

INTOXICAÇÃO POR CHUMBO EM GADO BOVINO EM ZONA RURAL PRÓXIMA A INDÚSTRIA METALÍFERA

Cattle intoxication by lead in the rural area nearby a metal industry

Wilmar Sachetin Marçal¹

RESUMO

A partir do óbito de uma vaca leiteira, bovinos remanescentes de surto de saturnismo foram utilizados para se avaliar a poluição ambiental ocasionada por uma indústria metalífera, numa localidade rural no estado do Paraná. Os animais eram criados nas circunvizinhanças de uma fábrica produtora de grande quantidade de baterias para veículos automotores. Análises laboratoriais da água de beber, solo, capim e sal mineral foram efetuadas para se investigar as fontes de toxidez aos animais. Um total de 25 animais foi monitorado através dos exames clínicos e análises hematológicas, para se investigar a presença de chumbo inorgânico, considerado como elemento metálico prioritário e/ou essencial na manufatura de baterias automotivas. Os resultados demonstraram haver comprometimento da saúde dos animais pela poluição ambiental nos efluentes industriais líquidos e gasosos incorporados às pastagens e fontes de água.

Palavras-chave: bovinos, chumbo, poluição, sangue.

ABSTRACT

Cattle were used to evaluate the environmental pollution caused by a metal industry in a rural area of Paraná, State, Brazil. Laboratory analyses of the water, soil, grass and mineral salt were done to investigate the source of the animal's toxicity. Twenty five (25) animals, that lived in the neighborhood of an industry for motor vehicles' batteries, were monitored by clinical examination and hematological analyses to investigate inorganic lead presence in their organism; since lead is the major metallic element used in the manufactory of batteries. The

results showed that the health of the animals was harmed by the environmental pollution of the industrial products (liquids and gases) incorporated to the pasture and water fountains.

Keywords: cattle, lead, pollution, blood.

INTRODUÇÃO

A ausência de planejamento urbano adequado tem originado crescimento industrial desordenado em algumas cidades brasileiras, com consequências indesejáveis aos animais de exploração pecuária. Localidades rurais que, anteriormente, serviam somente como habitats para criação de animais de produção, hoje dividem espaço com fábricas e indústrias que poluem o ar, o solo, as plantas e os mananciais hídricos, tornando os seres vivos vulneráveis à toxidez de seus efluentes.

A suspeita do impacto ambiental causado pela poluição industrial estar afetando a vida animal, surgiu a partir do óbito de uma vaca leiteira que apresentou quadro clínico de saturnismo. A partir daí iniciou-se trabalho de vigilância sanitária, aplicando-se estudo clínico em ações de monitoramento ambiental, avaliando a localidade circunscrita ao fato, quantificando o elemento chumbo em amostras de capim, solo, água, sal mineral e sangue dos animais. A área rural em questão compreendia aproximadamente 50 alqueires de terra agriculturáveis.

O modelo, no qual se utiliza o animal pecuário como ser vivo no reconhecimento de poluentes industriais, ou seja, como biomonitor, vem sendo utilizado em vários ensaios clínicos da Medicina Veterinária, tanto nos países desenvolvidos (GREGOROVIC et al., 1987; PARADA; GONZALES; BERQVIST, 1987; MILHAUD; MEHENNAOUI, 1988; ADAUDI; GBODI; ALIU, 1990; TELISMAN; PRPIC-

¹ Médico veterinário. Professor Associado. Doutor. Departamento de Clínica Veterinária. Universidade Estadual de Londrina. CP 6001. 86051-970. Londrina, PR. Brasil.

MAJIR; KERSANC, 1990; COPPOCK et al., 1991; WADA et al., 1993), quanto naqueles em desenvolvimento (MARÇAL et al. 1990; MARÇAL, 1994; MARÇAL; TRUNKL, 1994; DEY; DWIVEDI; SWARUP, 1996).

Dentre os poluentes ambientais, o chumbo vem sendo considerado por muitos estudiosos como sendo o químico inorgânico de maior risco à saúde dos animais de criação, particularmente na espécie bovina (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1980; KANEKO, 1989; VILLEGAS-NAVARRO et al., 1993; MARÇAL; TRUNKL, 1994; MARÇAL et al., 1999), sendo possível sua veiculação aos animais através da ingestão de capim, água e formulações minerais comprometidas (AMMERMAN et al., 1977; MAYNARD; LOOSLI; HINTZ, 1984; MALETTO, 1986; JUNQUEIRA, 1993; CAMPOS NETO; MARÇAL, 1996; MARÇAL; CAMPOS NETO; NASCIMENTO, 1998; ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS INCORPORATED, 2001). Do ponto de vista econômico, o chumbo quando veiculado aos animais por ingestão de alimentos contaminados pode causar alterações orgânicas importantes, modificando a performance dos animais (LOBÃO, 1977; MALETTO, 1986; SILVA, 1993; ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS INCORPORATED, 2001), podendo acarretar significativas alterações no sistema reprodutivo dos bovinos (MCDOWELL, 1985; MARACEK et al., 1998), inclusive abortamento (STUART; OEHME, 1982; MCDOWELL, 1985; MARÇAL et al., 2001).

Todavia, a possibilidade de contaminação por metais pesados atingir os bovinos e, por conseguinte o homem, conduz a um potencial risco à saúde pública, pelo consumo de produtos e/ou subprodutos de origem animal contaminados, conforme mencionam diferentes autores (MALETTO, 1986; JUNQUEIRA, 1993; SILVA, 1993; CAMPOS NETO; MARÇAL, 1996; MARÇAL et al., 2001).

Assim exposto, o presente trabalho objetivou relatar ocorrência de intoxicação por chumbo em gado bovino por poluição, causada por indústria metalífera, instalada e em funcionamento nas proximidades de áreas rurais.

MATERIAL E MÉTODOS

a) Delineamento Experimental

Numa localidade do Estado do Paraná, região de exploração agropecuária, com aproximadamente 50 alqueires de terra agricultáveis, a partir do óbito de um dos bovinos (animal 24) e as mani-

festações de sintomas em outros animais, iniciou-se o trabalho de vigilância sanitária e a exploração clínica *in loco*, aplicando-se pesquisa para investigar todos os aspectos circunscritos ao episódio, possibilitando examinar os animais remanescentes e verificar os níveis de chumbo inorgânico no capim, solo, água de beber, e mistura mineral, para, em seguida, quantificar esse elemento no sangue dos animais, fechando assim o “círculo da toxidez”.

b) Colheita e Análise das Amostras de Capim e Solo

Na pastagem de permanência dos animais, várias amostras de capim foram colhidas e acondicionadas em sacos plásticos transparentes, previamente identificados. Cada amostra foi constituída por pequenas porções de diferentes pontos, caracterizando assim um “pool” com aproximadamente dois quilos de capim.

As amostras de solo foram colhidas com instrumento agrícola trado em pontos estratégicos do ponto de vista ambiental. A profundidade de cada ponto de colheita era de aproximadamente 50cm. As amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos previamente identificados.

Os procedimentos analíticos foram executados no Laboratório CNEN (Comissão Nacional de Energia Nuclear), situado na cidade de Poços de Caldas, Minas Gerais. As determinações foram efetuadas por espectrometria de emissão atômica por plasma de indução acoplada, utilizando a linha analítica de 220, 3 nm. A metodologia de análise teve como base dados fornecidos pela American Society for Testing and Materials (1980) e por Eaton, Greenberg e Trussell (1995). Os resultados foram expressos em mg/kg.

c) Colheita e Análise das Amostras de Água

A água que fluía da indústria era canalizada e despejada como efluente a céu aberto escorrendo e atingindo propriedades rurais vizinhas à indústria, acumulando junto às pastagens e a um pequeno córrego que banhava as propriedades, onde os animais se dessedentavam. Nesse sentido, em dia não chuvoso, foi colhida uma amostra de aproximadamente 500ml de água, no ponto efluente, a qual foi acondicionada em um frasco âmbar contendo ácido nítrico a 2% e pH < 2,0 para sua preservação. O frasco e as pipetas utilizadas foram previamente lavadas com ácido nítrico 1:1 e enxaguados com água destilada e deionizada. A análise quantitativa foi realizada em laboratório credenciado e especializado em ensaios de toxicologia ambiental, localizado na cidade de Londrina. Utilizou-se a

técnica de espectrofotometria de absorção atômica, sendo a determinação feita com base em American Society for Testing and Materials (1980) e por Eaton, Greenberg e Trussell (1995). Os resultados foram expressos em µg/dl.

d) Colheita e Análise das Amostras de Sal Mineralizado

Outra provável fonte de chumbo, o sal mineral, foi investigada, já que pode representar perigo de toxidez aos animais que o consomem (MARÇAL, 1996).

Foram colhidas aproximadamente 200 gramas de sal mineralizado fornecido aos animais. A amostra foi acondicionada em recipiente de plástico transparente, previamente identificado. A mistura mineral era composta de cloreto de sódio, macro e microelementos, já misturados.

A determinação analítica, local de análise e equipamentos utilizados, obedeceu às mesmas descrições das análises efetuadas nas amostras de capim e solo. Os resultados foram expressos em mg/kg.

e) Colheita e Análise das Amostras de Sangue

As amostras de sangue foram colhidas em duplicata por venopunção jugular, utilizando-se material descartável constituído de agulhas 40x16 mm devidamente acopladas em seringas plásticas de 20 ml, previamente preparadas com heparina sódica. O transporte até o laboratório de análises foi feito imediatamente após a colheita, mantendo-se as amostras sob refrigeração em recipiente térmico com cubos de gelo reciclável.

O processamento foi realizado no laboratório Toxikón, em São Paulo, utilizando-se a técnica analítica de espectrofotometria de absorção atômica por chama, recomendada em Mitchell, Ryan e Aldons (1972) e pelo Intersociety Comitêe Methods (1975). As amostras foram analisadas em duplicatas, a média calculada e os resultados expressos em mg/dl.

RESULTADOS

Nas amostras de capim da propriedade rural atingida pelos poluentes, os resultados encontrados foram 170, 220 e 1240 mg/kg de chumbo, estando muito acima dos níveis aceitáveis como referem Lagerwerff (1972), Pendias e Pendias (1984), Singer (apud DEMAYO et al., 1982) e Hatch (1992), com valores respectivos de 1, 2, 5 a 20 e 3 a 7 mg/kg.

Nas amostras de solo os resultados encon-

trados foram de 1470, 1500 e 5910 mg/kg de chumbo, demonstrando expressiva contaminação do solo, tendo como base 20 mg/kg atribuído como limite máximo aceitável, referenciado por Purves (1997).

A análise da água de beber dos animais revelou uma concentração de chumbo de 189,00 mg/dl, portanto maior do que o limite máximo de 3,0 mg/dl, estabelecido pela Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico de São Paulo (1998).

No exame clínico efetuado *in loco* nos bovinos ainda vivos, constatou-se como manifestação prevalente emagrecimento progressivo, apatia, andar cambaleante, às vezes em círculos, tremores musculares na cabeça e pescoço, alguns com bruxismo. As pálpebras se contraíam e os olhos apresentavam movimentos circulares, além de cegueira. Alguns animais apresentavam frequência respiratória aumentada e taquisfigmia, sintomas clássicos de saturnismo, conforme descrito por outros autores (ROSENBERGER, 1983; BLOOD; HENDERSON; RADOSTITS, 1983; MARÇAL et al., 1990; VILLEGAS-NAVARRO et al., 1993; MARÇAL et al., 1999).

O resultado laboratorial da análise hematológica dos 25 animais monitorados, sendo 15 fêmeas e 10 machos, demonstrou que somente 5 bovinos (08, 19, 21, 22 e 25) tinham valores sanguíneos dentro da faixa limite de 25mg/dl, atribuído como valor biológico máximo para bovinos, conforme Knight e Burau (1973), Neathery e Miller (1975), Levine et al. (1976), Ward, Brooks e Roberts (1977), Humphreys (1978), Blood, Henderson e Radostits (1983), Rosenberger (1983), Uehara et al. (1988), Kaneko (1989), George (1990), Marçal et al., (1990), Marçal (1996). Os valores encontrados estão detalhados na Tabela 1.

DISCUSSÃO

O resultado encontrado nas amostras de sal mineral foi menor que 4 mg/kg estando aquém do limite máximo aceitável descrito em Maletto (1986) que é de 10 mg/kg e, menor ainda do que os 30 mg/kg atribuídos como limite pelo National Research Council (1980).

Apesar do fator sexual não estar sendo analisado no presente ensaio, no grupo das fêmeas encontrou-se o maior resultado de chumbo no sangue (animal 01) com **69mg de Pb/dl de sangue**. Por outro lado, no grupo dos bovinos machos encontrou-se o menor valor (animal 08), com **17 mg de Pb/dl de sangue**. Não se objetivou também

Tabela 1. Resultados de chumbo sangüíneo em bovinos remanescentes, utilizados como bioindicadores de poluição ambiental, em localidade no Estado do Paraná.

N.º do Animal	Raça	Idade em Meses	Sexo	mg de pb/dl de Sangue
01	Mestiça	7	F	69
02	Mestiça	144	M	39
03	Mestiça	6	M	32
04	Mestiça	17	F	44
05	Mestiça	12	M	57
06	Mestiça	7	M	56
07	Mestiça	6	M	49
08	Mestiça	5	M	17
09	Mestiça	4	M	31
10	Mestiça	42	F	37
11	Mestiça	24	F	37
12	Mestiça	48	F	39
13	Mestiça	3	M	31
14	Mestiça	6	M	50
15	Mestiça	17	M	30
16	Mestiça	17	F	45
17	Mestiça	72	F	31
18	Mestiça	42	F	29
19	Mestiça	60	F	21
20	Mestiça	48	F	30
21	Mestiça	54	F	23
22	Mestiça	42	F	21
23	Mestiça	70	F	31
24	Mestiça	28	F	48
25	Mestiça	68	F	18

estudar qualquer fator etário na presente investigação, mas é preciso ressaltar que o bovino mais velho era macho com 144 meses de idade, o qual demonstrou 39 **mg de Pb/dl de sangue**. O animal mais jovem era um bezerro de 3 meses de idade que apresentou 31 **mg de Pb/dl de sangue**, refletindo, provavelmente que no leite materno (bovino 17) deveria haver uma expressiva eliminação de chumbo. Estudos complementares poderiam esclarecer essa veiculação e fonte de toxidez.

Os resultados laboratoriais, além de confirmar o quadro clínico de toxidez pelo chumbo nos animais utilizados neste experimento, reiteraram a via digestiva como sendo a mais importante nas situações de absorção de produtos xenobióticos, particularmente o chumbo, veiculado aos animais de criação pelas pastagens (BLOOD; HENDER-

SON; RADOSTITIS, 1983; ROSENBERGER, 1983) e água contaminada (MARÇAL; TRUNKL, 1994).

Do ponto de vista da saúde pública consumidora, é preciso mencionar que além do bovino 17, outros dois (animais 18 e 21) também estavam lactantes, o que tornava vulnerável o consumo de leite por pessoas, já que o chumbo é eliminado pela lactação (BLOOD; HENDERSON; RADOSTITIS, 1983; ROSENBERGER, 1983; KANEKO, 1989; MARÇAL et al., 1990; MARÇAL 1996).

A manifestação toxicológica nos animais criados em seu ecossistema natural será sempre mais precoce do que no homem, devido à relação mais restrita que os mesmos possuem com a natureza. Os valores sangüíneos da toxidez pelo chumbo nos animais estão aquém dos valores considerados normais para o homem. Enquanto que para bovinos

considera-se 25mg/dl como limite máximo aceitável, no homem há referências que consideram 60mg/dl como valor máximo (GILMAN, 1991).

A proposta de utilizar animais como biomonitoradores pode constituir uma premissa para controlar poluentes industriais em zonas rurais e mesmo urbanas, salvaguardando a saúde de populações, sobretudo as ribeirinhas. Além disso, quando clinicamente diagnosticado, o quadro toxicológico em questão, tem sido passível de tratamento e recuperação dos animais acometidos.

A utilização de amostragem sangüínea em animais intoxicados e/ou supostamente contaminados por chumbo inorgânico, mostrou-se útil, prática e segura, não requerendo muito tempo para sua quantificação, conforme já haviam avaliado outros autores em ensaios de biomonitoramento (WARD; BOOKS; ROBERTS, 1977; ROSENBERGER, 1983; MARÇAL et al., 1990; VILLEGAS-NAVARRO et al., 1993; MARÇAL, 1996).

CONCLUSÕES

Pela análise dos resultados e de observações clínicas realizadas, pode-se concluir:

- 1ª) Os valores de chumbo encontrados no solo, capim e água de beber dos animais estão muito acima dos limites máximos considerados aceitáveis pela normatização em vigor;
- 2ª) Os valores de chumbo encontrados na amostra de sal mineralizado utilizado na propriedade rural não demonstraram que os animais se intoxicaram pela ingestão da mesma;
- 3ª) Os valores sangüíneos encontrados em 20 (80%) dos animais estudados, estavam acima do limite máximo aceitável para bovinos;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAUDI, A. O.; GBODI, T. A.; ALIU, Y. O. The lead content of plants and animals as indicators of environmental contamination. **Veterinary and Human Toxicology**, Manhattan, v.32, n.5, p.454-456, 1990.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Annual book of ASTM Standards**. Philadelphia, 1980.

AMMERMAN, C. B et al. Contaminating elements in mineral supplements and their potential toxicity: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign,

v.44, n.3, p.485-508, 1977.

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS INCORPORATED. **Official guidelines for contaminant levels permitted in mineral feed ingredients**. Indiana, 2001.

BLOOD, D. C.; HENDERSON, J. A.; RADOSTITS, M. Doenças causadas por agentes químicos. In: _____. **Clínica Veterinária**. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1983. p. 923-31

CAMPOS NETO, O.; MARÇAL W. S. Os fosfatos na nutrição mineral de ruminantes. **Revista dos Criadores**, São Paulo, n.793, p.8-10, 1996.

COMPANHIA ESTADUAL DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO BÁSICO DE SÃO PAULO (CETESB). **Resultado de análise de água em 03/11/1998**: registro 004703-0010004703. São Paulo, 1998.

COPPOCK, R. W. et al. Evaluation of edetate and thiamine for treatment of experimentally induced environmental lead poisoning in cattle. **American Journal of Veterinary Research**, Schaumburg, v.52, n.11, p.1860-1865, 1991.

DEMAYO, A. et al. Toxic effects of lead and lead compounds on human health, aquatic life, wildlife plants, and livestock. **Critical Reviews In Environmental Control**, Boca Raton, v.12, p.257-305, 1982.

DEY, S.; DWIVEDI, S. K.; SWARUP, D. Lead concentration in blood, milk and feed of lactating buffalo after acute lead poisoning. **Veterinary Record**, London, v.138, p.336, 1996.

EATON, C. L. S.; GREENBERG, A. E.; TRUSSELL, R. R. (Eds.). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington: APHA, 1995.

GEORGE, L.W. Disease of the nervous system. In: SMITH, B.P. **Large animal internal medicine**. St. Louis: C.V. Mosby, 1990. p.956-960

GILMAN, A. G. Metais pesados e seus antagonistas. In: KLAASSEN, C. D. **As bases farmacológicas da terapêutica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991. p.1061-1065.

GREGOROVIC, V. et al. Rezultati visegodisnjeg pracenja koncentracije olova u sijenu i organizmu

krava na produkcju meziske doline. **Veterinarski Glasnik**, Belgrade, v.41, n.2. p.99-106, 1987.

HATCH, R. C. Venenos causadores de estimulação ou depressão nervosa. In: BOOT, N. H.; McDONALD, L. E. **Farmacologia e terapêutica em veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. cap. 61, p. 877-93,

HUMPHREYS, D. J. A review of recent trends in animal poisoning. **British Veterinary Journal**, London, v.134, n.2, p.128-145, 1978.

INTERSOCIETY COMITEE METHOD. Lead in blood and urine: analytical method. **Health Laboratory Science**, Washington, v.12, n.4, p.375-378, 1975.

JUNQUEIRA, O. M. Metais pesados contaminam carne. **Avicultura & Suinocultura Industrial**, São Paulo, n.38, p. 27-29, 1993.

KANEKO, J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4.ed. New York: Academic Press, 1989.

KNIGHT, H.D.; BURAU, R.G. Chronic lead poisoning in horses. **Journal of American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v.162, p.781-786, 1973.

LAGERWERFF, J. V. Lead mercury and cadmium as environmental contaminants. In: MORTVEDT, J. V. (Ed.). **Micronutrients in agriculture**. Madison: Soil Science Society of America, 1972. p.593-628.

LEVINE, R. J. et al. Occupational lead poisoning, animal deaths and environmental contamination at a scrap smelter. **American Journal of Public Health**, Washington, v.66, n.6, p.548-552, 1976.

LOBÃO, A. O. Mineralização de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 1977, Presidente Prudente. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 1977. p.120-135.

MALETTO, S. Correlação da nutrição mineral e a sanidade. In: SEMINÁRIO SOBRE NUTRIÇÃO MINERAL, 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1986. p.38.

MARACEK, I. et al. Residues of heavy metals in cow reproductive organs and morbidity of cattle in the fallout region of a metallurgical plant. *Vet. Med.* – Czech, Praga, v.43, n.9, p.283-287. 1998

MARÇAL, W. S. Contaminación por efluentes industriales en trabajadores del campo. In: CONGRESO PANAMERICANO DE CIÊNCIAS VETERINÁRIAS, 14., 1994, Acapulco. **Anais...** Acapulco: Exactitude Diseño, 1994. p.139.

MARÇAL, W. S. **Valores sanguíneos de bovinos nelore em pastejo de Brachiaria decumbens, suplementados com sal mineral naturalmente contaminado por chumbo**. 1996. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

MARÇAL, W. S.; CAMPOS NETO, O.; NASCIMENTO, M. R. L. Valores sanguíneos de chumbo em bovinos Nelore suplementados com sal mineral naturalmente contaminado por chumbo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.1, p.53-57, 1998.

MARÇAL, W. S. et al. Concentration of lead in mineral salt mixtures used as supplements in cattle food. **Experimental and Toxicologic Pathology**, Jena, v.53, p.7-9, 2001.

MARÇAL, W. S. et al. Lead Concentration in mineral salt mixtures used in beef cattle food supplementation in Brazil. **Veterinarski Arhiv**, Croatia, v.69, n.6, p.349-355, 1999.

MARÇAL, W. S. et al. Saturnismo em bovino. In: CONFERÊNCIA ANUAL DA SOCIEDADE PAULISTA DE MEDICINA VETERINÁRIA, 45, 1990, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SPMV, 1990.

MARÇAL, W. S.; TRUNKL, I. Poluição industrial na zona rural: implicações na saúde pública. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 23., 1994, Olinda. **Anais...** Olinda: Spemve, 1994. p.656.

MAYNARD, L.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F. Elementos inorgânicos e seu metabolismo. In: _____. **Nutrição animal**. 3.ed. Rio de Janeiro: F. Bastos, 1984. Cap. 3

McDOWELL, L. R. **Nutrition of grazing ruminants in warm climates**. Orlando: Academic Press, 1985.

MILHAUD, G. E.; MEHENNAOUI, S. Indicators of lead, zinc and cadmium exposure in cattle: I- Results in a polluted area – atomic absorption spectrometry. **Veterinary and Human Toxicology**, Manhattan, v.30, n.6, p.513-517, 1988.

MITCHELL, D. G.; RYAN, F. J.; ALDONS, K. M. The precise determination of lead in whole blood by solvent extraction. **Atomic Absorption Newsletter**, Norwalk, v.11, n.6, p.120-121, 1972.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Mineral Toxicity in Animals. In: _____. **Mineral tolerance of domestic animals**. Washington: National Academy of Sciences, 1980. p.256-76.

NEATHERY, M. W.; MILLER, W. J. Metabolism and toxicity of cadmium, mercury and lead in animals: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.58, p.1767-81, 1975.

PARADA, R.; GONZALEZ, S.; BERQVIST, E. Industrial pollution with copper and other heavy metals in a beef cattle ranch. **Veterinary and Human Toxicology**, Manhattan, v.29, n.2, p.122-126, 1987.

PENDIAS, A. K.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. Florida: CRC Press, 1984.

PURVES, D. **Trace-element contaminant of the environment**: fundamental aspects of pollution control and environmental science 1. Holanda: Elsevier, 1997.

ROSENBERGER, G. **Enfermidades de los bovinos**. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, 1983. t.2

SILVA, S. **Plano de ação fiscal sobre fosfato de**

rocha e outros. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, 1993.

STUART, L. D.; OEHME, F. V. Environmental factors bovine and porcine abortion. **Veterinary and Human Toxicology**, Manhattan, v.24, p.435-441, 1982.

TELISMAN, S.; PRPIC-MAJIC, D.; KERSANC, A. Relationships between blood lead and indicators of effect in cows environmentally exposed to lead. **Toxicology Letters**, Amsterdam, v.52, n.3, p.347-356, 1990.

UEHARA, S. et al. Lead poisoning of calves. **Journal of the Japan Veterinary Medical Association**, Tokyo, v.41, n.11. p.822-824, 1988.

VILLEGAS-NAVARRO, A. et al. Determination of lead in paired samples of blood and synovial fluid of bovines. **Experimental and Toxicologic Pathology**, Lawrence, v.45, p.47-9, 1993.

WADA, Y. et al. Relationship between alpha-aminolevulinic acid dehydratase activity, free erythrocyte protoporphyrin concentration and blood lead in calves from lead contaminated farm. **Veterinary and Human Toxicology**, Manhattan, v.35, n.5, p.393-395, 1993.

WARD, N. I.; BROOKS, R. R.; ROBERTS, E. Lead levels in whole blood of New Zealand domestic animals. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, New York, v.18, n.5, p.595-601, 1977.