Ensaios & Opiniões

Guia de melhores práticas para o aproveitamento científico da herpetofauna atropelada

Paulo Passos[1, 3], Daniel Faustino Gomes[1], Manoela Woitovicz-Cardoso[1], Pedro H. Pinna[1], Cecília Bueno[1, 2]

1 Departamento de Vertebrados, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Quinta da Boa Vista, São Cristóvão, 20940-040 Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

2 Universidade Veiga de Almeida, Campus Tijuca, 20271-901 Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

3 Corresponding author, e-mail: *ppassos@mn.ufrj.br*

DOI: *10.5281/zenodo.13308089*

As rodovias podem auxiliar no desenvolvimento econômico e sociocultural de uma região por facilitarem o intercâmbio entre os centros produtores e consumidores. Considerando as dimensões continentais e o modo de ocupação colonial do território brasileiro a partir de Capitanias Hereditárias, concentradas na região costeira do país, entre outros fatores históricos, a importância da malha rodoviária se exacerbou. O país utiliza as rodovias como principal via para o escoamento de sua produção, quer seja de "*commodities*" direcionadas aos centros urbanos industrializados e zonas portuárias na costa ou de produtos manufaturados para abastecimento de áreas mais continentais (Forman et al., 2003). No entanto, as estradas também constituem barreiras à dispersão ou, mais frequentemente, atuam como elementos de fragmentação direta na distribuição de muitas espécies de vertebrados, impactando tanto espécies de hábitos florestais (Fraga et al., 2022), quanto táxons que habitam outros tipos de paisagens naturais não florestais (Martin et al., 2022), uma vez que muitas estradas atravessam remanescentes da vegetação nativa em áreas legais de preservação, tais como reservas e parques nacionais (Maschio et al., 2016; Gomes et al., 2023). Ademais, a crescente demanda para expansão da malha rodoviária com vistas ao incremento da conectividade entre áreas de produção e comercialização e o incentivo gover-

namental, por meio de isenções fiscais e publicidade, relacionados à renovação periódica da frota automobilística, são responsáveis, direta ou indiretamente, pelo aumento exponencial de mortes de vertebrados nas estradas brasileiras, gerando uma grande pressão sobre a conservação de determinadas espécies ou populações locais.

As estradas, de maneira geral, são uma das principais fontes de mortalidade de vida silvestre no mundo, causando diversos impactos, tais como: perda de hábitat por degradação e fragmentação, redução do fluxo gênico entre populações isoladas, perda de diversidade genética populacional, diminuição da aptidão física de indivíduos e aumento do risco de extinção de populações locais. Consequentemente, as estradas afetam diretamente a dinâmica ecológica e evolutiva, reduzindo o tamanho efetivo da população e distorcendo as razões sexuais ou impactando determinadas classes etárias mais severamente (Forman et al., 2003; Coffin, 2007; Balkenhol & Waits, 2009; Maynard et al., 2016; Gonçalves et al., 2017; Martin et al., 2022). Grupos taxonômicos diversos são afetados por atropelamentos em todo o mundo, incluindo mamíferos (Clarke et al., 1998; Oliveira & Bueno, 2022), aves (Erritzoe et al., 2003; Bueno et al., 2023), répteis (Aresco, 2005; Shepard et al., 2008), anfíbios (Fahrig et al., 1995; Hels & Buchwald, 2001; Glista et al., 2008) e invertebrados (Seibert & Conover, 1991; Mckenna et al., 2001). Nas rodovias dos EUA, estima-se que aproximadamente um milhão de vertebrados sejam mortos a cada dia e que mais de 100 milhões de serpentes sejam vítimas de atropelamentos todo ano (Lalo, 1987). De modo similar, nas estradas australianas, estima-se que 5,5 milhões de répteis e anfíbios morrem anualmente (Rosen & Lowe, 1994). Considerando as dimensões e características do sistema rodoviário brasileiro e a diversidade e riqueza de espécies nativas, é provável que níveis semelhantes ou maiores de impactos ocorram no Brasil (Casella et al., 2006; Boyle et al., 2019). Para algumas espécies e regiões, as colisões entre veículos e animais atuam como uma fonte significativa de mortalidade direta, sendo que estudos relatam taxas de mortalidade suficientes para causar (isoladamente ou em combinação com outros fatores) declínios populacionais (Boarman & Sazaki, 2006; Ciarniello et al., 2007). Embora a maioria dos atropelamentos seja provavelmente acidental, alguns motoristas visam o atropelamento intencional por aversão a certos animais (*e.g.*, serpentes e lagartos ápodos) (Beckmann & Shine, 2012; Secco et al., 2014).

Embora a ecologia de estradas seja um tópico de interesse recente (Rosa & Bager, 2013; Pereira et al., 2017; Fraga et al., 2022; Martin et al., 2022), sobretudo no Novo Mundo, a visibilidade des-

te tema tem aumentado rapidamente, com a conscientização pública sobre a relevância do tema para a proteção das populações de animais silvestres (Attademo et al., 2011). A vulnerabilidade dos animais à mortalidade nas estradas se dá pela interação de fatores extrínsecos espaço-temporais (*e.g.*, tipos de habitats e estações do ano) e intrínsecos (*e.g.*, padrões de atividade, termorregulação e forrageamento, condição reprodutiva e estilo de vida). A interação desses fatores, por sua vez, cria concentrações espaciais não aleatórias (isto é, *hotspots*) e concentrações temporais (*hot moments*) da mortalidade nas estradas (Sosa & Schalk, 2016), além das condições ambientais e fatores históricos que afetam o comportamento de vagilidade e dispersão dos animais (Whitmee & Orme, 2013). Apesar de serem sub-representados na literatura sobre ecologia de estradas (Gunson et al., 2011; Popp & Boyle, 2017), anfíbios e "répteis" são particularmente impactados devido a diversos fatores ligados ao comportamento de termorregulação e, em muitos casos, aos picos de atividade sazonal concentrados em determinadas épocas do ano (Jochimsen et al., 2014; Andrews et al., 2015; D'Amico et al., 2015; Schalk & Saenz, 2016). Particularmente nas serpentes, alguns atributos de sua história de vida, tais como comportamento críptico e padrões irregulares de atividade, dificultam a avaliação das tendências populacionais e a inferência do estado de conservação ou mitigação de ameaças causadas por atropelamentos (Durso et al., 2011), configurando-se um desafio à implementação de estratégias viáveis de conservação direcionadas a este grupo em particular.

O presente ensaio tem o intuito de orientar os responsáveis por coleções científicas, didáticas e/ou expositivas sobre possibilidades e parâmetros recomendáveis para o melhor aproveitamento da herpetofauna oriunda de atropelamentos em rodovias ao longo do país, visto que a preservação ou preparação deste material demanda cuidados específicos que não são, necessariamente, os mesmo dos exemplares preservados e preparados logo após sua morte em função de atividades de coleta intencional. Ainda, muito do material que chega em coleções brasileiras em acelerado grau de decomposição é muitas vezes prontamente descartado sem maiores reflexões, sobretudo se partes importantes dos animais forem afetadas de maneira definitiva (*e.g.*, cabeça e região abdominal) ou por tratar-se de espécies comuns e amplamente representadas localmente no acervo. No caso da herpetofauna atropelada, o tempo de coleta após a morte do animal, o volume de tráfego no trecho da estrada onde ocorreu o atropelamento, os regimes de temperatura e umidade locais, o método de coleta e a forma de armazenamento até a chegada do material ao laboratório influenciam deci-

sivamente na qualidade de preservação das carcaças e, consequentemente, nas possibilidades de aproveitamento dos exemplares. Desse modo, é importante ter à disposição protocolos de tratamento do material e sua melhor destinação em função de seu estado de preservação, além de ter em perspectiva outras destinações menos ortodoxas (*e.g.*, material taxidermizado artisticamente para fins didáticos e/ou expositivos; veja abaixo). A experiência para elaboração deste guia é fruto de três projetos longevos, visando o monitoramento da fauna atropelada na rodovia BR-040 (trecho compreendido entre Rio de Janeiro, RJ e Juiz de Fora, MG), rodovia RJ-122 (trecho compreendido entre Guapimirim e Cachoeiras de Macacu, RJ) e do Parque Nacional da Tijuca (PNT, no município do Rio de Janeiro, RJ), com destinação final para o Setor de Herpetologia do Museu Nacional/UFRJ. O projeto mais antigo foi implementado em 2006 e compreende o estudo pioneiro no monitoramento de animais atropelados no estado do Rio de Janeiro, realizado em parceria com a concessionária CONCER < *https://www.concer.com.br*> na BR-040 (veja Costa et al., 2022; Oliveira & Bueno, 2022; Bueno et al., 2023; Gomes et al., 2023). As carcaças recolhidas na BR-040 estão de acordo com a Licença de Operação nº 1187/2013 e a Autorização de Captura, Coleta e Transporte de material biológico – Abio (1ª Renovação e 3ª Retificadora) nº 514/2014. Na rodovia RJ-122, o projeto foi implementado em 2016 e as coletas das carcaças são realizadas em parceria com a ONG SOS Vida Silvestre < *https://www.sosvida-silvestre.com.br*/> (Fig. 1). No Parque Nacional da Tijuca o projeto foi implementado em 2013 e a coleta é realizada pelos funcionários e analistas ambientais nas estradas que atravessam a Unidade de Conservação (Fig. 2). Todos os projetos seguem em vigência até o momento de encaminhamento deste ensaio (07 de março de 2024), contemplando um total de 3.168 exemplares de anfíbios e répteis registrados em ocorrências de atropelamentos e identificados até o menor nível taxonômico possível. Destes registros, 474 exemplares foram preservados nas coleções do Museu Nacional, sendo 348 espécimes provenientes da BR-040, 68 espécimes da RJ-122 e 58 espécimes do PNT.

Na rodovia BR-040, o monitoramento foi realizado ao longo de toda semana por 24h/dia e na rodovia RJ-122 três vezes por semana por 06h/dia. Para cada registro realizado, um formulário de campo foi preenchido com os seguintes dados: coordenada geográfica, quilometragem, sentido, local na pista, sexo, grupo taxonômico do animal atropelado, velocidade máxima permitida no trecho, clima para o dia da coleta, presença de água na proximidade e vegetação do ambiente. O material oriundo da rodovia BR-040 foi levado diretamente ao Setor de Herpetologia

do Museu Nacional para identificação e destinação final, salvo durante finais de semana e feriados, quando o mesmo é congelado. O material proveniente da rodovia RJ-122 e do PNT foi congelado e depois transportado ao laboratório para avaliação e destinação.

Após a chegada do material ao Museu Nacional, os exemplares foram determinados ao menor nível taxonômico possível por especialistas a partir da literatura pertinente, assim como por meio de comparação direta com os exemplares preservados nas coleções de anfíbios e répteis do Setor de Herpetologia. Depois da avaliação do estado de preservação de cada carcaça, a identificação precisa se configura como etapa mais relevante para avaliar a destinação final do material. Cada exemplar tem quatro destinos possíveis (Fig. 3): descarte (somente em caso de exemplares extremamente danificados); preparação para a coleção didática [caso de exemplares que estejam muito danificados não mantendo a integridade corporal, dificultando a sua identificação específica ou mesmo genérica e, consequentemente, reduzindo o seu valor científico (*e.g.*, identificações *incertae sedis* ao nível de família ou gênero), mas ainda apresentando algumas partes melhor preservadas, tais como hemipênis, algumas vísceras (*e.g.*, coração) ou vértebras]; preparação para a coleção científica (caso mantenham a integridade corporal parcialmente ou totalmente preservada); ou preparação para o acervo expositivo (caso apresentem a integridade corporal totalmente preservada e exista uma demanda expositiva na instituição, sem prejuízo às demandas da coleção científica).

Tomada a decisão sobre a destinação final do material, as carcaças não aproveitadas são descartadas e devem seguir o manejo de resíduos biológicos da instituição (i.e., coleta periódica de lixo extraordinário ou incineração; em ambos casos, é recomendado o congelamento temporário do material até que o mesmo possa ser processado). O material a ser aproveitado nas coleções segue o seguinte fluxo de trabalho: (i) descongelamento (quando aplicável), (ii) retirada de amostras de tecido para análises de ADN. As amostras são colhidas da musculatura axial (no caso das serpentes e anfisbenas) ou das coxas (no caso de anfíbios, lagartos, tartarugas e jacarés), em lugar de tomar amostras de partes das vísceras (*e.g.*, fígado) ou sangue, como usualmente realizado a partir de material fresco. Tais amostras são preservadas em Etanol (C_2H_6O) 96–100°GL e guardadas em criotubos adequados a sua manutenção em ultracongeladores (-80°C). Esta etapa é fundamental, pois a degradação ou contaminação das vísceras é muito frequente e a retirada de tecidos musculares não expostos (*e.g.*, amostras da musculatura hepaxial em serpentes) potencializa a viabilidade/longevidade

futura da amostra, assim como a retirada de um volume maior de amostras de um mesmo indivíduo, mesmo em exemplares de pequeno porte. Esta afirmação é derivada de estudo onde a retirada de mais de 200 amostras de tecido de serpentes atropeladas resultou em uma taxa de sucesso nas extrações de ADN de aproximadamente 90%, níveis estes muito próximos aos geralmente alcançados em extrações realizadas por meio de amostras processadas logo após a morte dos exemplares a partir de material coletado por pesquisadores e preservado em diversas coleções científicas brasileiras (P. Passos, observação pessoal). Depois da retirada de amostras de tecido, no caso de exemplares íntegros, mas que passaram por congelamento ou que apresentam algum grau de decomposição aparente (*e.g.*, determinados pelo odor nauseabundo ou consistência corporal flácida na região ventral do meio do corpo), recomendamos o passo seguinte, opcional: (iii) lavagem dos exemplares com detergente neutro de cozinha ou, quando disponível, de uso veterinário, visando a redução de contaminação por patógenos (principalmente fungos) ou sujidades variadas. Em casos de animais de médio/grande porte e/ou que apresentem estágio mais avançado de decomposição, recomendamos a fixação a partir do uso de formalina tamponado (CH_2O), com 20% de concentração (i.e., solução com 7,4% de formoaldeído, se considerada a concentração desse aldeído em seu estado líquido, ou seja a 37% de concentração). Para os laboratórios que recebem frequentemente animais atropelados é recomendável que disponham de toneis com a formalina previamente diluída também nesta concentração, com o intuito de agilizar o processo e minimizar eventuais esquecimentos de colaboradores eventuais da coleção e a aplicação inadvertida de formalina diluída a 10% (concentração que é utilizada mais usualmente para a fixação de animais frescos). Além disso, caso os exemplares sejam machos, é aconselhável que ao menos um dos hemipênis seja extraído e evertido a partir do material fresco ou descongelado, preparado e fixado por imersão direta na solução de formalina. O material fixado deve ficar imerso em solução de formalina a 10% por cerca de duas semanas, a depender do tamanho dos exemplares e estado de conservação do material recebido. Durante este período é importante notar se ocorreu propagação de fungos, pois algumas espécies de fungos são resistentes ao formol (*e.g.*, *Aspergillus* spp.). Caso seja identificado algum nível de propagação de fungos visível macroscopicamente, recomenda-se nova lavagem com detergente neutro e a manutenção final do indivíduo em solução de Etanol 70% com adição de Timol ($C_{10}H_{14}O$). Quando o material chega muito fragmentado/fragilizado, mas apresenta valor científico, **(iv)** recomendamos a retirada de amostras de

tecido muscular (como descrito acima, preservados em etanol), assim como de vísceras expostas que mantenham sua integridade aparente (*e.g.*, coração, trato reprodutivo ou mesmo o conteúdo alimentar, caso o estômago não tenha extravasado, fixados em formalina 20%) e "fixação" do restante da carcaça em solução de etanol 96ºGL. A preservação do material em etanol visa, posteriormente, a preparação osteológica através da maceração biológica por meio da ação de larvas de besouros do gênero *Dermestes* spp., ou mesmo por maceração mecânica (*e.g.*, dissecção seguida de fervura com detergente neutro) ou química [*e.g.*, imersão em peróxido de hidrogênio [H_2O_2 10 volumes ou hipoclorito de sódio (NaClO + H_2O)]. No caso de serpentes de grande porte, que podem sofrer desarticulações ao longo do pós-crânio durante o processo, é recomendável a passagem de uma linha de polietileno através da coluna vertebral e a separação de segmentos em intervalos de 20 ou 30 vértebras, dependendo do porte do animal, visando a ordenação para estudo ou montagem futura do esqueleto. Depois de limpos, os ossos podem ser numerados. Para evitar a marcação irreversível do material, sugere-se que seja pintada uma pequena seção do osso com esmalte para unhas de cor branco fosco, sobre a qual o acrônimo da coleção e o número de tombo devem ser escritos com caneta nanquim, sendo a seguir cobertos com esmalte de unha incolor. Os ossos deverão ser guardados em recipientes plásticos ou de papelão e devidamente rotulados. Caso o material esteja parcialmente degradado (*e.g.*, com rompimento da cavidade abdominal e grande extravasamento visceral), pode se proceder à dissecção da anatomia visceral do indivíduo, buscando preservar as principais vísceras (veja acima), assim como parasitas presentes nos tratos respiratório (*e.g.*, pentastomídeos fixados em etanol 96ºGL) ou digestório (veja Auricchio et al., 2014 sobre formas de coleta e preparação recomendadas para os parasitas gastrointestinais). É importante notar a presença também de ectoparasitas que devem ser preservados, os quais podem até se encontrar misturados com partes internas do animal em função da perda de integridade corporal e movimentação de tecidos durante os atropelamentos. Outra possibilidade, quando da chegada de material de grande porte demonstrando preservação de sua integridade corporal, **(v)** é a destinação final para fins expositivos (Fig. 4). Recomenda-se, porém, o registro de todos os dados biométricos possíveis antes da intervenção no material e o máximo aproveitamento possível da anatomia visceral e esqueleto do animal para fins científicos, os quais podem ser incorporados às coleções (Fig. 5). Nestes casos, a preservação de um único indivíduo potencializa e enriquece muito a informação anatômica disponível na coleção científica (veja abaixo), além

de cumprir uma função de extensão ao compor um acervo expositivo permanente ou itinerante da instituição. O esqueleto do animal também pode ser montado de maneira articulada e, desse modo, potencializar sua utilidade tanto para fins expositivos quanto científicos, sobretudo no caso de exemplares de grande porte que podem ser estudados também a partir do esqueleto articulado (*e.g.*, serpentes da Família Boidae).

As coleções de biodiversidade historicamente compreendem a preservação de objetos físicos, seus dados e a infraestrutura associada para suportar o acesso dos pesquisadores ao estudo desses objetos. No entanto, nas duas últimas décadas testemunhamos uma notável onda de digitalização, que reformulou o paradigma sobre o uso das coleções de história natural ao incorporar dados e infraestrutura digital, abrindo novas possibilidades para pesquisa biológica integrada (Holmes et al., 2016; Ellwood et al., 2020; Hedrick et al., 2020; Lendemer et al., 2020). A preservação de um único espécime em coleção atualmente permite acesso a várias fontes de dados complementares disponíveis antes ou depois de sua catalogação (*e.g.*, coordenadas geográficas, elevação, coloração do corpo e da íris em vida, morfologia externa, morfologia interna através de equipamentos para obtenção de imagens em alta resolução (como raios-x ou tomógrafos), amostras de ADN para aplicações em estudos sistemáticos ou genômicos, notas de campo com dados etológicos, variáveis ambientais tomadas de micro-habitat onde os exemplares foram encontrados etc.). Nestes casos em que existem ampliações do conjunto original de dados derivados de preparações distintas de um espécime, podemos aplicar o conceito de espécime estendido (*sensu* Webster, 2017), "uma constelação de preparações de espécimes e tipos de dados que, conjuntamente, capturam o fenótipo multidimensional mais amplo de um indivíduo, assim como o genótipo subjacente e a comunidade biológica onde o mesmo foi amostrado". Ao considerarmos o universo de aproveitamento de dados descritos acima e derivados da fauna atropelada para fins de ensino, pesquisa e extensão, estamos totalmente alinhados ao conceito de espécime estendido como originalmente concebido. De fato, a digitalização de bancos de dados provenientes de fontes distintas facilita a democratização da pesquisa baseada em coleções científicas e constitui um passo importante para viabilizar estudos de síntese envolvendo a avaliação de potenciais impactos das mudanças climáticas, alterações históricas no uso da terra, potenciais invasões de espécies exóticas e o padrão atual de ameaças de extinção das espécies nativas. Além disso, ela permite a mineração de dados de espécimes da mesma maneira que exploramos genomas de organismos ou mesmo plataformas públicas com o mo-

nitoramento de variáveis ambientais de diferentes regiões do planeta (Hedrick et al., 2020). Não obstante, o conceito de espécime estendido não implica, necessariamente, que este exemplar seja digitalizado no exato momento de sua catalogação ou preparação (ou mesmo posteriormente), o que pode ser oneroso do ponto de vista do consumo de tempo computacional ou de pessoal diretamente implicado no processamento do material, dependendo do fluxo de trabalho e forma de organização dos metadados em cada instituição. Portanto, recomendamos aqui que todos os dados sejam preservados seguindo a lógica de aproveitamento máximo proporcionado por cada exemplar, de acordo com o conceito de espécime estendido (sensu Webster, 2017). O referido material pode ser incluído no processo de digitalização da instituição futuramente, caso seus atributos preservem condições mínimas necessárias para aplicação de técnicas específicas para geração de imagens em alta resolução (*e.g.*, microtomografia, ressonância magnética, histologia acoplada à captação de imagens, etc.). O protocolo para aproveitamento de material proposto aqui permite ampliar a utilidade dos espécimes para fins menos ortodoxos e, geralmente, mais negligenciados, como aqueles de natureza extensionista e didática, sem que implique em perda significativa das principais informações científicas passíveis de preservação e registro (Fig. 5). A adoção desta prática permite também que abordagens invasivas sejam evitadas em grande parte dos exemplares íntegros da coleção científica—sobretudo aquelas abordagens que danificam muito o material e reduzem sua longevidade—visto que proporciona o acesso aos sistemas de caracteres internos, cujas preparações causam maior dano aos exemplares (*e.g.*, coleta de parasitas pulmonares, preparação do esqueleto axial, exame histológico do trato reprodutivo e de conteúdos estomacais). Por fim, é importante deixar documentada imagens dos exemplares quando chegam, de modo que pesquisadores futuros possam verificar a identificação realizada quando da chegada do material, partindo da premissa que toda identificação posterior à descrição de uma espécie é uma hipótese sujeita a teste.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer aos taxidermistas Tomás Capdeville e Carlos Caetano pelo auxílio no processamento do exemplar ilustrado na Figura 4, cuja pele foi destinada para taxidermia artística, enquanto a carcaça foi destinada para preparação do esqueleto articulado no Laboratório de Taxidermia do Museu Nacional.

REFERÊNCIAS

Andrews K., Langen, T.A., Struijk, R.P.J.H. 2015. Reptiles: overlooked but often at risk from roads. Pp. 271-280 in van der Ree R., Smith D.J., Grilo C. (eds), Handbook of Road Ecology. Whiley. Chichester. doi:10.1002/9781118568170.ch32

Aresco M.J. 2005. Mitigation measures to reduce highway mortality of turtles and other herpetofauna at a North Florida lake. *Journal of Wildlife Management* 69:549–560. doi:*10.2193/0022-541X(2005)069[0549:MMTRHM]2.0.CO;2*

Attademo A.M., Peltzer P.M., Lajmanovich R.C., Elberg G., Junges C., Sanchez L.C., Basso A. 2011. Wildlife vertebrate mortality in roads from Santa Fé Province, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidade* 82:915–925.

Auricchio P., Catenacci L.S., Santos K.R., Britto F.B. 2014. A protocol for the use of roadkill or stranded animals as material for research and teaching. *Sitientibus, Série Ciências Biológicas* 14:1–6. doi:*10.13102/scb237*

Balkenhol N., Waits L.P. 2009. Molecular road ecology: exploring the potential of genetics for investigating transportation impacts on wildlife. *Molecular Ecology* 18:4151-4164. doi:*10.1111/j.1365-294X.2009.04322.x*

Beckmann C., Shine R. 2012. Do drivers intentionally target wildlife on roads? *Austral Ecology*, 37:629–632. doi:*10.1111/j.1442-9993.2011.02329.x*

Boarman W.I., Sazaki M. 2006. A highway's road effects zone for desert tortoises (*Gopherus agassizii*). *Journal Arid environment*, 65:94–101. doi:*10.1016/j.jaridenv.2005.06.020*

Boyle S.P., Dillon R., Litzugus J.D., Lesbarrères, D. 2019. Desiccation of herpetofauna on roadway exclusion fencing. *The Canadian Field-Naturalist*, 133:41–47. doi:*10.22621/cfn.v133i1.2076*

Bueno C., Brito G.R.R., Firme D.H., Figueira D.M., Ferreira M.S. 2023. A 10-year collection of road-killed avifauna in a stretch of the BR-040 highway in southeastern Brazil. *Neotropical Biodiversity* 9:38–44. doi:*10.1080/23766808.2023.2166270*

Casella J., Cáceres N.C., Paranhos-filho, A.C. 2006. Uso de sensoriamento remoto e análise espacial na interpretação de atropelamentos de fauna entre Campo Grande e Aquiduana, MS. Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Embrapa.

Ciarniello L.M., Boyce M.S., Heard D.C., Seip D.R. 2007. Components of grizzly bear habitat selection: density, habitats, roads and mortality risk. *Journal Wildlife Manage* 71:1446–1457. doi:*10.1016/j.jtrangeo.2006.11.006*

Clarke G.P., Whiteand P.C.L., Harris, S. 1998. Effects of road on badger Meles meles population in South-west England. *Biological Conservation*, 86:117–124.

Coffin A.W. 2007. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography* 15:396–406.

Costa I.M.C., Ferreira A.S., Mourão C.L.B., Bueno C. 2022. Spatial patterns of carnivore roadkill in high-traffic-volume highway in the endangered Brazilian Atlantic Forest. *Mammalian Biology* 102:477–487. doi:*10.1007/s42991-022-00247-1*

D'Amico M., Ramán J., Reys L., Revilla L. 2015. Vertebrate road-kill patterns in Mediterranean habitats: who, when and where. *Biological Conservation* 191:234–242. doi:*10.1016/j.biocon.2015.06.010*

Durso A.M., Willson J.D., Winne C.T. 2011. Needles in haystacks: estimating detection probability and occupancy of rare and cryptic snakes. *Biological Conservation*, 144(5):1508–1515. doi:*10.1016/j.biocon.2011.01.020*

Ellwood E.R., Sessa J.A., Abraham J.R., Budden A.E., Douglas N., Guralnick R., ... Monfils A.K. 2020. Biodiversity science and the Twenty-First Century workforce, 70 *BioScience* 70:119–121. doi:*10.1093/biosci/biz147*

Erritzoe J., Mazgajski T.D., Rejt, L. 2003. Bird casualties on European roads. *Acta Ornithologica* 28:77–93. doi:*10.3161/068.038.0204*

Fahrig L., Pedlar J.H., Pope S.E., Taylor P.D., Wegner J.F. 1995. Effects of road traffic on amphibians' density. *Biological Conservation* 73:177–182. doi:*10.1016/0006-3207(94)00102-V*

Forman T.T.R., Sperling D., Bissonette J.A., Clevenger A.P., Gutshall C.D., Dale V.H, ... Winter T.C. 2003. Road Ecology: Science and Solutions. Island Press, Washington, D.C.

Fraga L.P., Maciel S., Zimbres B.Q.C., Carvalho P.J., Brandão R.A., Rocha C.R. 2022. Differences in wildlife roadkill related to landscape fragmentation in central Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 94:e202200041. doi: *10.1590/0001-3765202220220041*

Glista D.J., De Vault T.L., Dewoody J.A. 2008. Vertebrate road mortality

predominantly impacts amphibians. *Herpetological Conservation Biology* 3:77–87.

Gomes D.F., Bueno C., Pinna P.H., Woitovicz-Cardoso M., Passos P. 2023. March or die: road-killed herpetofauna along BR-040 highway, an ancient road on the Atlantic Forest from Southeastern Brazil. *Biota Neotropica* 23(2):e202211454.

Gonçalves L.O., Alvares D.J., Teixeira F.Z., Schuck G., Coelho I.P., Esperandio I.B., ... Kindel A. 2017. Reptile road-kills in southern Brazil: composition, hot moments and hot spots. *Science of the Total Environment* 615:1438–1445. doi:*10.1016/j.scitotenv.2017.09.053*

Gunson, K.E., Mountrakis, G., Quackenbush, L.J. 2011. Spatial wildlife-vehicle collison models: A review of current work and its application to trasnportation mitigation projects. *Journal of Environmental Management* 92:1074–1082. doi:*10.1016/j.jenvman.2010.11.027*

Hedrick B.P., Heberling J.M., Meineke E.K., Turner K.G., Grassa C.J., Park D.S., ... Davis C.C. 2020. Digitalization and future of natural history collections. *BioScience* 70:243–251. doi:*10.1093/biosci/biz163*

Hels T., Buchwald E. 2001. The effects of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation* 14:113–128. doi:*10.1016/S0006-3207(00)00215-9*

Holmes M.W., Hammond T.T., Wogan G.O.U., Walsh R.E., La Barbera K., Wommack E.A., ... Nachman M.W. 2016. Natural history collections as windows on evolutionary processes. *Molecular Ecology* 25:864–881. doi: *10.1111/mec.1352*

Jochimsen D.M., Peterson C.R., Harmon L.J. 2014. Influence of ecology and landscape on snake road mortality in a sagebrush-steppe ecosystem. *Animal Conservation* 17:583–592. doi:*10.1111/acv.12125*

Lalo J. 1987. The problem of roadkill. *American Forests* 50:50–52.

Lendemer J., Thiers B., Monfils A.K., Zaspel J. Ellwood E.R., Bentley A., ... Aime C. 2020. The extended specimen network: a strategy to enhance US biodiversity collections, promote research and education. *BioScinece* 70:23–30. doi: *10.1093/biosci/biz140*

Martin S.A., Peterman W.E., Lipps Jr. G.J., Gibbs H.L. 2022. Inferring population connectivity in eastern massasauga rattlesnakes (*Sistrurus catenatus*) using landscape genetics. *Ecological*

Applications 33:e2793. doi:*10.1002/eap.2793*

Maschio G.F, Santos-Costa M.C., Prudente A.L.C. 2016. Road-kills of snakes in a Tropical Rainforest in the Central Amazon Basin, Brazil. *South American Journal of Herpetology* 11:46–53. doi:*10.2994/SAJH-D-15-00026.1*

Maynard R.J., Aall N.C., Saenz D., Hamilton P.S., Kwiatkowski M.A. 2016. Road-edge effects on herpetofauna in lowland Amazonian rainforest. *Tropical Conservation Science* 9:251–277. doi:*10.1177/194008291600900114*

Mckenna D., Mackenna K., Malcon S., Berenbaum M. 2001. Mortality of lepidoptera along roadways in central Illinois. *Journal of Lepidoptera Society* 55:63–68.

Oliveira M.B., Bueno C. 2022. Spatial and temporal distribution of bat mortality on a highway in southeast Brazil. *Therya* 13:1–9. doi:*10.12933/therya-22-2104*

Pereira A.N., Calabuig C., Wachlevski. 2017. Less impact or simply neglected? Anuran mortality on roads in the Brazilian semiarid zone. *Journal of Arid Environments* 150:28–33. doi:*10.1016/j.jaridenv.2017.11.015*

Popp J.N., Boyle, S.P. 2017. Railroad ecology: underrepresented in science? *Basic and Applied Ecology* 19:84–93. doi:*10.1016/j.baae.2016.11.006*

Rosa C.A., Bager, A. 2013. Review of factors underlying the mechanisms and effects of roads on vertebrates. *Oecologia Australis* 1:6–19. doi:*10.4257/oeco.2013.1701.02*

Rosen P.C., Lowe C.H. 1994. Highway mortality of snakes in the Sonoran Desert of southern Arizona. *Biological Conservation*, 68:143–148.

Schalk C.M., Saenz D. 2016. Environmental drivers of anuran calling phenology in a seasonal neotropical ecosystem. *Austral ecology*, 4:16–27. doi:*10.1111/aec.12281*

Secco H., Ratton P., Castro E., Lucas P.S., Bager, A. 2014. Intentional snake road-kill: a case study using fake snakes on a Brazilian road. *Tropical Conservation Science*, 7:561–571. doi:*10.1177/194008291400700*3

Seibert H., Conover J.H. 1991. Mortality of vertebrates and invertebrates on Athens County, Ohio, Highway. O*hio Journal of Science*, 91:163–166.

Shepard D.B., Dreslik M.J., Jellen B.C., Phillips C.A. 2008. Reptile road mor-

tality around an Oasis in the Illinois Corn Desert with emphasis on the endangered eastn Massasauga. *Copeia* 2008:350–359. doi:*10.1643/CE-06-276*

Sosa R., Schalk C.M. 2016. Seasonal activity and species habitat guilds influence road-kill patterns of neotropical snake. *Tropical Conservation Science* 9:1–12. doi:*10.1177/1940082916679662*

Webster M.S. 2017. The Extended Specimen: Emerging Frontiers in Collections-Based Ornithological Research. CRC Press, Malabar.

Whitmee S., Orme C.D.L. 2013. Predicting dispersal distance in mammals: a trait-based approach. *Journal of Animal Ecology* 82:211–221. doi:*10.1111/j.1365-2656.2012.02030.x*

Zamudio K.R., Kellner A., Serejo C., Britto M.R., Castro C.B., Buckup P.A., ... Rocha L.A. 2018. Lack of Science support fails Brazil. *Science* 361:1322–1323. doi:*10.1126/science.aav3296*

Editores: *Julio Cesar Moura Leite, Luciana Barreto Nascimento, Teresa C. S. Ávila-Pires.*

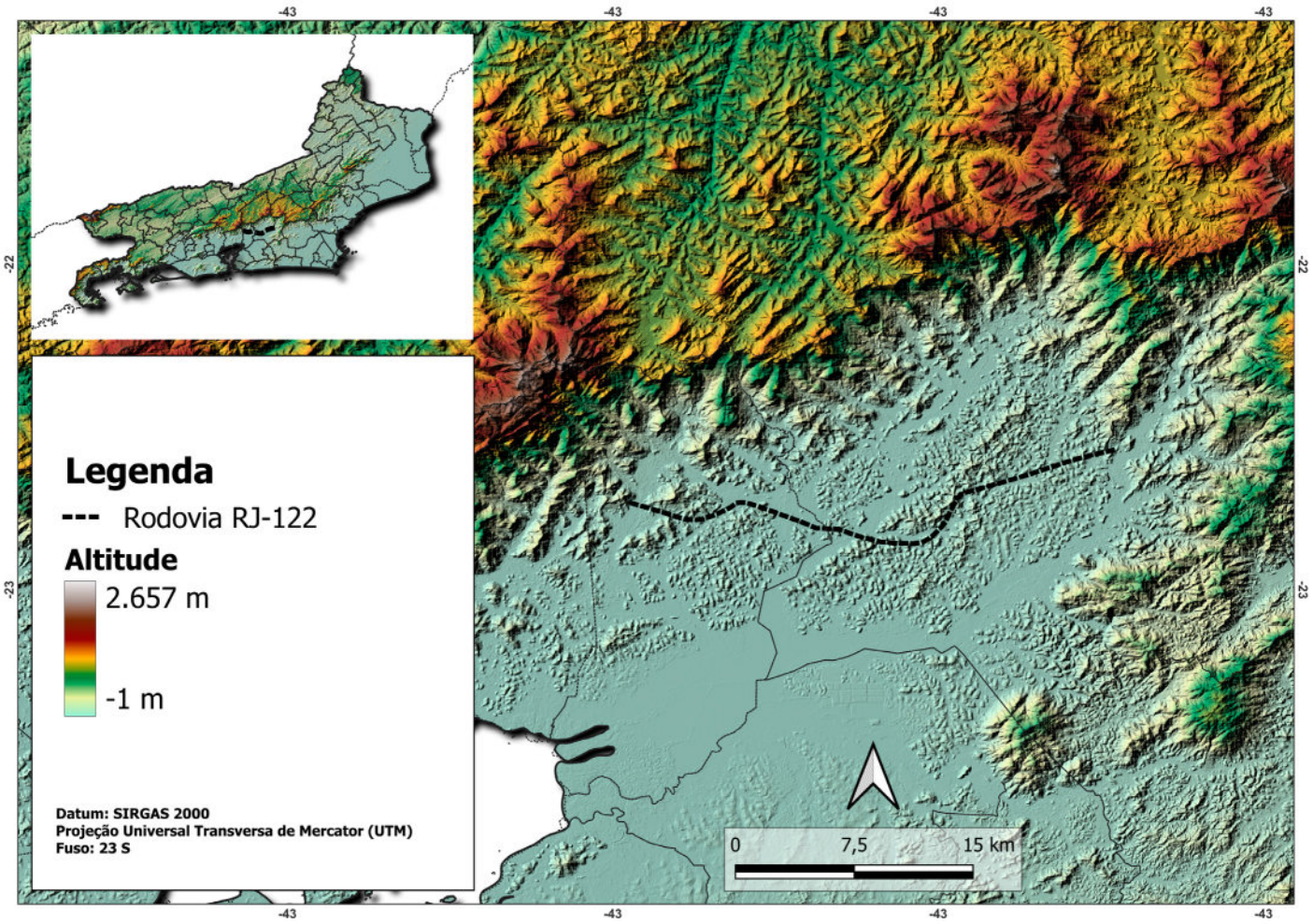

Figura 1. Mapa detalhando os trechos compreendidos pelos projetos de recolhimento da fauna atropelada na rodovia RJ-122, trecho entre os municípios de Guapimirim e Cachoeiras de Macacu, estado do Rio de Janeiro, Brasil.

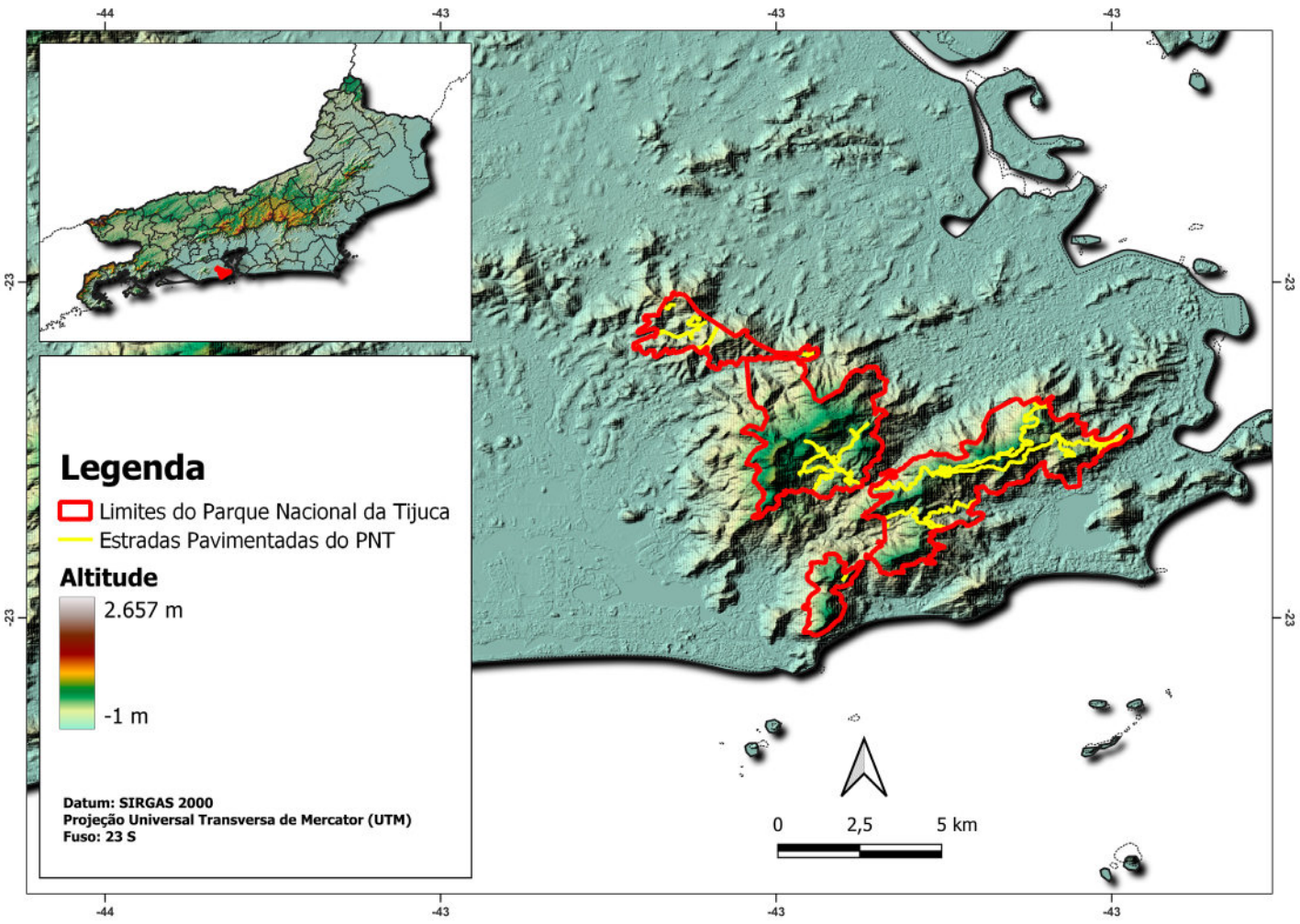

Figura 2. Mapa detalhando os trechos compreendidos pelos projetos de recolhimento da fauna atropelada no Parque Nacional da Tijuca, no município do Rio de Janeiro, estado do Rio de Janeiro, Brasil.



Figura 3. Fluxograma de trabalho para o processamento do material recebido, proveniente de resgates de herpetofauna atropelada, destinado para o acervo didático, expositivo e a coleção científica do Museu Nacional/UFRJ, ou mesmo destinado ao descarte após sua identificação ao nível taxonômico possível.



Figura 4. Vista geral do exemplar de *Boa atlantica* (MNRJ 27897) sendo processado, procedente da Estrada Velha de Maricá (22°53'21"S, 42°59'54"W; ca. 77 metros acima do nível do mar), Rio do Ouro, município de São Gonçalo, estado do Rio de Janeiro, Brasil. O exemplar (uma fêmea adulta com 2360 mm de comprimento rostro-cloacal e 240 mm de comprimento da cauda) foi destinado para taxidermia artística visando recompor o acervo expositivo permanente da instituição inteiramente perdido durante o trágico incêndio do Paço de São Cristóvão (veja Zamudio et al., 2018). No entanto, o espécime foi catalogado na coleção científica do Museu Nacional/UFRJ e apresenta vários sistemas de caracteres e tipos de dados preservados disponíveis para estudos futuros.



Figura 5. Parte dos tipos de dados e sistemas de caracteres extraídos do exemplar de *Boa atlantica* (MNRJ 27897), exibindo amostras como de tecido (*i.e.*, músculo e fígado), vísceras (*i.e.*, língua, traquéia, coração, fígado, vesícula biliar, conteúdo estomacal, rins e trato reprodutivo) e parasitas gastrointestinais (*i.e.*, nematódeos) e pulmonares (*i.e.*, pentastomídeos) preservados para estudos futuros e as porções do esqueleto a serem preparadas para exposição/estudo no acervo de répteis do Museu Nacional/UFRJ.