; emagrecimento acentuado pós-parto; descoloração dos pelos; (pouco frequente); retenção de placenta; (pouco frequente); aborto.

* MMC = mistura mineral comercial, ** MMS = mistura mineral seletiva, *** SR = sem relatos.

foram inicialmente sedados com cloridrato de xilazina a 2% na dose de 0,1mg/kg de peso vivo por via intramuscular e contidos fisicamente em decúbito lateral esquerdo.

Na região do terço superior da 12ª costela do lado direito, foi realizada a tricotomia e a lavagem com água e sabão neutro, seguida de anestesia local do tipo infiltrativa intramuscular e subcutânea utilizando-se 40mL de cloridrato de lidocaína a 2%. Posteriormente, realizou-se uma segunda lavagem com água e sabão neutro da área tricotomizada e a devida assepsia utilizando-se álcool iodado a 10%.

Foi realizada uma incisão de aproximadamente 10cm de comprimento sobre a pele correspondente à 12ª costela e a dissecação do tecido subcutâneo para exposição da costela; foram retirados dois fragmentos de tecido ósseo do bordo cranial. Com a retirada das amostras de tecido ósseo, o peritônio foi exposto e realizou-se a incisão do mesmo, e expôs-se o bordo caudal do lobo caudado do fígado. Este foi tracionado com uma pinça do tipo atraumática modelo Doyan para a retirada de cerca de 5g de fígado. A pinça foi deixada no local até a sutura do peritônio estar quase totalmente finalizada para provocar a hemostasia do órgão.

Depois de realizada as biópsias, o peritônio foi suturado com fio de *catgut* simples nº 0 e o tecido subcutâneo com fio de nylon nº 0,50mm em padrão contínuo simples. Por fim, foi realizada a aproximação da pele com fio de nylon nº 0,80mm em padrão de sutura tipo Wolf. Os animais foram tratados com oxitetraciclina na dose única de 20mg/kg de peso vivo, flunixin meglumine na dose de 1,1mg/kg de peso vivo e unguento tópico.

As amostras de osso e fígado foram armazenadas em sacos plásticos limpos, previamente identificados, mantidas em caixa isotérmica com gelo reciclável e posteriormente congeladas a -20°C até a realização das análises químicas dos minerais.

Dosagens químicas de osso. As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Toxicologia da Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas (SAMAM/IEC/SVS/MS).

Para as análises, os tecidos ósseos foram descongelados à temperatura ambiente e removido todo o tecido mole e material medular. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança analítica, secas em estufa a 105°C durante 12h e desengorduradas com éter etílico no extrator de gordura Goldfish durante 48h. Secou-se novamente a 105°C por 12h em estufa, após, as amostras foram pesadas, calcinadas em mufla a 600°C durante 12 h e trituradas em gral e pistilo para a obtenção das cinzas.

Para a determinação do P no osso, as cinzas foram pesadas entre 0,250 a 0,260g e colocadas em tubo de digestão de teflon (modelo Xpress). Em seguida, foram adicionados 3mL de ácido nítrico (65 % m.v⁻¹), 1mL de ácido clorídrico (30% m.v⁻¹) e 1mL de peróxido de hidrogênio (30% m.v⁻¹). As amostras ficaram em repouso durante 12h para uma pré-digestão, foram levadas ao forno micro-ondas (Modelo MARSXpress-CEM®) para a digestão final e aquecidas em quatro etapas com 800W de potência com duração de 10 min para cada etapa.

Após a digestão, as amostras foram colocadas em tubos de polipropileno e ajustadas ao volume final de 50mL. Para determinação do Íon fosfato (PO₄³⁻), foram retirados aproximadamen-

Quadro 3. Quantidade de NaCl (sal branco), macro e microminerais obtidos em um quilo da mistura mineral (MM) fornecida às vacas em lactação das 13 propriedades estudadas da bacia leiteira do município de Rondon do Pará

Propriedades	NaCl (g)	Quantidade de minerais / kg da MM*												
		Macrominerais (g)					Microminerais (mg)							
		Na	Ca	P	S	Mg	Co	Cu	I	Mn	Se	Zn	Fe	F
I	667	246,8	70,7	53,3	8,3	5,3	66,7	1.000,0	66,7	466,7	10,0	1.666,7	-	638,3
II	667	246,8	71,7	56,7	4,0	5,3	103,3	1.166,7	93,3	1.213,3	9,0	2.500,0	653,3	-
III	297	110,0	180,0	44,0	0,6	13	30,0	750,0	60,0	585,0	12,0	2.470,0	350,0	-
IV	500	185,0	104,0	80,0	7,5	-	300,0	1.350,0	135,0	2.310,0	25,0	2.310,0	-	-
V	500	185,0	-	97,5	-	-	126,0	875,0	-	-	36,0	1.010,0	-	-
VI	667	246,8	130,0	80,0	15,0	2,5	125,0	1.500,0	90,0	175,0	22,5	504,0	-	-
VII	667	246,8	69,7	54,3	4,0	4,2	103,3	1.166,7	93,3	1.213,3	10,7	3.000,0	653,3	543,3
VIII	573	212,0	107,5	85,0	140,0	6,0	155,0	1.750,0	980,0	-	37,5	1.820,0	-	-
IX	667	246,8	69,3	53,3	5,0	-	200,0	900,0	90,0	1.540,0	16,7	1.540,0	-	-
X	600	222,0	86,0	68,0	4,8	6,4	124,0	1.400,0	112,0	1.456,0	10,8	3.000,0	784,0	-
XI	667	246,8	71,7	56,7	4,0	5,3	103,3	1.166,7	93,3	1.213,3	9,0	2.500,0	653,3	-
XII	667	246,8	65,0	50,0	6,7	13,3	133,3	666,7	66,7	666,7	33,3	400,0	-	-
XIII	667	246,8	69,7	54,3	4,0	4,2	103,3	1.166,7	93,3	1.213,3	10,7	3.000,0	653,3	543,3

* Calcularam-se estas quantidades a partir das informações obtidas nos rótulos das embalagens das misturas minerais ofertadas aos animais.



Fig.2. Cochos sem cobertura utilizados para a suplementação mineral de rebanhos bovinos da bacia leiteira do município de Rondon do Pará. (A) Cocho produzido de pneu de trator da Propriedade I, Abel Figueiredo, PA. (B) Cocho de madeira da Propriedade XI, Rondon do Pará, PA. (C) Cocho de madeira da Propriedade XII, Rondon do Pará, PA.

te 5mL dessa solução para ser analisada por cromatografia de íons, em sistema ICS 2000 DUAL (THERMO SCINTIFIC-DIONEX, USA).

Dosagens químicas de fígado. As amostras de fígado foram seccionadas em fatias finas utilizando-se navalhas limpas e de aço inoxidável, armazenadas em tubos de polipropileno de 50mL e submetidas ao processo de liofilização. Para esse processo, as amostras de fígado, congeladas a -20°C, foram colocadas em bandejas e colocadas em aparelho automatizado LIOTOP® (modelo L101), previamente ligado por um período de 10 min a uma temperatura de -55°C, as quais permaneceram por um período de 24 h para a secagem completa das amostras. Posteriormente, as amostras foram trituradas em grau e pistilo.

Para a determinação dos minerais Cu, Co, Se e Zn, as amostras de fígado trituradas foram pesadas entre 0,250 a 0,260g e colocadas em tubo de digestão de teflon (modelo Xpress). Em seguida, foi adicionado 3mL de ácido nítrico (65% m.v⁻¹), 1mL de ácido clorídrico (30% m.v⁻¹) e 1mL de peróxido de hidrogênio P.A. (30% m.v⁻¹). As amostras ficaram em repouso durante 2 h para uma pré-digestão e digeridas por 50 min em sistema fechado por radiação de micro-ondas (MARSXpress, CEM Corp. Matthews, NC, USA). Após a digestão, os minerais Cu, Co e Zn foram analisados pela técnica de Espectrometria de Emissão Ótica com Plasma Induzido (ICP OES) no equipamento ICP-OES (Vista-MPX CCD simultâneo, axial da VARIAN) em sistema de amostragem automático (SPS-5). Já o Se foi determinado pela técnica de Espectrometria de Emissão Ótica com acoplamento de Geração de Hidretos (HG-ICP OES) no equipamento modelo iCAP 6000-CCD simultâneo (Thermo Scientific, Madison, USA), configuração axial e equipado com sistema de amostragem automático (CETAC-ASX 520). O controle das condições operacionais do ICP OES foi realizada com o software iTEVA. Os brancos analíticos foram preparados pelos mesmos procedimentos sem a adição das amostras de fígado (Nomura et al. 2005).

Consumo de mistura mineral. Foi realizada uma análise nas misturas minerais ofertadas aos animais das propriedades estudadas, a partir das informações contidas nos rótulos das embalagens, a fim de estimar o consumo diário por animal de P, Co, Cu, Se e Zn. Essa análise foi estimada a partir do consumo médio de 30g de NaCl/animal/dia, segundo Tokarnia et al. (2000).

RESULTADOS

Nas 13 propriedades avaliadas da bacia leiteira do município de Rondon do Pará, os animais eram criados em sistema de produção extensivo em pastos formados predominantemente por *Brachiaria brizantha* cv Marandu e eram suplementados com misturas minerais comerciais. Em todas as propriedades os animais recebiam água à vontade.

Os rebanhos leiteiros das propriedades estudadas eram formados por animais mestiços (Holandês x Zebu); as vacas em lactação, no período das coletas, apresentavam boa condição corporal (escore corporal médio de 3, em uma escala de 1 a 5) e a produção de leite média dos rebanhos era de 3,1 a 6,0 litros de leite/vaca/dia (Quadro 2).

A suplementação mineral fornecida aos animais em 12 propriedades estudadas eram misturas minerais comerciais (MMC) do tipo “completa” (Na, Cl, Ca, P, S, Mg, Co, Cu, I, Mn, Se, Zn, Fe e F) não específicas para vacas em lactação. Na propriedade V, era fornecida mistura mineral seletiva (MMS) aos animais (Na, Cl, P, Co, Cu, Se e Zn) (Quadro 3).

Em nove propriedades, as MMC sem NaCl eram acrescidas dessa substância na proporção de 2:1 (2 de NaCl para 1

de MMC) ou 1,5:1, contudo as recomendações do fabricante indicavam que as MMC deveriam ser misturadas na mesma proporção, ou seja, 1 saco (25kg) de MMC para 1 saco (25kg) de NaCl. Em duas propriedades, a MMC pronta para uso era misturada com NaCl em uma proporção de 1:1. As demais propriedades seguiam as recomendações dos fabricantes (Quadros 2 e 3).

Quadro 4. Valores de P no osso e de Co, Cu, Se e Zn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará

Propriedades	Animal	Osso	Fígado			
		P(%)	Co	Cu	Se	Zn
		(mg.kg ⁻¹)				
I	1	18,1	0,903	151,4	1,06	130,4
	2	18,0	< LD**	437,6	2,04	71,5
	3	18,3	0,319	279,0	0,93	187,4
	4	19,3	0,119	194,2	0,87	81,2
II	5	18,9	0,837	323,2	0,99	187,9
	6	19,1	0,153	195,6	1,02	58,0
III	7	19,2	0,526	149,1	0,74	64,3
	8	18,3	0,370	203,4	0,32	138,0
	9	18,1	0,719	357,1	0,80	144,3
IV	10	18,1	0,385	130,5	0,76	82,2
	11	17,4	1,802	173,2	1,47	266,4
	12	16,7	1,085	244,5	1,32	84,1
	13	17,7	1,141	562,0	1,19	157,4
	14	17,3	0,635	429,3	0,77	128,7
	15	17,4	0,878	345,3	1,63	97,2
V	16	16,5	0,615	59,4	0,73	90,9
	17	18,5	0,414	154,1	0,75	55,4
	18	19,8	0,459	287,4	1,23	77,8
	19	18,0	1,057	193,1	1,00	99,2
	20	17,6	0,607	391,0	1,14	193,7
VI	21	19,5	0,350	200,4	0,65	97,7
	22	16,6	0,793	258,9	0,79	164,9
	23	19,0	0,863	654,1	1,22	324,0
VII	24	18,4	< LD**	180,2	0,84	74,2
	25	16,8	0,668	306,3	0,67	136,0
	26	17,4	0,011	120,1	0,66	64,6
VIII	27	18,5	0,719	335,2	1,30	140,7
	28	18,6	0,440	270,6	1,18	111,8
	29	19,0	0,121	335,7	0,93	112,7
IX	30	17,5	0,669	234,8	0,70	93,5
	31	18,7	< LD**	551,4	1,22	87,6
	32	17,7	0,731	491,8	2,15	230,0
	33	18,5	1,339	242,2	1,45	206,0
X	34	17,9	0,494	367,1	1,16	208,1
	35	17,5	0,070	141,3	1,27	109,9
	36	17,7	0,509	225,0	1,22	159,7
	37	17,5	0,768	144,0	ND	62,1
	38	18,2	0,286	273,3	ND	112,1
	39	17,2	0,068	423,8	ND	132,5
XII	40	17,7	1,439	203,9	ND	246,1
	41	16,7	1,149	286,6	ND	126,8
	42	16,4	0,779	662,9	ND	137,8
	43	16,6	0,599	106,0	ND	72,3
	44	16,6	0,763	60,5	ND	157,2
XIII	45	16,9	0,088	121,8	0,73	89,2
	46	ND	0,365	187,9	0,34	93,6
	47	16,4	0,290	168,8	0,52	70,1
Valores normais*		17 ^a	0,12 ^b	50 ^b	1 ^c	100 ^b

Os valores apresentados em negrito estão abaixo dos valores de referência. *Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes, ** Valor abaixo do limite de detecção (LD) do aparelho, *** ND = não determinado. ^a Riet-Correa & Timm (2007), ^b Underwood & Suttle (1999), ^c Dirksen et al. (2005).

Quadro 5. Consumo estimado de P, Co, Cu, Se e Zn baseado na ingestão média de 30g de NaCl/animal/dia das propriedades da bacia leiteira do município de Rondon do Pará

Minerais	Exigências/ animal/dia*	Propriedades												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
P (g)	6	2,4	2,5	4,4	4,8	5,8	3,6	2,4	4,4	2,4	3,4	2,5	2,2	2,4
Co (mg)	5 – 10	3,0	4,6	3,0	18,0	7,6	5,6	4,6	8,1	9,0	6,2	4,6	6,0	4,6
Cu (mg)	50	45,0	52,5	75,8	81,0	52,5	67,5	52,5	91,6	40,5	70,0	52,5	30,0	52,5
Se (mg)	1 – 3	0,4	0,4	1,2	1,5	2,2	1,0	0,5	2,0	0,7	0,5	0,4	1,5	0,5
Zn (mg)	43,5 – 87	75,0	112,4	249,5	138,6	60,6	22,7	134,9	95,3	69,3	150,0	112,4	18,0	134,9

Os valores apresentados em negrito estão abaixo dos valores de referência. * Suplementação mineral mínima para evitar os efeitos negativos das deficiências minerais em bovinos em crescimento (Tokarnia et al. 2000).

Em todas as propriedades, as misturas minerais eram ofertadas aos animais em cochos instalados nas pastagens. Em sete delas, estes cochos não eram cobertos (Fig.2) e em oito propriedades, o fornecimento da mistura mineral nos cochos não era realizado diariamente (Quadro 2).

Em 11 propriedades, foram relatados pelos proprietários sinais clínicos condizentes com deficiências minerais. A retenção de placenta e a osteofagia foram as alterações mais relatadas (Quadro 2).

Os valores de P no osso e de Co, Cu, Se e Zn no fígado dos animais avaliados estão apresentados por propriedade no Quadro 4. Já o consumo estimado diário de P, Co, Cu, Se e Zn por animal está demonstrado no Quadro 5. Os níveis deficientes ou subdeficientes e o consumo estimado diário de minerais por animal abaixo do recomendado estão apresentados em negrito.

Pelas análises químicas dos minerais foram observadas deficiências de P (em pelo menos um animal) nos animais das propriedades IV, VI, VII, XII e XIII, de Co nas propriedades I, VII e IX, de Se nas propriedades I, II, III, IV, V, VI, VII, IX e XIII e de Zn nas propriedades I, II, III, IV, V, VII, IX, XI, XII e XIII. Não foi observada deficiências de Cu nos animais das propriedades estudadas (Quadro 4).

DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo sobre o diagnóstico de deficiências minerais realizado em vacas em lactação de rebanhos da bacia leiteira do município de Rondon do Pará e da região Norte do Brasil. Pelas análises dos minerais no osso e no fígado, históricos clínicos condizentes com deficiências minerais nos rebanhos e suplementação mineral realizada de forma inadequada por parte dos produtores, determinou-se que vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará possuem deficiências de P, Se, Zn e Co.

Em 12 propriedades, a mistura mineral utilizada era do tipo “completa” e os proprietários adicionavam quantidades de NaCl acima do recomendado pelos fabricantes. Segundo Malafaia et al. (2014), esta prática, considerada inadequada, aumenta a concentração de NaCl e consequentemente reduz o consumo de certos minerais, mesmo que estejam em quantidades suficientes na mistura total. Na região em estudo, essa é uma tentativa utilizada pelos proprietários para tentar reduzir os custos com a suplementação mineral do rebanho, já que o NaCl é bem mais barato.

Quanto ao fornecimento da mistura mineral, em oito propriedades não era realizada de forma constante e os

cochos utilizados para a suplementação mineral na maioria das propriedades estudadas eram pouco adequados ou inadequados para a suplementação mineral dos animais. Em sete propriedades, os cochos não possuíam proteção contra as chuvas. Para Peixoto et al. (2005) é importante disponibilizar a mistura mineral aos animais de forma que o consumo diário seja cerca de 30 a 50g de NaCl por animal e também manter a qualidade da mistura mineral para que se garanta o seu consumo. Do contrário, a mistura mineral não será ingerida em quantidade necessária. Portanto, o fornecimento inconstante destas misturas minerais em cochos inadequados para a suplementação mineral foram fatores que contribuíram para a ocorrência de deficiência de um ou mais minerais nas propriedades.

Nas cinco propriedades em que ocorreu a deficiência de P o consumo estimado de P via mistura mineral estava abaixo de 6g/animal/dia. Segundo Tokarnia et al. (2000), esta é a quantidade de P diária necessária para que um bovino na fase de crescimento não apresente os efeitos negativos da deficiência de P. Acredita-se que, para vacas adultas não especializadas para a produção de leite, esta quantidade seja o suficiente para que não ocorra a deficiência de P nestes animais. Apesar de fornecerem a suplementação mineral aos animais, o baixo consumo estimado de P nestas misturas possivelmente favoreceu a deficiência deste elemento nos animais. Contudo, nas demais propriedades o consumo estimado de P estava abaixo de 6g/animal/dia e apesar disso não foi determinada a deficiência de P nos animais. Sugere-se que fatores ligados aos animais como pouca especialização para a produção de leite, o que diminuiria a exigência em minerais, associado à suplementação mineral durante todos os meses do ano podem ter contribuído para estes resultados.

Em relação ao Co, o limite mínimo utilizado na metodologia para a detecção deste elemento no fígado foi de 0,003ppm. Sabendo-se que níveis de Co abaixo de 0,05ppm são valores considerados críticos, certificamos que os três animais (propriedades I, VII e IX), que não tiveram os níveis de Co detectadas pela metodologia, são deficientes neste elemento, como já determinado por Pinheiro et al. (2011).

Nas propriedades I e VII, nas quais foram observados valores deficientes em Co nos animais, o consumo estimado diário de Co por animal pela mistura mineral ofertada estava abaixo de 5mg. De acordo com Tokarnia et al. (2000), o consumo diário de 5 a 10mg de Co pela mistura

mineral é necessário para que os bovinos não desenvolvam deficiência deste mineral. Nas propriedades II, III, XI e XIII, não foi observada deficiência de Co, porém o consumo estimado diário de Co por animal estava abaixo de 5mg. Provavelmente, nestas propriedades, as exigências diárias não supridas pela mistura ofertada de Co foram complementadas pela pastagem.

Nas propriedades estudadas não foram observados valores deficientes em Cu nas vacas em lactação, contudo dois animais apresentaram valores subdeficientes nas propriedades IV e XII, sendo que, na propriedade XII, o consumo diário estimado de Cu por animal estava abaixo de 50mg, porém na propriedade IV estava acima. No entanto, Tokarnia et al. (2000) afirmam que um bovino deve ingerir 100mg de Cu por dia para não apresentar deficiência deste mineral e a metade desta quantidade (50mg) deve ser garantida pela suplementação mineral. Nas propriedades I e IX, em que os animais apresentaram valores normais de Cu no fígado, o consumo diário estimado de Cu por animal estava abaixo de 50mg. Diante disto, é possível afirmar que o consumo de Cu ofertado na mistura mineral juntamente com o Cu presente nas pastagens supriu as necessidades diárias de Cu aos animais para que não ocorresse a deficiência deste elemento.

Na determinação de Se, Underwood & Suttle (1999) afirmam que os animais são deficientes neste elemento quando as análises do fígado indicam níveis de Se abaixo de 0,1mg.kg⁻¹. No entanto, Dirksen et al. (2005) indicam que os valores de Se no fígado acima de 1 mg.kg⁻¹ são normais e valores abaixo deste são deficientes. Pela metodologia utilizada, não foram obtidos níveis de Se abaixo de 0,1mg.kg⁻¹, o menor valor de Se observado foi de 0,32mg.kg⁻¹ e o maior de 2,15mg.kg⁻¹. Porém, em sete propriedades havia histórico clínico de retenção de placenta no rebanho. Para Lucci et al. (1987), os índices de retenção de placenta em vacas são maiores sem a suplementação com Se. Por isso, o valor considerado normal de Se no fígado dos bovinos no presente estudo foi de 1mg.kg⁻¹, os valores abaixo deste foram considerados deficientes.

Dentre as oito propriedades com animais deficientes em Se, observou-se que a mistura mineral nas propriedades I, II, VII, XI e XIII não atendia as exigências diárias de Se por animal, ou seja, o consumo estimado de Se para cada 30g de NaCl estava abaixo de 1mg. Para Tokarnia et al. (2000), é recomendado administrar pelas misturas minerais aos animais cerca de 1 a 3mg de Se/animal/dia. Com esta estimativa, é provável dizer que as pastagens são deficientes em Se e a suplementação ofertada aos animais não supre a quantidade diária de Se para que se evite a deficiência deste mineral nas vacas em lactação.

Nas propriedades I, II, III, IV, V, VII, IX, XI e XIII, em que foram observados animais com valores deficientes em Zn, o consumo estimado diário de Zn por animal estava acima de 43,5mg e somente na propriedade XII o consumo estimado diário de Zn por animal estava abaixo deste valor. Para Tokarnia et al. (2000), são necessários acrescentar 250 a 500g de sulfato de zinco a 50kg de NaCl para não ocorrer a deficiência de Zn nos animais. Como o sulfato de zinco tem em média 29% de Zn, a cada 30g de NaCl, um bovino deve-

rá consumir 43,5mg de Zn. Na propriedade VI, o consumo estimado diário de Zn por animal também estava abaixo de 43,5mg, porém não foram observados animais deficientes em Zn. Estes resultados demonstram que os animais deficientes em Zn nas propriedades em estudo não estavam relacionados com o consumo de Zn nas misturas minerais ofertadas.

Nas propriedades II, III, V, VII, IX e XI, a suplementação não era constante e nas propriedades III, VII e XIII os cochos não eram cobertos, o que pode ter diminuído a ingestão da mistura mineral pelos animais e causado a deficiência de Zn. Porém, nas propriedades I e IV o fornecimento da mistura mineral era realizado diariamente e os cochos eram cobertos. É provável que as concentrações de Ca nas pastagens conjuntamente com o Ca ofertado nas misturas minerais, antagonizou a absorção de Zn pelos animais, como relatado por Riet-Correa (2007) e Oliveira (2014). No entanto, Brum et al. (1987) observaram baixos valores de Zn no tecido hepático de vacas de corte em lactação no pantanal Mato-grossense, resultados semelhantes a este estudo, porém a deficiência deste elemento nos animais foi atribuída à baixa concentração de Zn observada nas forragens.

Embora a maioria das propriedades apresentem animais com níveis deficientes de Zn no tecido hepático, não foi obtido histórico de animais com quadro clínico de paraqueratose pelos proprietários. Para Tokarnia et al. (2000), quadros clínicos de paraqueratose em bovinos são raros em todo o mundo e a deficiência de Zn ocorre na forma subclínica, com sinais clínicos inespecíficos em diversas regiões do mundo, inclusive no Brasil. Pelos baixos níveis de Zn no fígado e histórico clínico inespecíficos observados nos rebanhos em estudo, tudo indica que a deficiência de Zn nos animais ocorra de forma subclínica.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos neste estudo é possível concluir que na bacia leiteira do município de Rondon do Pará:

Ocorre a deficiência de P, Co, Se e Zn nas propriedades estudadas;

A suplementação mineral realizada nas propriedades, na maior parte, não atende às exigências diárias de P, Se e Co, baseado no consumo estimado de 30g de NaCl/animal/dia;

Os cochos inadequados para a suplementação mineral, assim como o fornecimento inconstante das misturas minerais nos cochos e a adição de NaCl nas misturas minerais acima das recomendações dos fabricantes, possivelmente, contribuíram para a deficiência de um ou mais minerais.

Agradecimentos,- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa de mestrado e ao Instituto Evandro Chagas pelo apoio a realização das dosagens dos minerais.

REFERÊNCIAS

Barbosa J.D., Oliveira C.M.C., Duarte M.D. & Silveira J.A.S. 2005. Doenças de búfalos na Amazônia. II Simpósio Mineiro de Buiatria, Belo Horizonte, MG.

- Brum P.A.R., Sousa J.C., Comastri Filho J.A. & Almeida I.L. 1987. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiguás, no Pantanal Mato-Grossense. II. Cobre, zinco, manganês e ferro. *Pesq. Agropec. Bras.* 22(9/10):1049-1060.
- Dirksen G., Gründer H.D. & Stöber M. 2005. *Medicina Interna y Cirugía del Bovino*. 4ª ed. Inter-Médica, Buenos Aires. 632p.
- IBGE 2012. Pesquisa da Pecuária Municipal. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Brasília.
- Lamb G.C., Brown D.R., Larson J.E., Dahlen C.R., Dilorenzo N., Arthington J.D. & Dicostanzo A. 2008. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers. *Anim. Reprod. Sci.* 106(3/4):221-231.
- Lucci C.S., Schalch E., Zanetti M.A., Pettinati R.L. & Ostronoffi S. 1987. Selênio em bovinos de leite em Itirapina, estado de São Paulo. *Pesq. Agropec. Bras.* 22(6):653-656.
- Malafaia P., Costa R.M., Brito M.F., Peixoto P.V., Barbosa J.D., Tokarnia C.H. & Jürgen Döbereiner. 2014. Equívocos arraigados no meio pecuário sobre deficiências minerais e suplementação minerais em bovinos no Brasil. *Pesq. Vet. Bras.* 34(3):244-249.
- Nomura C.S., Silva C.S., Nogueira A.R.A. & Oliveira P.V. 2005. Bovine liver sample preparation and micro-homogeneity study for Cu and Zn determination by solid sampling electrothermal atomic absorption spectrometry. *Spectrochim. Acta B* 60:673-680.
- Oliveira C.M.C. 2014. Diagnóstico das deficiências minerais de macro e micro minerais em búfalas (*Bubalus bubalis*) provenientes da Ilha de Marajó, estado do Pará. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Pará, Belém. 69p.
- Peixoto P.V., Malafaia P., Barbosa J.D., Canella C.F.C. & Tokarnia C.H. 2005. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. *Pesq. Vet. Bras.* 25(3):195-200.
- Pinheiro C.P., Bomjardim H.A., Andrade S.J.T., Faial K.C.F., Oliveira C.M.C. & Barbosa J.D. 2011. Níveis de fósforo, cobre, cobalto e zinco em bubalinos (*Bubalus bubalis*) na Ilha de Marajó, Estado do Pará. *Pesq. Vet. Bras.* 31(3):193-198.
- Riet-Correa F. 2007. Carências minerais, p.223-233. In: Riet-Correa F., Schild A.L., Lemos R.A.A. & Borges J.R.J. (Eds), *Doenças de Ruminantes e Equídeos*. 3ª ed. Pallotti, Santa Maria.
- Riet-Correa F. & Timm C.D. 2007. Deficiência de fósforo, p.248-257. In: Riet-Correa F., Schild A.L., Lemos R.A.A. & Borges J.R.J. (Eds), *Doenças de Ruminantes e Equídeos*. 3ª Ed. Pallotti, Santa Maria.
- Rondon do Pará, 2009. Geografia: Wikipédia. (Disponível em <http://pt.wikipedia.org/wiki/Rondon_do_Par%C3%A1#Geografia> Acesso em: 15 Junho 2013.)
- Tokarnia C.H., Döbereiner J. & Peixoto P.V. 2000. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. *Pesq. Vet. Bras.* 20(3):127-138.
- Tokarnia C.H., Peixoto P.V., Barbosa J.D., Brito M.F. & Döbereiner J. 2010. Deficiências minerais em animais de produção. Helianthus, Rio de Janeiro, 191 p.
- Underwood E.J. & Suttle N.F. 1999. *The Mineral Nutrition of Livestock*. 3rd ed. CABI Publishing, Wallingford. 614 p.
- Wilde D. 2006. Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 96:240-249.