

<https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n12a1281.1-10>

Presença de metais tóxicos em brinquedos para animais domésticos: Revisão

Nicolli Carriel de Souza¹, Regina Maria Nascimento Augusto Blaitt², Denise Grotto^{3*}

¹Discente da Universidade de Sorocaba, Curso de Medicina Veterinária, Sorocaba – SP – Brasil.

²Professor Doutor da Universidade de Sorocaba, Curso de Medicina Veterinária, Sorocaba – SP – Brasil.

³Professor Doutor da Universidade de Sorocaba, Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, e Curso de Medicina Veterinária, Sorocaba – SP – Brasil.

*Autor para correspondência, E-mail: denise.grotto@prof.uniso.br

Resumo. Devido ao crescimento do número de cães e gatos nos domicílios brasileiros, houve também o crescimento do setor industrial/comercial voltado para esses *pets*. Com a ressignificação desses animais dentro das famílias, especialmente com o processo de “infantilização”, a indústria começou a produzir roupas, guloseimas e brinquedos para os tutores adquirirem, espelhando nos *pets* o seu consumismo e a atribuição de valores afetivos. Desta forma, os brinquedos ganharam destaque em razão dos benefícios do enriquecimento ambiental. Entretanto, apesar do aumento na demanda, não há uma legislação regulatória para os brinquedos voltados para os animais domésticos, abrindo precedentes de contaminação que colocam em risco a saúde dos *pets* em detrimento da produção sem fiscalização. Sugere-se a presença de metais tóxicos em concentrações desconhecidas nesses objetos, pois em brinquedos voltados para crianças há presença desses elementos em concentrações pré-estabelecidas visando a segurança e integridade do público-alvo ao adquirir esses produtos. Nota-se a relevância nociva, especialmente de metais tóxicos como o chumbo (Pb), Mercúrio (Hg), Cádmio (Cd) e Arsênio (As), que podem induzir toxicoses agudas e crônicas, desencadeadas pelo acúmulo desses elementos nos tecidos, prejudicando o metabolismo e a fisiologia normal do animal. Essa revisão de literatura tem por objetivo apontar a possível presença de metais tóxicos em brinquedos para *pets*, bem como descrever testes laboratoriais para detectar esses elementos.

Palavras-chave: Animais domésticos, brinquedos, metais tóxicos, toxicologia

Presence of toxic metals in toys for domestic animals: Review

Abstract. Due to the growing number of dogs and cats in Brazilian households, there was also a growing in industrial/commercial sector focused on these *pets*. With the resignification of these animals within the families, especially with the “infantilization” process, the industry started to produce clothes, treats, and toys for the owners to buy, reflecting in *pets* their consumerism and the attribution of affective values. Thus, toys have gained prominence due to their environmental enrichment benefits. However, despite the increase in demand, there is no regulatory legislation for toys designed for *pets*, setting precedents for contamination that endanger the *pets*' health due to unregulated production. It is suggested the presence of toxic metals in unknown concentrations in these objects, because in toys for children there is the presence of these elements in pre-established concentrations aiming at the safety and integrity of the target audience when purchasing these products. The harmful relevance, especially of toxic metals such as lead (Pb), Mercury (Hg), Cadmium (Cd), and Arsenic (As), can induce acute and chronic toxicosis, triggered by the accumulation of these elements in the tissues, damaging the metabolism and normal physiology of the animal. This literature review aims to point out the possible

presence of toxic metals in *pet* toys, as well as to describe laboratory tests to detect these elements.

Keywords: Domestic animals, toxic metals, toxicology, toys

Introdução

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apontou um crescimento exponencial de cães e gatos nos lares brasileiros no ano de 2019. Naquele ano, cerca de 33,8 milhões de domicílios possuía um cachorro, pelo menos e 14,1 milhões possuía pelo menos um gato, seguindo a tendência de países desenvolvidos como os Estados Unidos (IBGE, 2019). No faturamento mundial relacionado ao mercado *pet*, o Brasil ocupa a 6ª colocação no ranking, com um crescimento significativo de 4,5%, enquanto os Estados Unidos lideram do ranking com 44,8% de crescimento, no período de 2020/2021, dado segundo a Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET, 2022).

No Brasil, a produção de brinquedos voltados para animais domésticos não obedece a diretrizes em sua fabricação como ocorre com os brinquedos voltados para crianças. A produção e qualidade de brinquedos infantis são regidos pela portaria N° 302, de 12 de julho de 2021, do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO). Esse precedente abre uma margem para a fabricação de objetos sem fiscalização, pois não há nenhuma portaria que exija a avaliação dos produtos destinados ao público *pet*, garantindo sua segurança. Desta forma, há chance de que haja substâncias inapropriadas nesses brinquedos, como os metais tóxicos, que podem desencadear diversas patologias, seja simplesmente pela presença ou pelo excesso desses elementos (Costa et al., 2020; Hueza et al., 2008).

Geralmente, uma única exposição a metais não provoca sintomas, mas em exposições contínuas eles podem se acumular nas células, gerando efeitos crônicos como insuficiência renal e lesões cerebrais (Costa et al., 2020; Rocha, 2009). Diante dessa problemática, o objetivo deste estudo é revisar, apontando dados da literatura mais recente, a possível presença de metais tóxicos em brinquedos para animais domésticos em razão da inexistência de um controle de segurança, visando possíveis efeitos deletérios para os *pets*, bem como descrever testes laboratoriais para detectar esses elementos.

Brinquedos para *pets*

Os brinquedos destinados a *pets* estão isentos de certificação desde que possuam informativos determinando o uso do objeto por animais, e que não pode ser utilizado como brinquedo para crianças (GOV/INMETRO, 2022). Em abril de 2020, confirmou-se a inexistência de normas técnicas específicas que visem garantir a segurança dos animais domésticos na fabricação de brinquedos pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Além disso, não há nenhum comitê técnico trabalhando com essa temática e somente a norma ISSO 9001 (ABNT, 1998) se enquadraria nesta situação, garantindo o controle de fabricação, mas sem a gestão da qualidade, pois esta norma não inclui requisitos específicos para este setor (Baptista & Pereira, 2021). Entretanto, com o aumento da demanda da produção e comercialização desses brinquedos no mercado, acredita-se que acidentes possam ocorrer gerando assim preocupação não só dos tutores, mas também de produtores e distribuidores com os requisitos de segurança.

No anexo da portaria n° 302/2021 do INMETRO, os requisitos químicos para brinquedos voltados para crianças abrangem peças que possam ser sugadas, lambidas ou engolidas e a todos os brinquedos destinados ao contato oral, que precisam estar dentro dos limites de migração máxima de elementos estabelecidos pela portaria (Tabela 1).

Tabela 1. limites de migração máxima aceitável de elementos, em mg/kg, de materiais de brinquedos

		Sb	As	Ba	Cd	Cr	Pb	Hg	Se
Migração máxima de elemento em mg/kg a partir do material do brinquedo	Qualquer material de brinquedo, exceto massa para modelar e tinta para pintar com os dedos	60	25	1000	75	60	90	60	500
	Massa de modelar e tinta para pintar com os dedos	60	25	250	50	25	90	25	500

Fonte: INMETRO (2021).

Em Portugal, a presença de metais tóxicos em brinquedos para crianças foi pesquisada, de acordo com [Fernandes \(2012\)](#), em relação às normas europeias de fiscalização (EM 71, “*Safety of Toys*”). Tal estudo encontrou, nos brinquedos estudados, concentrações inferiores ao limite de 90 mg/kg de chumbo; ou seja, as concentrações, nos brinquedos, obedeciam aos parâmetros estabelecidos pela legislação fiscalizadora. Por outro lado, foi detectada a presença de chumbo (5,33 mg/kg) e níquel (17,51 mg/kg) em massas de modelar (*slime*) de diferentes cores, em uma pesquisa realizada no Brasil ([Flora, 2021](#)). O INMETRO não apresenta nenhum parâmetro que limite a concentração aceitável de níquel na composição dos brinquedos, projetando a importância da fiscalização e o estudo de outros metais potencialmente tóxicos que ofertam riscos à saúde. Nota-se a presença desses metais tóxicos em objetos certificados, evidenciando a relevância de estabelecer regulação dos brinquedos para animais de estimação visando a sua segurança.

É importante ressaltar que, mesmo sem diretrizes para controle de qualidade, os brinquedos são importantes para o enriquecimento ambiental de cães e gatos, proporcionando o desenvolvimento cognitivo, suprimindo necessidades ambientais e apresentando diferenças sensoriais ([Henzel, 2014](#)). Assim, os tutores buscam esses produtos como uma alternativa para enriquecer o ambiente e suprir laços emocionais, com grande frequência, atribuindo ao setor *Pet Care* (de equipamentos, acessórios, e produtos para higiene e beleza) um aumento significativo no mercado, projetando o consumismo humano no setor voltado para seus animais de estimação, dados como membros da família ([Souza, 2019](#)). Os animais passaram a ocupar um lugar com valor afetivo, tendo seu papel modificado ([Bermudes, 2016](#)), em que os sentimentos humanos são projetados sobre eles assim como os anseios e desejos ([Dias & Belchior, 2019](#); [Vieira, 2019](#)). Este fenômeno é determinado pela corrente filosófica do pós-humanismo, em que relações afetivas são valorizadas em famílias compostas por pessoas e animais de companhia ([Ribeiro et al., 2021](#)). Ocorre, por parte dos tutores, a infantilização dos *pets*, processo que está diretamente ligado à resignificação e ao consumo de itens que atribuam o valor de uma “criança” desses animais, como a compra de roupas, guloseimas e brinquedos. Tais ações tangenciam o status contraditório dos *pets* na sociedade, pois ora são antropomorfizados, ora (hiper) zoomorfizados ([Osório, 2019](#)).

Metais tóxicos

Os metais pesados são elementos classificados na tabela periódica por terem a densidade atômica entre 3,5 e 6,0 g/cm³. Eles são subdivididos ainda em: elementos essenciais (sódio, cálcio, ferro, cobre, magnésio e zinco), micro contaminantes ou tóxicos (chumbo, cádmio, mercúrio, alumínio, arsênio e titânio) e elementos essenciais/micro contaminantes (cromo, zinco, ferro, cobalto, níquel e manganês) ([Camargo et al., 2003](#); [Pedrinelli, 2018](#)). Segundo a legislação brasileira, os metais tóxicos são: alumínio, arsênio, cádmio, cromo, ferro, mercúrio, níquel, chumbo, antimônio, selênio, estanho e zinco. Por outro lado, a *Agency for Toxic Substances and Disease Registry*, norte-americana, menciona outros elementos metálicos que podem afetar a saúde humana além dos já mencionados, como o boro, bário, berílio, cobalto, tântalo e vanádio. Há trabalhos que apontam a presença de metais tóxicos em amostras de sangue, rins, tecido ósseo e fígado de cães e em pelo de cães e gatos ([Zafalon, 2020](#)).

A contaminação por metais tóxicos pode ocorrer de maneira aguda ou crônica. Na forma aguda, os efeitos são vistos imediatamente, mas são menos comuns, pois há necessidade de o animal ingerir uma grande quantidade do metal. Já a contaminação crônica ocorre de maneira silenciosa, uma vez que o animal vai sendo exposto ou vai ingerindo quantidades muito pequenas ao longo da vida. A intoxicação provoca efeitos nocivos, e o organismo é, muitas vezes, incapaz de eliminar essas substâncias em razão da bioacumulação celular. A bioacumulação interfere intrinsecamente na homeostasia das células, promovendo efeitos deletérios devido à acumulação de forma acentuada. Mesmo em baixas concentrações, os metais podem interferir de maneira irreversível na fisiologia e bioquímica celular ([Cruz et al., 2021](#)). Os gatos possuem particularidades em relação aos cães, podendo predispor a ocorrência de intoxicações. Eles possuem deficiência de enzimas da família glicuroniltransferase, responsáveis pelas reações de conjugação na toxicocinética, e assim sua capacidade hepática pode estar reduzida em certos processos metabólicos; além disso, os eritrócitos dos gatos são susceptíveis a injúrias oxidativas ([Bulcão et al., 2010](#); [Waller et al., 2013](#)).

Autores relataram um caso referente à intoxicação por metal pesado em periquitos (*Brotogeris chiriri*). Os autores afirmaram que esses casos de intoxicação são comuns e podem ocorrer principalmente por ingestão de chumbo ou zinco, promovendo sinais clínicos como fraqueza, letargia e poliúria. Todos os elementos químicos têm potencial para causar intoxicação agudas, em animais, quando consumidos em excesso. Alguns metais pesados como ferro, cobre manganês e zinco participam de alguns processos fisiológicos do metabolismo do organismo. Por outro lado, metais como chumbo, cádmio, mercúrio e arsênio não possuem nenhuma função e podem provocar quadros de intoxicação, tanto em animais quanto humanos. Neste caso, as intoxicações em aves podem ser agravadas pelo metabolismo acelerado em comparação aos mamíferos (Santos et al., 2021).

Algumas propriedades químicas afetam a toxicidade desses metais, como a solubilidade. Quanto mais lipossolúvel esse elemento for, mais tóxico ele será, pois poderá ser absorvido facilmente pelo sistema sanguíneo e irá se distribuir pelos demais tecidos. Outra característica, é a forma estrutural desse elemento e a capacidade de oxirredução do mesmo. As vias de entrada são a respiratória, oral e a dérmica. A acumulação ocorre, principalmente, no fígado e nos rins, onde esses agentes tóxicos são metabolizados e excretados. Os animais possuem o sistema endócrino sensível, muitas vezes mais intolerante às toxinas que os humanos (Pandey, 2013).

O *Center of Veterinary*, da *United States Food and Drug Administration* (FDA) publicou, em 2011, uma revisão sobre metais tóxicos em alimentos destinados a animais domésticos. Um nível máximo tolerável (NMT) foi estabelecido pelo *Committee on Minerals and Toxic Substances in Diet and Water for Animals* (Tabela 2), em que a duração do consumo do elemento influencia o teor que pode levar a intoxicações (Zafalon, 2020).

Tabela 2. Nível máximo tolerável de metais recomendados para cães e gatos, uma adaptação da *Food and Drug Administration*.

Elementos	Nível Máximo Tolerado (NMT) (mg/kg matéria seca)
Arsênio (As)	12,5
Berílio (Be)	5,0
Cádmio (Cd)	10,0
Cobalto (Co)	2,5
Cromo (Cr)	10,0
Mercúrio (Hg)	0,27
Níquel (Ni)	50,0
Chumbo (Pb)	10,0
Antimônio (Sb)	40,0
Urânio (U)	10,0
Vanádio (V)	1,0

Fonte: Zafalon (2020).

Em um estudo realizado na Espanha, López-Alonso et al. (2007) observaram o acúmulo de metais em cães na região urbana e rural, representando indicadores naturais da presença de metais no ambiente. O estudo levou em consideração a dieta, o sexo e o habitat do animal, e os dados estão reportados na Tabela 3. A conclusão desta pesquisa foi que, em geral, a concentração média encontrada nos cães domésticos foi baixa, mas esses animais podem ser considerados bioindicadores, ressaltando a importância do estudo e a acumulação desses metais nos tecidos.

Tabela 3. Níveis de arsênio (As), cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e chumbo (Pb) no fígado e rim de cães, em µg/kg de peso úmido, do número de cães (n) do estudo, sendo MG: média geométrica, EPG: erro padrão geométrico, ND: não detectado.

	As	Cd	Hg	Pb
Fígado				
n	57	57 (3)	57 (6)	57 (1)
MG	12.6	58.0	32.7	57.7
EPG	(11.2 – 14.2)	(51.5 – 65.3)	(27.9 – 38.0)	(50.9 – 65.4)
Mínimo	2.81	ND	ND	ND
Máximo	333	606	294	856
Rim				
n	57	57	57 (5)	57 (5)
MG	15.9	175.5	53.4	23.1
EPG	(14.1 – 17.9)	(152 – 203)	(45.5 – 62.8)	(20.3 – 26.2)
Mínimo	4.48	15.5	ND	ND
Máximo	337	2756	379	264

Fonte: adaptado de López-Alonso et al. (2007).

A seguir serão apresentados e discutidos os principais metais tóxicos para cães e gatos, considerando as possibilidades de exposição por brinquedos e utensílios.

Chumbo (Pb)

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), o chumbo é um metal tóxico, considerado um dos elementos químicos mais perigosos para a saúde. Ele ocasiona danos no sistema renal, cardiovascular, nervoso, gastrointestinal e hematopoiético. O chumbo consegue se ligar a proteínas do organismo e também possui a capacidade de substituir o cálcio (Zafalon, 2020). Em cães e gatos, as intoxicações ocorrem devido a longos períodos de exposição, e a presença desses metais está principalmente em tintas à base de chumbo, tigelas de água ou comida (Pandey, 2013).

Este metal desempenha grande importância industrial em baterias, nos plásticos como o PVC, pigmentações coloridas e estabilizantes para polimerização (Flora, 2021). Entretanto, apesar da importância industrial, esse elemento causa a desmielinização dos nervos e retardo da condução nervosa, provocando, principalmente em cães jovens, sinais neurológicos como convulsões, vocalizações, demência, sinais oculares como midríase, entre outros (Cruz et al., 2021). O sistema reprodutivo dos animais também padece pela ação tóxica do chumbo, causando a diminuição significativa nas funções dos órgãos reprodutores (Assi et al., 2016).

Em consideração aos efeitos tóxicos do chumbo, a lei nº 11.726 de 1º de agosto de 2008, estabeleceu um limite máximo de 0,06% de chumbo em peso, expresso como chumbo metálico, na fabricação de tintas imobiliárias, de uso infantil, escolar, vernizes e materiais similares (BRASIL, 2008). Por outro lado, a concentração máxima permitida em brinquedos para crianças não pode exceder 0,009% (90 mg/kg) em massa total não volátil (Anexo da Portaria Inmetro Nº 302/2021 – Artigo 5.5.7). Para utensílios e brinquedos voltados ao mercado *pet*, no entanto, não foram encontradas leis ou regulamentações.

Cádmio (Cd)

Em razão da presença em solos, plantas e animais, o cádmio é considerado um dos metais mais tóxicos do ambiente. Os pigmentos de cádmio são utilizados em quase 70% dos plásticos encontrados na Europa desde a década de 80 (Pereira et al., 2022). Ademais, ele pode aparecer combinado com outros elementos metálicos como zinco e cobre. Com relação a sua toxicocinética, o cádmio é bioacumulado nos rins e fígado, desencadeando a toxicidade renal e resultando em lesões de células tubulares. Além disso, ele induz a desmineralização dos ossos pela substituição de cálcio em detrimento da deficiência nutricional (Pedrinelli, 2018). Não há uma via de excreção específica para esse elemento, por isso ele é tão bioacumulado nos tecidos. O tempo de meia vida do cádmio no córtex renal é de 20 a 35 anos. A exposição a essa substância também pode acarretar doenças pulmonares como enfisema, fibrose intersticial, pneumonites e formação de neoplasias (Soares, 2017).

O mecanismo de toxicidade do cádmio ainda é desconhecido, mas acredita-se que ele interaja no ambiente intracelular induzindo a produção de radicais livres, gerando danos aos pulmões, rins, ossos, sistema nervoso central, sistema cardiovascular e reprodutivo (Jomova & Valko, 2011). A quantidade de cádmio nas partes metálicas de brinquedos para crianças não pode exceder 200 µg/kg (Anexo da Portaria Inmetro Nº 302/2021 – Artigo 5.5.9). O cádmio é encontrado em fertilizantes fosfatados, em pigmentos de sulfetos ou sulfossais de cádmio em plásticos, vidros, esmaltes, tintas de impressão e têxteis, disposição de resíduos sólidos em aterros sanitários, fabricação de cimento, aço galvanizado (anticorrosivo), entre outros. A principal fonte de contaminação por cádmio é através da dieta, em indivíduos não fumantes em razão da contaminação dos solos e água na agricultura (Barrón, 2016).

Arsênio (As)

O arsênio é um metaloide encontrado na crosta terrestre, em rochas solidificadas, carvão, águas doces e marinhas; também é visto também na fauna e flora, os minérios com grupos sulfidrílicos ou metais que tenham se obtidos deles, possuem grande quantidade de arsênio. Os sais de arsênio eram utilizados em fungicidas, raticidas e inseticidas, também devido a aplicabilidade eletrônica desse metaloide o As de alta pureza é usado na produção de semicondutores e na medicina veterinária ele é usado para aliviar

o envenenamento por selênio (Se) e combater infecções, além da utilização de As_2O_3 para casos de leucemia promiélócítica aguda em que não há respostas ao tratamento quimioterápico usual ([Fão, 2018](#)).

A toxicidade do arsênio está ligada à sua forma iônica ou molecular, fontes de exposição, doses e períodos aos quais o organismo está sujeito ao contato com esse semimetal. Com relação à forma molecular, os compostos arsênicos podem ser orgânicos ou inorgânicos, sendo os inorgânicos — pentavalente ou trivalente — os mais tóxicos. Eles desencadeiam os mecanismos tóxicos inibindo reações enzimáticas vitais, induzindo o estresse oxidativo e alterando a expressão gênica e a transdução de sinal celular ([Olson, 2014](#)). O arsênio se comporta como um agente tóxico celular, agindo no aumento da permeabilidade do capilar, fragmentação da bainha miélica e infiltração gordurosa do fígado. A dose letal do arsênio para seres humanos é de 0,07 g/kg. Conforme a introdução do arsênio no organismo, seja por absorção, ingestão ou inalação, na forma orgânica ou inorgânica, ele é rapidamente convertido e distribuído em diferentes órgãos, exercendo ação inibidora nas enzimas que contém os grupos sulfidrilas, podendo afetar o metabolismo energético e a síntese de ATP ([Andrade & Rocha, 2016](#)).

A alta capacidade de ser absorvido seja por inalação ou ingestão do arsênio, confere a ele o primeiro lugar na escala de toxicidade entre os elementos químicos, e em razão da sua origem natural e a sua aplicabilidade nas atividades agrícolas e industriais, há uma estimativa que um adulto consuma em média entre 0,025 a 0,033 mg/kg/dia de arsênio ([Silva, 2020](#)). No que diz respeito aos períodos de exposição, as intoxicações podem ser crônicas ou agudas, apresentando alguns sinais clínicos como náusea, vômito, dor abdominal, encefalopatia e neuropatia. A exposição crônica pode desencadear problemas no trato gastrointestinal, cardiopatias, afecções neurológicas e o desenvolvimento de neoplasias, como câncer de pele e de bexiga ([Lozi, 2019](#)).

Mercúrio (Hg)

O mercúrio natural é decorrente da desgaseificação da crosta terrestre, já as formas antropogênicas advêm da indústria cloro-soda, pesticidas, fungicidas, tintas, lâmpadas fluorescentes, queima de carvão, cimento e da atividade de garimpo na região da Amazônia. Os animais marinhos são potentes bioindicadores deste metal acumulando-o em suas fibras musculares em grandes quantidades. Os peixes predadores possuem uma margem de mercúrio estabelecida para consumo de 1,0 mg/kg e de 0,5 mg/kg, em peixes não-predadores, os valores superiores são impróprios para consumo ([Souza et al., 2018](#)). Apesar de todas as formas do mercúrio serem tóxicas, os compostos orgânicos são os mais preocupantes, em razão da fácil penetração nas membranas biológicas ([Loezer et al., 2016](#)).

Esse metal se acumula nos rins, cérebro, fígado, pele e pelos, podendo ser facilmente transportado no sangue e captado pelos alvéolos por eritrócitos ou proteínas plasmáticas. Além disso, o mercúrio, especialmente o orgânico, atravessa a barreira hematoencefálica e placentária, gerando danos ao sistema nervoso central (SNC) e também malformações em fetos. A ingestão deste metal resulta em alterações no trato gastrointestinal devido à ação corrosiva do mercúrio na mucosa. Os sinais clínicos associados à intoxicação por mercúrio são salivação excessiva, náusea, hematêmese, e em casos agudos a sintomatologia é de caráter respiratório como dispnéia e tosse seca, podendo evoluir para pneumonia intersticial e bronquite necrosante ([Cruz et al., 2021](#)).

Durante a gestação, os efeitos da exposição ao metil mercúrio (forma orgânica do mercúrio) é preocupante, pois desencadeia anomalias no sistema nervoso do feto, semelhante à paralisia cerebral, sendo a relação de mercúrio fetal de cinco a sete vezes maior que a circulante na mãe. A principal via de absorção do metil mercúrio é pelo trato gastrointestinal através da ingestão de peixes ou alimentos contaminados pelo composto que será distribuído por todos os tecidos do organismo em até 30 horas após a ingestão ([Francisco, 2021](#)).

Alguns estudos apontam a presença de metil mercúrio e outras formas desse metal em rações comerciais para cães e gatos, segundo [Santos et al. \(2010\)](#) as concentrações de mercúrio analisadas apresentaram de 5 a 10 vezes superiores a mais concentração de NMT nas rações, em que o teor seguro para ingestão de mercúrio é de 0,27 mg/kg de matéria seca (NMT de mercúrio), onde efeitos adversos como ataxia, perda de equilíbrio e incoordenação motora foram observados em casos de ingestão de concentrações superiores em animais domésticos.

Testes laboratoriais para a determinação de metais

Existem algumas técnicas para a determinação de elementos em diferentes amostras como alimento, sangue, urina, cabelo, tecido e unha. Alguns exemplos de técnicas e equipamentos para a análise de metais são: espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), analisador direto de mercúrio (DM-80), análise de biomarcadores de chumbo, fluorescência de raios-x (FRX), espectrometria de fluorescência atômica (AFS) e outros.

A técnica que utiliza ICP-MS é a mais rápida, precisa e exata e tem uma elevada sensibilidade, conseguindo quantificar micro e até nanogramas dos metais. Além disso, é uma técnica para detecção multielementar, com a grande vantagem de utilização de pouco volume de amostra. O equipamento se divide em cinco partes principais: sistema de introdução da amostra, sistema de fonte de íons, interface, sistema analisador de massa e sistema de detecção de íons. Por ser uma técnica multielementar, vários elementos químicos podem ser analisados ao mesmo tempo, em concentrações inferiores a $1 \mu\text{g L}^{-1}$, permitindo a identificação e quantificação tanto de elementos essenciais quanto tóxicos ([Matos, 2021](#)).

Para a utilização do equipamento de ICP-MS, as amostras precisam ser previamente preparadas de acordo com o tipo para posteriormente serem analisadas pelo equipamento. A exemplo, no experimento de [Griboff et al. \(2017\)](#), foram analisadas amostras da musculatura de peixes (*Odontesthes bonariensis*), bioindicadores da bacia de córdoba na Argentina. Este estudo avaliou a concentração de Al, V, Cr, Mn, Zn, Fe, Ni, Cu, As, Se, Sr, Mo, Ag, Cd, Hg e Pb, nas amostras diluídas anteriormente em HNO_3 (ácido nítrico) a 2%. Após as análises, os possíveis riscos à saúde humana foram determinados, caso esses peixes sejam consumidos em razão dos efeitos carcinogênicos.

A técnica de DMA-80 (analisador direto de mercúrio) é utilizada por [Cruz \(2021\)](#) para determinar a concentração de metais em amostras de pelos de animais domésticos (bioindicadores), em que até 0,01 ng de Hg pode ser detectado por esse método. Já para os demais metais como alumínio (Al), chumbo (Pb) e arsênio (As) foi utilizado na pesquisa a técnica FAAS (absorção atômica por chama), que é semelhante ao método AAS (espectrometria de absorção atômica), para a determinação em mg/L de metal nos pelos dos animais domésticos.

Os Biomarcadores podem avaliar a exposição (quantidade absorvida ou dose interna), os efeitos da substância química e a sua susceptibilidade individual. O ácido delta amino-levulínico (ALA-D) é um biomarcador de efeito, que irá refletir a interação do chumbo com os receptores biológicos. Nos eritrócitos a enzima ALA-D é altamente sensível à inibição pelo chumbo (5 a 40 mg/dL), representando uma correlação negativa nas concentrações indicadas de chumbo em relação a ALA-D, sendo assim, demonstrando a exposição ambiental por chumbo. Devido à inibição pelo chumbo, a ALA-D se acumula nos tecidos e posteriormente é excretada na urina em grandes quantidades, possibilitando a identificação das concentrações de chumbo a 40 $\mu\text{g/dL}$ (Pb/sg), evidenciando uma sensibilidade diferente da enzima, considerando o biomarcador da urina mais adequado para avaliar a exposição por chumbo ([Amorim, 2003](#)).

A fluorescência de raios-X (FRX) é baseada na medição das intensidades dos raios-X emitidos pelos elementos que constituem a amostra em questão, com fins quantitativos ou qualitativos. Os elementos que possuem número atômico baixo, apresentam uma sensibilidade analítica reduzida e um baixo valor de energia de emissão, tornando-se mais difícil identificá-los pela FRX. Esta técnica é descrita na literatura para análise de tecidos biológicos com fins investigativos das influências de elementos com traços no desenvolvimento de neoplasias, como por exemplo, o acompanhamento dos níveis de ferro em pacientes com sobrecarga deste elemento ([Santos et al., 2021](#)). É importante ressaltar que esta metodologia não é destrutiva, possibilitando a análise direta de amostras sólidas, sem exigir preparações do material a ser analisado, apresentando vantagens como a simplicidade, baixo custo, uso mínimo de reagentes e resíduos gerados em pequenas proporções ([Teixeira et al., 2012](#)).

A espectrometria de fluorescência atômica (AFS) consiste na emissão de fótons através da utilização de radiação eletromagnética, que irá excitar os átomos do analito a níveis mais altos de energia e ao retornarem em níveis inferiores de energia que emitem luminescência. As fontes de luz são específicas para cada elemento a ser detectado, tornando o equipamento seletivo e com baixa incidência de interferências que podem ser corrigidas com métodos estabelecidos. Os AFS podem ser divididos em dispersivos e não dispersivos em relação a composição do equipamento e sua finalidade, e para a

realização dessa técnica a amostra precisa ser dissolvida, vaporizada e atomizada em temperaturas baixas (Garcez, 2015).

Considerações finais

Após os dados apontados, destaca-se a importância de portarias ou normas que regulem a produção e a fiscalização de brinquedos para *pets*, garantindo sua integridade e saúde em relação, principalmente, à presença de metais tóxicos que podem se acumular em tecidos e órgãos, gerando efeitos deletérios ao metabolismo dos animais domésticos. Por meio de alguns estudos que relacionam a concentração de metais pesados em diferentes amostras, denota-se a relevância da pesquisa em virtude do crescimento da indústria *pet* em nosso país e da ressignificação dos animais de companhia nos domicílios brasileiros, além de seu crescente número nas famílias, sendo cães ou gatos.

Portanto, mesmo sem uma legislação específica vigente, de caráter regulatório, sugere-se a adoção de portarias já existentes, como a portaria N° 302, de 12 de julho de 2021 do INMETRO voltada para brinquedos infantis, para preservar a integridade dos animais domésticos garantindo o seu bem-estar pelo enriquecimento ambiental por meio dos brinquedos.

Referências bibliográficas

- ABINPET. (2022). Caderno especial Abinpet-Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação. *Agro Analysis*, 35(1), 35–40.
- ABNT. (1998). Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 14141. In *Escalas utilizadas em análise sensorial de alimentos e bebidas*. Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- Amorim, L. C. A. (2003). Os biomarcadores e sua aplicação na avaliação da exposição aos agentes químicos ambientais. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 6, 158–170. <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2003000200009>.
- Andrade, D. F., & Rocha, M. S. (2016). A toxicidade do arsênio e sua natureza. *Revista Acadêmica Oswaldo Cruz*, 3, 102–111.
- Assi, M. A., Hezme, M. N. M., Sabri, M. Y. M., & Rajion, M. A. (2016). The detrimental effects of lead on human and animal health. *Veterinary World*, 9(6), 660–671. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2016.660-671>.
- Baptista, F. E. S., & Pereira, P. M. (2021). Normalização de brinquedos para animais domésticos: uma visão acerca de fabricantes e consumidores. *Revista Conhecimento Em Ação*, 6(2), 21–51.
- Barrón, G. S. (2016). *Ecotoxicología del cadmio riesgo para la salud de la utilización de suelos ricos en cadmio*. Universidad Compustelense.
- Bermudes, P. (2016). Tendências de mercado & perfil do consumidor. In *XV Congresso sobre Nutrição de Animais de Estimação CBNA PET*. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal.
- BRASIL (2008) Lei nº 11.762, de 1º de agosto de 2008. Fixa o limite máximo de chumbo permitido na fabricação de tintas imobiliárias e de uso infantil e escolar, vernizes e materiais similares e dá outras providências. Diário Oficial União.
- Bulcão, R. P., Tonello, R., Piva, S. J., Schmitt, G. C., Emanuelli, T., Dallegrave, E., & Garcia, S. C. (2010). Intoxicação em cães e gatos: diagnóstico toxicológico empregando cromatografia em camada delgada e cromatografia líquida de alta pressão com detecção ultravioleta em amostras estomacais. *Ciência Rural*, 40, 1109–1113. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010000500017>.
- Camargo, O. A., Borba, R. P., & Alleoni, L. R. F. (2003). Metais pesados: da cosmogênese aos solos brasileiros. *Congresso Brasileiro de Ciência Do Solo*.
- Costa, A. G., Borges, Á. M., & Soto-Blanco, B. (2020). Metais tóxicos e seus efeitos sobre a reprodução dos animais. Revisão de literatura. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, 14(1), 108–124.
- Cruz, J. V. B., Santos, É. P. d., Silva, N. J., Lima, F. L. O., Martinelli, P. P., & Vasconcellos Neto, J. R. T. (2021). Influence of heavy metals on cancer accommodation: A literature review. *Research Society and Development*, 10(6), e45810615992. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15992>.

- Dias, M. R. M. S., & Belchior, G. (2019). A guarda responsável dos animais de estimação na família multiespécie. *Revista Brasileira de Direito Animal*, 14(2). <https://doi.org/10.9771/rbda.v14i2.33325>.
- Fão, N. S. (2018). *Arsênio no arroz e cereal infantil e seu possível impacto toxicológico na saúde*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Fernandes, A. F. Q. (2012). *A toxicidade de metais presentes em brinquedos para crianças até aos 24 meses*. Universidade Fernando Pessoa.
- Flora, R. A. S. (2021). *Determinação dos metais chumbo, cádmio, níquel e cromo em massa de modelar (slime)*. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- Francisco, A. R. C. (2021). *Química e toxicidade do mercúrio*. Universidade de Lisboa.
- Garcez, D. L. (2015). *Estanho em amostras ambientais por espectrometria de fluorescência atômica (AFS)*. Universidade Estadual Paulista.
- GOV/INMETRO, Brinquedos para animais (PET) deve ser certificado? Atualizado em:16/08/2022. Disponível em: (<https://www.gov.br/inmetro/pt-br/aceso-a-informacao/perguntas-frequentes/avaliacao-da-conformidade/brinquedos/brinquedo-para-animais-pet-deve-ser-certificado>). Acesso em 18/09/2022.
- Griboff, J., Wunderlin, D. A., & Monferran, M. V. (2017). Metals, As and Se determination by inductively coupled plasma-mass spectrometry (ICP-MS) in edible fish collected from three eutrophic reservoirs. Their consumption represents a risk for human health? *Microchemical Journal*, 130, 236–244. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2016.09.013>.
- Henzel, M. S. (2014). *O enriquecimento ambiental no bem-estar de cães e gatos*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Hueza, I. M., Santana, M. G., & Palermo-Neto, J. (2008). Toxicologia do chumbo, mercúrio, arsênio e de outros metais. In H. Spinoza, S. Górmia, & J. Palermo-Neto (Eds.), *Toxicologia aplicada à medicina veterinária*. Manole Ltda.
- IBGE. Pesquisa nacional de saúde: 2019. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101748.pdf>. Acesso em: 7 de out de 2022.
- INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia). Portaria Nº 302, de 12 de julho de 2021, aprova o regulamento técnico da qualidade e os requisitos de avaliação da conformidade para brinquedos – consolidado. Ministério da economia, Brasil.
- Jomova, K., & Valko, M. (2011). Advances in metal-induced oxidative stress and human disease. *Toxicology*, 283(2–3), 65–87. <https://doi.org/10.1016/j.tox.2011.03.001>.
- Loezer, Y. P., Graciani, F. S., & Ferreira, G. L. B. V. (2016). Aspectos toxicológicos e legislação internacional referente ao uso do mercúrio. *Periódico Eletrônico Fórum Ambiental Da Alta Paulista*, 12(4). <https://doi.org/10.17271/1980082712420161464>.
- López-Alonso, M., Miranda, M., García-Partida, P., Cantero, F., Hernández, J., & Benedito, J. L. (2007). Use of dogs as indicators of metal exposure in rural and urban habitats in NW Spain. *Science of the Total Environment*, 372(2–3), 668–675.
- Lozi, A. A. (2019). *Toxicidade comparada dos metais pesados, arsênio, cádmio, chumbo, cromo e níquel, sobre parâmetros reprodutivos de camundongos machos adultos após exposição aguda*. Universidade Federal de Viçosa.
- Matos, A. R. (2021). *Estudo de avaliação de risco e biomonitoramento na bacia do rio doce após o rompimento da barragem de fundão*. Universidade Federal dos Vales de Jequitinhonha e Mucuri.
- Olson, K. R. (2014). *Manual de toxicologia clínica*. AMGH Editora.
- Osório, A. B. (2019). Guloseimas para animais de estimação: comensalidade, afeto e antropomorfismo. *Mediações-Revista de Ciências Sociais*, 24(3), 57–71.
- Pandey, G. (2013). Heavy metals toxicity in domestic animal. *International E-Publication, International Science Congress Association*.
- Pedrinelli, V. (2018). *Determinação das concentrações de macro e micro minerais e metais pesados em alimentos caseiros para cães e gatos adultos*. Universidade de São Paulo.

- Pereira, E. C., Leroux, I. N., Luz, M. S., Batista, B. L., & Olympio, K. P. K. (2022). Study of controlled migration of cadmium and lead into foods from plastic utensils for children. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(35), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19433-2>.
- Ribeiro, R. R., Silva, M. D., & Massari, C. H. A. L. (2021). Equívocos ao se antropomorfizar a alimentação dos animais de companhia. *PUBVET*, 15(12), 1–7. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v15n12a987.1-7>.
- Rocha, A. F. (2009). *Cádmio, chumbo, mercúrio: a problemática destes metais pesados na Saúde Pública?: monografia: Cadmium, lead, mercury: the issue of these metals in Public Health?* Universidade do Porto.
- Santos, C. B., Canavessi, L., Silva, A. H., Telles, P. H. F., Zat, L. H. S., & Cubas, Z. S. (2021). Intoxicação por metal pesado em periquito (Brotogeris Chiriri): relato de caso Heavy metal poisoning in periquito (Brotogeris Chiriri): case report. *Brazilian Journal of Development*, 7(11), 102570–102580. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n11-059>.
- Santos, M. V., Silva, L. F. P., Rennó, F. P., & Albuquerque, R. (2010). Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal. *Socioeconomia e Ciência Animal*, 31, 9–15.
- Silva, A. L. D. (2020). *Desenvolvimento e validação de método para determinação de arsênio total em ração, sais minerais e suplementos de alimentação animal por espectrometria de absorção atômica com geração de hidretos*. Universidade Federal de Minas Gerais.
- Soares, F. F. M. (2017). *Lesões do trato respiratório cádmio induzidas–intoxicação por ingestão e pH da água poderiam influenciar sua gênese?: um estudo experimental em ratos*. Universidade do Oeste Paulista.
- Souza, A. F. B. (2019). O mercado pet brasileiro: Uma análise de 2012 a 2017. *Revista Eletrônica de Debates Em Economia*, 7(1).
- Souza, A. P. C., Costa, L. S., & Oliveira, C. S. B. (2018). Concentração de mercúrio total em enlatados de *Sardinella* spp. e *Thunnus* spp. comercializados na região metropolitana de Belém-Pará, Brasil. *Revinter*, 10(1), 115–125. <https://doi.org/10.22280/revintervol11ed1.354>.
- Teixeira, A. P., Quintella, C. M., Korn, M. G. A., Fernandes, A. P., & Castro, M. T. P. O. (2012). Determinação de Mn e Zn em arroz empregando espectrometria de fluorescência de raios X de energia dispersiva. *Química Nova*, 35, 1133–1136. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422012000600012>.
- Vieira, M. N. F. (2019). Quando morre o animal de estimação: um estudo sobre luto. *Psicologia Em Revista*, 25(1), 239–257. <https://doi.org/10.5752/p.1678-9563.2019v25n1p239-257>.
- Waller, S. B., Cleff, M. B., & Mello, J. R. B. (2013). Intoxicação em cães e gatos por alimentos humanos: o que não fornecer aos animais? *Revista Médica Veterinária Em Foco*, 11(1), 59–74.
- Zafalon, R. V. A. (2020). *Determinação de metais pesados em ingredientes e alimentos comerciais para cães e gatos*. Universidade de São Paulo.

Histórico do artigo:**Recebido:** 1 de novembro de 2022.**Aprovado:** 4 de dezembro de 2022.**Disponível online:** 19 de dezembro de 2022.**Licenciamento:** Este artigo é publicado na modalidade Acesso Aberto sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 (CC-BY 4.0), a qual permite uso irrestrito, distribuição, reprodução em qualquer meio, desde que o autor e a fonte sejam devidamente creditados.