

Artigo de Revisão

## SITUAÇÃO ATUAL E PERSPECTIVAS DA INVESTIGAÇÃO SOBRE NUTRIÇÃO MINERAL EM BOVINOS NO BRASIL<sup>1</sup>

CARLOS HUBINGER TOKARNIA<sup>2</sup>, JÜRGEN DÖBEREINER<sup>3</sup> e SHEILA S. MORAES<sup>3</sup>

	Página
Abstract e Sinopse .....	1
I. Introdução .....	1
II. Diagnóstico de Deficiência Mineral .....	3
III. Situação Atual da Investigação sobre Nutrição Mineral em Bovinos no Brasil .....	4
IV. Discussão e Conclusões .....	14
V. Perspectivas da Investigação sobre Nutrição Mineral em Bovinos no Brasil .....	15
Referências .....	15

**ABSTRACT.-** Tokarnia C.H., Döbereiner J. & Moraes, S.S. 1988. [Investigations on mineral nutrition of cattle in Brazil; a review.] Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 8(1/2):1-16. Depto Nutrição Animal, Univ. Fed. Rural do Rio de Janeiro, and Embrapa-UAPNPSA, Km 47, Seropédica, RJ 23851, Brazil.

A review of studies made in Brazil on disorders of mineral metabolism in cattle, mainly mineral deficiencies, and on botulism, the most important complication of phosphorus deficiency, is presented. Only studies made after 1976 are considered, this review being a continuation of that presented at the Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research in Grazing Ruminants, Belo Horizonte, Brazil, 1976.

The mineral deficiencies diagnosed in bovines in Brazil were those of P, Na, Co, Cu, I, Zn and Mn (this last depending on the excess of Fe in the pasture and excess supplementation with Co); low values of Se in liver and blood serum samples were obtained in certain areas. Epizootic botulism was diagnosed in large areas where phosphorus deficiency occurs. Copper poisoning, hypocalcemia due to the ingestion of pasture rich in oxalates, and fluorine poisoning were diagnosed.

The occurrences of the diagnosed mineral deficiencies up to 1976, and from 1976 to 1987, and of epizootic botulism were registered in 3 maps, together with the respective bibliographic references.

**INDEX TERMS:** Mineral nutrition, mineral deficiencies, mineral toxicities, botulism, cattle, Brazil.

**SINOPSE.-** É apresentada uma revisão dos estudos realizados no Brasil sobre perturbações no metabolismo mineral em bovinos, sobretudo deficiências minerais, e sobre botulismo, a complicação mais importante da deficiência de fósforo. Nesta revisão são considerados os trabalhos publicados após 1976, e ela constitui uma atualização de uma anterior, apresentada durante o Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens, em Belo Horizonte, 1976.

As deficiências minerais diagnosticadas em bovinos no Brasil foram as de P, Na, Co, Cu, I, Zn, Mn (última condicionada ao excesso de Fe na pastagem e suplementação excessiva de Co); foram obtidos valores baixos de Se em amostras de fígado e de soro sanguíneo em certas regiões. O botulismo epizootico foi diagnosticado em extensas regiões onde ocorre deficiência de fósforo. Foram diagnosticadas intoxicação por cobre, hipocalcemia devido

a ingestão de pastagem rica em oxalatos e a intoxicação por flúor.

As ocorrências de deficiências minerais diagnosticadas até 1976, as de 1976 a 1987 e as de botulismo epizootico foram lançadas em 3 mapas, com as respectivas referências bibliográficas.

**TERMOS DE INDEXAÇÃO:** Nutrição mineral, deficiências minerais, excessos minerais, botulismo, bovinos, Brasil.

### I. INTRODUÇÃO

Desde o Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens, realizado em Belo Horizonte em 1976, quando fizemos uma estimativa da situação da pesquisa sobre deficiências minerais em ruminantes no Brasil até aquela data, a investigação desse assunto tem feito progressos bastante grandes em nosso país. Ultimamente têm sido alvo principal dessas pesquisas as Regiões Centro Oeste e Norte, nas quais o grande incremento ocorrido na criação de bovinos confirmou os fortes indícios de que deficiências minerais são de muita importância como fator limitante na criação de gado.

<sup>1</sup> Trabalho apresentado durante a Reunião sobre Determinação de Carências e Suplementação Mineral em Bovinos, realizada de 8 a 12 de junho de 1987 em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Nutrição Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Km 47, Seropédica, RJ 23851; bolsista do CNPq (30.50 10/76-VT-07).

<sup>3</sup> Embrapa - Unidade de Apoio ao Programa Nacional de Pesquisa em Saúde Animal, Km 47, Seropédica, Rio de Janeiro 23851.

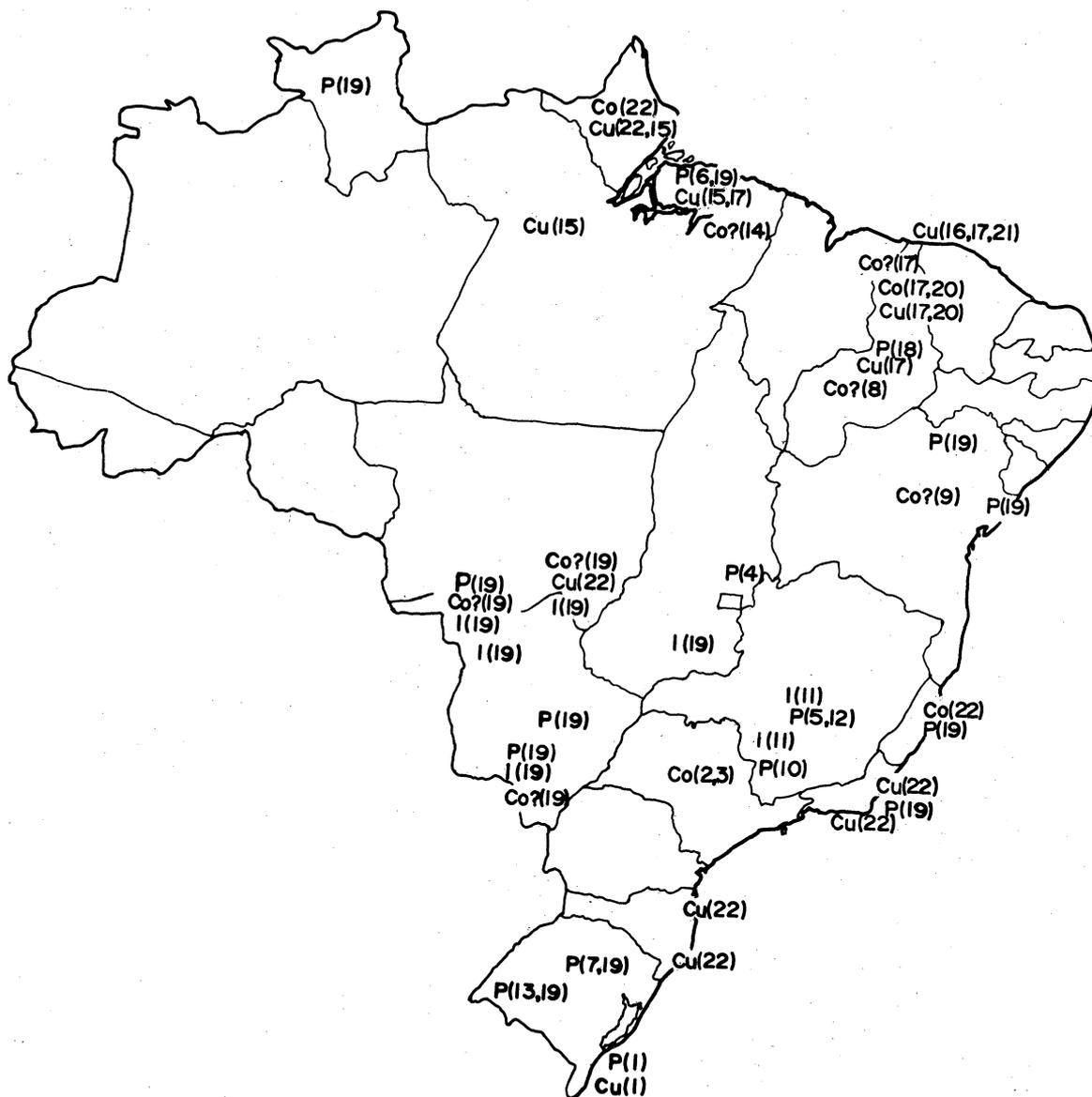


Fig. 1. Deficiências minerais diagnosticadas no Brasil até 1976. Os números em parênteses indicam a fonte de informação obtida da seguinte literatura:

- (1) Bauer A.C., Santos A.G. & Mancuso P.C. 1964. Algumas observações sobre uma doença de bovinos no município de Santa Vitória do Palmar. III Conf. Soc. Vet. Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 153-161. - (2) Corrêa R. 1955. Carência de cobalto em bovinos no Estado de São Paulo. *Revta bras. Biol.* 15:309-313. - (3) Corrêa R. 1957. Carência de cobalto em bovinos. *Arqs Inst. Biológico, S. Paulo*, 24:199-227. - (4) Dayrell M.S., Döbereiner J. & Tokarnia C.H. 1973. Deficiência de fósforo em bovinos na região de Brasília. *Pesq. Agropec. Bras., Sér. Vet.*, 8:105-114. - (5) Gióvine N. 1943. Estudo clínico da deficiência de fósforo nos bovinos de Minas Gerais. *Arqs Esc. Vet., Belo Horizonte*, 1:17-25, 7 fig. - (6) Guimarães J.M.A.B. & Nascimento C.N.B. 1971. Efeito da suplementação mineral sobre a percentagem de nascimentos de bezerros em rebanhos de bovinos de corte na Ilha de Marajó. *Série: Estudos sobre Bovinos, IPEAN, Belém, Pará, Vol. 1 (No. 2)*, p. 37-51. - (7) Grunert E. & Santiago C. 1969. Über den Einfluss von Knochenfuttermehl auf die Fruchtbarkeit von Fleischrindern in Rio Grande do Sul, Brasilien. *Zuchthyg.* 4:65-71. - (8) Iglesias F.A. 1951. Caatingas e chapadões. *Sér. 5ª Brasília-na*, vol. 271. Biblioteca Pedagógica Brasileira, Editora Nacional, São Paulo, p. 357-363. - (9) Macedo J.N. 1952. Fazendas de gado no vale de São Francisco. *Documentário da Vida Rural nº 3, SIA, Min. Agricultura, Rio de Janeiro*. - (10) Megale F. 1949a. Sobre a incidência de esterilidade em vacas no Estado de Minas Gerais. *Arqs Esc. Vet., Belo Horizonte*, 2:17-27. - (11) Megale F. 1949b. Contribuição ao estudo do bócio congênito nos bezerros, no Estado de Minas Gerais. *Arqs Esc. Vet., Belo Horizonte*, 2:143-150. - (12) Menicucci Sobrinho L. 1943. Carência de fósforo e cálcio nos bovinos. *Arqs Esc. Vet., Belo Horizonte*, 1:9-15. - (13) Santos V.T. & Pereira Neto E. 1963. II Reunião de Zootecnia e Veterinária, Bagé, Rio Grande do Sul, p. 63. - (14) Soares L.C. 1963. Guia de Excursão nº 8, realizada por ocasião do XVIII Congr. Int. Geogr., Conselho Nacional de Geografia, Rio de Janeiro, p. 304. - (15) Suttmöller P., Abreu A.V., Grift J. van der & Sombroek W.G. 1966. Mineral imbalances in cattle in the Amazon valley. *Communication nº 53, Dep. Agric. Res., Amsterdam*. - (16) Tokarnia C.H., Canella C.F.C. & Döbereiner J. 1960. Deficiência de cobre em bovinos no delta do Rio Parnaíba, nos Estados do Piauí e Maranhão. *Arqs Inst. Biol. Animal, Rio de J.*, 3:25-37. - (17) Tokarnia C.H., Canella C.F.C., Guimarães J.A. & Döbereiner J. 1968. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos no nordeste e norte do Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.* 3:351-360. - (18) Tokarnia C.H., Canella C.F.C., Guimarães J.A., Döbereiner J. & Langenegger J. 1970. Deficiência de fósforo em bovinos no Piauí. *Pesq. Agropec. Bras.* 5:483-494. - (19) Tokarnia C.H. & Döbereiner J. 1978. Observações próprias, em: *Diseases caused by mineral deficiencies in cattle raised under range conditions in Brazil*. p. 163-169. In: Conrad J.H. & McDowell L.R. (ed) *Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research with Grazing Ruminants*, Belo Horizonte, Brazil. - (20) Tokarnia C.H., Döbereiner J., Canella C.F.C. & Dâmaso M.N.R. 1961. Deficiência de cobalto em bovinos na Serra da Ibiapaba, no Estado do Ceará, *Arqs Inst. Biol. Animal, Rio de J.* 4:195-202. - (21) Tokarnia C.H., Döbereiner J., Canella C.F.C. & Guimarães J.A. 1966. Ataxia enzoótica em cordeiros na costa do Piauí. *Pesq. Agropec. Bras.* 1:357-382. - (22) Tokarnia C.H., Guimarães J.A., Canella C.F.C. & Döbereiner, J. 1971. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. *Pesq. Agropec. Bras., Sér. Vet.*, 6:61-77.

No Brasil, até 1976, haviam sido diagnosticadas deficiências de P, Co, Cu, e I em bovinos em regime de campo (Fig. 1). Já ficara bem estabelecido que a deficiência de fósforo era, destacadamente, a mais importante, mas que deficiências de cobre e cobalto também ocorriam em amplas áreas, sendo a de iodo limitada a algumas poucas áreas do Brasil. Secundariamente à deficiência de fósforo foi diagnosticado botulismo sob forma epizootica no Piauí, no sul do Maranhão e norte de Goiás. Deficiências de outros minerais, que se sabia ocorrerem em outros países, como as de Zn, Mn e Se, bem como de Na e Mg, não tinham sido diagnosticadas. Dados detalhados sobre todas essas ocorrências diagnosticadas no Brasil até 1976, constam de nossa revisão publicada no Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens, Belo Horizonte, 1976, e na sua versão inglesa atualizada editada em 1978 (Tokarnia & Döbereiner 1976, 1978).

## II. DIAGNÓSTICO DE DEFICIÊNCIA MINERAL

Antes de apresentar a situação atual da pesquisa sobre deficiências minerais em bovinos no Brasil, gostaríamos de fazer alguns comentários sobre o diagnóstico de deficiência mineral.

No diagnóstico de deficiências minerais, como no de qualquer problema, é necessário que se estudem as suas diversas manifestações e que se explore o problema sob diversos ângulos, para só então tirar a conclusão do conjunto dos dados obtidos. Muito importante e o primeiro passo é o exame do *rebanho*: na maioria das deficiências minerais mais acentuadas, o histórico, o exame clínico, a realização de necropsias e estudos histopatológicos podem ajudar consideravelmente no estabelecimento do diagnóstico. Assim, a osteofagia, aliada a raquitismo e osteomalácia e baixos índices de fertilidade, indica deficiência de fósforo; a presença de bócio endêmico em bezerras indica deficiência de iodo; um histórico de que ruminantes não sobrevivem a não ser quando mudados periodicamente para "terras sadias", quando associado a sintomas de perda e perversão de apetite, emagrecimento e anemia progressiva, constitui um indício forte da existência da deficiência de cobalto; hemossiderose acentuada em baço, linfonodos e eventualmente outros órgãos sugere deficiência de cobre.

Dados valiosos podem ser colhidos através dos exames radiológicos e histológicos de fragmentos de tecido ósseo; com essa metodologia, ainda insuficientemente explorada, consegue-se colher informações seguras, entre outras, sobre o desenvolvimento do esqueleto em face das disponibilidades de P e Ca durante o desenvolvimento do animal (Dämmrich 1986, comunicação pessoal).

Porém na maioria das deficiências minerais, e sobretudo quando elas não são acentuadas, a determinação do quadro clínico-patológico, apesar de muito importante, não é suficiente. A certeza final no diagnóstico da maioria das deficiências minerais é dada por dois meios:

a) por dosagens químicas de tecido animal, de amostras de pastagem e de solo;

b) pela experimentação.

Em relação às dosagens químicas deve-se recorrer, em primeiro lugar, a análises de material proveniente de animais, e somente em segundo plano à análise de pastagens, e por último à análise do solo.

A análise de material proveniente dos animais permite verificar diretamente, com maior rapidez e mais facilmente, as deficiências existentes, com menor risco de erros na interpretação dos resultados (Boyazoglu et al. 1972, Miller & Stake 1974, Mendes 1977, Underwood 1981, Conrad 1984). Principalmente tratando-se de fígado e osso, com número relativamente pequeno de amostras pode-se chegar a conclusões bastante seguras sobre a ocorrência de deficiências minerais em extensas regiões.

A análise de amostras de fígado é eficaz para avaliar a condição do animal em relação a Co, Cu, Mn e Se, e eventualmente Zn. Mendes (1977), baseado em dosagens de amostras de fígado de mais que 500 bovinos, que analisou para Fe, Cu, Zn, Mn, Co e Mo, concluiu que o nível de certos minerais no gado pode ser determinado satisfatoriamente em amostras de fígado obtidas ou por biopsia ou por abate, próximo ao fim da estação de chuvas, uma vez que esta é a época do ano em que os animais são mais produtivos e seus requerimentos são maiores. A análise de tecido ósseo é indicada em estudos sobre as deficiências de fósforo e cálcio. Análises de sangue, soro e plasma são úteis no diagnóstico de deficiências de Mg, Zn, Cu, P e Ca, mas têm as suas limitações; por exemplo, os teores de fósforo são influenciados por estresse, exercício, hemólise, temperatura e tempo de separação do soro (Dayrell et al. 1973b). Para a determinação de certas deficiências minerais ainda outros materiais provenientes do animal podem ser analisados, como pelos, saliva, urina, fezes.

Como a ocorrência da deficiência mineral no animal está ligada ao *pasto* e este por sua vez depende do *solo*, análises de pastagem e de solo, cobrindo determinadas regiões e finalmente todo o Brasil, têm sido advogadas; já foram realizados alguns levantamentos nesse sentido em determinadas regiões do país. Levantamentos desse tipo, para se chegar a conclusões válidas, precisam de elevados recursos humanos e materiais; e mesmo assim são de execução bastante difícil e os resultados obtidos não são de fácil interpretação.

Em amostras de *pastagens*, os dados encontrados em relação a alguns dos elementos somente têm valor relativo, pois devem ser confrontados com os de outros minerais da mesma amostra, que podem ter interferência na sua assimilação pelo animal. Além disso, em muitas regiões a coleta da amostra representativa de forragem, ou seja, daquilo que os animais ingerem, muitas vezes é impossível. Há ainda a considerar as variações dos teores dos elementos nas amostras da mesma pastagem nas diferentes épocas do ano, variações essas que, relativamente à maioria dos elementos, são bastante grandes (são muito maiores que as do material proveniente do animal). Por isso, as amostras têm de ser coletadas em número elevado e vários minerais têm de ser analisados. Também devem ser levadas em consideração a quantidade do mineral que é assimilável pelo animal, a contaminação das amostras pelo solo e a circunstância de os animais ingerirem alguma quantidade de terra juntamente com a pastagem; no Piauí e no Maranhão, em certas regiões das chapadas, as fezes dos bovinos contêm quantidades muito elevadas de terra, a tal ponto que elas têm aspecto e consistência de cerâmica.

A ingestão de solo, na Nova Zelândia, pode chegar a 600 kg por ano para vacas de leite (Healy 1974). Em

ovinos, Healy & Ludwig (1965) encontraram valores de até 3 lbs (1,5 kg) por semana/animal durante os meses úmidos de inverno, quando os pastos são curtos e lamacentos. Esses mesmos autores acham que valores próximos de 50 lbs (25 kg) por ano podem ocorrer em certas fazendas e sugerem que o solo ingerido pode ser uma fonte importante de microelementos. Conrad (1984) pondera que a ingestão de grandes quantidades de solo pode diminuir a absorção de P.

A interpretação dos resultados das análises do solo torna-se ainda mais difícil, em relação à maioria dos elementos, visto que, além de interferências, deve ser considerado que nem todas as quantidades de um mineral existentes no solo são aproveitáveis pelas plantas, por haver diversos fatores influenciando a sua assimilação, como, por exemplo, o pH do solo e a forma química do elemento no solo.

Deve-se ressaltar, porém, que análises de amostras de pastagem e de solo não são desprovidas de valor, e sim constituem um complemento importante no estudo das deficiências minerais, como tem sido demonstrado pelos trabalhos de Souza et al. (1979, 1980, 1981, 1982, 1986, 1987), Souza e Darsie (1985, 1986), e também de Lopes et al. (1980a,b). Queremos destacar o valor que têm as análises de Na na pastagem e de P no solo (Dayrell et al. 1973a).

Um outro recurso no diagnóstico das deficiências minerais é a *experimentação*. Consiste, basicamente, em administrar a um grupo de animais, mantido em pastagem suspeita de ser carente, o mineral que se suspeita deficiente. Outro grupo de animais deve ficar como testemunha, isto é, sem receber o mineral e mantido no mesmo regime de pastagem. O principal parâmetro para avaliação dos resultados é a variação do peso dos animais durante a experimentação. Também outros parâmetros, como por exemplo o índice de fertilidade, podem ser utilizados (Conrad & Mendes 1965, Grunert & Santiago 1969 e Guimarães & Nascimento 1971).

A experimentação é um excelente meio de diagnóstico no estudo das deficiências minerais. Infelizmente, é um método muito dispendioso, trabalhoso e demorado.

Concluindo, quanto mais dados se tiver, maior segurança se terá no diagnóstico. O procedimento mais certo e seguro no diagnóstico das deficiências minerais é o exame do rebanho, sob o ponto de vista clínico-patológico, complementado por análises químicas de tecido animal e/ou experimentação. Análises de pastagem ou ainda análises de solo sempre constituem apenas um complemento.

Esse procedimento é também importante com relação ao diagnóstico diferencial. Quando se suspeita de uma deficiência mineral, esta nem sempre pode ser confirmada. Queremos dar alguns exemplos:

Sutmöller et al. (1966), estudando na Região Amazônica mortes de evolução superaguda ("morte súbita"), que chamam de "mal-de-cai", concluíram que elas fossem devidas a um distúrbio mineral alimentar, decorrente da carência de sódio e potássio, associado a um desequilíbrio Ca/P/Mg no soro, caracterizado por valores séricos aumentados de magnésio, relativamente altos de fósforo e diminuídos de cálcio. Hoje sabemos que essas "mortes súbitas" nas regiões visitadas por esses autores (Baixo Amazonas, Amapá) são causadas por duas plantas: *Palicourea marcgravia* na "terra firme" e *Arrabidaea bilabiata* na "várzea" (Tokarnia et al. 1979).

Em outra ocasião foi levantada a suspeita de que as "mortes súbitas" que ocorrem na zona da mata em Pernambuco estariam ligadas a uma deficiência de cobre (Cavalcanti 1967, com pessoal), como tem sido descrito na Austrália para a "falling disease" (Underwood 1981). Hoje sabemos que essas mortes que ocorrem na "zona da mata" de Pernambuco também são causadas por uma planta, *Palicourea aeneofusca* (Tokarnia et al. 1983).

Um outro exemplo é o "espichamento" dos bovinos no pantanal de Mato Grosso, doença caracterizada por calcinose; suspeitava-se tratar-se de perturbação no metabolismo de Ca/Mg inerente à composição do solo; hoje sabemos tratar-se de intoxicação por planta calcinogênica, *Solanum malacoxylon* (Döbereiner et al. 1971). Por fim queremos citar a "borrachera" na Venezuela, uma espécie de "falling disease"; de acordo com McDowell et al. (1983); os animais afetados por essa doença têm muito baixos valores de cobre no fígado. Hoje sabemos que a doença é causada pela já mencionada planta tóxica *Arrabidaea bilabiata* (Cortes 1969/71).

### III. SITUAÇÃO ATUAL DA INVESTIGAÇÃO SOBRE NUTRIÇÃO MINERAL EM BOVINOS NO BRASIL

Na presente revisão apresentaremos um resumo das pesquisas realizadas no Brasil após 1976, agrupando as deficiências minerais diagnosticadas, mineral por mineral, e em ordem cronológica (Fig. 2); incluímos também doenças relacionadas ou sejam botulismo (Fig. 3), hipocalcemia por oxalatos e os poucos relatos sobre intoxicações por F e Cu.

Dentro do propósito desta revisão, os resultados de dosagens químicas de amostras de pastagem e de solo, realizadas independentemente de estudos em bovinos com possíveis deficiências minerais, são omitidos, pois esses dados por si são de difícil interpretação.

A revisão não inclui os dados sobre a "cara inchada" dos bovinos, para cuja etiologia tem sido sugerido uma deficiência/desequilíbrio mineral (Nunes & Chquilloff 1986, Souza et al. 1986); os estudos a respeito ainda estão em andamento e o problema tem merecido reuniões específicas.

Como a maioria dos dados sobre o assunto desta revisão provém de alguns poucos levantamentos e estudos regionais, envolvendo diversos minerais, fornecemos inicialmente os dados principais desses levantamentos e estudos, a título de uma orientação geral e para evitar repetições. Esses levantamentos são os seguintes:

1) Mendes (1977) e Sousa (1978) fizeram um levantamento das deficiências minerais em gado de corte em 6 fazendas, destinadas a cria, recria e engorda, e localizadas no norte de Mato Grosso (hoje sudoeste do Estado); o primeiro autor realizou as análises em tecido animal (osso, fígado), o segundo em forrageiras e solo; as coletas foram realizadas durante as épocas seca e chuvosa; para fins de amostragem, os animais foram divididos em 5 classes (bois de 2 anos, bois de 4 anos, vacas em lactação, vacas de 10 a 12 anos e animais em más condições), obtendo-se amostras de 7 animais de cada classe em cada uma das 6 fazendas, 2 vezes ao ano (épocas seca e chuvosa), sendo obtidas as amostras de tecido (osso e fígado) através de biopsia, perfazendo ao todo 420 (5x7x6x2) amostras de costela e 420 amostras de fígado; adicionalmente foram obtidas amostras de osso e fígado de outros 72 animais, inicialmente através de biopsia e, logo em seguida, dos mesmos animais sacrificados, sendo metade (36) na época seca e a outra metade na época chuvosa; a amostragem foi feita ao acaso, de animais que estiveram no pasto por período superior a um mês; a alimentação dos animais era constituída exclusivamente de pasto; eram fornecidas em todas as fazendas misturas minerais, porém muitas vezes de maneira inadequada e insufi-

ciente; os dados obtidos pelos dois pesquisadores constam em suas teses de mestrado elaboradas na Flórida sob orientação do Dr. J.H. Conrad (Mendes 1977, Sousa 1978); no Brasil estes dados foram publicados em diversos trabalhos (Mendes et al. 1981, 1982, Souza et al. 1979, 1980, 1981, 1982).

2) Souza & Darsie (1985, 1986) e Souza et al. (1986, 1987) fizeram um levantamento, em moldes semelhantes ao anterior, em 6 regiões (7 fazendas) localizadas na parte nordeste de Roraima; os autores amostraram tecido animal (sangue, osso e fígado), forrageiras e solos nas épocas seca e chuvosa; os animais amostrados foram vacas em lactação e bovinos jovens de 1 a 2 anos de idade, de rebanho de baixo padrão zootécnico, em propriedades onde a suplementação mineral era uma prática ainda incipiente); foram coletadas amostras de fígado de aproximadamente 120 vacas e 120 animais jovens, de sangue de aprox. 150 vacas e 150 animais jovens, e amostras de osso de aprox. 40 vacas e 40 animais jovens; as regiões foram selecionadas, levando-se em conta, entre outros critérios, o histórico de possíveis deficiências minerais; a amostragem dos animais foi feita ao acaso de animais que estiveram no pasto por período superior a 3 meses.

3) Lopes et al. (1980a,b) fizeram um levantamento da microrregião de Mato Grosso de Goiás, GO; estudaram a composição química de amostras de material procedente de bovinos (soro, osso, fígado), de forrageiras e solo, em 5 municípios dessa microrregião, com o objetivo de obter informações sobre o "status" mineral do rebanho regional; em cada um desses municípios foram sorteadas 3 fazendas; em cada fazenda foram escolhidos ao acaso e sacrificados 6 animais, entre vacas em lactação, novilhos(as) e bezerros, perfazendo o total de 90 animais, para a colheita de sangue, osso e fígado; foram retiradas amostras de forrageiras e solo para dosagens de minerais; a colheita das amostras foi efetuada na estação chuvosa de 1976; os animais recebiam suplementação mineral irregularmente.

4) Camargo e colaboradores publicaram em diversos trabalhos os resultados de numerosas análises realizadas na Região Amazônica; a maior parte dessas análises são de amostras de sangue (Ca, P e Cu), forrageiras e solo; são poucas as análises de fígado (Cu, Co, Mn e Zn); por isso os resultados são de difícil interpretação:

a) Em uma publicação (Camargo et al. 1980) são relatados os resultados de estudos de elementos minerais de interesse pecuário em regiões da Amazônia Legal, baseadas em análises de soro sanguíneo, fígado, forrageiras e solo coletados em 20 empresas localizadas em 13 municípios.

b) Em outra publicação (Camargo et al. 1985) são relatados os resultados de estudos de macro e microelementos no soro sanguíneo e fígado de bovinos, nas forrageiras e solos em 13 empresas de 6 regiões da "Polamazônia" (sul do Pará, nordeste de Mato Grosso e Ilha de Marajó).

c) Há os dados apresentados muito resumidamente em Congresso (Camargo et al. 1976) sobre análise de soro sanguíneo, fígado, forrageiras e solos em fazendas no nordeste de Mato Grosso.

d) Finalmente há os dados de 9 regiões da Amazônia apresentados sob forma de quadros no Simpósio Latino-Americano (Fernandes & Camargo 1976).

5) Barros et al. (1981), para esclarecer se com a doença "mal-de-secar" em bovinos estariam relacionadas deficiências de elementos minerais, realizaram análises de tecido animal (soro, fígado), pastagem e solo, durante a época chuvosa, nos municípios de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA. Infelizmente, os dados desse estudo foram publicados até agora somente de maneira resumida e sob forma de um Comunicado Técnico. Os pormenores sobre esse estudo encontram-se na parte relativa ao cobalto.

Além desses levantamentos e estudos regionais, há alguns estudos experimentais, também envolvendo diversos minerais e que são os seguintes:

6) Souza et al. (1983), para verificar possíveis deficiências minerais em novilhos nelorados em pastagem de capim-colonião no sudeste de Mato Grosso do Sul (mun. Rio Brilhante), realizaram um estudo experimental de análises de tecido animal, forrageiras e solo. Os pormenores sobre esse estudo encontram-se na parte relativa ao zinco.

7) Sousa et al. (1985), com o objetivo de estudar possíveis efeitos da suplementação mineral sobre o ganho de peso de novilhos nelorados em pastagens de capim-colonião adubadas com fosfatos, no município de Miranda, MS, além de realizar um estudo experimental, amostraram os animais (sangue, osso e fígado), forrageiras e solo. Os pormenores sobre esse estudo encontram-se na parte relativa ao sódio.

Não há necessidade de referir aqui outros levantamentos ou estudos experimentais envolvendo um só mineral (são poucos) – esses dados estão nas partes relativas a cada elemento.

São as seguintes as pesquisas publicadas após 1976 sobre deficiências minerais em bovinos no Brasil, mineral por mineral, e em ordem cronológica (Fig. 2).

### *Fósforo e Cálcio*

Souza et al. (1979), incorporando os dados da tese de Mendes (1977), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que as médias de P nos ossos dos animais variaram de 15,1 a 15,5%, evidenciando deficiência de fósforo. Os animais apresentaram níveis mais altos de P durante a época de seca e níveis mais baixos durante a época chuvosa. As análises de P nas forrageiras indicaram que nenhuma delas, com exceção das leguminosas, forneciam níveis adequados de P para um mínimo de produção animal, evidenciando, assim, a deficiência desse mineral nas 6 fazendas. Entre as duas épocas estudadas, houve grande variação dos teores de P nas forrageiras. As médias gerais alcançadas foram de 0,20% na época chuvosa e 0,08% na época seca. Os teores de P nos solos estudados foram considerados entre baixos e médios (2,9 a 27,6 ppm, respectivamente). Os autores concluíram que a suplementação de P para bovinos criados em regime extensivo, com perda de peso na época seca, é mais importante durante a época chuvosa, quando existe quantidade suficiente de energia e proteína e os animais estão ganhando peso ou exercendo qualquer outra função positiva.

Os níveis de Ca nos ossos foram considerados normais em todas as fazendas. Os níveis de Ca nas plantas forrageiras, em geral, eram suficientes para atender as exigências nutricionais dos bovinos, nas duas épocas estudadas. Os níveis de Ca no solo eram altos em 5 fazendas e em apenas uma delas eram médios.

Lopes et al. (1980a), em seu levantamento da microrregião de Mato Grosso de Goiás, GO, verificaram, em relação ao P, que um grande número de animais, principalmente vacas em lactação, apresentou concentrações séricas de P abaixo das consideradas normais. Média e desvio padrão do fósforo sérico (mg%) para vacas em lactação foram  $4,46 \pm 0,45$ ,  $4,83 \pm 1,37$ ,  $4,35 \pm 1,24$ ,  $4,32 \pm 0,34$  e  $3,92 \pm 0,54$  para cada um dos 5 municípios escolhidos. O teor de cinzas nos ossos variou de 52,74 a 57,50%. O teor de P na cinza óssea variou de 16,00 a 17,27%. Encontraram, ainda, em 24 a 84% das amostras de forrageiras, valores < 0,18% de P na matéria seca. Cerca de 91% das amostras de solo apresentaram teores de P disponível < 10 ppm.

Os teores séricos de Ca e Mg estavam dentro dos limites normais em todos os municípios estudados. O teor de Ca na cinza dos ossos variou de 37,38 a 39,99%.

Os autores concluíram que os baixos teores de P obtidos no soro sanguíneo, nas amostras de cinzas de ossos,

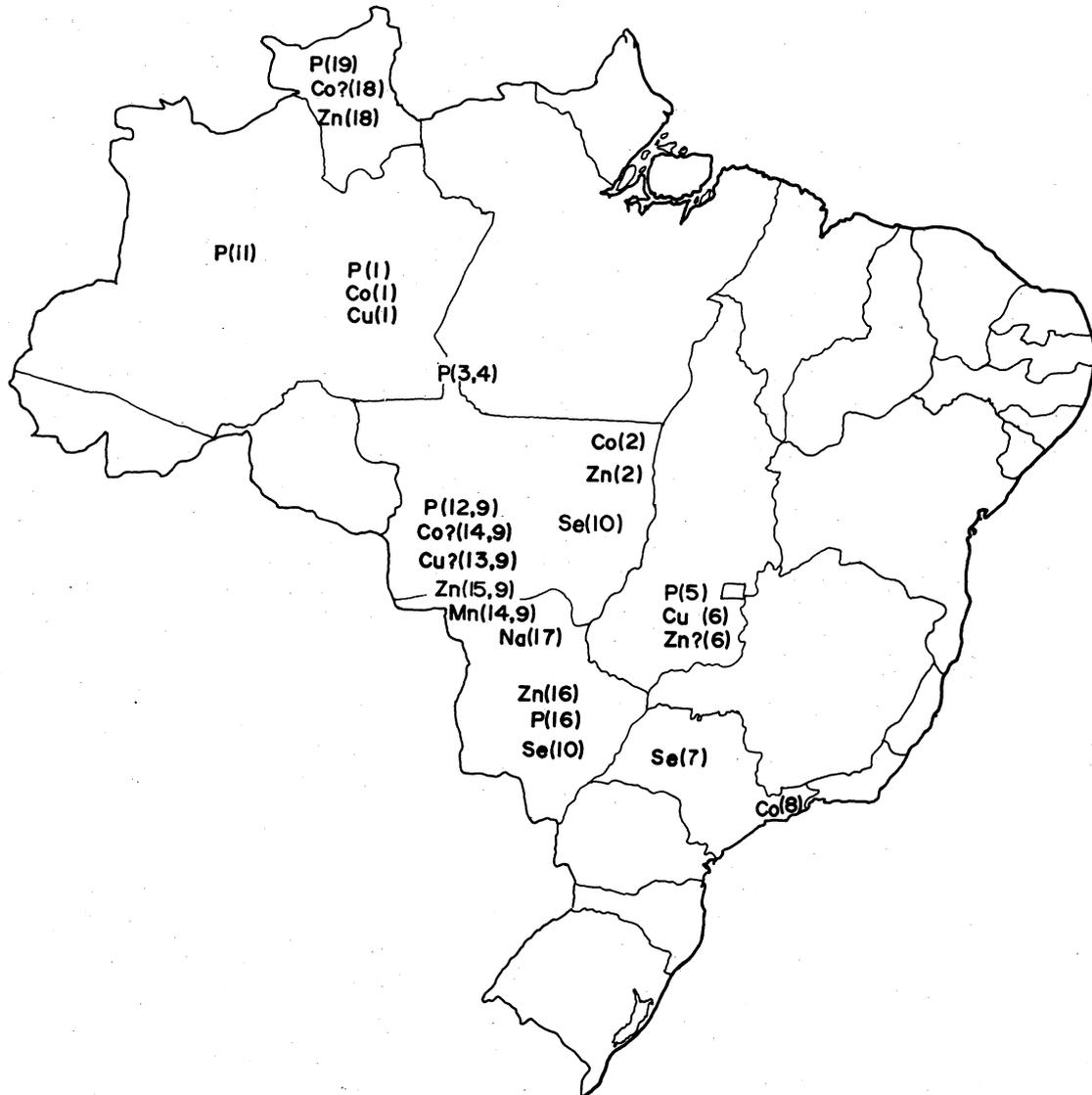


Fig. 2. Deficiências minerais diagnosticadas no Brasil após 1976. Os números em parênteses indicam a fonte da informação obtida da seguinte literatura:

- (1) Barros N.N., Teixeira L.B., Moraes E., Canto A.C. & Italiano E.C. 1981. Teores de minerais no complexo solo-planta-animal de áreas de terras firmes do Amazonas. Comunicado Técnico Nº 16/81, Embrapa-UEPAE de Manaus. 3 p. – (2) Camargo W.V.A., Fernandes N.S. & Santiago A.M.H. 1976. Pesquisa de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso. Anais XV Congr. Bras. Med. Vet., Rio de Janeiro, p. 194-195. (Resumo) – (3) Camargo W.V.A., Fernandes N.S. & Santiago A.M.H. 1980. Estudos de elementos minerais de interesse pecuário em regiões da Amazônia Legal. Arqs Inst. Biol., S. Paulo, 47(4):83-111. – (4) Camargo W.V.A., Santiago A.M.H., Nazário W. & Chiba S. 1985. Teores de minerais de interesse pecuário em regiões da Polamazônia. Revta Bras. Med. Vet., Rio de J., 7(4):118-124. – (5) Lopes H.O.S., Fichtner S.S., Jardim E.C., Costa C.P. & Martins Junior W. 1980a. Composição mineral de amostras de solo, forragem e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás – I. Cálcio, fósforo, magnésio e potássio. Arqs Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, 32(2):161-174. – (6) Lopes H.O.S., Fichtner S.S., Jardim E.C., Costa C.P. & Martins Junior W. 1980b. Teores de cobre e zinco em amostras de solos, forrageiras e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás. Arqs Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, 32(2):151-159. – (7) Lucci C.S., Moxon A.L., Zanetti M.A., Schalch E., Pettinati R.L., Fukushima R.S., Franzolin Neto R. & Marcomini D.G. 1983. Selênio em rebanhos leiteiros do Estado de São Paulo. I. Níveis de selênio em soros sanguíneos – nota prévia. Anais da XX Reunião Anual da SBZ, Pelotas, RS, p. 197. – (8) McDowell L.R. 1976. Níveis estacionais de cobre e de cobalto em tecido animal e vegetal. Atualidades Veterinárias, Porto Alegre, 5(28):24-27. – (9) Mendes M.O. 1977. Mineral status of beef cattle in the northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season, and sampling technique. Dissertation, University of Florida, Gainesville. 236 p. – (10) Moraes S.S. 1986. Untersuchungen zu Abhängigkeiten der Zink-, Mangan- und Selengehalte in Lebern von Rindern aus ausgewählten Regionen Brasiliens. Dissertation, Hannover. 146 p. – (11) Moraes E., Italiano E.C. & Pieniz L.C. 1982. Efeito de níveis de fósforo no crescimento e engorda de bovinos mantidos em pastagem de quicuío da Amazônia. Pesquisa em Andamento Nº 36, Embrapa, UEPAE de Manaus. 4 p. – (12) Souza J.C., Conrad J.H., Blue W.G. & McDowell L.R. 1979. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. I. Cálcio e fósforo. Pesq. Agropec. Bras. 14(4):387-395. – (13) Souza J.C., Conrad J.H., McDowell L.R., Ammerman C.B. & Blue W.G. 1980. Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. 2. Cobre e molibdênio. Pesq. Agropec. Bras. 15(3):335-341. – (14) Souza J.C., Conrad J.H., Blue W.G., Ammerman C.B. & McDowell L.R. 1981. 3. Manganês, ferro e cobalto. Pesq. Agropec. Bras. 16(5):739-746. – (15) Souza J.C., Conrad J.H., Mott G.O., McDowell L.R., Ammerman C.B. & Blue W.G. 1982. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal no norte de Mato Grosso. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. Pesq. Agropec. Bras. 17(1):11-20. – (16) Souza J.C., Gomes R.F.C., Rezende A.M., Rosa I.V., Cardoso E.G., Gomes A., Costa F.P., Oliveira A.R., Coelho Neto L. & Curvo J.B.E. 1983. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagens de capim-colonião. Pesq. Agropec. Bras. 18(3):311-318. – (17) Souza J.C., Gomes R.F.C., Silva J.M.S. & Euclides V.P.B. 1985. Suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens adubadas de capim-colonião. Pesq. Agropec. Bras. 20(2):259-269. – (18) Souza J.C. & Darsie G. 1985. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. I. Zinco e cobalto. Pesq. Agropec. Bras. 20(11):1309-1316. – (19) Souza J.C., Gonçalves E.M., Viana J.A.C. & Darsie G. 1986. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. III. Cálcio e fósforo. Pesq. Agropec. Bras. 21(12):1327-1336.

na forragem e no solo caracterizavam uma deficiência de P na região estudada.

Camargo et al. (1980), em seus estudos de elementos minerais de interesse pecuário em 20 empresas da Amazônia Legal, encontraram, em relação ao P, índices abaixo do valor mínimo no soro sanguíneo dos bovinos em 4 empresas, durante a estação chuvosa. Nas forrageiras, em apenas 5% os valores estavam dentro do adequado. No solo, em apenas duas das 20 empresas estudadas os teores de P estavam dentro do mínimo adequado.

Barros et al. (1981), em seu estudo sobre o "mal-de-secar", nos municípios de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA, verificaram no soro sanguíneo níveis de cálcio e fósforo baixos, principalmente em relação ao fósforo. Nas pastagens encontraram deficiências acentuadas de P e Ca, considerados os requisitos mínimos para bovinos em crescimento, manutenção e acabamento. Nessas regiões os autores verificaram, concomitantemente, deficiência de Co, e concluíram que o "mal-de-secar" deve estar relacionado com os níveis baixos de Ca e P no soro sanguíneo e de cobalto no fígado.

Pormenores sobre os estudos de Barros et al. (1981) estão na parte relativa a Co.

Moraes et al. (1982), em experimento cujo objetivo foi determinar o nível ótimo de fósforo a ser fornecido em misturas minerais a bovinos em crescimento, mantidos em pastagem de *Brachiaria humidicola* ("quicuío-da-amazônia") no município de Manaus, AM, forneceram misturas minerais com diversos níveis de P, suprimindo os animais em suas necessidades de Na, Zn, Cu, Co e I. Verificaram efeito marcante do fósforo no ganho de peso dos bovinos, comprovando que o P é um dos elementos mais limitantes nos solos e conseqüentemente nas pastagens de terra firme no Estado do Amazonas. A análise econômica mostrou que qualquer dos níveis de P comparados à testemunha (sem P) é vantajoso para o criador, porém que o maior acréscimo na renda bruta ocorreu quando se forneceu o maior nível de fósforo.

Sousa et al. (1983), em seus estudos experimentais e analíticos no município de Rio Brillante, MS, verificaram que os animais do grupo que recebeu suplemento fosfórico tiveram ganho de peso superior ao daqueles que não receberam esse suplemento. As análises de biopsia de costela indicaram níveis deficientes de P. O teor de P no plasma sanguíneo não mostrou deficiência. As forrageiras apresentaram níveis médios deficientes em P, e o solo se mostrou pobre em Ca e P. Mas a deficiência mais importante para a criação de bovinos nessa pastagem foi a de Zn.

Pormenores dos estudos de Sousa et al. (1983) encontram-se na parte relativa a Zn.

Camargo et al. (1985) em seu estudo em 13 empresas na "Polamazônia", verificaram, em relação ao P, às vezes, valores marginais no soro sanguíneo; nas forrageiras e no solo os teores eram baixos. Em relação ao Ca, os níveis sanguíneos eram normais; nas forrageiras os teores de Ca foram considerados suficientes para as necessidades de bovinos de corte, com teores maiores no período de seca.

Sousa et al. (1985), em seus estudos experimentais e analíticos no município de Miranda, MS, encontraram níveis relativamente baixos de Ca, P e percentagem de cin-

za no tecido ósseo, porém normais para P e Ca no plasma sanguíneo, em todos os tratamentos. A deficiência revelada pela experimentação foi só de Na; não houve resposta em ganhos de peso à suplementação com fósforo.

Pormenores sobre os estudos de Sousa et al. (1985) acham-se na parte relativa a Na.

Sousa et al. (1986), em seu levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis de P plasmático foram baixos em praticamente todas as regiões; apenas em duas poderiam ser considerados normais nos bovinos jovens. As percentagens de cinza nos ossos das vacas foram baixas em 4 regiões, nos bovinos jovens foram deficientes em todas as 6 regiões. Os teores de P na cinza óssea foram deficientes, variando de 9,9 a 14,2% nas vacas em lactação e de 9,2 a 12,7% nos bovinos jovens, sendo, em ambas as categorias, menores durante a época chuvosa. Os níveis de P nas forrageiras foram deficientes em 5 regiões. Os teores de P nos solos foram baixos, variando de 2,1 a 4,3 ppm entre as regiões.

Os níveis de Ca plasmático foram normais em todas as 6 regiões, em ambas as épocas do ano e nas duas categorias de animais estudadas. Os teores de Ca na cinza óssea das vacas apresentaram-se próximos ao limite da deficiência em 3 regiões (35,7%, 36,4% e 36,5%) e deficientes nas outras (30,6%, 31,6% e 33,4%); os teores de Ca na cinza óssea dos bovinos jovens foram deficientes em todas as regiões. No solo e nas forrageiras foi encontrada deficiência de Ca em 5 regiões.

**Botulismo Epizootico dos Bovinos.** Revisando a deficiência de P, não se pode deixar de mencionar o botulismo. O botulismo epizootico dos bovinos, em conseqüência da osteofagia causada pela deficiência de P, é hoje uma das 3 causas mais importantes de mortandades em bovinos adultos no Brasil (raiva e plantas tóxicas são as outras duas), perdendo-se anualmente muitas dezenas de milhares de cabeças devido a cada uma dessas doenças. O diagnóstico de botulismo epizootico em bovinos pelas toxinas C e D foi estabelecido em nosso país inicialmente no Estado do Piauí (Tokarnia et al. 1970). A doença vinha sendo observada desde 1960 na região de Campo Maior, onde morreram em poucos anos cerca de 15.000 dos originais 100.000 bovinos existentes, e alastrou-se, nos anos seguintes (Fig. 3), ao sul desse Estado, depois ao sul do Maranhão e norte de Goiás (Tokarnia 1970), e mais tarde ao sul de Goiás (Döbereiner 1978/1979). Em seguida, mortandades pelo botulismo foram diagnosticadas na região de Cassilândia, MS (Döbereiner 1979) e em Alegrete, RS, onde foi diagnosticado como responsável por mortes em bovinos nos chamados "campos grossos" (Langenegger et al. 1984). Recentemente, o botulismo foi reconhecido como causa de mortandades de bovinos no norte da Bahia (Tokarnia 1986), em Campo Grande, MS (Döbereiner 1986), em regiões próximas a Brasília, DF (Döbereiner 1987a), e em Marília e ao sul de Ribeirão Preto, SP (Döbereiner 1987b). Há ainda a provável ocorrência de botulismo epizootico em outras regiões do Brasil, como no Território Federal de Roraima (Döbereiner 1975).

Na Bahia, a doença foi atribuída por Portugal (1986) à ingestão de excesso de nitrato nas forrageiras; mas tal afirmação se baseara em erro de cálculo. As forrageiras



Fig. 3. Regiões do Brasil onde foi diagnosticado botulismo epizootico em bovinos. Os números em parênteses indicam a fonte da informação obtida da seguinte literatura:

(1 - 6) Döbereiner J. 1975, 1978/79, 1979, 1986, 1987a, 1987b, Relatórios de viagens (Embrapa - UAPNPSA, Seropédica, RJ). - (7) Langenegger J., Scarsi R., Martins E.S., Azambuja L.L.A., Santa Helena P.A. & Barros C. 1984. "Mal de Alegrete: epidemiologia, clínica e patologia". XIX Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, p. 208. - (8 - 9) Tokarnia C.H. 1970, 1986. Relatórios de viagens (UFRRJ, Seropédica, RJ). - (10) Tokarnia C.H., Langenegger J., Langenegger C.H. & Carvalho E.V. 1970. Botulismo em bovinos no Piauí, Brasil. *Pesq. Agropec. Bras.* 5:465-472.

não continham 7,75 a 11,08% de nitrato expresso em  $\text{NaNO}_3$ , como Portugal afirmara, mas sim 0,000775 a 0,001108%. Portugal transformara os dados analíticos das forrageiras, fornecidos em mg/kg (de nitratos expressos em nitrato de Na), simplesmente em %; na realidade 1

mg/kg = 0,0001%, o que significa uma diferença de 1:10000 (Tokarnia 1986).

Explica-se o aumento das mortandades pelo botulismo, primeiramente, pela ocupação de vastas áreas de cerrado e outras áreas com solos pobres o que só foi possível

após ampla introdução das brachiárias, pastos pouco exigentes que formam muita massa verde mas são deficientes em fósforo, e em segundo lugar pela introdução de bovinos zootecnicamente melhorados e, por isso, mais exigentes em relação ao fósforo.

**Intoxicação por Flúor.** Na revisão sobre deficiência de P também não se pode deixar de mencionar o flúor. Um dos cuidados que se deve ter na suplementação fosfórica aos bovinos é usar fosfatos com baixo teor desse elemento (a relação F:P não deve passar de 1:100). Teores mais elevados ingeridos durante períodos prolongados provocam intoxicação.

Riet-Correa et al. (1983) descreveram a intoxicação por flúor em bovinos em nosso meio, não devida à suplementação com fosfatos ricos em flúor, mas em consequência da poluição atmosférica que contaminou as pastagens, produzida por fábricas de adubo que processam rocha fosfática, localizadas na cidade de Rio Grande, RS. As lesões dentárias características da intoxicação por flúor, ou seja, a presença de manchas esbranquiçadas com aspecto de giz, pigmentação marrom, hipoplasia do esmalte, desgaste dentário exagerado, foram encontradas em 19 estabelecimentos localizados entre 4,5 e 17,5 km de distância das fábricas de adubo, tendo-se verificado uma função linear do grau das lesões com relação à distância. As lesões ósseas consistiram em osteoporose. Os níveis de flúor de 7 mandíbulas e 3 úmeros de animais pertencentes a 2 estabelecimentos situados entre 5 e 6 km das fábricas variaram entre 1.400 e 5.750 ppm.

**Intoxicação por Oxalatos.** Também não podemos deixar de mencionar aqui a intoxicação por oxalatos, em que ocorre hipocalcemia e sintomatologia nervosa. Em nosso meio, Schenk et al. (1982) estudaram, no município de Ribas do Rio Pardo, MS, uma doença em vacas lactantes que se caracterizava por andar cambaleante, tetania, diarreia e corrimento nasal. De 85 vacas, 45 adoeceram 10 dias após sua introdução em pastagem de *Setaria anceps* cv. Kazungula. Os níveis de Ca no plasma sanguíneo estavam abaixo dos considerados normais em todos os animais doentes (média 6,7 mg/100 ml). Os teores de oxalatos na pastagem foram bastante altos (em média 6,2%). Os autores ainda informam que se tratava de pasto com rebrota nova e que havia alta disponibilidade de K no solo (140 ppm em média).

#### Magnésio

Lopes et al. (1980a), no levantamento da microrregião de Mato Grosso de Goiás, GO, verificaram que os níveis de Mg estavam dentro dos limites normais nas amostras de soro sanguíneo e de forragens. Os autores concluíram que o Mg não constituía problema para o rebanho dessa região.

Sousa et al. (1982), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que os níveis de Mg no tecido ósseo dos animais, bem como nas forrageiras amostradas, foram normais. Os níveis de Mg nos solos foram baixos em apenas uma fazenda.

Sousa et al. (1987), no seu levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis de Mg plasmático dos bovinos foram

normais nas duas épocas do ano. Nas cinzas dos ossos (costelas), os teores de Mg foram baixos, variando de 0,32 a 0,44% nas vacas em lactação e de 0,28 a 0,47% nos bovinos jovens. As forrageiras apresentaram teores de Mg adequados para bovinos de corte em crescimento e terminação, porém aparentemente inadequados para vacas em lactação em 5 das 6 regiões estudadas; eles foram significativamente menores ( $P < 0,05$ ) na época seca. Teor médio adequado de Mg no solo foi encontrado apenas em uma das 6 regiões (0,500 meq / 100 g). Todas as outras regiões apresentaram níveis baixos. Os autores concluíram que os baixos níveis ósseos de Mg são indicativos de mineralização inadequada e aumento da reabsorção óssea, mais em função de deficiência de Ca e P, diagnosticada na região pelos autores (Sousa et al. 1986), do que de Mg, principalmente nos bovinos jovens; concluíram que é provável a deficiência subclínica de Mg nas vacas em lactação nas regiões estudadas.

#### Potássio

Lopes et al. (1980a) verificaram que somente em um dos 5 municípios escolhidos os níveis séricos de K, principalmente em vacas e bezerras, foram inferiores aos níveis considerados como normais; nos demais municípios, os níveis de potássio permaneceram dentro dos valores normais. Os níveis de K das amostras de forrageiras dos 5 municípios escolhidos estiveram acima das necessidades para alimentação do gado. A grande maioria das amostras de solo apresentou níveis adequados de K; apenas em um município 36% das amostras revelaram níveis inadequados (inferiores a 50 ppm) desse elemento. Os autores concluíram que o potássio não parece constituir um problema para o rebanho bovino da microrregião estudada.

Sousa et al. (1982), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que as forrageiras apresentaram níveis médios de K adequados às exigências nutricionais dos bovinos em todas as fazendas. Os níveis de K nos solos mostraram-se deficientes em 2 das 6 fazendas estudadas.

Sousa et al. (1987), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis de K nas forrageiras foram deficientes em todas as regiões; eles foram significativamente menores ( $P < 0,05$ ) na época seca. Nível médio de K no solo só foi observado em uma das 6 regiões estudadas, com 65 ppm. Nas demais regiões os níveis de K no solo foram baixos.

#### Sódio

Sousa et al. (1982), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que em todas as fazendas as forrageiras se mostraram altamente deficientes em Na, satisfazendo apenas 14 a 30% das exigências nutricionais dos bovinos. Os níveis de Na nos solos foram considerados normais, e a salinidade das regiões estudadas foi considerada insignificante.

Sousa et al. (1985), com o objetivo de estudar possíveis efeitos da suplementação mineral sobre o ganho de peso de novilhos nelorados em pastagens de capim-colônia adubadas com fosfatos, realizaram um estudo com duração de 814 dias, no município de Miranda, na parte oeste de Mato Grosso do Sul. Foram usados 10 novilhos,

distribuídos nos seguintes tratamentos: A) sem suplementação mineral; B) NaCl; C) NaCl + P; D) NaCl + P + microelementos. Além do controle dos pesos durante o experimento, foram amostrados os animais (sangue, fígado, costela), forrageiras e solo. No plasma sanguíneo foram dosados P, Ca e Mg. No fígado foram determinados os teores de Fe, Cu, Co, Mn, Zn e Mo e no osso Ca, P e Mg e percentagem de cinza. Os tratamentos A, B, C e D apresentaram ganhos médios de peso por animal de 235,6, 278,8, 296,8 e 278,9 kg respectivamente. Nos períodos secos, observou-se perda de peso dos animais em todos os tratamentos, apesar da suplementação mineral. Os autores concluíram 1) que não houve resposta em ganhos de peso dos novilhos à suplementação mineral com fósforo, 2) que houve resposta à suplementação de cloreto de sódio, 3) que não houve resposta à suplementação mineral nos períodos secos, 4) que houve tendência para menor consumo de minerais no período seco, e 5) que as pastagens eram acentuadamente deficientes em sódio. A análise econômica, realizada por Costa et al. (1982) apontou o tratamento B como superior aos demais:

Nesse estudo, Sousa et al. (1985) ainda verificaram, que os níveis de Ca, Mg e P no plasma sanguíneo foram normais; as análises de biópsia de costela indicaram níveis relativamente baixos de Ca, P e percentagem de cinza, em todos os tratamentos; os níveis de microelementos dosados nas amostras de fígado foram normais; as forrageiras apresentaram níveis médios de P, Na e Zn deficientes. As análises de solo mostraram teores baixos de Zn, estando os demais elementos dosados em níveis considerados adequados.

Sousa et al. (1987), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis de Na nas forrageiras foram deficientes em todas as regiões; eles foram significativamente menores ( $P < 0,05$ ) na época seca. Os níveis de Na no solo variaram de 47 a 102 ppm entre regiões, portanto são relativamente altos, havendo possibilidade de toxidez desse elemento para algumas plantas.

### Ferro

Sousa et al. (1981), incorporando os dados da tese de Mendes (1977) no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que no fígado e nas forrageiras o nível de Fe em todas as 6 fazendas foi considerado adequado para bovinos de corte. As análises de solo mostraram níveis ligeiramente baixos em 2 fazendas e, em outras 4, níveis médios adequados.

Sousa & Darsie (1986), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis hepáticos de Fe eram adequados. As forrageiras apresentaram concentrações nutricionalmente adequadas para bovinos de corte. Os níveis de Fe no solo estavam bem acima das concentrações recomendadas para culturas.

### Cobalto

McDowell (1976), em levantamento na região do Vale do Paraíba, SP, verificou, através da análise de 32 amostras de fígado na época de seca e de 17 na época de chuva, valores indicando deficiência marginal de cobalto no período de seca (média 0,098 ppm); na época de chuva os

valores foram normais (média 0,160 ppm). Os valores nas amostras de capim foram normais nas duas épocas do ano.

Camargo et al. (1976), em suas pesquisas de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso, obtiveram em análises de amostras de fígado de bovinos para a região setentrional níveis médios de cobalto no limite do normal (0,10 e 0,11 ppm nas épocas de seca e águas respectivamente), mas na região meridional teores médios de cobalto indicando deficiência, tanto na época de seca como na de águas (0,07 e 0,08 ppm respectivamente). Não informam a quantidade de amostras analisadas.

Fernandes & Camargo (1976), em análises de amostras de fígado em 9 regiões da Amazônia, em 20 amostras analisadas verificaram 9 valores deficientes de cobalto e 4 valores no limite do normal (0,100 ppm). O número de análises é muito pequeno em relação às muitas regiões amostradas e não permite conclusões.

Camargo et al. (1980), em seus estudos de elementos minerais de interesse pecuário em 20 empresas da Amazônia Legal, em relação ao cobalto encontraram, num total de aprox. 100 amostras de fígado (incluídas aprox. 70 amostras analisadas por Mendes 1977), valores indicando deficiência em 5 amostras procedentes de 5 empresas – em 2 delas, localizadas nos municípios de Silves, AM, e Santana do Araguaia, PA, havia histórico clínico de acobaltose; deve-se salientar que as aprox. 70 amostras acima mencionadas eram de uma só fazenda, onde não havia valores baixos de cobalto. Nas outras empresas foram coletadas, em geral, só 1 a 2 amostras; o número das análises referentes a essas empresas é muito pequeno em relação às muitas regiões amostradas e não permite conclusões.

Em relação às forrageiras foram encontrados níveis de cobalto inadequados às necessidades de bovinos em 8 empresas, com predominância de valores mais baixos na época de seca; em 4 delas (incluindo as 2 acima mencionadas, mais duas situadas no município de Chapada dos Guimarães) havia histórico clínico de acobaltose.

Barros et al. (1981), no estudo sobre o "mal-de-secar" nos municípios de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA, obtiveram os seguintes resultados: no soro sanguíneo os níveis de cálcio e fósforo foram baixos, principalmente em relação ao fósforo; os teores de cobalto no fígado foram muito baixos, enquanto os de cobre foram moderadamente baixos; os teores de Zn e Mn foram normais. Concluíram que as baixas concentrações de Ca e P no soro sanguíneo e o reduzido teor de Co no fígado dos bovinos tenham relação com a doença denominada "mal-de-secar".

Porém, paralelamente, com base em análises de pastagens, ampliaram a constatação do número de deficiências, pois nestas encontraram teores de Ca, P, Cu, Co e Zn abaixo dos limites considerados normais. Comparando os teores dos elementos minerais encontrados nas pastagens com os requisitos mínimos para bovinos, os autores encontraram deficiências acentuadas de Ca, P e Cu, e moderada de Co para bovinos em crescimento, manutenção e acabamento, bem como para vacas em lactação; verificaram ainda deficiências de Zn e Mg para o caso de vacas em lactação. A conclusão final a que chegaram foi que as pastagens de terra firme dos municípios de Manaus,

Itacoatiara e Parintins, constituídas principalmente de gramíneas, apresentaram teores de Ca, P, Cu, Co e Zn insuficientes para atender as exigências de bovinos em regime de campo.

Sousa et al. (1981), incorporando os dados da tese de Mendes (1977) no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que os níveis de cobalto no fígado foram adequados. As médias de Co no fígado foram mais baixas na estação chuvosa do que na estação seca. Só em 3 fazendas as forrageiras possuíam quantidades suficientes de cobalto para atender as exigências nutricionais dos animais; nessas mesmas fazendas os solos mostraram teores adequados de Co; as demais fazendas possuíam solos deficientes. Os autores concluíram que o nível normal de cobalto no fígado se devia parcialmente à suplementação de Co na dieta dos animais.

Sousa & Darsie (1985), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que as concentrações de cobalto no tecido hepático foram normais em todas as regiões. Nas forrageiras o nível de Co foi adequado em apenas uma região. Individualmente examinadas 8 forrageiras, o cobalto foi deficiente em 4 espécies e adequado às exigências nutricionais dos bovinos em outras 4. Somente uma região apresentou solos deficientes em cobalto. Os autores, nas conclusões recomendam suplementação mineral com cobalto.

Camargo et al. (1985), no estudo em 13 empresas na "Polamazônia", verificaram valores deficientes somente em 1 fígado (na época de chuva, no sul do Pará), de 9 amostras analisadas procedentes de 6 fazendas. Nas forrageiras de 4 entre 13 fazendas, verificaram teores considerados inadequados.

### Cobre

McDowell (1976), em levantamento na região do Vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, verificou que os valores de cobre no fígado foram normais tanto na época de chuva como na de seca, enquanto no soro, tanto numa época como na outra, eles refletiriam uma deficiência marginal. Os valores de cobre no capim foram normais.

Camargo et al. (1976), em suas pesquisas de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso, obtiveram, em análises de amostras de fígado de bovinos, tanto para a região setentrional como para a meridional, valores considerados normais. Não informam a quantidade de amostras de fígado analisadas.

Fernandes & Camargo (1976), em análises de amostras de fígado de bovinos em 9 regiões da Amazônia, em 20 amostras analisadas só encontraram 1 valor deficiente para o cobre.

Sousa et al. (1980), incorporando os dados da tese de Mendes (1977) no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, verificaram que o nível de cobre no fígado dos animais foi normal em todas as 6 fazendas. As forrageiras apenas de 2 fazendas possuíam níveis adequados de cobre para bovinos de corte; nas outras 4 fazendas foram encontrados níveis médios deficientes de cobre, sendo que uma delas apresentou valor deficiente de Cu (2,7 ppm) em combinação com níveis tóxicos de Mo (9,2 ppm). No solo, somente em uma fazenda os níveis de cobre se mostraram normais;

as demais fazendas apresentaram níveis considerados baixos. Os autores concluíram que o nível de Cu no fígado dos animais foi normal em todas as fazendas devido ao fornecimento de suplementos minerais. Concluíram também que a suplementação de Cu é mais importante durante o período chuvoso, quando as pastagens oferecem energia e proteína em quantidades suficientes para o desenvolvimento produtivo dos animais.

Os teores de Mo no fígado foram considerados normais. Apenas em uma fazenda esses níveis foram relativamente altos, mas abaixo do nível tóxico. Nas forrageiras os níveis de Mo foram considerados normais, com exceção do acima mencionado em que os níveis médios eram tóxicos. No solo os teores médios de Mo foram considerados relativamente altos.

Lopes et al. (1980b) no levantamento da microrregião de Mato Grosso de Goiás, GO, em relação ao cobre verificaram que os teores médios de Cu no fígado variaram de 129,3 ± 77,4 a 205,9 ± 71,5 ppm. Em 2 municípios, Trindade e Firminópolis, 23 e 41% das amostras de fígado, respectivamente, apresentaram teores de cobre inferiores a 100 ppm. Aproximadamente 30% das amostras de forrageiras analisadas por município apresentaram teores inferiores a 4 ppm de cobre na matéria seca. A grande maioria das amostras de solo apresentou níveis baixos de cobre.

Os autores observam que o fato de a maioria dos resultados das amostras de fígado ter-se apresentado dentro dos limites normais decorre, provavelmente, de um grande número de animais ter recebido suplementação mineral, e que a generalizada deficiência de Cu apresentada pelas amostras de solo e forragem evidencia a necessidade da suplementação de Cu aos animais dessa área.

Camargo et al. (1980), em seus estudos de elementos minerais de interesse pecuário em 20 empresas na Amazônia Legal, encontraram, em relação ao cobre, num total de aprox. 100 amostras de fígado (incluídas aprox. 70 amostras analisadas por Mendes 1977), valores indicando deficiência em 3 amostras procedentes de 2 fazendas; deve-se salientar que as aprox. 70 amostras acima mencionadas eram de uma só fazenda, onde não houve valores baixos de cobre. Na maioria das outras empresas foram coletadas, em geral, só 1 a 2 amostras. O número de análises nessas empresas é muito pequeno em relação às muitas regiões amostradas e não permite conclusões. Em relação às forrageiras, somente em 6 das 20 empresas os autores acharam valores de cobre indicando que supriam o mínimo necessário; nas demais, os valores apontam níveis inadequados, principalmente na época de seca.

As análises das forrageiras, coletadas somente na época de chuva, revelaram baixos teores de Mo.

Barros et al. (1981), no estudo sobre o "mal-de-secar" nos municípios de Manaus e Itacoatiara (AM) e de Parintins (PA), acharam no fígado dos bovinos teores de cobre moderadamente baixos (variações de 26,4 a 225,3 ppm – média 129,0 ppm). Nas pastagens encontraram deficiências acentuadas de cobre, consideradas as necessidades mínimas de bovinos em crescimento, manutenção e acabamento.

Pormenores sobre os estudos de Barros et al. (1981) estão na parte relativa a cobalto.

Camargo et al. (1985), no estudo em 13 empresas na "Polamazônia", verificaram valores hepáticos de cobre

relativamente elevados (9 amostras coletadas em 6 fazendas), porém os valores séricos, em grande parte, eram baixos (sangue coletado em 13 fazendas). Nas forrageiras analisadas de 13 fazendas, os níveis de cobre, em grande parte, eram baixos ou marginais. Os autores citam Mendes (1977), segundo o qual os níveis hepáticos elevados de cobre são conseqüentes a ingestão pelos animais de suplementos minerais.

**Intoxicação por Cobre.** Em todas as espécies animais, a contínua ingestão de cobre em excesso leva a alguma acumulação nos tecidos, especialmente no fígado. Quando essa acumulação ultrapassa certos níveis, uma liberação catastrófica de altas proporções de cobre hepático pode ocorrer para a corrente sanguínea, com resultante hemólise extensiva e icterícia, seguida de morte. A acumulação de cobre no fígado pode dar-se durante algumas semanas ou meses sem manifestações clínicas, até que ocorra a crise hemolítica final. Há diferenças importantes entre as espécies animais: suínos são altamente tolerantes, bovinos menos tolerantes, enquanto que ovinos são extremamente intolerantes a excesso de cobre. (Underwood 1966, 1981).

Santos & Williams (1966) estabeleceram no Rio Grande do Sul, pela primeira vez no Brasil o diagnóstico de intoxicação por cobre, em ovinos, baseando-se em um conjunto de dados, ou seja, no quadro clínico (tratava-se de doença de evolução aguda com icterícia acentuada e hemoglobinúria), nos achados de necropsia (consistindo em icterícia generalizada, fígado de cor amarela ocre, rins de coloração marrom-escura e urina escura na bexiga) e nos valores de cobre no fígado entre 700 a 1096 ppm.

Mais recentemente, Oliveira et al. (1984) novamente estabeleceram o diagnóstico de intoxicação por cobre em ovinos naquele Estado, baseando-se igualmente nas manifestações clínicas (icterícia e hemoglobinúria e evolução de 3 a 4 dias), nos achados de necropsia (icterícia generalizada, fígado amarelado, rins de coloração escura e hemoglobinúria) e nos teores de cobre no fígado que variaram de 312 a 563 ppm.

Rosa & Gomes (1982), com base no histórico de doença de ovinos adultos, que causou a morte de 15 animais num rebanho de 150 num período de 30 dias, na manifestação da sintomatologia (debilidade geral, incoor-denação motora, mucosas pálidas, decúbito lateral e morte) cerca de 3 meses após o início da ingestão de mistura mineral rica em cobre, nos achados de necropsia de um animal (mucosas e órgãos cavitários descolorados, intensa coloração amarela da gordura abdominal, edema gelatinoso das partes baixas, fígado pálido com aspecto de noz-moscada em sua superfície e ao corte, rins de coloração cinza-metálica), no nível de cobre hepático desse animal (584 ppm de cobre na matéria seca) e na cessação da mortalidade após a troca da mistura mineral, estabeleceram um diagnóstico presuntivo de intoxicação crônica pelo cobre em excesso na mistura mineral.

### Zinco

Galvão et al. (1973) realizaram experimento sobre o efeito da suplementação de Zn na dieta de vacas em lactação no município de Vespasiano, zona metalúrgica de Minas Gerais. Administraram a 12 vacas, subdivididas em

3 tratamentos (A, B e C) durante 42 dias, níveis de 34, 80 e 127 ppm de Zn na matéria seca, respectivamente, sob a forma de ZnO. As análises estatísticas revelaram que não houve diferenças significativas entre tratamentos, nas produções de leite e gordura do mesmo. As variações em peso dos animais experimentais foram mínimas e também não significativas.

Camargo et al. (1976), em pesquisas de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso, obtiveram, em análises de fígado de bovinos na região setentrional, valores de Zn um pouco abaixo do normal (95 e 94 ppm nas épocas de seca e de águas respectivamente), e na região meridional valores normais. Não informam a quantidade de amostras analisadas.

Fernandes & Camargo (1976), em análises de amostras de fígado de bovinos em 9 regiões da Amazônia, em 20 amostras analisadas verificaram 7 valores deficientes de Zn e 2 no limite do normal (100 ppm). O número de análises é muito pequeno em relação às muitas regiões amostradas e não permite conclusões.

Lopes et al. (1980b), no levantamento da micror-região de Mato Grosso de Goiás, GO, verificaram que os teores médios de Zn no fígado variaram de  $139,2 \pm 48$  a  $166,4 \pm 57,9$  ppm. Dezoito a 25 das amostras de forrageiras analisadas em cada município apresentaram teores inferiores a 10 ppm de Zn na matéria seca. A grande maioria das amostras de solo apresentou níveis baixos de Zn. Os autores observam que o fato de a grande maioria das amostras de fígado terem apresentado níveis normais de Zn decorre do fato de grande quantidade de animais ter recebido suplementação mineral. Concluíram que a deficiência generalizada de Zn apresentada pelas amostras de solo e de plantas configura a necessidade de suplementação de Zn aos animais da região estudada.

Camargo et al. (1980), em seus estudos de elementos minerais de interesse pecuário em 20 empresas na Amazônia Legal, em relação ao Zn encontraram, num total de aprox. 100 amostras de fígado (incluídos aprox. 70 amostras analisadas por Mendes 1977), valores indicando deficiência, em 79 amostras procedentes de 7 empresas; deve-se salientar que 70 dessas amostras eram de uma só fazenda, no município de Nortelândia, MT (são as 70 amostras acima mencionadas, nas quais a média dos valores indica deficiência de Zn). Na maioria das outras empresas foram coletadas, em geral, só 1 e 2 amostras; o número de análises nessas empresas é muito pequeno em relação às muitas regiões amostradas e não permite conclusões. Em relação às forrageiras, foram encontrados valores deficientes de Zn em quase todas as empresas, tendo sido suficientes na época de chuva somente em 2 e na época de seca em 7 propriedades.

Barros et al. (1981), no estudo sobre a doença "mal-de-secar" nos municípios de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA, acharam no fígado teores de Zn normais. Nas pastagens encontraram deficiência de Zn, considerando as necessidades mínimas para vacas em lactação.

Pormenores sobre os estudos de Barros et al. (1981) encontram-se na parte relativa a Co.

Sousa et al. (1982), incorporando os dados da tese de Mendes (1977) no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que os níveis de Zn no fígado dos animais foram deficientes em

todas as 6 fazendas, sendo muito mais deficientes no período chuvoso (68 ppm) do que no período seco (113 ppm). Cinco das fazendas apresentaram deficiências de Zn nas forrageiras. Foram constatadas deficiências de Zn no solo em 3 das fazendas estudadas.

Sousa et al. (1983), para verificar possíveis deficiências minerais em novilhos nelorados em pastagem de capim-colonião no sudeste do Estado de Mato Grosso do Sul (mun. Rio Brilhante), fizeram um estudo com duração de 336 dias. Na parte experimental foram usados 200 novilhos distribuídos nos seguintes tratamentos: A) NaCl + P + microelementos (Zn, Cu, Co, I, S); B) mistura comercial (Ca, P, Fe, Cu, Mn, I, Zn, Ni, Mg, Na e Cl); C) NaCl + P; e D) NaCl. Os animais dos tratamentos C e D começaram a emagrecer logo após o início do experimento e, com o passar dos meses, vários deles apresentaram magreza, diarreia e pêlo áspero, morrendo após período de tempo variável. Nos tratamentos A e B não houve animais que mostrassem os sinais clínicos descritos para os lotes C e D. Os tratamentos apresentaram ganhos médios de peso, por animal, de 143,8, 129,9, 67,7 e 39,8 kg para os tratamentos A, B, C e D respectivamente. Dessa maneira, a suplementação fósforica foi vantajosa, mas os maiores ganhos de peso foram obtidos pela suplementação adicional de microelementos.

Paralelamente à experimentação foram feitas análises de tecido animal (no plasma sanguíneo foram analisados P e Mg; no osso, Ca, P e Mg; e no fígado, Fe, Cu, Co, Mn, Zn e Mo), de forrageiras e de solo. O zinco foi o único microelemento, no fígado, cujos níveis estavam abaixo do padrão mínimo. As análises de biopsia de osso (costela) indicaram níveis deficientes de P, contudo o P no plasma não mostrou deficiência nos animais do tratamento D (que receberam apenas NaCl). As forrageiras apresentaram níveis médios deficientes de P, Zn, Cu e Co. O solo se mostrou pobre em Ca, P, Mg, Zn, Cu e Co. Dessa maneira, P e Zn foram os únicos minerais deficientes no tecido animal, nas forrageiras e no solo, confirmando os resultados da experimentação em relação à deficiência de P e especificando, através de análise do fígado, Zn como o único microelemento responsável pelo resultado vantajoso dos tratamentos A e B (inclusão de microelementos).

Sousa & Darsie (1985), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que os níveis de Zn no fígado dos animais foram baixos em todas as regiões; essas deficiências eram mais pronunciadas no período chuvoso. As forrageiras eram deficientes em Zn, em todas as regiões estudadas. Nos solos os níveis de Zn estavam acima das concentrações consideradas deficientes.

Camargo et al. (1985), no estudo em 13 empresas na "Polamazônia", verificaram valores hepáticos de Zn baixos, somente em uma fazenda, no sul do Pará, na época de seca, e nível elevado em outra, na Ilha de Marajó (ao todo, 9 amostras analisadas em 6 fazendas). Em 4 dessas empresas encontraram-se valores deficitários de Zn nas forrageiras.

#### Manganês

Camargo et al. (1976), em suas pesquisas de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso, obtiveram em análises de fígado de bovinos para a região setentrional e

meridional valores normais, tanto para a época de seca como das águas. Não informam sobre a quantidade de amostras analisadas.

Fernandes & Camargo (1976), em análises de amostras de fígado de bovinos em 9 regiões da Amazônia, encontraram valores normais em todas as 20 amostras examinadas.

Camargo et al. (1980), em seus estudos de elementos minerais de interesse pecuário em 20 empresas na Amazônia Legal, em relação ao Mn encontraram, num total de aprox. 100 amostras de fígado (incluindo aprox. 70 amostras analisadas por Mendes 1977), valores indicando deficiência em 77 amostras procedentes de 5 empresas; deve ser salientado que 70 amostras eram de uma só fazenda, no município de Nortelândia, MT (são as aprox. 70 amostras acima mencionadas, nas quais a média dos valores indica deficiência de Mn). Na maioria das outras empresas foram coletadas, em geral, só 1 a 2 amostras; o número de análises nessas empresas é muito pequeno em relação às muitas regiões amostradas e não permite conclusões. Em relação às forrageiras houve diferença grande em seu teor médio entre as épocas de águas e de seca. Na época de águas, em 6 empresas, os valores não alcançaram nível adequado, enquanto que na seca todos ultrapassaram esse nível.

Barros et al. (1981), em estudo sobre o "mal-de-secar" nos municípios de Manaus e Itacoatiara, AM, e Parintins, PA, encontraram no fígado teores de Mn normais. Nas forrageiras, os teores de Mn foram adequados às exigências nutricionais de bovinos.

Pormenores sobre os estudos de Barros et al. (1981) estão na parte relativa a Co.

Sousa et al. (1981), incorporando os dados da tese de Mendes (1977), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no norte de Mato Grosso, constataram que os níveis de Mn no fígado dos bovinos foram deficientes em 5 das fazendas estudadas, e que na estação chuvosa a deficiência era mais generalizada do que no período da seca. Nas forrageiras, os níveis de Mn eram suficientes para atender às exigências dos bovinos em todas as 6 fazendas, nas 2 épocas estudadas. No solo, os níveis de Mn em 2 fazendas eram baixos, nas outras eram adequados. Os autores concluíram que os valores deficientes em Mn no fígado se deviam às altas concentrações de ferro nas forrageiras e à elevada suplementação mineral com cobalto, o que provoca efeitos tóxicos na absorção e utilização de Mn. Os autores recomendam a suplementação com Mn em todas as fazendas, principalmente na estação chuvosa.

Sousa & Darsie (1986), no levantamento das deficiências minerais em bovinos no nordeste de Roraima, verificaram que as concentrações de Mn no fígado dos bovinos foram normais. As forrageiras apresentaram concentrações nutricionalmente adequadas para bovinos de corte. Embora os solos de algumas regiões tenham apresentado níveis de Mn relativamente baixos para culturas, produziram forrageiras com níveis adequados para ruminantes.

Camargo et al. (1985), no estudo em 13 empresas na "Polamazônia", verificaram valores hepáticos baixos para Mn em uma amostra coletada na época de seca (sul do Pará) e em outra, na época de chuvas (Ilha de Marajó) entre 9 amostras coletadas em 6 empresas. Nas forragei-

ras, amostradas nas 13 empresas, o Mn mostrou níveis suficientes para as necessidades de gado de corte.

#### Selênio

Lucci et al. (1983) obtiveram níveis de Se inferiores a 0,040 ppm em 75% das amostras de sangue de 974 vacas de leite de 80 municípios no Estado de São Paulo. Não são fornecidos dados clínico-patológicos sobre uma eventual deficiência de selênio, mas os autores lembram que dados da Universidade de Ohio mostram incidência elevada de retenção de placenta com valores séricos de selênio inferiores a 0,040 ppm.

Moraes (1986), em sua tese, dá a conhecer os resultados de análises de Mn, Zn e Se em 111 amostras de fígado coletadas em fazendas em 8 regiões do Brasil, isto é nos Estados do Rio de Janeiro, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Amazonas e Rio Grande do Sul, Território Federal de Roraima e no Nordeste, parcialmente de bovinos em que se suspeitava de deficiência mineral, parcialmente de animais sadios ou de animais que sucumbiram de doenças não relacionadas com deficiências minerais ou ainda de bovinos que serviram em experimentos com plantas tóxicas. No Estado de Mato Grosso, 20% das 35 amostras tiveram valores baixos de Se (abaixo de 0,1 ppm) e no Estado de Mato Grosso do Sul, 41,2% das 17 amostras tiveram valores abaixo de 0,1 ppm. Os teores de Zn e Mn estavam, na maioria das amostras, no âmbito dos valores normais. A tese se ocupa principalmente com a parte analítica desses elementos. O devido correlacionamento dos dados analíticos com a saúde dos rebanhos ainda será elaborado, segundo a autora.

#### IV. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Confirmou-se o que tinha sido visto até 1976, isto é, que a deficiência de fósforo é a deficiência mineral mais importante em bovinos no Brasil. Viu-se pelos trabalhos mais recentes, que, quando se usam análises químicas de tecidos animais para o diagnóstico dessa deficiência, essas análises devem ser feitas de preferência em tecido ósseo (Mendes 1977, Sousa et al. 1979, 1983, 1985, 1986, Lopes et al. 1980a). Em duas ocasiões o diagnóstico de deficiência de fósforo foi estabelecido através da experimentação, nos municípios de Manaus, AM (Moraes et al. 1982), e de Rio Brillhante, MS (Sousa et al. 1983). Análises de pastagem e sobretudo do solo contribuem bastante para o estabelecimento do diagnóstico da deficiência deste elemento (Dayrell 1973a, Sousa et al. 1979, 1986, Lopes et al. 1980a).

Botulismo epizootico, em conseqüência da osteofagia causada pela deficiência de P, tem sido diagnosticado em muitas outras regiões além daquelas em que foi observado inicialmente e que foram o Piauí (Tokarnia et al. 1970), sul do Maranhão e norte de Goiás (Tokarnia 1970). Tem sido diagnosticado adicionalmente no sul de Goiás (Döbereiner 1978/79) e próximo de Brasília (Döbereiner 1987a), no Estado de Mato Grosso do Sul em Cassilândia (Döbereiner 1979) e Campo Grande (Döbereiner 1986), no Estado do Rio Grande do Sul em Alegrete (Langenegger et al. 1984), no nordeste da Bahia (Tokarnia 1986) e no Estado de São Paulo na região de Marília e ao sul de Ribeirão Preto (Döbereiner 1978b). Há dados que indicam que o botulismo epizootico ocorre

ainda em outras regiões do Brasil, como no Território de Roraima (Döbereiner 1975).

Foi diagnosticada intoxicação por flúor no Rio Grande do Sul, mas não devido à suplementação com fosfatos, e sim devido à poluição e contaminação dos pastos por fábricas de adubos que processam rocha fosfática (Riet-Correa et al. 1983).

Hipocalcemia devida à ingestão de pastagem de *Setaria anceps* cv. Kazungula, rico em oxalato, foi diagnosticada em Mato Grosso do Sul (Schenk et al. 1982).

Em relação às deficiências de cobre e cobalto que, de acordo com os estudos realizados até 1976, eram, depois da deficiência de fósforo, as mais comuns no Brasil, nossos conhecimentos também foram confirmados e ampliados. O diagnóstico de deficiência de cobalto, baseado em determinações do elemento no fígado, foi estabelecido adicionalmente nas regiões de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA, por Barros et al. (1981), no nordeste de Mato Grosso por Camargo et al. (1976) e Fernandes & Camargo (1976), e no vale do Paraíba, no Estado de São Paulo, por McDowell (1976). Diagnósticos de deficiências de cobre, baseados em análises de fígado, foram adicionalmente estabelecidos somente no sul de Goiás, por Lopes et al. (1980), e na região de Manaus e Itacoatiara, AM, e de Parintins, PA, por Barros et al. (1981). Em outros estudos, o diagnóstico de deficiências nesses elementos (Co e Cu) tem sido prejudicado pela ampla suplementação dos rebanhos com sais de cobalto e cobre, isto é, nos estudos na região norte de Mato Grosso em relação ao cobalto e cobre (Mendes 1977, Sousa et al. 1981, 1980) e no Amapá em relação ao cobalto (Sousa & Darsie 1985).

Em relação ao molibidênio, dosado no fígado, os valores foram considerados normais nos estudos no norte de Mato Grosso (Mendes 1977, Sousa et al. 1980). Camargo et al. (1980) acharam valores baixos de Mo nas forrageiras (não dosaram esse elemento em amostras de fígado).

Por outro lado, a intoxicação por cobre foi diagnosticada duas vezes, em ovinos, no Rio Grande do Sul (Santos & Williams 1966, Oliveira et al. 1984).

Em relação à deficiência de iodo, que nos estudos realizados até 1976 era de ocorrência limitada à poucas áreas, não houve acréscimos.

Pela primeira vez foi confirmada, com dados concretos – através da experimentação em bovinos em uma fazenda no município de Miranda, MS (Sousa et al. 1985) – a deficiência de sódio, que se suspeita ser de ocorrência muito comum no Brasil.

Também pela primeira vez foi diagnosticada a deficiência de zinco, com base na análise do elemento no fígado, no norte de Mato Grosso (Mendes 1977, Sousa et al. 1982), no nordeste de Mato Grosso (Camargo & Fernandes 1976, Fernandes & Camargo 1976) e em Roraima (Sousa & Darsie 1985); com base na experimentação, aliada à análises de amostras de fígado, foi estabelecido o diagnóstico de deficiência de zinco em bovinos numa fazenda no município de Rio Brillhante, MS (Sousa et al. 1983). Dessa maneira, a deficiência de zinco não parece ser tão rara no Brasil, como se supunha.

Num estudo o diagnóstico da deficiência de Zn ficou prejudicado pela suplementação mineral aos animais, ou seja, no estudo na microrregião de Mato Grosso de Goiás, GO (Lopes et al. 1980b).

Deficiência de manganês foi diagnosticada, com base em análises do mineral no fígado, no norte de Mato Grosso (Mendes 1977, Sousa et al. 1981). Sousa et al. (1981) concluem que os valores deficientes de Mn no fígado se devem às altas concentrações de ferro nas forrageiras e à elevada suplementação mineral com cobalto, o que provoca problemas na absorção e utilização do Mn.

Pela primeira vez no Brasil foram obtidos valores baixos de selênio, em análises de fígado, em Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, por Moraes (1986). Em São Paulo, anteriormente, Lucci et al. (1983) obtiveram, de 75% das vacas leiteiras que examinaram, níveis inferiores a 0,040 ppm de Se no soro sanguíneo e especulam que esses valores podem ter influência sobre a incidência de retenção de placenta.

#### V. PERSPECTIVAS DA INVESTIGAÇÃO SOBRE NUTRIÇÃO MINERAL EM BOVINOS NO BRASIL

Nesses últimos anos, aprendemos muito em relação à metodologia na investigação das deficiências minerais em bovinos, isto é, sobre o diagnóstico das deficiências minerais. Vimos como trabalhos de diagnóstico podem e devem ser conduzidos.

Se até 1976 predominavam no Brasil trabalhos realizados sob a perspectiva do patologista e estudavam-se principalmente doenças de etiologia obscura possivelmente causadas por deficiências minerais, nos últimos anos a grande maioria dos estudos foi realizada sob a perspectiva do nutricionista.

Convém lembrar aqui que as deficiências minerais podem ocorrer sob diversos graus, desde deficiências severas, com perturbações mais ou menos características, a deficiências leves com sintomas não específicos, como desenvolvimento lento, baixa fertilidade, baixo rendimento da carcaça e baixa produção leiteira. Como as deficiências minerais estão ligadas a certas áreas, quando são acentuadas, podem ser responsáveis pela pobreza geral que existe em determinadas regiões. Deficiências menos severas e até leves causam também prejuízos econômicos sérios, porque reduzem a produtividade dos animais e constituem um obstáculo à melhoria dos rebanhos; estas últimas causam, olhando o Brasil como um todo, prejuízos econômicos maiores ao país porque ocorrem em regiões muito extensas.

Queremos salientar, que tanto nos estudos das deficiências com manifestações clínico-patológicas mais características, como nas perturbações menos típicas, para que se chegue a conclusões as mais certas e para que se tire o maior proveito de uma pesquisa tão trabalhosa e cara, deve-se procurar examinar problemas de deficiências minerais do maior número possível de ângulos: animal-planta-solo, dando ênfase ao animal; quanto mais próximo ao animal (exame do rebanho, análises, experimentação), menores serão os riscos de erros na interpretação dos dados. Isto é especialmente válido no Brasil, onde a profilaxia é quase toda feita pela suplementação dos minerais deficientes ao animal. Em países onde se pode pensar em correção do problema pela adubação, certamente análises de forrageiras e solo têm mais valor que entre nós. Devido à suplementação mineral crescente e indiscriminada, cada vez mais será preciso recorrer à experimentação – que é o meio de diagnóstico mais árduo

– mas que, em compensação, permite conclusões mais seguras e corretas.

A determinação de problemas relativos às deficiências minerais no Brasil é bastante exequível, desde que seja observado o raciocínio acima exposto.

#### REFERÊNCIAS

- Barros N.N., Teixeira L.B., Moraes E., Canto A.C. & Italiano E.C. 1981. Teores de minerais no complexo solo-planta-animal de áreas de terras firmes do Amazonas. Comunicado Técnico Nº 16/81, Embrapa-UEPAE de Manaus. 3 p.
- Boyazoglu P.A., Barrett E.L., Young E. & Ebedes H. 1972. Liver mineral analysis as indicator of nutritional adequacy. Proceedings of 2nd World Conference of Animal Nutrition, Madrid, Spain, p. 995-1008.
- Camargo W.V.A., Fernandes N.S. & Santiago A.M.H. 1976. Pesquisa de minerais em bovinos no nordeste de Mato Grosso. Anais XV Congr. Bras. Med. Vet., Rio de Janeiro, p. 194-195. (Resumo)
- Camargo W.V.A., Fernandes N.S. & Santiago A.M.H. 1980. Estudos de elementos minerais de interesse pecuário em regiões da Amazônia Legal. Arqs Inst. Biol., S. Paulo 47(4):83-111.
- Camargo W.V.A., Santiago A.M.H., Nazário W. & Chiba S. 1985. Teores de minerais de interesse pecuário em regiões da Polamazônia. Revta Bras. Med. Vet., Rio de J., 7(4):118-124.
- Cavalcanti I. 1967. Comunicação pessoal (Min. Agric., Dois Irmãos, Recife, PE).
- Conrad J.H. 1984. Administração racional de suplementos minerais a nível de fazenda. I Simpósio sobre Nutrição Mineral, São Paulo, p. 57-67.
- Conrad J.H. & Mendes M.O. 1965. Estudo comparativo do uso de suplementos minerais e fonte de proteína sobre a porcentagem de nascimento de bezerras. Relatório do Escritório Técnico de Agricultura Brasil-Estados Unidos, Rio de Janeiro. (Citado por Conrad et al. 1984)
- Cortes P.R. 1969/71. Una etiologia de la borrachera del llano. Revta Ganagrino, Venezuela, 4(nº 18), 5(nºs 19, 20, 21, 22), 6(nºs 23, 24), num total de 37 páginas, em sequência descontínua.
- Costa F.P., Sousa J.C., Gomes R.F.C., Silva J.M. & Euclides V.P.B. 1982. Avaliação econômica de alternativas de suplementação mineral. Pesq. Agropec. Bras. 17(7): 1083-1088.
- Dämmrich K. 1986. Comunicação pessoal (Freie Universität Berlin).
- Dayrell M.S., Döbereiner J. & Tokarnia C.H. 1973a. Deficiência de fósforo em bovinos na região de Brasília. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Vet., 8:105-114.
- Dayrell M.S., Lopes H.O.S., Sampaio I.B.M. & Döbereiner J. 1973b. Fatores a serem considerados na interpretação de valores analíticos de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Vet., 8:43-47.
- Döbereiner J. 1975, 1978/79, 1979, 1986, 1987a, 1987b. Relatórios de viagens (Embrapa-UAPNPSA, Seropédica, RJ).
- Döbereiner J., Tokarnia C.H., Costa J.B.D., Campos J.L.E. & Dayrell M.S. 1971. "Espichamento", intoxicação de bovinos por *Solanum malacoxylon*, no pantanal de Mato Grosso. Pesq. Agropec. Bras., Sér. Vet., 6:91-117.
- Fernandes N.S., & Camargo W.V.A. 1976. Projetos de pesquisa de minerais em ruminantes em projetos agropecuários da região da Amazônia. In: Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens, Belo Horizonte, Minas Gerais, p. 309-324.
- Galvão F.E., Mello R.P. & Silva R.M. 1973. Efeito da suplementação de zinco à dieta de vacas em lactação. Arqs Esc. Vet. Univ. Fed. Minas Gerais 25(3):235-241.
- Grunert E. & Santiago C. 1969. Über den Einfluss von Knochenfuttermehl auf die Fruchtbarkeit von Fleischrindern in Rio Grande do Sul, Brasilien. Zuchthyg. 4:65-71.
- Guimarães J.M.A.B. & Nascimento C.N.B. 1971. Efeito da suplementação mineral sobre a porcentagem de nascimento de bezerras em rebanhos de bovinos de corte na Ilha de Marajó. Série: Estudos sobre Bovinos, IPEAN, Belém, Pará, Vol. 1(Nº 2), p. 37-51.
- Healy W.B. 1974. Ingested soil as a source of elements to grazing animals, p. 448-450. In: Trace Element Metabolism in Animals – 2, University Park Press, Baltimore. (Citado por Conrad et al. 1984).
- Healy W.B. & Ludwig T.G. 1965. Ingestion of soil by sheep in New Zealand in relation to wear of teeth. Nature 208(5012):806-807.
- Langeregger J., Scarsi R., Martins E.S., Azambuja L.L.A., Santa Helena

- P.A. & Barros C. 1984. "Mal de Alegrete: epidemiologia, clínica e patologia." XIX Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, p. 208.
- Lopes H.O.S., Fichtner S.S., Jardim E.C., Costa C.P. & Martins Junior W. 1980a. Composição mineral de amostras de solo, forragem e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás - I. Cálcio, fósforo, magnésio e potássio. Arqs Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, 32(2):161-174.
- Lopes H.O.S., Fichtner S.S., Jardim E.C., Costa C.P. & Martins Junior W. 1980b. Teores de cobre e zinco em amostras de solos, forrageiras e tecido animal da micro-região Mato Grosso de Goiás. Arqs Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, 32(2):151-159.
- Lucci C.S., Moxon A.L., Zanetti M.A., Schalch E., Pettinati R.L., Fukushima R.S., Franzolin Neto R. & Marcomini D.G. 1983. Selênio em rebanhos leiteiros do Estado de São Paulo. I. Níveis de selênio em soros sanguíneos - nota prévia. Anais da XX Reunião Anual da SBZ, Pelotas, RS, p. 197.
- McDowell L.R. 1976. Níveis estacionais de cobre e de cobalto em tecido animal e vegetal. Atualidades Veterinárias, Porto Alegre, 5(28):24-27.
- McDowell L.R., Conrad J.H., Ellis G.L. & Loosli J.K. 1983. Minerals for Grazing Ruminants in Tropical Regions. University of Florida, Gainesville, 86 p.
- Mendes M.O. 1977. Mineral status of beef cattle in the northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season, and sampling technique. Dissertation, University of Florida, Gainesville. 236 p.
- Mendes M.O., Conrad J.H. & Ammerman C.B. 1981. Teores de minerais em bovinos de corte do Estado de Mato Grosso. Revta Bras. Med. Vet. 4(3):25-30.
- Mendes M.O., Conrad J.H., Houser R.H. & McDowell L.R. 1982. Viabilidade técnica de biopsia de fígado na determinação dos teores de certos minerais em bovinos. Arqs Univ. Fed. Rur. Rio de J. 5(1)55-60.
- Miller W.J. & Stake P.E. 1974. Uses and limitations of biochemical measurements in diagnosing mineral deficiencies. Proceedings Nutrition Conference for the Feed Industry, Atlanta, Georgia, p. 25-43.
- Moraes S.S. 1986. Untersuchungen zu Abhängigkeiten der Zink-, Mangan- und Selengehalte in Lebern von Rindern aus ausgewählten Regionen Brasiliens. Dissertation, Hannover. 146 p.
- Moraes E., Italiano E.C. & Pieniz L.C. 1982. Efeito de níveis de fósforo no crescimento e engorda de bovinos mantidos em pastagem de quicuí da Amazônia. Pesquisa em Andamento nº 36, Embrapa-UEPAE de Manaus. 4 p.
- Nunes V.A. & Chquiloff M.A.G. 1986. Doença periodontal ou "cara inchada" do bovino. Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG, Belo Horizonte, 1:3-8.
- Oliveira J.A., Giesta S.M., Schild A.L., Riet-Correa F. & Mendez M.C. 1984. Intoxicação de cobre em ovinos no Rio Grande do Sul. XIX Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária, Belém, Pará, p.326. (Resumo)
- Portugal M.A.S.C. 1985/1986. Documentos do Instituto Biológico da Bahia, Salvador.
- Riet-Correa F., Oliveira J.A., Méndez M.C. & Schild A.L. 1983. Poluição industrial como causa de intoxicação por flúor em bovinos no município de Rio Grande, RS. Pesq. Vet. Bras. 3(4):107-114.
- Rosa I.V. & Gomes R.F. 1982. Intoxicação crônica por cobre em ovinos. Comunicado Técnico nº 14/82, Embrapa-CNPGC, Campo Grande, MS. 3 p.
- Santos A.G. & Williams B.M. 1966. Sobre casos de envenenamento crônico por cobre em ovinos. Arqs Inst. Pesq. Vet. Desidério Finamor, Porto Alegre, 3:41-44.
- Schenk M.A.M., Faria Filho T.T., Pimentel D.M. & Thiago L.R.L.S. 1982. Intoxicação por oxalatos em vacas lactantes em pastagem de Setaria. Pesq. Agropec. Bras. 17(9):1403-1407.
- Sousa J.C. 1978. Interrelationships among mineral levels in soil, forage, and animal tissues on ranches in northern Mato Grosso, Brazil. Dissertation, University of Florida, Gainesville. 277 p.
- Sousa J.C., Conrad J.H., Blue W.G., & McDowell L.R. 1979. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 1. Cálcio e fósforo. Pesq. Agropec. Bras. 14(4):387-395.
- Sousa J.C., Conrad J.H., McDowell L.R., Ammerman C.B. & Blue W.G. 1980. Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal. 2. Cobre e molibdênio. Pesq. Agropec. Bras. 15(3):335-341.
- Sousa J.C., Conrad J.H., Blue W.G., Ammerman C.B. & McDowell L.R. 1981. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal. 3. Manganês, ferro e cobalto. Pesq. Agropec. Bras. 16(5):739-746.
- Sousa J.C., Conrad J.H., Mott G.O., McDowell L.R., Ammerman C.B. & Blue W.G. 1982. Inter-relações entre minerais no solo, plantas forrageiras e tecido animal no norte de Mato Grosso. 4. Zinco, magnésio, sódio e potássio. Pesq. Agropec. Bras. 17(1):11-20.
- Sousa J.C., Gomes R.F.C., Rezende A.M., Rosa I.V., Cardoso E.G., Gomes A., Costa F.P., Oliveira A.R., Coelho Neto L. & Curvo J.B.E. 1983. Resposta de novilhos nelorados à suplementação mineral em pastagens de capim-colonião. Pesq. Agropec. Bras. 18(3):311-318.
- Sousa J.C., Gomes R.F.C., Silva J.M.S. & Euclides V.P.B. 1985. Suplementação mineral de novilhos de corte em pastagens adubadas de capim-colonião. Pesq. Agropec. Bras. 20(2):259-269.
- Sousa J.C. & Darsie G. 1985. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. I. Zinco e cobalto. Pesq. Agropec. Bras. 20(11): 1309-1316.
- Sousa J.C. & Darsie G. 1986. Deficiências minerais em bovinos de Roraima. II. Ferro e manganês. Pesq. Agropec. Bras. 21(7):763-769.
- Sousa J.C., Gonçalves E.M., Viana J.A.C. & Darsie G. 1986. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. III. Cálcio e fósforo. Pesq. Agropec. Bras. 21(12):1327-1336.
- Sousa J.C., Gonçalves E.M., Viana J.A.C. & Darsie G. 1987. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. IV. Magnésio, sódio e potássio. Pesq. Agropec. Bras. 22(1): 89-98.
- Sousa J.C., Gomes R.F.C., Viana J.A.C., Nunes V.A., Schenk J.A.P., Rosa I.V. & Guimarães E.D. 1986. Suplementação mineral em bovinos com doença periodontal (cara inchada). I. Aspectos nutricionais. Revta Soc. Bras. Zoot. 15(1):1-16.
- Utzmöller P., Abreu A.V., Grift J. van der & Sombrock W.G. 1966. Mineral imbalances in cattle in the Amazon valley. Communication nº 53, Dep. Agric. Res., Amsterdam. 135p. + tables.
- Tokarnia C.H. 1970, 1986. Relatórios de viagens (UFRRJ, Seropédica, RJ).
- Tokarnia C.H. & Döbereiner J. 1976. Doenças causadas por deficiências minerais em bovinos em regime de campo no Brasil. In: Simpósio Latino-Americano sobre Pesquisa em Nutrição Mineral de Ruminantes em Pastagens, Belo Horizonte, Minas Gerais, p. 298-308.
- Tokarnia C.H. & Döbereiner J. 1978. Diseases caused by mineral deficiencies in cattle raised under range conditions in Brazil, p. 163-169. In: Corand J.H. & McDowell L.R. (ed.) Latin American Symposium on Mineral Nutrition Research with Grazing Ruminants, Belo Horizonte, Brazil.
- Tokarnia C.H., Döbereiner J., Couceiro J.E.M. & Silva A.C.C. 1983. Intoxicação por *Palicourea aeneofusca* (Rubiaceae), a causa de "mortes súbitas" em bovinos na zona da mata de Pernambuco. Pesq. Vet. Bras 3(3)75-79.
- Tokarnia C.H., Döbereiner J. & Silva M.F. 1979. Plantas Tóxicas da Amazônia a Bovinos e outros Herbívoros. Inst. Nac. Pesq. Amazônia (INPA), Manaus, Amazonas, 95 p.
- Tokarnia C.H., Langenegger J., Lagenegger C.H. & Carvalho E.V. 1970. Botulismo em bovinos no Piauí, Brasil. Pesq. Agropec. Bras. 5:465-472.
- Underwood E.J. 1966. The Mineral Nutrition of Livestock. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England, p. 132.
- Underwood E.J. 1981. The Mineral Nutrition of Livestock, 2nd ed. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England, p. 102-103.