



## PELOS DE ANIMAIS DOMÉSTICOS COMO BIOSSENTINELAS DE ELEMENTOS QUÍMICOS

Elvis J. De França; Daliana T. M. T. O. Souza; Ayrton F. S. de Souza; Raphael H. M. Pereira, Matheus A. R. Costa; Amanda K. J. P. F. da Silva; Neura M. da Silva; Karolyne S. da Silva; Lindomar M. Souza.

*Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE), Comissão Nacional de Energia Nuclear, Av. Professor Luiz Freire, 200 – CDU, Recife, 50.740-430.*

**Palavras-Chave:** Biossentilenas, Animais de estimação, Bioacumulação

### Introdução

Elementos químicos como chumbo, zinco, cádmio, mercúrio e arsênico são derivados de fontes importantes de poluição, uma vez que a partir da contaminação do solo, a água e os alimentos também são afetados, contaminando toda a cadeia trófica, reverberando em impactos de diferentes magnitudes sobre a saúde do ambiente e de humanos. Dessa forma, a monitoração e a avaliação da contaminação bem como de seus impactos no ambiente são essenciais para a compreensão da magnitude do problema além de favorecer o desenvolvimento de estratégias para a mitigação e remediação de áreas afetadas (DEHKORDI et al., 2024; HAGHIGHIZADEH et al., 2024).

A bioacumulação é o processo pelo qual organismos vivos acumulam substâncias químicas do ambiente em seus tecidos ao longo do tempo. Embora frequentemente estudada em plantas e organismos aquáticos, a análise de tecidos de mamíferos tem ganhado importância na monitoração ambiental (GHIMIRE, 2022). A criação de animais de estimação ou de companhia é uma característica universal na sociedade. Os gatos, como animais de companhia, estão frequentemente expostos a ambientes com alta carga de poluentes, especialmente em áreas urbanas; desse modo, podem ser considerados biossentinelas da exposição humana a contaminantes ambientais, pois compartilham um ambiente de vida em comum (ALI et al. 2013). A bioacumulação pode ocorrer tanto por meio do contato com poeira e solos contaminados quanto pela ingestão de partículas ou alimentos contaminados. Para evitar a amostragem desnecessária em humanos, uma opção é a análise de pelos de animais, que são constituídos principalmente de queratina, melanina e elementos traços. Tais elementos químicos sofrem influência do ambiente externo os quais são depositados no pelo durante todo seu período de crescimento (DEEDRICK; KOCH, 2004). Esses elementos químicos também são absorvidos por fontes endógenas, por meio das raízes que estão em contato com as correntes sanguíneas (VERMEULEN et al., 2009).

O uso de pelos de animais como uma matriz de referência para a biomonitorização de elementos químicos apresenta grande relevância, primeiramente por se tratar de uma matriz não invasiva, não ocasionando nenhum risco à saúde e integridade dos animais (HOFF BRAIT et al., 2009) Em segundo lugar, esses animais vivem em áreas urbanas e estão expostos a vários tipos de poluentes que são diariamente liberados no ambiente, por sua vez, manifestando sintomas de intoxicações e doenças crônicas mais rápidos do que os humanos (POZEBON, DRESSLER, 1999; RAY et al., 1997). Assim, o objetivo desta pesquisa foi demonstrar a aplicabilidade de pelos de animais domésticos como uma ferramenta não invasiva na biomonitoração de elementos químicos, visando a avaliação da qualidade ambiental e da saúde dos animais.

## **Material e Métodos**

### **Amostragem e preparação das amostras**

A matriz utilizada no presente estudo utilizou pelos de animais domésticos (gatos) saudáveis e de indivíduos acometidos por alguma doença. Inicialmente foi aplicado um questionário para identificação e obtenção de informações acerca do histórico de vida dos gatos. A coleta do material foi realizada após a assinatura, por parte dos tutores, do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O material foi coletado, preferivelmente, da região dorsal e ventral, a depender da abundância de pelos, utilizando tesoura de titânio para menor fonte de contaminação externa.

A metodologia utilizada foi adaptada de Lira (2017), em que pelos coletados com massa de aproximadamente 0,1 g foram descontaminados com o auxílio de acetona em três ciclos de 5 minutos em centrifuga a 1500 rotações por minuto. Ao final, foi utilizada água ultrapura (Milli-Q) para retirar todo excesso do solvente que possa ter permanecido na amostra. Após a lavagem, as amostras foram secas em estufa de circulação forçada a 40°C, por aproximadamente 72 horas. Em seguida, foram devidamente cortadas e pesadas para a implementação do método de análise química.

Todas as atividades foram realizadas dentro do espaço e das condições do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste (CRCN-NE) e tiveram aprovação do Comitê de Ética de Uso Animal – CEUA/UFPE, processo número 0077/2020 (LIRA, 2017).

### **Determinação dos elementos químicos em pelos de gatos**

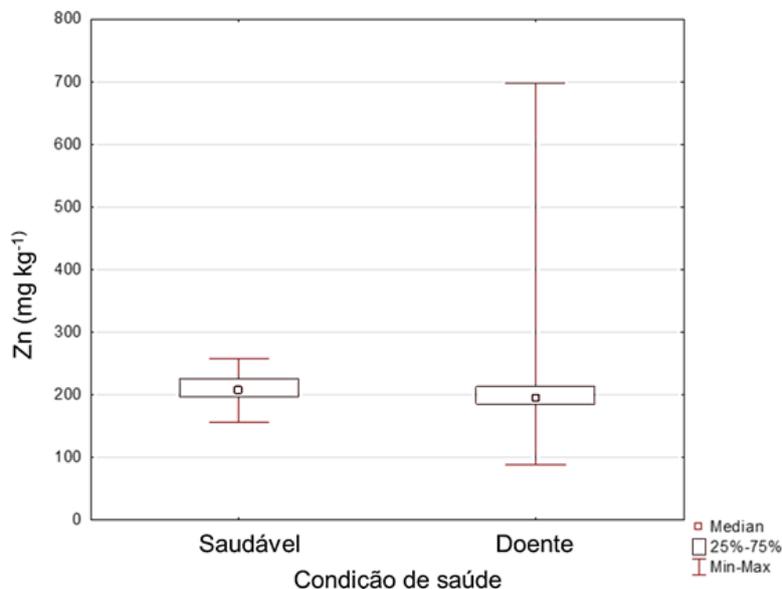
As amostras de pelos de gatos foram submetidas a um tratamento químico (digestão em meio ácido). Para tanto, porções analíticas de 0,1 g foram misturadas a 4 ml de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), e a mistura foi deixada em repouso por 24 h. Posteriormente, todo o material foi submetido a um banho de ultrassom à 80°C com adições de 0,5 ml de peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) a cada 1 h, até o desaparecimento de alguma coloração aparente. Após atingirem temperatura ambiente as soluções foram centrifugadas, em um ciclo de três repetições, e o sobrenadante retirado foi diluído até um volume final de 20 ml utilizando água ultrapura.

A quantificação dos elementos químicos foi realizada utilizando um Espectrômetro de Absorção Atômica por Chama (FAAS), Varian, modelo AAS220FS, e um Espectrômetro de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES), Agilent, modelo 5100. Os brancos analíticos e o Material de Referência Certificado IAEA 087-Human hair foram submetidos ao mesmo procedimento aplicado às amostras para garantia a validade dos resultados.

## **Resultados e Discussão**

A Figura 1 traz um comparativo entre a distribuição dos valores de Zn em animais saudáveis e doentes. É possível perceber que a variabilidade dos valores do nutriente em animais acometidos por alguma enfermidade difere bastante dos animais pertencentes ao outro grupo, em que houve diferença significativa em nível de 95% de confiança. Os dois grupos de animais (saudáveis e doentes) não apresentaram diferenças significativas em relação às concentrações dos elementos químicos, em sua maioria, identificados. Contudo, o mesmo efeito não pode ser observado para Zn, sendo assim, tal diferença foi considerada bastante relevante no presente estudo.

**Figura 1.** Níveis de Zinco (Zn) em pelos de gatos por FAAS e GFAAS.

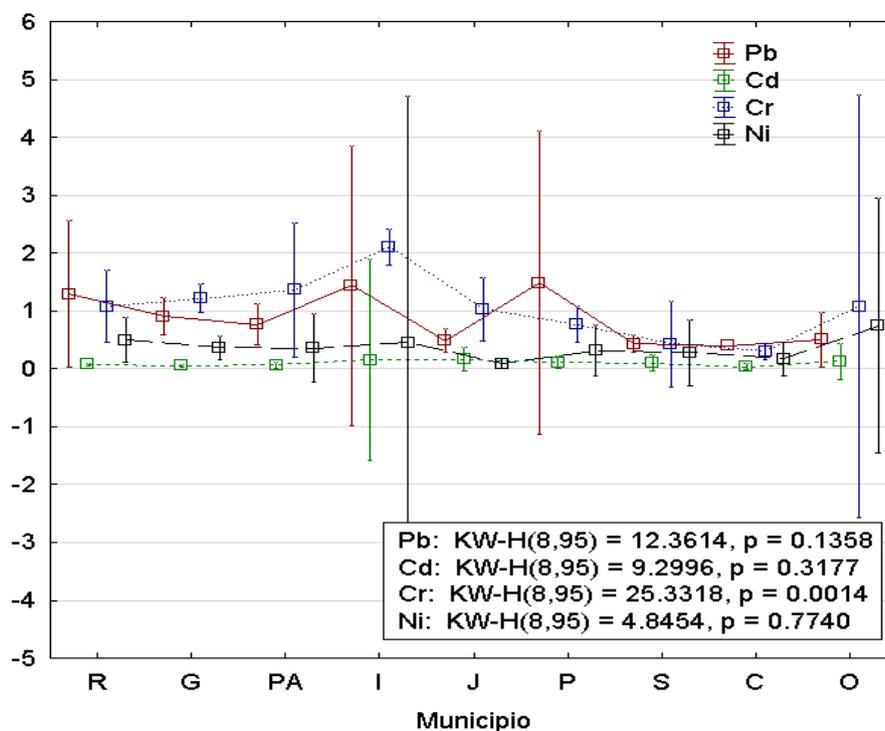


Fonte: Os autores (2024).

Tendo em vista a importância do Zn para os pelos dos animais (HAGHIGHIZADEH, 2024; OLIVEIRA, 2004), surge a hipótese de que, em resposta à(s) enfermidade(s), o sistema fisiológico dos gatos doentes aumentou a concentração desse mineral de maneira a proteger tais tecidos, minimizando os possíveis impactos que poderiam afetar ainda mais a qualidade de vida desses animais. No estudo realizado por Skibniewska et al., (2011) os autores discutem as possíveis causas do aumento dos níveis de Zn em pelos de gatos e associam com o hábito de vida desses animais, sendo os gatos de vida livre mais susceptíveis ao consumo de ração contaminada o que teria influenciado no aumento da concentração desse elemento químico nos pelos desses animais, ou, o contato com ambiente que apresente altos níveis de Zn. Dessa forma, Zn demonstra potencialidade não somente pela sua importância fisiológica, mas atuando como um elemento traçador em estudos envolvendo a saúde e bem-estar animal associado a saúde humana. Resíduos sólidos urbanos é uma das fontes causadoras da emissão desse metal no ambiente, principalmente no ar (LIMA, 2009; ROCHA, 2022).

Os pelos dos animais em estudo ainda apresentaram uma diversidade com relação à composição química (Figura 2), sendo encontrado macro e micronutrientes, bem como elementos químicos potencialmente tóxicos. Na Figura 2, é possível os níveis de concentração para chumbo (Pb), cádmio (Cd), cromo (Cr) e níquel (Ni) obtidos nos pelos. O teste de Kruskal-Wallis, a um nível de confiança de 95% ( $\alpha = 0,05$ ), foi utilizado para avaliar a existência de possíveis diferenças estatísticas entre as concentrações de tais elementos químicos em relação à localidade dos quais os animais pertencem.

**Figura 2.** Níveis de elementos tóxicos em pelos de gatos de vários municípios da Região Metropolitana do Recife. R: Recife; G: Goiana; PA: Paudalho; I: Ipojuca; J: Jaboatão dos Guararapes; P: Paulista; S: São Lourenço; C: Camaragibe; O: Olinda



Como observado acima, a distribuição para os elementos Cd, Cr, Ni e Pb em função da localidade demonstra baixa qualidade ambiental. Assim como supracitado e por serem animais que possuem instinto de caça, os gatos, possuem alta variabilidade de ambiente, podendo entrar em contato com diversos locais e acumular na pelagem contaminação local. Nota-se que na cidade de Ipojuca há um aumento desses quatro elementos, dessa forma pode-se associar a fatores antropogênicos, como por exemplo, a presença do setor industrial e atividade portuária naquela região. Para os elementos Cr, Cd e Pb, há aumentos nas concentrações em regiões pontuais da região metropolitana do Recife-PE e cidades circunvizinhas. Essas concentrações corroboram para dados expostos em estudos científicos nos quais demonstram que esses elementos estão associados a várias doenças em seres humanos, como câncer, doenças neurodegenerativas, respiratórias, dentre outras (SEGANTINI,1996; SAZAKLI, 2024; ZHAO et al., 2023; DANG et al., 2024; LI et al., 2023; MOSCHEM, GONÇALVES, 2020), além de estarem intrinsecamente correlacionadas com ações antropogênicas.

## Conclusões

Com base nos resultados, foi verificado que o uso de pelos de animais domésticos como matriz para a biomonitoração de elementos químicos. Especificamente, Zn é uma ferramenta eficaz e que pode oferecer perspectivas no cenário de avaliação da contaminação ambiental e sobre os aspectos nutricionais de animais domésticos. Além disso, este estudo indica uma estreita relação entre a saúde dos animais e o acúmulo de Zn. Ademais, ressalta-se a importância da monitoração dos demais elementos químicos, como Cd, Cr, Ni e Pb, principalmente, na cidade de Ipojuca, devido à grande atividade antropogênica.

## Agradecimentos

FACEPE, CAPES, CNPq e FINEP.

## Referências



ALI, N.; MALIK, R. N.; MEHDI, T. et al. Organohalogenated contaminants (OHCs) in the serum and hair of pet cats and dogs: biosentinels of indoor pollution. *Science of The Total Environment*, p. 29-36, 2013.

DANG, Peizhu et al. Chronic lead exposure and burden of cardiovascular disease during 1990–2019: a systematic analysis of the global burden of disease study. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 11, 1367681, 2024.

DEEDRICK, D. W.; KOCK, S. L. Microscopy of hair part II: A practical guide and manual for animal hairs. *Forensic Science Communications*, 6 (3), 32, 2004.

DEHKORDI, M. M. et al. Soil, air, and water pollution from mining and industrial activities: sources of pollution, environmental impacts, and prevention and control methods. *Results in Engineering*, 23, 102729, 2024.

DRAGHI, S. et al. Roe Deer (*Capreolus capreolus*) hair as a bioindicator for the environmental presence of toxic and trace elements. *Toxics*, 11(1), 1-16, 2023.

FELDMAN, E. C., NELSON, R. W. *Canine and Feline Endocrinology and Reproduction*. Saunders, 2004.

GHIMIRE, P. R.; MAREDA, M. K.; WILKINS, J. M. Virtual training for managing emerging zoonotic diseases including COVID-19. *Journal of International Agricultural and Extension Education*, 29, 57-75, 2022.

HAGHIGHIZADEH, A. et al. Comprehensive analysis of heavy metal soil contamination in mining Environments: Impacts, monitoring Techniques, and remediation strategies. *Arabian Journal of Chemistry*, 17(6), 105777, 2024.

HOFF BRAIT, C. H. H.; ANTONIOSI FILHO, N. R.; FURTADO, M. M. Utilização de pelos de animais silvestres para monitoramento ambiental de Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Pb e Zn. *Química Nova*, 32, 1384-1388, 2009.

LI, Y., et al. A combined method for human health risk area identification of heavy metals in urban environments. *Journal of Hazardous Materials*, 449, 131067, 2023.

LIMA, C. A. Avaliação de risco ambiental como ferramenta para o descomissionamento de uma indústria de metalurgia de zinco. Tese (Doutorado em Ciências). Escola de Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

LIRA, M. C. C. Análise ambiental e humana do assentamento rural de Natuba em Vitória de Santo Antão, Pernambuco. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Centro de Ciências da Saúde. Universidade Federal de Pernambuco, 121, 2017.

MOSCHEM, J. C.; GONÇALVES, P. R. Impacto Toxicológico de Metais Pesados: Uma Análise de Efeitos Bioquímicos e Celulares. *Health and Biosciences*, 1(2), 2020.

OLIVEIRA, R. V. Dinâmica da absorção, retenção e excreção de zinco nas formas orgânicas e inorgânicas em gatos. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras. 2004.

POZEBON, D.; DRESSLER, V. L.; Curtius, A. J.; *Quim. Nova*, 1999.

RAY, S. K.; ROYCHOUDHURY, R.; BANDOPADHYAYI, S.; BASU, K. S.; *Vert. Res. Commun.* 1997.

ROCHA, J. F. Avaliação da capacidade de espécies fúngicas para o tratamento de efluente sintético contaminado por zinco. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2022.

SAKRAN, Nassar Abd Rabah; SABER OWAIN, Maher; SARHAT, Entedhar Rifaat. Relationship of zinc, biotin and iron with cases of hair loss in cats. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, 10, 3S, p. 3685-3690, 2023.

SAZAKLI, E. Human Health Effects of Oral Exposure to Chromium: A Systematic Review of the Epidemiological Evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(4), 406, 2024.



SEGANTINI, E. Aspectos toxicológicos da contaminação por metais pesados no ser humano. Instituto de Tecnologia de Alimentos. Boletim de Tecnologia e Desenvolvimento de Embalagens, vol.8, n.5, 1996.

SKIBNIEWSKA, Ewa M. et al. Hair zinc levels in pet and feral cats (*Felis catus*). Journal of Elementology, 16 (3), 481-488, 2011.

VERMEULEN, F.; D'HAVÉ, H.; MUBIANA, V. K.; VAN DEN BRINK, N. W.; BLUST, R.; BERVOETS, L.; DE COEN, W. Relevance of hair and spines of the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*) as biomonitoring tissues for arsenic and metals in relation to blood. Science of the Total Environment, 407, 1775–1783, 2009.

ZHAO, D.; WANG, P.; ZHAO, F. Exposição dietética ao cádmio, riscos à saúde humana e estratégias de mitigação. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, 53(8), 939-963, 2023.