



Universidade Federal do Pará
Núcleo de Ciências Agrárias e Desenvolvimento Rural
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Amazônia Oriental
Universidade Federal Rural da Amazônia
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal

Henrique dos Anjos Bomjardim

Estudo das deficiências minerais em vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará, estado do Pará

Belém – Pará
2014

Henrique dos Anjos Bomjardim

Estudo das deficiências minerais em vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará, estado do Pará

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade Federal do Pará – UFPA, Embrapa Amazônia Oriental e Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, como requisito para obtenção de título de Mestre.

Área de concentração: Sanidade Animal

Orientador: Prof^o Dr. José Diomedes Barbosa Neto

**Belém – Pará
2014**

Henrique dos Anjos Bomjardim

Estudo das deficiências minerais em vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará, estado do Pará

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, da Universidade Federal do Pará – UFPA, Embrapa Amazônia Oriental e Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, como requisito para obtenção de título de Mestre.

Orientador: Prof^o Dr. José Diomedes Barbosa Neto

Aprovado em: ____/____/____ Belém – PA

Banca Examinadora:

Prof^o Dr. José Diomedes Barbosa Neto (Orientador)
Universidade Federal do Pará - UFPA

Prof^a Dr. Marilene de Farias Brito (Membro Titular)
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ

Méd. Vet. Dr. Marcos Dutra Duarte (Membro Titular)
Universidade Federal do Pará - UFPA

Aos meus pais, irmãs e sobrinhas, em especial à minha irmã Natiara Bonjardim, que sempre incentivou e apoiou meus estudos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida e pelo dom do conhecimento e aprendizado;

Ao Prof^o. José Diomedes Barbosa Neto pela orientação concedida e incentivo aos estudos e busca pelo conhecimento sempre;

Ao Prof^o. Carlos Magno Chaves Oliveira pela concessão deste trabalho a mim e orientações prestadas durante todas as fases do mesmo;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão de bolsa de mestrado;

Aos animais, pois sem eles seria impossível desenvolver este estudo;

Aos proprietários que abriram as porteiras de suas propriedades para a realização deste trabalho;

Ao Prof^o. Carlos Magno Chaves Oliveira, ao Médico Veterinário Alcides Sarmiento da Silveira e ao Almir dos Santos (Negão), que foram fundamentais durante as coletas a campo;

Ao Américo Neto Alves Lacerda (Gasolina) pela imprescindível ajuda nas visitas às propriedades para a coleta de dados adicionais;

Ao Laboratório de Toxicologia do Instituto Evandro Chagas – IEC por permitir a realização das análises dos minerais;

À equipe do Laboratório de Toxicologia do Instituto Evandro Chagas – IEC e aos Professores Carlos Magno Chaves Oliveira e Natália da Silva e Silva pelo importante auxílio prestado nas análises dos minerais;

À Médica Veterinária Msc. Melina Garcia Saraiva e ao Médico Veterinário Dr. Marcos Dutra Duarte pelas correções realizadas na escrita desta dissertação;

À professora Dr(a) Marilene de Farias Brito e ao professor Dr. Carlos Hubinger Tokarnia pela participação na banca de qualificação desta dissertação;

À Professora Dr(a) Marilene de Farias Brito e ao Médico Veterinário Dr. Marcos Dutra Duarte pela participação na banca de defesa desta dissertação;

A todos, muito obrigado!

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), densidade específica e porcentagem de cinzas no osso, e os níveis de cobre (Cu), cobalto (Co), selênio (Se), zinco (Zn), ferro (Fe) e manganês (Mn) 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 mistura 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. Foi observado deficiência de P em cinco propriedades, de Co em duas propriedades, de Se e Zn em oito propriedades. Conclui-se que as deficiências de P, Se e Zn ocorreram em maior proporção e a de Co em menor proporção e que 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 e que os cochos pouco adequados ou inadequados para a suplementação, assim como o fornecimento inconstante das misturas minerais contribuíram para a deficiência de um ou mais minerais.

Palavras-chave: Biópsia óssea e hepática, Deficiências minerais, Rebanhos leiteiros.

ABSTRACT

We conducted a study of mineral deficiencies in lactating cows from dairy herds belonging to 13 properties of the milk basin of Rondon do Pará, in the state of Pará. We determined the levels of phosphorus (P), specific gravity and percentage of ash in the bone and levels of copper (Cu), cobalt (Co), selenium (Se), zinc (Zn), iron (Fe) and manganese (Mn) in the liver of 47 dairy cows in lactation 2. These samples were collected by means of biopsies performed in the top third of the 12th rib on the right side and the caudal edge of the caudate lobe of the liver, respectively. The herds were composed of crossbred (Holstein x Zebu), kept in extensive production system on *Brachiaria brizantha* cv Marandu and received mineral supplementation. The mineral mixture in 12 properties were commercial type, called "full" and the owners added a quantity of salt above the manufacturer's recommendations in ten properties. In addition, the mineral mixtures were provided in troughs without covering in seven properties and in other eight, the providing of the mineral mix was not performed daily. In 11 properties 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 in P in five properties, in Co in two properties, in Se in eight properties, in Zn in eight properties. It is concluded that the deficiency of P, Se and Zn occurs in a greater proportion and the deficiency of Co occurs in a lesser proportion and the mineral supplementation performed in the properties do not supply the daily demands of P, Se and Co, based on the estimated daily consumption of 30 g of NaCl per animal and the troughs little adequate or inadequate for proper supplementation, as well as inconstant supply of mineral mixtures contribute to the deficiency of one or more minerals.

Keywords: bone and liver biopsy, mineral deficiencies, dairy herds.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 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.----- 23
- Tabela 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.----- 29
- Tabela 3 - Quantidade de NaCl (sal branco), macro e microminerais obtidos em um quilo da mistura mineral (MM) fornecida as vacas em lactação das 13 propriedades estudadas da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 30
- Tabela 4 - Propriedade I - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 32
- Tabela 5 - Propriedade II - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município do município de Rondon do Pará.----- 32
- Tabela 6 - Propriedade III - Valores de P, densidade específica e o percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 33
- Tabela 7 - Propriedade IV - Valores de P, densidade específica e o percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 33
- Tabela 8 - Propriedade V - Valores de P, densidade específica e o percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 33
- Tabela 9 - Propriedade VI - Valores de P, densidade específica e o percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 34
- Tabela 10 - Propriedade VII - Valores de P, densidade específica e o percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe, Mg e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 34
- Tabela 11 - Propriedade VIII - Valores de P, densidade específica e o percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 34

- Tabela 12 - Propriedade IX - Valores de P, densidade específica e o percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 35
- Tabela 13 - Propriedade X - Valores de P, densidade específica e o percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 35
- Tabela 14 - Propriedade XI - Valores de P, densidade específica e o percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 35
- Tabela 15 - Propriedade XII - Valores de P, densidade específica e o percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 36
- Tabela 16 - Propriedade XIII - Valores de P, densidade específica e o percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 36
- Tabela 17 - Consumo estimado de P, Co, Cu, Se e Zn baseado na ingestão média de 30 g de NaCl/animal/dia das propriedades da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.----- 37

LISTA DE ABREVIACÕES

% - Porcentagem

As – Arsênio

ATP – Adenosina Trifosfato

Ca – Cálcio

Cl – Cloro

Co – Cobalto

CoA – Co-enzima A

Cr – Cromo

Cu – Cobre

dL – Decilitro

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

F – Flúor

Fe – Ferro

h – Hora

I – Iodo

K – Potássio

kg – Quilograma

Mg – Magnésio

mg – Miligrama

min – Minuto

mL – Mililitros

mm – Milímetro

Mn – Manganês

Mo – Molibdênio

Na – Sódio

NaCl – Cloreto de Sódio

Ni – Níquel

°C – Graus Celsius

P – Fósforo

RNA – Ácido Ribonucleico

S – Enxofre

Se – Selênio

Si – Silício

V – Vanádio

Zn – Zinco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1. OBJETIVO GERAL	14
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1. FUNÇÃO, IMPORTÂNCIA, ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS, SINAIS CLÍNICOS E DIAGNÓSTICO DAS DEFICIÊNCIAS MINERAIS PARA BOVINOS.....	15
3.1.1. Fósforo	15
3.1.2. Cobre	17
3.1.3. Cobalto.....	18
3.1.4. Selênio.....	19
3.1.5. Zinco	19
3.1.6. Ferro	20
3.1.7. Manganês.....	21
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4.1. ÁREA DE ESTUDO	22
4.2. PROPRIEDADES, ANIMAIS E PERÍODO DE COLETA.....	23
4.3. COLETA DAS AMOSTRAS	24
4.4. DOSAGENS BIOQUÍMICAS – OSSO.....	25
4.5. DOSAGENS BIOQUÍMICAS – FÍGADO	26
4.6. CONSUMO DE MISTURA MINERAL.....	27
5. RESULTADOS.....	28
6. DISCUSSÃO	38
7. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	43
APÊNDICE	46

1. INTRODUÇÃO

Os minerais são elementos 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, função 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. Dentro deste estado, a mesorregião do sudeste paraense, que é composta por 39 municípios, destaca-se por produzir 79% da produção de leite (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 para a produção de leite 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.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Realizar o diagnóstico das deficiências minerais em vacas em lactação pertencentes a propriedades localizadas na bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar a densidade específica, o percentual de cinzas e os níveis de fósforo no osso de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará;

Verificar os níveis de cobre, cobalto, selênio, zinco, ferro e manganês no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará;

Caracterizar os fatores epidemiológicos das deficiências minerais de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

3. REVISÃO DE LITERATURA

Dos 50 minerais que o organismo animal contém, somente cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl) e enxofre (S) são denominados de macroatmentos, pois são necessários aos animais em grandes quantidades. O ferro (Fe), cobalto (Co), cobre (Cu), iodo (I), manganês (Mn), zinco (Zn) e selênio (Se) são denominados de microatmentos, pois são necessários em pequenas quantidades aos animais. Esses macro e microatmentos são considerados essenciais para o organismo animal. O molibdênio (Mo), vanádio (V), flúor (F), silício (Si), níquel (Ni), cromo (Cr) e arsênio (As) podem ser adicionados a essa lista, entretanto, a essencialidade desses elementos é baseada quase que exclusivamente em seus efeitos sobre o crescimento de animais mantidos em condições altamente especializadas e, até o momento, não se tem demonstrado que tenham efeitos específicos sobre a nutrição dos animais domésticos (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999; TOKARNIA et al., 2000).

3.1. FUNÇÃO, IMPORTÂNCIA, ASPECTOS EPIDEMIOLÓGICOS, SINAIS CLÍNICOS E DIAGNÓSTICO DAS DEFICIÊNCIAS MINERAIS PARA BOVINOS

3.1.1. Fósforo

O P desempenha diversas funções no organismo animal, como formação da estrutura óssea e membranas celulares, além de participar na utilização e na transferência de energia na forma de trifosfato de adenosina (ATP) (LEHNINGER, 1994). Além disso, atua na composição de ácidos nucleicos (DNA e RNA), essenciais para o crescimento e diferenciação nuclear, na manutenção da pressão osmótica e no equilíbrio ácido básico (RUNHO et al., 2001). Para os ruminantes, em adição a essas variedades de funções, o P é essencial ao metabolismo e desenvolvimento da microbiota do rúmen (BREVES & SCHRODER, 1991). Em baixos níveis de P, pode haver um distúrbio na glicólise dos eritrócitos de bovinos. O P está envolvido também no mecanismo de controle do apetite e na eficiência de utilização dos alimentos (TOKARNIA et al., 2010).

A deficiência de P é mais comum em bovinos alimentados com forragens. Isso se deve ao fato de existirem grandes áreas geográficas com solos deficientes de P e conseqüentemente as pastagens produzidas nestas áreas também são pobres neste elemento (MCDOWELL & ARTHINGTON, 2005). No Brasil, a deficiência de P acomete bovinos nas

diferentes regiões e é o distúrbio mineral mais comum, depois do Na, e economicamente o mais importante (TOKARNIA et al., 2000).

Os sinais clínicos apresentados por bovinos com deficiência de P caracterizam-se por osteofagia, que é a manifestação inicial e mais característica, diminuição da produção de leite, perda ou menor ganho de peso, baixos índices reprodutivos caracterizados por maior intervalo entre partos e hemoglobinúria no período pós-parto (RIET-CORREA & TIMM, 2007). A osteofagia tem como consequência mais importante a intoxicação do animal com a toxina botulínica presente nos ossos, que causa o botulismo epizoótico dos bovinos (TOKARNIA et al., 2000).

Outro aspecto importante da deficiência de P são as alterações do esqueleto. Quanto mais grave for a carência, mais acentuadas serão estas alterações. Nos animais jovens, verifica-se raquitismo e nos animais adultos, osteomalácia. Em áreas severamente deficientes em P, é comum a ocorrência de fraturas nas vértebras, costelas e pélvis em bovinos (RIET-CORREA & TIMM, 2007) e em bubalinos (BARBOSA et al., 2007). As alterações no esqueleto são os achados de necropsia mais importantes. Em casos graves de raquitismo e osteomalácia, podem ser observadas deformações do esqueleto, alterações na superfície articular com erosão na cartilagem e no tecido ósseo adjacente, além de proliferação de tecido ósseo periarticular e formação de osteófitos (DIRKSEN et al., 2005).

O diagnóstico da deficiência de P deve ser realizado pela obtenção do histórico, pela observação dos sinais clínicos da enfermidade no rebanho, pelos achados de necropsia, pela análise do mineral no soro sanguíneo e no tecido ósseo e também pela experimentação (TOKARNIA et al., 2010).

No soro sanguíneo, os níveis de P podem estar entre 4 e 7mg/dL, que são valores encontrados nas deficiências leves de P em bovinos, mas nas deficiências severas os animais podem apresentar valores séricos de P de 1mg/dL ou abaixo disso (RIET-CORREA & TIMM, 2007). A análise deste elemento no soro sanguíneo é um método prático e rápido para o diagnóstico da deficiência em bovinos, porém deve-se ter bastante cuidado ao interpretar os valores obtidos. Análises realizadas em poucos animais e apenas em uma determinada época do ano são insuficientes. Em determinadas estações do ano em que há a brotação e os pastos são mais ricos em P os animais podem estar com os níveis de P normais no soro sanguíneo e estarem sofrendo de deficiência deste elemento (TOKARNIA et al., 2010).

A determinação de P no tecido ósseo é o método de eleição para se determinar a quantidade desse mineral no organismo dos animais (RIET-CORREA & TIMM, 2007). O percentual de cinzas no tecido ósseo bem mineralizado está acima de 60% e a concentração de

P é de 17 a 18,5%. A relação entre cinzas e matéria orgânica que no osso normal é de 3:2, pode sofrer alteração em casos de deficiência e inverter-se nos casos mais graves (RIET-CORREA & TIMM, 2007).

Microrradiografias, espessura, resistência e peso específico dos ossos revelam-se de valor para o diagnóstico da deficiência de P. Análises de P no solo e nas pastagens servem como indicadores, mas não são suficientes para o diagnóstico da deficiência de P nos ruminantes. Porém, a experimentação é o método mais seguro para o diagnóstico da deficiência de P, principalmente em rebanhos subdeficientes, nos quais os sinais clínicos não são nítidos (TOKARNIA et al., 2010).

3.1.2. Cobre

O Cu atua como agente catalítico oxidativo e está envolvido em diversos processos metabólicos sob a forma de cuproenzimas, como a citocromo-oxidase, ceruloplasmina lisil-oxidase, tirosinase, dopaminaoxidase, urato-oxidase, superóxido-dismutase e butiril-CoA-desidrogenase (RIET-CORREA, 2007). Os sinais clínicos apresentados pelos animais com deficiência de Cu relacionam-se com as concentrações e atividades dessas enzimas (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

A carência de Cu em bovinos adultos pode ocorrer em qualquer época do ano, mas os sinais clínicos nos animais são evidenciados principalmente na época das chuvas, quando as pastagens estão verdes e abundantes (BARBOSA et al., 2005)

A deficiência de Cu nos animais pode ocorrer da forma primária ou secundária. A primária ocorre quando os níveis dietéticos de Cu estão insuficientes nos alimentos para suprir as demandas nutricionais dos animais e realização normal dos processos metabólicos; já a forma secundária ocorre quando os níveis de Cu estão normais nos alimentos, mas sua absorção e utilização pelos tecidos estão prejudicadas pela presença de antagonistas. Dentre estes, o Fe, o S e o Mo são os principais elementos que interferem na absorção do Cu (MARQUES et al., 2003; DIRKSEN et al., 2005; RIET-CORREA, 2007). Essa interferência ocorre pela reação do S e Mo com o Cu no rúmen, que leva à formação de um composto insolúvel denominado de tiomolibdato de Cu (MENDONÇA JÚNIOR et al., 2011).

O quadro clínico observado em bovinos que sofrem de carência de Cu são menor desenvolvimento corporal, com baixo desempenho reprodutivo, baixa produção de leite (PHILLIPPO et al., 1987a,b), anemia, osteoporose, alterações da pigmentação dos pelos (acromotriquia), principalmente ao redor dos olhos, e diarreia (VALLI, 1985; UNDERWOOD

& SUTTLE, 1999). Algumas doenças como a ataxia enzoótica que ocorre em cordeiros e mortes súbitas que ocorrem em bovinos estão associadas com a carência de Cu (TOKARNIA et al., 1966; MARQUES et al., 2003). A doença conhecida como “ronca”, que acomete bovinos, está relacionada com baixos níveis de Cu no fígado, porém ainda é de causa desconhecida (TOKARNIA et al., 1968).

Apesar das muitas manifestações que ocorrem na deficiência de Cu, em geral, o diagnóstico a campo não é tão fácil, mesmo quando a deficiência é acentuada, pois parte dessas manifestações não é específica (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

Avaliação do hemograma de bovinos com carência de Cu revela anemia macrocítica hipocrômica (TOKARNIA et al., 2010).

A confirmação dessa deficiência, simples ou condicionada, precisa ser realizada por meio de análises químicas de amostras de fígado, ou melhor ainda, pela experimentação. Os resultados dos valores de Cu obtidos pela análise de amostras de fígado são de fácil interpretação. Valores de Cu de 0 a 50ppm da matéria seca indicam deficiência e de 51 a 100ppm, indica subdeficiência. Níveis de cobre no fígado acima de 100ppm são considerados adequados (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

3.1.3. Cobalto

Como integrante da estrutura da enzima metilmalonil-CoA mutase, o Co desempenha papel essencial no metabolismo energético dos ruminantes, uma vez que essa enzima catalisa a transformação de succinato a partir do ácido propiônico (DIRKSEN et al., 2005).

A deficiência de Co só ocorre nos ruminantes e a designação mais apropriada para esta deficiência seria marasmo enzoótico, pois os ruminantes que são mantidos em pastos deficientes em Co emagrecem e morrem (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999). Equinos criados na mesma pastagem não manifestam nenhuma alteração, por isso estes pastos são conhecidos como “pastos de criar éguas” (TOKARNIA et al., 2010).

O sinal clínico mais importante e característico é a anorexia progressiva, mesmo frente à pastagem viçosa e abundante, tendo como consequência: crescimento deficiente, perda de peso, rápida perda de massa muscular, alotriofagia (predileção por cascas de árvores), anemia acentuada do tipo normocítica normocrômica e morte dos animais em dois ou três meses, caso não sejam tratados. Se a deficiência de Co for de grau leve, essas manifestações extremas poderão nunca aparecer (TOKARNIA et al., 2010).

Para o diagnóstico, deve-se levar em consideração a presença de animais magros, apesar de pastagem abundante e viçosa. Também se pode usar a suplementação com Co e/ou vitamina B₁₂ para confirmar a suspeita clínica. Conjuntamente com essas informações, pode-se fazer análises de Co no fígado. Em bovinos, com idade de nove meses ou mais, valores abaixo de 0,05ppm indicam deficiência, de 0,05 - 0,12ppm subdeficiência. Valores acima de 0,12ppm de Co são encontrados em animais sadios (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

3.1.4. Selênio

O Se é essencial para o crescimento, reprodução, prevenção contra doenças e para manter a integridade dos tecidos. A função metabólica do Se está intimamente relacionada com a vitamina E. Ambos são necessários para que o organismo animal desempenhe adequada resposta imunológica frente aos diferentes agentes agressores. O Se é um constituinte essencial da enzima glutathione oxidase, que tem a função de proteger a membrana celular contra danos oxidativos (MCDOWELL & ARTHINGTON, 2005).

Uma série de distúrbios que acometem diferentes espécies de animais em várias partes do mundo têm sido atribuída à deficiência de Se. Esses distúrbios incluem a distrofia muscular nutricional em cordeiros, bezerros, cabritos, potros e leitões, a hepatose dietética em suínos e a diátese exsudativa em aves (MCDOWELL & ARTHINGTON, 2005; DIRKSEN et al., 2005). Em bovinos, além dessas alterações, ocorrem outros distúrbios que são atribuídos à deficiência de Se, como a retenção de placenta, ciclos estrais irregulares, morte embrionária, abortos, natimortos e fraqueza neonatal (DIRKSEN et al., 2005). Porém, no Brasil, pouco se conhece sobre a ocorrência e importância dessa deficiência nos rebanhos (TOKARNIA et al., 2010).

Valores no fígado de bovinos abaixo de 0,1ppm indicam deficiência em Se para Underwood & Suttle (1999), mas para Dirksen et al. (2005) este valor é de 1ppm.

3.1.5. Zinco

O Zn é um mineral importante para o metabolismo celular e participa de um grande número de funções no organismo. Esse elemento possui estreita relação com a atividade da vitamina A, já que a interconversão de vitamina A-alcoólica para vitamina A-aldeído, imprescindível para a visão, é realizada pelas enzimas retinoreductase e álcool-desidrogenase, ambas zincometaloenzimas. Existem ainda diversas outras enzimas Zn-

dependentes, como a enzima conversora de angiotensina, a fosfatase alcalina, a anidrase carbônica, a colagenase, as carboxipeptidases, a manosidase e a superóxido dismutase (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

No Brasil, ainda não está estabelecido até que ponto a deficiência de Zn é importante para bovinos (TOKARNIA et al., 2010). Uma forma especial de deficiência de zinco é a enfermidade conhecida como paraqueratose hereditária (doença de Adema, linhagem letal A-46) que se deve a um defeito hereditário transmitido por genes autossômicos recessivos, que são letais em homozigose (DIRKSEN et al., 2005). Esta doença teve ocorrência no Brasil (PEIXOTO et al., 1994). Baixos valores de Zn no tecido hepático de bovinos no Brasil estão relacionados com baixos níveis de Zn nas pastagens (BRUM et al., 1987) e também com antagonismo causado pelo excesso de Ca, Cu e Fe nas pastagens (MCDOWELL, 1992; OLIVEIRA, 2014).

Os sinais clínicos de bovinos com deficiência de Zn são diminuição do apetite, crescimento retardado de bezerros e paraqueratose com alopecia. O diagnóstico deve ser realizado principalmente pela experimentação, pois na forma subclínica da deficiência a sintomatologia não é específica. Em relação às análises químicas, observa-se diminuição dos níveis de Zn no fígado, pâncreas, pelos e soro sanguíneo (TOKARNIA et al., 2010).

As análises de Zn no fígado entre 101 e 200ppm são consideradas normais em bovinos, abaixo de 101ppm são considerados deficientes (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

3.1.6. Ferro

O Fe é constituinte da molécula de hemoglobina e por isso é responsável pela transferência de oxigênio e gás carbônico no corpo dos animais. Além disso, o Fe faz parte de diversas enzimas, como a citocromo-oxidase e enzimas da fosforilação oxidativa, participa da ativação da succinato desidrogenase e de todos os estágios do ciclo de Krebs, e está presente na composição de proteínas estruturais, como a mioglobina (TOKARNIA et al., 2010).

Nos bovinos criados a pasto, a deficiência de Fe não constitui problema, pois os solos e as pastagens são muito ricos neste elemento, porém pode ocorrer em bezerros alimentados somente com leite, os chamados “bezerros de leite” (MCDOWELL, 1999; TOKARNIA et al., 2000). Em quantidades elevadas no solo ou pastagens o Fe favorece a deficiência de Cu e P em algumas regiões brasileiras, pois é um antagonista destes dois elementos (MARQUES et al., 2003; OLIVEIRA, 2014)

Bezerros com deficiência de Fe apresentam anemia do tipo microcítica hipocrômica, baixo crescimento, letargia, mucosas pálidas, taquicardia, taquipneia, baixa resistência a infecções e morte em casos graves de deficiência (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

O diagnóstico da deficiência de Fe é realizado através do histórico, quadro clínico patológico, determinação do elemento nos tecidos e pela experimentação (TOKARNIA et al., 2010). No fígado os níveis de Fe abaixo de 181ppm em bovinos, confirmam a deficiência deste elemento (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

3.1.7. Manganês

O Mn é um elemento que atua como ativador de glicotransferases, importante para a síntese de mucopolissacarídeos na matriz cartilaginosa e óssea. Além disso, é constituinte de enzimas, como piruvato carboxilase e de metaloenzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos (CORAH & IVES, 1991).

No Brasil, as pastagens parecem conter níveis de Mn em quantidade suficiente para fornecer aos bovinos, e por isso são escassos os diagnósticos da deficiência deste elemento nesta espécie (TOKARNIA et al., 2000). Níveis de Ca e P em quantidades elevadas na alimentação podem reduzir a disponibilidade do Mn para a absorção pelos animais e aumentar o seu requerimento (RIET-CORREA, 2007).

Bovinos deficientes em Mn podem apresentar desordens reprodutivas como infertilidade, nascimento de bezerros com deformidades congênitas nos membros, além de crescimento lento, despigmentação dos pelos e deformidades ósseas (RIET-CORREA, 2007; TOKARNIA et al., 2010).

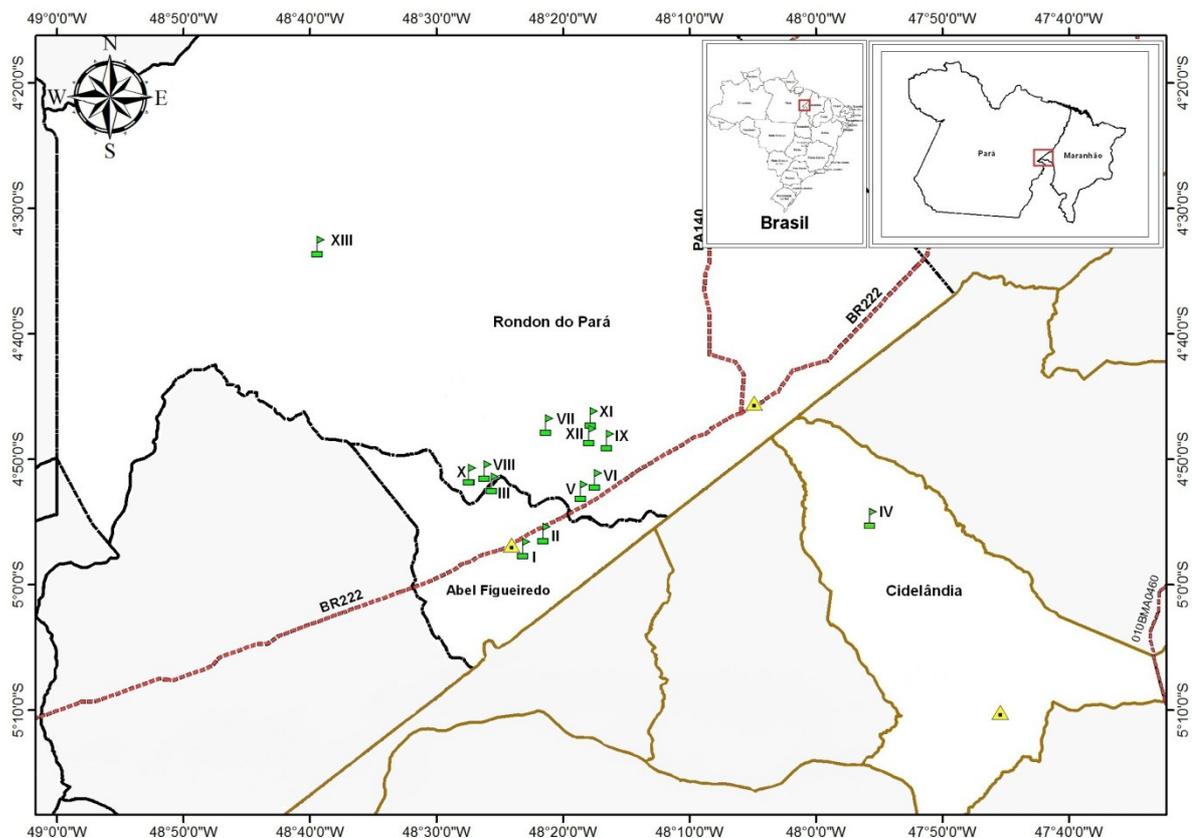
O diagnóstico da deficiência de Mn é realizado pela dosagem química do elemento nos tecidos animais, especialmente no fígado e ovário, contudo o diagnóstico definido é realizado pela experimentação (TOKARNIA et al., 2010). No tecido hepático, os valores normais de Mn em bovinos são de 6,1ppm e valores abaixo disto são considerados deficientes (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. 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.

Figura 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'.



Fonte: O autor, 2014.

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 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), que vão de 100 a 52%, e média de 78%. O índice pluviométrico anual fica em torno de 2.000mm (RONDON, 2009).

4.2. 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 voltada para a comercialização 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 que eram ordenhadas diariamente (Tabela 1).

Tabela 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.

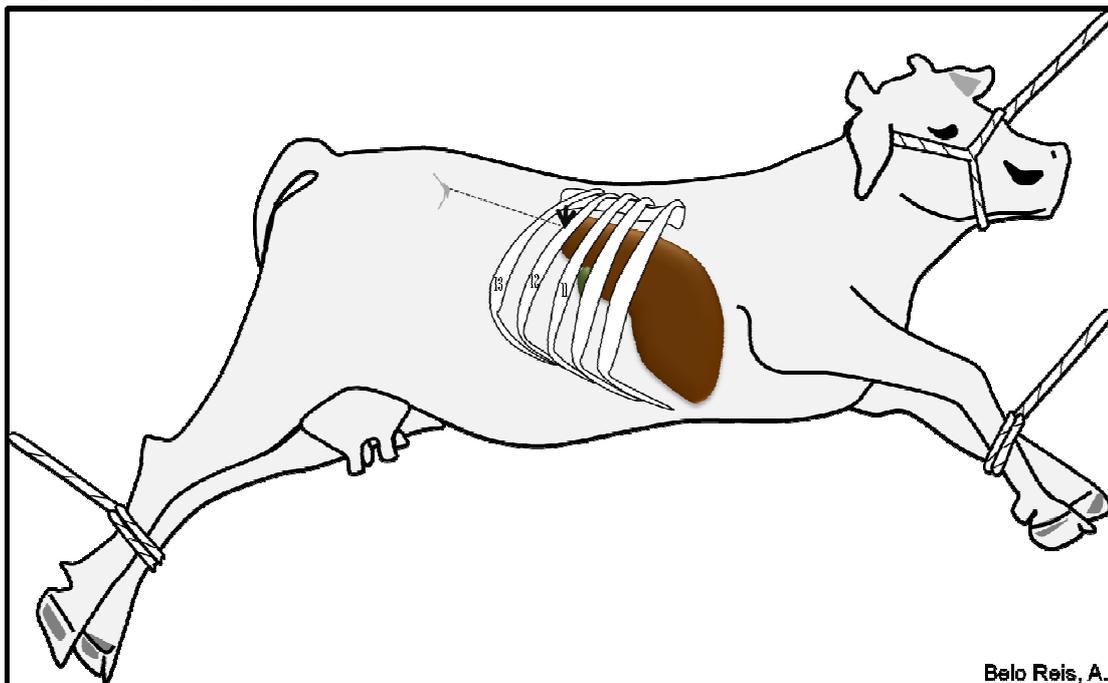
Município / Propriedades	Vacas em Lactação	Amostras coletadas	
		Osso	Fígado
Abel Figueiredo / PA			
I	34	4	4
II	11	2	2
III	40	4	4
Cidelândia / MA			
IV	92	6	6
Rondon do Pará / PA			
V	67	5	5
VI	15	2	2
VII	25	3	3
VIII	15	2	2
IX	28	3	3
X	49	5	5
XI	24	3	3
XII	35	5	5
XIII	40	3	3
Total	475	47	47

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 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 (Apêndice I).

4.3. COLETA DAS AMOSTRAS

As amostras de osso foram coletadas por meio de biópsias realizadas no bordo cranial do terço superior da 12^a costela do lado direito (Figura 2) 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 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 (Figura 2).

Figura 2: Posição do animal e local de realização das biópsias de osso e fígado. Posição: decúbito lateral esquerdo; Local: osso – ponto de interseção do bordo cranial do terço superior da 12^a costela direita com uma linha paralela à coluna vertebral (seta), com origem na tuberosidade coxal; fígado – bordo caudal do lobo caudado.



Fonte: A. S. Belo Reis, 2014.

Na região do terço superior da 12ª costela do lado direito, foi realizada a tricotomia e a lavagem com água e sabão neutro, realizada a anestesia local do tipo infiltrativa intramuscular e subcutânea utilizando-se 40mL de cloridrato de lidocaína a 2% e 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 sobre a pele da 12ª costela, com aproximadamente 10 cm de comprimento e 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 (Figura 02). 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 dose única de 20mg/kg de peso vivo de oxitetraciclina, 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 e posteriormente congeladas a -20°C até a realização das análises químicas dos minerais.

4.4. DOSAGENS BIOQUÍMICAS – OSSO

As análises bioquímicas de osso e fígado, descritas em seguida, foram realizadas no Laboratório de Toxicologia da Seção de Meio Ambiente do Instituto Evandro Chagas (SAMAM/IEC/SVS/MS).

No osso, após descongelados à temperatura ambiente, foi removido todo o tecido mole e material medular. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança analítica e colocadas em uma proveta com 10mL de água, para a obtenção do peso fresco e do volume deslocado, respectivamente. Em seguida, as amostras foram secas em estufa a 105°C durante 12 h e desengorduradas com éter etílico no extrator de gordura Goldfish durante 48 h. Secou-se novamente à 105°C por 12 h 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.

Calculou-se a densidade óssea expressa em g/cm^3 segundo a descrição de Fick et al. (1979); o percentual de cinzas no osso foi determinado de acordo com as recomendações de Mendes (1977).

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 P.A. a 65 % (QUIMEX), 1mL de ácido clorídrico a 30% (MERCK) e 1mL de peróxido de hidrogênio P.A. a 30% (BIOTEC). As amostras ficaram em repouso durante 12 h 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 (PO_4^{3-}), foram retirados aproximadamente 5mL dessa solução para ser analisada por cromatografia de íons, em sistema ICS 2000 DUAL (THERMO SCIENTIFIC-DIONEX, USA).

4.5. DOSAGENS BIOQUÍMICAS – 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, Zn, Fe e Mn, 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 P.A. a 65% (QUIMEX), 1mL de ácido clorídrico a 30% (MERCK) e 1mL de peróxido de hidrogênio P.A. a 30% (BIOTEC). 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, Zn, Fe e Mn 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).

4.6. CONSUMO DE MISTURA MINERAL

Foi realizada uma análise nas misturas minerais ofertadas aos animais das propriedades estudadas, 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).

5. 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. Em todas as propriedades os animais recebiam água a vontade.

Os rebanhos leiteiros das propriedades estudadas eram formados por animais mestiços (Holandês x Zebu) (Figura 02), as vacas em lactação 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 (Tabela 2).

Figura 2. Caracterização do rebanho bovino leiteiro da bacia leiteira do município de Rondon do Pará. **A** – Rebanho leiteiro da propriedade X, Rondon do Pará - PA, e **B** – Rebanho leiteiro da propriedade IV, Cidelândia – MA.



Fonte: C.M.C. Oliveira, 2012.

A suplementação mineral fornecida aos animais em 12 propriedades estudadas eram misturas minerais comerciais (MMC) do tipo “completa” (NaCl, 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 (NaCl, P, Co, Cu, Se e Zn) (Tabela 3).

Em nove propriedades, as MMC sem NaCl eram preparadas na proporção de 2:1 ou 1,5:1, contudo as recomendações do fabricante indicava 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 do fabricante (Tabela 2 e 3).

Tabela 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 ECC	Média da produção de leite/vaca/dia	Tipo de MM	Diluição da MM (NaCl / MM)	Frequência de administração	Tipos de cocho	Histórico clínico nos rebanhos
I	3,07	3,5	MMC* sem NaCl	2 : 1	Diária	Cobertos	Sem relatos.
II	3,00	4,5	MMC sem NaCl	2 : 1	A cada 3 dias	Cobertos	Anemia; emagrecimento acentuado pós-parto; retenção de placenta; aborto.
III	2,84	5,0	MMC pronta para uso	Colocado direto no cocho	A cada 3 dias	Descobertos	Retenção de placenta.
IV	2,33	6,0	MMC sem NaCl	1 : 1	Diária	Cobertos	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	Cobertos	Osteofagia.
VI	3,04	4,3	MMC sem NaCl	2 : 1	Diária	Descobertos	Descoloração dos pelos (em bezerros); retenção de placenta.
VII	2,94	6,0	MMC sem NaCl	2 : 1	A cada 3 dias	Descobertos	Sem relatos.
VIII	3,15	5,0	MMC pronta para uso	1 : 1	A cada 3 dias	Cobertos (parcialmente)	Osteofagia.
IX	2,63	3,9	MMC sem NaCl	2 : 1	A cada 3 dias	Cobertos	Osteofagia; emagrecimento progressivo; descoloração dos pelos; emagrecimento acentuado pós parto; retardo no primeiro cio pós-parto.
X	2,68	3,9	MMC sem NaCl	1,5 : 1	Diária	Cobertos	Nascimento de bezerros fracos; retenção de placenta.
XI	2,36	4,8	MMC sem NaCl	2 : 1	A cada 3 dias	Descobertos	Nascimento de bezerros fracos; bezerros com pelos ásperos; retenção de placenta; aborto.
XII	2,50	3,1	MMC sem NaCl	2 : 1	A cada 3 dias	Descobertos	Osteofagia; maior intervalo entre partos; retardo no primeiro cio pós-parto; aborto.
XIII	-	3,2	MMC sem NaCl	2 : 1	Diária	Descobertos	Osteofagia; emagrecimento acentuado pós-parto; descoloração dos pelos; (pouco frequente), retenção de placenta; (pouco frequente); aborto.

* MMC – Mistura mineral comercial; ** MMS – Mistura mineral seletiva.

Tabela 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	66,7	466,7	10	1.666,7	-	638,3
II	667	246,8	71,7	56,7	4	5,3	103,3	1.166,7	93,3	1.213,3	9	2.500	653,3	-
III	297	110	180	44	0,6	13	30	750	60	585	12	2.470	350	-
IV	500	185	104	80	7,5	-	300	1.350	135	2.310	25	2.310	-	-
V	500	185	-	97,5	-	-	126	875	-	-	36	1.010	-	-
VI	667	246,8	130	80	15	2,5	125	1.500	90	175	22,5	504	-	-
VII	667	246,8	69,7	54,3	4	4,2	103,3	1.166,7	93,3	1.213,3	10,7	3.000	653,3	543,3
VIII	573	212,0	107,5	85	140	6	155	1.750	980	-	37,5	1.820	-	-
IX	667	246,8	69,3	53,3	5	-	200	900	90	1.540	16,7	1.540	-	-
X	600	222	86	68	4,8	6,4	124	1.400	112	1.456	10,8	3.000	784	-
XI	667	246,8	71,7	56,7	4	5,3	103,3	1.166,7	93,3	1.213,3	9	2.500	653,3	-
XII	667	246,8	65	50	6,7	13,3	133,3	666,7	66,7	666,7	33,3	400	-	-
XIII	667	246,8	69,7	54,3	4	4,2	103,3	1.166,7	93,3	1.213,3	10,7	3.000	653,3	543,3

Em todas as propriedades, a mistura mineral era ofertada aos animais em cochos instalados nas pastagens. Em sete propriedades, estes cochos eram sem cobertura (Figura 3) e em oito propriedades, o fornecimento da mistura mineral aos cochos não era realizado diariamente (Tabela 2).

Figura 3. 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, e **C** – Cocho de madeira da Propriedade XII, Rondon do Pará – PA.



Fonte: **Figuras A e C** – O autor, 2012; **Figura B** – C.M.C. Oliveira, 2012.

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

Os valores de P, percentual de cinzas e densidade específica no osso e os valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado dos animais avaliados estão apresentados por propriedade nas Tabelas de 4 a 16. Já o consumo estimado diário de P, Co, Cu, Se e Zn por animal está demonstrado na Tabela 17. Os níveis deficientes ou subdeficientes e o consumo estimado

diário de minerais por animal abaixo do recomendado estão apresentados nas Tabelas em negrito.

Nas vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará, observou-se deficiência de P nas propriedades IV, VI, VII, XII e XIII, deficiência de Co nas propriedades I e VII, deficiência de Se nas propriedades I, II, III, IV, VI, VII, IX e XIII e deficiência de Zn nas propriedades I, II, III, IV, V, VII, IX e XIII. Não foi determinada a deficiência de Cu, Fe e Mn nas propriedades (Tabela 4 a 16).

Tabela 4. Propriedade I - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se (mg.kg ⁻¹)	Zn	Fe	Mn
1	18,1	1,91	63	0,903	151,4	1,06	130,4	220,8	8,1
2	18	1,73	60,6	< LD**	437,6	2,04	71,5	1.154	16
3	18,3	1,4	63,7	0,319	279	0,93	187,4	536	17,3
4	19,3	1,99	64,6	0,119	194,2	0,87	81,2	225,6	10
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

** valor abaixo do limite de detecção (LD) do aparelho;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 5. Propriedade II - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se (mg.kg ⁻¹)	Zn	Fe	Mn
5	18,9	1,52	63,6	0,837	323,2	0,99	187,9	408,6	19,3
6	19,1	1,82	61,9	0,153	195,6	1,02	58	422,8	10,7
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 6. Propriedade III - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se	Zn (mg.kg ⁻¹)	Fe	Mn
7	19,2	2,5	63,4	0,526	149,1	0,74	64,3	247,1	7,9
8	18,3	1,56	64,8	0,37	203,4	0,32	138	353,1	9,8
9	18,1	1,39	64	0,719	357,1	0,8	144,3	300,2	11,9
10	18,1	1,63	62,9	0,385	130,5	0,76	82,2	318,9	8,9
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 7. Propriedade IV - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se	Zn (mg.kg ⁻¹)	Fe	Mn
11	17,4	2,39	64,5	1,802	173,2	1,47	266,4	405,1	16,1
12	16,7	1,76	63	1,085	244,5	1,32	84,1	229,7	13,8
13	17,7	1,73	64,5	1,141	562	1,19	157,4	402,7	14,5
14	17,3	1,57	63,5	0,635	429,3	0,77	128,7	211,5	12,3
15	17,4	1,61	63,3	0,878	345,3	1,63	97,2	255	11,3
16	16,5	1,79	64,2	0,615	59,4	0,73	90,9	190,9	14,2
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 8. Propriedade V - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se	Zn (mg.kg ⁻¹)	Fe	Mn
17	18,5	2,16	65,7	0,414	154,1	0,75	55,4	331,6	11,2
18	19,8	1,84	65,8	0,459	287,4	1,23	77,8	267,7	11,7
19	18	1,74	64,1	1,057	193,1	1	99,2	415,3	10,9
20	17,6	1,44	65,6	0,607	391	1,14	193,7	1.465	23
21	19,5	3,08	64,8	0,35	200,4	0,65	97,7	260,3	14,7
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 9. Propriedade VI - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se (mg.kg ⁻¹)	Zn	Fe	Mn
22	16,6	1,9	63,3	0,793	258,9	0,79	164,9	275,8	13,3
23	19	1,28	65,5	0,863	654,1	1,22	324	378,1	17,3
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 10. Propriedade VII - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe, Mg e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se (mg.kg ⁻¹)	Zn	Fe	Mn
24	18,4	1,53	61,9	< LD**	180,2	0,84	74,2	257,8	503,2
25	16,8	1,62	61,7	0,668	306,3	0,67	136	608,6	890,9
26	17,4	1,75	65,3	0,011	120,1	0,66	64,6	423	517
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

** valor abaixo do limite de detecção (LD) do aparelho;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 11. Propriedade VIII - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se (mg.kg ⁻¹)	Zn	Fe	Mn
27	18,5	1,79	63,6	0,719	335,2	1,3	140,7	606,3	17,3
28	18,6	1,56	64,9	0,44	270,6	1,18	111,8	843,6	17,5
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 12. Propriedade IX - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se (mg.kg ⁻¹)	Zn	Fe	Mn
29	19	1,81	62,4	0,121	335,7	0,93	112,7	329,3	13
30	17,5	1,49	62,4	0,669	234,8	0,7	93,5	326,7	12,5
31	18,7	1,82	62,6	< LD**	551,4	1,22	87,6	356,3	12,7
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

** valor abaixo do limite de detecção (LD) do aparelho;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 13. Propriedade X - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se (mg.kg ⁻¹)	Zn	Fe	Mn
32	17,7	1,41	61,5	0,731	491,8	2,15	230	478,7	18,1
33	18,5	1,58	61,3	1,339	242,2	1,45	206	373	14,5
34	17,9	2,03	65	0,494	367,1	1,16	208,1	633,4	18,9
35	17,5	1,95	61,8	0,07	141,3	1,27	109,9	269,4	10,7
36	17,7	1,55	64,3	0,509	225	1,22	159,7	421,7	14,1
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 14. Propriedade XI - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se (mg.kg ⁻¹)	Zn	Fe	Mn
37	17,5	1,78	64,5	0,768	144	-	62,1	172,1	8,7
38	18,2	1,77	61,2	0,286	273,3	-	112,1	334,5	15,8
39	17,2	1,71	62,7	0,068	423,8	-	132,5	510,8	15,3
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 15. Propriedade XII - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se (mg.kg ⁻¹)	Zn	Fe	Mn
40	17,7	2,1	64,5	1,439	203,9	-	246,1	351,8	13,7
41	16,7	1,91	62,7	1,149	286,6	-	126,8	312,6	10
42	16,4	1,64	63,6	0,779	662,9	-	137,8	314,1	16,3
43	16,6	1,47	61,6	0,599	106	-	72,27	195,6	11,4
44	16,6	1,43	63	0,763	60,5	-	157,2	419,4	16,7
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 16. Propriedade XIII - Valores de P, densidade específica e percentual de cinzas no osso, e valores de Co, Cu, Se, Zn, Fe e Mn no fígado de vacas em lactação da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

Animal	Osso			Fígado					
	P (%)	Densidade (g/mL)	Cinzas (%)	Co	Cu	Se (mg.kg ⁻¹)	Zn	Fe	Mn
45	16,9	1,48	63,3	0,088	121,8	0,73	89,2	453	13,1
46	-	1,88	63,8	0,365	187,9	0,34	93,6	259	12
47	16,4	1,45	65,1	0,29	168,8	0,52	70,1	255,9	9,2
Valores normais*	17 ^a	1,69 ^b	60 ^a	0,12 ^c	100 ^c	1 ^d	100 ^c	181 ^c	6,1 ^c

* Valores normais para a espécie bovina, abaixo destes são deficientes;

^a – Riet-Correa & Timm (2007); ^b – Valdes et al. (1988); ^c – Underwood & Suttle (1999);

^d – Dirksen et al. (2005).

Tabela 17. Consumo estimado de P, Co, Cu, Se e Zn baseado na ingestão média de 30 g 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	4,6	3	18	7,6	5,6	4,6	8,1	9	6,2	4,6	6	4,6
Cu (mg)	50	45	52,5	75,8	81	52,5	67,5	52,5	91,6	40,5	70	52,5	30	52,5
Se (mg)	1 – 3	0,4	0,4	1,2	1,5	2,2	1	0,5	2	0,7	0,5	0,4	1,5	0,5
Zn (mg)	43,5 – 87	75	112,4	249,5	138,6	60,6	22,7	134,9	95,3	69,3	150	112,4	18	134,9

* Suplementação mineral mínima para evitar os efeitos negativos das deficiências minerais em bovinos em crescimento (TOKARNIA et al., 2000).

6. DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo sobre o diagnóstico de deficiências minerais realizado em vacas em lactação de rebanhos leiteiros da bacia leiteira do município de Rondon do Pará e da região Norte do Brasil. Pelas análises dos minerais no osso e 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 deficiência de P, Se e Zn em maior proporção e de Co em menor proporção.

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 conseqüentemente 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 sal branco 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 a 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 30g 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 não constante da mistura mineral em cochos inadequados para a suplementação mineral foram fatores que contribuíram para a ocorrência de deficiência de um ou mais minerais nas propriedades estudadas da bacia leiteira do município de Rondon do Pará.

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 a ser ofertada pela suplementação mineral para que um bovino na fase de crescimento não apresente os efeitos negativos da deficiência de P. Acreditamos que, para vacas adultas não especializadas para a produção de leite, esta quantidade é 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 era abaixo de 6g/animal/dia e não foi determinada a deficiência de P nos animais destas propriedades. Sugere-se que fatores ligados aos animais como pouca especialização para a produção de leite, que são animais menos exigentes em minerais, associado com a realização da 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, de acordo com 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 observado a 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, 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 está suprimindo as necessidades diárias de Cu aos animais para que não ocorra a deficiência deste elemento nas propriedades.

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 $0,1\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. No entanto, Dirksen et al. (2005) indicam que os valores de Se no fígado acima de $1\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ são normais e valores abaixo deste são deficientes. Pela metodologia utilizada, não foram obtidos níveis de Se abaixo de $0,1\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, 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 e Oliveira (2014, COMUNICAÇÃO PESSOAL) acredita que os casos de retenção de placenta em vacas no município de Rondon do Pará estão relacionados com a deficiência de Se. Por isso, o valor considerado normal de Se no fígado dos bovinos neste 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 deverá 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 eram descobertos, 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 deficientes em 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 ocorre de forma subclínica.

Não foram observados valores deficientes em Fe e Mn nos animais. Estes resultados já eram esperados, pois no Brasil a deficiência de Fe e Mn não ocorre em bovinos criados a pasto, pois o solo e as pastagens são muito ricos em Fe e contêm quantidades suficientes de Mn para suprir as exigências diárias dos bovinos (TOKARNIA et al., 2000). Por isso, a suplementação destes minerais, via mistura mineral, se torna desnecessária e dispendiosa (TOKARNIA et al., 2010), haja vista que havia propriedades que não adicionavam Fe nas misturas minerais. Brum et al. (1987) verificaram níveis de Fe e Mn normais no fígado de vacas de corte paridas que não recebiam suplementação mineral no Pantanal Mato-Grossense. Neste estudo foi verificado valores adequados no solo e nas pastagens.

7. CONCLUSÃO

Este estudo conclui que na bacia leiteira do município de Rondon do Pará:

- Ocorre a deficiência de P, Se e Zn em maior proporção nas propriedades estudadas e de Co em menor proporção;
- A suplementação mineral realizada nas propriedades não atende às exigências diárias de P, Se e Co, baseado no consumo estimado de 30g de NaCl/animal/dia;
- Os cochos pouco adequados a inadequados para a suplementação mineral, o fornecimento inconstante das misturas minerais nos cochos e a adição de NaCl nas misturas minerais acima das recomendações dos fabricantes contribuíram para a deficiência de um ou mais minerais.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, J.D. et al. Doenças de Búfalos na Amazônia. In: **II Simpósio Mineiro de Buiatria**. Belo Horizonte: [s.n.], 2005.
- BARBOSA, J.D. et al. Phosphorus deficiency in buffaloes in the state of Pará, Northern Brazil. **Ital. J. Anim. Sci.**, v. 6, supl.2, p. 971-973, 2007.
- BREVES, G.; SCHRODER, B. Comparative aspects of gastrointestinal phosphorus metabolism. **Nutr. Res. Rev.**, v. 4, p.125-140, 1991.
- BRUM, P.A.R. et al. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Paiaguás, no Pantanal Mato-Grossense. II. cobre, zinco, manganês e ferro. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 22, n. 9/10, p. 1049-1060, 1987.
- CORAH, L.H.; IVES, S. The effects of essential trace minerals 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.
- DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.D.; STÖBER, M. **Medicina Interna y Cirugía del Bovino**. 4. ed. Buenos Aires: Inter-médica, 2005. v. 1.
- FICK, K.R. et al. **Methods of mineral analysis for plant and animal tissues**. 3rd ed. Florida: Gainesville, 1979.
- LAMB, G. C. et al. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers. **Animal Reproduction Science**. v. 106, p. 221-231, 2008.
- LEHNINGER, A .L. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1994. 839 p.
- LUCCI, C.S. et al. Selênio em bovinos de leite em Itirapina, estado de São Paulo. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 22, n. 6, p. 653-656, 1987.
- MALAFAIA, P. et al. Equívocos arraigados no meio pecuário sobre deficiências minerais e suplementação minerais em bovinos no Brasil. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 34, n. 3, p. 244-249, 2014.
- MARQUES, A.P. et al. Mortes súbitas em bovinos associadas à carência de cobre. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 23, n. 1, p. 21-32, 2003.
- MCDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic, 1992.
- MCDOWELL, L.R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. 3. ed. Florida: University of Florida, 1999.
- MCDOWELL, L.R.; ARTHINGTON, J.D. **Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Regions**. 4rd ed., University of Florida, 2005.

MENDES, M.O. **Mineral status of beef cattle in the northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season, and sampling technique.** 1977. 236 f. Dissertation (Mestrado)--University of Florida, Florida, 1977.

MENDONÇA JÚNIOR, A.F. et al. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 7, p. 1-13, 2011.

NOMURA, C.S. et al. Bovine liver sample preparation and micro-homogeneity study for Cu and Zn determination by solid sampling electrothermal atomic absorption spectrometry. **Spectrochimica Acta**, v. 60, p. 673-680, 2005.

OLIVEIRA, C.M.C. **Diagnóstico das deficiências minerais de macro e micro minerais em búfalas (*Bubalus bubalis*) provenientes da Ilha de Marajó, estado do Pará.** 2014. 69 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal)--Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

PEIXOTO, P.V.; MORAES S.S.; LEMOS R.A. Ocorrência da paraqueratose hereditária (linhagem letal A-46) no Brasil. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 14, n. 2/3, p. 79-84, 1994.

PEIXOTO, P.V. et al. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesq. Vet. Bras.** v. 25, n. 3, p. 195-200, 2005.

PESQUISA da Pecuária Municipal. [S.l.]: IBGE, 2012.

PHILLIPPO, M., HUMPHRIES W.R.; GARTHWAITE P.H. The effect of dietary molybdenum and iron on copper status and growth in the cattle. **J. Agric. Sci.**, v. 109, p. 315-320, 1987a.

PHILLIPPO, M., HUMPHRIES W.R.; GARTHWAITE P.H. The effect of dietary molybdenum and iron on copper status, puberty, fertility and oestrous cycle in the cattle. **J. Agric. Sci.**, v. 109, p. 321-336, 1987b.

PINHEIRO, C.P. et al. Níveis de fósforo, cobre, cobalto e zinco em bubalinos (*Bubalus bubalis*) na Ilha de Marajó, Estado do Pará. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 31, n. 3, p. 193-198, 2011.

RIET-CORREA, F. Carências minerais. In: RIET-CORREA, F. et al. (Org.). **Doenças de Ruminantes e Eqüídeos**. 3. ed. Santa Maria: Pallotti, 2007. p. 223-233.

RIET-CORREA, F.; TIMM, C.D. Deficiência de cobalto. In: RIET-CORREA, F. et al. (Org.). **Doenças de Ruminantes e Eqüídeos**. 3. ed. Santa Maria: Pallotti, 2007. p. 235-239.

RIET-CORREA, F.; TIMM, C.D. Deficiência de fósforo. In: RIET-CORREA, F. et al. (Org.). **Doenças de Ruminantes e Eqüídeos**. 3. ed. Santa Maria: Pallotti, 2007. p. 248-257.

RONDON DO PARÁ – Geografia: Wikipédia, 2009. Disponível em: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Rondon do Par%C3%A1#Geografia](http://pt.wikipedia.org/wiki/Rondon_do_Par%C3%A1#Geografia)>. Acesso em: 15 Junho 2013.

RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. Exigências de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Rev. Bras. Zootec.**, v. 30, n. 1, p. 187-196, 2001.

TOKARNIA, C.H. et al. Ataxia enzoótica em cordeiros na costa do Piauí. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 1, p. 357-382, 1966.

TOKARNIA, C.H. et al. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos no Nordeste e Norte do Brasil. **Pesq. Agropec. Bras.**, v. 3, p. 351-360, 1968.

TOKARNIA, C.H. DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesq. Vet. Bras.**, v. 20, n. 3, p. 127-138, 2000.

TOKARNIA, C.H. et al. **Deficiências minerais em animais de produção**. 1. ed. Rio de Janeiro: Helianthus, 2010.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 3rd ed. Wallingford: CABI Publ. 1999.

VALDES, J.L.; McDOWELL, L.R.; KOGER, M. Mineral status and supplementation of grazing beef cattle under tropical conditions in Guatemala. I. Macroelements. **J. Production Agriculture**, v. 1, n. 4, p. 347-350, 1988.

VALLI, V.E.O. The hematopoietic system. In: JUBB, K.F.; KENNEDY, P.C.; PALMER, N. (Org.). **Pathology of Domestic Animals**. 3rd ed. New York: Academic Press, 1985. p. 125-130.

WILDE, D. Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle. **Anim. Reprod. Sci.**, v. 96, p. 240-249, 2006.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO SOBRE O ESTUDO DAS DEFICIÊNCIAS MINERAIS EM REBANHOS
LEITEIROS DO MUNICÍPIO DE RONDON DO PARÁ

Propriedade: _____ **Data:** _____

Proprietário: _____ **Município:** _____

1. Característica da propriedade:

Área: _____ Tipo de pastagem: _____

Sistema de criação: () Extensivo () Semi-intensivo () Intensivo

Nº de animais em ordenha: _____ Quantidade de leite produzida: _____

2. Alimentação:

() Forragem () Concentrado/forragem () Outros

Tipo de forragem: _____ Tipo de concentrado: _____

Mineralização: () Seletiva; () Completa; () Produzida na fazenda; () Pronta para uso

Frequência de administração: () Diária; () A cada três dias () Semanal; () Mensal;

Outros.....
.....

Composição por quilo da mistura: Fósforo () Cálcio (); Cobalto (); Cobre (); Sódio (); Selênio () Zinco (); Manganês () Magnésio (); Enxofre (); Iodo (); Ferro (); Molibdênio ().

Consumo da mistura: _____

Presença de sinais clínicos de deficiência mineral: Sim (); Não ()

Quais: Osteofagia (); Emagrecimento progressivo (); Descoloração dos pelos (); Fraturas frequentes (); Crescimento lento (); Anemia (); Maior intervalo entre partos (); Nascimento de bezerros fracos (); Avidéz pela mistura mineral (); Emagrecimento acentuado logo após o parto (); Retardo no primeiro cio pós-parto (); Animais com pelos ásperos; () Retenção de placenta; () aborto (); Outros:

3. Local de administração da mistura mineral

() Cochos cobertos; () Cochos descobertos; () Tamanho do cocho.....