



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

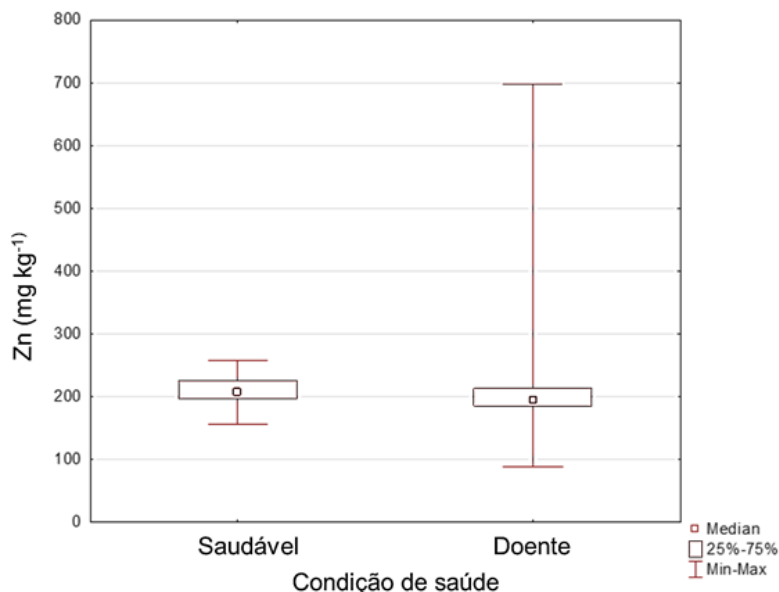
As amostras de pelos de gatos foram submetidas a um tratamento químico (digestão em meio ácido). Para tanto, porções analíticas de 0,1 g foram misturadas a 4 ml de ácido nítrico (HNO_3), e a mistura foi deixada em repouso por 24 h. Posteriormente, todo o material foi submetido a um banho de ultrassom à 80°C com adições de 0,5 ml de peróxido de hidrogênio (H_2O_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.

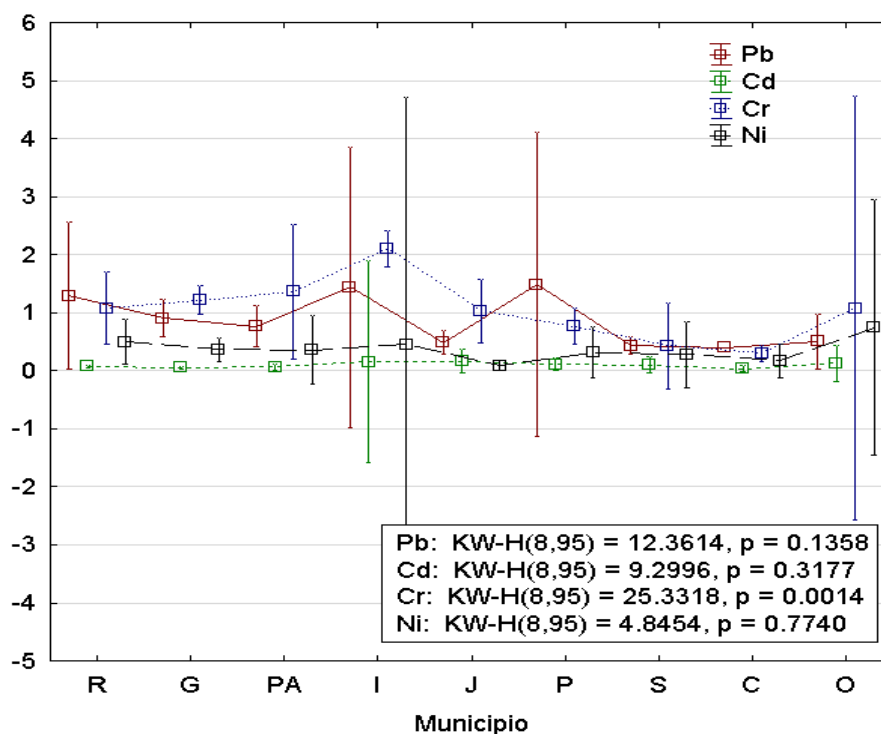


Fonte: Os autores (2024).

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.