

QUANTIFICAÇÃO DE ALUMÍNIO INORGÂNICO EM SUPLEMENTOS MINERAIS  
PARA BOVINOS COMERCIALIZADOS NO ESTADO DE SÃO PAULO

**Wilmar Sachetin MARÇAL<sup>1</sup>; Alexandre Lobo BRANCO<sup>2</sup>; André Hiroshi  
Quadros WATANABE<sup>3</sup>;**

<sup>1</sup>Departamento de Clínicas Veterinárias, Universidade Estadual de Londrina, Caixa Postal 6001, CEP:  
86051-970, Londrina – PR. E-mail: wilmar@uel.br. <sup>2</sup>Médico Veterinário. <sup>3</sup>Graduando em Medicina  
Veterinária, Universidade Estadual de Londrina.

**RESUMO**

Realizou-se pesquisa quantificando o elemento alumínio em diferentes formulações minerais mais comercializadas no Estado de São Paulo. O metal pesado foi determinado pela técnica de espectrofotometria de absorção atômica. Em 18 amostras somente 09 tiveram valores inferiores aos 1000 ppm, recomendado como máximo valor aceitável. Os números oscilaram entre 293 e 2.930 ppm, com o maior resultado sendo encontrado numa amostra de sal mineral no município de Taciba. Os resultados demonstram a necessidade do monitoramento e fiscalização junto aos fabricantes, pois algumas misturas minerais podem ser eminentemente perigosas, possibilitando efeitos cumulativos tóxicos de alumínio inorgânico aos bovinos.

**Palavras-chave:** Alumínio, Bovinos, Sal mineral

**INORGANIC ALUMINUM MEASUREMENT IN MINERAL SUPPLEMENTS  
FOR CATTLE COMMERCIALIZED IN SÃO PAULO STATE**

**ABSTRACT**

The authors carried out research quantifying the aluminum element in different mineral formulations most commercialized in São Paulo. The heavy metal was determined by the technique of atomic absorption spectrophotometry. From 18 samples only 09 samples had values lower than 1000 ppm, recommended a maximum acceptable value. The numbers ranged between 293 and 2,930 ppm, with the highest value being found in a mineral salt sample in the city of Taciba. The results demonstrate the need for monitoring and supervision with manufacturers, as some mineral mixtures can be highly dangerous, allowing toxic cumulative effects of inorganic aluminum to cattle.

**Key words:** Aluminum, Cattle, and Mineral salt

## INTRODUÇÃO

O estado de São Paulo, localizado na região Sudeste do Brasil, possui um efetivo bovino de 10,3 milhões de animais (IEA/CATI, 2014), a maioria gado para corte, o que propicia um significativo campo de negócios para os que sobrevivem da cria, recria e engorda dos animais. Por esta razão, a comercialização de formulações minerais é muito intensa, com um mercado altamente competitivo. Todavia, visando baratear custos para ganhar mercado e garantir suas vendas, algumas indústrias produtoras e/ou misturadoras de sal mineralizado para bovinos, utilizam fontes de matérias-primas escolhidas pelo preço mais acessível. Por essa razão, acredita-se que algumas formulações minerais possam estar contaminadas por elementos tóxicos, sobretudo metais pesados e substâncias radioativas. Essa suspeita, aliada ao fato de que o governo brasileiro no ano de 2000, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Portaria SRD n.º 20 de 06/07/1997), liberou o uso de fontes alternativas de fósforo a partir de fosfatos de rochas, reiteram a necessidade de se monitorar as formulações minerais destinadas ao consumo animal revendidas em qualquer ponto do país, incluindo o estado de São Paulo.

Do ponto de vista econômico, diferentes autores destacam que os metais pesados, quando presente em suplementos alimentares para animais, podem causar alterações orgânicas importantes, modificando a performance dos animais (LOBÃO, 1977; MALETTO, 1986; SILVA, 1993; ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS INCORPORATED, 2001). Segundo Marçal *et al.* (1999) suplementos minerais com restrito controle de qualidade por parte dos fabricantes, podem conter metais pesados suficientes para causar alterações clínicas importantes em bovinos, principalmente alterações reprodutivas como degeneração testicular em touros e acúmulo em ovários, causando aciclia em vacas e interferências no ciclo reprodutivo.

O elemento escolhido para esse estudo investigativo foi o alumínio, considerado por muitos estudiosos como sendo elemento químico inorgânico de grande risco à saúde dos animais de criação, particularmente na espécie bovina, antagonizando o elemento essencial fósforo (VALDÍVIA-RODRIGUEZ, 1977; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1980; ANDRIGUETTO *et al.*, 1990).

Do ponto de vista toxicológico o alumínio é causa comum de intoxicação em bovinos, sobretudo animais jovens, normalmente associada à ingestão de alimentos contaminados. Os efeitos tóxicos manifestam-se por encefalopatia (CRAPPER e TOMKO, 1975; ALFREY et al., 1976), hepatotoxicidade (BENETT et al., 1975) e efeitos teratogênicos e carcinogênicos (SORENSEN et al., 1974), podendo se acumular em tecidos dos animais e ser eliminado através de produtos e/ou subprodutos de origem animal, como a carne (JUNQUEIRA, 1993) e o leite (ANDRIGUETTO *et al.*, 1990), o que representa riscos à saúde pública (RADOSTITS *et al.*, 2000).

Neste aspecto, o objetivo do presente trabalho foi determinar a presença de alumínio em diferentes marcas de suplementos minerais para bovinos, mais comercializados no estado de São Paulo, buscando por meio de análises laboratoriais, verificar se esse elemento inorgânico e contaminante se fazia presente nas formulações minerais preparadas para consumo animal.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As amostras de sal mineral foram colhidas diretamente do estoque disponível em estabelecimentos comerciais, além de propriedades rurais colaboradoras, em diferentes municípios paulistas, seguindo-se recomendação descrita em Andif (1997). As amostras foram acondicionadas em recipientes de plástico transparente, previamente identificados, com aproximadamente 200 gramas de cada diferente marca. As análises foram efetuadas no Laboratório Rodes Química, na cidade de Cajati, estado de São Paulo.

Na metodologia analítica empregada para a determinação dos elementos no sal mineral, as amostras foram previamente secas a 110° C por aproximadamente duas horas. A solubilização foi feita com os ácidos nítrico, perclórico e fluorídrico. Procedeu-se a determinação do alumínio por espectrofotometria de absorção atômica por plasma de indução acoplada, empregando-se um equipamento Varian, modelo 220 FS, de alta sensibilidade. A metodologia de análise empregada, baseia-se no manual da American Society for Testing and Materials (1980) e na descrição de Eaton, Greenberg e Trussell

(1995). As análises foram feitas em duplicata, sendo que para a análise de dados estatísticos utilizou-se o SAS/BASIC Program (SAS PROCEDURES GUIDE, 1996).

## RESULTADOS

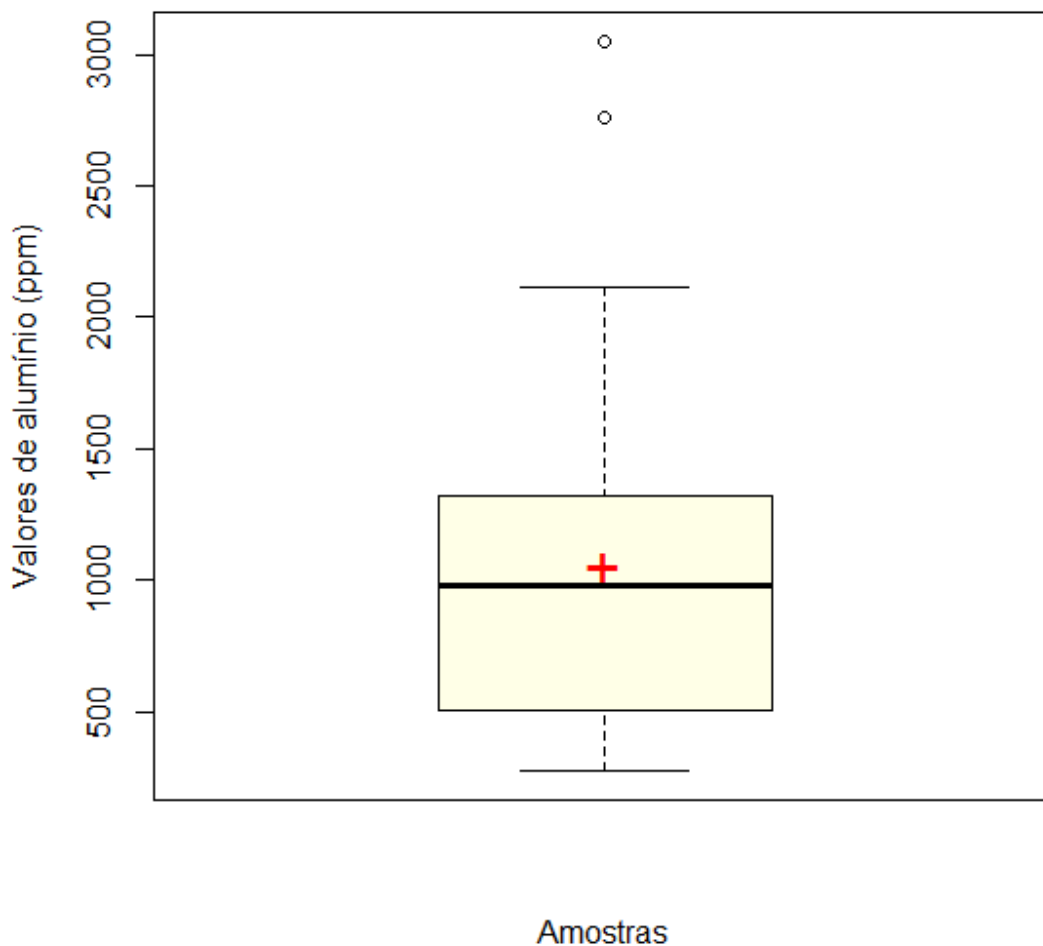
Os resultados obtidos na presente pesquisa, na qual se quantificou o elemento inorgânico alumínio nas formulações minerais mais comercializadas no estado de São Paulo, são apresentados na Tabela 1. Pode-se perceber que, os valores encontrados de alumínio variaram de 293 ppm (amostras 06) a 2.903 ppm (amostra 05). Contudo, apenas nove amostras analisadas apresentaram resultados de alumínio inorgânico inferiores aos 1000 ppm sugerido pelo NRC (1986) e AAFCOI (2001).

**Tabela 1.** Resultados da análise laboratorial para quantificação do elemento inorgânico alumínio em diferentes marcas de sal mineral, comercializadas no estado de São Paulo, 2005.

<i>Amostra</i>	<i>Município</i>	<i>Valores de alumínio em ppm</i>
01	Santo Anastácio	1.319 ± 65,9
02	Iepê	1.044 ± 52,2
03	Presidente Prudente	1.091 ± 54,5
04	Presidente Prudente	938 ± 46,9
05	Taciba	2.903 ± 145,1
06	Sales Oliveira	293 ± 14,6
07	Jaboticabal	2.011 ± 100,5
08	Jaboticabal	507 ± 25,3
09	Jaboticabal	1.587 ± 79,3
10	Presidente Epitácio	1.033 ± 51,6
11	Jales	660 ± 33
12	Santo Anastácio	731 ± 36,5
13	Santo Anastácio	608 ± 30,4
14	Ribeirão Preto	1.848 ± 92,4
15	São José dos Campos	411 ± 20,5
16	Bastos	1.145 ± 57,2
17	Ribeirão Preto	415 ± 20,7
18	Bastos	375 ± 18,7

**Fonte:** Autores, 2015.

**Figura 1.** Gráfico tipo BoxPlot dos resultados das amostras.



**Fonte:** Autores, 2015.

**Tabela 2.** Estatísticas dos dados gerais.

Média dos valores de alumínio (ppm)	Mediana	Variância	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação %
1.051,056	983,15	9,34211	458.975	64,46

**Fonte:** Autores, 2015.

## DISCUSSÃO

A proposta deste estudo foi quantificar a presença do elemento alumínio nos suplementos minerais, misturados e/ou comercializados em São Paulo, visando, dar contribuição às ações de rastreabilidade e produção orgânica de bovinos, principalmente quando o *marketing* das exportações brasileiras propaga o “boi verde”. Até então não havia trabalho desta natureza, considerando a mensuração desse elemento inorgânico que, do ponto de vista da produção animal, quando em níveis elevados antagoniza um importante elemento essencial na dieta dos bovinos que é o fósforo. Nesta investigação sobre o alumínio utilizaram-se as formulações minerais já misturadas, porque não foi possível separar as matérias-primas para analisar quantitativamente cada um de seus componentes. Portanto, trabalhou-se com as formulações industrializadas prontas. A suspeita maior da presença de metais pesados nas misturas minerais é a de que estejam incorporados às fontes de macroatmentos, sobretudo fósforo, porque este mineral representa o maior custo na composição de um sal mineral (SOUSA, 1981; ROSA, 1989; MARÇAL *et al.*, 2003). Por isso, os fabricantes buscam esse elemento essencial em fontes alternativas mais baratas, como por exemplo, nos fosfatos naturais de rocha (AMMERMAN *et al.*, 1977; VIANA, 1985; ROSA, 1989; CAMPOS NETO, 1992; MARÇAL *et al.*, 1999; MARÇAL *et al.*, 2003), ou no ácido fosfórico importado (BRITO, 1993; MARÇAL *et al.*, 1998). Em função disso, o presente trabalho possibilitou a triagem de formulações minerais comprometidas pela contaminação por alumínio em amostras comercializadas no estado de São Paulo.

Os resultados destacados na Tabela 1 demonstram que em 09 das 18 diferentes amostras, os valores de alumínio inorgânico extrapolaram o limite máximo aceitável de 1000 ppm referenciado por NRC (1986) e AAFCOI (2001), representando o comprometimento de 50% das formulações analisadas.

Com a quantificação do alumínio na presente pesquisa, a próxima etapa poderá oportunizar a investigação da performance dos rebanhos consumidores dos sais minerais contaminados. Por esse elemento inorgânico. As pesquisas científicas futuras deverão avaliar o antagonismo mineral, pois o alumínio quando presente em suplementos minerais induzem a deficiência de elementos essenciais da dieta mineral dos bovinos,

principalmente o cálcio (BARTON *et al.*, 1978; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1980; MARÇAL, 1996). Ainda é importante salientar que o alumínio antagoniza as ações do zinco, que é um mineral essencial no metabolismo de muitas enzimas (MARÇAL *et al.*, 2001).

Ainda é preciso destacar que há preocupações ambientais quanto a presença de contaminantes em suplementos minerais de bovinos. A ingestão de elementos inorgânicos em grandes quantidades, causada pela contaminação dos suplementos, leva os bovinos a defecarem expressiva quantidade do elemento alumínio nas fezes diariamente. Isto pode significar, em curto prazo, a contaminação itinerante do solo, da vegetação, das fontes de água de beber e de diferentes formas de seres vivos do ecossistema.

## CONCLUSÕES

Pelos resultados encontrados, pode-se concluir que há sólidos indícios técnico-científicos de que está ocorrendo a comercialização, no estado de São Paulo, de formulações minerais para bovinos contaminadas por alumínio inorgânico. Ainda é possível concluir que havendo o crescimento da comercialização desses tipos de insumos, haverá possibilidade da presença de mais contaminantes na alimentação animal, no meio ambiente e infelizmente, atingindo o homem, através da cadeia alimentar comprometida. Enfim, esses fatos certamente poderão originar pontos fortemente negativos no competitivo mercado internacional, sobretudo nas exportações de carne brasileira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFREY, A. C. ; LE Gendre, G. R.; KACHNY, W.D., 1976. **The dialysis encephalopathy syndrome. Possible aluminum intoxication.** N. Engl. J. Med. 294:184.
- ALLEN, J. D. **Minerals in animal feed.** *Industrial Minerals*, London, n.292, p. 35-39, 1992.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Annual book of ASTM Standards*. Philadelphia: 1980.

AMMERMAN, C. B.; MILLERE, S. M.; FICK, K.R. **Contaminating elements in mineral supplements and their potential toxicity: a review.** *J. Anim. Sci.*, v.44, n.3, p.485-508, 1977.

ANDIF. **O fósforo na alimentação animal.** Associação Nacional para Difusão de Fontes de Fósforo na Alimentação Animal. São Paulo, 1997. 74p.

ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEEL, A.; FLEMING, J. S.; SOUZA, G.A.; BONA FILHO, A. **Os princípios nutritivos e suas finalidades.** In: ANDRIGUETO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEEL, A.; FLEMING, J. S.; SOUZA, G.A.; BONA FILHO, A. **Nutrição animal.** 4.ed. São Paulo: Nobel, 1990. p.189-255.

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

BARTON, J. C.; CONRAD, M. E.; HARRISON, L. **Effects of calcium on the absorption and retention of lead.** *J. Lab. Clin. Med.*, v.91, p.366-376, 1978.

BENETT, R.W.; PERSAUD, T.V.N.; MOORE, K.L. 1975. **Experimental studies on the effects of aluminum on pregnancy and fetal development .** *Anat. Anz. Bd.* 138:365.

BLOOD, D. C.; HENDERSON, J. A.; RADOSTITS, O. M. **Clínica veterinária.** 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

BRITO, J. **Fosfato bicálcico feed grade.** Cajati: Serrana, 1993. [Apostila].

CAMPOS NETO, O. **Pesquisa esclarece dúvidas sobre déficit na nutrição animal.** *Corte*, São Paulo, v.24, p.14, 1992.

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

CRAPPER, D. R.; TOMKO, G. T. 1975. **Neuronal correlates of an encephalopathy associated with aluminum neurofibrillary degeneration.** *Brain Res.*, 97:253.

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



IEA. **Efetivo de Bovinos, Suínos, Frango de Corte e Galinhas de Postura no Estado de São Paulo, 2005 a 2014.** Instituto de Economia Agrícola. Disponível em <<http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=13656>> Acesso em 26 de setembro de 2015.

JUNQUEIRA, O. M. **Metais pesados contaminam carne.** *Avic. Suinocult. Ind.*, São Paulo, n.38, p. 27-29, 1993.

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

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.; LAZAR, L.; DIETZOVA, I.; KORENEKOVA, B.; CHOMA, J.; DAVID, V. **Residues of heavy metals in cow reproductive organs and morbidity of cattle in the fallout region of a metallurgical plant.** *Vet. Med.*, Prague, v.43, n.9, p.283-287, 1998.

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.; GASTE, L.; LIBONI, M.; PARDO, P. E.; NASCIMENTO, M. R.; HISASI, C. S. **Concentration of lead in mineral salt mixtures used as supplements in cattle food.** *Exp. Toxicol. Pathol.*, Jena, v.53, p.7-9, 2001.

MARÇAL, W. S. .; GASTE, L.; LIBONI, M.; PARDO, P. E.; NASCIMENTO, M. R.; HISASI, C. S. **Lead Concentration in mineral salt mixtures used in beef cattle food supplementation in Brazil.** *Vet. Arh.*, v.69, n.6, p.349-355, 1999.

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.** *Ciênc. Rural*, Santa Maria, v.28, n.1, p.53-57, 1998.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Subcommittee on Mineral Toxicity in Animals. Nutrient requirements of beef cattle**. Washington: National Academy of Science, 1980. p.256-276.

PANSARD, N. T. **Informações sobre fiscalização em suplementos minerais pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Londrina: 2002. [Apostila].

RADOSTITS, O. M.; O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K. W. **Doenças causadas por substâncias químicas inorgânicas e produtos químicos utilizados nas fazendas**. In: RADOSTITS, O. M.; O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K. W. *Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos*. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000. p.1419-1423.

ROSA, I. V. **Fosfato natural como suplemento de fósforo para bovinos**. In: VALLE, E.R. *Coletânea de seminários técnicos 1986/88*. Campo Grande: Embrapa, 1989. p.59.

SAS. *Analyses System*. Cary: SAS Institute, 1996. 705p.

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

SORENSEN, J.R.J.; CAMPBELL, I.R.; TEPPER, L.B.; LINGG, R.D. 1974. Aluminum in the environment and human health. *Environ. Health Perspect.* 8:3.

SOUSA, J. C. **Aspectos da suplementação mineral de bovinos de corte**. Campo Grande: EMBRAPA/CNPG, 1981. (Circular Técnica, 5).

STUART, L. D. & OEHME, F. V. **Environmental factors bovine and porcine abortion**. *Vet. Hum. Toxicol.*,v.24, p.435-441, 1982.

VALDÍVIA-RODRIGUEZ, R. J. 1977. **Effect of dietary aluminum on phosphorus utilization by ruminants**. Ph.D. thesis. University of Florida, Gainesville. USA.

VIANA, J. A. C. **Fontes de sais minerais para bovinos e o desafio de suplementos de fósforo no Brasil**. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 1985, Piracicaba. *Anais ...* Piracicaba: FEALQ, p. 13, 1985.

VILLEGAS-NAVARRO, A.; ELENA BUSTOS, O. D. M.; REYES RAYMOND, A.;  
DIECK, T. A.; REYES, J. L. **Determination of lead in paired samples of blood and  
synovial fluid of bovines.** *Exp. Toxicol. Pathol.*, v.45, p.47-49, 1993.