



O ENVENENAMENTO POR CHUMBO PROVENIENTE DE ATIVIDADE CINEGÉTICA E O RISCO À CONSERVAÇÃO DE AVES SELVAGENS

ANA VITÓRIA ALVES-SOBRINHO; FABRÍCIO ALVES RODRIGUES; ANDRÉ ALVES SANTANA; TARICK GABRIEL ALMEIDA DE MORAIS

RESUMO

A contaminação por chumbo representa um problema mundialmente distribuído, afetando uma grande variedade de organismos vivos, levando à morte, declínio populacional e perda de biodiversidade. As aves selvagens são provavelmente os vertebrados mais severamente afetados com milhões de mortes relatadas anualmente nos continentes americano e europeu. Embora políticas para restringir fontes de contaminação tenham sido implantadas, em muitos países e em algumas grandes regiões do mundo não existem projetos para controlar a ameaça. Dentre os motivos apontados para a ausência de medidas, além da falta de prioridade que a toxicidade do chumbo representa para o governo, aponta-se que, em alguns locais, há pouca informação sobre os impactos nos ecossistemas causados pelo metal, assim como visto na América do Sul. Sendo assim, contextualizar sobre o problema para a região é oportuno e necessário. O presente estudo tem como objetivo fornecer uma revisão bibliográfica sobre as implicações do envenenamento por chumbo proveniente de atividades cinegéticas e o riscos associado à conservação de aves selvagens. Neste estudo, revisamos o conhecimento científico mundial existente sobre a contaminação por chumbo em aves selvagens. Nós nos concentramos particularmente na localização dos estudos existentes, origem e níveis de ocorrência cinegética, além das concentrações encontradas nas espécies estudadas. Em seguida, discutimos a necessidade de avaliar este problema em áreas geográficas mais amplas, onde existe um potencial elevado para a contaminação cinegética por chumbo. Em comparação com a Europa e a América do Norte, as poucas publicações sobre contaminação por chumbo em aves da América do Sul mostram que este problema tem sido pouco estudado, e que os esforços são relativamente recentes e restritos principalmente ao Brasil e Argentina. A caça troféu, comercial, ilegal e de subsistência aumentou nas últimas décadas em diversas regiões da América do Sul. Além dos caçadores estrangeiros, há um número desconhecido de caçadores desportivos e caçadores furtivos locais que perseguem as presas por razões comerciais ou de subsistência. Portanto, o problema pode estar presente, mas não diagnosticado, afetando diversas espécies de aves e necessitando de uma investigação adicional.

Palavras-chave: Caça; Contaminação; Metal pesado; Munição

1 INTRODUÇÃO

O chumbo (Pb) é um metal pesado altamente tóxico, que pode ser liberado no meio ambiente por inúmeras rotas, como caça, pesca, mineração, práticas domésticas, processos industriais e emissões de veículos motorizados (GANGOSO *et al.*, 2009; GANGOSO *et al.*,

2024). A toxicidade do Pb para os seres humanos é conhecida há séculos, atraindo uma atenção considerável como problema de saúde pública no final do século XX (PAIN *et al.*, 2018). As observações registradas em humanos, mesmo com baixos níveis de exposição ao Pb, incluem efeitos no cérebro com alterações comportamentais e diminuição do QI em crianças, além de anemia, hipertensão, imunossupressão, deficiência renal e reprodutiva. Altos níveis de exposição, por sua vez, causam efeitos graves no sistema nervoso central, levando ao coma, convulsões e morte (HELANDER *et al.*, 2021). O Pb foi incluído na lista de substâncias venenosas e deletérias, sendo identificado como um dos dez produtos químicos de maior preocupação para a saúde única, sugerindo a necessidade de medidas de proteção para grupos populacionais específicos (NETO *et al.*, 2019).

A contaminação por Pb, entretanto, representa um problema mundialmente distribuído, que afeta uma grande variedade de organismos vivos e pode potencialmente levar à morte, declínio populacional e perda de biodiversidade (MONCLÚS *et al.*, 2020). Inicialmente, a principal atenção à exposição ao Pb na vida selvagem foi dada ao risco de envenenamento de aves aquáticas que ingerem pellets de Pb como areia e alimento. Nos últimos 15 anos, notou-se um foco crescente do impacto de Pb em outros grupos de aves selvagens, incluindo aves de rapina (KANSTRUP *et al.*, 2019). Verificou-se, portanto, que as tendências na exposição e nos efeitos da contaminação por Pb nas aves refletem as dos seres humanos (PAIN *et al.*, 2019). Mesmo a baixa exposição pode ocasionar em múltiplos efeitos fisiológicos em mamíferos e aves, incluindo dificuldade na hematopoiese, alterações nas funções imunológicas e sensoriais, além do acometimento dos sistemas cardiovascular, renal, digestivo, reprodutivo e nervoso (BASSI *et al.*, 2021). As aves selvagens são provavelmente os vertebrados mais severamente afetados, resultando em milhões de mortes relatadas anualmente nos continentes americano e europeu (GANGOSO *et al.*, 2024).

Aves selvagens e aves granívoras terrestres são expostas ao Pb quando ingerem projéteis usados que foram confundidos com sementes ou cascalhos que são coletados para ajudar na trituração de alimentos em sua moela muscular. Aves de rapina e necrófagos são suscetíveis a partículas de Pb quando se alimentam de vísceras descartadas na caça. Isso ocorre diante do papel relevante da fragmentação dos projéteis, que aumentam as chances de ingestão diante da presença de pequenas partículas que se espalham pelos tecidos ao redor do canal da ferida e faz com que o metal seja mais facilmente erodido pelos sucos digestivos, facilitando, assim, a absorção (BASSI *et al.*, 2021). Abutres menores e necrófagos facultativos podem ingerir doses de Pb através de pellets de caças menores não recuperadas, sendo a caça de pequeno porte, como coelhos, esquilos, perdizes e codornizes, crucial para muitas espécies de aves de rapina, ampliando o risco de envenenamento (GANGOSO *et al.*, 2024).

Atualmente, nos países desenvolvidos, as fontes mais relevantes de poluição por Pb foram removidas ou regulamentadas ao longo dos últimos 50 anos, mas a utilização do metal em munições de caça ainda é amplamente permitida (MATEO e KANSTRUP, 2019). O Pb, portanto, é considerado uma das ameaças à conservação mais relevantes para diversas espécies aviárias. Embora políticas para restringir fontes de contaminação tenham sido implantadas, em muitos países e em algumas grandes regiões do mundo não existem projetos para controlar a ameaça. Dentre os motivos apontados para a ausência de medidas, além da falta de prioridade que a toxicidade do Pb representa para o governo, aponta-se que, em alguns locais, há pouca informação sobre os impactos nos ecossistemas causados pelo metal, assim como visto na América do Sul. Sendo assim, contextualizar sobre o problema para a região é oportuno e necessário (PLAZA *et al.*, 2018).

O presente estudo tem como objetivo fornecer uma revisão bibliográfica atual sobre as implicações do envenenamento por chumbo proveniente de atividades cinegéticas e o risco às aves selvagens.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O nosso estudo se fundamentou em uma pesquisa bibliográfica de abrangência mundial realizada entre março e abril de 2024 sobre a contaminação e envenenamento por chumbo em aves nas plataformas de busca Google Scholar, PubMed e Scielo. Utilizamos diferentes combinações dos seguintes termos relevantes sem restrição de ano de publicação: América, aves, Brasil, caça, chumbo, contaminação, envenenamento, intoxicação, metal pesado, munição, vida selvagem.

As bibliografias foram inicialmente selecionadas a partir da leitura exploratória de títulos, resumos e sumários visando encontrar similaridade dos conteúdos abordados com o foco da pesquisa. No presente estudo não foram incluídos materiais cujas questões metodológicas não demonstraram ser diretamente relevantes para o conhecimento atual dos efeitos do chumbo das munições na fauna silvestre.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Pb é um metal de ocorrência natural e relativamente raro quando comparado ao ferro (Fe) e ao alumínio (Al) (NETO *et al.*, 2019). Os níveis de Pb na biota são resultado de várias emissões de atividades antropogênicas de mineração e fundição, além do uso de Pb em produtos, incluindo gasolina com adição de Pb ao longo de muitas décadas (HELANDER *et al.*, 2021). Historicamente, demonstrou-se que a difusão de Pb produzido pelas atividades humanas no ambiente afeta diretamente a vida selvagem. No entanto, as restrições implantadas nas últimas décadas resultaram na situação atual em que fontes contaminantes, especialmente as provenientes de atividades industriais nos países desenvolvidos, são muito limitadas (GANGOSO *et al.*, 2009). Em contrapartida, a contaminação decorrente das atividades cinegéticas elevou em importância considerável nos últimos anos (GANGOSO *et al.*, 2024). Há um reconhecimento mundial crescente da ameaça de exposição ao Pb representada pelas munições tóxicas à base do metal para a vida selvagem e seres humanos (HAMPTON *et al.*, 2023).

As concentrações de Pb são normalmente mais elevadas durante a época de caça em comparação com outras épocas do ano (GANGOSO *et al.*, 2024). Um aumento na exposição ao Pb durante temporadas de caça foi relatado em populações de aves na Europa (ECKE *et al.*, 2017; DESCALZO *et al.*, 2021), África (GARBETT *et al.*, 2018) e América do Norte (BEDROSIAN *et al.*, 2012; LEGAGNEUX *et al.*, 2014; LINDBLOM *et al.*, 2017). Gangoso *et al.* (2009) demonstraram que os abutres egípcios (*Neophron percnopterus*) apresentaram níveis de Pb no sangue significativamente mais elevados durante a época de caça (média geométrica = 93,33, IC 95% = 70,79–123,03, $n = 47$) do que no resto do ano (média geométrica = 28,84, IC 95% = 24,55–34,67, $n = 90$). A meta-análise conduzida por Monclús *et al.* (2020), utilizando dados de dez espécies de aves de rapina europeias, revelou que os níveis de Pb no sangue eram significativamente mais elevados nas aves amostradas durante a época de caça em comparação com aquelas testadas durante a época sem caça.

Em escala global, a principal fonte atual de Pb em aves ocorre pela ingestão, inclusive por meio de fragmentos de munições (PLAZA *et al.*, 2018). Os projéteis de rifle à base de chumbo são projetados para se fragmentarem após o impacto para aumentar a eficácia de matar (KANSTRUP *et al.*, 2016). A ampla dispersão de fragmentos metálicos em carcaças mortas com balas de rifle à base de chumbo foi demonstrada em vários estudos. Hunt *et al.* (2009) descreveram que todas as carcaças em uma amostra de 30 cervos de cauda branca apresentavam fragmentos de metal. Cornatzer *et al.* (2009) demonstraram que 59 de 100 embalagens de carne de veado selecionadas aleatoriamente estavam contaminadas com fragmentos de chumbo, apresentando-se, inclusive, como um risco ao consumo humano. Em termos de quantidade, o risco de exposição ambiental ao chumbo de um animal baleado com

um projétil típico de rifle de chumbo é alto, uma vez que as vísceras são frequentemente deixadas na natureza. Compreende-se, portanto, que um único animal morto pode conter vários gramas de fragmentos de chumbo, variando de tamanhos visíveis a nanopartículas, constituindo, assim, uma dose potencialmente tóxica para vários necrófagos individuais (KOLLANDER *et al.* 2017; KANSTRUP *et al.*, 2019).

O envenenamento por chumbo, particularmente em relação aos necrófagos, tem sido pouco estudado na América do Sul, embora a caça tenha aumentado em alguns países como a Argentina durante as últimas décadas (WIEMEYER *et al.*, 2017). As aves de rapina, entretanto, são predadores de longa vida e distribuídas por grandes áreas geográficas, podendo ser usadas para rastrear tendências espaço-temporais de poluentes, bem como para identificar efeitos adversos (MONCLÚS *et al.*, 2020). Assim, para estimar o impacto real do envenenamento por chumbo como uma ameaça à conservação, as espécies amplamente distribuídas, como aves de rapina, devem ser pesquisadas em diferentes escalas espaciais, tornando-se valiosas como bioindicadores de uma ameaça local ou de grande alcance que possa afetar outras espécies simpátricas com comportamento alimentar semelhante (WIEMEYER *et al.*, 2017).

4 CONCLUSÃO

Em comparação com a Europa e a América do Norte, as poucas publicações sobre contaminação por Pb em aves da América do Sul mostram que este problema tem sido pouco estudado, e que os esforços são relativamente recentes e restritos principalmente ao Brasil e Argentina. Nos estudos realizados na América do Sul, a fonte suspeita de chumbo mais citada e ainda assim raramente confirmada trata-se da poluição gerada pela mineração, combustíveis ou diferentes indústrias. Embora existam mais estudos sobre contaminação por Pb na Argentina e no Brasil, depreende-se que situações semelhantes relacionadas a caça ocorram em todo o continente. A caça troféu, comercial, ilegal e de subsistência aumentou nas últimas décadas na Argentina e em outras regiões da América do Sul. Além dos caçadores estrangeiros, há um número desconhecido de caçadores desportivos e caçadores furtivos locais que perseguem as presas por razões comerciais ou de subsistência. Portanto, o problema pode estar presente, mas não diagnosticado, afetando diversas espécies de aves e necessitando de uma investigação adicional.

REFERÊNCIAS

- BASSI, E.; FACOETTI, R.; FERLONI, M.; PASTORINO, A.; BIANCHI, A.; FEDRIZZI, G.; BERTOLETTI, I.; ANDREOTTI, A. Lead contamination in tissues of large avian scavengers in south-central Europe. **Science of The Total Environment**, v. 778, 2021.
- BEDROSIAN, B.; CRAIGHEAD, D.; CRANDALL, R. Lead exposure in bald eagles from big game hunting, the continental implications and successful mitigation efforts. **PloS One**, v. 7, 2012.
- CORNATZER, W. E.; FOGARTYAND, E. F.; CORNATZER, E. W. Qualitative and quantitative detection of lead bullet fragments in random venison package donated to the community action food center of North Dakota, 2007. *In*: WATSON, R. T.; FULLER, M.; POKRAS, M.; HUNT, G. (Eds). **Ingestion of lead from spent ammunition: implications for wildlife and humans**. The Peregrine Fund: Boise, 2009. pp 154–156.
- DESCALZO, E.; CAMARERO, P. R.; SÁNCHEZ-BARBUDO, I. S.; MARTINEZ-HARO, M.; ORTIZ-SANTALIESTRA, M. E.; MORENO-OPO, R.; MATEO, R. Integrating active

and passive monitoring to assess sublethal effects and mortality from lead poisoning in birds of prey. **Science of The Total Environment**, v. 750, 2021.

ECKE, F.; SINGH, N. J.; ARNEMO, J. M.; BIGNERT, A.; HELANDER, B.; BERGLUND, Å. M. M.; BORG, H.; BRÖJER, C.; HOLM, K.; LANZONE, M.; MILLER, T.; NORDSTRÖM, Å.; RÄIKKÖNEN, J.; RODUSHKIN, I.; ÅGREN, E.; HÖRNFELDT, B. Sublethal lead exposure alters movement behavior in free-ranging golden Eagles. **Environmental Science & Technology**, v. 51, p. 5729-5736, 2017.

GANGOSO, L.; ÁLVAREZ-LLORET, P.; RODRÍGUEZ-NAVARRO, A. A. B.; MATEO, R.; HIRALDO, F.; DONÁZAR, J. A. Long-term effects of lead poisoning on bone mineralization in vultures exposed to ammunition sources. **Environmental Pollution**, v. 157, n. 2, p. 569-574, 2009.

GANGOSO, L.; MATEO, R.; SANTAMARÍA-CERVANTES, C.; GARCÍA-ALFONSO, M.; GIMENO-CASTELLANO, C.; ARRONDO, E.; SERRANO, D.; VAN OVERVELD, T.; DE LA RIVA, M.; CABRERA, M. A.; DONÁZAR, J. A. Blood lead levels in an endangered vulture decline following changes in hunting activity. **Environmental Research**, v. 252, n. 1, 2024.

GARBETT, R.; MAUDE, G.; HANCOCK, D.; KENNY, R.; AMAR, A. Association between hunting and elevated blood lead levels in the critically endangered African white-backed vulture *Gyps africanus*. **Science of The Total Environment**, v. 630, 2018.

HAMPTON, J. O.; COBB, M. L.; TOOP, S. D.; FLESCH, J. S.; HYNDMAN, T. H. Elevated lead exposure in Australian hunting dogs during a deer hunting season. **Environmental Pollution**, v. 323, 2023.

HELANDER, B.; KRONE, O.; RÄIKKÖNEN, J.; SUNDBOM, M.; ÅGREN, E.; BIGNERT, A. Major lead exposure from hunting ammunition in eagles from Sweden. **Science of The Total Environment**, v. 795, 2021.

HUNT, W. G.; WATSON, R. T.; OAKS, J. L.; PARISH, C. N.; BURNHAM, K. K.; TUCKER, R. L. J.; BELTHOFF, J. R.; HART, G. Lead bullet fragments in venison from rifle-killed deer: potential for human dietary exposure. In: WATSON, R. T.; FULLER, M.; POKRAS, M.; HUNT, G. (Eds). **Ingestion of lead from spent ammunition**: implications for wildlife and humans. The Peregrine Fund: Boise, 2009. pp 144–153.

KANSTRUP, N.; BALSBY, T. J. S.; THOMAS, V. G. Efficacy of non-lead rifle ammunition for hunting in Denmark. **European Journal of Wildlife Research**, v. 62, n. 3, p. 333-334, 2016.

KANSTRUP, N.; CHRIÉL, M.; DIETZ, R.; SONDERGAARD, J.; BALSBY, T. J. S.; SONNE, C. Lead and other trace elements in danish birds of prey. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 77, n. 3, p. 359-367, 2019.

KOLLANDER, B.; WIDEMO, F.; ÅGREN, E.; LARSEN, E. H.; LOESCHNER, K. Detection of lead nanoparticles in game meat by single particle ICP-MS following use of lead-containing bullets. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 409, p. 1877–1885, 2017.

LEGAGNEUX, P.; SUFFICE, P.; MESSIER, J. S.; LELIEVRE, F.; TREMBLAY, J. A.; MAISONNEUVE, C.; SAINT-LOUIS, R.; BÉTY, J. High risk of lead contamination for scavengers in an area with high moose hunting success. **PloS One**, v. 9, 2014.

LINDBLOM, R. A.; REICHART, L. M.; MANDERNACK, B. A.; SOLENSKY, M.; SCHOENEBECK, C. W.; REDIG, P. T. Influence of snowfall on blood lead levels of free-flying bald eagles (*Haliaeetus leucocephalus*) in the Upper Mississippi River Valley. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 53, p. 816-823, 2017.

MATEO, R.; KANSTRUP, N. Regulations on lead ammunition adopted in Europe and evidence of compliance. **Ambio**, v. 48, p. 989-998, 2019.

MONCLÚS, L.; SHORE, R. F.; KRONE, O. Lead contamination in raptors in Europe: A systematic review and meta-analysis. **Science of The Total Environmental**, v. 748, 2020.

NETO, M. C. V.; SILVA, T. B. C.; ARAÚJO, V. E.; SOUZA, S. V. C. Lead contamination in food consumed and produced in Brazil: Systematic review and meta-analysis. **Food Research International**, v. 126, 2019.

PAIN, D. J.; MATEO, R.; GREEN, R. E. Effects of lead from ammunition on birds and other wildlife: A review and update. **Ambio**, v. 48, p. 935-953, 2019.

PLAZA, P. I.; UHART, M.; CASELLI, A.; WIEMEYER, G.; LAMBERTUCCI, S. A. A review of lead contamination in South American birds: The need for more research and policy changes. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 4, p. 201-207, 2018.

WIEMEYER, G. M.; PÉREZ, M. A.; BIANCHINI, L. T.; SAMPIETRO, L.; BRAVO, G. F.; JÁCOME, N. L.; ASTORE, V.; LAMBERTUCCI, S. A. Repeated conservation threats across the Americas: high levels of blood and bone lead in the Andean condor widen the problem to a continental scale. **Environmental Pollution**, v. 220, p. 672-679, 2017.