

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
E ZOOTECNIA**

PEDRO ENRIQUE NAVAS-SUÁREZ

**Assessment of health and trauma by
vehicular collisions in wild mammals from
three biomes in Brazil: anthropogenic impacts
on Brazilian biodiversity**

**São Paulo
2022**

PEDRO ENRIQUE NAVAS-SUÁREZ

Assessment of health and trauma by vehicular collisions in wild mammals from three biomes in Brazil: anthropogenic impacts on Brazilian biodiversity

São Paulo
2022

PEDRO ENRIQUE NAVAS-SUÁREZ

Assessment of health and trauma by vehicular collisions in wild mammals from three biomes in Brazil: anthropogenic impacts on Brazilian biodiversity

Thesis submitted to the postgraduate program in Experimental and Comparative Pathology of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of the University of São Paulo to obtain the Doctor's degree in Sciences.

Department:

Pathology

Area:

Comparative and experimental pathology

Advisor:

Prof. José Luiz Catão-Dias, Ph.D.

São Paulo

2022

Total or partial reproduction of this work is permitted for academic purposes with the proper attribution of authorship and ownership of the rights.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T. 4166
FMVZ

Navas-Suárez, Pedro Enrique
Assessment of health and trauma by vehicular collisions in wild mammals from three biomes in Brazil: anthropogenic impacts on Brazilian biodiversity / Pedro Enrique Navas-Suárez. – 2022.
276 f. : il.

Título traduzido: Avaliação do estado sanitário e do trauma em mamíferos selvagens atropelados em rodovias de três biomas do Brasil: impactos antrópicos na biodiversidade brasileira.

Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Patologia, São Paulo, 2022.

Programa de Pós-Graduação: Patologia Experimental e Comparada.
Área de concentração: Patologia Experimental e Comparada.
Orientador: Prof. Dr. José Luiz Catão Dias.

1. Trauma contuso. 2. Conservação. 3. Patologia veterinária. 4. Saúde da vida selvagem. 5. Colisões de veículos de animais selvagens. I. Título.

RESUMO

NAVAS-SUÁREZ, P. E. **Avaliação do estado sanitário e do trauma em mamíferos selvagens atropelados em rodovias de três biomas do Brasil:** impactos antrópicos na biodiversidade brasileira. 2022. 276 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

A mortalidade direta por atropelamento é uma das principais ameaças à vida selvagem relacionada às estradas. No Brasil, a mortalidade anual estimada de animais selvagens nas estradas varia de 14 a 475 milhões de indivíduos. Além disso, o Banco Mundial estima que pelo menos 25 milhões de quilômetros de novas rodovias serão construídas nos próximos 30 anos, principalmente em países em desenvolvimento de regiões tropicais. Assim, espera-se que a mortalidade por atropelamento seja uma séria ameaça à biodiversidade se as estradas não se adequam ambientalmente (por exemplo, cercas, passagens inferiores, viadutos). Simultaneamente, considerando que alguns aspectos sanitários da biodiversidade neotropical ainda precisam ser esclarecidos; o atropelamento apresenta-se como uma excelente fonte oportunista de dados/amostras. Nesse contexto, esta tese de doutorado teve como objetivo ampliar o conhecimento sobre as lesões traumáticas do atropelamento em mamíferos selvagens coletados em três biomas brasileiros; além disso, como contribuição ao conhecimento da saúde dos mamíferos selvagens neotropicals, foram realizados estudos patológicos, moleculares, parasitológicos e toxicológicos. Em síntese, no capítulo 1 é apresentada uma revisão da literatura, que busca contextualizar o desenvolvimento rodoviário no Brasil desde as perspectivas políticas, econômicas e ambientais. A seguir, o capítulo 2 apresenta uma descrição dos padrões topográficos do traumatismo por atropelamento nas diversas espécies estudadas. Por fim, o capítulo 3 é os apêndices detalham os aspectos da saúde. A revisão de literatura sugere que interesses políticos e econômicos foram importantes para que o governo brasileiro optasse pelo desenvolvimento rodoviário em detrimento de outros modais de transporte, como ferrovias e hidrovias. Embora o Brasil tenha uma das redes rodoviárias mais extensas do mundo, a falta de orçamento tornou difícil a manutenção da rede, o que explica a baixa qualidade e a mínima adequação ambiental de algumas estradas. Além disso, a legislação ambiental é relativamente nova, iniciando sua aplicação na década de 80. Atualmente, diversas rodovias

(concessionadas e federais/estaduais) reconhecem seus impactos ambientais e implementaram programas de mitigação e compensação. No entanto, ainda existem projetos rodoviários que podem ser prejudiciais à biodiversidade. Subsequentemente, a compressão biomecânica das lesões por atropelamento ajuda a entender melhor sua distribuição e gravidade. Assim, este autor considera que a descrição e frequência das lesões para cada um dos táxons estudados pode auxiliar os veterinários que realizam o atendimento emergencial de espécimes que permanecem vivos após o traumatismo. Por fim, dentre os principais resultados sobre os aspectos sanitários destacasse a descrição da adiaspiromicose pulmonar, doença fúngica zoonótica negligenciada em duas espécies de tatus, assim como um estudo toxicológico detectando três pesticidas atualmente banidos em algumas espécies de carnívoros selvagens. Este autor acredita firmemente que os resultados aqui apresentados podem ser de grande importância para sensibilizar à sociedade sobre os impactos negativos das estradas sobre a biodiversidade; da mesma forma, do ponto de vista de uma saúde, o uso desses espécimes em programas nacionais ou estaduais de vigilância sanitária pode ser uma notável estratégia.

Palavras-chave: Trauma contuso. Conservação. Patologia Veterinária. Saúde da Vida Selvagem. Atropelamento.

ABSTRACT

NAVAS-SUÁREZ, P. E. **Assessment of health and trauma by vehicular collisions in wild mammals from three biomes in Brazil:** anthropogenic impacts on Brazilian biodiversity. 2022. 276 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Direct mortality from motor vehicle collisions (MVC) is one of the greatest road-related threats to wildlife. In Brazil, the estimated annual wildlife mortality on the road ranges from 14 to 475 million individuals. Furthermore, the World Bank estimates that at least 25 million kilometers of new roads will be built in the next 30 years, mainly in developing countries in tropical regions. Thus, road mortality is expected to be a serious threat to biodiversity if planned and built roads do not implement an environmental program (e.g., fences, underpasses, overpasses). Simultaneously, considering that some health aspects of Neotropical biodiversity still need to be elucidated, MVC is presented as an excellent opportunistic source of data/samples. In this context, this doctoral thesis aimed to expand the knowledge about the MVC-traumatic injuries (MVC-TI) in wild mammals collected in three Brazilian biomes; in addition, as a contribution to the health data of neotropical wild mammals, pathological, molecular, parasitological, and toxicological studies were carried out. Chapter 1 presents a literature review, which seeks to contextualize road development in Brazil from political, economic, and environmental perspectives. Chapter 2 presents a detailed description of the topographical patterns of MVC-TI in the different species of wild mammals studied. Finally, chapter 3 and appendix detail health aspects. The literature review suggests that political and economic interests were important for the Brazilian government to opt for road development over other transport modes, such as railroads and waterways. Although Brazil has one of the most extensive road networks globally, the lack of budget makes it challenging to maintain the network, which explains some roads' low quality and minimal environmental suitability. Furthermore, environmental legislation is relatively new, beginning in the 1980s. Some highways (toll and federal/state) currently recognize their environmental impacts and have implemented mitigation and compensation programs. However, there are still road projects that can be harmful to biodiversity. Subsequently, the biomechanical compression of MVC-TI helps understand the distribution and severity of these injuries.

So, this author considers that the description and frequency of the lesions observed for each taxon studied can help veterinarians who perform emergency care for specimens that remain alive after MVC. Finally, among the main results on health aspects, it is highlighted the description of pulmonary adiaspiromycosis, a neglected zoonotic fungal disease in two armadillo species, and a toxicology study detecting three currently banned pesticides in some wild carnivore species. This author confidently believes that the results presented here can be of great importance to make society aware of the negative impacts of roads on fauna; likewise, from a one health perspective, the use of these specimens in national or state health surveillance programs seems to be a remarkable strategy.

Keywords: Blunt Force Trauma. Conservation. Veterinary Pathology. Wildlife Health. Roadkill.

RESUMEN

NAVAS-SUÁREZ, P. E. **Evaluación del estado sanitario y del trauma por atropello en mamíferos silvestres de tres biomas de Brasil:** impactos antrópicos em la biodiversidad brasileira. 2022. 276 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

La mortalidad directa por atropello es una de las principales amenazas para la vida silvestre relacionadas con las carreteras. En Brasil, la mortalidad anual estimada de animales silvestres en carreteras varía de 14 a 475 millones de individuos. Además, el Banco Mundial estima que serán construidos al menos 25 millones de kilómetros de nuevas carreteras en los próximos 30 años, principalmente en países en desarrollo de regiones tropicales. Por lo tanto, se espera que la mortalidad por atropello sea una amenaza grave para la biodiversidad si las carreteras no son ambientalmente adecuadas (p. ej., vallas, pasos subterráneos, viaductos). Simultáneamente, considerando que algunos aspectos sanitarios de la biodiversidad Neotropical aún deben ser esclarecidos; el atropello se presenta como una excelente fuente oportunista de datos/muestras. En este contexto, esta tesis doctoral tuvo como objetivo ampliar el conocimiento sobre las lesiones traumáticas causadas por atropellos en mamíferos silvestres recolectados en tres biomas brasileños; además, como aporte al conocimiento de la salud de los mamíferos silvestres neotropicales, se realizaron estudios patológicos, moleculares, parasitológicos y toxicológicos. En resumen, el capítulo 1 presenta una revisión de la literatura, que busca contextualizar el desarrollo vial en Brasil desde las perspectivas política, económica y ambiental. A continuación, el capítulo 2 presenta una descripción de los patrones topográficos de las lesiones por atropello en las diferentes especies estudiadas. Finalmente, el capítulo 3 y los apéndices detallan los aspectos sanitarios. La revisión de la literatura sugiere que intereses políticos y económicos fueron importantes para que el gobierno brasileño optara por el desarrollo de carreteras sobre otros modos de transporte, como ferrocarriles y vías fluviales. Aunque Brasil tiene una de las redes viales más extensas del mundo, la falta de presupuesto ha dificultado el mantenimiento de la red, lo que explica la baja calidad y la mínima adecuación ambiental de algunas carreteras. Además, la legislación ambiental es relativamente nueva, comenzando a aplicarse solo en la década de 1980. Actualmente, varias carreteras (concesionadas y

federales/estatales) reconocen sus impactos ambientales y han implementado programas de mitigación y compensación. Sin embargo, aún existen algunos proyectos viales que podrían ser perjudiciales para la biodiversidad. Posteriormente, la comprensión biomecánica de las lesiones por atropello ayuda a comprender mejor su distribución y gravedad. Así, este autor considera que la descripción y frecuencia de lesiones para cada uno de los taxones estudiados puede ayudar a los médicos veterinarios que brindan atención de emergencia a los ejemplares que quedan vivos después del atropello. Finalmente, entre los principales resultados de los aspectos de salud, son destacadas la descripción de la adiaspiromicosis pulmonar, una enfermedad fúngica zoonótica desatendida en dos especies de armadillos, así como, un estudio de toxicología que detectó tres pesticidas actualmente prohibidos en algunas especies de carnívoros salvajes. Este autor cree con confianza que los resultados aquí presentados pueden ser de gran importancia para sensibilizar a la sociedad sobre los impactos negativos de las carreteras sobre la biodiversidad; asimismo, desde el punto de vista de una salud, el uso de estos especímenes en programas de vigilancia sanitaria nacionales o estatales puede ser una estrategia destacable.

Palabras clave: Trauma contuso. Conservación. Patología Veterinaria. Salud de la vida silvestre. Atropello.