

# Bovinos e eqüinos como bioindicadores da poluição ambiental

## Cattle and horses as biomonitor of the environmental pollution

Wilmar Sachetin Marçal,\* Arturo Villegas-Navarro,\*\* Marcos Roberto Lopes do Nascimento,\*\*\* Ana Paula Guerra,\*\*\*\*  
Caroline Junko Fujihara,\*\*\*\* Anelise Bianca Marre Bruschi\*\*\*\*

### Resumo

Bovinos, principalmente, e eqüinos foram utilizados como bioindicadores 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 da água de beber, solo, capim e sal mineral foram efetuadas para se investigar as fontes tóxicas aos animais. Um total de 25 animais foram monitorados 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 ter havido comprometimento da saúde dos animais pela poluição ambiental nos efluentes industriais líquidos e gasosos incorporados às pastagens e fontes de água.

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

### Abstract

After the clinical verification of death by saturnism in a milk cow, cattle and horses were used as bioindicators 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 animals 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, horses, lead, pollution, blood.

### Introdução

A ausência de um planejamento urbano adequado tem originado um crescimento industrial desordenado em algumas cidades brasileiras, com conseqüências 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, tomando esses animais vulneráveis à toxidez de efluentes industriais.

A suspeita de impactos ambientais, causados pela poluição industrial, estarem afetando a vida animal surgiu a verificação de óbito de uma vaca leiteira por saturnismo. Esta evidência sugeriu a realização de um trabalho de vigilância sanitária, aplicando-se estudo clínico em ações de monitoramento ambiental, avaliando a localidade circunscrita ao fato.

O modelo no qual se utiliza o animal pecuário como biomonitor, no reconhecimento de poluentes industriais, vem

sendo utilizado em ensaios clínicos da Medicina Veterinária, segundo vários pesquisadores (Gregorovic et al., 1987; Parada et al., 1987; Milhaud e Mehennaoui, 1988; Adaudi et al., 1990; Telisman et al., 1990; Coppock et al., 1991; Wada et al., 1993; Marçal et al., 1990; Marçal, 1994; Marçal e Trunkl, 1994; Dey et al., 1996).

Dentre os poluentes ambientais, o chumbo vem sendo considerado por muitos estudiosos 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 e 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 et al., 1984; Maletto, 1986; Junqueira, 1993; Campos Neto e Marçal, 1996; Marçal et al., 1998 e pela 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,

\* Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, CEP 86051-970, Londrina, PR. e-mail: wilmar@uel.br

\*\* Pesquisador do Centro de Investigaciones Biomedicas del Oriente, IMSS, Puebla, México.

\*\*\*Químico da Comissão Nacional de Energia Nuclear, CNEN, Poços de Caldas, MG.

\*\*\*\*Acadêmico de Medicina Veterinária da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.

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, 1998), inclusive abortamento (Stuart e Oehme, 1982; McDowell, 1985; Marçal et al., 2001).

Todavia a possibilidade de contaminação por metais pesados atingirem os bovinos e, por conseguinte, o homem, conforme mencionam diferentes autores (Maletto, 1986; Junqueira, 1993; Silva, 1993; Campos Neto e Marçal, 1996; Marçal et al. 2001), conduzem a um potencial risco à saúde pública, pelo consumo de produtos e/ou subprodutos de origem animal contaminados.

O presente trabalho objetiva destacar a utilidade prática de bovinos e eqüinos como bioindicadores dos efeitos poluidores de indústrias metalíferas, poluidoras do meio ambiente em áreas rurais.

## Material e métodos

### a) delineamento experimental

Numa localidade do estado do Paraná, região de exploração agropecuária, com aproximadamente 50 alqueires de terra agriculturáveis, a ocorrência do óbito animal e a exploração clínica *in loco*, aventou-se a possibilidade de examinar os animais 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

Várias amostras de capim foram colhidas de diferentes pontos, caracterizando assim um *pool* com aproximadamente dois quilos de capim.

As amostras de solo foram colhidas com instrumento agrícola em pontos pré-delineados. A profundidade de cada ponto de colheita era de aproximadamente 50cm e 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 Eaton et al. (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 escurrendo e atingindo áreas rurais vizinhas à indústria, acumulando junto às pastagens e a um pequeno córrego, 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 utilizados foram lavados com ácido nítrico 1:1 e enxaguados com água destilada e deionizada.

A análise laboratorial foi realizada pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica, sendo a determinação feita com base em American Society for Testing and Materials (1980) e Eaton et al. (1995). Os resultados foram expressos em µg/dl.

### d) colheita e análise das amostras de sal mineralizado

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 a 10%. 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 et al. (1972) e pelo Intersociety Comité Methods (1975). As amostras foram analisadas em duplicatas, a média calculada e os resultados expressos em µg/dl.

## Resultados e discussão

A análise de amostras de capim da propriedade mais afetada pela descarga industrial mostrou que os resultados encontrados foram 170, 220 e 1240 mg/kg de chumbo no capim, estando muito acima do que apregoam Lagerwerff (1972); Pendias e Pendias (1984); Singer apud Demayo et al. (1982); Hatch (1992), com valores respectivos de 1, 2, 5 a 20 e 3 a 7 mg/kg. Valores de 78, 150 a 470, e 350 mg/kg, citados respectivamente por Dey et al. (1996), Rosenberger (1983) e Blood et al. (1983), não devem ser aceitos como faixa de normalidade, uma vez que, a esses níveis, foi observada mortalidade animal em forma de surto, inclusive no Brasil (Marçal e Campos Neto, 1995).

Os resultados encontrados nas amostras de solo 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 por Purves (1997).

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

Outra provável fonte de chumbo, o sal mineral, foi investigada, já que pode representar perigo de toxidez aos animais que o consomem (Marçal, 1996). O resultado encontrado foi menor que 4 mg/kg, estando aquém do limite máximo aceitável descrito em Maletto (1986) que é de 10 mg/kg, menor ainda do que os 30 mg/kg atribuídos como limite pelo National Research Council (1980).

A análise hematológica efetuada para comprovação laboratorial da presença de chumbo no sangue dos animais mostrou que os valores encontrados estão acima do limite de tolerância preconizado pela literatura, tanto para os bovinos como para os eqüinos, conforme Quadro 1.

**Quadro 1:** Resultados de chumbo sangüíneo em bovinos e eqüinos, utilizados como bioindicadores de poluição ambiental, em localidade no estado do Paraná

Nº do animal	Espécie	Idade em meses	Sexo	µg de Pb/dl de sangue
01	Eqüina	144	M	10
02	Eqüina	54	F	8
03	Eqüina	9	F	7
04	Bovina	7	F	69
05	Bovina	144	M	39
06	Bovina	6	M	32
07	Bovina	17	F	44
08	Bovina	12	M	57
09	Bovina	7	M	56
10	Bovina	6	M	49
11	Bovina	5	M	17
12	Bovina	4	M	31
13	Bovina	42	F	37
14	Bovina	24	F	37
15	Bovina	48	F	39
16	Bovina	3	M	31
17	Bovina	6	M	50
18	Bovina	17	M	30
19	Bovina	17	F	45
20	Bovina	72	F	31
21	Bovina	42	F	29
22	Bovina	60	F	21
23	Bovina	48	F	30
24	Bovina	54	F	23
25	Bovina	42	F	21
<b>Média e desvio-padrão</b>			<b>33,32 ±15,56</b>	

## Referências

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.

A média observada nos 25 animais monitorados foi de 33,32 ± 15,56 µg/dl, conforme destacado também na Figura 1, estando acima do limite de tolerância biológico de 25µg/dl, mencionado por Knight e Burau, (1973); Neathery e Miller, (1975); Levine et al. (1976); Ward et al. (1977); Humphreys, (1978); Blood et al. (1983); Rosenberger, (1983); Uehara et al. (1988); Kaneko, (1989); George, (1990); Marçal et al. (1990). Os resultados laboratoriais, além de confirmar o quadro clínico de toxidez pelo chumbo nos animais utilizados neste experimento, reiterou 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 et al., 1983; Rosenberger, 1983) e água contaminada (Marçal e Trunkl, 1994).

A manifestação toxicológica nos animais criados em seu ecossistema natural seja 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 pecuários são sempre aquém dos valores considerados normais para o homem. Enquanto para bovinos e eqüinos considera-se 25µg/dl como limite máximo aceitável, no homem há referências que consideram 60µg/dl como valor máximo (Gilman, 1991).

A proposta de utilizar animais como biomonitores 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.

## Conclusões

1º) Os valores de chumbo encontrados no solo, capim e água de beber dos animais estavam muito acima dos limites máximos considerados aceitáveis pela normatização em vigor, enquanto os valores de chumbo encontrados na amostra de sal mineralizado não demonstrou que os animais se intoxicaram pela ingestão da mesma;

2º) Os valores sangüíneos encontrados em 18 (72%) dos animais estudados estavam acima do limite máximo aceitável para bovinos e eqüinos.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Annual book of ASTM Standards*. Philadelphia, p. 450-464: Water, 1980.

AMMERMAN, C. B. et al. Contaminating elements in mineral supplements and their potential toxicity: a review. *Journal of Animal Science*, 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. Association of American Feed Control Officials Incorporated. Indiana. v. 19, p. 292-293, 2001.
- BLOOD, D. C.; HENDERSON, J. A.; RADOSTITS, M.: *Clínica Veterinária*. 5.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 923-931: Doenças causadas por agentes químicos. 1983.
- CAMPOS NETO, O., W. S. MARÇAL (1996): Os fosfatos na nutrição mineral de ruminantes. *Revista dos Criadores*, São Paulo, v. 793, p. 8-10.
- Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Resultado de análise de água em 03/11/1998, registro 004703-0010004703, 1998.
- COPPOCK, R. W.; WAGNER, W. C.; REYNOLDS, J. D. 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., TAYLOR, M. C., TAYLOR, K. W. et al. Toxic effects of lead and lead compounds on human health, aquatic life, wildlife plants, and livestock. *Crit. Rev. Environ. Control*, 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*, v. 138, p. 336, 1996.
- EATON, CLESCERI, L. S., GREENBERG, A. E., TRUSSELL, R. R. (Eds.). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. Washington: APHA, p.151-152, 1975.
- GEORGE, L.W. Disease of the nervous system. In: SMITH, B.P. *Large Animal Internal Medicine*. St. Louis: C.V. Mosby, p. 956-960, 1990.
- GILMAN, A. G. Metais pesados e seus antagonistas. In: KLAASSEN, C. D. *As Bases Farmacológicas da Terapêutica*, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, p. 1061-1065, 1991.
- GREGOROVIC, V.; JAZBEC, I.; CRETNIK, R. 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, cap. 61, p. 877-893, 1992.
- 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.
- KANEKO, J. *Clinical Biochemistry of domestic animals*. 4. ed. New York: Academic Press, 1989. p. 239-891.
- JUNQUEIRA, O. M. Metais pesados contaminam carne. *Avicultura & Suinocultura Industrial*, São Paulo, n. 3, p. 27-29, 1993.
- 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.; MOORE JR., R.M.; MCLAREN, G. D. 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.
- MALETTTO, S., Correlação da nutrição mineral e a sanidade. In: *SEMINÁRIO SOBRE NUTRIÇÃO MINERAL*, 1986, São Paulo. *Anais...* São Paulo, 1986, p. 38.
- MARÇAL, W.S.; GASTE, L.; REICHMANN, P. 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: 1994, p. 656.
- MARÇAL, W. S. Contaminación por efluentes industriales en trabajadores del campo. In: *CONGRESSO PANAMERICANO DE CIÊNCIAS VETERINÁRIAS*, 14., 1994, Acapulco. *Anais...* Acapulco: 1994. p.139.
- MARÇAL, W. S.; CAMPOS NETO, O. Níveis de metais pesados em pastagens de animais pecuários. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM MEDICINA VETERINÁRIA*, 1. São Paulo, 1995. *Anais...* São Paulo, 1995, p. 78.
- MARÇAL, W. S., Valores sanguíneos de bovinos nelore em pastejo de *Brachiaria decumbens*, suplementados com sal mineral naturalmente contaminado por chumbo. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu – Universidade Estadual Paulista, 1996. 164 p.
- MARÇAL, W. S.; CAMPOS NETO, O.; NASCIMWENTO, 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.; GASTE, L.; LIBONI, M.; PARDO, P. E.; NASCIMENTO, M. R.; HISASI, C. 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.; GASTE, L.; LIBONI, M.; PARDO, P. E.; NASCIMENTO, M. R.; HISASI, C. Concentration of lead in mineral salt mixtures used as supplements in cattle food. *Experimental and Toxicologic Pathology*, Jena v. 53, p. 7-9, 2001.
- MAYNARD, L. et al. *Nutrição animal*. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. Cap. 3: Elementos inorgânicos e seu metabolismo.
- McDOWELL, L. R. *Nutrition of grazing ruminants in warm climates*. Orlando: Academic Press, 1985. p. 182-186.
- 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. D.C. : 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. *J. Dairy Sci.*, v. 58, p. 1767-1781, 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. 315 p.
- PURVES, D. Trace-element contaminant of the environment. *Fundamental aspects of Pollution control and environmental science 1*. Elsevier. 1997. 305 p.
- ROSENBERGER, G. *Enfermedades de los bovinos*. Buenos Aires: Editorial Hemisferio Sur, p. 36-376, t. 2, 1983.

SILVA, S. *Plano de ação fiscal sobre fosfato de rocha e outros*. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, 1993. 21 p.

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.; KITANO, Y.; TSUMEYOSHI, K. et al. Lead poisoning of calves. *Journal of the Japan Veterinary Medical Association*, Tokyo, v. 41, n. 11, p. 822-824, 1988.

VILLEGAS-NAVARRO, O. D. M. ELENA BUSTOS, A. REYES RAYMOND, T. A. DIECK, J. L. REYES: Determination of lead in paired samples of

blood and synovial fluid of bovines. *Experimental and Toxicologic Pathology*, Jena, v. 45, p. 47-49, 1993.

WADA, Y.; SATO, S.; YAMAGUCHI, T. 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.