

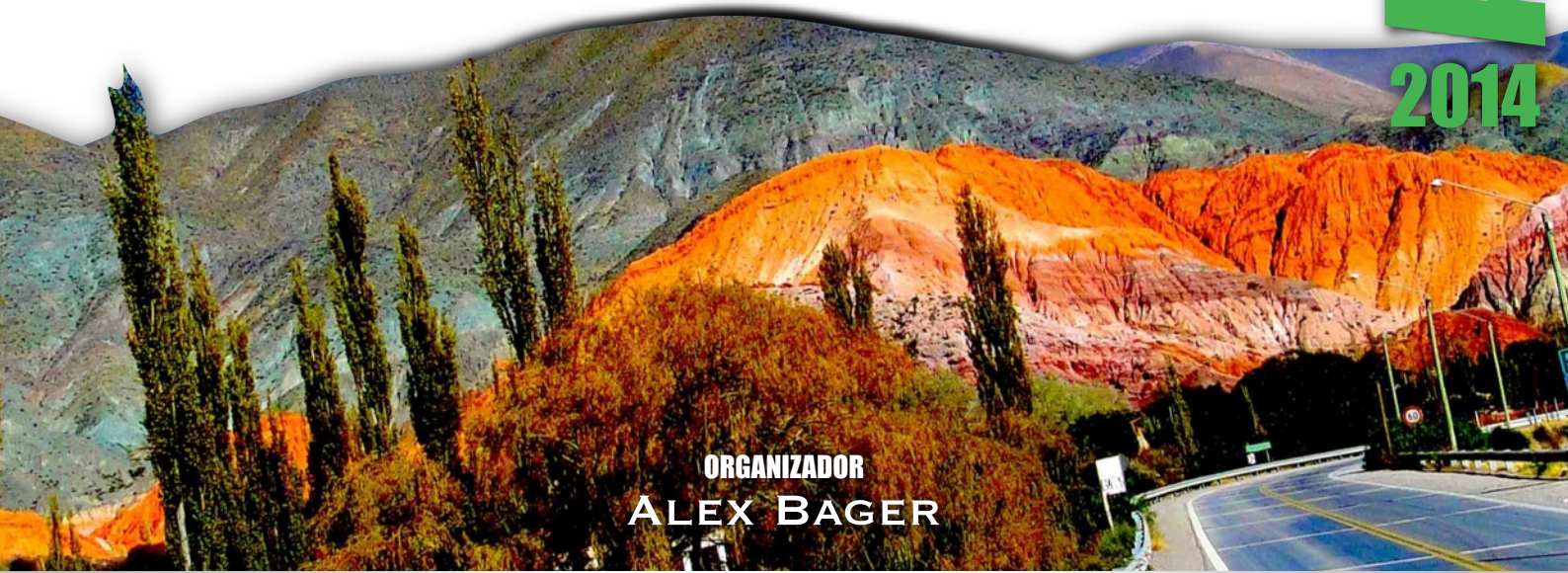
REB¹⁴



ROAD ECOLOGY BRAZIL

ANAIIS

2014



ORGANIZADOR
ALEX BAGER



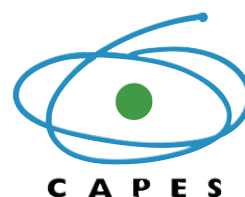
ROAD ECOLOGY BRAZIL

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS | MG | BRASIL

REALIZAÇÃO



APOIO





ROAD ECOLOGY BRAZIL

Coordenação

Prof. Dr. Alex Bager

Comissão Organizadora

Alex Bager – Universidade Federal de Lavras - MG

Andreas Kindel - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Simone R. Freitas - Universidade Federal do ABC

Paulo Afonso Hartmann - Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus de Erechim

Cecília Bueno - Universidade Veiga de Almeida

Revisores

Alex Bager
Aline Saturnino Costa
Andreas Kindel
Carlos E. Borghi
Cecília Bueno
Clara Grilo
Diego Varela
Fernanda D. Abra
Fernanda Zimmermann Teixeira
Fernando Ascensão
Hélio K. C. Secco
Igor Pfeifer Coelho

Katia Torres Ribeiro
Leandro Scoss
Marcelo Passamani
Paulo A. Hartmann
Paulo Dias Ferreira Júnior
Paulo dos Santos Pompeu
Priscila da Silva Lucas
Renata Leite Pitman
Renata Miotto
Simone R. Freitas
Vinícius Xavier da Silva

SUMÁRIO

ESTRADAS E CONECTIVIDADE NA MATA ATLÂNTICA: IDENTIFICANDO ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA APLICAÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO	1
ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA DISTRIBUIÇÃO DE HOTSPOTS DE ATROPELAMENTO DE FAUNA EM UMA RODOVIA LOCALIZADA NA REGIÃO AMAZÔNICA BRASILEIRA.	6
MORTANDADE DO JACARÉ-DO-PANTANAL (<i>Caiman yacare</i> , DAUDIN, 1802) EM UM TRECHO DA RODOVIA BR-262, MATO GROSSO DO SUL, OESTE DO BRASIL	11
ROTAS DE DESLOCAMENTO DO SAGUI-DE-TUFOS-PRETOS (<i>Callithrix penicillata</i>) ENTRE FRAGMENTOS FLORESTAIS INTERCEPTADOS POR RODOVIAS.	16
HOTSPOTS DE ATROPELAMENTOS DE MAMÍFEROS DOMÉSTICOS E SILVESTRES.	22
MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DAS PASSAGENS INFERIORES DE FAUNA PRESENTES NA RODOVIA SP- 225 NO MUNICÍPIO DE BROTA, SÃO PAULO.	28
DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS DE RODOVIAS SOBRE PRIMATAS NO BRASIL	35
HÁBITOS DAS ESPÉCIES ATROPELADAS NO ENTORNO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL	42
ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE NAS RODOVIAS PR 508 E PR 407, ESTADO DO PARANÁ	44
MAMÍFEROS VÍTIMAS DE ATROPELAMENTOS NA RODOVIA BR-277, PARANÁ - BRASIL	46
VERTEBRADOS ATROPELADOS EM UM TRECHO DA RODOVIA BR 330, SUDOESTE DA BAHIA, BRASIL	48
PROGRAMAS DE RESGATE DE FAUNA REALIZADOS PARA EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS EM MINAS GERAIS, ENTRE OS ANOS DE 2009 E 2013.	50
COMO O COMPORTAMENTO ESPACIAL EM RELAÇÃO ÀS ESTRADAS SE TRADUZ NA ESTRUTURA GENÉTICA DAS POPULAÇÕES DE ROEDORES?	52
ACOMPANHAMENTO DA UTILIZAÇÃO DE PASSAGENS SUBTERRÂNEAS POR MAMÍFEROS NA BR-116 ATRAVÉS DE ARMADILHAS FOTOGRÁFICAS	54
FAUNA VIVA: MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA NA BR 116 – TRECHO RIO DE JANEIRO.	56
DADOS PRELIMINARES SOBRE A MORTALIDADE DE VERTEBRADOS EM TRÊS ÁREAS DA CAATINGA POTIGUAR	58
IDENTIFICAÇÃO E MORFOMETRIA DE RAPOSAS MORTAS POR ATROPELAMENTO EM TRÊS ÁREAS DA CAATINGA, RN.	60
REGISTRO DE URUBUS-DE-CABEÇA-PRETA MORTOS POR ATROPELAMENTO EM TRÊS ÁREAS DA CAATINGA/RN, E DADOS SOBRE SUA MORFOMETRIA.	62
DIVERSIDADE DE FAUNA ATROPELADA EM RODOVIAS NO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL	64
EFEITO DA SAZONALIDADE NA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA EM RODOVIAS NO SUL DO BRASIL	66
VARIAÇÃO DA TAXA DE ATROPELAMENTO EM DIFERENTES TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO E NÚMERO DE PISTAS	68
ECOLOGIA DE ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS: UMA LACUNA BIBLIOGRÁFICA	70
O USO DA <i>RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION</i> (RFID) PARA AVALIAR A PASSAGEM DE PEIXES NEOTROPICAIS POR BUEIRO CONSTRUÍDO EM ESTRADA	72

CHICANAS COMO FACILITADOR DE MOVIMENTOS DE PEIXES NEOTROPICAIS EM BUEIRO PROVENIENTE DE RODOVIA	74
ÍNDICE DE PASSABILIDADE DA ESTRADA: UMA MEDIDA DA PERMEABILIDADE PARA A TRAVESSIA DA FAUNA	76
AVALIAÇÕES DE IMPACTO AMBIENTAL DE RODOVIAS NO BRASIL: UM DIAGNÓSTICO SOBRE A MORTALIDADE DE FAUNA	78
TAXAS DE ATROPELAMENTO DE ANIMAIS SILVESTRES ANTES E DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO DE FAUNODUTOS SOB A RODOVIA SP-300	80
ATROPELAMENTO DE VERTEBRADOS SILVESTRES NA RODOVIA BR-367 ENTRE ITINGA E ARAÇUAÍ, MÉDIO JEQUITINHONHA, MINAS GERAIS, BRASIL	82
FATORES ASSOCIADOS A ATROPELAMENTOS DE ANIMAIS ATRAVÉS DOS REGISTROS DA POLÍCIA RODOVIÁRIA ESTADUAL DE ARAXÁ-MG	84
DETECTABILIDADE DE CARCAÇAS EM MONITORAMENTOS DE FAUNA ATROPELADA	86
COMO IDENTIFICAR HOTSPOTS DE ATROPELAMENTOS: UMA REVISÃO DOS MÉTODOS UTILIZADOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS	88
RISCO DE MORTALIDADE E VOLUME DE TRÁFEGO: ANÁLISE APLICADA A ESPÉCIES COM DIFERENTES REQUISITOS ECOLÓGICOS	90
MAGNITUDE E DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA MORTALIDADE DE FAUNA NAS RODOVIAS DE ACESSO AOS “PARQUES DA COPA” NO SUL DO BRASIL	92
ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DA HERPETOFAUNA ATROPELADA NA MG-440, DISTRITO DE SANTO ANTÔNIO DO LEITE, OURO PRETO – MG	94
AVALIAÇÃO DO EFEITO DE BORDA CAUSADO PELA PRESENÇA DA RODOVIA SOBRE A COMUNIDADE DE MORCEGOS	96
MONITORAMENTO DE MAMÍFEROS NO AEROPORTO DE JUNDIAÍ COM VISTAS À REDUÇÃO DO RISCO DE COLISÃO COM AERONAVES.	98
INFLUÊNCIA DO ESFORÇO AMOSTRAL NA DETECÇÃO DO PADRÃO ESPACIAL DE MORTALIDADE DA FAUNA NA RODOVIA ERS-486	100
AVES ATROPELADAS NO TRECHO DA RODOVIA BR-101 QUE INTERCEPTA A RESERVA BIOLÓGICA DE SOORETAMA, NO ESPÍRITO SANTO	102
A ESTRADA DO INFERNO SE TORNOU A RODOVIA DA MORTE: MAIS DE 42 MIL ANIMAIS ATROPELADOS POR ANO NO EXTREMO SUL DA BR-101	104
RÉPTEIS ATROPELADOS NA BR-050, TRECHO UBERLÂNDIA-UBERABA, MG, BRASIL	106
AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS OCASIONADOS AO MEIO AMBIENTE: ECOLOGIA DE ESTRADAS, UMA REVISÃO SOBRE INDICADORES.	108

AUTORES

A

Alex Bager, 16, 35
Alex Silva de Carvalho, 6
Aline Gaglia Alves, 1
Almir Picanço de Figueiredo, 42, 68, 70
Ana Elizabeth Iannini Custódio, 22, 106
Ana Maiza Viana, 82
Ana Maria Ribeiro Nunes Rodrigues, 84
Ana Paula Silva Borges, 22, 106
Andreas Kindel, 78, 86, 88, 92, 100, 104
Antônio Jorge do Rosário Cruz, 94
Artur Vicente Pfeifer Coelho, 88
Aureo Banhos, 102

B

Brenda Rafaela Schmidt, 86, 92, 104
Bruno Gil, 96

C

Camila Paula de Castilho, 98
Carine Firmino Carvalho, 22, 106
Carlos Candia-Gallardo, 80
Carlos Fonseca, 52
Carlos Henrique de Freitas, 84
Caroline de Mello Soares, 42, 68, 70
Cassiane Kolcenti, 64, 66
Cecilia Calabuig, 58, 60, 62
Clara Grilo, 52, 90
Clarissa Alves da Rosa, 48

D

Daniel Fernandes Ramos, 50
Daniele Teodora Fernandes Frota, 58, 60, 62
Debora Pacheco, 46
Dhonatan Oliveira dos Santos, 72
Diana Letícia Pacheco Carvalho, 86, 92, 100, 104
Durval Nascimento Neto, 11

E

Eduardo Ratton, 11
Elaine Fernandes Celestino, 72, 74
Eloy Revilla, 52, 90
Emmanuele Fontanele Rabelo, 58

F

Fabiane de Aguiar Pereira, 54, 56
Fernanda Delborgo Abra, 28
Fernanda Zimmermann Teixeira, 78, 86, 88, 92, 100, 104
Fernando De Gaspari, 80
Flávia Porto Peter, 52
Flavio Zanchetta Ferreira, 90
Francisca Elane Rocha Vieira, 58, 60, 62

G

Gabriel Magalhães Esteves, 56
Gleiciene Oliveira Santos, 82

Guilherme Moreira de Sousa e Silva, 50
Guilherme Rossi Gorni, 108
Guillem Molina-Vacas, 52
Gustavo Amaral Cardoso de Moraes, 50

H

Hariagnes Oliveira Dias, 16
Helena de Godoy Bergallo, 1
Helio Secco, 16, 35, 96
Henrique Corrêa Giacomini, 76
Hugneide Souza de Oliveira, 58, 60, 62

I

Igor Pfeifer Coelho, 86, 88, 92, 100, 104
Irene Del Cerro, 52
Isadora Beraldi Esperandio, 100

J

Jéssica Mulinari, 64, 66
Joaquim Neto de Sousa Santos, 82
Jochen A. G. Jaeger, 88
José A. Godoy, 52
José Nilton Silva, 102
Juan Anza, 104
Júlia Camara de Assis, 76
Juliana Macedo Magnino, 50
Juliana Zina, 48

K

Krishna Graciane Ferreira, 94

L

Larissa Oliveira Gonçalves, 78, 86, 104
Leandro Fernandes Celestino, 72, 74
Lucas Mendes Barreto, 102
Luciana Guedes Pereira, 6

M

Magnus Severo Machado, 86, 92, 104
Marcel Redling Moreno, 102
Marcela Barcelos Sobanski, 11
Maria Rita Silvério Pires, 94
Marília T. Hartmann, 64, 66
Mário Belão, 44, 46
Maristela Cavicchioli Makrakis, 72, 74
Milena Wachlevski, 58
Milton Cezar Ribeiro, 76

N

Nicole da Rosa Oliveira, 86, 92, 104

P

Paula Fabiana Pinheiro, 86, 92, 104
Paulo Afonso Hartmann, 64, 66

R

Rafael Laurindo, 96
Raquel B. Junger de Carvalho, 54, 56
Regis Nunes Piana, 74
Renata Bicudo Molinari, 44
Renato Affonso, 48
Ricardo Alves Teixeira Souza, 48
Rita Gomes Rocha, 52
Roberto Bóçon, 44, 46
Rodrigo Augusto Santos Lima, 42, 68, 70
Roque De Gaspari, 80
Ruan Preato Deolindo, 102

S

Samuel Betkwoski, 80
Sandra Maria Hartz, 88
Sandra Martins Ramos, 11
Sergio Makrakis, 72, 74
Siane Camila Luzzi, 64, 66

Simone Rodrigues de Freitas, 1

T

Tafs Cristina Perez, 108
Tiago de Oliveira Lima, 50
Tiago Rezzadori, 64, 66

V

Vânia Regina Pivello, 28
Victor Ramiro, 52

W

Wallace Beiroz, 96
Wesley Rodrigues Silva, 98

X

Xavi Fernández-Aguilar, 52



Trabalhos Completos

ESTRADAS E CONECTIVIDADE NA MATA ATLÂNTICA: IDENTIFICANDO ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA APLICAÇÃO DE MEDIDAS DE MITIGAÇÃO

Aline Gaglia Alves¹, Helena de Godoy Bergallo¹ & Simone Rodrigues de Freitas²

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Avenida São Francisco Xavier 524, PHLC, 2º andar, sala 224, CEP 20550-013, Rio de Janeiro - RJ, Brasil; ²Universidade Federal do ABC, Rua Santa Adélia 166, Bloco A, sala 631-3, CEP 09210-170, Santo André - SP, Brasil

Autor para correspondência: simonerfreitas.ufabc@gmail.com

Resumo

Medidas de mitigação do efeito das estradas sobre a fauna necessitam de análises para selecionar áreas prioritárias a serem aplicadas. Para grandes extensões e sem dados populacionais sobre as espécies, métodos que envolvam monitoramento de animais atropelados e análises de viabilidade de populações são de difícil implementação. Esse trabalho tem como objetivo propor um novo método para selecionar áreas prioritárias para aplicar medidas de mitigação do efeito das estradas, para vertebrados de hábitat florestal do bioma Mata Atlântica, usando como base características da paisagem. Foram usados mapas de uso e cobertura do solo, da malha rodoviária, da rede hidrográfica e das Unidades de Conservação. Os mapas foram recortados em polígonos hexagonais de três tamanhos. Em cada hexágono foram calculados: área de floresta e de Unidade de Conservação, densidade de estradas e de rios. O método consiste em uma primeira etapa da seleção dos hexágonos com 4 critérios, seguido pelo procedimento “Seleção Hierárquica Multivariada”. Os hexágonos considerados prioritários ficaram distribuídos nos Estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro. O método foi capaz de selecionar áreas com maior cobertura florestal cortadas por rodovias e protegidas por Unidades de Conservação em diferentes escalas.

Palavras-chaves: Ecologia de Estradas, Biologia da Conservação, Floresta Tropical, Mitigação, Vertebrados.

Abstract

Mitigation measures of road effects on wildlife need analysis of priority areas selection to be applied. For extensive areas and without species' population data, methods including road-kill monitoring and population viability analysis are hard to do. This work aims to propose a new method to select priority areas for mitigation measures of road effects, to vertebrates of forests at Atlantic Forest biome, using landscape characteristics. We used maps of land use and land cover, road network, hydrography and reserves. Maps were cut in hexagon pieces in three sizes. In each hexagon were measured: forest area, protected area, road density and river density. The method has a first step to select hexagons using 4 criteria, followed by a “Multivariate Hierarchical Selection” procedure. The priority hexagons were located in Paraná, Santa Catarina, São Paulo and Rio de Janeiro states. The method was able to select sites with higher forest cover fragmented by roads and protected by reserves in different scales.

Key-words: Road Ecology, Conservation Biology, Tropical Forest, Mitigation, Vertebrates.

Introdução

As estradas podem afetar as populações animais com o aumento da taxa de mortalidade causada pelos atropelamentos e com a perda de variabilidade genética causada pelo isolamento das populações e também pelas mortes por atropelamento (LAURANCE *et al.*, 2009; JACKSON E FAHRIG, 2011; VAN DER REE *et al.*, 2011; ROSA & BAGER, 2013). Para minimizar esses efeitos das estradas sobre as populações são usadas, por exemplo, passagens de fauna que facilitam a travessia dos animais sobre ou sob a rodovia (LAURANCE *et al.*, 2009; VAN DER GRIFT *et al.*, 2013). Em geral, os métodos de seleção dos locais para instalar essas passagens dependem de dados de monitoramento de atropelamentos de fauna para identificar trechos da rodovia onde ocorre maior frequência de colisões entre veículos e animais (COELHO *et al.*, 2008; BUENO *et al.*, 2013). No entanto, mesmo com baixa frequência de atropelamentos em um determinado trecho da rodovia, a qualidade do habitat nas margens da rodovia deve ser considerada porque a falta de atropelamentos pode indicar baixo deslocamento de animais devido ao efeito de barreira (VAN DER GRIFT & POUWELS, 2006). Além disso, para avaliar a efetividade da medida de mitigação são sugeridos os seguintes passos: 1) Identificar espécies e metas para a mitigação; 2) Selecionar as espécies para avaliação; 3) Selecionar medidas de interesse; 4) Selecionar o delineamento do estudo; 5) Determinar o método de amostragem; 6) Selecionar as áreas de estudo apropriadas; 7) Selecionar covariáveis a serem medidas; 8) Selecionar métodos de monitoramento adequados; 9) Determinar custos e viabilidade (VAN DER GRIFT *et al.*, 2013).

No Brasil, a alta diversidade de espécies e a escassez de conhecimento sobre suas populações dificultam a análise da viabilidade de populações e a seleção de poucas espécies-alvo. O monitoramento de atropelamentos em análises de áreas maiores, p.ex. um bioma inteiro, requer um investimento alto tanto financeiramente quanto logisticamente. Nesse contexto, esse estudo tem como objetivo propor um novo método para selecionar áreas prioritárias para aplicar medidas de mitigação do efeito das estradas, usando como base características da paisagem. O método pressupõe que um grupo de espécies, ex. vertebrados, possui um hábitat preferido, ex. florestas, em um determinado bioma, ex. Mata Atlântica. Espera-se que o método facilite a seleção preliminar de áreas prioritárias onde estudos mais detalhados sejam realizados posteriormente, incluindo monitoramento de atropelamentos e estudos populacionais de espécies-alvo.

Material e Métodos

O estudo foi realizado para toda área de abrangência do bioma Mata Atlântica, que hoje ocupa aproximadamente 1.110.182 km², contém uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil e do mundo, com altos níveis de endemismo, presença de espécies ameaçadas e possui apenas 11 a 16% da cobertura vegetal original, com a maioria dos fragmentos florestais isolados e menores que 50 ha (MYERS, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2009). Dos 152.152,71 quilômetros de estradas que cortam este bioma, 49,20% encontra-se pavimentada (IBGE, 2010). Os estados do Rio Grande do Norte (69,57%), São Paulo (61,91%) e Paraná (57,52%) possuem a maior proporção de densidade de estradas no bioma.

O método de seleção de áreas prioritárias usou quatro mapas: 1) uso e cobertura do solo do bioma da Mata Atlântica, escala 1:250.000, com resolução espacial de 30 m (MMA, 2007); 2) malha rodoviária, escala 1:1.000.000 (IBGE, 2010); 3) rede hidrográfica, escala 1:1.000.000 (IBGE, 2010); 4) Unidades de Conservação (UCs) de Proteção Integral e Uso Sustentável, escala 1:1.000.000 (IBGE, 2010). A classe “cobertura florestal” foi obtida no mapa de uso e cobertura do solo do bioma da Mata Atlântica agrupando as classes: Floresta Ombrófila Densa, Floresta Aberta e Floresta Mista, Floresta Estacional Decídua e Floresta Estacional Semidecídua, Vegetação Secundária e Vegetação Secundária da Floresta Ombrófila Densa Montana. No mapa da malha rodoviária, foram usadas nas análises apenas as rodovias pavimentadas e em pavimentação.

Seleção das áreas prioritárias

Os mapas foram recortados em polígonos hexagonais de três tamanhos (10.000, 1.000 e 100 km²), usando a extensão “Repeating Shapes” (JENNESS, 2012) no programa ArcGIS 9.3. Em cada hexágono foram calculados: a proporção de cobertura florestal (%), proporção de UC (%), densidade de estradas (km/km²) e densidade de rios (km/km²). A primeira etapa da seleção dos hexágonos seguiu 4 critérios: 1) Possuir estradas pavimentadas; 2) Ter, no mínimo, 45% da área do hexágono dentro dos limites do bioma Mata Atlântica; 3) Possuir, no mínimo, 50% de cobertura florestal; 4) Possuir mais de 1% de UC, tanto as de Proteção Integral como as de Uso Sustentável. A presença de estradas é necessária já que o objetivo é mitigar seu efeito, enquanto que a cobertura florestal representa o hábitat das espécies-alvo desse estudo. Assim, espera-se que áreas com maior porcentagem de cobertura florestal devam abrigar uma maior

diversidade de espécies florestais, populações maiores, e, potencialmente podendo incrementar a conectividade funcional da paisagem (TAYLOR *et al.*, 1993; LAURANCE, 2008). A presença de Unidade de Conservação é relevante, por ser esperado encontrar áreas com maior disponibilidade e qualidade de recursos, especialmente para essas espécies mais restritas a ambientes florestais. Os rios também foram considerados por representarem disponibilidade de recursos e rotas preferenciais em florestas, especialmente na Mata Atlântica, onde a variação topográfica é elevada. Além disso, em muitos pontos em que os rios cruzam com estradas, os canais de drenagem já existentes podem ser readequados para funcionarem como passagem de fauna. Dessa forma, o método pressupõe que em áreas que tenham estradas, onde exista maior cobertura florestal, maior área de UCs e maior densidade de rios sejam as áreas prioritárias para aplicar medidas mitigadoras do efeito das estradas sobre vertebrados florestais.

Os hexágonos que atenderam a todos os critérios acima foram então ordenados usando o procedimento “Seleção Hierárquica Multivariada”. Em cada uma das três escalas, com os hexágonos já selecionados foi feita uma Análise de Componente Principal (PCA) usando o software Systat 11 com as variáveis, transformadas em arco seno da raiz quadrada: proporção de cobertura florestal (%), proporção de UC (%), densidade de estradas (km/km²) e densidade de rios (km/km²). Os hexágonos foram ordenados de acordo com seu posicionamento (escores) no Eixo 1 da PCA, determinada como ascendente ou descendente de acordo com a orientação da variável cobertura florestal no gráfico de cada escala (10.000, 1.000 e 100 km²).

ALVES (2013) demonstrou que esse procedimento foi mais eficiente do que aquele por “Seleção Bivariada” através de um teste de sensibilidade, onde para cada uma das três escalas de hexágonos foi construído um gráfico de pontos entre as variáveis cobertura florestal e densidade de rios, e os hexágonos que estivessem no quadrante que representasse a maior porcentagem de cobertura florestal com a maior densidade de rios foram selecionados. No teste de sensibilidade entre os dois métodos foi avaliada a probabilidade de ambos os métodos - Seleção Hierárquica Multivariada e Seleção Bivariada - selecionarem hexágonos na escala de 1.000 e 100km² de forma tão eficientes quanto a ordenação do primeiro eixo da PCA, onde 10.000 amostras randômicas foram geradas sem reposição, de tamanho *n* para cada escala no software R 2.15 e, para cada amostra, foi calculado o somatório dos escores no eixo 1 da PCA.

Resultados

Na primeira etapa da seleção dos hexágonos usando 4 critérios, foram selecionados oito hexágonos de 10.000 km², 41 de 1.000 km² e 162 de 100 km². De forma geral, os hexágonos maiores se concentraram na Serra do Mar, nos estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro, onde existe o maior contínuo florestal de Mata Atlântica.

No procedimento “Seleção Hierárquica Multivariada”, dentro dos oito hexágonos de 10.000 km² selecionados na primeira etapa, foram priorizados 29 hexágonos de 1.000 km², segundo o posicionamento destes hexágonos do Eixo 1 da PCA. Em seguida, dentro desses 29 hexágonos, foram priorizados 72 hexágonos de 100 km². Os hexágonos prioritários ficaram distribuídos nos Estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro (Figuras 1, 2 e 3). O hexágono prioritário na escala de 10.000 km² foi o 142, localizado no litoral sul de São Paulo e norte do Paraná (Figura 1). Na escala intermediária, o hexágono prioritário foi o 1300, na fronteira entre São Paulo e Paraná (Figura 2).

Na escala de mais detalhe, o hexágono considerado prioritário foi o “12678”, localizado entre os estados do Paraná e São Paulo, possui 99,8% de cobertura florestal e sua área é totalmente representada por duas UCs (Parque Estadual de Jacupiranga e Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba), ambas cortadas pela BR-101 (Figura 3). O segundo hexágono em prioridade foi o “12800” localizado em São Paulo, possui 97,3% da sua área coberta por floresta e totalmente protegido por UCs (PARES de Jacupiranga, a APA Cananéia-Iguapé-Peruíbe) e é cortado pela BR-101. O terceiro hexágono prioritário foi o “12314”, no litoral de São Paulo fronteira com o Paraná, possui 91,0% da sua área protegida por estas duas UCs (Figura 3).

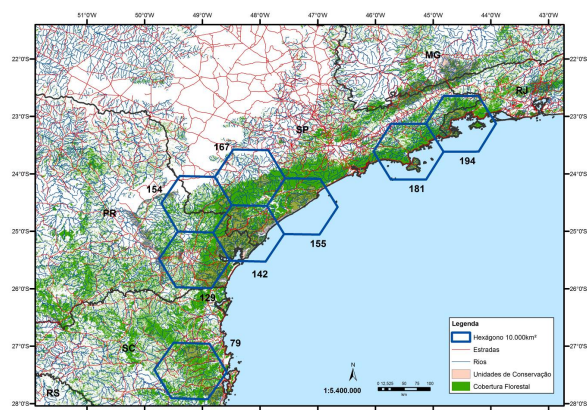


Figura 1. Todos os oito hexágonos de 10.000 km² selecionados na primeira etapa seguindo 4 critérios (veja detalhes no texto).

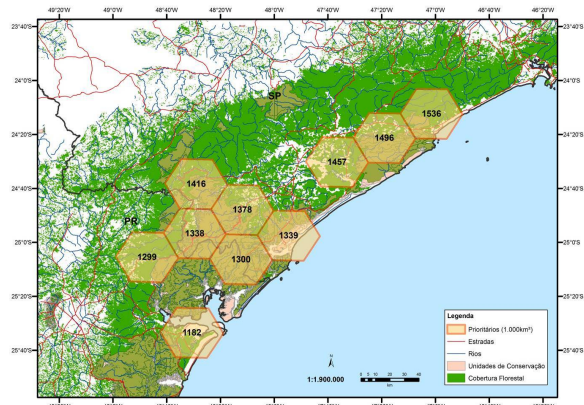


Figura 2. Dez primeiros hexágonos de 1.000 km² (1300, 1339, 1299, 1338, 1416, 1378, 1182, 1496, 1536 e 1457), dentro dos hexágonos de 10.000 km² (142 e 155) selecionados como prioritários pelo procedimento “Seleção Hierárquica Multivariada”.

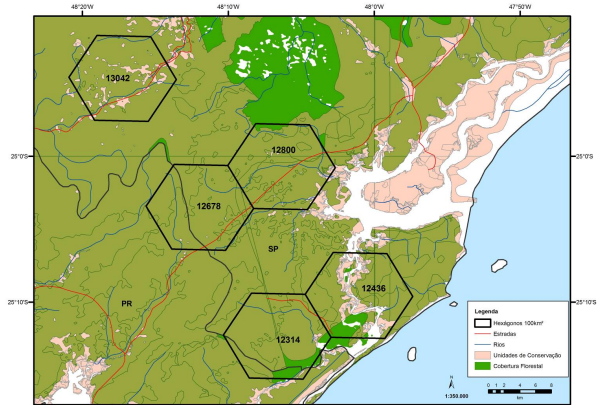


Figura 3. Os cinco hexágonos de 100 km² mais prioritários (12678, 12800, 12314, 12436 e 13042) pelo procedimento “Seleção Hierárquica Multivariada”.

Discussão

O método de seleção das áreas prioritárias incluindo o procedimento de Seleção Hierárquica Multivariada foi capaz de selecionar áreas com maior cobertura florestal cortadas por rodovias e protegidas por Unidades de Conservação em diferentes escalas de análise. A seleção das áreas prioritárias para mitigar o efeito das estradas sobre vertebrados de habitat florestal do bioma Mata Atlântica é um método promissor para identificar áreas potenciais onde uma análise mais detalhada deverá ser realizada, incluindo monitoramento de atropelamentos e análise da viabilidade das populações nos hexágonos selecionados, para avaliar a efetividade das medidas mitigadoras a serem implantadas no local. Devido à limitação da disponibilidade de dados de viabilidade populacional e capacidade de deslocamento das espécies florestais isoladas pelas estradas, como requerido por modelos que utilizam espécies-chave (VAN DER GRIFT &

POUWELS, 2006), o método proposto representa uma medida abrangente do ponto de vista da aplicabilidade para biomas tropicais com alta diversidade de espécies, atendendo assim a uma maior gama possível de grupo de espécies.

Com o método proposto, algumas áreas relevantes para conservação na Mata Atlântica não foram selecionadas como prioritárias devido à escala utilizada na primeira seleção (10.000 km²). Um exemplo foi a região serrana do Rio de Janeiro, que abriga os maiores contínuos florestais do estado e protegidos por Unidades de Conservação como Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Parque Estadual dos Três Picos, Reserva Biológica do Tinguá e APA Petrópolis. Nesta região houve bastante representação de hexágonos selecionados em escalas de maior detalhe (100 e 1.000 km²), entretanto como não houve hexágono de 10.000 km² nesta região que satisfizessem os critérios mínimos indicados por este método, os hexágonos menores não foram tratados como prioritários. Isso provavelmente foi reflexo da baixa disponibilidade de remanescentes florestais originais no estado (20,3%), os quais estão dispersos na paisagem de forma fragmentada e aproximadamente 85% deles são menores que 50 ha (BERGALLO *et al.*, 2009). Contudo, esses fragmentos de Floresta Ombrófila Densa nas Escarpas e Reversos da Serra do Mar foram apontados como um importante pólo para ações de conservação, além de abrigar uma rica diversidade biológica, muitos exemplares de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (BERGALLO *et al.*, 2009). Para que essa região seja incluída como prioritária, a adequação de escala e a restrição da abrangência do estudo são necessárias. Dessa forma, a área de estudo seria o Estado do Rio de Janeiro e a escala inicial de seleção deveria ser a intermediária, 1.000 km², onde os quatro critérios seriam aplicados e em seguida o procedimento de Seleção Hierárquica Multivariada.

Após a seleção das áreas prioritárias, seja pelo método aqui apresentado ou por qualquer outro, é necessário que o tomador de decisão revise criticamente tanto as áreas selecionadas quanto as não selecionadas, e avalie com base em estudos científicos ou mesmo em conhecimento empírico a exclusão ou inclusão das áreas. A presença de rios, áreas alagadas e lagoas são fatores importantes para o planejamento das medidas mitigadoras dos efeitos de estradas, uma vez que podem funcionar como caminhos preferenciais de mamíferos, além de serem habitats para alguns, o que torna as estradas sensíveis nestes pontos (BUENO *et al.*, 2013). As estradas que atravessam as UCs merecem atenção especial já que, em geral, possuem as maiores áreas de habitat, as maiores populações e diversas espécies

endêmicas e ameaçadas de extinção. O planejamento da malha viária, bem como a reestruturação da mesma, devem ser elaborados de forma interdisciplinar, considerando os estudos sobre a fragmentação populacional causada pelas rodovias, as soluções tecnológicas para um melhor projeto (desenho) das estradas, estruturas para aumentar a conectividade funcional da paisagem. Nesse contexto, o método de seleção de áreas prioritárias pode ser útil para a conservação da biodiversidade e para o planejamento de infraestrutura rodoviária no Brasil.

Referências Bibliográficas

- ALVES, A.G. 2013. Estradas e conectividade em mamíferos na Mata Atlântica: identificando os pontos de estrangulamento e propondo medidas para mitigação. Dissertação de mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BERGALLO, H.G.; FIDALGO, E.C.C.; ROCHA, C.F.D.; UZÊDA, M.C.; COSTA, M.B.; ALVES, M.A.S.; VAN SLUYS, M.; SANTOS, M.A.; COSTA, T.C.C. & COZZOLINO, A.C.R. 2009. Estratégias e ações para a conservação da biodiversidade no Estado do Rio de Janeiro. Instituto Biomas, Rio de Janeiro.
- BUENO, C.; FAUSTINO, M.T. & FREITAS, S.R. 2013. Influence of landscape characteristics on capybara road-kill on highway BR-040, southeastern Brazil. *Oecologia Australis* 17: 130-137.
- COELHO, I.P.; KINDEL, A. & COELHO, A.V.P. 2008. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. *European Journal of Wildlife Research* 54: 689-699.
- IBGE. 2010. Base vetorial contínua da carta internacional do mundo ao milionésimo (BCIM). Disponível em: www.ibge.gov.br. Acesso em 2/04/2012.
- JACKSON, N.D. & FAHRIG, L. 2011. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. *Biological Conservation* 144: 3143-3148.
- JENNESS, J. 2012. Repeating shapes for ArcGIS. Jenness Enterprises. Disponível em: http://www.jennessent.com/arcgis/repeat_shapes.htm.
- LAURANCE, W. 2008. Theory meets reality: How habitat fragmentation research has transcended island biogeographic theory. *Biological Conservation* 141: 1731-1744.
- LAURANCE, W.F.; GOOSEM, M. & LAURANCE, S.G.W. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution* 24: 659-669.
- MMA. 2007. Levantamento da Cobertura Vegetal Nativa do Bioma Mata Atlântica. Relatório Final. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/>. Acesso em 10/09/2010.
- MYERS, N. 2003. Biodiversity Hotspots Revisited. *BioScience* 53(10): 916-917.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J. & HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141-1153.
- ROSA, C.A. & BAGER, A. 2013. Review of the factors underlying the mechanisms and effects of roads on vertebrates. *Oecologia Australis* 17: 6-19.
- TAYLOR, P.D.; FAHRIG, L.; HENEIN, K. & MERRIAM, G. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 68: 571-573.
- VAN DER GRIFT, E.A. & POWWELS, R. 2006. Restoring habitat connectivity across transport corridors: identifying high-priority locations for de-fragmentation with the use of an expert-based model. *In*: DAVENPORT, J. & DAVENPORT, J.L. The ecology of transportation: managing mobility for the environment. Springer, Dordrecht.
- VAN DER GRIFT, E.A.; VAN DER REE, R.; FAHRIG, L.; FINDLEY, S.; HOULAHAN, J.; JAEGER, J.A.G.; KLAR, N.; MADRIÑAN, L.F. & OLSEN, L. 2013. Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodiversity and Conservation* 22: 425-448.
- VAN DER REE, R.; JAEGER, J.A.G.; VAN DER GRIFT, E.A. & CLEVINGER, A.P. 2011. Effects of roads and traffic on wildlife populations and landscape function: Road Ecology is moving toward larger scales. *Ecology and Society* 16: 48.

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA DISTRIBUIÇÃO DE HOTSPOTS DE ATROPELAMENTO DE FAUNA EM UMA RODOVIA LOCALIZADA NA REGIÃO AMAZÔNICA BRASILEIRA.

Alex Silva de Carvalho^{1, 2} & Luciana Guedes Pereira¹

¹Habtec Mott MacDonald, Avenida 13 de maio, n13, Grupo 1508 – Centro – RJ, CEP: 20.031-901. ²Programa de Mestrado Profissional em Ecologia Aplicada do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – JBRJ, Rua Pacheco Leão, 2040 - Solar da Imperatriz - Horto - CEP 22460-036 – Rio de Janeiro.

Autor para correspondência: alex.carvalho@mottmac.com.br

Resumo

A identificação de *hotspots* de atropelamento de fauna é uma etapa importante no processo de implantação de uma medida mitigadora de animais atropelados. Este trabalho é resultado de um monitoramento que vem sendo realizado desde 2008, numa estrada de 102 quilômetros localizada no sudeste do Pará, Brasil. Onde procuramos observar se os pontos de maior incidência de atropelamentos, ou seja, os *hotspots* de atropelamento coincidem entre os diferentes grupos de vertebrados monitorados, e se eles se sobrepõem ao longo dos anos monitorados. O grupo dos répteis foi o mais registrado no monitoramento, e dos 59 *hotspots* identificados para este grupo, 15 se sobrepõem ao longo dos anos monitorados. Os mamíferos foram o segundo grupo mais registrado, e dos 49 *hotspots* identificados apenas oito se sobrepõem ao longo dos anos de monitoramento. Como terceiro grupo de vertebrados atropelados estão os anfíbios, que apresentaram apenas cinco dos 30 *hotspots* identificados se sobrepondo ao longo dos anos de monitoramento. As aves foram os menos registrados e somente seis dos 32 *hotspots* se sobrepuseram ao longo dos anos monitorados. Os *hotspots* de atropelamentos identificados demonstram diferentes sobreposições de acordo com os grupos taxonômicos estudados. No entanto observa-se que os atropelamentos se concentram entre os quilômetros 11,4 e 28,5 da estrada monitorada.

Palavras chave: Ecologia de Estradas, Amazônia, Atropelamento de Fauna, Medidas Mitigadoras.

Abstract

The identification of wildlife roadkill hotspots is an important step in the process of mitigations implementation of roadkill. This study is the result of monitoring being carried out since 2008 in a road of 102 km located in the southeast Pará - Brazil. Where we are interested to observe whether the wildlife roadkill hotspots overlap between different vertebrate groups monitored, and if they overlap over the years monitored. The group of reptiles was the most recorded in monitoring, and for 59 hotspots identified, 15 overlap over the years monitored. Mammals were the second most registered, over the 49 hotspots identified, only eight overlap over the years of monitoring. Amphibians represent the third group in records of wildlife roadkill, which showed only five of the 30 hotspots overlapping over the years monitored. The birds were the least recorded and only six of the 32 hotspots were identified overlapped over the years monitored. The wildlife roadkill hotspots identified indicate different overlaps

according to the vertebrates groups studied. However, it is observed that the wildlife roadkills are concentrated among 11.4 and 28.5 km of the road monitored.

Keywords: Road Ecology, Amazon, Wildlife Road-kill, Mitigation Measures.

Introdução

Nenhum impacto ecológico é tão perceptível como o de um animal atropelado. SEILER & HELLDIN (2006) afirmam que nos dias atuais, é mais comum às pessoas verem animais atropelados ao longo de estradas e rodovias do que indivíduos coespecíficos vivos em zoológicos ou vivendo em seu habitat natural. Desta forma, existe um esforço crescente para a implantação de medidas para mitigar este impacto, entre elas: passagens de fauna, redutores de velocidade, cercas, e sinais de alerta (GLISTA *et al.*, 2009).

Um fator crucial para eficácia destas medidas é a definição do local de instalação (GLISTA *et al.*, 2009). Pois fatores como velocidade, tráfego de veículos, design, paisagem da estrada e disponibilidade de habitats, contribuem para a concentração de atropelamentos em determinados locais, (MALO *et al.*, 2004; SEILER, 2005; RAMP *et al.*, 2006; GUNSON *et al.*, 2011; COELHO *et al.*, 2012). Assim, identificar *hotspots* de atropelamentos é uma consideração importante para o sucesso da implantação de medidas mitigadoras (CLEVENGER *et al.*, 2003; TEIXEIRA *et al.*, 2013).

Este trabalho é resultado de um monitoramento de fauna atropelada que vem sendo realizado desde 2008. O presente estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência de *hotspots* de atropelamento de fauna em uma rodovia localizada no estado do Pará, Brasil, área sob o domínio do bioma Amazônia.

Material e Métodos

Área de estudo

A estrada monitorada está localizada no sudeste do estado do Pará, entre a Pera Ferroviária, no município de Parauapebas e a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri, em meio à região amazônica. Tal estrada é utilizada para o escoamento de minério de cobre explorados pelo Projeto Salobo e por moradores da região. O traçado da rodovia adentra o limite norte da Área de Proteção Ambiental do Gelado (APA do Gelado). A partir deste ponto o percurso continua pela Zona de Vida Silvestre (ZVS) desta APA até encontrar a atual estrada Carajás-Salobo, no ponto denominado Portaria N1, também localizado na APA do Gelado. Desse ponto, a estrada segue entre a Floresta Nacional de Carajás

(FLONA de Carajás) e a Área de Proteção Ambiental do Gelado (APA do Gelado) em direção ao Rio Itacaiúnas. O Rio Itacaiúnas além de fazer limite entre a Floresta Nacional de Carajás (FLONA de Carajás) e a Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri (FLONA do Tapirapé-Aquiri), faz limite entre os municípios de Parauapebas e Marabá. Após o cruzamento deste rio, segue-se por mais 10 km pela Floresta Nacional do Tapirapé-Aquiri (FLONA do Tapirapé-Aquiri) até o Acampamento 3 ALFA (Site do Projeto Salobo). Desta maneira, o percurso conta com 102 km de estrada desde o início na Pera Ferroviária de Parauapebas até o Acampamento 3 ALFA (Figura 1).



Figura 1. Trajeto da estrada em que ocorre o monitoramento de fauna em dispersão (em vermelho) para o Projeto Salobo. Fonte: HMM, 2013

No trecho entre a Pera Ferroviária de Parauapebas e a portaria de N1 (APA do Gelado), a paisagem é caracterizada por ambientes antropizados como: fazendas com pastagens e cultivos agrícolas. Nesta parte da estrada não há presença de áreas florestais contínuas, apenas pequenos fragmentos remanescentes de florestas. Os trechos monitorados, que passam dentro das Florestas Nacionais de Carajás e Tapirapé-Aquiri, apresentam, ao longo da estrada, uma vegetação caracterizada por Floresta Ombrófila Aberta Submontana com grande presença de palmeiras e uma pequena parte de Floresta Ombrófila Aluvial, que ocorre nas margens do rio Itacaiúnas.

Coleta de Dados

Os resultados apresentados neste trabalho correspondem aos dados obtidos entre fevereiro de 2008 e janeiro de 2013. Neste estudo foram considerados os principais grupos de vertebrados terrestres (anfíbios, répteis, aves e mamíferos). Os

dados foram coletados diariamente de forma sistemática, com exceção apenas de domingos e feriados. O monitoramento foi realizado por um observador em veículo leve com velocidade constante de 40 km/h duas vezes ao dia, sendo uma no período da manhã entre 06:00h e 10:00h, e a outra à tarde entre 15:00h e 19:00h, sendo percorridos diariamente um total de 204 km.

Quando uma carcaça era registrada, as seguintes informações eram coletadas: identificação por características externas ao nível taxonômico mais específico possível, hora do registro, km da rodovia e coordenadas geográficas do local de registro. Além disso, os animais eram fotografados, etiquetados, acondicionados em saco plástico, fixados em gelo para posterior confirmação da identificação taxonômica, e por último, encaminhados à instituição de pesquisa depositária, a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA).

Análise dos Dados

Para avaliar se a distribuição espacial dos atropelamentos é aleatória ou não, e em quais escalas se formam agrupamentos de maior intensidade, foi feita análise dos atropelamentos por grupo faunístico monitorado e por ano de monitoramento, através da estatística de K de Ripley (RIPLEY, 1981; CRESSIE, 1993; LEVINE, 2004). Esta análise foi realizada no software SIRIEMA v1.0 (*Spatial Evaluation of Road Mortality Software*), com a ferramenta 2D Linear Ripley K-Statistics0. Através da ferramenta 2D HotSpot Identification (Parâmetros: Radius: 500; Simulations number: 1000; Road Divisions Number: 204) do SIRIEMA v1.0 (*Spatial Evaluation of Road Mortality Software*), foi possível identificar os principais trechos da estrada que apresentam intensidades de agregação, ou seja, onde se localizam os pontos da estrada com maiores índices de atropelamentos. Tais pontos são denominados também como *hotspots* de atropelamentos. Após identificação dos *hotspots*, foram plotadas as coordenadas destes pontos no ArcGIS 10®, a fim de analisar espacialmente se os *hotspots* fazem sobreposição ao longo dos anos, e entre as classes de animais monitorados.

Adicionalmente foi estimada a magnitude dos

atropelamentos, calculada pelo índice proposto pela *Internacional Conference of Ecology and Transport* (ICOET), sendo $MI = n/d/t$, onde n = número total de indivíduos, d = distância do trecho monitorado em km, t = tempo de monitoramento que pode ser dia, mês ou ano. Para verificar a frequência de registros gerais por mês e por grupo faunístico, foi avaliado o número de atropelamentos por grupo e por mês monitorado.

Resultados e Discussão

Um total de 60 meses, 1541 dias, e 314.364 km de esforço de monitoramento foi realizado entre fevereiro de 2008 e janeiro de 2013. Durante este período foram registrados 1.775 animais atropelados em 805 dias com registros. Os indivíduos registrados foram identificados ao táxon mais específico possível, mas três indivíduos não puderam ser identificados devido ao estágio avançado de decomposição. A taxa de atropelamentos (MI) no período indicado foi de 0,25 indivíduos/km/mês, e a média de atropelamento foi de aproximadamente 1,15 animais/dia.

O grupo faunístico mais atingido foi o dos répteis com 44,8% dos registros ($N = 794$) e taxa de atropelamento de 0,07 indivíduos/km/mês; seguido dos mamíferos com 21,9% dos registros ($N = 388$) com taxa de atropelamento de 0,03 indivíduos/km/mês; anfíbios com 16,8% dos registros ($N = 297$) e taxa de atropelamento de 0,02, e aves com 16,5% ($N = 293$) e taxa de atropelamento de 0,02 indivíduos/km/mês.

Com relação aos registros de atropelamentos de fauna por ano, independente do grupo faunístico, foi possível observar algumas diferenças ao longo dos anos estudados. No primeiro ano do monitoramento (fev./2008 a jan./2009) a média de atropelamentos foi de 21,25 atropelamentos/mês, e a taxa de atropelamentos foi de 0,20 indivíduos/km/mês (Tabela 1), este foi o ano de início da implantação do Projeto Salobo, no qual se destina a exploração de cobre na região, após a emissão da Licença de Instalação.

Tabela 1. Registros de atropelamentos por ano de estudo.

ANO	REGISTROS	MESES MONITORADOS	MÉDIA (registros/mês)	TAXA DE ATROPELAMENTOS
Ano 1 (fev./2008 a jan./2009)	255	12	21,25	0,20
Ano 2 (fev./2009/jan./2010)	184	12	15,33	0,15
Ano 3 (fev./2010 a jan./2011)	314	12	26,16	0,25
Ano 4 (fev./2011 a jan./2012)	654	12	54,5	0,53
Ano 5 (fev./2012 a jan./2013)	368	12	30,66	0,30

A estrada não era pavimentada e na época chuvosa seu estado era ruim, assim, os veículos trafegavam obrigatoriamente em velocidade baixa. Os registros de atropelamentos foram menores no segundo ano (fev./2009 a jan./2010) do estudo, com média de 15,33 atropelamentos/mês e taxa de atropelamentos de 0,15 indivíduos/km/mês (Tabela 1).

É possível que este ano tenha apresentado baixos índices de atropelamentos, provavelmente porque a estrada estava em obras de pavimentação. As obras de pavimentação foram efetuadas em função do regime das chuvas, dando preferência à estação seca (junho a outubro). Durante as obras de pavimentação, é comum o sistema de “siga e pare”, fazendo com que o trânsito fique mais controlado, havendo consequentemente uma redução na velocidade dos veículos. Outro fato que pode ter contribuído para o baixo número de registros é que nos locais de obra, a movimentação intensa de máquinas e pessoas na estrada pode ser um fator de afugentamento dos animais no local, agindo como um efeito repulsa (JAEGER *et al.*, 2005).

Após o término da pavimentação em um trecho da estrada e com a intensificação da implantação do Projeto Salobo, os registros de atropelamentos começaram a crescer (Tabela 1), mesmo com o início da pavimentação do segundo trecho da estrada. No terceiro ano (fev/2010 a jan./2011), a média registrada foi de 26,16 atropelamentos/mês, com taxa de atropelamento de 0,25 indivíduos/km/mês. Mais recentemente (fev/2011 e jan/2012), os registros mais que triplicaram, com média de 54,5 atropelamentos/mês e taxa de atropelamento de 0,53 indivíduos/km/mês (Tabela 1). Neste período houve o ápice da implantação do Projeto Salobo, com uma grande movimentação de pessoas e caminhões na estrada, além da maior parte da estrada já estar pavimentada. Estes fatores podem ter influenciado o aumento de registros de animais atropelados. Com relação ao quinto ano de monitoramento (fev/2012 a jan/2013), a média de atropelamentos foi de 30,6 atropelamentos/mês e a taxa de atropelamentos foi de 0,30 indivíduos/km/mês (Tabela 1). Durante este ano foi concluída a implantação do Projeto Salobo (etapa I) com a emissão da Licença de Operação, além do início a implantação da etapa II do Projeto Salobo, quando a estrada foi pavimentada por completo em toda sua extensão.

Os resultados confirmam a não aleatoriedade dos atropelamentos, indicando que a maior concentração de agrupamentos está entre os quilômetros 0,05 e 71 no sentido Acampamento 3 ALFA – Pera Ferroviária de Parauapebas, independentemente do grupo faunístico.

Répteis

No primeiro e no segundo ano monitorados foram identificados nove *hotspots* de atropelamento, já no terceiro ano este número aumentou para 11, e nos anos 4 e 5 para 15. Analisado a sobreposição dos *hotspots*, observa-se que 15 *hotspots* apareceram em mais de um ano de monitoramento, estando sete deles nos quilômetros: 06,7 - 14,7 - 15,7 - 16,7 - 17,2 - 19,2 - 21,7. Os outros *hotspots* ocorreram entre os quilômetros 23,7 e 29,2.

Mamíferos

No primeiro e no segundo ano foram identificados oito *hotspots* de atropelamento para os mamíferos, já no terceiro ano este número caiu para sete, no quarto ano o número subiu para 11, e no quinto ano o número de *hotspots* subiu para 15. Ao longo dos anos monitorados, oito *hotspots* se sobrepuseram, estando cinco deles nos quilômetros: 2,2 - 4,7 - 15,7 - 19,7 - 20,26. Os outros pontos de maiores registros ocorreram entre os quilômetros 25,7 - 28,2 - 32,2.

Anfíbios

No primeiro ano foram observados seis *hotspots* de atropelamentos para anfíbios, caindo para apenas três no segundo e no terceiro ano. Já no quarto e quinto ano o número de *hotspots* aumentou para 10. Cinco *hotspots* ocorreram em mais de um ano de monitoramento (quilômetros: 14,2 - 19,7 - 20,7 - 23,7 - 28,2).

Aves

Para as aves, o primeiro ano registrou quatro *hotspots* de atropelamentos, enquanto que no segundo ano foram apenas três *hotspots*. Este número aumentou para oito no terceiro ano, para nove no quarto ano, e voltando a apresentar oito no quinto ano de monitoramento. Seis *hotspots* ocorreram em mais de um ano de monitoramento (quilômetros: 17,7 - 10,2 - 20,2 - 23,7 - 41,2 - 42,7).

Em relação aos *hotspots* de atropelamentos observam-se sobreposições diferentes para os grupos taxonômicos estudados. Esta informação é corroborada no estudo pioneiro de TEIXEIRA *et al.* (2013) que, avaliou se *hotspots* de mamíferos eram coincidentes com os de outros vertebrados, demonstrando que em escalas menores de similaridades, as sobreposições são diferentes. Neste sentido, fica claro que a indicação de medidas pontuais de mitigação, como passagens de fauna, não deve se basear na espécie mais registrada, pois a eficácia de uma medida pontual está diretamente relacionada às diferenças de comportamento e seleção de habitats entre as espécies.

Apesar disso, é possível observar que o trecho mais vulnerável em nossa área de estudo, se encontra entre os quilômetros 11,4 e 28,5. Este

trecho da rodovia corta as FLONAs do Tapirapé-Aquiri e de Carajás, com floresta em estado avançado de conservação dos dois lados. Outros estudos também encontraram maiores registros em trechos próximos a matas de galeria (KOPPE & ADVÍNCULA, 2008) e matas ciliares (ACOSTA *et al.*, 2008). Apesar dessas características da paisagem no trecho indicado, acreditamos que o traçado da rodovia também pode contribuir para esta vulnerabilidade, pois o mesmo apresenta muitas retas longas seguidas de curvas fechadas, permitindo que os condutores andem mais rápidos, porém com dificuldade de visualizar os animais nas curvas.

Ao longo dos anos monitorados, foram propostas algumas ações a fim de minimizar o número de atropelamentos, entre elas estão: atividades de educação ambiental; controle de velocidade; remoção de carcaças; placas sinalizadoras, poda e erradicação da vegetação nas margens da rodovia. A partir da identificação destes *hotspots* sobrepostos será possível mapear os trechos da estrada que necessitam de uma intensificação das ações mitigadoras no intuito de reduzir o índice de atropelamentos de fauna na rodovia como um todo. Entretanto, é evidente a dificuldade de se mitigar um impacto como este, principalmente pela falta de informações sobre a eficácia das medidas mitigadoras de impactos de atropelamentos. Por isso é de suma importância que a efetividade das medidas mitigadoras implantadas sejam monitoradas, a fim de aprimorar cada vez mais os sistemas de proteção a fauna em rodovias brasileiras. A próxima etapa deste estudo, no contexto do Projeto Salobo, selecionará as medidas mitigadoras cabíveis, de modo a implantá-las e avaliar quais serão mais eficazes.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Vale - Projeto Salobo, e a equipe da Habtec Mott MacDonald.

Referências Bibliográficas

- ACOSTA, N.; PETES ACOSTA, F. B.; MILCHARECK, S.; MACHADO, L. F.; JUNG, D. M.; PETERS, G. B.; CHRISTOFF, A. U. 2008. Mamíferos pampeanos atropelados ao longo da BR-010 entre Brasil e Uruguai-Registro atual de espécies de médio/grande porte ameaçadas. Resumo 382 apresentado no IV Congresso Brasileiro de Mastozoologia. São Lourenço, MG, Brasil.
- CLEVENGER, A.P.; CHRUSZCZ, B. & GUNSON, K.E. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation*, 109: 15-26, [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00127-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00127-1)
- COELHO, I.P.; TEIXEIRA, F.Z.; COLOMBO, P.; COELHO, A.V.P. & KINDEL, A. 2012. Anuran road-kills neighboring a peri-urban reserve in the Atlantic Forest, Brazil. *Journal of Environmental Management*, 112: 17-26.
- GLISTA, D.J.; DEVAULT, T.L. & DEWOODY, J.A. 2009. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning*, 91: 1-7.
- GUNSON, K.E.; MOUNTRAKIS, G. & QUACKENBUSH, L.J. 2011. Spatial wildlife-vehicle collision models: A review of current work and its application to transportation mitigation projects. *Journal of Environmental Management*, 92: 1074-1082, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.11.027>
- JAEGER, J. A. G.; BOWMAN, J.; BRENNAN, J.; FAHRIG, L.; BERT, D.; BOUCHARD, J.; CHARBONNEAU, N.; FRANK, K.; GRUBER, B. & VON TOSCHANOWITZ, K. T. 2005. Predicting when animal populations are at risk from roads: aN interactive model of road avoidance behavior. *Ecological Modelling* 185, 329-348.
- KOPEE, V. C. & ADVÍNCULA, M. F. Mamíferos atropelados em um trecho da MT 449 em Lucas do Rio Verde-MT. 2008. Resumo 380 apresentado no IV Congresso Brasileiro de Mastozoologia. São Lourenço, MG, Brasil.
- MALO, J.E.; SUÁREZ, F. & DíEZ, A. 2004. Can we mitigate animal-vehicle accidents using predictive models? *Journal of Applied Ecology*, 41: 701-710, <http://dx.doi.org/10.1111/j.0021-8901.2004.00929.x> Ramp *et al.* 2006
- SEILER, A. 2005. Predicting locations of moose-vehicle collisions in Sweden. *Journal of Applied Ecology*, 42: 371-382, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2664.2005.01013.x>
- SEILER, A. & HELLDIN, J. O. 2006. Mortality in wildlife due to transportation. In: *The ecology of transportation: managing mobility for the environment*. Ireland: University Collegecork. 1. (Davenport J. & Davenport J., eds.). p. 165-190.
- TEIXEIRA, F. Z.; COELHO, I. P.; ESPERANDIO, I. B.; OLIVEIRA, N. R.; PETER, F. P.; DORNELES, S. S.; DELAZERI, N. R.; TAVARES, M.; MARTINS, M. B. & KINDEL, A. 2013. Are road-kill hotspots coincident among different vertebrate groups? *Oecologia Australis*, v17, n1. 2013.

MORTANDADE DO JACARÉ-DO-PANTANAL (*CAIMAN YACARE*, DAUDIN, 1802) EM UM TRECHO DA RODOVIA BR-262, MATO GROSSO DO SUL, OESTE DO BRASIL

Marcela Barcelos Sobanski, Sandra Martins Ramos, Durval Nascimento Neto & Eduardo Ratton

Universidade Federal do Paraná, CEP 81530-900, Curitiba – PR, Brasil

Autor para correspondência: marcela.sobanski@gmail.com

RESUMO

A caça foi uma grande preocupação no passado para a conservação do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Hoje, o jacaré-do-pantanal é uma espécie de alta abundância e amplamente distribuída na planície pantaneira, com uma população mínima estimada em cerca de 3,7 milhões. Apesar de essencialmente ativos na água, o movimento terrestre dos crocodilianos é comum para os que vivem em áreas que secam periodicamente. Neste contexto, atravessando os Biomas Cerrado e Pantanal mato-grossense-do-sul, a BR-262 destaca-se como uma das principais rodovias federais, ligando Corumbá (MS) à capital Campo Grande (MS). No trecho entre os Municípios de Anastácio e Corumbá são recorrentes os atropelamentos de animais silvestres, sendo o jacaré-do-pantanal a espécie com o maior número de registros entre o período de junho de 2011 a maio de 2012. Analisando-se o efeito do pulso de inundação do Pantanal na movimentação do jacaré-do-pantanal e consequente número de registros de atropelamentos da espécie na BR-262/MS, constatou-se que a taxa de atropelamentos da espécie para o período de seca foi significativamente superior à taxa de atropelamentos para o período de cheia.

Palavras-chave: Atropelamento, pulso de inundação, rodovia BR-262.

ABSTRACT

Hunting of caimans (*Caiman yacare*) was a major conservation concern in the past. Nowadays, the caiman is a species of high abundance and widely distributed on the Pantanal flood plains, with a minimum population estimated at 3.7 million. Although they are mainly active in water, the terrestrial locomotion of crocodilians is common for those who live in areas that periodically dry out. In this context, crossing the biomes Cerrado and Pantanal, BR-262 stands out as a major federal highway, linking Corumbá (MS) to the state capital Campo Grande (MS). Along the stretch between the cities of Anastácio and Corumbá, wild animal' roadkills are recurrent and caiman species appeared with the highest number of roadkill records between the period June 2011 to May 2012. Analyzing the effect of Pantanal's flood pulse over the locomotion of caimans and the consequent number of roadkills of this species in BR-262/MS, it was found that the rate of roadkills at the drought period was significantly higher than the rate at the flood period.

Keywords: wildlife-vehicle collision, flood pulse, BR-262 highway.

Introdução

A caça foi uma grande preocupação no passado para a conservação do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). A espécie foi extensivamente caçada antes da proibição imposta no Brasil, em 1967 (HARRIS *et al.*, 2005). Contudo, a caça ilegal continuou a ocorrer durante muitos anos sobre as áreas do Pantanal, só diminuindo a partir do início dos anos 1990 com a queda dos preços da pele no mercado internacional (MOURÃO *et al.*, 1996).

Hoje, o jacaré-do-pantanal é uma espécie de alta abundância e amplamente distribuída na planície pantaneira (MOURÃO *et al.*, 2000). Através da metodologia de levantamento aéreo, estudos desenvolvidos pela Embrapa Pantanal estimaram uma população mínima de cerca de 3,7 milhões de jacarés em todo o Pantanal, com as maiores densidades dessa espécie nas proximidades do rio Taquari, no Pantanal da Nhecolândia, e nas proximidades do rio Negro, no Pantanal do rio Negro (MAURO, 2002).

Embora essencialmente ativos na água, o movimento terrestre dos crocodilianos é comum para os que vivem em áreas que secam periodicamente (LANG, 1987 apud CAMPOS *et al.*, 2003). CAMPOS *et al.* (2003) registraram no pantanal da Nhecolândia, entre 1989 e 1999, 70 grupos de jacarés e 34 indivíduos solitários movendo-se por terra, com os bandos deslocando-se em fila. Neste contexto, atravessando os Biomas Cerrado e Pantanal mato-grossense do sul, a BR-262 destaca-se como uma das principais rodovias federais, ligando Corumbá (MS) a capital Campo Grande (MS). Segundo SOBANSKI *et al.* (no prelo, 2014), ao longo da rodovia, no trecho entre os Municípios de Anastácio e Corumbá são recorrentes os atropelamentos de animais silvestres. Os autores destacam que o jacaré-do-pantanal foi a espécie com o maior número de registros de atropelamentos no referido trecho, entre o período de junho de 2011 a maio de 2012.

Assim, o presente estudo visa avaliar o efeito do pulso de inundação do pantanal e movimentação do jacaré-do-pantanal no número de registros de atropelamentos da espécie na BR-262/MS, trecho entre Anastácio e Corumbá.

Material e Métodos

Área de Estudo

O monitoramento de atropelamentos foi realizado no segmento de 284,2 quilômetros da BR-262, no Estado do Mato Grosso do Sul, entre os municípios de Anastácio e Corumbá (Fig. 1). O

monitoramento foi realizado no âmbito da gestão ambiental das obras de melhoria na rodovia BR-262/MS, tendo sido executado pela Universidade Federal do Paraná/Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura através de Termo de Cooperação Técnica com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT.



Figura 1. Localização da área de estudo do monitoramento de atropelamentos de jacaré-do-pantanal – BR-262/MS, trecho de Anastácio a Corumbá.

Coleta dos Dados

As inspeções à rodovia para registro dos atropelamentos foram realizadas semanalmente, percorrendo o trajeto de ida e volta do trecho Anastácio a Corumbá a uma velocidade média de 60 km/h, durante o período de junho de 2011 a maio de 2012, totalizando 568,4 km percorridos semanalmente e 23.872,8 km ao final de um ano de estudo.

Todas as ocorrências foram registradas com a posição geográfica e fotografia. Ademais, toda carcaça registrada foi removida da rodovia para evitar que fosse contabilizada novamente.

Dados Hidrológicos

Para determinação do período seca e cheia do pantanal mato-grossense do sul foram utilizados os dados da série histórica de 2011 e 2012 da Estação Fluviométrica Ladário (Base Naval - 66825000), localizada no município de Ladário/MS. Os dados foram obtidos pelo Sistema de Informações Hidrológicas – HidroWeb da Agência Nacional de Águas – ANA.

Análise dos Dados

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para avaliar a hipótese nula de que não há diferença entre as taxas de atropelamentos por período (seca e cheia). As análises foram realizadas no programa PAST (HAMMER *et al.*, 2001).

Resultados e Discussão

Durante o período de junho de 2011 e maio de 2012, foram registrados na BR-262/MS, trecho de Anastácio a Corumbá, um total de 610 animais silvestres atropelados (SOBANSKI *et al.* no prelo, 2014). Destes, 114 corresponderam a atropelamentos de jacarés-do-pantanal, a espécie com o maior número de registros, com uma média de 9,5 animais por mês e uma taxa de atropelamento de 0,0048 ($\pm 0,0052$) indivíduos/km/dia. Segundo HOBDAI & MINSTRELL (2008), embora seja impactante ao nos depararmos com um animal atropelado na rodovia, o atropelamento de espécies abundantes pode não ser fator condicionante para levar a um declínio da população, a não ser que estas estejam sofrendo pressão de outros fatores, como caça, doenças ou mesmo populações de espécies que existem em baixas densidades, como as ameaçadas de extinção. Para o jacaré-do-pantanal, apesar da espécie ter sido intensivamente caçada, estudos indicam uma população abundante e amplamente distribuída no pantanal (MOURÃO *et al.*, 2000; MAURO, 2002).

Relacionando a sazonalidade local, segundo GALDINO & RESENDE (2000), a régua de medição dos níveis do rio Paraguai, instalada no 6º Distrito Naval da Marinha Brasileira, em Ladário, constitui-se no principal referencial do regime hidrológico da Bacia do Alto Paraguai, possibilitando até mesmo a caracterização de um dado período como sendo de seca ou de cheia, onde, historicamente, quando o nível máximo do rio Paraguai, em Ladário, supera o nível de alerta de enchente, que é de quatro metros. Ainda segundo CALHEIROS & OLIVEIRA (2010), quando o nível varia de quatro a cinco metros, a cheia é pequena; de cinco a seis metros, a cheia é normal; e acima de seis metros, é uma grande cheia. Analisando os dados hidrológicos para o período de estudo percebe-se que o ano de 2011 foi um ano de cheia, ao contrário do ano de 2012 onde o nível máximo do rio Paraguai não superou três metros, caracterizando-se como um ano de seca (Fig. 2). A taxa de atropelamentos de jacarés-do-pantanal para o período de cheia foi de 0,0018 ($\pm 0,0019$) indivíduos/km/dia, e para o período de seca 0,0064 ($\pm 0,0058$) indivíduos/km/dia (Fig. 3), apresentando uma diferença significativa na

taxa de atropelamentos entre os períodos ($H=5,706$; $g.l.=1$; $p=0,0155$).

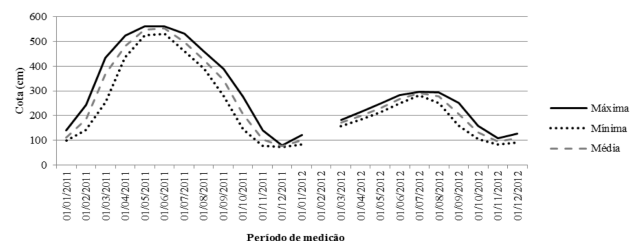


Figura 2. Dados da régua de medição dos níveis do rio Paraguai para os anos de 2011 e 2012. Fonte: ANA - Série Histórica da Estação Fluviométrica Ladário (Base Naval - 66825000).

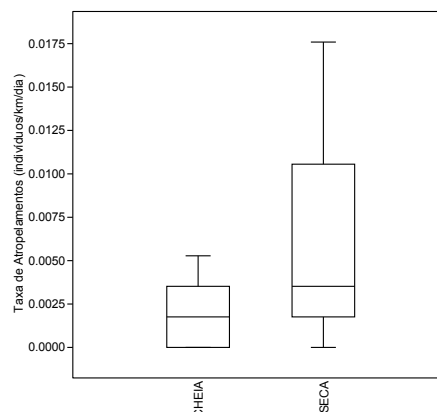


Figura 3. Taxas de atropelamentos de jacarés-do-pantanal na BR-262/MS, trecho de Anastácio a Corumbá. Linha central dentro da caixa indica a mediana da taxa de atropelamentos por período; limites da caixa indicam o desvio padrão da média; barras verticais apontam os valores máximos e mínimos.

Segundo COUTINHO & CAMPOS (1996 apud CAMPOS *et al.*, 2003), em ambientes sazonais, como o Pantanal, os alimentos ficam concentrados em poucas poças na estação seca e isso induz os jacarés a se moverem entre poças. CAMPOS *et al.* (2004) observaram que o jacaré-do-pantanal não apenas se movimenta dentro de áreas de lago e rio, mas, também, entre as áreas, com vários animais, principalmente adultos machos, movendo-se de regiões de lago isoladas para áreas de rio, à distância de até 11 km, indicando que os jacarés usam grandes áreas, que incluem uma variedade de habitats, no Pantanal. A maior movimentação no período de seca também pode ocorrer devido ao ciclo reprodutivo da espécie, que, conforme COUTINHO *et al.* (2005), tem um período relativamente curto de cópula que ocorre entre meados de dezembro e janeiro.

Analisando-se a distribuição dos atropelamentos ao longo do segmento da BR-262/MS entre Anastácio e Corumbá, nos 82,8 quilômetros compreendidos entre Miranda (a partir do acesso ao Morro do Azeite km 622,8) e a ponte sobre o rio

Paraguai (km 705,6) foram atropelados 77 jacarés-do-pantanal, aproximadamente 68% do total dos registros. A taxa de atropelamento para este trecho foi de 0,0111 ($\pm 0,0139$). Para o período de cheia foi de 0,004 ($\pm 0,0049$) indivíduos/km/dia, e para o período de seca 0,015 ($\pm 0,0157$) indivíduos/km/dia (Fig. 4), apresentando uma diferença significativa na taxa de atropelamentos entre os períodos ($H=5,896$; g.l.=1; $p=0,0126$). Este trecho da rodovia apresenta uma série de poças ao longo de seu traçado advindas do processo construtivo do aterro sobre o qual a rodovia está implantada. As caixas de empréstimo não recuperadas acumulam as águas da cheia do Pantanal, servindo de refúgio para diversos animais, entre eles o jacaré-do-pantanal, capivaras, cervos e diversas aves.

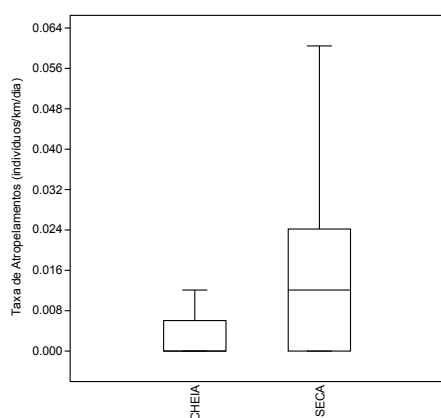


Figura 4. Taxas de atropelamentos de jacarés-do-pantanal na BR-262/MS, trecho de Anastácio a Corumbá. Linha central dentro da caixa indica a mediana da taxa de atropelamentos por período; limites da caixa indicam o desvio padrão da média; barras verticais apontam os valores máximos e mínimos.

Considerações finais

Segundo FORMAN *et al.* (2003) os atropelamentos de fauna nas rodovias geralmente são concentrados em uma ou algumas espécies de hábitos generalistas, localmente abundantes, altamente móveis, e/ou atraídos pelos recursos ou características ambientais favoráveis no entorno da rodovia. Os atropelamentos recorrentes do jacaré-do-pantanal na BR-262/MS, trecho de Anastácio a Corumbá, se enquadra nesta descrição. Os resultados encontrados ainda demonstram uma diferença significativa nas taxas de atropelamentos de jacarés-do-pantanal entre os períodos de cheia e seca do Pantanal, sendo maiores no período da seca, quando a espécie apresenta maior deslocamento em terra. A maior movimentação da espécie no período seco aumenta a possibilidade de o jacaré-do-pantanal ter que atravessar a rodovia BR-262/MS o que aumenta,

consequentemente, a probabilidade de atropelamentos.

HUIJSER *et al.* (2008) coloca que dados dos registros de atropelamento são fundamentais para justificar e priorizar locais para mitigação, sendo a melhor maneira de garantir que atenuações apropriadas sejam instaladas nos locais onde haverá um maior impacto. Assim, a partir dos dados levantados foram propostas medidas e dispositivos de proteção à fauna a serem implantados na BR-262/MS, no trecho em estudo, a saber:

Supressão e manutenção da vegetação na faixa de domínio da rodovia, ao longo de todo o trecho: a existência de densa vegetação arbustiva e arbórea contígua à rodovia faz com que essas áreas se transformem em refúgio de animais e dificulte a visibilidade dos condutores, aumentando o risco de impactos (CATELLA *et al.*, 2010). HUIJSER & KOCIOLEK (2008) relatam uma redução média de 38% nos atropelamentos com a adoção da remoção da vegetação nas proximidades da rodovia, especialmente arbustos e árvores, permitindo que os motoristas enxerguem a aproximação dos animais, evitando colisões;

Instalação de controladores eletrônicos de velocidade ao longo de todo o trecho e associados a cercas de proteção: HUIJSER & KOCIOLEK (2008) também apontam que em situações de velocidades relativamente altas (por exemplo, ≥ 80 km/h), uma redução mínima da velocidade pode ser benéfica, visto que conduz à diminuição do risco de uma colisão severa. KLOEDEN *et al.* (2001, apud HUIJSER & KOCIOLEK, 2008) estimaram que uma redução de 5 km/h em velocidades em torno de 80 km/h nas rodovias pode diminuir os atropelamentos em até 32%. Quanto às cercas, quando instaladas e mantidas corretamente, as cercas para animais silvestres podem formar uma barreira quase intransponível para animais de maior porte, eliminando ou reduzindo substancialmente o número de atropelamentos (HUIJSER & KOCIOLEK, 2008). Diversos estudos relatam uma redução de 80 a 95% nas taxas de atropelamentos com a adoção dessa medida. É importante ressaltar que para se evitar ou diminuir o efeito barreira das cercas para os animais silvestres, estas devem ser preferencialmente instaladas onde existam estruturas que funcionem como passagens de fauna inferiores (pontes e bueiros de maiores diâmetros);

Educação ambiental dos motoristas, fundamental no processo de conscientização dos usuários da rodovia: segundo CATELLA *et al.* (2010), um dos meios para se reduzir os atropelamentos dos animais nas rodovias é a condução dos veículos por motoristas bem informados, o que pode ser alcançado através de

campanhas educativas que visam divulgar aspectos sobre o comportamento dos animais e sensibilizar os usuários da rodovia. Neste sentido, foi realizada uma pesquisa de opinião com motoristas e moradores da região, onde, quando indagados sobre o conhecimento ou não do grande número de animais vítimas de atropelamentos na região, 91,26% dos 595 entrevistados afirmaram que esse é um problema recorrente, entre os quais 45,11% já presenciaram pelo menos um acidente com o envolvimento de animais. Quando questionados sobre as possíveis causas da grande incidência de acidentes com animais na região, 48,61% assinalaram que uma das principais causas é o excesso de velocidade dos veículos que trafegam pela rodovia.

Assim, medidas que visem à redução dos atropelamentos de animais silvestres nas rodovias brasileiras são fundamentais, uma vez que, se para os motoristas, as colisões apresentam um perigo à segurança e pode resultar em custos significativos, para a fauna, muitas vezes, o atropelamento pode representar uma ameaça para a sobrevivência das espécies.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes pela oportunidade de execução dos trabalhos relatados, bem como por poderem contribuir com o desenvolvimento da questão ambiental atrelada à execução de obras de infraestrutura de transportes.

Referências Bibliográficas

CALHEIROS, D.F. E OLIVEIRA, M.D. 2010. O rio Paraguai e sua planície de inundação: o pantanal mato-grossense. *Ciência e Ambiente*, p. 113 – 130.

CAMPOS, Z.M.S. 2004. Movimentos dos jacarés em busca de alimento. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, n. 62, p.1-2.

CAMPOS, Z.M.S.; COUTINHO, M.E. E MAGNUSSON, W. 2003. Atividades terrestres dos jacarés no pantanal, Brasil. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, n. 41, p.1-21.

CATELLA, A.C., TOMÁS, W.M., MOURÃO, G.M. BR-262 no Pantanal: cenário de encontros entre homens e animais silvestres. 2010. EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Série Documentos 111. Corumbá, MS, 24p.

COUTINHO, M.; CAMPOS, Z.; CARDOSO, F.; MARTINELLI, P. E CASTRO, A. 2005. Ciclo reprodutivo de machos e fêmeas de jacaré-do-pantanal,

Caiman crocodilos yacare. Comunicado Técnico, Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, n. 51, p.1-5.

FORMAN, R. T. T., SPERLING, D., BISSONETTE, J. A., CLEVINGER, A. P., CUTSHALL, C. D., DALE, V. H., FAHRIG, L., FRANCE, R., GOLDMAN, C. R., HEANUE, K., JONES, J. A., SWANSON, F. J., TURRENTINE, T., WINTER, T. C. 2003. *Road ecology: science and solutions*. Washington: Island Press, 481 p.

GALDINO, S. E.; RESENDE, E.K. 2000. Previsão de cheias e secas da EMBRAPA auxilia pantaneiros. ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, Embrapa Pantanal, Corumbá-MS, n. 04, p.1-5.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1): 9pp.

HARRIS, M.B.; TOMAS, W.M.; MOURÃO, G.; DA SILVA, C.J.; GUIMARÃES, E.; SONODA, F. e FACHIM, E. 2005. Desafios para proteger o Pantanal brasileiro: ameaças e iniciativas em conservação. *Megadiversidade*, vol. 1, nº 1.

HOBDAV, A.J. & MINSTRELL, M.L. 2008. Distribution and abundance of roadkill on Tasmanian highways. *WildlifeResearch* 35(7), p. 712 - 726.

HUIJSER, M.P., KOCIOLEK, A.V. 2008. Wildlife-Vehicle Collision and Crossing Mitigation Measures: A Literature Review for Blaine County, Idaho. Western Transportation Institute. College of Engineering. Montana State University. Idaho, 117p.

HUIJSER, M.P., MCGOWEN, P., FULLER, J., HARDY, A., KOCIOLEK, A., CLEVINGER, A.P., SMITH, D., AMENT, R. 2008. Wildlife-vehicle collision reduction study: Report to congress. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Washington D.C., 174p.

MAURO, R. 2002. Estudos faunísticos na Embrapa Pantanal. *Archivos Zootecnia* 51, p. 175 - 185.

MOURÃO, G.; CAMPOS, Z., COUTINHO, M. E ABERCROMBIE, C. 1996. Size structure of illegally harvested and surviving caiman *Caiman crocodilus yacare* in pantanal, Brazil. *Biological Conservation* 75, p. 261-265.

MOURAO, G.; COUTINHO, M.; MAURO, R.;CAMPOS, Z.;TOMAS, W.; MAGNUSSON, W. 2000. Aerial surveys of caiman, marsh deer and pampas deer in the Pantanal Wetland of Brazil. *Biological Conservation* 92, p. 175 – 183.

SOBANSKI, M.B.; RAMOS, S.M. e RATTON, P. 2014. Distribuição e abundância de atropelamentos de animais silvestres em um trecho da rodovia BR-262, Mato Grosso do Sul, Centro-Oeste do Brasil. *Brazilian Journal of Ecology*. No prelo.

ROTAS DE DESLOCAMENTO DO SAGUI-DE-TUFOS- PRETOS (*CALLITHRIX PENICILLATA*) ENTRE FRAGMENTOS FLORESTAIS INTERCEPTADOS POR RODOVIAS.

Hariagnes Oliveira Dias, Helio Secco & Alex Bager

Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas, Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras – MG, Brasil

Auto para correspondência: hariagnes@hotmail.com

Resumo

A presença de rodovias em ambientes florestados pode ocasionar na morte de animais devido à colisão com veículos, neste sentido espécies arborícolas que toleram descer até o chão também acabam expostas ao risco de atropelamento. O objetivo do trabalho foi avaliar a frequência de travessias realizadas por saguis entre quatro diferentes trechos de rodovia monitorados. Os dados foram coletados no interior do campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e em vias de acesso do entorno. A amostragem consistiu na presença de um observador monitorando visualmente quatro trechos de rodovia. Os trechos que estavam em contato com fragmentos florestais em ambas as margens da rodovia apresentaram maior número de travessias em comparação aos que só estavam em contato em uma das margens. A presença de conexão aérea foi registrada apenas em dois trechos monitorados, os quais apresentaram maior número de travessias ao longo das amostragens, uma vez que essas foram resultantes da soma das travessias terrestres e aéreas. A conexão aérea parece ser um fator atrativo para a travessia de saguis. Não houve diferença no número de travessias entre os diferentes períodos de horário monitorados, o que pode estar associado às diferentes rotas de deslocamento utilizadas pelos saguis ao longo do dia.

Palavras-chave: travessia de fauna, mamíferos arborícolas, ecologia de estradas.

Abstract

The presence of roads in forested environments can reflect the death of animals due to vehicle collision, in this sense arboreal species that tolerate down to the ground are also exposed to the risk of roadkill. The study objective was to evaluate the frequency of crossings performed by marmosets in four different road sections. Data were collected inside the campus of the Universidade Federal de Lavras (UFLA) and roads surrounding the university. The sampling consisted of the presence of an observer monitoring visually four road sections. Road sections in contact with forest fragments on both sides had a higher number of crossings compared to road sections that have forest fragments just in one of the sides. The presence of aerial connectivity was recorded in only two sections monitored, which had a higher number of crossings along the sampling, as result of the sum of terrestrial and aerial crossings. The aerial connectivity seems to be an attractive factor for crossing marmosets. There was no difference in the number of crossings between different periods of time monitored.

Keywords: fauna crossings, arboreal mammals, road ecology.

Introdução

O sistema rodoviário exerce um papel fundamental no desenvolvimento da sociedade. Devido à demanda mundial por vias de escoamento de produtos e matérias-primas bem como ao deslocamento de pessoas, a malha rodoviária está se expandindo cada vez mais, e consequentemente invadindo ambientes naturais em diversas regiões do globo (FORMAN *et al.*, 2003). No entanto, assim como diversos empreendimentos humanos que resultam na alteração de ecossistemas, as rodovias trazem impactos ambientais negativos resultantes da fragmentação de áreas naturais (COFFIN, 2007; LAURANCE *et al.*, 2009). Os principais impactos causados por rodovias sobre a fauna são representados por: perda e fragmentação do habitat (JAEGER & FAHRIG, 2004) e mortalidade direta resultante de colisões com veículos (FORMAN & ALEXANDER, 1998; TROMBULAK & FRISSELL, 2000).

Colisões com veículos se apresentam como a maior fonte de mortalidade direta em populações de animais impactados por rodovias (GIBBS & SHRIVER, 2002; GLISTA *et al.*, 2008). De acordo com características da paisagem e da rodovia, populações de animais estão sujeitas a altas taxas de atropelamento, ocasionando a drástica redução de suas populações e consequentemente a perda de biodiversidade (FORMAN & ALEXANDER, 1998).

Em trechos em que existe contato de dossel acima da superfície da rodovia, movimentos de travessia são facilitados para mamíferos arborícolas (WILSON *et al.*, 2007). Nesse caso, espécies obrigatoriamente arborícolas evitam descer ao nível do solo e se deslocar por uma área aberta, o que faz com que esse grupo seja particularmente mais vulnerável aos efeitos da fragmentação em locais em que não existe conexão aérea (WESTON, 2003; FAHRIG & RYTWINSKI, 2009). Por outro lado, as espécies arborícolas que toleram descer até o solo para realizar travessias por áreas abertas tais como rodovias, acabam expostas ao risco de atropelamento (KANOWSKI *et al.*, 2001; GOOSEM, 2007).

Diversas medidas de mitigação já foram testadas com o intuito de reduzir os impactos causados por rodovias sobre as populações de fauna silvestre. Em geral, essas medidas podem ser distinguidas em duas categorias: aquelas que alteram o comportamento do motorista e as que alteram o comportamento do animal (GLISTA *et al.*, 2009). A primeira envolve basicamente a imposição de limites de velocidade, sinalizações de alerta e instalação de redutores de velocidade, enquanto que a segunda envolve alterações no habitat acompanhados normalmente da implementação de estruturas de

travessia de fauna (FORMAN *et al.*, 2003). Essas estruturas são elaboradas visando permitir a travessia segura do animal, restabelecendo parte da conectividade do habitat (FORMAN *et al.*, 2003; VAN DER REE *et al.*, 2007; GLISTA *et al.*, 2009).

Os principais trabalhos que avaliam impactos de rodovias sobre a fauna arborícola foram conduzidos na Austrália (WILSON *et al.*, 2007; TAYLOR & GOLDINGAY, 2009; VAN DER REE *et al.*, 2010; WESTON *et al.*, 2011), e apesar da grande diversidade de mamíferos arborícolas presentes no Brasil (FONSECA *et al.*, 1999), apenas estudos pontuais foram conduzidos neste âmbito (e.g. VALLADARES-PÁDUA *et al.*, 1995; LOKSCHIN *et al.*, 2007; TEIXEIRA *et al.*, 2013), todos eles relacionados a instalação de travessias de fauna aéreas destinadas ao uso de primatas, ainda que a efetividade destas não tenha sido avaliada à longo prazo.

Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar a frequência de travessias realizadas por grupos de saguis-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata*) entre quatro trechos de rodovia com diferentes características.

Material e Métodos

Este estudo foi realizado na região sul de Minas Gerais, Brasil, no município de Lavras. As áreas monitoradas são caracterizadas por ambientes de transição entre os biomas Mata Atlântica e Cerrado (DALANESI *et al.*, 2004). O monitoramento das travessias foi conduzido em três trechos de rodovia compreendidos no interior do campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA) (P1, P2 e P3) e um na rodovia MG-335 (P4), que liga o município de Lavras ao município de Ijaci (Figura 1). Para a escolha dos pontos de travessia foram priorizados aqueles em que havia proximidade de fragmentos florestais com a rodovia e que a ocorrência da espécie *C. penicillata* já havia sido confirmada, seja através de monitoramentos prévios, ou mediante a confirmação de atropelamentos ocasionais da espécie no local.

Os trechos de rodovia escolhidos foram caracterizados quanto à presença de fragmentos florestais em contato com as margens da rodovia através de imagens aéreas, e de conexão aérea, a qual foi considerada presente quando havia contato do dossel sobre a rodovia. Todos os trechos de rodovia monitorados estavam em contato com fragmentos florestais em ambas as margens, exceto P3, que foi o único a ter apenas uma margem em contato com fragmento florestal. A presença de conexão aérea foi registrada apenas para os pontos de travessia P2 e P4.

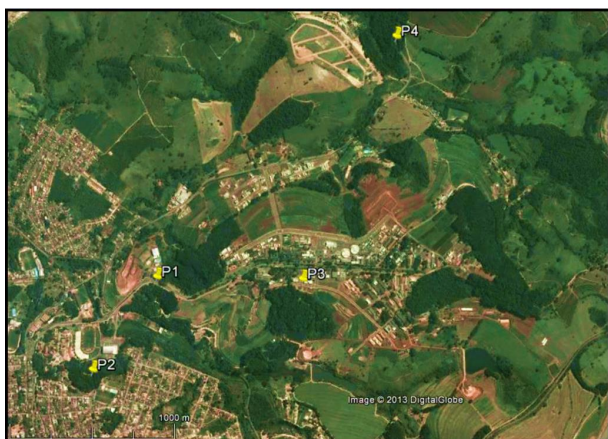


Fig.1. Imagem aérea da Universidade Federal de Lavras obtida a partir do Google Earth. As marcações em amarelo representam os pontos de travessia monitorados.

A amostragem consistiu na presença contínua de um observador monitorando visualmente cada um dos quatro pontos de travessia em três períodos de horários distintos (06:00 – 10:00, 10:00 – 14:00, 14:00-18:00), objetivando registrar apenas eventuais travessias realizadas pelos saguis-de-tufos-pretos. O registro de travessia se configurava quando um indivíduo se deslocava de uma margem até a outra da rodovia. Cada um dos períodos de horário foi monitorado três vezes em cada trecho a cada campanha, totalizando 36 horas de esforço de observação. Ao final das três campanhas realizadas (primeira = agosto, setembro e novembro de 2012; segunda = novembro e dezembro de 2012, janeiro e fevereiro de 2013; terceira = março, abril, maio, junho, julho e agosto de 2013), cada trecho de rodovia monitorado teve 108 horas de esforço de observação entre todos os horários de monitoramento.

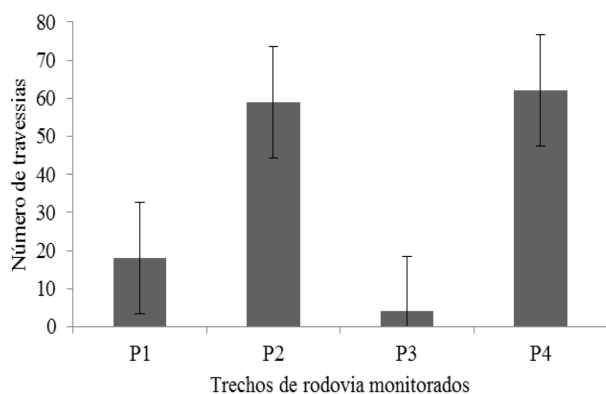


Fig.2. Representatividade das travessias entre os quatro trechos de rodovia monitorados. As barras representam o número de travessias e as linhas verticais o erro padrão associado.

As travessias foram categorizadas entre terrestres e aéreas, bem como separadas por períodos de horário, para todos os trechos de rodovia

monitorados. Para testar a diferença no número de travessias entre os quatro diferentes trechos de rodovia monitorados, bem como a diferença do número de travessias entre os diferentes períodos de horário do dia, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis. Para testar a diferença entre o número de travessias terrestres e aéreas nos trechos de rodovia em que existe conexão aérea, utilizou-se o teste de Qui-Quadrado para proporções esperadas iguais.

Resultados

Dentre os 143 registros de travessia confirmados, constatou-se diferença no número de travessias entre os quatro trechos de rodovia ($H = 7,66$; $p = 0,05$), sendo P2 e P4 os mais representativos (Figura 2). Em relação aos diferentes períodos de horário monitorados, o número de travessias não apresentou diferença ($H = 0,47$; $p = 0,79$) (Figura 3). Nos trechos P2 e P4, onde havia conexão aérea, o número de travessias aéreas foi significativamente superior ao de travessias terrestres ($\chi^2 = 25,78$; g.l. = 1; $p = 0,01$ e $\chi^2 = 62$; g.l. = 1; $p = 0,01$, respectivamente) (Figura 4).

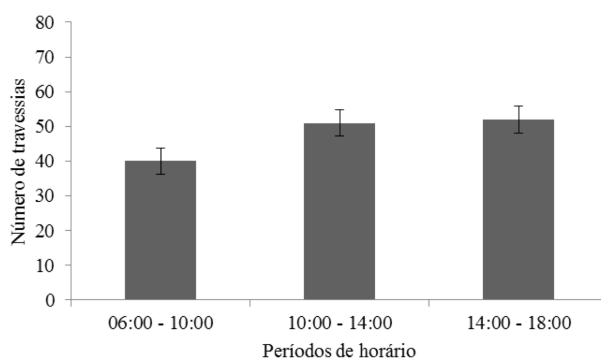


Fig.3. Representatividade das travessias em cada período de horário. As barras representam o número de travessias e as linhas verticais o erro padrão associado.

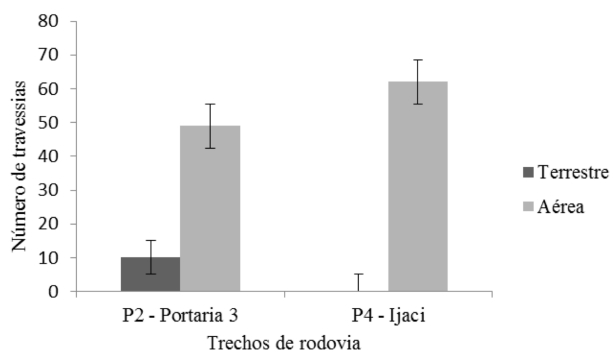


Fig.4. Representatividade das travessias terrestres e aéreas nos trechos de rodovia em que há conexão aérea. As barras representam o número de travessias e as linhas verticais o erro padrão associado.

Discussão

Os distúrbios oriundos de rodovias podem afetar uma vasta gama de espécies de animais que circundam fragmentos próximos (FAHRIG & RYTWINSKI, 2009). Algumas espécies identificam a rodovia como uma clareira linear em meio à área florestada, de modo que nas áreas próximas de rodovias a qualidade do habitat reduz-se devido à alteração da composição de espécies (GOOSEM, 2007; LESBARRE & FAHRIG, 2012). Em alguns casos as clareiras funcionam como barreiras ao deslocamento das espécies (VAN DER REE *et al.*, 2010), o que não se aplica ao caso da espécie utilizada como modelo no presente estudo. O sagui-de-tufos-pretos é uma espécie de grande plasticidade ecológica, inclusive, capaz de habitar diversas fisionomias florestais, incluindo vegetações secundárias com alto grau de perturbação e áreas fragmentadas, tais como áreas cortadas por rodovias (STEVENSON & RYLANDS, 1988; RYLANDS & FARIA, 1993).

Ainda que a espécie tenha capacidade de se deslocar pelo chão em áreas abertas enquanto forrageiam (RYLANDS, 1996), como no caso dos trechos de rodovia P1 e P3, onde travessias terrestres foram registradas, o contato do dossel sobre a rodovia parece ser um importante fator para a escolha dos locais de travessia dos saguis. De acordo com os resultados obtidos nos trechos P2 e P4, o número de travessias aumenta consideravelmente quando há conexão aérea no local, deste modo os saguis parecem preferir rotas em que estejam menos expostos ao risco de atropelamento, evitando desta maneira descer até o chão. Esse resultado é semelhante ao encontrado por WILSON *et al.* (2007), onde os mesmos demonstraram que ao identificarem a conexão através do dossel, a espécie de marsupial arborícola estudada aumentava a frequência de travessias pela rodovia.

No único ponto de travessia em que não existe fragmento florestal em contato com ambas as margens da rodovia o número de travessias registradas foi consideravelmente menor, isso pode indicar que quando os saguis chegam até a margem da rodovia e não identificam a continuidade da floresta na outra margem, os mesmos tendem a não atravessar. Neste sentido, grupos de *C. penicillata* são capazes de persistir em um único fragmento florestal isolado, desde que tenham uma pequena área de uso com recursos disponíveis (STEVENSON & RYLANDS, 1988; RYLANDS, 1988; RYLANDS & FARIA, 1993; FERRARI & DIGBY, 1996). Fatores como diferenças na estrutura da mata, composição florística do hábitat e a proximidade com grupos vizinhos também

representam variáveis determinantes em relação ao tamanho da área de vida da espécie (RYLANDS & FARIA, 1993).

Não se constatou diferença no número de travessias entre os diferentes períodos de horário monitorados, fator esse que pode estar associado às diferentes rotas de deslocamento que os saguis utilizam ao longo do seu período de atividade. Os saguis alternam atividades como forrageio, locomoção, alimentação, descanso e atividades sociais, todas elas compreendidas em um período de 10 horas, desde as primeiras horas da manhã, quando saem do sítio de dormida, até retornarem antes do entardecer (STEVENSON & RYLANDS, 1988). Desta forma, é provável que não exista um padrão de deslocamento dos indivíduos à medida que exploram os recursos dispersos em sua área de vida.

Como forma de aumentar a permeabilidade de áreas fragmentadas por rodovias, estruturas de passagem de fauna vem sendo implementadas em rodovias de diversos países há muitos anos (GLISTA *et al.*, 2009). As passagens de fauna podem ser desenvolvidas especificamente para determinados grupos de animais de acordo com o design escolhido (CLEVENGER & WALTHO, 2005). Estudos após a instalação das pontes de dossel em rodovias Australianas vêm demonstrando que as mesmas são utilizadas por diversas espécies de marsupiais arborícolas, e que com o passar do tempo, os animais tem se habituado a utilizar as passagens aéreas como parte de suas rotas de deslocamento, aumentando assim a frequência de uso dessas estruturas (e.g. TAYLOR & GOLDINGAY, 2009; VAN DER REE *et al.*, 2010; WESTON *et al.*, 2011), bem como a área de vida dos indivíduos (GOOSEM *et al.*, 2008).

Neste contexto, incentivamos que medidas de mitigação como essas devem ser testadas e monitoradas em rodovias brasileiras como forma de promover o movimento de animais arborícolas pela paisagem fragmentada, além de gerar conhecimento acerca das necessidades das espécies de mamíferos arborícolas brasileiros visando o aperfeiçoamento das passagens de fauna aéreas.

Agradecimentos

Este estudo faz parte dos Projetos Estrada Viva, financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (CRA – PPM-00121012; CRA – APQ-03868-10), CNPq (Processo 303509/2012-0), Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (Processo 0945-20122), Tropical Forest Conservation Act – TFCA (Através do Fundo Brasileiro para Biodiversidade – FUNBIO.

Hariagnes Oliveira Dias desenvolveu este trabalho com auxílio da bolsa de iniciação científica concedida pelo CNPq. Helio Secco é bolsista CAPES de mestrado em Ecologia Aplicada da Universidade Federal de Lavras.

Referências Bibliográficas

- CLEVENGER, A.P. & WALTHO, N. 2005. Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biological Conservation*, 121:453–464.
- FAHRIG, L. & RYTWINSKI, T. 2009. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecology and Society*, 14: 21.
- FERRARI, S. F. & L. J. DIGBY. 1996. Wild *Callithrix* groups: stable extended families?. *American Journal of Primatology*, 38(1): 19-27.
- FONSECA, G.A.B.; HERRMANN, G. & Y.L.R. LEITE. 1999. Macrogeography of Brazilian mammals. In: J. F. Eisenberg & K.H. Redford (Eds.). *Mammals of the Neotropics: the central Neotropics*. Vol. 3, Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. The University of Chicago.
- FORMAN, R. T. T. & ALEXANDER, L. E., 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29: 207–231.
- FORMAN, R. T. T.; SPERLING, D.; BISSONETTE, J. A.; CLEVENGER, A. P.; CUTSHALL, C. D.; DALE, FAHRIG, L.; FRANCE, R.; GOLDMAN, C. R.; HEANUE, K.; JONES, J. A.; SWANSON, F. J.; TURRENTINE, T.; WINTER, T. C. 2003. *Road Ecology: Science and Solutions*. Island Press, Washington DC.
- GIBBS, J. P. & SHRIVER, G. 2002. Estimating the effects of road mortality on turtle populations. *Conservation Biology*, 16: 1647–1652.
- GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L. & DEWOODY, J. A. 2008. Vertebrate road mortality predominantly impacts amphibians. *Herpetological Conservation and Biology*, 3(1): 77-87.
- GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L. & DEWOODY, J. A. 2009. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning*, 91: 1–7.
- GOOSEM, M. 2007. Fragmentation impacts caused by roads through rainforests. *Current Science*, 93: 1587–1595.
- GOOSEM, M.; WILSON, R.; WESTON, N. & COHEN, M. 2008. Highway Overpass Evaluation of Effectiveness: Kuranda Range Road Upgrade Project. James Cook University, Australia, Cairns.
- JAEGER, J. A. G. & FAHRIG, L., 2004. Effects of road fencing on population persistence. *Conservation Biology*, 18: 1651–1657.
- KANOWSKI, J.; FELDERHOF, L.; NEWELL, G.; PARKER, T.; SCHMIDT, C.; STERN, B.; WILSON, R. & WINTER, J. 2001. Community survey of the distribution of Lumholtz's tree-kangaroo on the Atherton Tablelands, north-east Queensland. *Pacific Conservation Biology*, 7: 79–86.
- LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M. & LAURANCE, S. G. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 24: 659–669.
- LESBARRE, D. & FAHRIG, L. 2012. Measures to reduce population fragmentation by roads: what has worked and how do we know? *Trends in Ecology and Evolution*, 30: 1–7.
- LOKSCHIN, L.X.; PRINTES, R.C.; CABRAL, J.N.H & BUSS, G. 2007. Power Lines and Howler Monkey conservation in Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. *Neotropical Primates*, 14(2): 76-80.
- RYLANDS, A. B. 1996. Habitat and the evolution of social and reproductive behavior in *Callitrichidae*. *American Journal of Primatology*, 38(1): 5-18.
- RYLANDS, A. B. & FARIA, D. S. 1993. Habitats, feeding ecology, and home range size in the Genus *Callithrix*. In: Rylands, A. B. (Ed.). *Marmosets and Tamarins: Systematics, Behavior and Ecology*. Oxford: Oxford University Press, p. 262-272.
- RYLANDS, A. B. 1989. Sympatric Brazilian callitrichids: The black tufted-ear marmoset, *Callithrix kuhli*, and the golden-headed lion tamarin, *Leontopithecus chrysomelas*. *Journal of Human Evolution*,
- STEVENSON, M. F. & RYLANDS, A. B. 1988. The marmosets genus *Callithrix*, pp. 131-222 In: R. A. Mittermeier, A. B. Rylands, A. F. Coimbra-Filho & G. A. B. Fonseca (Eds), *Ecology and Behaviour of Neotropical Primates*. Vol. 2. World Wildlife Fund, Washington DC.
- TAYLOR, B. D. & GOLDINGAY, R. L. 2009. Can road-crossing structures improve population viability of an urban gliding mammal?. *Ecology and Society*, 14(2): 13.
- TEIXEIRA, F.Z.; PRINTES, R.C.; FAGUNDES, J.C.G.; ALONSO, A.C. & KINDEL, A. 2013. Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. *Biota Neotrop*. 13(1): 1-7.
- TROMBULAK, S. C., & FRISSELL, C. A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14: 18–30.
- VAN DER REE, R.; VAN DER GRIFT, E.; MATA, C. & SUAREZ, F. 2007. Overcoming the barrier effect of roads – how effective are mitigation structures? An international review of the use and effectiveness of underpasses and overpasses designed to increase the permeability of roads for wildlife. In: Irwin, C. L., Nelson, D. & McDenmott (Eds.). *Proceedings of the International Conference on Ecology and Transportation*. Carolina do Norte, Estados Unidos, p.423-432.

VAN DER REE, R.; CESARINI, S. P.; MOORE, S. J. L. & TAYLOR, A. 2010. Large gaps in canopy reduce road crossing by a gliding mammal. *Ecology and Society*, 15: 35.

VALLADARES-PADUA; CULLEN Jr. L. & PADUA, S. 1995. A pole bridge to avoid primate road kills. *Neotropical Primates*, 3(1): 13-15.

WESTON, N. G. 2003. The provision of canopy bridges to reduce the effects of linear barriers on arboreal mammals in the Wet Tropics of northeastern Queensland. M.Sc. Thesis, James Cook University, Cairns.

WESTON, N.; GOOSEM, M.; MARSH, H.; COHEN, M. & WILSON, R. 2011. Using canopy bridges to link habitat for arboreal mammals: successful trials in the Wet Tropics of Queensland. *Australian Mammalogy*, 33: 93-105.

WILSON, R. F.; MARSH, H. & WINTER, J. 2007. Importance of canopy connectivity for home range and movements of the rainforest arboreal ringtail possum (*Hemibelideus lemuroides*). *Wildlife Research*, 34: 177–184.

HOTSPOTS DE ATROPELAMENTOS DE MAMÍFEROS DOMÉSTICOS E SILVESTRES.

**Carine Firmino Carvalho, Ana Paula Silva Borges & Ana Elizabeth Iannini
Custódio**

Universidade Federal de Uberlândia, Caixa Postal: 593, CEP: 38 400-902, Uberlândia – MG, Brasil

Autor para correspondência – carinefcarvalho@gmail.com

Resumo

Além dos efeitos causados pelas rodovias em animais silvestres, os atropelamentos também acometem animais domésticos, provocando danos materiais e econômicos para os seres humanos, somando-se ao fato de as colisões poderem ser fatais. Neste contexto, foi testada a hipótese que os atropelamentos de mamíferos silvestres e domésticos ocorrem de forma agregada. A área de estudo foi o trecho da BR-050 entre Uberlândia-Uberaba. O monitoramento foi semanal durante um ano, com um total de 8400 Km percorridos em 42 viagens. O veículo seguiu com velocidade de 60 Km/h, sempre com dois observadores. Foram registrados 482 mamíferos atropelados pertencentes a 21 espécies, destes, 264 (54,8%) silvestres, 160 (33,2%) domésticos e 58 (12,0%) indeterminados. Foram encontradas agregações de atropelamento tanto para mamíferos silvestres quanto para domésticos, sendo dez agregações para mamíferos domésticos e dez para silvestres. Porém, os *hotspots* de atropelamento de mamíferos domésticos parecem ser diferentes daqueles de mamíferos silvestres, todavia é necessária uma investigação específica para testar essa hipótese. Portanto, para a proteção de vidas humanas e dos animais, e diminuição dos gastos advindos de colisões com a fauna doméstica, é necessário investigar os *hotspots* dos animais domésticos e criar um sistema de proteção específico para esses animais. Além disso, o levantamento da fauna doméstica deve ser realizado durante estudos de impacto ambiental. Campanhas de conscientização da população também são necessárias.

Palavras-chave: Ecologia de Estradas, agregações de atropelamento, medidas de mitigação, mamíferos domésticos.

Abstract

In addition to the effects caused by roads on wild animals, roadkills also kill domestic animals, causing material and economic damage to humans, adding the fact that collisions can be fatal. Therefore, we tested the hypothesis that roadkills of wild and domestic mammals are aggregated. The study area was the stretch of the BR-050 highway between Uberlândia-Uberaba. The monitoring was performed weekly during one year, with a total of 8,400 km traveled in 42 trips. The vehicle followed with speed of 60 Km/h, always with two observers. Were recorded 482 mammals killed belonging to 21 species, of these, 264 (54.8 %) were wild ones, 160 (33.2%) were domestic ones and 58 (12.0%) were undetermined. We found aggregations of roadkills both for wild mammals and for domestic ones, being ten aggregations for domestic mammals and ten to wild ones. However, the domestic mammals roadkill hotspots seems to be different from those of wild mammals, but it's necessary to investigate this hypothesis. Thus, for the protection of human and animals lives, and for the reduction of expenses that arises from collisions with domestic fauna, it is necessary to investigate the

hotspots of domestic animals and create a protection system specific for these animals. Furthermore, the survey of domestic fauna should be conducted during the environmental impact studies. Public awareness campaigns are also needed.

Key-words: Road Ecology, roadkill aggregations, mitigation measures, domestic mammals.

Introdução

As estradas influenciam a perda da biodiversidade em intensidades ainda difíceis de serem quantificadas de forma eficiente (FORMAN & ALEXANDER, 1998; LAURANCE *et al.*, 2009; BAGER & FONTOURA, 2012). No Brasil, a Ecologia de Estradas está saindo da fase embrionária e vem se tornando uma importante linha de pesquisa aplicada, cujos resultados poderão ser aplicados para a definição de estratégias de planejamento territorial e desenvolvimento de ações governamentais específicas (BAGER & FONTOURA, 2012).

Dentre os vários efeitos das estradas que ameaçam a biodiversidade, os atropelamentos da fauna silvestre tem sido um dos efeitos mais estudados até o momento no Brasil (BAGER & FONTOURA, 2012). Diversos estudos indicam que o atropelamento da fauna é uma forte ameaça à biodiversidade, especialmente para espécies com taxa reprodutiva baixa (FORMAN & ALEXANDER, 1998; TROMBULAK & FRISSELL, 2000; COFFIN, 2007; LAURANCE *et al.*, 2009). Entretanto, poucos estudos são planejados de forma que seja possível buscar uma relação direta entre perda de indivíduos por atropelamento e a variação populacional, a fim de detectar populações pequenas e em declínio.

Somando-se ao impacto à conservação da fauna silvestre, os atropelamentos também matam animais domésticos. Esses contribuem com uma grande parcela para o aumento das taxas de atropelamentos nas rodovias brasileiras, provocando acidentes que resultam em perdas materiais e de vidas humanas (ESPERANDIO, 2011). De acordo com GRILO *et al.* (2010), nos Estados Unidos, calcula-se que o dano material advindo das colisões com a fauna é superior a um bilhão de dólares e que 1.500 pessoas morreram nesses acidentes nos últimos dez anos. Assim, é necessário entender a temática como uma necessidade para reduzir gastos públicos (BAGER *et al.*, 2007), aumentar segurança dos usuários, além de manejo de vida silvestre.

Por isso, há a necessidade da adoção urgente de medidas que visem minimizar esse efeito na redução da fauna brasileira. Algumas dessas medidas são sugeridas na literatura, citando-se placas informativas e barreiras eletrônicas; redutores de velocidade; investimento na conscientização dos motoristas por meio de campanhas educativas;

repelentes olfatórios, luminosos e sonoros; modificação do ambiente, cercas e passagens de fauna (GLISTA *et al.*, 2009; GRILO *et al.*, 2010). As passagens de fauna têm se mostrado como uma das medidas de mitigação mais efetiva, pois podem permitir que haja fluxo gênico entre os fragmentos que são entrecortados por uma rodovia (GLISTA *et al.*, 2009; GRILO *et al.*, 2010).

Porém, a execução de qualquer medida que vise mitigar os efeitos dos atropelamentos deve ser precedida por estudos prévios e específicos, que indiquem os pontos mais importantes que devem ser priorizados no planejamento de uma rodovia, para a manutenção do fluxo natural de uso do território pela fauna silvestre. A escolha de trechos para a implantação destas ações de mitigação de atropelamentos deve ser realizada com cautela para que áreas importantes não sejam eliminadas durante um processo de seleção (BAGER *et al.*, 2009).

Através de dados da posição geográfica dos atropelamentos é possível avaliar a distribuição espacial dos atropelamentos e detectar se existem zonas de agregação de atropelamentos (“hotspots”), já que os padrões de atropelamentos normalmente não são aleatórios, visto que os animais usam as mesmas rotas de deslocamento (MALO *et al.*, 2004). Porém, a intensa dinâmica da paisagem pode afetar a distribuição, abundância e movimentação da fauna, o que poderá resultar na alteração da distribuição espacial dos atropelamentos (COELHO *et al.*, 2008). Para mamíferos domésticos, caso existam zonas de agregação, essas provavelmente não serão as mesmas daquelas dos mamíferos silvestres, uma vez que a presença de mamíferos domésticos nas rodovias pode ser explicada por outros fatores, como a proximidade de áreas de uso antrópico, seja rural ou urbana (ESPERANDIO, 2011).

Nesse contexto, o principal objetivo do presente estudo foi avaliar a localização espacial dos registros de atropelamento de mamíferos ao longo da BR-050, trecho Uberlândia-Uberaba. A seguinte hipótese foi testada: existem *hotspots* de atropelamentos de mamíferos silvestres e domésticos na BR-050.

Materiais e Métodos

A BR-050 é uma rodovia federal brasileira, constituindo-se em um importante meio de ligação entre o Distrito Federal, os estados de Goiás, Minas Gerais e São Paulo, com uma extensão de 1.094 km.

Inicia-se em Brasília (DF) e termina em Santos (SP), sendo uma das rodovias mais movimentadas do país (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2012). O estudo foi realizado no trecho da BR-050 entre as cidades de Uberlândia e Uberaba, duas das cinco cidades mais importantes do Triângulo Mineiro, Minas Gerais. Nesse trecho, a rodovia apresenta 100 km de extensão e está duplicada em duas faixas. O volume diário médio de veículos ao longo desse trecho é de 12.000 veículos (SEDET, 2009).

A área de estudo encontra-se inserida na distribuição original do bioma Cerrado, embora a paisagem predominante seja constituída por pastagens e agricultura (plantações de milho, soja e sorgo), havendo ainda alguns fragmentos florestais remanescentes. A rodovia BR-050 transpassa diversos cursos de água, desde pequenos riachos a veredas, bem como o Rio Uberaba. O clima da região é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, apresentando sazonalidade com chuvas no verão e seca no inverno, com temperaturas médias entre 17°C e 23°C, amplitude térmica anual entre 7°C e 9°C, e umidade relativa do ar entre 40 e 80%.

O monitoramento da rodovia foi realizado com auxílio de um veículo de passeio, a uma velocidade média de 60 km/h, no período de abril de 2012 a março de 2013. A rodovia foi monitorada tanto no trecho Uberlândia/Uberaba quanto no trecho Uberaba/Uberlândia, totalizando 200 km percorridos semanalmente durante um ano, 42 viagens e 8.400 km. Durante as viagens, que iniciavam no período matutino, dois observadores, além do motorista, vistoriaram toda a rodovia em busca de animais atropelados.

No momento da localização de um animal atropelado, foi registrada em caderno de campo a identificação do mesmo ao menor nível taxonômico possível, além do registro fotográfico e coordenadas geográficas, obtidas com auxílio de aparelho GPS. Sempre que possível, foram registrados sexo e idade estimada do espécime. Quando o estado de conservação do espécime não permitiu sua identificação segura, registros fotográficos foram realizados para identificação posterior com a ajuda de especialista. Após o registro, o animal foi retirado da rodovia para evitar posteriores recontagens e o atropelamento dos animais carnicieiros. Os mamíferos foram identificados de acordo com REIS *et al.* (2010) e auxílio de especialistas.

Para verificar a presença ou não de agregações e em qual escala essas agregações ocorrem, foi utilizado o teste 2D Ripley K-Statistics do programa Siriema v1.1 (COELHO *et al.*, 2011). A função $L(r)$ usada para a interpretação dos resultados do teste permite avaliar a intensidade de agregação de atropelamentos em diferentes escalas. Os valores de

$L(r)$ acima dos limites de confiança indicam escalas com agrupamentos significativos e os valores abaixo desses limiares indicam escalas com dispersão significativa (COELHO *et al.*, 2011). Nesse teste, foi utilizado um raio inicial de 500 metros, um incremento de raio de 500 metros, 100 simulações e um limite de confiança de 95%. O teste 2D HotSpot Identification do programa Siriema v1.1 (COELHO *et al.*, 2011) foi utilizado para identificar os locais específicos onde existe uma maior quantidade de atropelamentos (*hotspots*) ao longo da rodovia monitorada. A função $N_{events} - N_{simulated}$ usada para a interpretação dos resultados do teste permite avaliar em que locais da rodovia existem agregações de atropelamento (COELHO *et al.*, 2011). Foi utilizado um raio de 500 metros, 100 simulações, limite de confiança de 95% e a rodovia foi dividida em trechos de 500 metros.

Resultados

Foram registrados 482 mamíferos atropelados pertencentes a 21 espécies, sendo 264 (54,8%) silvestres, 160 (33,2%) domésticos (Tabela 1) e 58 (12,0%) indeterminados (Tabela 2). As espécies mais representativas de animais domésticos encontrados atropelados foram *Canis familiaris* e *Felis catus*.

Constatarem-se agregações de atropelamento tanto para mamíferos silvestres quanto para domésticos. Para mamíferos domésticos, essas agregações existem a partir de um raio de tamanho de 500 metros até oito quilômetros (Figura 1). Para mamíferos silvestres, os *hotspots* de atropelamento são significativos desde 500 metros até 29 quilômetros de tamanho de raio e novamente a partir de 64 até 87 quilômetros (Figura 1).

Dez agregações de atropelamentos foram identificadas para mamíferos silvestres em alguns locais da rodovia, sendo estas mais intensas em dois pontos, entre os quilômetros 22 e 25, e entre os quilômetros 90 e 91 (Figura 2). Também foram encontradas dez agregações de atropelamento de mamíferos domésticos sendo mais intensas entre os quilômetros 39 a 41, 43 a 46, 49 a 51, 69 a 71, 92 a 95 (Figura 2). Os resultados indicam uma tendência de que os *hotspots* de atropelamentos de mamíferos silvestres e domésticos sejam distintos, sem sobreposição, mas ainda há a necessidade de uma investigação específica para avaliar essa hipótese (Figura 3).

Tabela 1. Mamíferos atropelados na BR-050, no trecho Uberlândia-Uberaba.

Taxa	N
DIDELPHIMORPHIA	
Didelphidae	
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	7
<i>Lutreolina crassicaudata</i> (Desmarest, 1804)	2
PILOSA	
Myrmecophagidae	
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> Linnaeus, 1758	3
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	14
CINGULATA	
Dasyopodidae	
<i>Cabassous</i> sp. McMurtrie, 1831	3
<i>Dasyops novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	10
<i>Dasyops</i> sp. Linnaeus, 1758	5
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	44
PERISSODACTYLA	
Equidae	
<i>Equus caballus</i> Linnaeus, 1758	1
ARTIODACTYLA	
Suidae	
<i>Sus domesticus</i> Erxleben, 1777	1
PRIMATES	
Cebidae	
<i>Callithrix penicillata</i> (É. Geoffroy, 1812)	3
CARNIVORA	
Canidae	
<i>Canis familiaris</i> Linnaeus, 1758	100
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1758)	52
<i>Chrysocyon brachyurus</i> (Illiger, 1815)	8
<i>Lycalopex vetulus</i> (Lunda, 1842)	8
Felidae	
<i>Felis catus</i> Linnaeus, 1758	61
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Leopardus</i> sp. Gray, 1842	1
Mephitidae	
<i>Conepatus semistriatus</i> (Boddaert, 1785)	43
Mustelidae	
<i>Galictis cuja</i> (Molina, 1782)	4
Procyonidae	
<i>Procyon cancrivorus</i> (Cuvier, 1798)	20
LAGOMORPHA	
Leporidae	
<i>Lepus europaeus</i> Pallas, 1778	1
RODENTIA	
Caviidae	
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	13
Erethizontidae	
<i>Coendou prehensilis</i> (Linnaeus, 1758)	3
Total	408

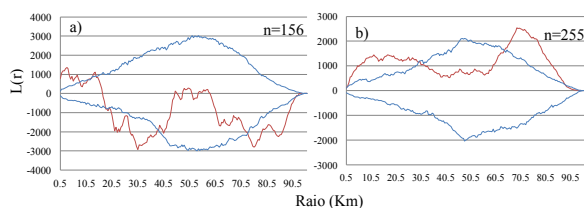


FIGURA 1. Agregações de atropelamentos de acordo com os raios de análise. Linha vermelha – função $L(r)$, linhas azuis – limites de confiança superior e inferior. a) mamíferos domésticos b) mamíferos silvestres.

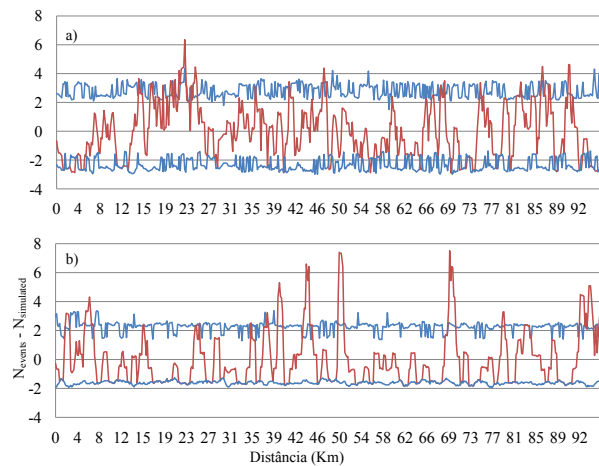


FIGURA 2. Localização das agregações de atropelamento no trecho da BR-050 entre Uberlândia e Uberaba de a) mamíferos silvestres b) mamíferos domésticos. Linha vermelha - função $N_{events} - N_{simulated}$, Linhas azuis - limites de confiança superior e inferior. Os valores de $N_{events} - N_{simulated}$ acima do limite superior de confiança indicam locais com intensidade de agregação significativa.

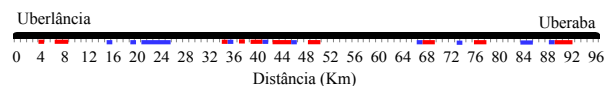


FIGURA 3. Comparação da localização dos *hotspots* de mamíferos domésticos (linhas vermelhas) e mamíferos silvestres (linhas azuis) no trecho da BR-050 entre Uberlândia e Uberaba. Linha preta – traçado linear simbolizando a rodovia.

Discussão

Dos trabalhos publicados que foram consultados na literatura especializada, somente três listaram animais domésticos dentre os mamíferos atropelados (FREITAS, 2009; ESPERANDIO, 2011; REYNIER *et al.*, 2012). No presente trabalho, 33,2% dos acidentes com mamíferos envolveram animais domésticos, similar ao observado por REYNIER *et al.* (2012) entre Manaus e Presidente Figueiredo, Amazonas e ESPERANDIO (2011) para a região da Rota do Sol, Rio Grande do Sul, região de Floresta Ombrófila, que registraram, respectivamente, 27% e 28% de mamíferos domésticos entre os eventos de atropelamento. Por outro lado, FREITAS (2009) para a região de Cerrado, entre Araxá e Franca, indica um total de 47,8% de mamíferos domésticos. De acordo com os dados apresentados, os mamíferos domésticos são responsáveis por até metade dos mamíferos encontrados atropelados em uma determinada rodovia. Em geral, são animais de grande porte, o que caracteriza acidentes com maior

risco para fatalidades e danos econômicos. A alta taxa de animais indeterminados atropelados é resultado do alto fluxo de veículos na rodovia, o que acelera a decomposição e impossibilita a identificação de alguns espécimes.

ESPERANDIO (2011) não encontrou sobreposição dos *hotspots* de atropelamentos de mamíferos domésticos e silvestres. Assim, é necessário incluir o levantamento da fauna doméstica nos estudos sobre atropelamento de fauna, visto que além de compor uma parcela representativa dos animais atropelados, as agregações de atropelamento desse grupo parecem ser diferentes das de mamíferos silvestres e, as consequências deste tipo de colisão são potencialmente mais críticas. Os resultados aqui apresentados juntamente com os de ESPERANDIO (2011) sustentam a importância da identificação de *hotspots* de atropelamento, separadamente para cada categoria (silvestre e doméstico), o que pode ainda subsidiar a proposição e aplicação de medidas de controle e/ou mitigação específicas, para cada caso. Um sistema de proteção específico para os animais domésticos é instalação de cercas que os impeçam de atravessar a rodovia, visto que não há a necessidade de haver fluxo gênico dentre essas populações. No caso dos animais silvestres, a implementação de passagens de fauna conjugadas com cercas seria uma solução adequada ao problema dos atropelamentos.

Outra atitude importante quando se trata de atropelamento de fauna doméstica é a conscientização da população humana sobre o assunto, pois muitas pessoas soltam animais na rodovia que acabam por causar acidentes. Há leis municipais e estaduais que tratam desse assunto, no caso de Uberlândia, a lei municipal nº 10.715 de 21 de março de 2011 considera proibido “abandonar animal em logradouros e imóveis públicos e privados” e a Secretaria Municipal de Saúde se responsabiliza por um programa de educação continuada de conscientização da população sobre a posse responsável de animal doméstico. Além disso, outra obrigação dessa secretaria de acordo com a mesma lei é resgatar esses animais das ruas, estradas e rodovias, ação que também poderia evitar esse tipo de acidente. Também, o artigo 164 do Código Penal prevê o crime de abandono de animais para aqueles que introduzirem ou deixarem animais em propriedade alheia, sem consentimento de quem de direito, desde que o fato resulte prejuízo.

Conclusão

Deve-se incluir em estudos de impacto ambiental o levantamento da fauna doméstica

atropelada, já que essa pode ser responsável por até metade dos registros de mamíferos atropelados. Ademais, a localização dos *hotspots* desse grupo parece se diferenciar da de mamíferos silvestres, porém é preciso realizar uma investigação específica sobre esse assunto. Todavia, os mamíferos domésticos causam maiores danos econômicos e os acidentes envolvendo esse grupo podem ser fatais para o ser humano. Assim, faz-se necessária a implementação de medidas de mitigação que visem impedir acidentes entre humanos e animais, tanto silvestres quanto domésticos.

Referências bibliográficas

BAGER, A. *et al.* 2007. Fauna selvagem e atropelamento – Diagnóstico do conhecimento científico brasileiro. In Áreas protegidas – repensando as escalas de atuação (A. BAGER, ed.). Armazém Digital, Porto Alegre, p.49-62.

BAGER, A.; ROSA, C. A.; HOBUS, Q. 2009. Hierarquização de quilômetros prioritários a implantação de aparatos de mitigação de atropelamentos de animais selvagens. - estudo de caso da BR 392. Resumo apresentado no X Congresso De Ecologia Do Brasil. Sociedade de Ecologia do Brasil, São Lourenço.

BAGER, A.; FONTOURA, V. 2012. Ecologia de estradas no Brasil- Contexto histórico e perspectivas futuras. In Ecologia de Estradas: tendências e pesquisas (BAGER, ed). Ed. UFLA, Lavras, p.13-33.

COELHO, A. V. P. *et al.* 2011. Siriema: Manual do Usuário v1.1. Universidade Federal do Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 23 p.

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

ESPERANDIO, I. B. 2011. Padrões espaciais de mortalidade de mamíferos silvestres e domésticos na Rota do Sol. Trabalho de Conclusão de Curso – Bacharelado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

FREITAS, C. H. 2009. Atropelamento de vertebrados nas rodovias MG-428 e SP-334 com análise dos fatores condicionantes e valoração econômica da fauna. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

FORMAN, R.T.T. & ALEXANDER, L.E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 29: 207–231.

GRILO, C.; BISSONETTE, J. A. & CRAMER, P. C. 2010. Mitigation measures to reduce impacts on biodiversity. In: Highways: constructions, management and maintenance (R. S. JONES, ed.). Nova Science Publishers, p.73-114.

LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M & LAURANCE, S. G. 2009. W. Impacts of roads and linear clearing on

tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution*. 24(12): 659-669.

MALO, J. E.; SUÁREZ, F. & DÍEZ, A. 2004. Can we mitigate animal–vehicle accidents using predictive models? *Journal of Applied Ecology*. 41: 701–710.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. 2012. BR-050. Disponível em: <<http://www2.transportes.gov.br/bit/02-rodo/3-loc-rodo/loc-rodo/050.htm>>. Acesso em julho de 2012.

REYNIER, O. J. et. al. 2012. Caracterização da fauna de vertebrados atropelada na Rodovia BR – 174, Amazonas, Brasil. *Rev. Colombiana Cienc. Anim.* 4(2): 291-307.

SEDET. 2009. Uberaba em dados. Disponível em: <<http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,232>>. Acesso em julho de 2013.

TROMBULAK, S. C. & FRISSELL, C. A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*. 14: 18-30.

MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO DAS PASSAGENS INFERIORES DE FAUNA PRESENTES NA RODOVIA SP-225 NO MUNICÍPIO DE BROTAS, SÃO PAULO.

Fernanda Delborgo Abra & Vânia Regina Pivello

Universidade de São Paulo, Caixa Postal 3037, CEP 05508-090, São Paulo– SP, Brasil

Autor para correspondência: fer_bio04@yahoo.com.br

Resumo

A Ecologia de Estradas é um novo campo de conhecimento e surgiu das demandas sobre estudos de impactos ambientais, com a construção de empreendimentos lineares. Sérios problemas ambientais ligados à implantação de rodovias estão sendo analisados em todo o mundo, inclusive o atropelamento de animais silvestres. Vários estudos vêm sendo desenvolvidos especialmente na América do Norte e Europa e medidas mitigatórias para o atropelamento de animais silvestres, como as passagens de fauna, vêm sendo criadas. Essas estruturas restituem a conectividade entre os fragmentos florestais e matrizes permeáveis e são efetivas nas travessias de animais, contemplando a conservação da biodiversidade e a segurança do usuário. O estudo realizou o monitoramento de 10 passagens inferiores de fauna (PIF), distribuídas em 51 km na Rodovia SP-225, a qual, corta os municípios de Dois Córregos, Brotas e Itirapina. Os objetivos deste trabalho foram comparar a efetividade de uso em travessias de mamíferos de médio e grande porte entre três diferentes tipos estruturais de PIF. O monitoramento foi realizado por meio de armadilhas de vídeo e canteiros de pegadas com esforço amostral de 96 dias. Foram registradas 800 travessias, sendo que 725 foram exclusivas para mamíferos. As espécies que mais utilizaram as passagens foram capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris* (n=435), veado catingueiro (*Mazama gouazoubira*) (n=94), e tatu galinha (*Dasypus novemcinctus*), (n=52). Verificou-se que a presença de água é um fator altamente significativo para a travessia da fauna ($X^2 = 236,5$; $p < 0,001$). É possível relacionar o sucesso de travessias de mamíferos de médio e grande porte com PIFs apresentando água (n= 676). A aplicação prática dessa informação é a possibilidade de modificação de tubos de drenagem fluviais já existentes em rodovias para a travessia de fauna.

Palavras-chave: conectividade de habitats, ecologia de estradas, mamíferos de médio e grande porte, monitoramento da fauna, passagem de fauna inferior.

Abstract

Road Ecology is a new field of knowledge that emerged from environmental impact studies in natural areas due to the construction of linear developments. Serious environmental problems linked to the construction of roads have been analyzed worldwide, such as roadkills. Many studies have been conducted especially in North America and Europe resulting in mitigation measures such as fauna crossings for the reduction of roadkill. These structures restore the connectivity between forests fragments and permeable matrices, the conservation of biodiversity and safety of users. The present study monitored 10 fauna underpasses, on the SP-225 distributed

over 51 km, this section cuts the municipalities of Dois Corregos, Brotas and Itirapina. The purpose of this study was to compare the different structural types with and without the presence of water and their effectiveness on medium and large-sized mammals usage of fauna underpasses. The monitoring was made utilizing digital video recording cameras and marble dust beds track stations totaling 96 days of sample effort. There were 800 crossings registered, 725 were exclusively for medium and large-sized mammals, representing 16 different species. The species that most used the crossings were the capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) (n=435), gray brocket deer (*Mazama gouazoubira*) (n=94), and the nine-banded armadillo (*Dasypus novemcinctus*), (n=52). It was found that the presence of water is a highly significant factor for the fauna crossing ($X^2 = 236,5$; $p < 0,001$). It is possible to relate the success of the crossings of medium and large-sized mammals with fauna underpasses to the presence of water within the limits of the landscape considered. Hence, there were 676 crossings in wet landscapes and 46 crossings in dry landscapes. The practical application of this information is the possibility of modification of the water drainage pipes already existing in the highways for fauna crossing.

Key words: Connectivity, road ecology, medium and large sized mammals, fauna monitoring, fauna underpass.

Introdução

O desenvolvimento urbano e a construção de ferrovias, rodovias e estradas - chamados empreendimentos lineares de infraestrutura de transporte - estão entre as alterações ambientais que causaram os maiores impactos nas paisagens naturais no século XX em todo o mundo, incluindo grandes mudanças nas populações animais (LODÉ, 2000; BOND & JONES, 2008). A construção de novas rodovias, particularmente intensa no último século, permitiu a expansão da rede viária até as mais remotas áreas naturais remanescentes, resultando na quebra de conectividade das relações ecológicas nos ecossistemas por elas cortados (TROCMÉ, 2006).

A Ecologia de Estradas é uma nova disciplina que se propõe a estudar a ampla relação entre estradas e rodovias e o ambiente natural e especificamente para fauna, possui duas faces relevantes e dependentes para estudos e aplicações: a segurança dos usuários nas rodovias e a conservação da biodiversidade, que diz respeito à mortalidade de animais silvestres por atropelamento (BECKMANN *et al.*, 2010).

Para a fauna, além de impactos diretos como os atropelamentos, as rodovias causam impactos ambientais indiretos nos padrões e processos ecológicos, como efeitos de barreira e a perda de conectividade entre ambientes naturais (BISSONETE & ADAIR, 2008). Para as espécies nativas, a quebra de conectividade entre os remanescentes naturais é uma grande ameaça, acarretando em problemas no fluxo gênico e declínio

populacional regional (TAYLOR & GOLDINGAY, 2004). Em casos onde a conectividade deve ser restabelecida, é necessário que sejam implantados corredores, como as passagens de fauna. Essas estruturas têm como princípio restabelecer a conectividade estrutural entre paisagens, bem como a conectividade funcional (PUTNAN, 1997; GLISTA *et al.*, 2009). O grande desafio é projetar passagens adequadas para que elas não sejam simplesmente estruturas que conectem os ambientes estruturalmente, mas também funcionalmente, o que pode ser mensurado pelo número de travessias. Do ponto de vista genético, a eficácia de estruturas de mitigação, como as passagens de fauna, para evitar atropelamentos é definida por sua habilidade em restabelecer o fluxo entre populações selvagens (CORLATTI *et al.*, 2009).

Atualmente, biólogos, engenheiros e arquitetos têm trabalhado em conjunto na implantação de medidas mitigadoras em rodovias. A escolha do tipo de passagem de fauna mais apropriada deve contemplar a paisagem, o tipo de habitat afetado e as espécies-alvo. As passagens de fauna devem ser empregadas juntamente com as cercas condutoras, pois as duas estruturas são parte de um conceito único de permeabilidade para manter a conectividade entre populações de animais. (TROCMÉ, 2006). As autoridades necessitam urgentemente de métodos para prever, avaliar e mitigar efeitos adversos das estradas e rodovias, e utilizar esse conhecimento no planejamento e manutenção da infraestrutura de transportes (SEILER, 2003).

Apesar da frequente instalação de passagens de fauna em todo o mundo, alguns autores têm

levantado questionamentos sobre suas reais eficácias. O autor CORLATTI (2009) indaga sobre o número de passagens de fauna necessário para promover o fluxo gênico entre metapopulações numa determinada área com fragmentos isolados pelas rodovias. Além disso, também questiona sobre a efetividade das passagens de fauna para diversos grupos faunísticos, uma vez que cada tipo de passagem não atende a todos os grupos locais. Outros pontos podem ser levantados em relação às passagens de fauna, como: no caso de poucos recursos para implantar medidas de mitigação em rodovias, qual tipo de passagem de fauna deve ser priorizado, no intuito de contemplar diferentes grupos faunísticos? Quais deveriam ser os tamanhos em altura e a extensão das cercas de condução? O efeito da cerca condutora poderia ser negativo em algumas situações?

De fato, sendo a Ecologia de Estradas uma nova disciplina, alguns métodos ainda não foram testados, como a eficiência de diferentes passagens de fauna para diferentes grupos faunísticos no tocante à sua estrutura (tamanho, comprimento, altura, material utilizado), desenho (formato das passagens de fauna) e a estrutura da paisagem do entorno (tipo de habitat, matrizes, tamanho do fragmento florestal ou corpo d’água mais próximos das passagens).

O presente estudo teve como objetivo geral monitorar a frequência de travessias de mamíferos de médio e grande porte em dez passagens inferiores de fauna (PIFs) da Rodovia SP-225 ao longo de 12 meses, a fim de verificar e comparar a efetividade de diferentes modelos de PIF, fornecendo subsídios aos órgãos competentes para tomada de decisões futuras relacionadas à mitigação da mortalidade de fauna por atropelamentos, bem como o aumento da conectividade funcional entre fragmentos de habitat nas paisagens cortadas por rodovias.

Material e Métodos

Área de Estudo

As passagens inferiores de fauna (PIFs) estudadas estão localizadas na SP-225, Rodovia Engenheiro Paulo Nilo Romano, que liga as regiões Sudeste e Noroeste do Estado (CENTROVIAS, 2012). As PIFs estudadas estão localizadas entre os quilômetros 102 e 153 da rodovia SP-225, totalizando 51 km de extensão e abrangendo os municípios de Dois Córregos, Brotas e Itirapina (Figura 1). Além disso, o município de Brotas, juntamente com Dois Córregos e Itirapina apresentam, parte de seus territórios inseridos na Área de Proteção Ambiental (APA) de Corumbataí.

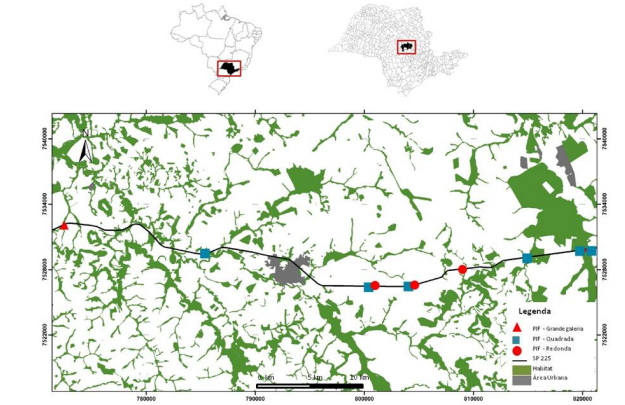


Figura 1. Área de estudo e distribuição das PIFs ao longo da SP-225.

Amostragem

O monitoramento das PIFs ocorreu durante oito dias por mês, no período de um ano, totalizando um esforço amostral de 96 dias. Das 10 passagens amostradas, seis são do tipo celular de concreto, três do tipo redonda de tubo Armco e uma do tipo grande galeria (Figura 2). Além do tipo de estrutura, cada PIF teve suas dimensões registradas, bem como a presença/ausência de água em seu interior (Tabela 1). A fim de facilitar as análises, as PIFs foram identificadas pelo número do quilômetro onde estão localizadas, ex: PIF 153, localizada no km 153 da Rodovia SP- 225.



Figura 2. Tipos de PIFs estudadas, localizadas na SP-225: a) redonda, b) quadrada, c) grande galeria (Fotos: Fernanda D. Abra.).

Tabela 1. Características estruturais das Pifs estudadas e presença e ausência de água.

PIF	Tipo/Material	Alt. (m)	Larg. (m)	Comp. (m)	Presença de água
102	Celular - concreto	2	2	32	Sim
103	Celular - concreto	2	2	32	Sim
107	Celular - concreto	2	2	33	Sim
113	Redonda - tubo Armco	1,7	1,7	35	Não
118	Redonda - tubo Armco	1,7	1,7	33	Sim
119	Celular - concreto	2,5	2,5	33	Sim
121	Redonda - tubo Armco	1,5	1,5	63	Não
122	Celular - concreto	2,5	2,5	60	Não
138	Celular - concreto	2,5	2,0	34	Não
153	Open spam - concreto	5,5	30	60	Sim

Para cada passagem, foi instalada uma câmera digital de vídeo Stealth Cam, com sensor infravermelho em sua porção mediana. Também foram instaladas parcelas de pó de mármore, em ambas as aberturas das estruturas, numa profundidade de 3-10 mm, para o registro das pegadas dos animais. As pegadas foram verificadas

a cada três dias, fotografadas e identificadas com o auxílio de guias de campo. Os dados analisados foram referentes às espécies de mamíferos de médio e grande porte, espécies que compreendem o peso de indivíduos acima de 1 kg.

Análises

Para testar a significância das diferenças de cada PIF, da presença de água e a preferência de capivara (*Hydrochoerus hydrochoeris*) por passagens secas ou úmidas, foi usado o teste não paramétrico do Qui-quadrado (ZAR, 1999). O teste aplicado exclusivamente para capivaras se deve por a espécie ser altamente abundante em rodovias brasileiras e significar riscos aos motoristas tanto em prejuízos financeiros quanto à própria segurança dos usuários (HUIJSER *et al.*, 2013). A fim de testar a preferência no uso de travessias de mamíferos de médio e grande porte quanto ao tipo estrutural das passagens – quadrada, redonda e grande galeria – foi utilizada uma análise de variância *one-way* (ZAR, 1999), onde o fator foi o tipo da PIF e a variável-resposta foi o número de travessias individuais por espécie. Todos os testes foram realizados através do Software R – versão 2.1.0.1.

Resultados

Durante o monitoramento, 21 espécies utilizaram as PIFs, representando um total de 800 travessias (Tabela 2). Considerando-se apenas mamíferos de médio e grande porte, 16 espécies foram identificadas, contabilizando 725 travessias. As espécies que mais utilizaram as passagens foram capivara (*Hydrochoerus hydrochoeris*), com 435 travessias de indivíduos, veado catingueiro (*Mazama gouazoubira*), com 94 indivíduos e tatu galinha (*Dasypus novemcinctus*), com 52 indivíduos.

Dentre as PIFs em que se registrou maior número de travessias a PIF-118 apresentou 107 eventos sendo, 58 eventos somente de capivaras, a PIF-153 registrou 53 eventos de 11 diferentes espécies, representando assim a PIF de maior riqueza de espécies, a PIF-102, por sua vez, registrou 44 eventos de travessia, resultado esse que ganha maior importância devido a essa PIF ser a mais próxima da Estação Ecológica de Itirapina. A avaliação da preferência por passagens secas ou úmidas mostrou que a presença de água foi um fator altamente significativo para promover a travessia da fauna de modo geral ($X^2 = 236,5$; $P < 0,001$) e, especialmente, da capivara ($X^2 = 344,3$; $P < 0,001$). Não houve diferença no número de travessias entre os três tipos estruturais de PIFs (ANOVA, $F = 1.43$; $p = 0,2553$) (Figura 3).

Tabela 2. Número total de travessia por espécie de mamífero de médio e grande porte que utilizou as PIFs e, seus respectivos graus de ameaça nas listas de espécies ameaçadas do estado de São Paulo, do Brasil e da IUCN – International Union for Conservation of Nature (ICMBIO, 2012; IUCN, 2012; SMA, 2012). Vul.- Vulnerável, P.A.- Pouco ameaçado, P.P.- Pouco preocupante. Na porção inferior da tabela encontram-se espécies não pertencentes ao grupo focal deste trabalho.

Espécie	Travessias (n)	Grau de ameaça		
		SP	Brasil	IUCN
<i>Hydrochoerus hydrochoeris</i>	435	-	-	-
<i>Mazama gouazoubira</i>	94	-	-	-
<i>Dasypus</i> sp.	52	-	-	-
<i>Didelphis albiventris</i>	37	-	-	-
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	26	Vul.	Vul.	P.A.
<i>Agouti paca</i>	22	-	-	-
<i>Cerdocyon thous</i>	18	-	-	P.P.
<i>Lutra longicaudis</i>	13	-	-	-
<i>Leopardus pardalis</i>	7	Vul.	Vul.	P.P.
<i>Procyon cancrivorus</i>	7	-	-	-
<i>Sus scrofa</i>	5	-	-	-
<i>Tamandua tetradactyla</i>	3	-	-	P.P.
<i>Nasua nasua</i>	2	-	-	-
<i>Puma yagouaroundii</i>	2	-	-	-
<i>Puma concolor</i>	1	Vul.	Vul.	P.P.
<i>Galictis cuja</i>	1	-	-	-
Total	725			
<i>Tupinambis merianae</i>	25			
<i>Felis catus</i>	25			
Serpente NI	1			
Roedor NI	18			
Ave NI	6			
Total	800			

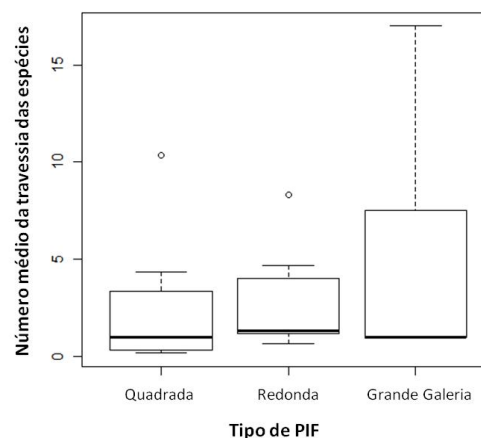


Figura 3. Passagens quadradas, redondas e grande galeria não apresentaram diferença quanto o número médio de travessias por espécie.

Discussão

O monitoramento realizado no presente estudo sugeriu que espécies generalistas utilizam mais as PIFs do que espécies especialistas. É provável que espécies mais sensíveis evitem as rodovias e até mesmo locais próximos às rodovias como detectado no estudo de ASCENSÃO & MIRA (2006) em Portugal. Essa hipótese explicaria a ausência de

registro de algumas espécies como o tapeti (*Sylvilagus brasiliensis*), o ouriço cacheiro (*Coendou prehensilis*), o gato do mato pequeno (*Leopardus tigrinus*), a irara (*Eira barbara*) e a raposinha do campo (*Pseudalopex vetulus*), assim como o pequeno número de registros de outras espécies neste estudo, como o furão (*Galictis cuja*), jaguatirica (*Leopardus pardalis*), gato mourisco (*Puma yagouaroundii*) e onça parda (*Puma concolor*), que também poderia ser explicado por densidades populacionais naturalmente baixas ou causadas pelos impactos de atropelamento, caça e demais consequências resultantes da fragmentação dos ambientes naturais. A alta frequência de espécies nas PIF como o tatu galinha (*Dasypus novemcinctus*), o gambá (*Didelphis albiventris*) e o veado catingueiro (*Mazama gouazoubira*) se dá por serem espécies menos sensíveis, com hábitos generalistas e possivelmente com números populacionais naturalmente altos (LYRA-JORGE *et al.*, 2008).

Dentre as espécies que mais utilizaram as passagens de fauna, a capivara (*Hydrochoerus hydrochoeris*) é uma espécie generalista e altamente adaptada às constantes mudanças de uso e cobertura dos solos. A PIF-118, de maior uso dessa espécie, está inserida numa matriz de citricultura e próxima a corpo d' água, o que permite a permanência de um grupo de capivaras habitando esse local. Embora essa PIF também apresente travessias de outras espécies, o grande número de travessias efetuadas por capivaras (n= 407) a coloca numa importante situação relacionada à segurança do motorista. A capivara é uma espécie alvo para se trabalhar com implantação de medidas de mitigação com o objetivo de resguardar a segurança do usuário em rodovias, pois se trata de uma espécie generalista com populações numerosas, adapta-se facilmente em culturas agrícolas e corpos d' água lindeiros às rodovias e, pelo seu tamanho, peso corporal – os adultos podem chegar a até 90 kg – e o hábito de deslocamento em bandos, é uma real ameaça aos usuários, podendo resultar altos custos financeiros nos reparos do veículo, a acidentes fatais aos usuários (HUIJSER *et al.*, 2013; VERDADE & FERRAZ, 2006).

De acordo com o banco de dados de três rodovias diferentes do estado de São Paulo, a SP-225 (Centrovias), a SP-330 (Autovias) e a SP-334 (Autovias), durante os anos de 2008, 2009 e 2010, o atropelamento de capivaras representou em média 40% do total de atropelamento de espécies de mamíferos de médio e grande porte (ARTESP, 2011). Na rodovia SP-225, o atropelamento das capivaras em 2008 foi de 62,5% do total de espécies de mamíferos de médio e grande porte.

Outro dado relevante é que passagens de fauna com presença de água foram mais utilizadas do que passagens secas, onde 630 indivíduos de 15 espécies diferentes de mamíferos utilizaram as passagens com água e 95 indivíduos utilizaram passagens secas. Muitas espécies se deslocam por corredores como matas ciliares que acompanham esses corpos d' água e as PIFs servem como uma continuação desses ambientes, possibilitando um maior número de travessias quando comparado às PIFs secas (GRILO *et al.*, 2008). A importância da água no interior ou corpos d' água nas proximidades das PIFs para promover a travessia de espécies de mamíferos de médio e grande porte pode ser aplicado de forma prática durante o licenciamento de novas rodovias ou duplicações em que tubos de drenagem de água fluvial são possíveis de serem adaptados para a fauna. Nesse aspecto, os tubos ou galerias deveriam obedecer a tamanhos mínimos que contemplassem a travessia de mamíferos de médio e grande porte, e, é possível que passagens celulares com dimensões de no mínimo 1,5 m x 1,5 m ou tubos circulares de no mínimo 1,5 m de diâmetro cumpram esse papel. Da mesma forma, em áreas onde exista ocorrência de onça pintada (*Panthera onca*), anta (*Tapirus terrestris*) e alguns cervídeos de maior porte, os tamanhos mínimos sejam maiores que 2,5 m x 2,5 m para passagens celulares.

Apesar de várias espécies apresentarem preferência por passagens úmidas, algumas espécies também sugeriram preferência total ou parcial pelas passagens secas, como o tamanduá mirim (*Tamandua tetradactyla*), o quati (*Nasua nasua*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), o cachorro do mato (*Cerdocyon thous*) e o lobo guará (*Chrysocyon brachyurus*). Em passagens secas, foram registradas 22 travessias de lobo guará e 15 de cachorro do mato (*Cerdocyon thous*), enquanto que, em passagens com água, o lobo guará realizou quatro travessias, seguido de três de cachorro do mato. Esse dado aponta uma possível predileção, principalmente, entre canídeos por passagens secas. A implicação prática desse dado é que embora passagens com água sugiram um maior número de travessias para espécies de mamíferos de modo geral, passagens secas permitem uma maior travessia entre carnívoros, em especial canídeos e, desta forma, a implantação de passagens secas não seja unicamente resguardar a segurança do usuário, mas sim, de promover a conservação da biodiversidade de grupos específicos.

Não houve preferência de uso das espécies entre os tipos estruturais de passagens, isso pode ser explicado devido às passagens apresentarem tamanhos semelhantes, em torno de 2 m x 2 m em

passagens quadradas e 2 m de diâmetro para passagens tubulares.

Embora os dados não tenham permitido verificar significância, é provável que também haja preferência da fauna quanto à forma e à estrutura da PIF, bem como o tipo de matriz, a quantidade de habitat circundante e outras estruturas da paisagem influenciando o deslocamento de algumas espécies próximas às rodovias, que implicam na percepção e uso dessas estruturas numa escala local (LYRA-JORGE *et al.*, 2010).

Considerações finais

Passagens inferiores de fauna têm a capacidade de restabelecer a conectividade estrutural e funcional entre fragmentos florestais ou diferentes matrizes cortados por rodovias quando implantadas estrategicamente. Este estudo mostrou existir preferência de algumas espécies de mamíferos de médio e grande porte por passagens inferiores de fauna com presença ou ausência de água.

Urge a necessidade de uma política preventiva, de um planejamento ambiental eficiente, da padronização de medidas de mitigação para fauna, em especial, e de diretrizes compensatórias em obras de infraestrutura rodoviária no Estado de São Paulo e no Brasil como um todo. É necessário que todo e qualquer esforço que previna, mitigue e compense impactos à fauna silvestre seja executado visando tanto a segurança do usuário, quanto a conservação da biodiversidade.

Agradecimentos

Agradeço a orientação da Professora Doutora Vânia Regina Pivello (USP/SP), ao Professor Dr. Milton César Ribeiro (UNESP/Rio Claro), ao Pesquisador Marcel Huijser (Montana State University/EUA), à CAPES, à Neotropical Grassland Conservancy e a Rufford Small Grants que concederam bolsa de estudos e prêmios.

Referências Bibliográficas

- ASCENSÃO, F.; MIRA, A., 2006. Factors Affecting Culvert Use by Vertebrates Along two Stretches of Road in Southern Portugal. *Ecol Res*, 22: 57-66.
- ARTESP – Agência Reguladora de Transportes do Estado de São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.artesp.sp.gov.br/>. Acessado em: 15 de junho de 2011.
- BECKMANN, J.P.; CLEVINGER, A.P.; HUIJSER, M.P.; HILTY, J.A., 2010. Safe Passages: highways, wildlife, and habitat connectivity. Island Press, Washington, USA.
- BISSONETTE, J.A.; ADAIR, W., 2008. Restoring habitat permeability to roaded landscapes with isometrically-scaled wildlife crossings. *Biological Conservation*, 141: 482-488.
- BOND, A.R.; JONES, D.N., 2008. Temporal trends in use of fauna-friendly underpasses and overpasses. *Wildlife Research*, 35: 103-112.
- CENTROVIAS - Grupo OHL Brasil, 2012. Disponível em: <http://www.centrovias.com.br/>. Acessado em: 20 de janeiro de 2012.
- CORLATTI, L.; HACKLANDER, K.; FREY-ROOS, F., 2009. Ability of wildlife overpasses to provide connectivity and prevent genetic isolation. *Conservation Biology*, s/n: 1-9.
- GLISTA, D.J.; T.L. DeVAULT, and J.A. DeWOODY. 2009. A review of mitigation measures to reducing wildlife mortality on road-ways. *Landscape and urban and planning* 91:1-7.
- GRILO, C.; BISSONETTE, J.A.; SANTOS-REIS, M., 2008. Response of carnivores to existing highway culverts and underpasses: implications for roads planning and mitigation. *Biodiversity Conservation*, 17: 1685-1699.
- HUIJSER, M.P.; ABRA, F.D.; DUFFIELD, J.W. 2013. Mammal road mortality and cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in São Paulo State, Brazil. *Oecologia Australis* 17: 129-146.
- ICMBIO - Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/>. Acessado em 20 de janeiro de 2012.
- IUCN - Red List of Threatened Species. 2012. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acessado em: 20 de janeiro de 2012.
- LODÉ, T., 2000. Effect of a motorway on mortality and isolation of wildlife populations. *Ambio*, 29: 163-166.
- LYRA-JORGE, M.C.; Ciocheti, G.; Pivello, V. R.; Meirelles, S.T. 2008. Comparing methods for sampling large- and medium-sized mammals: camera traps and track plots. *Eur J Wildl Res* 54:739-744.
- LYRA-JORGE, M.C.; Riveiro, M.C.; Ciocheti, G.; Tambosi, L.R.; Pivello, V.R., 2010. Influence of multi-scale landscape structure on the occurrence of carnivorous mammals in a human-modified savanna, Brazil. *European Journal of Wildlife Research* 56: 359-368.
- PUTNAN R. J. 1997. Deer and road traffic accidents: options for management. *Journal of Environmental Management* 51: 43-57.
- SEILER, A. 2003. The toll of the automobile: Wildlife and roads in Sweden. Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden.

TAYLOR, B.D.; GOLDINGAY, R.L., 2004. Wildlife Road-Kills on Three Major Roads in North-Eastern New South Wales. *Wildlife Research*, 31: 83-91.

VERDADE, L.M. & FERRAZ, K.M.P.M.B. 2006. Capybaras in an anthropogenic habitat in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 66: 371-378, <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842006000200019>

ZAR, J. H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall International Editions, New Jersey.

DIAGNÓSTICO DOS IMPACTOS DE RODOVIAS SOBRE PRIMATAS NO BRASIL

Helio Secco & Alex Bager

Centro Brasileiro de Estudos em Ecologia de Estradas, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, Minas Gerais, Brasil

Autor para correspondência: hkcsecco@gmail.com

Resumo

Clareiras lineares formadas por rodovias podem causar a desestruturação de populações de diferentes espécies, sobretudo aquelas de hábito obrigatoriamente arborícola. No Brasil, a presença de primatas entre os registros de espécies atropeladas já foi demonstrada em diversas rodovias. O presente estudo tem como objetivo elaborar um diagnóstico sobre os impactos de rodovias sobre primatas no Brasil que contribua para o direcionamento dos esforços de pesquisa e subsidie a estratégia de conservação das espécies afetadas. Um formulário com perguntas envolvendo a temática acerca dos impactos de rodovias sobre primatas foi desenvolvido e enviado para pesquisadores especialistas em primatas. Os resultados apresentados neste estudo foram gerados a partir das respostas de um total de 36 pesquisadores com alto nível de experiência. Os cinco impactos causados por rodovias com maior grau de ameaça à primatas foram: formação de áreas abertas, caça, atropelamento, introdução de espécies exóticas e ruído sonoro. Ao todo 61 espécies de primatas brasileiros foram citadas como espécies comprovadamente impactadas por atropelamentos. Os pesquisadores relataram haver 15 localidades em que passagens de fauna aéreas foram instaladas para o uso de primatas. Em relação ao interesse de participar de algum trabalho relacionado ao tema futuramente apenas 14 dos 36 pesquisadores afirmaram ter.

Palavras-chave: macacos; atropelamento; efeitos marginais; ecologia de estradas.

Abstract

Linear clearings formed by highways can cause disruption of populations of different species, especially those of arboreal habit. In Brazil, primates presence in road kill species records were shown for different roads. The present study have as objective formulate a diagnostic about road impacts in Brazilian primates, that contributes to the targeting of research efforts and subsidize the conservation strategy of the species affected. A form with questions involving the issue of the road impacts on primates was developed and sent to specialist researchers in primates. The results presented in this study were generated from the responses of a total of 36 researchers with high-level experience. The five impacts of highways with higher degree of threat to primates were: formation of open areas, hunting, road kill, introduction of exotic species and noise avoidance. In the total, 61 Brazilian primates species were cited as species affected by road-kill. The researchers reported 15 locations where aerial wildlife passages were installed for the use of primates. On the possibility of future studies related to the theme, only 14 of the 36 researchers shown interest in getting involved.

Keywords: monkeys; road-kills, marginal effects; road ecology.

Introdução

Com o constante avanço da malha rodoviária mundial, diversos estudos relacionados aos impactos ambientais destas estruturas vêm sendo desenvolvidos no intuito de propor medidas de mitigação, principalmente voltadas para a proteção da fauna. Neste sentido, já existem várias medidas de mitigação propostas, implementadas e testadas em rodovias de diferentes países pioneiros neste tipo de iniciativa, entre eles: EUA, Canadá, Alemanha, Holanda, Austrália e outros (GLISTA *et al.*, 2009).

Alguns grupos zoológicos são beneficiados com a criação de medidas de mitigação específicas para os mesmos, como por exemplo, a implantação de estruturas de passagem de fauna que viabilizem a travessia segura dos animais pela rodovia (CLEVINGER & WALTHO, 2000). As espécies de maior porte, tais como grandes mamíferos carnívoros, normalmente são consideradas espécies alvo da mitigação uma vez que representam uma ameaça à segurança dos motoristas que trafegam na rodovia em caso de colisões (e.g. DUSSALT *et al.*, 2006; HUIJSER *et al.*, 2013). Logo, as espécies alvo são mais estudadas e consequentemente medidas de mitigação destinadas a elas tendem a ser mais efetivas.

Um dos grupos faunísticos menos estudados em relação aos impactos causados pela rodovia é o dos primatas, principalmente os macacos. Ainda que haja estudos de longo prazo avaliando os impactos de rodovias sobre espécies de marsupiais arborícolas na Austrália (e.g. WILSON *et al.*, 2007; TAYLOR & GOLDINGAY, 2009; VAN DER REE *et al.*, 2010; WESTON *et al.*, 2011), os mesmos não são suficientes para se utilizar como modelo para macacos, tendo em vista que os grupos não são ecologicamente relacionados. Apesar de compartilharem o hábito arborícola, os macacos são predominantemente diurnos, enquanto que os marsupiais arborícolas são predominantemente noturnos (VAN DER REE *et al.*, 2004; BICCA-MARQUES *et al.*, 2011).

A construção de rodovias desencadeia diversos efeitos negativos sobre a fauna silvestre, porém a fragmentação do habitat (GOOSEM, 2007; LAURANCE *et al.*, 2009) e a mortalidade direta resultante de colisões entre animais e veículos (FORMAN & ALEXANDER, 1998; TROMBULAK & FRISSELL, 2000) são os que representam maior ameaça de conservação para espécies que vivem nessas áreas.

As rodovias também constituem uma barreira (parcial ou completa) para o deslocamento de determinadas espécies de mamíferos terrestres e arborícolas (McGREGOR *et al.*, 2008; FUENTES-

MONTEMAYOR *et al.*, 2009; VAN DER REE *et al.*, 2010). Clareiras lineares formadas por rodovias podem causar a desestruturação e o isolamento de populações de diferentes grupos e espécies, sobretudo aquelas de hábito obrigatoriamente arborícola (WILSON *et al.*, 2007). O grau de interferência do chamado efeito barreira irá depender do comportamento das espécies afetadas, bem como de aspectos da paisagem e características da rodovia (GOOSEM, 2007).

No Brasil, a presença de primatas entre os registros de espécies atropeladas já foi demonstrada em diversas rodovias (e.g. VIEIRA, 1996; CHEREM *et al.*, 2007; GUMIER-COSTA & SPERBER, 2009; ZALESKI *et al.*, 2009). Apesar da notável diversidade de mamíferos em território brasileiro (VIVO, 1996), e do alto grau de endemismo de espécies, entre elas vários primatas (FONSECA *et al.*, 1999; REIS *et al.*, 2008), apenas estudos pontuais foram conduzidos até o momento avaliando passagens de fauna aéreas para primatas em rodovias brasileiras (e.g. VALLADARES-PÁDUA *et al.*, 1995; TEIXEIRA *et al.*, 2013).

Tendo em vista o potencial impacto de rodovias sobre populações de primatas e o conhecimento incipiente do tema, o presente estudo tem como objetivo elaborar um diagnóstico sobre os impactos de rodovias sobre primatas no Brasil, como forma de identificar os principais impactos à conservação das espécies, listar as espécies de macacos vulneráveis ao atropelamento, mapear as rodovias em que já existem medidas de mitigação implementadas, além de reconhecer lacunas de conhecimento e elencar os estudos prioritários para os próximos anos.

Material e Métodos

Um formulário com perguntas envolvendo a temática acerca dos impactos de rodovias sobre primatas foi desenvolvido com auxílio da “plataforma” Google Drive, modalidade “criar formulário”. Este formulário foi enviado para diversos pesquisadores brasileiros especialistas em primatas, através dos seus respectivos e-mails institucionais, disponíveis nos sites das instituições em que atuam. Projetos de pesquisa com primatas foram identificados através de *sites* de busca na internet, bem como laboratórios de pesquisa com primatas em *sites* de universidades públicas, objetivando ter acesso à maior quantidade possível de nomes e e-mails de pesquisadores envolvidos. Adicionalmente o mesmo formulário foi enviado para e-mails de grupos de discussão de assuntos relacionados a primatas. O período de envio e

aguardo das respostas dos formulários foi de 27 de julho a 27 de agosto de 2013. Todas as regiões do território brasileiro tiveram representantes contemplados com o envio do formulário.

Obtivemos resposta de 65 pesquisadores ao final do período de divulgação do formulário. Posteriormente filtramos apenas as respostas de pesquisadores com experiência mínima de cinco anos em estudos com primatas, conforme consulta realizada no currículo Lattes, restando apenas 36 respostas.

As perguntas do formulário pediam a opinião dos pesquisadores em relação aos impactos causados por rodovias que representam maior ameaça à conservação de primatas, o grau de ameaça que cada impacto causa sobre as populações de primatas brasileiros, como eles avaliam o impacto por atropelamento em primatas, bem como quais as espécies brasileiras que são acometidas pelo atropelamento em rodovias. Além disso, pedimos que os pesquisadores informassem quais as rodovias conhecidas em que passagens de fauna para primatas foram instaladas e quais delas eram monitoradas a fim de se avaliar a efetividade. Os pesquisadores também responderam se já haviam desenvolvido algum estudo de impacto de rodovias sobre primatas e qual impacto foi avaliado. Por último, os pesquisadores foram questionados se pretendiam participar ou conduzir algum estudo relacionado aos impactos de rodovias sobre primatas nos próximos anos.

Resultados e Discussão

Entre todos os impactos de rodovia sobre primatas citados pelos pesquisadores, a formação de áreas abertas foi o impacto mais representativo, presente em 94,4% das respostas dadas (Figura 1). Devido à grande maioria das espécies de primatas brasileiros serem sensíveis a fragmentação e perda de habitat, bem como exigentes de áreas com alta densidade florestal (REIS *et al.*, 2008), a formação de áreas abertas decorrente da construção de uma rodovia interfere exatamente nas condições necessárias para a ocorrência de várias espécies de primatas.

O atropelamento foi o segundo impacto mais citado pelos pesquisadores (80,5%) devido ao seu potencial de afetar negativamente a abundância local de espécies que vivem próximas à área em que a rodovia se encontra, causando a redução populacional das mesmas (FAHRIG & RYTWINSKI, 2009). Apesar de várias espécies de macacos não serem capazes de se deslocar por grandes distâncias pelo chão, suas populações acabam isoladas entre fragmentos florestais cortados

por rodovias, enquanto que aquelas que toleram atravessar áreas abertas se expõem ao risco de atropelamento à medida que não são hábeis o suficiente para se deslocar com a mesma velocidade e eficiência que conseguem desempenhar pelo estrato arbóreo.

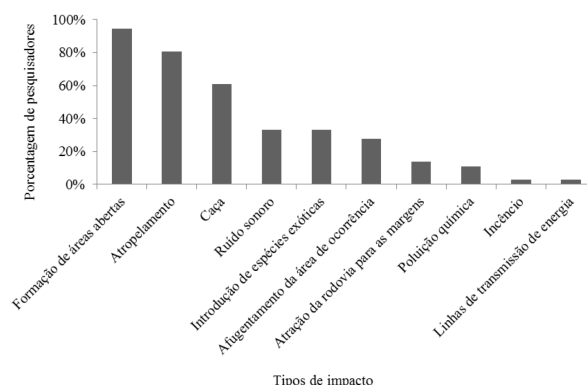


Figura 1. Representatividade dos tipos de impacto causados por rodovias sobre primatas citados pelos pesquisadores.

O impacto relacionado à caça também foi ressaltado por 61,1% dos pesquisadores, uma vez que a construção de rodovias em áreas florestadas facilita a ação de caçadores na área, aproveitando as vias de acesso da rodovia para adentrar a área (LAURANCE *et al.*, 2009). Logo, o impacto da caça não é causado diretamente pela rodovia, mas está indiretamente relacionado.

Assim como a caça é impulsionada quando a rodovia está presente, outro impacto que segue o mesmo padrão é a introdução de espécies exóticas, citada por 33,3% dos pesquisadores como um relevante impacto sobre primatas. Normalmente onde há ocupação e atividade humana constante, maior é a probabilidade de espécies exóticas serem introduzidas no local e se estabelecerem (TAYLOR & IRWIN, 2004). Se a rodovia favorece a ocupação humana, consequentemente a mesma poderá estar favorecendo a introdução de espécies exóticas (LAURANCE *et al.*, 2009). No caso de macacos, sabe-se que a introdução de uma espécie exótica pode causar a supressão populacional e alteração comportamental de espécies nativas devido à sobreposição de nicho e competição ecológica, podendo representar uma ameaça de conservação (RUIZ-MIRANDA *et al.*, 2006).

Em relação ao ruído sonoro e ao afugentamento da área de ocorrência, os dois impactos também foram apontados por uma parcela considerável dos pesquisadores (33,3% e 27,8% respectivamente). Ambos são considerados impactos indiretos da rodovia sobre a fauna, causando principalmente alterações comportamentais das espécies, que normalmente passam a evitar a rodovia e se

distanciar dela (JAEGER *et al.*, 2005; FAHRIG & RYTWINSKI, 2009).

Os impactos relacionados à atração da rodovia para as margens, poluição química, incêndio e linhas de transmissão de energia foram citados em menor proporção. Acreditamos que os mesmos foram citados devido a situações pontuais conhecidas por uma parcela menor dos pesquisadores, havendo necessidade de se conhecer melhor o grau de influência que os mesmos têm sobre a comunidade de primatas.

Além de apontar os principais impactos causados por rodovias sobre primatas, os pesquisadores também classificaram o grau de ameaça de cada um dos impactos que os mesmos julgaram relevantes. Levando em consideração apenas a quantidade de vezes que os impactos foram citados pelos pesquisadores, o ranking do impacto mais citado ao menos citado foi: formação de áreas abertas, atropelamento, caça, ruído sonoro, introdução de espécies exóticas, afugentamento da área de ocorrência, atração da rodovia para as margens, poluição química, incêndio e linhas de transmissão de energia. Entretanto, ao considerarmos a classificação dos pesquisadores em relação ao grau de ameaça dos impactos, atribuindo pesos distintos a cada grau de ameaça, observamos que o ranking de ameaça dos impactos não correspondeu ao ranking de impactos citados (Tabela 1).

Tabela 1. Número de pesquisadores que classificaram o grau de ameaça de cada tipo de impacto de rodovias sobre primatas. Para os três diferentes graus de ameaça pré-definidos um peso foi atribuído, sendo preocupante = 1, muito preocupante = 2 e extremamente preocupante = 3. A coluna de pontuação total representa o somatório do número de pesquisadores que classificaram cada impacto pelo seu grau de ameaça multiplicado pelo peso atribuído ao grau de ameaça. A coluna de ranking representa a ordem de pontuação dos tipos de impacto, onde 1 equivale a maior pontuação (mais impactante) e 10 a menor (menos impactante).

TIPOS DE IMPACTO	Preocupante (x 1)	Muito preocupante (x 2)	Extremamente preocupante (x 3)	Pontuação Total	Ranking
Formação de áreas abertas	3	11	20	85	1
Atropelamento	14	7	6	46	3
Caça	2	8	11	51	2
Ruído sonoro	6	3	3	21	5
Introdução de espécies exóticas	1	3	7	28	4
Afugentamento da área de ocorrência	4	2	4	20	6
Atração da rodovia para as margens	1	2	1	8	8
Poluição química	3	0	0	3	9
Incêndio	0	0	3	9	7
Linhas de transmissão de energia	0	1	0	2	10

Ao todo os pesquisadores citaram 61 espécies de primatas brasileiros como espécies comprovadamente impactadas por atropelamentos, são elas: *Sapajus apella*, *Sapajus cay*, *Sapajus nigritus*, *Sapajus xanthosternus*, *Sapajus robustus*, *Sapajus libidinosus*, *Cebus olivaceus*, *Callithrix aurita*, *Callithrix penicillata*, *Callithrix geoffroyi*,

Callithrix flaviceps, *Callithrix jacchus*, *Leontopithecus chrysomelas*, *Leontopithecus caissara*, *Leontopithecus rosalia*, *Leontopithecus chrysopygus*, *Cebuella pygmaea*, *Saguinus fuscicollis*, *Saguinus labiatus*, *Saguinus bicolor*, *Saguinus midas*, *Saguinus imperator*, *Saguinus martinsi*, *Saguinus niger*, *Saguinus pileatus*, *Saimiri ustus*, *Saimiri sciureus*, *Mico rondoni*, *Mico humeralifer*, *Mico melanurus*, *Mico argentatus*, *Mico emiliae*, *Mico leucippe*, *Aotus azarai*, *Aotus nigriceps*, *Alouatta caraya*, *Alouatta puruensis*, *Alouatta clamitans*, *Alouatta macconnelli*, *Brachyteles hypoxanthus*, *Brachyteles arachnoides*, *Ateles chamek*, *Ateles paniscus*, *Ateles belzebuth*, *Ateles marginatus*, *Lagothrix cana*, *Pithecia irrorata*, *Cacajao calvus*, *Cacajao rubiduncus*, *Chiropotes albinasus*, *Callicebus cinerascens*, *Callicebus nigrifrons*, *Callicebus brunneus*, *Callicebus dubius*, *Callicebus bernhardi*, *Callicebus personatus*, *Callicebus barbarabrownae*, *Callicebus melanochir*, *Callicebus moloch*, *Callicebus coimbrai*, *Callicebus pallescens*.

Entre as espécies listadas, existem espécies com diferentes níveis de ameaça de extinção (IUCN, 2013), sendo 6,6% delas classificadas como “Críticamente em perigo”, 21,3% como “Em perigo” e 14,7% como “Vulnerável”. Tendo em vista a falta de conhecimento acerca da influência que o impacto oriundo dos atropelamentos sobre as populações dessas espécies, acreditamos que as espécies com maior risco de extinção devem ser consideradas prioritárias para o desenvolvimento de novos estudos nos próximos anos, de forma que possamos propor estratégias de conservação e medidas de mitigação melhor embasadas.

Os pesquisadores relacionaram 15 localidades aonde existem passagens de fauna aéreas voltadas para o uso de primatas em rodovias brasileiras (Tabela 2).

Tabela 2. Lista de rodovias brasileiras em que existem passagens aéreas instaladas para primatas, por Estado e Região, além da indicação das que estão sendo monitoradas atualmente a fim de se avaliar efetividade de uso.

Rodovia	Monitoramento	Estado	Região
BR 174 - Reserva Indígena Waimiri Atroari	Sim	RR	Norte
Vias do campus universitário da UFAM - Manaus	Sim	AM	Norte
Estrada da Refinaria REMAN - Manaus	Não	AM	Norte
RO 257 - Ariquemes	Não	RO	Norte
BR 101 - Rebio Guaribas	Não	PA	Norte
BR-101 - Entre João Pessoa e Natal	Não	PB/RN	Nordeste
BA 262 - Entre Ilhéus e Itacaré	Não	BA	Nordeste
Área Urbana de Brasília - Lago Norte	Não	DF	Centro-Oeste
BR 262 - Entre Aquidauana e Corumbá	Não	MS	Centro-Oeste
BR 101 - Rebio Sooretama	Não	ES	Sudeste
MG 401 - Entre Manga e Moçambinho	Não	MG	Sudeste
Área Rural de Lençóis Paulista	Não	SP	Sudeste
Área Urbana de São Paulo - Serra da Cantareira	Não	SP	Sudeste
Área Urbana de São Paulo - Av. Miguel Stéfano	Não	SP	Sudeste
Área Rural de Porto Alegre - Lami	Sim	RS	Sul

A maior parte delas se concentra nas regiões Norte e Sudeste (cinco em cada). Este panorama pode ser explicado por fatores distintos em cada região, onde o Norte representa a região de predomínio do bioma Amazônia, o qual abriga uma vasta diversidade de primatas, enquanto que o Sudeste concentra um grande número de pesquisadores, bem como maior malha rodoviária.

Além do pequeno número de passagens aéreas identificadas, apenas três delas estão sendo monitoradas para avaliar a efetividade das mesmas. Este é um aspecto a ser considerado para as próximas passagens de fauna a serem implementadas, bem como incentivar o monitoramento das que já existem, uma vez que o custo associado à elaboração e instalação das mesmas deve resultar em estruturas eficientes que garantam a travessia segura dos animais.

Apenas 12 dos 36 pesquisadores do presente estudo já participaram de algum trabalho envolvendo impactos de rodovias sobre primatas. Dentre as diferentes linhas de pesquisa que os pesquisadores afirmaram ter participado, a maioria envolveu trabalhos com atropelamento de fauna (58,3%), seguido de planejamento e medidas de mitigação (ambos 50%).

Durante muitos anos os trabalhos envolvendo ecologia de estradas no Brasil se restringiam a estudos de atropelamento de fauna (BAGER *et al.*, 2007) até que os pesquisadores começassem a despertar interesse por outras linhas de estudo relacionadas ao tema. Atualmente temos conhecimento de várias espécies de macaco que já foram registradas em estudos de fauna atropelada em diferentes regiões brasileiras (e.g. VIEIRA, 1996; CHEREM *et al.*, 2007; GUMIER-COSTA & SPERBER, 2009; ZALESKI *et al.*, 2009), de modo que as próximas lacunas de conhecimento a serem preenchidas são representadas pelos efeitos marginais de rodovias sobre primatas, além de testes com diferentes designs de passagens de fauna aéreas para determinadas espécies.

Em relação ao interesse em participar de algum trabalho relacionado ao tema futuramente, 14 dos 36 pesquisadores responderam que sim, o que representa apenas 38,9% do total. Acreditamos que a falta de interesse pelo tema esteja associada à falta de interação entre pesquisadores atuantes em ecologia de estradas e pesquisadores especialistas em primatas, bem como a falta de comunicação com os setores responsáveis pelas políticas públicas relacionadas à proteção do meio ambiente e gerência de rodovias.

Agradecimentos

Este estudo faz parte dos Projetos Estrada Viva, financiado pela Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (CRA – PPM-00121012; CRA – APQ-03868-10), CNPq (Processo 303509/2012-0), Fundação O Boticário de Proteção à Natureza (Processo 0945-20122), Tropical Forest Conservation Act – TFCA (Através do Fundo Brasileiro para Biodiversidade – FUNBIO). Agradecemos a todos os pesquisadores que responderam atenciosamente aos formulários encaminhados, propiciando assim o desenvolvimento do presente estudo.

Referências Bibliográficas

- BAGER, A.; PIEDRAS, S. R. N.; PEREIRA, T. S. M. & HOBUS, Q. 2007. Fauna selvagem e atropelamento – Diagnóstico do conhecimento brasileiro. In: Bager, A. (Ed.), Áreas Protegidas: Repensando as escalas de atuação. Porto Alegre, Brasil, pp. 49-62.
- BICCA-MARQUES, J. C.; MARTINS DA SILVA, V. & FICHTNER GOMES, D. 2011. Ordem Primates. In: Reis, N. R., Perachi, A. L., Passos de Lima (Eds.) Mamíferos do Brasil. Londrina, pp. 107-132.
- CHEREM, J. J.; KAMMERS, M.; GUIZONI-JR, I. R. & MARTINS, A. 2007. Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. Biotemas, 20(3): 81-96.
- CLEVENGER, A. P. & WALTHO, N. 2000. Factors influencing the effectiveness of wildlife underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. Conservation Biology 14, 47–56.
- DUSSAULT, C.; POULIN, M.; COURTOIS, R. & QUELLET, J-P. 2006. Temporal and spatial distribution of moose-vehicle accidents in the Laurentides Wildlife Reserve, Quebec, Canada. Wildlife Biology, 12: 415-425.
- FAHRIG, L. & RYTWINSKI, T. 2009. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. Ecology and Society, 14: 21.
- FONSECA, G.A.B.; HERRMANN, G. & Y.L.R. LEITE. 1999. Macrogeography of Brazilian mammals. In: J. F. Eisenberg & K.H. Redford (Eds.). Mammals of the Neotropics: the central Neotropics. Vol. 3, Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil. The University of Chicago.
- FORMAN, R. T. T. & ALEXANDER, L. E., 1998. Roads and their major ecological effects. Annual Review of Ecology and Systematics, 29: 207–231.
- FUENTES-MONTEMAYOR, E.; CUARÓN, A. D.; VÁZQUE-DOMINGUEZ, E.; BENÍTEZ-MALVIDO, J.; VALENZUELA-GALVÁN, D. & ANDRESEN, E. 2009. Living on the edge: roads and edge effects on small mammal populations. Journal of Animal Ecology, 78: 857-865.

- GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L. & DEWOODY, J. A. 2009. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning*, 91: 1–7.
- GOOSEM, M. 2007. Fragmentation impacts caused by roads through rainforests. *Current Science*, 93: 1587–1595.
- GUMIER-COSTA, F. & SPERBER, C. F. 2009. Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, 39(2): 459–466.
- HUIJSER, M. P.; ABRA, F. D. & DUFFIELD, J. W. 2013. Mammal road mortality and cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with capybara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) in São Paulo State, Brazil. *Oecologia Australis*, 17(1): 129–146.
- IUCN 2013. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. Disponível em www.iucnredlist.org.
- JAEGER, J. A. G.; BOWMAN, J.; BRENNAN, J.; FAHRIG, L.; BERT, D.; BOUCHARD, J.; CHARBONNEAU, N.; FRANK, K.; GRUBER, B. & TLUK, K. 2005. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecological Modeling*, 185: 329–348.
- LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M. & LAURANCE, S. G. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 24: 659–669.
- MCGREGOR, R. L.; BENDER, D. J. & FAHRIG, L. 2008. Do small mammals avoid roads because of the traffic?. *Journal of Applied Ecology*, 45: 117–123.
- REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; DORATTI DOS SANTOS, G. A. S. & ANDRADE, F. R. 2008. Sobre os primatas brasileiros. In: Reis, N. R., Peracchi, A. L. & Andrade, F. R. (Eds.) *Primatas Brasileiros*. Londrina, pp. 17–21.
- RUIZ-MIRANDA, C. R.; AFFONSO, A. G.; DE MORAIS JR, M. M.; VERONA, C. E.; MARTINS, A. & BECK, B. B. 2006. Behavioral and ecological interactions between reintroduced golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*, Linnaeus, 1766) and introduced marmosets (*Callithrix* spp. Linnaeus, 1758) in Brazil's Atlantic coast forest fragments. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 49: 9–109.
- TAYLOR, B. D. & GOLDINGAY, R. L. 2009. Can road-crossing structures improve population viability of an urban gliding mammal?. *Ecology and Society*, 14(2): 13.
- TAYLOR, B. W. & IRWIN, R. E. 2004. Linking economic activities to the distribution of exotic plants. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 101: 17725–17730.
- TEIXEIRA, F.Z.; PRINTES, R.C.; FAGUNDES, J.C.G.; ALONSO, A.C. & KINDEL, A. 2013. Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes. *Biota Neotrop*, 13(1): 1–7.
- TROMBULAK, S. C., & FRISSELL, C. A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14: 18–30.
- VAN DER REE, R.; WARD, S. J. & HANDASYDE, K. 2004. Distribution and conservation status of possums and gliders in Victoria. In: R. L. Goldingay & S. Jackson, (Eds.) *The biology of Australian possums and gliders*. Surrey Beatty and Sons PTY, Chipping Norton, Australia, pp. 91–110.
- VAN DER REE, R.; CESARINI, S. P.; MOORE, S. J. L. & TAYLOR, A. 2010. Large gaps in canopy reduce road crossing by a gliding mammal. *Ecology and Society*, 15: 35.
- VALLADARES-PÁDUA; CULLEN Jr. L. & PADUA, S. 1995. A pole bridge to avoid primate road kills. *Neotropical Primates*, 3(1): 13–15.
- VIEIRA, E. M. 1996. Highway mortality of mammals in central Brazil. *Ciência e Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*, 48(4): 270–271.
- WESTON, N.; GOOSEM, M.; MARSH, H.; COHEN, M. & WILSON, R. 2011. Using canopy bridges to link habitat for arboreal mammals: successful trials in the Wet Tropics of Queensland. *Australian Mammalogy*, 33: 93–105.
- WILSON, R. F.; MARSH, H. & WINTER, J. 2007. Importance of canopy connectivity for home range and movements of the rainforest arboreal ringtail possum (*Hemibelideus lemuroides*). *Wildlife Research*, 34: 177–184.
- VIVO, M. 1996. How many species of mammals are there in Brazil?. Taxonomic practice and diversity evaluation. In: C.E. M. Bicudo & N.A. Menezes (Eds.). *Biodiversity in Brazil: a first approach*. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), São Paulo, pp. 313–321.
- ZALESKI, T.; ROCHA, D.; FILIPAKI, S. A. & MONTEIRO-FILHO, E. L. A. 2009. Atropelamentos de mamíferos silvestres na região do município de Telêmaco Borba, Paraná, Brasil. *Natureza e Conservação*, 7(1): 81–94.



RESUMOS

HÁBITOS DAS ESPÉCIES ATROPELADAS NO ENTORNO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL

Almir Picanço de Figueiredo, Rodrigo Augusto Santos Lima & Caroline de Mello Soares

Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – Brasília Ambiental - IBRAM, SEPN 511, Bloco C, Edifício Bittar, CEP: 70.750-543, Brasília – DF – Brasil.

Autor para correspondência: almir.gemon.ibram@gmail.com

RESUMO

O Instituto Brasília Ambiental - IBRAM desenvolve o Projeto Rodofauna, que avalia o impacto na fauna das rodovias do Distrito Federal. O projeto monitora as rodovias do entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas (ESECAE), do Parque Nacional de Brasília (PNB), Jardim Botânico de Brasília (JBB), Reserva Ecológica do IBGE (RECOR) e Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília (FAL/UnB). Os trechos analisados totalizam aproximadamente 130 quilômetros. As campanhas ocorreram duas vezes por semana, com uma equipe de três observadores em um carro à 50km/h. Todos os animais atropelados encontrados foram registrados e georreferenciados. Os dados apresentados correspondem ao período de amostragem de abril de 2010 a março de 2012, no qual foram percorridos 25220 quilômetros e registrados 2009 animais silvestres. A taxa de atropelamento média do estudo foi 0,08 ind./km/dia. Foram identificadas carcaças de 114 espécies, distribuídos em 57 famílias, 30 ordens e 04 classes de vertebrados. A classe das aves foi a que apresentou maior número de atropelamentos, com 1399 registros (69,6%), seguido de répteis com 287 (14,3%) indivíduos; mamíferos com 189 (9,4%) e anfíbios com 134 (6,7%). Os indivíduos cuja identificação alcançou ao nível de espécies foram classificados com relação ao hábito em duas modalidades: primeiro quanto ao período do dia de maior atividade, em diurnas e noturnas, e segundo quanto ao modo preferencial de locomoção, em aéreo, terrestre e arborícola. Dos 1454 indivíduos classificados quanto ao hábito, 1140 (78,4%) são de hábito diurno, distribuídos em 87 espécies e 314 (21,6%) são de hábito noturno, distribuídos em 26 espécies. Quanto ao modo de locomoção, verificou-se a ocorrência de 958 (65,9%) indivíduos de locomoção aérea distribuídos em 63 espécies, 449 (30,9%) indivíduos terrestres em 45 espécies e 47 (3,2%) arborícolas em seis espécies. Considerando-se somente as espécies silvestres de hábito diurno, observou-se a predominância de animais voadores, 912 indivíduos (80%) distribuídos em 56 espécies, seguido dos terrestres, 182 indivíduos (15,9%) em 26 espécies e por último os arborícolas com 46 indivíduos (4,1%) em cinco espécies. No caso dos animais silvestres de hábito noturno, a prevalência foi de animais de locomoção terrestre, 267 indivíduos (85%) distribuídos em 19 espécies, seguido dos de locomoção aérea, 46 indivíduos (14,6%) em seis espécies e por último os arborícolas representados por somente um indivíduo (0,4%). O presente trabalho encontrou um maior número de registros de animais diurnos. Tal fato pode ser explicado por uma possível maior abundância de animais diurnos nas áreas de estudo ou de características do tráfego de veículos que propiciam maior número de atropelamentos durante o dia. Outra hipótese é que a remoção de carcaças nas rodovias estudadas ocorra com maior intensidade

nas primeiras horas da manhã, assim muitos animais atropelados durante a noite seriam removidos antes de serem registrados. Quanto à forma preferencial de locomoção, a grande ocorrência de atropelamentos de espécimes voadores indica a necessidade de redução da velocidade média do tráfego nas áreas de interesse para mitigação dos atropelamentos de fauna, já que passagens de fauna, subterrâneas ou sobre as rodovias pouco atenderiam às necessidades das espécies voadoras.

ABSTRACT

The Instituto Brasília Ambiental - IBRAM develops Rodofauna Project, which assesses the impact of roads on wildlife of the Distrito Federal. The Project is currently in the highways surrounding the Águas Emendadas Ecological Station (ESECAE), the Brasília National Park (PNB), Brasília Botanical Garden (JBB), the IBGE Ecological Reserve (RECOR) and the “Água Limpa” farm of the University of Brasília (FAL/UNB). The routes analyzed sum approximately 130 kilometers. The campaigns take place twice a week, with a team of three observers in a car at 50km/h. All roadkill found are recorded and georeferenced. The data presented correspond to the sample period from April 2010 to March 2012, in which 25,220 km were traveled and 2009 wild animals were recorded. The average rate of roadkill on two years of study, considering the entire study area was 0.08 ind./km/day. The results enabled the identification of 114 species, distributed in 57 families, 30 orders in four classes of vertebrates. The birds was the class with the highest number of collisions registered, with 1,399 (69.6 %), followed by reptiles with 287 (14.3%) individuals; mammals with 189 (9.4%) and amphibians with 134 (6.7%). Individuals whose identification reached the specie's level were classified according to the habit in two ways: firstly, based in the time of day with the highest activity, as diurnal or nocturnal and secondly as the preferred mode of locomotion, as aerial, terrestrial or arboreal. Among 1,454 individuals classified according to the habit, 1,140 (78.4%) were diurnal, distributed in 87 species and 314 (21.6%) were nocturnal, distributed in 26 species. Regarding modes of locomotion, 958 (65.9%) individuals with aerial locomotion were observed, which represented 63 species; 449 (30.9%) terrestrial individuals in 45 species; and 47 (3.2%) arboreal individuals in 6 species. Considering only wild species with diurnal habits, there was a predominance of flying animals, 912 individuals (80%) distributed in 56 species, followed by terrestrial animals, 182 individuals (15.9%) in 26 species and lastly arboreal with 46 individuals (4.1%) in five species. In the case of wild animals with nocturnal habits, the prevalence was of animals with terrestrial locomotion, with 267 individuals (85%) in 19 species, followed by those of aerial locomotion, 46 individuals (14.6 %) in six species and lastly the arboreal represented by only one individual (0.4%). The study found more animals with diurnal habits than nocturnal. This fact can be explained by a possible higher abundance of diurnal animals in the study areas or because of some traffic's characteristics that provide a bigger probability of collisions during the day. Another hypothesis is that the removal of carcasses on the highways occurs intensely in the early morning hours, therefore, a lot of animals that are run over at night would be removed before being registered. Regarding the kind of locomotion, the high incidence of flying specimens roadkilled indicates the need to reduce the average speed of traffic in areas of interest to mitigate wildlife's roadkill, because both underpasses and overpasses would not meet, significantly, the needs of such species.

Financiador: IBRAM – Instituto Brasília Ambiental

ATROPELAMENTO DE MAMÍFEROS DE MÉDIO E GRANDE PORTE NAS RODOVIAS PR 508 E PR 407, ESTADO DO PARANÁ

Renata Bicudo Molinari¹, Roberto Bócon² & Mário Belão².

¹ Laboratório de Vertebrados, Universidade Positivo, Rua Professor Pedro Viriato Parigot de Souza, 5300, 81280-330 Campo Comprido, Curitiba, Paraná, Brasil. ²Concessionária Ecovia Caminho do Mar S/A, Br 277/Km 60,5 CEP 83075-000 CP 150, São José dos Pinhais-PR.

Autor para correspondência rbocob@gmail.com

Resumo

A Concessionária Ecovia Caminho do Mar S/A mantém sob sua administração duas rodovias localizadas na região litorânea Paranaense, região inserida no principal remanescente da Mata Atlântica, declarada pela UNESCO como Reserva da Biosfera. O atropelamento de animais em rodovias tem ocorrido em quantidades que representam uma parcela significativa de suas populações originais e resultam na diminuição dos níveis de diversidade. Este impacto é considerado relevante em populações animais em estado já reduzido, incluindo as espécies ameaçadas de extinção. Com o intuito de identificar os principais pontos de atropelamentos (“hotspots”) de mamíferos de médio e grande porte nas rodovias PR 508 e PR 407, foram realizadas 1034 saídas de campo de março de 2009 a dezembro de 2011, resultando em um esforço amostral de 50976,2 km e 73 animais atropelados registrados, gerando uma taxa de atropelamento de 0,0014 ind./km percorrido. Das 13 espécies identificadas, quatro delas constam como espécies ameaçadas de extinção, sendo *Lontra longicaudis*, *Dasypus novemcinctus* e *Leopardus tigrinus* das famílias Mustelidae, Dasypodidae e Felidae, registradas na Lista Vermelha do Paraná e *Myrmecophaga tridactyla* – família Myrmecophagidae, além de *Leopardus tigrinus*, como espécies ameaçadas no Brasil. As espécies com os maiores índices de atropelamentos foram *Cerdocyon thous* e *Didelphis aurita*. Por meio do software de geoprocessamento SIRIEMA, foram identificados quatro “hotspots”, pontos de maior ocorrência de atropelamentos tanto na PR 508 quanto na PR 407. A rodovia PR 508 apresentou registro de atropelamentos maior do que a PR 407 por ter uma área de vegetação nativa mais preservada e por apresentar uma extensão maior. Nos quatro hotspots identificados na rodovia PR 508, *Cerdocyon thous* foi encontrado em todos os pontos e *Didelphis aurita* nos dois primeiros trechos. Foram identificados também, registros de *Lontra longicaudis* no primeiro ponto de hotspots. A rodovia PR 407 obteve registros de *Cerdocyon thous*, *Didelphis aurita*, *Tamandua tetradactyla* e *Procyon cancrivorus* em todos os pontos indicados.

Abstract

The dealership Ecovia Caminho do Mar S/A remain under his administration two highways located in the coastal region Paranaense region inserted in the main remnant of the Atlantic, declared a UNESCO Biosphere Reserve. The trampling of animals on highways has occurred in amounts that represent a significant portion of their original populations and result in decreased levels of diversity. This impact is considered significant in populations and result in decreased levels of diversity. This impact is considered significant in animal populations have been reduced, including endangered species. With aim of identifying the roadkill hotspots of medium and large mammals on

the roads PR 508 and PR 407 e which species are the most affected, proposing appropriate mitigative measures to the regions, were realized 1,034 fields surveys between march 2009 and december 2011, resulting in a sampling effort of 50,976.2 km and 73 roadkill animals, generating a roadkill rate of 0.0014 ind./km. Of the 13 identified species, 4 are listed as in risk of extinction, being *Lontra longicaudis*, *Dasypus novemcinctus* and *Leopardus tigrinus*, of the families Mustelidae, Dasypodide and Felidae, registered on the Lista Vermelha do Paraná and *Mymercophaga tridactyla* family Myrmecophagidae, in addition to *Leopardus tigrinus*, as species in risk of extinction in Brazil. The calculations of abundance were bigger to the species *Cerdocyon thous*, *Didelphis aurita*. The relation between roadkills, temperature, rainfall and vehicle flow demonstrated to be associated. To the identification of the hotspots it was used the geoprocessing software SIRIEMA, that indicated 4 spots of a bigger occurrence of roadkills for both the PR 508 and PR 407. The highway PR 508 showed record roadkill greater than the PR 407 to have an area of more native vegetation preserved and provide a larger extent. In the four hotspots identified on highway PR 508 *Cerdocyon thous* found at all points and *Didelphis aurita* in the first two sections. Were also identified, records *Lutra longicaudis* the first point of hotspots. The highway PR 407 records obtained *Cerdocyon thous*, *Didelphis aurita*, *Tamandua tetradactyla* and *Procyon cancrivorus* at all points indicated.

MAMÍFEROS VÍTIMAS DE ATROPELAMENTOS NA RODOVIA BR-277, PARANÁ - BRASIL

Roberto Bócon¹, Mário Belão¹ & Debora Pacheco²

¹Concessionária Ecovia Caminho do Mar S/A, BR 277/Km 60,5 CEP 83075-000 CEP 83075000 caixa postal 1505, São José dos Pinhais - PR. CEP 80250-020; ² Rua Eduardo Geronasso 1091, apto 201. Bacacheri. Curitiba -Pr

Autor para correspondência: rbocob@gmail.com

Resumo

A Concessionária Ecovia Caminho do Mar S/A mantém sob sua administração 84 quilômetros da rodovia BR 277 a qual liga a Capital de Curitiba com as cidades litorâneas paranaenses. Esta rodovia é de grande importância econômica e turística na Região Sul, por ligar Curitiba ao Porto de Paranaguá. Esta porção da BR 277 atravessa a Serra do Mar, que representa o principal remanescente da Mata Atlântica declarada pela UNESCO como Reserva da Biosfera. O atropelamento de animais em rodovias tem ocorrido em quantidades que representam uma parcela significativa de suas populações originais e resultam na diminuição dos níveis de diversidade. Este impacto é considerado relevante em populações animais em estado já reduzido, incluindo as espécies ameaçadas de extinção. Entre os anos de 2008 e 2013 colaboradores e técnicos da Concessionária vistoriaram semanalmente esta porção da rodovia com o intuito de levantar informações relativas à fauna silvestre vítima de atropelamento. Neste período um total de 356 animais silvestres da Classe Mammalia, representados por 23 espécies foram registrados, o que representa uma taxa de atropelamento de 1,48 indivíduos por dia amostrado, ou 0,17 indivíduos por quilômetro amostrado. O Gambá (*Didelphis sp.*), teve o maior número de exemplares atropelados com 111 indivíduos, sendo que *Didelphis aurita* obteve 49 indivíduos atropelados e *Didelphis albiventris* 16 indivíduos, outros indivíduos não foram identificados pelo estado em que o material se encontrava. A segunda espécie com maior número de atropelamentos foi o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) com 51 indivíduos, seguido do tamanduá-mirim (*Myrmecophaga tretradactyla*) com 25 indivíduos e mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) com 23 indivíduos atropelados no período. Dentre espécies registradas destacam-se quatro inseridas no Livro Vermelho da Fauna ameaçada no Estado do Paraná com status de vulnerável, gato-do-mato-pequeno (*Leopardus tigrinus*), com 14 indivíduos vitimados, gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) com 4 indivíduos vitimados, jaguatirica (*Leopardus pardalis*), um indivíduo vitimado e a lontra (*Lutra longicaudis*), com um indivíduo vitimado. Dois indivíduos de gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) foram resgatados com vida, recuperados e colocados em liberdade em seu hábitat natural. Com base nas informações obtidas a Concessionária Ecovia Caminho do Mar S/A mantém um programa de conscientização do usuário em relação a temática e vem implantando medidas para diminuir os índices de atropelamentos de fauna silvestre na região.

Abstract

The dealership Ecovia Caminho do Mar S/A remain under management 84 kilometers of highway BR 277 which connects the capital with the coastal cities Curitiba Paraná. This highway is an important economic and tourism in the South, by connecting Curitiba to Paranaguá. This portion of the BR 277 crosses the Serra do Mar, which is the main remnant of the Atlantic declared a UNESCO Biosphere Reserve. The trampling

of animals on highways has occurred in amounts that represent a significant portion of their original populations and result in decreased levels of diversity. This impact is considered significant in animal populations have been reduced, including endangered species. Between the years 2008 and 2013 employees and technicians dealership raided weekly this portion of the highway in order to gather information regarding the wildlife of roadkill victim. In this period a total of 356 wild animals of the class Mammalia, represented by 23 species were recorded which represents a rate of 1.48 sampled individuals per day or 0.17 individuals per kilometer sampled. The Opossum (*Didelphis* sp.), had the largest number of copies get hit with 111 subjects, and 49 subjects received *Didelphis aurita* and *Didelphis albiventris* run over 16 individuals, other individuals were not identified by the state in which the material. The second species with the highest number of accidents was the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*) with 51 individuals, followed by anteater (*Myrmecophaga tretradactyla*) with 25 individuals and raccoon (*Procyon cancrivorus*) with 23 individuals run over the period. Among species recorded highlights four entered in the Red Book of Threatened Fauna in Paraná with status of vulnerable cat - to-kill - small (*Leopardus tigrinus*), with 14 individuals victimized, Margay (*Leopardus wiedii*) with 4 individuals victimized, ocelot (*Leopardus pardardalis*), an individual victim and the otter (*Lutra longicaudis*) with an individual victim. Two individuals Margay (*Leopardus wiedii*) were rescued alive , recovered and set free in their natural habitat . Based on information obtained dealership Ecovia Caminho do Mar S/A has a program of user awareness about the issue and has implemented measures to reduce the rates of roadkill of the region.

VERTEBRADOS ATROPELADOS EM UM TRECHO DA RODOVIA BR 330, SUDOESTE DA BAHIA, BRASIL

**Ricardo Alves Teixeira Souza, Clarissa Alves da Rosa, Renato Affonso &
Juliana Zina**

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rua José Moreira Sobrinho, s/n, Jequié-Ba, Brasil. Universidade Federal de Lavras, Laboratório de Ecologia e Conservação de Mamíferos, Campus Universitário da UFLA, sem número, CEP 37200-000, Lavras-MG, Brasil.

Autor para correspondência: 7ricardoalves7@gmail.com

Resumo

Tivemos por objetivo caracterizar e quantificar os atropelamentos de vertebrados ocorridos entre maio/2012 e agosto/2013 em 12,8 km da rodovia BR 330 no sudoeste da Bahia (13°52'S, 40°1'W). A rodovia é margeada por trechos de Mata Atlântica (Ombrófila e Decidual) e Caatinga, além de áreas alteradas pela ação humana. Utilizando bicicleta realizamos 35 monitoramentos, totalizando 448 km percorridos a uma velocidade média de 20 km/h. Usamos o índice de riqueza de Jackknife de primeira ordem para estimar a riqueza e analisar a suficiência amostral. Para verificarmos variações sazonais (seca e chuva) quanto à composição da fauna atropelada, utilizamos a análise de NMDS, a partir de uma matriz de distância baseada no índice Bray Curtis. Fizemos regressões lineares entre o número de total de espécies e indivíduos atropelados e os dados de pluviosidade. O mesmo procedimento foi realizado para cada grupo animal de maneira isolada. Registramos 146 indivíduos atropelados, pertencentes a 60 espécies (35 aves, 15 répteis, 7 mamíferos e 3 anuros). Além de ser o grupo com maior número de espécies, as aves também compõem o grupo com maior número de indivíduos atropelados (0,14 ind./km/dia). No entanto, considerando o número de indivíduos atropelados por espécie, os maiores valores foram observados para os anuros (9,3 indivíduos atropelados de cada espécie). As espécies mais sujeitas a atropelamentos na região foram: *Rhinella jimi* (0,04 ind/km/dia), *Oxyrhopus trigeminus* (0,02 ind./km/dia) e *Sibynomorphus neuwiedi* (0,02 ind/km/dia). Embora o índice de Jackknife tenha apontado para um valor muito similar à riqueza observada no presente estudo ($58,83 \pm 5,57$), a curva de acumulação de espécies mostrou-se ascendente, indicando a necessidade de um maior número de amostragens para o registro da riqueza total da região. Isso pode ter ocorrido devido ao constante registro de novas espécies de aves a cada amostragem. Embora o número de animais atropelados tenha se correlacionado positivamente com a pluviosidade na região ($r = 0,36$; $P < 0,01$), não obtivemos um agrupamento na análise de NMDS que pudesse indicar uma sazonalidade quanto à composição de animais atropelados. Os anuros parecem ter sido o responsável pelo efeito da regressão positiva e significativa, já que, quando analisado separadamente, este foi o único grupo cujos atropelamentos foram correlacionados significativamente com a pluviosidade ($r = 0,60$; $P < 0,01$). A dependência da formação de corpos de água e o deslocamento de anfíbios durante o período reprodutivo podem explicar os resultados obtidos, assim como já observado em outras regiões. Para todos os grupos analisados, os *blackspots* (áreas com maiores taxas de atropelamento) corresponderam a áreas melhor preservadas de Caatinga. Acreditamos que isso tenha ocorrido porque áreas preservadas tendem a ter maior abundância de indivíduos do que áreas alteradas e, portanto, maior probabilidade de atropelamentos quando adjacentes a rodovias. Com nosso estudo foi possível evidenciar os efeitos diferenciados da

rodovia em distintos grupos animais da Caatinga, bioma ainda pouco explorado pela Ecologia de Estradas. Ademais, o presente estudo demonstra a importância e a necessidade de um maior esforço voltado para a proteção de áreas preservadas adjacentes às estradas.

Abstract

The main goals of the present study were characterizing and quantifying the road kill of vertebrates in 12.8 km of the BR 330 road, southeastern Bahia (13°52'S, 40°1'W), between May/2012 and August/2013. In all its extension BR 330 is surrounded by Atlantic forest (Ombrophilous and Deciduous forest), Caatinga fragments, and human-altered areas. During 35 surveys we monitored the road by bicycle, totalizing 448 km covered at an average speed of 20 km/h. To estimate the richness and to evaluate the sampling effort we used the first order Jackknife richness index. In order to verify possible community composition seasonality (dry versus rainy week) we performed a NMDS analysis, using a distance matrix based on Bray Curtis index. A linear regression was performed between the richness and abundance of road kill species and the rainfall. The same analysis was performed for each group separately. We registered 146 roadkilled victims, belonging to 60 species (35 birds, 15 reptiles, 7 mammals, and 3 anuran species). Besides being the most diverse group, the birds were also the most commonly road killed (0.14 ind./km/day). However, considering the number of individual of each road kill species, higher values were observed for anurans (9.3 individual for each species). The species that exhibited higher road mortality were: *Rhinella jimi* (0.04 ind./km/day), *Oxyrhopus trigeminus* (0.02 ind./km/day), and *Sibynomorphus neuwiedi* (0.02 ind./km/day). Although the Jackknife index value (58.83 ± 5.57) was very similar to the richness obtained in the present study, the accumulation species curve did not reach the asymptotes, which indicates that additional effort should be expended to reach the total local road kill species diversity. That result may be explained by the constant new bird species record at each sample day. Although we observed a positive correlation between the abundance and the weekly rainfall ($r = 0.36$; $P < 0.01$), we did not observe a distinguishable seasonal groups in the NMDS analysis. We believe that the anurans were responsible for the positive and significant regression, since we obtained significant regression only between anurans and the weekly rainfall ($r = 0.60$; $P < 0.01$) when each group were analyzed separately. The dependence of water bodies' availability and the displacement to reproductive sites during the breeding season may explain the effect of the rainfall in anuran road mortality, as observed in other regions. For all the taxa, the blackspots (areas where we registered the higher road killed ratios) corresponded to Caatinga preserved areas. We argue that the reason for that is that preserved environments, when compared to human-altered areas, usually presents higher abundance values and, therefore, higher probability of road kill events when located at the edge of roads. The present study clarifies the distinguishable effect of the road on different animal groups in Caatinga, a still neglected biome by road ecologists. Additionally, it highlights the importance and necessity of protection actions for preservation of natural areas located at the edge of roads.

Financiador: CNPq

PROGRAMAS DE RESGATE DE FAUNA REALIZADOS PARA EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS EM MINAS GERAIS, ENTRE OS ANOS DE 2009 E 2013.

**Daniel Fernandes Ramos, Guilherme Moreira de Sousa e Silva, Gustavo
Amaral Cardoso de Moraes, Juliana Macedo Magnino, Tiago de Oliveira
Lima**

Consórcio Direção / Contécnica / Porto Assunção, CEP 30120-017, Belo Horizonte – MG, Brasil

Autor para correspondência: guilherme.silva@consorcioambiental.com.br

Resumo

O estudo visa analisar o resultado quantitativo cumulativo de cinco programas de resgate de fauna em empreendimentos rodoviários de Minas Gerais, executados entre o período de Novembro de 2009 e junho de 2013, pela empresa Consórcio Supervisor Ambiental, atualmente Consórcio Direção / Contécnica / Porto Assunção, via contrato com Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais – DER/MG. Os programas foram executados em atendimento a condicionantes presentes nos processos de regularização ambiental dos seguintes empreendimentos: Melhoria e Pavimentação do Trecho Passa Vinte – MG-457; Melhoria e Pavimentação do Trecho Morro do Pilar – Entrº MG-10; Melhoria, Pavimentação e Implantação do Trecho Santana do Riacho – Entrº MG-010; Melhoria e Pavimentação do Trecho Conceição do Mato Dentro – Serro e; Duplicação da Rodovia LMG-800. Os programas, para todos os trechos, iniciaram com o treinamento e capacitação da equipe de desmate por profissionais biólogos e veterinários. Nos momentos de supressão da vegetação, a execução dos programas se pautou na dispersão, no resgate e no tratamento dos espécimes encontrados. Dentre os espécimes dispersados e os espécimes tratados por veterinários, obteve-se durante todas as campanhas, o registro de 1.556 indivíduos de anfíbios, répteis e mamíferos, além de 26 ninhos ativos e inativos de aves. O total de indivíduos registrados encontra-se distribuído em 936 espécimes de répteis (60%), 350 espécimes de anfíbios (23%) e 270 espécimes de mamíferos (17%). O alto valor de registros de répteis corrobora com dados de outros resgates de fauna encontrados na literatura e em trabalhos técnicos de outras localidades, sendo o grupo que apresenta a maior quantidade de registros. Quando analisado os resultados pelos empreendimentos pesquisados, observa-se que o trecho respectivo à LMG-800 apresentou o maior número de registros de espécimes afugentados ou restabelecidos dentre os programas ponderados. Foram registrados 496 indivíduos, aproximadamente um terço do total registrado para os seis empreendimentos. As características das obras executadas na LMG-800 e das áreas suprimidas contribuem para o elevado número de indivíduos da fauna registrados nas campanhas de resgate. O caráter de implantação rodoviária, no caso para a duplicação da pista, potencialmente afeta uma maior área em ambientes naturais quando comparado a obras de melhorias e pavimentação em vias já existentes. Deve-se salientar ainda que as obras correspondentes à LMG-800 incidiram em ambientes florestais significativos, com destaque para a mata em frente ao Aeroporto Internacional Tancredo Neves. Embora vertentes de pesquisas estudem os efeitos negativos da introdução de espécimes em novos ambientes quanto à estrutura da comunidade ali estabelecida, os resgates de fauna realizados para os

empreendimentos em análise, representaram medidas de proteção à fauna ocorrente na área suprimida, além de fornecer dados para uma caracterização da fauna local. Destaca-se ainda que estudos específicos para a caracterização da fauna local em empreendimentos rodoviários devem ser utilizados para melhor compreensão dos impactos das rodovias sobre os ambientes afetados, a fim de subsidiar a indicação e aplicação de outras medidas de proteção à fauna.

Abstract

The study aims at analyzing the quantitative cumulative result of five fauna's rescue programs at highway's projects of Minas Gerais, done between November 2009 and June 2013, by the Consórcio Supervisor Ambiental enterprises, presently Consórcio Direção/Contécnica/Porto Assunção, by way of contract with Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais – DER/MG. The programs were executed in compliance with the environmental licenses determinants of: improvement and paving of the MG-457 – PassaVinte highway; improvement and paving of the Morro do Pilar – junction MG-10's highway; improvement and paving of the Conceição do Mato Dentro – Serro's highway; duplication of the highway LMG-800. The programs, for the cited highway's patches, began with the development and training of deforest staff by biologists and veterinarians. At the moments of vegetation's suppression, the program based on leakage, rescue and treatment of specimens found. Counting the scattered and treated ones, the program obtained the record of 1,556 amphibians, reptiles and mammals specimens, distributed in 936 reptile's specimens (60%), 350 amphibian's specimens (23%) and 270 mammals specimens (17%), beyond 26 active and inactive nests of birds. The high number of reptiles recorded confirms the data of another rescue programs as the group of higher amounts records. When analyzing the results by the surveyed enterprises, it is observed that the stretch corresponding to the LMG-800 showed the highest number of recorded specimens, scared away or restored, from the programs considered. It has recorded 496 individuals, approximately one third of the total recorded for the six projects. The characteristics of the works executed in the LMG-800 highway and suppressed areas contribute to the high number of individuals recorded in the wildlife rescue efforts. The deployment's stage of the road, in case for doubling the road, potentially affects a larger area in natural environments when compared to works of improvement and paving on existing lines. It should be also noted that the works corresponding to LMG-800 focused on significant forest environments, with emphasis on the forest in front of Tancredo Neves International Airport. The fauna rescues program implemented represented local wildlife protection measures, even with researches that appoints negative effects of the specimens introduction on news environments about the structure of already established communities. Stands out even that specific studies to characterize the local fauna in highway projects should be used to a better understanding about the highways impacts causes on environments, in order to subsidize the indication and application of other measures to protect the fauna.

Financiador: Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais – DER/MG

COMO O COMPORTAMENTO ESPACIAL EM RELAÇÃO ÀS ESTRADAS SE TRADUZ NA ESTRUTURA GENÉTICA DAS POPULAÇÕES DE ROEDORES?

Clara Grilo^{1,2}, Irene Del Cerro^{1,3}, Victor Ramiro³, Guillem Molina-Vacas³, Xavi Fernández-Aguilar³, Flávia Porto Peter³, Rita Gomes Rocha¹, José A. Godoy², Carlos Fonseca¹, Eloy Revilla²

¹Departamento de Biologia & CESAM, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal, ²Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), Calle Américo Vespucio s/n, E-41092 Sevilla, España ³Universidade de Lisboa, Fundação da Faculdade de Ciências, C2 5º 1749-016 Lisboa, Portugal,

Autor para correspondência: claragrilo@ua.pt

Resumo

O rápido crescimento da rede viária para acomodar o aumento exponencial do tráfego de automóveis nas últimas décadas tem sido um dos principais fatores de fragmentação da paisagem. Este fato pode limitar os movimentos dos indivíduos e o fluxo de genes, afetando os processos demográficos e genéticos das populações que ocorrem nas imediações das estradas. No entanto, existem poucos estudos que analisam a relação entre o comportamento espacial dos indivíduos e o fluxo de genes ao longo das estradas. Neste trabalho, pretendemos estabelecer uma relação entre os efeitos de autoestrada de duas pistas de rodagem, estradas de uma pista e caminhos de terra batida, no comportamento espacial da espécie de roedor rato-das-hortas *Mus spretus* e como isso pode se traduzir na estrutura das populações em ambos os lados das estradas. Utilizando modelos lineares generalizados mistos analisamos o efeito do tráfego no uso do espaço, na direcionalidade e na velocidade dos movimentos de rato-das-hortas. As taxas médias de cruzamentos de indivíduos nos diferentes tipos de estrada foram também calculadas. Com 222 amostras de tecido coletado dos indivíduos capturados em ambos os lados das estradas e em zonas desprovidas das mesmas, analisamos a estrutura genética das populações. No total, foram capturados e seguidos por rádio-telemetria 46 indivíduos nas imediações dos três tipos de estrada. Como esperado, os indivíduos definiam os seus territórios ao lado das autoestradas e estradas, exceto nos caminhos de terra que os incluíam nos seus territórios. Os modelos mostraram que o tráfego de automóveis não parecem afetar o uso do espaço, a direção e velocidade dos movimentos dos ratos-das-hortas. As taxas médias de cruzamento (n° cruzamentos/indivíduo/100h de seguimento) foram: 0,034 na autoestrada, 0,10 na estrada e 1,13 nos caminhos de terra batida. Detectamos diferenciação genética na área de estudo, contudo a presença de estrada não parece explicar tal diferenciação. Os baixos valores de F_{st} em ambos lados das estradas demonstram que o fluxo genético ocorre independentemente da largura e pavimento da estrada. Podemos concluir com nossos resultados que o comportamento de repulsa do rato-das-hortas em relação às estradas pavimentadas e as diferenças nas taxas de cruzamento nos diferentes tipos de estrada não se estão a traduzir na estruturação genética destas populações.

Abstract

The rapid expansion of road network to accommodate the exponential growth of traffic in the last decades has been one of the main factors of landscape fragmentation. This

fact can impose constraints on movement of individuals and genes, influencing demographic and genetic processes in populations occurring in the road vicinity. However, knowledge on the relationship between spatial behavior and gene flow is still scarce. The main goal of this study is to evaluate the effects of highway, roads and unpaved roads on the spatial behavior of Algerian mouse *Mus spretus*, and understand how these effects may be translated in the genetic structure of mouse populations in the study area. We used generalized linear mixed models to analyze the effect of traffic on the space use, movement directionality and speed, and we estimated the average road crossing rates. We collected 222 tissue samples from individuals captured on both sides of the three different roads, and in areas without any road. We assessed the genetic structure of the population in the study area, analyzing genetic differentiation on both sides of roads and in the area without roads. A total of 46 individuals were captured and followed by radio-tracking in the vicinity of each type of road. As expected, individuals defined their home-ranges excluding roads, except unpaved roads. Models shows that traffic do not affect the space use, movement directionality and speed. The average road crossings (number of crossings/individual/100h of radio-tracking) were: 0.034 on highways, 0.10 on roads and 1.13 on unpaved roads. Although we found some genetic structure in the sampled population of Algerian mouse, this structure seems not be explained by the road network. The low values of F_{st} on both sides of the three types of roads show that gene flow occurs independently of the road width and pavement. Our findings show that the avoidance behavior towards roads and differences in the crossing rates among the three types of roads has not been translated into genetic structure of these populations.

Financiador: Fundação para a Ciência e Tecnologia

ACOMPANHAMENTO DA UTILIZAÇÃO DE PASSAGENS SUBTERRÂNEAS POR MAMÍFEROS NA BR-116 ATRAVÉS DE ARMADILHAS FOTOGRAFICAS

Fabiane de Aguiar Pereira & Raquel B. Junger de Carvalho

Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Av. Rotariana s/n, CEP 25960-602, Teresópolis – RJ, Brasil

Autor para correspondência: fabiane.apereira@hotmail.com.br

Resumo

Rodovias são importantes para o desenvolvimento da humanidade, entretanto, ao mesmo tempo representam uma fonte de distúrbio antrópico para o meio ambiente ao seu redor, um dos principais efeitos negativos é o atropelamento de fauna. Uma forma de mitigar esse impacto é a construção de passagens alternativas para a travessia de fauna, entretanto, monitorar sua utilização é extremamente importante para avaliar a efetividade de sua conectividade com os fragmentos florestais. Visto isso, o objetivo do trabalho foi conhecer os animais que utilizam duas passagens, localizadas na BR 116, como local de travessia a partir do acompanhamento por armadilha fotográfica. A rodovia BR 116 (administrada pela CRT – Concessionária Rio Teresópolis), atravessa o Parque Nacional da Serra dos Órgãos por cerca de 10km, então, visto isso, as armadilhas Bushnell foram instaladas em dois tuneis de passagens pré-existentes na rodovia, sendo um adaptado pela CRT com a construção de passagem seca para os animais. Os tuneis localizam-se nas proximidades do Km 98, no município de Guapimirim. As câmeras ficaram instaladas por 111 dias (maio a setembro de 2013). Após recolhimento das armadilhas, os dados foram arquivados. As fotográficas foram identificadas e dados colocadas em planilha do Microsoft Excel. O esforço esperado era de 213 armadilhas-dias, entretanto o esforço efetivo foi de 144 armadilhas dias. Neste período obtivemos um total de 661 registros fotográficos, dos quais 82% são registros fantasmas, 6% registros de animais não identificáveis e 12% registros de mamíferos. Dos 77 registros de mamíferos, 58 registros (75%) eram de *Didelphis aurita*, 17 registros (22%) de *Cuniculus paca*, 01 registro (1,5%) de *Cabassous tatouay* e 01 registro (1,5%) *Tamandua tetradactyla*. O número de registros de fauna, em relação ao total de registros, pode ser considerado baixo. Neste Km, durante o mesmo período, foram registrados cinco atropelamentos de fauna (03 *Didelphis aurita* e 02 *Bradypus variegatus*). É visível a utilização das passagens, entretanto, o monitoramento de outros locais de travessia se faz necessário, já que os dados apresentados não representam a realidade local, uma vez que, a riqueza de mamíferos local é cerca de 20x maior que a registrada. Todavia é importante saber se os animais estão atravessando a pista através dessas passagens ou apenas utilizando-as como abrigo e/ou refugio. Neste trabalho não foi possível concluir essa utilização direta como passagem de travessia, uma vez que o mau posicionamento da câmera e o local próximo a riachos desfavoreceram a colocação das armadilhas em pontos estratégicos para os registros. Portanto, novos períodos de monitoramento, de preferência contínuos, são necessários para a real compreensão da utilização dessas passagens como forma de conexão entre os dois fragmentos florestais locais.

Abstract

Roads are important for the human development, however, at the same time represent a source of anthropogenic disturbance to the environment around them, one of the main negative effects is road traffic accidents. One way to mitigate this impact is the construction of alternative passages for wildlife crossing; however, monitoring its use is extremely important to evaluate the effectiveness of its connectivity with the forest fragments. Based on this, the objective of the study was to understand the animals that use the two passages; located in BR 116, as a place of crossing, with the use of monitoring by camera traps. The BR 116 (administered by CRT - Dealership Rio-Teresopolis), through the Serra dos Orgãos National Park for about 10 km, Bushnell traps were installed in two pre-existing road tunnels, being adapted by one with the construction of CRT dry animal passage. The tunnels are located Km 98 near the, in the municipality of Guapimirim. The cameras were installed for 111 days (May-September 2013). After collecting the camera traps, the data was archived. The photographic data was identified and placed in a Microsoft Excel spreadsheet. The expected effort was 213 trap-days, however, the observed effort was 144 trap days. In this period we obtained a total of 661 photographic records, of which 82% are ghost records, 6% records of animals and 12% non-identifiable records of mammals. Of the 77 records of mammals, 58 records (75%) were of *Didelphis aurita*, 17 records (22%) of *Cuniculus paca*, record 1 (1.5%) of *Cabassous tatouay*, and 1 record (1.5%) of *Tamandua tetradactyla*. The number of faunal records in relation to the total number of records can be considered low. This Km, during the same period, there were five pedestrian-wildlife road traffic accidents (3 *Didelphis aurita* and 2 *Bradypus variegatus*). It is clear for the need for tunnels; however, the monitoring of other local crossing is necessary, since the data presented do not represent the local reality, since the site of mammalian species richness is about 20x higher than recorded. However it is important to know whether the animals are crossing the road through these tunnels or just using them as shelter and/or refuge. From this work it was not possible to conclude that the direct use of passages as through way, given the bad camera positioning, and the location near streams were unfavorable to the placement of traps at strategic points for the recording. Therefore, new monitoring periods, preferably continuous monitoring, is necessary for the understanding of the actual use of these tunnels as a means of connection between the two forests fragments locations.

Parceiro: Concessionária Rio-Teresópolis

FAUNA VIVA: MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA NA BR 116 – TRECHO RIO DE JANEIRO.

**Raquel B. Junger de Carvalho, Fabiane de Aguiar Pereira & Gabriel
Magalhães Esteves**

Parque Nacional da Serra dos Órgãos, Av. Rotariana s/n, CEP 25960-602, Teresópolis – RJ, Brasil.

E-mail para correspondência: raqbatista@gmail.com

Resumo

Com o crescimento da malha rodoviária, um dos problemas que afetam a fauna silvestre é o fluxo intenso de veículos, a poluição sonora, entre outros, acabam causando o atropelamento dos animais, restrição do tamanho populacional e o isolamento de populações. O objetivo do trabalho é compreender o volume de fauna atropelada na BR 116 – trecho Rio de Janeiro, a partir do Projeto Fauna Viva, que é uma parceria da Concessionária Rio Teresópolis (CRT) e o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO). O trecho concessionado é de aproximadamente 132,5 Km, sendo que 10 Km corta a Unidade de Conservação, que ocupa posição central no Mosaico da Mata Atlântica Central Fluminense. Os animais recebidos pelo projeto têm seus dados arquivados em uma planilha no Microsoft Excel, que contem dados simples, porém de suma importância para o controle dos animais atropelados. Quando o animal chega morto ou vem a óbito, é encaminhado à instituições parceiras de ensino ou pesquisa. Todavia, animais que chegam vivos, porém atropelados ou por resgate, são analisados e caso necessitem de tratamento, são encaminhados a Clínica veterinária parceira ou soltos na natureza. No período de setembro de 2012 a outubro de 2013 o projeto recebeu um total de 159 animais. Desse total, 89 animais eram mamíferos, 51 eram aves e 19 eram répteis. Nenhum anfíbio foi coletado. Aproximadamente 54% dos animais chegaram atropelados ou mortos na sede do projeto (56 mamíferos, 20 aves e 10 répteis) e 46% foram resgatados feridos e/ou resgatados quando atravessavam a pista. Os animais com maior índice de atropelamento foram Gambás (27 indivíduos), Corujas e Gaviões (21) e Serpentes (15). Recebemos 20 preguiças, das quais 18 foram resgatadas atravessando a pista e posteriormente soltas em seu habitat. Os atropelamentos não se concentraram em um determinado ponto da rodovia, ocorrendo em Kms variados. No trecho que corta a UC, esperava-se um índice de atropelamento maior, devido a grande biodiversidade local. Todavia, no geral, a quantidade de animais entregues pela CRT, em comparação à outros estudos pode ser considerada baixa. Possivelmente, isso deve-se ao fato da rodovia estar em um período longo de obras, para implementação da 3º faixa. Fator preocupante, uma vez que a distância entre as bordas do fragmento será maior, o que tende a aumentar o volume de atropelamentos, já que os animais percorrerão maior distância na pista. Porém, atualmente, o barulho, a movimentação de pessoas e maquinários podem estar afugentando a fauna silvestre, evitando-se a travessia pela pista. É importante que medidas de mitigação de impacto a fauna silvestre sejam implementadas, visando diminuir futuras elevações no índice de atropelamento. Ações de conservação e educação ambiental devem ser maximizadas junto ao usuário da rodovia, para que o mesmo perceba a importância dos animais silvestres.

Abstract

With the expansion of the highway, one of the problems that affect the wildlife is the heavy flow of vehicles, noise pollution, among others, eventually causing the running over of wildlife, restriction of population size and isolation of populations. The objective is to understand the volume of wildlife killed or injured on BR 116 - stretch from Rio de Janeiro, Project “Fauna Viva”, which is partnering with the Dealership Rio-Teresopolis (CRT) and the Serra dos Órgãos national park (PARNASO). The Highway stretch is approximately 132.5km, 10kms of which cuts through the conservation unit, which occupies a central position in the mosaic of the Central Fluminense Atlantic rainforest. The animals received by the project have their data stored on a spreadsheet on Microsoft Excel, which contains simple data, but very important for the control of pedestrian-wildlife accidents. When the animal arrives dead or near dead, it is forwarded to the partner institutions of education and research. However, animals that come alive, but get hit or redemption, are analyzed and if it needs treatment, are referred to veterinary clinic partner or released back into the wild. From September 2012 to October 2013 the project received a total of 159 animals. Of this total, 89 were mammals, 51 were birds, and 19 were reptiles. No amphibians were collected. Approximately 54% of the animals that arrived at the project headquarters were run over or killed (56 mammals, 20 birds and 10 reptiles) and 46% were rescued injured and/or rescued while crossing the road. The animals with the highest amount of records were Possums (27 individuals), Owls & Hawks (21), and Snakes (15). We received 20 sloths, of which 18 were rescued crossing the track and subsequently released back into their habitat. Road traffic accidents are not focused on a particular point on the highway, occurring in varying stretches of the highway. In the passage that cuts through the conservation unit, we expected the road traffic accident index to be higher due to large local biodiversity. However, overall, the number of animals delivered by CRT compared to other studies can be considered low. This is due possibly to the fact that the highway currently has long stretches of maintenance works, implementation for the 3rd lane. A disturbing factor, since the distance between the edges of the fragment will be increased, tending to increase the amount of road traffic accidents, since the animals farthest on the road. Currently, however, the noise, the movement of people and vehicles may be scaring away the wildlife, and so avoid crossing the road. It is important that measures to mitigate impacts to wildlife are implemented in order to reduce future increases in the rate of road traffic accidents. Conservation actions and environmental education should be maximized for the user of the highway, so that they realize the importance of wildlife.

Parceiro: Concessionária Rio-Teresópolis

DADOS PRELIMINARES SOBRE A MORTALIDADE DE VERTEBRADOS EM TRÊS ÁREAS DA CAATINGA POTIGUAR

Daniele Teodora Fernandes Frota, Hugneide Souza de Oliveira, Francisca Elane Rocha Vieira, Milena Wachlevski, Emmanuele Fontanele Rabelo & Cecilia Calabuig

Universidade Federal Rural do Semiárido, CEP 59625-900, Mossoró – RN, Brasil

Autor para correspondência: cecicalabuig@ufersa.edu.br

Resumo

O bioma Caatinga recobre a maior parte da região de clima semiárido do Nordeste, representando aproximadamente 10% do território brasileiro. Estende-se em aproximadamente 844.453 km² ocorrendo em partes dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Sergipe e Minas Gerais. Apesar disso, há poucos estudos que quantifiquem e interpretem atropelamentos em estradas inseridas na Caatinga. Este estudo busca identificar a diversidade de vertebrados que está morrendo por atropelamento em estradas localizadas ao redor de três Unidades de Conservação Federais: Estação Ecológica do Seridó (6°36'40" S e 37°17'10" O), Floresta Nacional de Açu (5°34'25" S e 36°54'13" O) e Parque Nacional da Fuma Feia (5°07'49" S e 37°32'40" O). Até o presente momento e num período de dois meses foram realizados cinco monitoramentos totalizando 848 quilômetros que resultaram no registro de 35 indivíduos mortos por atropelamento pertencentes a 11 espécies. As espécies registradas mortas por atropelamento foram: *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato), *Lycalopex vetulus* (raposa-do-campo), *Rhinella jimi* (sapo), *Coragyps atratus* (urubu-comum), *Amphisbaena alba* (cobra-cega), *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato), *Poospiza hypochondria*, *Furnarius rufus* (joão-de-barro), *Columbina minuta* (rolinha-de-asa-canela), *Boa constrictor* (jiboia) e um espécime de ave da família Tyrannidae. A taxa de atropelamento registrada até o momento nos arredores da ESEC do Seridó, Flona de Açu e PARNA Fuma Feia é de 0,0240ind./km/dia, 0,0325ind./km/dia e 0,0180ind./km/dia, respectivamente.

Abstract

The Caatinga biome covers most part of the Northeast semi-arid region, representing approximately 10% of the Brazilian territory. It has approximately 844,453 km² of extension, spread throughout the states of Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba, Alagoas, Sergipe and Minas Gerais. Nevertheless, there are few studies that quantify and interpret the impact of roads and highways on the Caatinga fauna. This study seeks to identify the diversity of vertebrates killed on the roads and highways around three Federal Conservation Units: Estação Ecológica do Seridó (6°36'40" S e 37°17'10" W), Floresta nacional de Açu (5°34'25" S e 36°54'13" W) and Parque Nacional da Fuma Feia (5°07'49" S e 37°32'40" W). After five field surveys, covering 848 kilometers over a two month period, current results show 35 records of road-killed vertebrates. These animals belonged to 11 identified species: *Cerdocyon thous* (Crab-eating Fox), *Lycalopex vetulus* (Hoary Fox), *Rhinella jimi* (Toad), *Coragyps atratus* (Black Vulture), *Amphisbaena alba* (Red Worm Lizard), *Leopardus tigrinus*

(*Oncilla*), *Poospiza hypochondria* (Rufous-sided Warbling-finch), *Furnarius rufus* (Rufous Hornero), *Columbina minuta* (Plain-breasted Ground-dove), *Boa constrictor* (Boa Constrictor) and one species of bird from Tyrannidae family. The mortality rate was 0.0240ind./Km/day; 0.0325ind./Km/day and 0.0180ind./Km/day to ESEC do Seridó, FLONA de Açu and PARNA da Fuma Feia, respectively.

IDENTIFICAÇÃO E MORFOMETRIA DE RAPOSAS MORTAS POR ATROPELAMENTO EM TRÊS ÁREAS DA CAATINGA, RN.

**Francisca Elane Rocha Vieira, Hugneide Souza de Oliveira, Daniele
Teodora Fernandes Frota & Cecília Calabuig**

Laboratório de Gestão e Conservação da Fauna Silvestre, Universidade Federal Rural do Semiárido, CEP 59625-900, Mossoró – RN, Brasil

Autor para correspondência: elane.rv@gmail.com

Resumo

As raposas apresentam a maior distribuição e abundância de carnívoros silvestres do mundo. Esses animais são conhecidos por terem se adaptado a ambientes antropizados e, dessa forma, sua sobrevivência tende a ser maior que espécies que se limitam às pequenas manchas de ambientes sem perturbação humana. A principal causa direta de mortalidade de animais vertebrados no Brasil é o atropelamento e a consequência desse impacto para as diferentes populações, é desconhecida. Através de cinco monitoramentos realizados em estradas circundantes a três Unidades de Conservação Federais localizadas no Rio Grande do Norte e dentro do bioma Caatinga (Estação Ecológica do Seridó, Floresta Nacional de Açu e Parque Nacional da Fuma Feia) e que totalizaram 848 quilômetros percorridos, foram quantificados 22 raposas pertencentes a duas espécies diferentes. As raposas foram identificadas sendo das espécies *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) e *Lycalopex vetulus* (raposa-do-campo). A taxa de mortalidade foi de 0,0052ind./km/dia. Oito indivíduos da espécie *Cerdocyon thous* foram medidos e apresentaram em média 49,5mm de orelha, 319,8mm de cauda, 450mm de comprimento do corpo, 79,6mm de pata dianteira e 109,7mm de pata traseira. Este estudo está na fase inicial e pretende aprofundar o conhecimento sobre a idade e o sexo dos indivíduos que são encontrados em bom estado para poder avaliar qual é a idade e o sexo com maior frequência de atropelamentos e como isso pode estar afetando a população como um todo.

Abstract

Foxes have the largest distribution and abundance of wild carnivores in the world. These animals are known to have adapted to anthropogenic environments and thus tend to increase their survival than other species with lower tolerance to anthropogenization and smaller distribution ranges. The impact of roads (road-kills) is the main cause of direct mortality of vertebrates in Brazil but the consequence of this impact for different species' populations is unknown. Through five field surveys, conducted on roads surrounding three federal protected areas inside Caatinga Biome (Estação Ecológica do Seridó, Floresta Nacional de Açu and Parque Nacional da Fuma Feia) and totaling 848 kilometers monitored, 22 foxes were quantified as road-killed. These foxes belonged to two species, identified as *Cerdocyon thous* (Crab-eating Fox) and *Lycalopex vetulus* (Hoary Fox). The mortality rate was 0.0052ind./Km/day. Eight individuals of *Cerdocyon thous* were measured and showed means of 49.5mm for ear length, 319.8mm for tail length, 450mm for body length, 79.6mm for paw length and 109.7mm for hind leg length. These preliminary results will help understand the population structure of these species, in the studied areas. Furthermore, it will help

identify which age and sex are more frequently killed on the road and how it may be affecting the population as a whole.

REGISTRO DE URUBUS-DE-CABEÇA-PRETA MORTOS POR ATROPELAMENTO EM TRÊS ÁREAS DA CAATINGA/RN, E DADOS SOBRE SUA MORFOMETRIA.

**Hugneide Souza de Oliveira, Francisca Elane Rocha Vieira, Daniele
Teodora Fernandes Frota & Cecília Calabuig**

Universidade Federal Rural do Semiárido, CEP 59625-900, Mossoró – RN, Brasil

Autor para correspondência: hugneidesouza@hotmail.com

Resumo

O urubu possui ampla distribuição geográfica, e é considerada uma das aves mais comuns de todas as regiões do Brasil, exceto, em áreas florestadas com pouca presença humana. Esses indivíduos são saprófagos, alimentando-se de carcaças de animais mortos ou em decomposição. Facilmente são avistados planando em locais onde há animais mortos. Este estudo apresenta resultados preliminares provenientes de cinco monitoramentos realizados em estradas circundantes a três Unidades de Conservação Federais, localizadas no Rio Grande do Norte e dentro do bioma Caatinga: Estação Ecológica do Seridó (6°36'40" S e 37°17'10" O), Floresta Nacional de Açu (5°34'25" S e 36°54'13" O) e Parque Nacional da Fuma Feia (5°07'49" S e 37°32'40" O). Através do monitoramento de 848 quilômetros de estradas num período de dois meses, foram registrados cinco urubus identificados como *Coragyps atratus* (urubu-de-cabeça-preta); dessa forma, a taxa de mortalidade foi de 0,0011 ind./km/dia. Esses animais foram medidos e apresentaram médias morfométricas de 107,7mm de comprimento do crânio até a ponta do bico, 54,45mm de cúlmen total, 36,85mm de narina ponta, 17,55mm de altura do bico, 17,15mm de largura do bico, 83,5mm de comprimento do tarso, 158,5mm de comprimento da cauda, 388,0mm comprimento da asa e 1253,0mm de comprimento de envergadura.

Abstract

The vulture is widely distributed, and is considered one of the most common birds in all regions of Brazil, except in forested areas with little human presence. These individuals are saprophages, feeding on carcasses of dead animals or decaying. They are easily viewed gliding in places where there are dead animals. This study present preliminary results from five field surveys on the roads and highways around three Federal Conservation Units: Estação Ecológica do Seridó(6°36'40" S e 37°17'10" W), Floresta Nacional de Açu (5°34'25" S e 36°54'13" W) and Parque Nacional da Fuma Feia (5°07'49" S e 37°32'40" W). Covering 848 kilometers over a two month period, current results show five records of road-killed vultures identified as *Coragyps atratus* (Black Vulture); and the mortality rate was 0.0011 ind./Km/day. These individuals were measured and showed means of 107.7mm for head length (length of head to the occipital-tip of the bill), 54.45mm for total culmen, 36.85mm for nostril (distal edge of a nostril to the end of the bill), 17.55mm for bill height, 17.15mm for bill depth, 83.5mm of tarsus length, 158.5mm for tail length, 388.0mm for wing length and 1,253.0mm for wing span. This is a project that is in the early stage of executed, but now is directing the attention to the possible causes of mortality of vultures on the roads monitored,

considering that the vultures could be being run over during low over flights or during feeding of other individuals roadkill.

DIVERSIDADE DE FAUNA ATROPELADA EM RODOVIAS NO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL

Jéssica Mulinari, Tiago Rezzadori, Cassiane Kolcenti, Siane Camila
Luzzi, Marília T. Hartmann & Paulo Afonso Hartmann

Universidade Federal da Fronteira Sul, Rua Dom João Hoffmann, 313, bairro Fátima, CEP 99700-000, Erechim – RS, Brasil

Autor para correspondência: hartmann.paulo@gmail.com

Resumo

O impacto mais perceptível de uma estrada sobre a fauna é a morte por atropelamento. Esta forma de mortalidade pode ter importantes efeitos demográficos, pois pode afetar a densidade e a estrutura sexual e etária das populações silvestres. Desta forma, a quantificação dos atropelamentos em função de escalas temporais e espaciais torna-se uma importante ferramenta para conservação. O objetivo deste estudo foi estimar a diversidade de aves, mamíferos e répteis atropelados em duas rodovias no norte do Estado do Rio Grande do Sul. Foram amostrados trechos de 12 km nas rodovias RS-331, entre os municípios de Erechim e Gaurama (G1) e RS-420, entre Erechim e Aratiba (A2). A região do estudo está inserida dentro do bioma Mata Atlântica, caracterizada por vegetação ombrófila densa e clima subtropical úmido. As amostragens ocorreram três dias consecutivos por mês, durante o ano de 2012. A equipe, de no mínimo dois e no máximo três observadores percorreram os dois trechos, nos dois sentidos, em velocidade média de 50 km/h. Para cada animal atropelado foi realizado o registro do ponto (georeferenciado), registro fotográfico e retirada do indivíduo da pista ou acostamento. As comparações entre número de indivíduos total e por táxon foram feitas pelo teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Para determinar as espécies mais frequentemente atropeladas foram selecionadas aquelas que apresentaram um ou mais indivíduos atropelados por mês. Foram encontrados 157 indivíduos atropelados, pertencentes a 32 espécies. As aves representaram 36% dos registros (N=57), seguidas pelos mamíferos 34% (N=54) e répteis 30% (N=46). Não houve diferença significativa entre o número total de animais atropelados entre os dois trechos (N=86 para o trecho G1 e N=71 para o trecho A2; Mann-Witney U-test=540,00; $P=0,39$). Dos três grupos taxonômicos analisados, somente aves mostraram diferença significativa no número de indivíduos atropelados entre os dois trechos, sendo mais encontradas no trecho G1 (Mann-Witney U-test; répteis $U=65$, $P=0,37$; mamíferos $U=68$, $P=0,81$; aves $U=33$, $P=0,02$). A taxa de atropelamento estimada foi de 0,33 ind./km/dia, ou seja, 120 ind./km/ano. As taxas de atropelamento não diferiram significativamente entre os dois trechos amostrais (G1=0,19 ind./km/dia e A2=0,14 ind./km/dia; Mann-Witney U-test; $U=56$, $P=0,37$). As aves apresentaram a maior riqueza, com 15 espécies identificadas. Para mamíferos foram identificadas 11 espécies e seis para répteis. A diversidade total de espécies encontradas atropeladas foi maior no trecho G1 (N=25) que no trecho A2 (N=17). As espécies mais encontradas atropeladas foram *Salvator merianae* (N=32) e *Didelphis albiventris* (N=24). Três espécies de mamíferos consideradas ameaçadas de extinção foram encontradas atropeladas: *Leopardus tigrinus*, *Leopardus wiedii* e *Puma yagouaroundi*. Essas espécies são carnívoras, de hábitos principalmente noturnos e que se alimentam de pequenos roedores, lagartos e aves. As espécies mais encontradas atropeladas são de hábitos generalistas e localmente abundantes, o que aumenta o risco de atropelamento. As rodovias amostradas servem para escoamento

da produção agrícola. A presença de grãos na pista pode ter servido de atrativo às aves, que foi o grupo mais encontrado atropelado.

Abstract

The most noticeable impact of a highway on wildlife is death by road kill. This form of mortality may have important demographic effects, because it can affect the density and age and sex structure of wild populations. This way, the quantification of road mortality according to temporal and spatial scales becomes an important conservation tool. The aim of this study was to estimate the diversity of road-killed birds, mammals and reptiles on two highways in northern Rio Grande do Sul State. Two 12 km stretches were sampled on highways RS-331, between the towns of Erechim and Gaurama (G1) and RS-420, between Erechim and Aratiba (A2). The study area is located in the Atlantic Forest biome, characterized by dense broadleaf vegetation and humid subtropical climate. The samples occurred three consecutive days per month during the year 2012. Two or three observers roamed the stretches in both directions at average speed of 50 km/h. For each animal was performed the point record (georeferenced), photographic record and removal of the individual from the road. Comparisons between total number of individuals and per taxon were made by the nonparametric Mann-Whitney test. To determine the species most frequently road killed were selected those who had one or more individuals hit by month. 157 road-killed individuals were found, belonging to 32 species. The birds represented 36% of the registrations (N=57), followed by mammals 34% (N=54) and reptiles 30% (N=46). There was no significant difference between the number of road-killed animals between the two sections (N=86 for the G1 stretch and N=71 for A2 stretch, Mann-Whitney U-test=540.00; $P=0.39$). Of the three taxonomic groups analyzed, only birds showed significant difference in the number of road-killed individuals between the two stretches, they were more found in G1 stretch (Mann-Whitney U-test; reptiles $U=65$, $P=0.37$; mammals $U=68$, $P=0.81$; birds $U=33$, $P=0.02$). The estimated road-killed rate was 0.33 ind./km/day, that is, 120 ind./km/year. Road-killed rates did not differ significantly between the two sample stretches (G1=0.19 ind./km/day and A2=0.14 ind./km/day, Mann-Whitney U-test, $U=56$, $P=0.37$). The birds showed the highest richness, with 15 species. For mammals, 11 species were identified and six for reptiles. The total diversity of road-killed species was higher in the G1 stretch (N=25) than in A2 stretch (N=17). The most frequently found road-killed species were *Salvator merianae* (N=32) and *Didelphis albiventris* (N=24). Three mammal species considered threatened with extinction were found: *Leopardus tigrinus*, *Leopardus wiedii* and *Puma yagouaroundi*. These species are carnivorous, with mainly nocturnal habits and feed on small rodents, lizards and birds. The road-killed species most commonly found are generalists and locally abundant, which increases the risk of road kill. The sampled highways serve to agricultural production distribution. The presence of grains on the road may have served as attractive to birds that were the group most found road-killed.

Financiador: Fapergs - UFFS

EFEITO DA SAZONALIDADE NA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE ATROPELAMENTOS DE FAUNA EM RODOVIAS NO SUL DO BRASIL

**Siane Camila Luzzi, Tiago Rezzadori, Jéssica Mulinari, Cassiane
Kolcenti, Marilia T. Hartmann & Paulo Afonso Hartmann**

Universidade Federal da Fronteira Sul, Rua Dom João Hoffmann, 313, bairro Fátima, CEP 99700-000, Erechim – RS, Brasil

Autor para correspondência: hartmann.paulo@gmail.com.

Resumo

Rodovias têm um elevado impacto na conservação da vida silvestre. Essas estruturas cobrem uma significativa parte dos domínios terrestres e tem importância indiscutível para economia. Paralelamente aos benefícios, seus efeitos negativos estão relacionados como a fatores como perda da biodiversidade e fragmentação ambiental, sendo um dos principais efeitos as mortes por atropelamento. O objetivo deste estudo foi analisar a influência da sazonalidade na distribuição temporal dos atropelamentos de aves, mamíferos e répteis em duas rodovias no norte do Estado do Rio Grande do Sul: RS-331 entre Erechim-Gaurama e RS-420 entre Erechim-Aratiba. A região do estudo está inserida dentro do bioma Mata Atlântica, caracterizada por vegetação ombrófila densa. As amostragens foram realizadas em três dias consecutivos por mês, com intervalos de no mínimo 20 e no máximo 30 dias entre as amostragens, durante o período de um ano (janeiro a dezembro de 2012). A equipe, de no mínimo dois e no máximo três observadores percorreram os dois trechos, nos dois sentidos, em velocidade média de 50 km/h. Para cada animal atropelado foi realizado o registro do ponto (georeferenciado), registro fotográfico e retirada do indivíduo da pista ou acostamento. O clima da região é subtropical úmido e as temperaturas médias mínimas e máximas durante o período do estudo oscilaram entre 8,5°C no mês de julho e 30,1°C no mês de fevereiro. O total de chuvas para o período amostral foi de 1005,2 mm. As diferenças entre o número de registros em cada estação foram analisadas por meio do teste Kruskal- Wallis (KW). Ao longo do período encontramos 157 indivíduos mortos por atropelamento, de 32 espécies diferentes, sendo 36% aves, 34% mamíferos e 30% répteis. No trecho Erechim-Gaurama, foram encontrados 86 indivíduos e no trecho Erechim-Aratiba 72. Houve variação sazonal no número de atropelamentos para répteis, sendo que houve mais atropelamentos nos meses mais quentes (outubro a março, N=40) que nos meses mais frios (abril a setembro, N=6; Kruskal-Wallis H=5,95, P=0,01). Por exemplo, *Salvator merianae*, embora seja a espécie com maior número de registros foi encontrada somente nos meses quentes. O número de aves e mamíferos atropelados não variaram significativamente entre a estação mais quente (N=36 para aves e N=27 para mamíferos) e a estação mais fria (N=21 para aves, Kruskal-Wallis H=5,95, P=0,01; e N=27 para mamíferos, Kruskal-Wallis H=0,00, P=1,00). A espécie *Didelphis albiventris*, encontrada o ano todo, indica o mesmo padrão de atropelamento registrado para mamíferos em geral. A variação sazonal no número de atropelamentos de répteis parece estar relacionada ao padrão de atividades deste grupo, que é parcialmente regulado pela temperatura ambiente. Nas estações quentes os répteis estão mais ativos e movimentam-se mais, possivelmente em função de atividades de acasalamento. A quantificação dos atropelamentos em função de escalas temporais

(dia, meses ou anos) e relacionada com características ecológicas das espécies pode ser importante ferramenta para conservação e para estabelecimento de medidas mitigadoras.

Abstract

Highways have a high impact on wildlife conservation. These structures cover a significant part of the land and has key importance for the economy. At the same time, the benefits and negative effects are related to factors such as loss of biodiversity and habitat fragmentation, one of this effects is road mortality. The objective of this study was to analyze the influence of seasonality on the temporal distribution of road kills of birds, mammals and reptiles on two highways in the northern state of Rio Grande do Sul: RS-331 between Erechim and Gaurama cities and RS- 420 between Erechim and Aratiba. The study area is located in the Atlantic Forest biome, characterized by dense broadleaf vegetation. Sampling were collected on three consecutive days per month, with intervals of at least 20 and at most 30 days between samples during the period of one year (January to December 2012). Two or and three observers roamed the two stretches in both directions at average speed of 50 km/h. For each animal was performed the point record (georeferenced), photographic record and removal of the individual from the road. The climate is humid subtropical and minimum and maximum temperatures during the study period ranged from 8.5°C in July and 30.1°C in February. The total rainfall for the sampling period was 1005.2mm. The differences between the number of records in each season were analyzed by Kruskal-Wallis (KW). Over the period we found 157 road-killed individuals, 32 different species, 36% birds, 34% mammals and 30% reptiles. In the stretch between Erechim and Gaurama 86 individuals were found and in the stretch Erechim-Aratiba we found 72 individuals. There was seasonal variation in the number of trampling for reptiles, and there was more in the warmer months (October to March, N= 40) than in the cooler months (April to September, N= 6, Kruskal-Wallis H=5.95 P=0.01). For example, although *Salvator merianae* was the species with the largest number of records, it was only found in the warm months. The number of road-killed birds and mammals did not vary significantly between the warmer season (N= 36 to N=27 birds and for mammals) and the coldest season (N=21 for birds, Kruskal-Wallis H=5.95, P=0.01, and N=27 for mammals, Kruskal-Wallis H=0.00, P=1.00). *Didelphis albiventris*, found throughout the year, indicating the same pattern of road kills recorded for mammals in general. The seasonal variation in the number of road kills of reptiles appears to be related to the pattern of activities of this group, which is partly regulated by temperature. In the warm seasons the reptiles are more active and move more, possibly due to mating activities. The quantification of road kill according to time scales (days, months or years) related to ecological characteristics of the species is an important tool for conservation.

Financiador: Fapergs - UFFS

VARIAÇÃO DA TAXA DE ATROPELAMENTO EM DIFERENTES TIPOS DE PAVIMENTAÇÃO E NÚMERO DE PISTAS

Rodrigo Augusto Santos Lima, Almir Picanço de Figueiredo & Caroline de Mello Soares

Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – Brasília Ambiental - IBRAM, SEPN 511, Bloco C, Edifício Bittar, CEP: 70.750-543, Brasília – DF – Brasil.

Autor para correspondência: almir.gemon.ibram@gmail.com

Resumo

O Instituto Brasília Ambiental - IBRAM desenvolve o Projeto Rodofauna, que avalia o impacto das rodovias do Distrito Federal na fauna. O projeto monitora as rodovias do entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas, do Parque Nacional de Brasília, Jardim Botânico de Brasília, Reserva Ecológica do IBGE e Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília. Os trechos analisados totalizam aproximadamente 114 quilômetros. As campanhas ocorreram duas vezes por semana, com uma equipe de três observadores em um carro à 50km/h. Todos os animais atropelados encontrados foram registrados e georeferenciados. Os dados apresentados correspondem ao período de amostragem de abril de 2010 a março de 2012. Para verificar a variação da taxa de atropelamento nos diferentes tipos de rodovias, os dados coletados foram organizados segundo o tipo de estrada (número de faixas de rodagem e tipo de pavimento) da seguinte maneira: (a) trechos de rodovias com duas faixas de rodagem e não-pavimentadas, denominada “Simples/Terra”, com 24 km de extensão; (b) trechos de rodovias com duas faixas de rodagem e pavimentadas, denominada “Simples/Asfalto”, com 74 km de extensão; e (c) trechos de rodovias com quatro faixas de rodagem e pavimentada, denominada “Dupla/Asfalto”, com 16 km de extensão. As taxas de atropelamento, para cada tipo de estrada, foram comparadas através do teste de Kruskal-Wallis, e para verificar entre quais tipos de estrada estas diferenças ocorriam foi utilizado o teste de Dunn *a posteriori*. Ao comparar os resultados obtidos, considerando as quatro classes de vertebrados amostradas, com as características das estradas, verificaram-se maiores taxas de atropelamento nas rodovias do tipo “Dupla/Asfalto” (0,23 N/km/dia), seguidas das do tipo “Simples/Asfalto” (0,09 N/km/dia) e “Simples/Terra” (0,01 N/km/dia). O teste de Kruskal-Wallis mostrou que há diferença significativa ($p < 0,05$) entre as taxas de atropelamento nos três tipos de rodovia e o teste de Dunn mostrou que há diferença significativa entre todos os tipos de rodovias, quando comparadas em pares ($p < 0,001$). Ao executar o teste de Kruskal-Wallis considerando as classes de vertebrados e o tipo de pista verificou-se que para aves existe diferença entre “Simples/Asfalto” e “Simples/Terra” ($p < 0,05$); e “Dupla/Asfalto” e “Simples/Terra” ($p < 0,05$). Para os mamíferos o teste de Dunn *a posteriori* mostrou que há diferença significativa entre os três tipos de estradas ($p < 0,001$). Tanto para répteis como para anfíbios o teste indicou que há diferença entre “Simples/Terra” e “Dupla/Asfalto” ($p < 0,05$), e “Simples/Asfalto” e “Dupla/Asfalto” ($p < 0,05$). Os resultados mostram que a taxa de atropelamento é maior em estradas duplicadas para aves, anfíbios e répteis do que em estradas simples asfaltadas e não pavimentadas. Independentemente das causas ou efeitos potencializadores para os atropelamentos,

os dados encontrados sugerem uma correlação entre a quantidade de pistas de uma rodovia e o tipo de pavimento com as taxas de atropelamento. No entanto não é possível afirmar que o tipo de rodovia é a causa maior dos atropelamentos. A maioria dos eventos de atropelamentos envolvem a combinação de diferentes fatores, tanto ecológicos como antropogênicos. Tal inferência só poderá ser medida quando estudos de paisagem e de tráfego forem incluídos na análise.

Abstract

The Brasília Environmental Institute - IBRAM develops Rodofauna Project, which assesses the impact of roads on wildlife of the Distrito Federal. The Project is currently in the highways surrounding the Águas Emendadas Ecological Station (ESECAE), the Brasília National Park (PNB), Brasília Botanical Garden (JBB), the IBGE Ecological Reserve (RECOR) and the "Água Limpa" farm of the University of Brasília (FAL/UNB). The routes analyzed sum approximately 114 kilometers. The campaigns take place twice a week, with a team of three observers in a car at 50km/h. All roadkill found are recorded and georeferenced. The data presented correspond to the sample period from April 2010 to March 2012. To assess the variation in the rate of trampling on different types of roads, the collected data were organized according to the type of road (number of lanes and type of pavement) as follows: (a) sections of highway with two lanes and unpaved, called "Simple/Gravel" , with 24 km length, (b) with two lanes and paved, called "Simple/Asphalt" , with 74 km in length, and (c) with four lanes and paved, called "Double/Asphalt " , with 16 km length. Kruskal-Wallis test was used to compare roadkill rates for each type of road and to check between which types of road these differences occurred, we used the Dunn test a posteriori. By comparing the results, considering the four classes of vertebrates sampled with the characteristics of the roads, there were higher rates of trampling on roads of type "Double/Asphalt" (0.23 N/km/day), followed by the type "Simple/Asphalt" (0.09 N/km/day) and "Simple/Gravel" (0.01N/km/day). The Kruskal-Wallis test showed a significant difference ($p < 0.05$) between the rates of trampling on the three types of highway and the Dunn test showed a significant difference between all types of roads, when compared in pairs ($p < 0.001$). When performing the Kruskal-Wallis considering the classes of vertebrates and the type of track it was found that for birds there are differences between "Simple/Asphalt" and "Simple/Gravel" ($p < 0.05$), and "Double/Asphalt" and "Simple/Gravel" ($p < 0.05$). For mammals the subsequent Dunn's test showed a significant difference between the three types of roads ($p < 0.001$). For both reptiles and amphibians the test indicated that there is a difference between "Simple/Gravel" and "Double/Asphalt" ($p < 0.05$), and "Simple/Asphalt" and "Double/Asphalt" ($p < 0.05$). The results show that the roadkill rate is higher in duplicate roads for birds, reptiles and amphibians than in simple asphalted roads and unpaved roads. Whatever the causes or potentiating effects for roadkill, our data suggest a correlation between the number of lanes of a highway and the type of pavement with rates trampling. However it is not possible to say that the type of highway is the major cause of accidents. Most events of trampling involves the combination of different factors, both ecological and anthropogenic. Such inference just may be measured when landscape and traffic studies are included in the analysis.

Financiador: IBRAM – Instituto Brasília Ambiental

ECOLOGIA DE ESTRADAS NÃO PAVIMENTADAS: UMA LACUNA BIBLIOGRÁFICA

Almir Picanço de Figueiredo, Rodrigo Augusto Santos Lima & Caroline de Mello Soares

Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – Brasília Ambiental - IBRAM, SEPN 511, Bloco C, Edifício Bittar, CEP: 70.750-543, Brasília – DF – Brasil.

Autor para correspondência: almir.gemon.ibram@gmail.com

Resumo

O Projeto Rodofauna monitora o atropelamento de fauna em três trechos no entorno de 11 Unidades de Conservação no Distrito Federal, totalizando 114 quilômetros, amostrados por uma equipe de três observadores em um veículo à 50 km/h. Do total, 24 km (21%) são de rodovias simples e não-pavimentadas. Para avaliar a relevância dos dados registrados nas estradas não pavimentadas, calculou-se a média das taxas diárias (TAD) obtidas em dois anos de amostragem (abril/2010 à março/2012), utilizando-se a fórmula $TAD = [(N/km)/dia]$ (ROSA *et al.*, 2012), obtendo-se o valor de 0,01 N/km/dia. DORNAS *et al.* (2012), estimaram uma taxa de 8,65 ($\pm 26,37$) atropelamentos/km/ano no Brasil. Extrapolando esses valores para a malha viária brasileira, 1,7 milhões de quilômetros, isso pode representar cerca de 14,7 ($\pm 44,8$) milhões de atropelamentos ao ano. Se a taxa de atropelamento por quilômetro de rodovias não pavimentadas avaliadas no Projeto Rodofauna fosse extrapolada para as rodovias não pavimentadas do resto do Brasil, que, Segundo o “Relatório dos Levantamentos Funcionais das Rodovias Federais” publicado em 2011 pelo DNIT, totalizam 1.366.578,2 km (79,8%), o número de indivíduos atropelados seria de aproximadamente cinco milhões. Comparado ao estudo supracitado, representaria cerca de 20% dos atropelamentos. Os estudos de ecologia de estrada em rodovias não pavimentadas ainda são escassos. Poucos são os que pesquisam a relação entre o tipo de pavimento e os eventos de atropelamento. Os estudos, em geral, estão relacionados ao impacto na mobilidade dos animais da fragmentação causada pelas rodovias. Estes autores indicam que a redução nos movimentos tem, aparentemente, duas distintas, mas interligadas causas: repulsão à borda (edge avoidance) e repulsão à locais abertos (gap avoidance). REE *et al.* (2010), identificaram que o tamanho da abertura no dossel foi o fator determinante para a travessia de rodovia por possuns planadores, na Austrália. Infere-se com estes estudos que o tipo de pavimento pouco interfere na repulsão dos animais à rodovias, entretanto, POHLMAN *et al.* (2007) indicam que a natureza da abertura linear do dossel é ao menos tão importante quanto à largura na determinação da severidade do efeito de borda, evidenciando a necessidade de maiores estudos sobre a influência do tipo de rodovia nos efeitos de borda. Além disso, a amostragem em rodovias não pavimentadas pode ser mais subestimada do que nos demais tipos de piso. A coleta de dados em estudo de ecologia de estradas é subestimada pela própria metodologia: pela remoção de carcaças nos períodos entre as coletas e pela falha na detecção de indivíduos pequenos pelos observadores em um automóvel. Nas rodovias não pavimentadas alguns animais podem ser enterrados ou terem sua coloração alterada gerando uma “camuflagem” com a pista. Assim, a influência do tipo de piso nas taxas de atropelamento, no efeito de borda e na

capacidade de detecção figuram como lacunas na bibliografia, sendo, portanto, uma possibilidade de ampliação do conhecimento neste sentido.

Abstract

The Rodofauna Project monitors running over of fauna in three sections in the surroundings of 11 Conservation Units in the Distrito Federal, totaling 114 km, sampled by a team of three observers in a vehicle at 50 km/h. Of the total, 24 km (21%) are simple and unpaved roads. To assess the relevance of the data recorded on unpaved roads, the average of the daily rates (TAD) obtained at two sampling years (April/2010 to March/2012) were calculated, using the formula $TAD = [(N/km)/day]$ (Rosa *et al.*, 2012), obtaining the value of 0.01 N/km/day. DORNAS *et al.* (2012), estimated a rate of 8.65 (± 26.37) roadkill/km/year in Brazil. Extrapolating these values to the Brazil's road network, 1.7 million kilometers, it may represent about 14.7 (± 44.8) million roadkill annually. If the roadkill-rate per kilometer of unpaved roads evaluated in the Rodofauna Project were extrapolated to the unpaved roads in the rest of Brazil, which, according to the "Report of the Federal Roads' Functional Surveys" published in 2011 by DNIT, totaling 1,366,578.2 km (79.8%), the number of roadkill would be approximately five million. If this were compared to the abovementioned study, it would represent about 20% of the running over. Road Ecology studies about unpaved roads are scarce. Few researching the relationship between the type of pavement and trampling events. Generally, the studies are related to the impact of the habitat fragmentation caused by highways in the mobility of animals. These authors suggest that the reduction in movement apparently has two distinct but interrelated causes: edge avoidance and gap avoidance. REE *et al.* (2010), found that the size of the gap in canopy was the primary determinant factor of the rate of highway crossing by squirrel gliders in Australia. Infers from these studies that the pavement type slightly interferes with the repulsion of the animals to highways, however, POHLMAN *et al.* (2007) indicate that the nature of the linear canopy opening is at least as important as the width in determining the severity of the effect edge, it suggests the need for further studies on the influence of type of highway in edge effects. Furthermore, the sampling on unpaved roads may be more underestimated than in other types of pavement. Data collection for Road Ecology studies is underestimated by the methodology itself: by the removal of carcasses in the periods between the collection and by the detection failure of observers in a car. On unpaved roads, some animals may be buried or have their color changed generating a "camouflage" with the track. Thus, the influence of pavement type on the roadkill rates, on the edge effect and on the detection capability, appears as gaps in the literature, and, therefore, a possibility of expansion of knowledge in this regard.

Financiador: IBRAM – Instituto Brasília Ambiental

O USO DA RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) PARA AVALIAR A PASSAGEM DE PEIXES NEOTROPICAIS POR BUEIRO CONSTRUÍDO EM ESTRADA

**Leandro Fernandes Celestino, Sergio Makrakis, Maristela Cavicchioli
Makrakis, Dhonatan Oliveira dos Santos & Elaine Fernandes Celestino**

Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos - GETECH/Unioeste, Toledo/PR

Autor para correspondência: le_celestino@hotmail.com

Resumo

Os riachos Neotropicais apresentam uma rica e importante ictiofauna, no entanto, em muitos desses riachos encontram-se bueiros em seu curso, provenientes da construção de estradas de rodagem. Esses bueiros possuem o potencial de dificultar a livre passagem dos peixes e até mesmo bloquear os movimentos, principalmente os ascendentes para fins reprodutivos. Para avaliar os movimentos dos peixes se tem utilizado tecnologias telemétricas, como a rádio-telemetria, a acústica e a radiofrequência com o uso de *transponders* do tipo PIT-tags. Neste estudo foi usado um sistema RFID (*Radio Frequency Identification*) e foram marcados 78 peixes Neotropicais de pequeno porte, sendo 44 *Ancistrus* sp. e 34 *Hypostomus ancistroides* (Ihering, 1911), com tamanhos totais médios de 8,1 e 11,1cm, respectivamente. Para a marcação foram utilizadas PIT-tags (*Passive Integrated Transponder*), não programáveis, da marca Texas Instruments, modelo TRPGP40TGC de 12 mm - *Low-Frequency Glass-Encapsulated Transponder* CCT. As marcas foram introduzidas com o auxílio de um aplicador específico, no interior da cavidade abdominal de cada indivíduo. Os peixes foram liberados em dois pontos a jusante e em dois pontos a montante do bueiro e monitorados durante 35 dias, pelo sistema RFID. O sistema era composto por duas antenas detectoras instalada uma a montante e outra a jusante em um bueiro no riacho Pindorama (24°44'44,6"S/53°50'48,5"W), na rodovia PR 317 que liga os municípios de Toledo-PR e Ouro Verde do Oeste-PR. Utilizamos como variável resposta o tempo de passagem pelo bueiro (tempo de movimento entre as antenas de entrada e saída) e o número de detecções para cada uma das duas espécies durante as 24 horas do dia. Para análise dos dados foi usado a análise de sobrevivência, (Software SAS 9.3), reportando o teste de Log-Rank, ao nível de significância de $p < 0,05$. Os resultados indicam que *Hypostomus ancistroides* possui maior sucesso de movimentações ascendentes em relação a *Ancistrus* sp. Os tempos de movimentação no interior do bueiro entre as espécies diferiram estatisticamente indicado teste de Log-Rank ($\chi^2=11,6021$ e $p=0,0089$). Posteriormente com o teste de ajuste de Tukey-Kramer, constatou-se que houve diferença significativa entre os tempos de movimentação ascendente, entre as duas espécies ($\chi^2=10,0417$ e $p=0,0083$). No entanto, os tempos de movimentação descendentes não diferiram para as duas espécies ($\chi^2=0,1005$ e $p=0,9890$), demonstrando que além dos baixos índices de passagem, o bueiro ainda possa ser uma barreira seletiva a movimentação. As duas espécies apresentaram maior atividade noturna, no entanto, seus comportamentos de passagem pelo bueiro diferem entre os períodos, constatada pelo teste de Log-Rank

com $\chi^2=4,3743$ e $p=0,03565$. Para *Ancistrus* sp. a maior atividade ocorreu de madrugada (das 00:00 as 05:59 horas) e para *Hypostomus ancistroides* os movimentos foram mais intensos a noite (das 18:00 as 23:59 horas) o que indicou possível segregação temporal de comportamento. Compreender o comportamento na passagem das espécies de peixe em bueiros, e os períodos de passagens subsidiam a melhor entender os impactos causados por esta ação antrópica e a necessidade de desenvolver medidas de mitigação para essas estruturas potencialmente fragmentadoras sobre a ictiofauna Neotropical.

Abstract

The Neotropical streams have a rich and important fish species, however, in many of these streams has culverts along its course, from the construction of highways. These culverts have the potential to allow the free passage of fish and even restrict the movements, especially upstream to reproduction. To evaluate the fish movement has utilized telemetry technology, as radio-telemetry, acoustic and the radio frequency with use the PIT-tags transponders. In this study was used a RFID system (Radio Frequency Identification) and were tagged 78 small fishes Neotropical, 44 *Ancistrus* sp. and 43 *Hypostomus ancistroides* (Ihering, 1911) with average total size of 8.2 and 11.1 cm respectively. For marking were used PIT-tags (Passive Integrated Transponder) no programmable, from Texas Instruments, model TRPGP40TGC 12mm - Low-Frequency Glass-Encapsulated Transponder CCT. The tags were introduced with an specific applicator, in abdominal cavity of each individual. The fishes were released on two sites at downstream and two sites upstream from culvert and we monitored during 35 days with the RFID system. The system was composed of two detectors antennas installed in the culvert, one upstream and another downstream from culvert in the Pindorama stream (24°44'44,6"S/53°50'48,5"W) in PR 317 highway, that connect cities Toledo-PR and Ouro Verde do Oeste-PR. Using as response variable transit time by culvert (times of passage between antennas of entrance and exit) and the number of detections to each one of two species during 24 hours of day. For data analysis was utilized survival analysis (Software SAS 9.3), reporting the Log-Rank test at a significance level of $p < 0.05$. The results indicate that *Hypostomus ancistroides* has more successful than *Ancistrus* sp. to upstream movement. The movement time on the culvert between species were statistically different indicated to Log-Rank test ($\chi^2=11.6021$ e $p=0.0089$). After that, with adjustment of Tukey-kramer test, it was found significant difference from upstream movement times between the two species ($\chi^2=10.0417$ e $p=0.0083$). However, the downstream times movements weren't different for two species ($\chi^2=0.1005$ e $p=0.9890$), showing that besides low rates of passage, the culvert can still be a selective barrier to movement. The two species showed great nocturnal activity, but, yours compartment of passage through culvert were different between daily periods, it was found with Log-Rank test with $\chi^2=4.3743$ e $p=0.03565$. For *Ancistrus* sp. the great activity occurred at dawn (00:00-05:59 AM) and to *Hypostomus ancistroides* the movements were more intense at night (06:00-11:59 PM) indicating possible temporal segregation of behavior. Understand the passage behavior of fish species through culverts, as well as, the periods with great passage of species, helps us to better understand the effect these anthropic actions, and develop tools for mitigating the impacts provided by these fragmenting structures on Neotropical ichthyofauna.

CHICANAS COMO FACILITADOR DE MOVIMENTOS DE PEIXES NEOTROPICAIS EM BUEIRO PROVENIENTE DE RODOVIA

Leandro Fernandes Celestino, Sergio Makrakis, Maristela Cavicchioli Makrakis, Regis Nunes Piana & Elaine Fernandes Celestino

Grupo de Pesquisa em Tecnologia de Produção e Conservação de Recursos Pesqueiros e Hídricos - GETECH/Unioeste, Toledo/PR

Autor para correspondência: le_celestino@hotmail.com

Resumo

No Brasil, bueiros são construídos para conduzir água em trechos de riachos interceptados por rodovias, mas essas estruturas causam problemas a livre movimentação das espécies de peixes. Movimentos são fundamentais para preservação das populações de peixes com a alimentação, reprodução e busca de áreas protegidas. A instalação de bueiros desconsideram características biológicas das espécies. Bueiros devem ser instalados após realização de estudos prévios para atender a livre movimentação da ictiofauna, respeitando suas capacidades natatórias, devendo ser considerados como passagens para peixes. Medidas que possam minimizar estes impactos é a instalação de chicanas, pois reduzem as velocidades do fluxo, aumentam o nível de água e viabilizam áreas de descanso em trechos longitudinais ao longo do bueiro. Este experimento foi realizado em um bueiro múltiplo, com três seções, localizado no riacho Pindorama (24°44'44,6"S/53°50'48,5"W), entre os municípios de Toledo-PR e Ouro Verde do Oeste-PR, ligados pela rodovia PR 317. Objetivou-se, avaliar a colocação de chicanas, sobre a movimentação ascendente e descendente de *Hypostomus* spp. Medimos as velocidades de fluxo e nível fluviométrico, antes e depois da instalação das chicanas. As chicanas foram construídas com pedras previamente estimadas a partir da equação de MANNING (1895). Na primeira seção foram instaladas quatro chicanas, na segunda seção duas, todas equidistantes, e, na terceira seção não foi instalada nenhuma chicana. Posteriormente, 35 peixes do gênero *Hypostomus* foram marcados com PIT-tags de 12mm e liberados simultaneamente no meio das seções, sendo, 12 peixes na primeira seção, 13 na segunda seção e 10 na terceira seção. Monitoramos o tempo de saída, e sentido (montante ou jusante) dos peixes com duas antenas no bueiro (entrada e saída) ligadas ao um sistema RFID multiplex. As chicanas reduziram as velocidades médias de fluxo, as quais passaram de 0,92, 0,95, 1,05m/s para 0,27, 0,34, 0,84 m/s nas seções 1, 2 e 3 respectivamente. Houve um acréscimo no nível fluviométrico médio no interior do bueiro antes (13,6 cm) e depois (15,3 cm) das instalações das chicanas, estatisticamente demonstrada pelo teste de Wilcoxon ($Z = 2,36$, $p = 0,018$). O teste de Log-Rank ($\chi^2 = 15,0336$, $p = 0,0102$) demonstrou diferença entre os tempos de movimentos dos *Hypostomus* spp. nas seções. O teste de *post-hoc* de Tukey demonstrou diferença significativa entre os tempos de movimento dos peixes das seções 1 e 3, no sentido a jusante ($\chi^2 = 9,474$, $p = 0,0254$), com tempo menor para a seção 3. Do total de indivíduos marcados, 60% se movimentaram a montante e 40% para jusante. Na seção 1, 41,7% movimentaram para jusante e 58,3% para montante. Na seção 2, 15,4% para jusante e 84,6% para montante. Na seção 3, 70% dos peixes movimentaram para jusante e apenas 30% se deslocaram no sentido a montante. A

utilização de chicanas resultou em proporções mais elevadas para a movimentação ascendente dos peixes. Considerando que os peixes necessitam realizar os movimentos ascendentes, para fins reprodutivos, o uso de chicanas poderá ser uma medida para facilitar a movimentação dos peixes Neotropicais em bueiros, podendo mitigar um dos impactos causados pela construção de estradas.

Abstract

In Brazil, culverts are building to only conduct water in stretch of stream intercepted by highway, but, these structures, causing problems to free movement of fish species. Movements are fundamental to the preservation of fish populations with feeding, reproduction and search for protected areas. The installation of culverts ignoring the biological characteristic of species. Therefore, culverts should be installed after previous studies about the passage need for ichthyofauna and your swimming capacity, considering as fish passage. Measures that can minimize theses impacts, are the installation of baffles, that reduce the flow velocities and creating rest areas in long stretches lengthwise in the culvert. The study was realized on multiple culvert with three section, located in Pindorama stream (24°44'44,6"S/53°50'48,5"W), between cities Toledo-PR and Ouroverde do Oeste-PR, connected to PR 317 highway. Aimed evaluate the installation of baffles on the upstream and downstream movement of *Hypostomus* spp. We measured the flow velocities before and after of baffles installation. The baffles were built with measured rocks previous from MANNING (1885) equation. In the first section multiple culvert, were assembled four baffles, in the second section two baffles, all equidistant, and, in the third section weren't assembled neither baffle. After that, 35 fish of the genus *Hypostomus* were tagged with PIT-tags of 12mm and released simultaneously in the middle of the sections, with 12 fish on the first section, 13 on the second section and 10 on the third section. We monitored the exit time, and the direction (upstream and downstream) of fishes with two antennas on culvert (entrance and exit) connected in the a RFID multiplex system. The baffles reduced the mean velocities of flow, that passed from 0.92, 0.95, 1.05m/s to 0.27, 0.34, 0.84 m/s on the Sections 1, 2, and 3 respectively. There was a increase on the mean fluviometric level inside of culvert between of periods before (13.6 cm) and after (15.3 cm) of the baffles, statistically showed to Wilcoxon test ($Z = 2.36$, $p = 0,018$). The Log-Rank test ($\chi^2 = 15.0336$, $p = 0,0102$) showed difference between the times of movement of the *Hypostomus* spp. in the sections. The Tukey *post-hoc* test showed difference significantly between the movement times of fishes from section 1 and 3 to downstream ($\chi^2 = 9.474$, $p = 0.0254$) with minor times to section 3. Of individual total tagged, 60% moved to upstream and 40% to downstream. From section 1, 41.7% moved to downstream e 58.3% to upstream. In the section 2, 15.4% were to downstream, and 84.6% to upstream. Already in section 3, 70% moved to downstream and only 30% moved to upstream direction. The use of baffles resulted more upstream movements of fishes enable better connections to movement upstream of fishes, showed as a efficiency tools to the connectivity in Neotropical streams with culvert, mitigating impacts of highways build on fishes movements.

ÍNDICE DE PASSABILIDADE DA ESTRADA: UMA MEDIDA DA PERMEABILIDADE PARA A TRAVESSIA DA FAUNA

Júlia Camara de Assis¹, Henrique Corrêa Giacomini² & Milton Cezar Ribeiro³

¹Universidade de São Paulo, Av. Professor Luciano Gualberto, 1289, CEP 05508-010, São Paulo – SP, Brasil; ²Universidade de Toronto, 25 Harbord St., Downtown, M5S 3G5, Toronto – ON, Canadá; ³Universidade Estadual de São Paulo, Av. 24-A, 1515, Bela Vista, CEP 13506-900, Rio Claro – SP, Brasil.

Corresponding author: julia.assis@usp.br

Resumo

A constante demanda por novas rodovias e pela ampliação e pavimentação de estradas secundárias é uma realidade mundial e com grande intensidade no Brasil, onde o modal rodoviário é prioritário. O efeito barreira das estradas afeta as espécies de forma diferente e tanto os atributos da paisagem quanto as características estruturais das estradas são relevantes para a intensidade destes efeitos. Apesar das implicações destes efeitos para a conservação da vida silvestre, ainda não existem métodos diretos e eficientes para mensurar os sucessos de travessia da fauna, embora a compreensão acerca da permeabilidade das estradas para o fluxo de organismos seja necessária para subsidiar o planejamento de obras viárias e direcionar medidas mitigadoras e compensatórias. O objetivo deste trabalho é propor um índice que integre o conhecimento de especialistas com as características da paisagem e estruturas da estrada com o intuito de prever a potencial travessia da fauna em diferentes pontos de uma estrada. O conhecimento de especialistas consiste em uma fonte de informação pouco dispendiosa e rápida, que agrega habilidades e a experiência acumulada de pesquisadores. O Índice de Passabilidade de Estradas integra as informações obtidas com os especialistas para determinar um valor representativo da influência dos atributos da paisagem e das estruturas da estrada sobre a permeabilidade para cada táxon. Assim, a presença destas variáveis em um dado ponto de uma estrada é ponderada pela sua influência para um dado táxon. O índice foi calculado para cinco táxons com mobilidades diferentes, e de acordo com a importância relativa de cada táxon considerando o valor médio do índice, foi gerado um ranqueamento de contribuição de cada um deles para esta análise, em ordem decrescente de importância: (i) mamíferos terrestres, (ii) anfíbios, (iii) aves, (iv) morcegos e (v) primatas. Os resultados demonstram um padrão espacial de variação entre os pontos amostrados e permitem a identificação dos mais permeáveis para cada táxon dentro de cada estrada. Contudo, o índice médio não apresentou diferença significativa entre as duas estradas amostradas, Dom Pedro I e Fernão Dias. Os atributos da paisagem e as estruturas da estrada incluídos no cálculo do índice mostraram-se complementares, representando fontes de informação únicas e relevantes para os resultados obtidos. O Índice de Passabilidade de Estradas auxilia o entendimento da influência local das estradas e de sua relevância no contexto da paisagem, e permite inferir quais características do ambiente e da estrada são mais favoráveis à sua permeabilidade para cada táxon.

Abstract

The constant demand for new roads and the widening and paving of roads is a global reality and with great intensity in Brazil, where road transportation is a priority. The

barrier effect of roads affects species differently and landscape attributes and structural characteristics of roads are relevant to the intensity of these effects. Despite potentially large implications for conservation, there are still no direct and efficient methods to measure the success of wildlife road crossing even though understanding the permeability of roads for organisms flow is required to support road planning and direct mitigation and compensation measures. The objective of this work is to propose an index that integrates expert knowledge with landscape features and road structures in order to predict potential wildlife crossing at different points of a road. The expert knowledge is an affordable and quick source of information that aggregates researchers' accumulated skills and experience. The Road Passability Index integrates the information obtained from the experts to determine a representative value of the influence of landscape attributes and road structures on the road permeability for each taxon. Thus, the presence of these variables at a given point of a road is weighted by its influence for a given taxon. In the present study, the index was calculated for five taxa with different mobility, and according to the relative importance of each taxon considering the average index value, we ranked their contribution to overall faunal passability, in the decreasing order of importance: (i) terrestrial mammals, (ii) amphibians, (iii) birds, (iv) bats, and (v) primates. The results showed a spatial pattern of variation between the sampled points and allowed the identification of the more permeable ones for each taxon along each road. Nevertheless, the average index showed no significant difference between the two sampled roads, Dom Pedro I e Fernão Dias. Landscape attributes and road structures included in the index were complementary and provided unique and relevant information to the results. The Road Passability Index facilitates measuring and understanding the local influence of roads and their relevance in the landscape context, allowing the inference of which environment and road characteristics are more favorable to permeability for each taxon.

AVALIAÇÕES DE IMPACTO AMBIENTAL DE RODOVIAS NO BRASIL: UM DIAGNÓSTICO SOBRE A MORTALIDADE DE FAUNA

Larissa Oliveira Gonçalves, Fernanda Zimmermann Teixeira & Andreas Kindel

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 90040-060 Porto Alegre - RS, Brasil

Autor para correspondência: larissa.oligon@gmail.com

Resumo

Estudos de Impacto Ambiental (EIAs) são o principal documento de avaliação de impactos de empreendimentos sujeitos ao licenciamento. Um EIA deve ser executado com a melhor qualidade possível para que possa ser efetivo nas tomadas de decisões futuras. Neste trabalho, apresentamos um diagnóstico de EIAs referentes ao licenciamento ambiental de rodovias, focando na avaliação da mortalidade de fauna e na relação entre essa avaliação e a proposição de medidas para mitigar esse impacto. Realizamos um levantamento de EIAs relacionados ao licenciamento de implantação/pavimentação e/ou duplicação de estradas no Brasil. Revisamos as informações relevantes para subsidiar as decisões sobre a necessidade de mitigação e escolha da estratégia a ser utilizada e, com base nessas informações, formulamos critérios para avaliação dos EIAs. Primeiramente, consideramos critérios gerais de avaliação aplicados àquelas seções diretamente relacionadas ao objeto deste estudo (mortalidade de fauna por colisões), relacionados à clareza dos objetivos e apresentação dos métodos. Na segunda etapa, consideramos critérios específicos relacionados às perguntas identificadas como fundamentais para subsidiar as decisões a serem tomadas para a mitigação do impacto de mortalidade de fauna, quais sejam: magnitude da mortalidade, espécies atingidas, padrão espacial de mortalidade, padrão temporal de mortalidade e medidas mitigadoras associadas. Obtivemos um escore final relativo baseado em porcentagem por critério e por estudo avaliado, este último foi classificado conforme sua qualidade/efetividade. A hipótese de que os estudos de diferentes tipos de empreendimentos diferem na qualidade foi testada através de ANOVA. Do total de dez EIAs avaliados, cinco estudos apresentaram monitoramento de atropelados. Em termos de qualidade, 50% dos EIAs foram classificados como Não-satisfatório e 50% na classe Ruim. Não houve diferença significativa entre os estudos de implantação/pavimentação e de duplicação de rodovias em relação à qualidade. A análise de padrões temporais de atropelamentos foi o critério com pior performance para todos os estudos. Ficou evidente que os EIAs avaliados apresentam uma baixa qualidade no que se refere à avaliação da mortalidade de fauna por colisão com veículos. Muitos EIAs não apresentam avaliação da mortalidade de fauna (ou o fazem de forma superficial) deixando esta avaliação para o período de monitoramento ligado ao Plano Básico Ambiental. Entretanto, isto é uma falha nos estudos, uma vez que a maioria das medidas mitigadoras é definida com base no EIA e a mortalidade é um dos principais impactos das rodovias à fauna. Mesmo em rodovias ainda não implementadas, é possível incluir no EIA uma avaliação do impacto de mortalidade com base em modelos preditivos. Os critérios aqui utilizados para avaliação dos EIAs podem ser definidos como pontos essenciais para constar em um estudo de impacto.

Os principais motivos da falta de qualidade dos EIAs estão vinculados à falta de formulação das perguntas corretas e/ou a não adequação dos métodos.

Abstract

Environmental impact assessment (EIA) is the main document that describes the impacts of activities related to environmental licensing process. An EIA must be done with the best quality as possible to be effective on decision-making. In this study we evaluated the quality and effectiveness of EIAs related to environmental licensing system of roads in Brazil. We focused on the assessment of impacts of vertebrate mortality on roads and the relationship between the results presented in the EIA and the proposition of mitigation measures. We searched for EIAs related to roads building, paving and/or widening in Brazil. We reviewed relevant information to support the decisions about the necessity and type of mitigation to be implemented and, according to this information, we created a list of criteria to evaluate EIAs. First, we applied general criteria of evaluation to EIA sections directly related to vertebrate mortality, such as goals' clearness and methods' presentation. After that, we considered specific criteria related to fundamental questions for mitigating the impact of vertebrate mortality, such as: mortality magnitude, species affected, spatial and temporal patterns of mortality and related mitigation measures. We got a relative final score based on percentage by criterion and by study evaluated; studies were classified as its quality and effectiveness. The hypothesis that different kinds of activity differ in their quality was tested by Analysis of Variance. For a total of ten EIAs evaluated, five of them had road-kill monitoring. Considering criteria related to quality, 50% of the EIAs were classified as Unsatisfactory and the other 50% as Bad. There was no significant difference related to quality between building/paving assessments and widening ones. The evaluation of temporal patterns was the criterion with worst performance for all assessments. It is evident that EIAs evaluated in this study show a low quality in relation to the evaluation of vertebrate mortality by vehicle collisions. Many EIAs do not show vertebrate mortality assessment (or do it superficially), which usually is only performed during monitoring related to the Environmental Basic Plan (*Plano Básico Ambiental-PBA*). Nonetheless, this is a fault, since the majority of the mitigation measures are defined based on EIA results and the mortality is one of the main road impacts on wildlife. Even in non-implemented roads, it is possible to incorporate predictive models in EIA to guide mortality mitigation. The criteria we used for the evaluation of the EIAs can be defined as essential points to be showed in environmental impact assessment. The main reasons of EIAs' low quality are related to absence of a precise definition of questions about the impacts to be assessed and/or related to suitability of methods.

TAXAS DE ATROPELAMENTO DE ANIMAIS SILVESTRES ANTES E DEPOIS DA IMPLANTAÇÃO DE FAUNODUTOS SOB A RODOVIA SP-300

**Carlos Candia-Gallardo¹, Samuel Betkwoski², Fernando De Gaspari²&
Roque De Gaspari²**

Pós-Graduação em Ecologia, University of São Paulo, CEP 05508-090, São Paulo - SP, Brasil. 2. Ambiens Environmental Solutions, CEP 05083-060, São Paulo - SP, Brasil.

Author for correspondence: ambiens@ambiens.com.br

Resumo

Um dos impactos mais óbvios das rodovias sobre a fauna silvestre é a mortalidade por colisões com veículos. Além de impactar diretamente populações animais, estas colisões podem gerar prejuízos materiais e comprometer a segurança dos usuários. Apesar de faunodutos serem considerados úteis para reduzir atropelamentos, existem poucos estudos realizados no Brasil que avaliaram sistematicamente a eficiência destas estruturas. Neste estudo avaliamos se a instalação de faunodutos com telamento indutivo reduziu as taxas de atropelamento de fauna ao longo de um trecho de 330 km da rodovia Marechal Rondon (SP-300, oeste paulista), usando um desenho de monitoramento do tipo *Before-After-Control-Impact* (BACI). Foram amostrados doze pontos com altas taxas de atropelamento de fauna silvestre, os quais foram divididos em dois grupos. No grupo “faunoduto” foram instaladas cercas indutivas (alambrado de 1,3 m de altura e entre 200 e 1.800 m de extensão) paralelas à rodovia, em cinco pontos onde já existiam estruturas sob a pista tal como pontes, túneis de drenagem e passagens de gado. O grupo “controle” consistiu de sete pontos com estruturas semelhantes, as quais não sofreram intervenções. Todos os pontos receberam placas de sinalização padrão de fauna silvestre. Funcionários da rodovia realizaram contagens diárias de carcaças atropeladas nos doze pontos durante 42 meses seguidos (2009-2012). O tempo de amostragem de atropelamentos foi dividido em antes (duração 24-26 meses, dependendo do ponto) e depois (16-18 meses) da instalação dos faunodutos. As taxas de atropelamento de cada ponto foram definidas como o número de atropelamentos observados por mês. A taxa de atropelamento média do grupo “faunoduto” foi de 0,29 atropelamentos/mês (desvio-padrão $\pm 0,10$) antes e 0,12 ($\pm 0,04$) depois da instalação dos faunodutos, uma redução de 41,7%. Em contraste, no grupo controle as taxas médias permaneceram praticamente inalteradas: 0,30 atropelamentos/mês ($\pm 0,12$) antes contra 0,31 ($\pm 0,09$) depois. Os resultados indicam que a instalação dos faunodutos esteve associada a uma redução no número de atropelamentos de fauna silvestre. Não obstante, as causas desta redução necessitam de maiores investigações, visto que uma redução nas taxas de atropelamento não necessariamente indica melhorias para a fauna. Por exemplo, uma redução nas taxas de atropelamento também seria esperada em um cenário de redução brusca nas populações animais ou se os animais forem relutantes em utilizar os faunodutos. Neste último caso, os faunodutos com alambrado poderiam estar servindo como barreira para os indivíduos. No entanto, rastros de animais silvestres foram mensalmente observados no interior dos faunodutos (e nas estruturas do grupo “controle”) ao longo de todo o estudo – tanto antes quanto depois da implantação dos faunodutos -

sugerindo que os mesmos não estariam atuando como barreiras, pelo menos para as espécies mais comuns. Este estudo fornece evidências de que faunodutos sob a pista podem ser medidas eficientes para reduzir atropelamentos de fauna. É provável, no entanto, que o uso conjunto de múltiplas medidas - tal como faunodutos, placas de sinalização, redutores de velocidade e afugentamento de animais na faixa de domínio - possa reduzir ainda mais a ocorrência de atropelamentos ao longo de rodovias.

Abstract

One of the most obvious impacts of roads on wildlife is mortality due to collisions with vehicles. Besides directly impact animal populations, these collisions can cause material damage and threaten human users'safety. Despite wildlife underpasses are considered useful in reducing roadkills, there are few studies in Brazil that systematically evaluated the efficiency of these structures. In this study we tested the efficiency of underpasses in reducing roadkills along a 330 km stretch of the Marechal Rondon highway (SP-300, western state of São Paulo) using a Before-After-Control-Impact (BACI) monitoring design. We sampled twelve points with high wildlife roadkill rates which were divided in two groups. In the "underpass" group fences were implemented parallel to the highway in five points, matching bridges and cattle underpasses. The "control" group consisted of seven points with similar structures but where no interventions where made. Wildlife road signs were installed in all twelve points. Highway employees counted wildlife carcasses on a daily basis on all twelve points during 42months (2009-2012). Roadkill sampling history was divided in two periods: "before" (24-26 months) and "after" (16-18 months) the implementation of the fenced underpasses. Roadkill rates of each point were defined as the number of roadkills observed per month in each period (before and after fencing). The mean roadkill rates of the "underpass" group was 0.29 roadkills/month (standard deviation $\pm$ 0.10) before and 0.12 ($\pm$ 0.04) after the implementation of underpasses, a reduction of 41.7%. On the other hand, mean roadkill rates of "control" group remained virtually unchanged: 0.30 roadkills/month ($\pm$ 0.12) before and 0.31 ($\pm$ 0.09) after. These results indicate that underpass implementation was associated with reduced wildlife roadkills. Nonetheless, the causes of this reduction require further investigation, since reduced roadkill rates do not necessarily indicate improvements for wildlife. For instance, reduced roadkill rates could also be expected in a scenario of sudden decrease of animal populations or if animals are reluctant to cross roads through underpasses. In the latter scenario, fenced underpasses could be acting as barriers to individuals. However, wildlife tracks were observed inside underpasses every month throughout the study - both before and after fencing of these structures - suggesting that they would not be acting as barriers, at least for the commonest species. This study provides evidence that fenced underpasses can be an efficient strategy to reduce wildlife roadkill. Nonetheless, the use of multiple simultaneous measures such as underpasses, wildlife road signs, speed reduction, and preventive flushing of animals along the road could possibly be even more efficient in preventing wildlife roadkills.

Financiador: ViaRondon/BRVias

ATROPELAMENTO DE VERTEBRADOS SILVESTRES NA RODOVIA BR-367 ENTRE ITINGA E ARAÇUAÍ, MÉDIO JEQUITINHONHA, MINAS GERAIS, BRASIL

**Ana Maiza Viana, Gleiciene Oliveira Santos & Joaquim Neto de Sousa
Santos**

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Campus Araçuaí - IFNMG. Caixa Postal 11, CEP 39600-000, Araçuaí-MG, Brasil

Autor para correspondência: jnssantos@yahoo.com.br

Resumo

Estradas são empreendimentos necessários e essenciais à vida humana, pois permitem o deslocamento de pessoas e produtos, trazendo desenvolvimento e progresso. Entretanto, as rodovias representam uma antiga e constante causa de mortalidade accidental da fauna silvestre. O presente estudo visou identificar as espécies vitimadas por atropelamento em 41 km (divididos em trechos: 1, 2 e 3) da rodovia BR-367, entre Itinga e Araçuaí, de maio a outubro de 2013, Minas Gerais, Brasil, e analisar as variações mensais nas taxas de atropelamentos (indivíduos/km/dia) e sua correlação com o volume mensal de chuvas. Para cada animal atropelado anotamos a espécie, comprimento, peso e a localização (utilizando um GPS) ao longo da estrada. Realizamos 12 monitoramentos (dois por mês) ao longo de seis meses utilizando um carro (50 km/h) para amostrar anfíbios, répteis, aves e mamíferos atropelados. Foram registrados 194 animais atropelados (taxa de 0,394 ind./km/dia) de pelo menos 29 espécies de vertebrados: 65,5% de aves (taxa de 0,051 ind./km/dia), 17,25% de mamíferos (taxa de 0,022 ind./km/dia), 17,25% de anfíbios (taxa de 0,321 ind./km/dia) e nenhum (0%) réptil foi amostrado. *Bufo granulosus*, *Bufo paracnemis*, *Bufo* sp, *Leptodactylus* sp e *Lycalopex vetulus* foram em ordem decrescente as espécies com maior número de indivíduos atropelados. A elevada incidência de mortes de anfíbios (3,85 indivíduos por quilômetro) relaciona-se aos movimentos das espécies durante a época de reprodução e utilização de ambientes marginais da rodovia para forrageamento. Os trechos 1 e 2 tiveram a maior incidência de atropelamentos, pois corresponde a área com maior proximidade do rio Jequitinhonha. Durante o mês de outubro foi verificada a maior taxa de atropelamento (0,323 ind./km/dia), atribuída principalmente aos anfíbios anuros, assim como ao maior volume de chuvas. Foi verificada correlação positiva entre os atropelamentos e a precipitação mensal, com uma tendência entre a ocorrência dos atropelamentos com um volume maior de chuvas.

Abstract

Roads are essential and necessary undertaking to human life which can permit the movement of people and products carrying development and progress. However, roads represent an old and constant cause of accidental death of wildlife. This study aimed to identify the species run over along 41km (divided in stretch: 1, 2 and 3) of BR 367 road between Itinga and Araçuaí, from may to october 2013, in Minas Gerais, Brazil, to analyze the monthly rates of roadkill (individuals/km/day), and to correlate this with the monthly total rainfall. For each road-killed animal we wrote down the species, length, weight and location (using a GPS) along the road. Twelve monitorings (two by month)

were carried out for six months using a car (50 km/h) to sample amphibians, reptiles, birds and mammals run over. We found 194 animals roadkilled (a rate of 0.394 ind./km/day) from at least 29 vertebrate species: 65.5% birds (a rate of 0.051 ind./km/day), 17.25% amphibians (a rate of 0.321 ind./km/day), 17.25% mammals (a rate of 0.022 ind./km/day) and zero (0%) reptiles was sampled. *Bufo granulosus*, *Bufo paracnemis*, *Bufo* sp, *Leptodactylus* sp and *Lycalopex vetulus* were, in decreasing order, the species with the largest number of road-killed individuals. The high death rate of amphibians (3.85 animals by km) is related to the species displacement during reproduction and the exploration of microhabitats in the edges of the road for foraging. The stretch 1 and 2 had a greater impact roadkill, for being a larger area with proximity the Jequitinhonha river. During the months of october we verified the high roadkills rate (0.323 ind./km/day - high rate of anuran amphibians) and increased precipitation. The correlation was verified for the rate of roadkill and monthly precipitation, there was a trend between the occurrence of roadkill and a higher volume of rainfall.

Financiador: IFNMG

FATORES ASSOCIADOS A ATROPELAMENTOS DE ANIMAIS ATRAVÉS DOS REGISTROS DA POLÍCIA RODOVIÁRIA ESTADUAL DE ARAXÁ-MG

Ana Maria Ribeiro Nunes Rodrigues & Carlos Henrique de Freitas

Curso de Ciências Biológicas, Instituto de Ciências da Saúde, Centro Universitário do Planalto de Araxá – UNIARAXÁ, Avenida Ministro Olavo Drummond, 05, Bairro São Geraldo, CEP: 38.180-129, Araxá-MG.

Autor para correspondência: ana_mrodrigues@hotmail.com

Resumo

Os impactos causados por colisões veículo-animal têm recebido a atenção de pesquisadores de vários países. Os prejuízos a fauna são permanentes e crescentes e pode haver riscos à segurança dos motoristas e vias de circulação. Desta forma, buscou-se verificar os fatores relacionados aos atropelamentos de animais com o uso de registros da Polícia Rodoviária Estadual (PRE), base Araxá - MG. No período compreendido entre os anos de 2005 a 2010 foram verificados os boletins de ocorrência da PRE Araxá - MG, com registros de acidentes para as rodovias da região (n = 612,7 km) e separados aqueles referentes a atropelamentos de animais, onde foram coligidos dados sobre a espécie envolvida e fatores associados como: estação do ano (seca ou chuvosa), condição climática (bom, chuvoso ou neblina), período do dia (manhã, tarde ou noite), traçado da pista (reta ou curva), prejuízos humanos e materiais (leves, moderados ou graves). Os dados foram tabulados em planilhas, calculou-se a média anual de atropelamentos, a taxa anual de atropelamentos com base no número total de quilômetros monitorado e anotou-se também a proporção dos acidentes em cada categoria. Para verificar a diferença no número de acidentes entre as estações seca e chuvosa, utilizou-se o teste t de Student para amostras independentes. Ao todo foram registrados 147 animais atropelados (média anual de 24,5 atropelamentos e 0,04 atropelamentos/km/ano). Os animais domésticos afetados foram: *Bos taurus* (107), *Equus caballus* (20), *Canis lupus familiaris* (10), *Felis catus* (uma ocorrência) e búfalo (uma ocorrência). Enquanto que os animais silvestres relatados foram: tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga trydactyla*; dois registros de atropelamentos), uma raposa não identificada, urubu (*Coragyps atratus*; quatro registros de atropelamentos) e gaviões de espécie não identificada (dois registros). Os acidentes ocorreram com maior frequência na estação seca (59,8%; $t = 2,8$, $p = 0,02$), em trechos com traçado retilíneo (73,9%), sob uma boa condição climática (83,8%), no período da noite (66,7%), com geração de danos moderados aos motoristas (vítimas não fatais, 64,8%) e veículos (73,6%). Embora os registros de acidentes com animais domésticos e silvestres estejam muito aquém do esperado para uma região de Cerrado, há riscos para os motoristas e a pelo menos uma espécie ameaçada. Assim, sugere-se a realização de campanhas educativas que considerem a sazonalidade dos atropelamentos e evidenciem os prejuízos humanos, materiais e os danos a fauna. Além disso, é importante a implementação de medidas mitigadoras com o uso de cercas e passagens de fauna na região. Considera-se também a possibilidade de haver mais parcerias entre os pesquisadores e a Polícia Rodoviária, com treinamento do efetivo policial para uma identificação mais precisa dos exemplares de animais silvestres atropelados e fatores associados. Espera-se assim incrementar os registros,

de forma que os dados possam auxiliar simultaneamente na ampliação dos estudos de atropelamentos, conservação da fauna e na maior segurança dos motoristas ao trafegar pelas estradas.

Abstract

The impacts caused by vehicle – animal collisions have received attention from researchers from several countries. The wildlife losses are permanent and increasing, and there may be risks to drivers and traffic routes. This way, through the use of the *Minas Gerais* State Highway Patrol data, based in *Araxá*, the factors related to animal road kills were verified. During the period between the years of 2005 and 2010, the official registers of accidents from SHP base, *Araxá*, *Minas Gerais*, from roads in the region ($n = 612,7$ km), were verified, and the ones concerning animal road kills were separated, where data was collected about species involved and associated factors such as: season (dry or wet), weather condition (good, rainy or foggy), period of the day (morning, afternoon or evening), road design (straight or curve), human and material damage (mild, moderate or severe). The data was tabulated in spreadsheets, the rate of road kills per year was calculated, the rate of road kills per year based on the total number of monitored kilometers, the proportion of accidents in each category was noted. The Student *t* test for independent samples was used to verify the difference in the number of accidents between the rainy and dry seasons. In total, 147 animal road kills were recorded (annual average of 24.5 road kills and 0.04 road kills/km/year). The affected domestic animals were: *Bos taurus* (107), *Equus caballus* (20), *Canis lupus familiaris* (10), *Felis catus* (one occurrence) and buffalo (one occurrence). Meanwhile, the wild animals reported were: the giant anteater (*Myrmecophaga trydactyla*; two road kill records), one unidentified fox, vulture (*Coragyps atratus*; four road kill records) and unidentified hawk species (two registers). The accidents occurred more frequently in the dry season (59.8 %, $t = 2.8$, $p = 0.02$), in straight stretches of road (73.9 %), under good weather conditions (83.8 %), at night (66.7 %), causing moderate damage to drivers (non-fatal victims, 64.8 %) and vehicles (73.6 %). Although the records of accidents with domestic and wild animals are lower than expected for a *Cerrado* region, there are risks for drivers, and at least one threatened species. Thus, the execution of educational campaigns which consider the seasonality of the road kills and emphasize the human, material, and wildlife damage, are suggested. Besides this, the implementation of mitigation measures is important, such as the use of roadside fences and wildlife crossings in the region. It is also considered the possibility of having more partnerships between researchers and the Highway Patrol, including technical patrol training for a more precise identification of wildlife road killed species and related factors. Thereby, the road kill records are expected to enhance in a way that the data can simultaneously help the expansion of road kill studies, wildlife conservation and driver safety when travelling on roads.

DETECTABILIDADE DE CARCAÇAS EM MONITORAMENTOS DE FAUNA ATROPELADA

**Paula Fabiana Pinheiro, Fernanda Zimmermann Teixeira, Igor Pfeifer
Coelho, Larissa Oliveira Gonçalves, Nicole da Rosa Oliveira, Brenda
Rafaela Schmidt, Diana Letícia Pacheco Carvalho, Magnus Severo
Machado, Andreas Kindel**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 90040-060 Porto Alegre - RS, Brasil. Parque Aparados da Serra da Serra – ICMBio, Rodovia RS 429, km 18 – Itaimbezinho, Cambará do Sul RS CEP 95480-000

Autor para correspondência: paulafpinheiro@yahoo.com.br

Resumo

A imperfeição na detecção é um problema reconhecido no levantamento de dados em ecologia. Embora a detectabilidade e a remoção de carcaças sejam os principais fatores que influenciam as estimativas de magnitude da mortalidade de fauna por atropelamento, a maioria dos monitoramentos de fauna atropelada em processos de licenciamento de rodovias no Brasil desconsidera estes fatores. A correção das estimativas de mortalidade considerando a detectabilidade e a taxa de remoção de carcaças é importante para possibilitar uma comparação adequada entre os impactos gerados antes e depois do asfaltamento ou duplicação de uma estrada. E também para avaliar a eficiência de uma medida de mitigação na redução da mortalidade e para possibilitar generalizações e comparações de taxas de atropelamentos entre estradas. Nosso objetivo nesse trabalho é avaliar se existe diferença na detectabilidade de carcaças entre observadores, entre estradas com e sem pavimentação e para diferentes métodos de monitoramento. Realizamos um experimento com a distribuição de 155 carcaças de animais silvestres atropelados (aves, anfíbios, répteis e mamíferos) ao longo de 12 km de estrada de terra (RS-427) e 12 km de rodovia asfaltada (CS-012) no entorno do Parque Nacional dos Aparados da Serra. Os métodos de monitoramento utilizados foram a pé e de carro, sendo o monitoramento de carro realizado a 30 km/h por seis equipes e o monitoramento a pé realizado por duas equipes em um trecho de 1 km em cada tipo de estrada. Cada equipe consistia em uma dupla de observadores. Para comparar os métodos de monitoramento, foram utilizados apenas os trechos monitorados a pé, considerando oito carcaças distribuídas em cada trecho. Para a análise da variação entre as equipes, dividimos cada tipo de estrada em três trechos de 4 km. As diferenças entre as proporções de carcaças detectadas para cada um dos fatores (equipe, pavimento e método) foram testadas através de ANOVAs. A detectabilidade variou entre as equipes na estrada de terra com a proporção de carcaças detectadas variando de 0,09 a 0,37 ($p=0,058$). A variação entre as equipes na rodovia não foi significativa (de 0,48 a 0,60, $p=0,8$). Na rodovia 54% das carcaças foram detectadas e na estrada de terra 24% ($p<0,001$). O monitoramento de carro apresentou uma detectabilidade de 33%, enquanto o monitoramento a pé foi 53% ($p=0,01$). As variações envolvidas com o tipo de pavimento demonstram a importância da avaliação da detectabilidade em diferentes fases das estradas, com o objetivo de ajustar as estimativas de mortalidade antes e depois de uma rodovia ser asfaltada. A partir da avaliação sobre os métodos de monitoramento, verificamos que o monitoramento a pé apresentou maior detectabilidade, porém com este método não foram detectadas 100% das carcaças distribuídas, sendo necessária a avaliação da detectabilidade mesmo

quando o método escolhido for a pé. Devido às variações encontradas, cada estudo deve avaliar a detecção das equipes envolvidas nos locais de monitoramento. A consideração da proporção da detectabilidade na estimativa da magnitude da mortalidade é essencial para aproximar as avaliações da mortalidade da realidade e mensurar o impacto sobre a fauna.

Abstract

Detection bias is a recognized problem in ecology data. Although carcass removal and detectability are the main factors that influence the estimates of mortality magnitude on roads, most road-kill monitoring during environmental licensing processes of highways in Brazil ignores them. Correction of mortality estimates considering carcass detectability and removal is important for a set of reasons: to allow a proper comparison between the impacts before and after a road paving or duplication, to evaluate the effectiveness of a mitigation measure to reduce mortality, and to enable generalizations and comparisons of road-kill rates among different roads. Our goal here is to test if there are differences in carcass detectability between observers, between paved and unpaved roads and between different monitoring methods. We conducted an experiment with the distribution of 155 road-killed carcasses (native birds, amphibians, reptiles and mammals) along 12 km of dirt road (RS-427) and 12 km paved road (CS-012) in the vicinity of the Aparados Serra National Park. We monitored road-kills using two different methods: on foot and by car. Monitoring on foot was conducted by two teams on two 1-km road stretches (one on each road) and monitoring by car was conducted at 30 km/h by six different teams along the 24 km of road and. Each team consisted of two observers. To compare the results obtained with different monitoring methods we used the two 1-km road stretches, considering eight carcasses distributed in each one. For the analysis of the variation among different teams on car monitoring we divided each road in three sections of 4 km. The differences among the proportions of carcasses detected considering each one of the factors analyzed (team, pavement and method) were tested by ANOVA. Detectability varied among teams on the dirt road, with the detectability proportion ranging from 0.09 to 0.37 ($p = 0.058$). The difference between teams on the paved road was not significant (from 0.48 to 0.60, $p = 0.8$). On the paved road observers detected 54% of the carcasses, while on the dirt road they detected 24% ($p < 0.001$). Monitoring by car showed a detectability of 33%, while the monitoring by foot 53% ($p = 0.01$). Differences in detectability results related to roads with different pavements demonstrate the importance of assessing carcass detectability on roads in different paving phases, in order to adjust the estimates of mortality before and after paving a road. Monitoring on foot had higher detection than monitoring by car, but it is important to emphasize that monitoring on foot did not detect 100% of the carcasses distributed, that shows it is also necessary to assess carcass detectability even when the monitoring is carried out on foot. Due to the differences observed in detection proportions, each study must estimate the detection of the teams involved in the monitoring. The incorporation of the detection proportion in estimates of mortality magnitude is essential to diminish bias on mortality assessments and to assess this impact.

Financiador: PNUD, ICMBio, IB-UFRGS, LO Consultoria Ambiental

COMO IDENTIFICAR HOTSPOTS DE ATROPELAMENTOS: UMA REVISÃO DOS MÉTODOS UTILIZADOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS

**Fernanda Zimmermann Teixeira, Igor Pfeifer Coelho, Artur Vicente
Pfeifer Coelho, Jochen A. G. Jaeger, Sandra Maria Hartz, Andreas Kindel**

Programa de Pós Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, setor 4, Prédio 43411 sala 207,
Caixa Postal 15007 – 91501-970, Porto Alegre, RS

Endereço para correspondência: fernandazteixeira@gmail.com

Resumo

Devido aos efeitos na densidade populacional, a mortalidade de fauna por atropelamento é considerada mais prejudicial à persistência de populações animais do que o isolamento causado por evitamento de rodovias. A identificação dos trechos mais importantes de atropelamentos (*hotspots*) é uma das abordagens utilizadas para determinar a localização de medidas de mitigação a este impacto. Se a localização dos *hotspots* não é determinada adequadamente, recursos serão desperdiçados, a mortalidade não será reduzida e a credibilidade da mitigação será contestada. Nosso objetivo aqui é elencar os diferentes métodos usados para descrever padrões espaciais de atropelamentos de fauna e identificar *hotspots*, descrevendo algumas potenciais vantagens e limitações dos métodos mais comuns e indicando os programas disponíveis para utilizá-los. Encontramos 43 estudos que incluem a identificação de trechos da estrada com maior mortalidade (*hotspots*), dos quais 26 também apresentam alguma análise para testar a ocorrência de agregações na distribuição espacial de atropelamentos. Dez métodos foram usados para testar a presença de agregações: K de Ripley, método de Malo, I de Moran, Distância de vizinhos mais próximos, Kolmogorov-Smirnov não paramétrico, Getis-Ord Gi, Qui-quadrado, C de Geary, Autocorrelação serial e Índice de Green. O teste K de Ripley é o mais utilizado, aparecendo em 30% dos estudos que consideram alguma análise para testar agregações, seguido por métodos de distâncias de vizinhos mais próximos. Este teste está disponível nos programas SANET (Spatial Analysis Along Networks, <http://sanet.csis.u-tokyo.ac.jp/>) e SIRIEMA (www.ufrgs.br/biociencias/siriema). Nós listamos seis métodos usados para identificar os locais de hotspots ao longo das estradas: Densidade acima de um limiar, Densidade em um grid, método de Malo, Agrupamento hierárquico de vizinhos mais próximos, Densidade de Kernel e Identificação de HotSpots 2D. Entre esses, a estimativa de densidade de Kernel é a mais utilizada para identificar *hotspots* (mais de 30% dos estudos), embora os estudos normalmente não incluam nenhuma medida de significância dos resultados de densidade. A estimativa de densidade de Kernel mede a densidade de atropelamentos ao longo de um trecho específico da estrada usando uma distância definida pelo usuário. Esta análise está disponível no programa SANET, uma extensão para o ArcGis. O segundo método mais utilizado é o método de Malo, que define quantos acidentes cada quilômetro da estrada deve ter para ser considerado um *hotspot* baseado numa distribuição de Poisson. Uma limitação deste método é que ele não está facilmente disponível em um programa estatístico. A análise de Identificação de HotSpot 2D compara o padrão espacial observado com aleatorizações dos dados considerando uma distribuição uniforme de probabilidades para determinar a significância estatística

dos *hotspots*. Esta análise está disponível no programa SIRIEMA, um pacote gratuito e com uma interface mais amigável. Uma abordagem mais coerente para identificar os locais com maior mortalidade é primeiro avaliar a presença de agregações de atropelamentos no espaço para então localizar as maiores concentrações. A avaliação da acurácia destes métodos e a comparação da facilidade de acesso e uso dos programas que os disponibilizam são importantes para orientar os pesquisadores na escolha do método a ser utilizado, trabalho atualmente em andamento.

Abstract

Mortality caused by wildlife-vehicle collisions have been pointed out as more important than road avoidance for population's persistence due to substantial effects on population density. The identification of road-kill hotspots is one approach used to determine the location of many mitigation measures. If hotspots locations are not well identified, an important amount of money may be wasted, mortality may not be reduced and the credibility of mitigation will be compromised. Our goal here was to enumerate the different methods used to describe road-kill spatial pattern and locate hotspots, describing some potential advantages and limitations of the most common methods and also the available softwares to use them. We found 43 studies on wildlife-vehicle collisions that included the identification of road sections with higher mortality (hotspots), from which 26 also present some analysis to test the occurrence of road-kill spatial clustering. Ten methods were used to evaluate the occurrence of clustering of road-kill data: Ripley's K, Malo's method, Moran's I, Nearest Neighbour Distances, Nonparametric Kolmogorov-Smirnov test, Getis-Ord Gi, Chi-square, Geary's C, Neumann's serial autocorrelation statistics and Green Index. K Ripley's test (also called network K function) is the most common method used, appearing in 30% of the studies that carried out some analysis for testing data clustering, followed by nearest neighbour methods. This test is available at SANET (Spatial Analysis Along Networks, <http://sanet.csis.u-tokyo.ac.jp/>) and SIRIEMA (www.ufrgs.br/biociencias/siriema). We listed six methods used to identify the locations of hotspots along roads: Road-kill density on road stretches above a threshold, Collision density within a grid, Malo's method, Nearest neighbor hierarchical clustering, Kernel density analysis and 2D HotSpot Identification Analysis. Among these methods, kernel density estimation is the most used to identify hotspots (more than 30% of the studies), although studies usually did not include any measure of significance of the density results. Kernel density estimation measures the density of road-kills along a specific road segment using a user-defined search distance. This analysis is available at SANET, an extension for ArcGis software commonly used by road ecologists. The second most used is Malo's method, which tests the hypothesis that the likelihood of collisions shows a Poisson distribution and then defines how many accidents a road section must have to be considered a hotspot. A limitation of Malo's method is that it is not easily available in a statistical software. The 2D HotSpot Identification Analysis compares the spatial pattern observed with randomizations of the data considering a uniform probability distribution to determine the statistical significance of hotspots. This analysis is available at SIRIEMA software (www.ufrgs.br/biociencias/siriema), a free package with a user-friendly interface. A coherent procedure to identify locations to place mitigation measures would be first to test for the presence of clustering of road-kills and then to identify the places where these accidents are located. An evaluation of methods' accuracy and a comparison of the ease of access and use of the softwares available are important to guide researchers in choosing a method, which is currently underway.

Financiador: CAPES

RISCO DE MORTALIDADE E VOLUME DE TRÁFEGO: ANÁLISE APLICADA A ESPÉCIES COM DIFERENTES REQUISITOS ECOLÓGICOS

Flavio Zanchetta Ferreira¹, Clara Grilo^{1,2} & Eloy Revilla¹

¹ Departamento de Biología de la Conservación, Estación Biológica de Doñana (EBD-CSIC), Calle Américo Vespucio s/n, E-41092 Sevilla, España, ² Departamento de Biología & CESAM, Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal.

Autor para correspondência: ffzanchetta@gmail.com

Resumo

As estradas podem causar impacto na vida selvagem limitando o deslocamento de animais, por meio do atropelamento e efeito barreira. O tráfego de veículos é um dos fatores determinantes no risco de atropelamentos, sendo que cada espécie pode apresentar uma resposta diferente de acordo com a percepção que têm do perigo e da intensidade de tráfego. Neste estudo, avaliamos o risco de mortalidade frente ao tráfego para quatro espécies com distintos requisitos ecológicos: duas em que se espera maior capacidade de percepção de tráfego – coruja-das-torres (*Tyto alba*) e raposa (*Vulpes vulpes*) – e duas com menor capacidade de percepção esperada – ouriço-cacheiro (*Erinaceus europaeus*) e coelho-europeu (*Oryctolagus cuniculus*). Para isso utilizamos contagens de veículos por hora e de atropelamentos observados ao longo de 1000km de rodovias durante sete anos consecutivos (2003-2009). Ajustamos modelos candidatos usando Modelos Lineares Generalizados com distribuição binomial em amostras de segmentos com 1km para explicar o efeito do tráfego no risco de mortalidade. Comparamos o tráfego do dia em que ocorreu o atropelamento com o Volume Médio Diário Anual (VMDA) desse segmento de estrada para checar se a probabilidade de atropelamento é maior quando há mudanças no padrão de tráfego, utilizando o Teste t-Student. Para todas as espécies o risco de atropelamento diminui com o aumento do tráfego. Os atropelamentos de raposa e coelho-europeu ocorrem até volumes moderados de tráfego (<20000 VMDA), enquanto os de coruja-das-torres e ouriço-cacheiro ocorrem até volumes mais altos (40000 VMDA); ademais, os atropelamentos tem maior probabilidade de ocorrer quando o tráfego aumenta em relação à média anual, exceto para o ouriço-cacheiro. Os resultados demonstram que os atropelamentos são em parte dependentes do volume de tráfego, mas que a hipótese de espécies potencialmente sensíveis a distúrbios de tráfego não explica a relação entre os padrões de tráfego e a chance de mortalidade. Os resultados observados parecem estar relacionados a uma interação entre percepção e dispersão. A grande capacidade de dispersão promove uma maior probabilidade de raposas encontrarem novas estradas, porém seu comportamento antipredatório pode levá-las a evitar estradas com tráfego intenso. A combinação de baixa habilidade de dispersão e o comportamento antipredatório desenvolvido podem explicar a ocorrência de atropelamentos de coelhos-europeus apenas até intensidades moderadas de tráfego. Por outro lado, após a hibernação, ouriços-cacheiros deslocam-se para novas áreas, aumentando a probabilidade de encontrar estradas. A ausência de reação ao perigo pode levá-los a ignorar estradas movimentadas e tentar cruzá-las. Devido a sua audição desenvolvida, esperávamos que a coruja-das-torres tivesse uma boa percepção do movimento de veículos, possibilitando que evitassem estradas com

tráfego intenso. No entanto, a grande capacidade de dispersão combinada com a baixa percepção de risco dos subadultos pode explicar a ocorrência de cruzamentos em rodovias movimentadas. Baseado em nossas observações, sugerimos aplicar medidas para reduzir a mortalidade em estradas com baixo volume de tráfego (<5000 VMDA). Medidas para reduzir o efeito barreira devem ser aplicadas de acordo com os requisitos ecológicos da espécie alvo.

Abstract

Roads can cause an impact on wildlife constraining animal's movement, through road-kills and barrier effect. Vehicle traffic is a determining factor on road kill risk, but is species-specific due to different perception of danger and traffic intensity. In this study, we evaluated the risk of mortality in relation to traffic on four species with distinct life-history traits: two of them with an expected better traffic perception capacity – barn owl (*Tyto alba*) and red fox (*Vulpes vulpes*) – and two of them with lower expected capacity – hedgehog (*Eurhinaceus europaeus*) and European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). We used traffic counts by hour and road-kill records observed along 1000km of highways over seven consecutive years (2003-2009). We fit candidate models using Generalized Linear Models with a binomial distribution through a sample of segments with 1km to explain the effect of traffic volume on mortality risk. Additionally, we compared the traffic of road kill day with the Annual Average Daily Traffic (AADT) of that road segment to check if the probability of road kill was higher when there is a change in traffic pattern, using Student's-t Test. For all species, the risk of collisions with vehicles reduced as the traffic volume increase. Red fox and European rabbit road-kills occur up to moderate traffic volumes (<20000 AADT), whereas barn owls and hedgehogs occur up to higher traffic levels (40000 AADT); furthermore, road-kills are more likely to occur when traffic is higher than the annual mean, except for hedgehogs. The results show that road-kills are in part dependent on traffic volume but the hypothesis of species potentially sensitive to traffic disturbance does not explain the relationship between traffic patterns and mortality chance. The observed results seem to be related to the combination of risk perception and dispersal capacity. The high dispersal capacity promotes a greater chance of foxes facing new roads, but the anti-predatory behaviour may lead them to avoid roads with high traffic flow. The combination of low dispersal capacity and developed anti-predatory behaviour may explain the occurrence of rabbit road-kills only up to moderate traffic volume. On the other side, after hibernation hedgehogs move to new areas and the probability to encounter roads increase. The lack of reaction to danger may lead them to ignore busy roads and try to cross over. Due to a developed sense of hearing, we expected barn-owls to show a high perception of vehicle movement, enabling them to avoid busy roads. However, the high dispersal ability combined with the low risk perception of sub-adults may explain road crossing over intense traffic. Based on our findings, we suggest to apply measures to reduce mortality in roads with low traffic volume (<5000 AADT). Measures to reduce the barrier effect should be applied regarding the life-history traits of each species.

MAGNITUDE E DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA MORTALIDADE DE FAUNA NAS RODOVIAS DE ACESSO AOS “PARQUES DA COPA” NO SUL DO BRASIL

Nicole da Rosa Oliveira, Brenda Rafaela Schmidt, Igor Pfeifer Coelho, Fernanda Zimmermann Teixeira, Paula Fabiana Pinheiro, Diana Letícia Pacheco Carvalho, Magnus Severo Machado & Andreas Kindel

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, Prédio 43411, sala 207. CEP 91501-970, Porto Alegre - RS, Brasil. Parque Aparados da Serra da Serra – ICMBio, Rodovia RS 429, km 18 – Itaimbezinho. CEP 95480-000, Cambará do Sul – RS, Brasil

Endereço para correspondência: nicole.rosa.bio@gmail.com

Resumo

Os Parques Nacionais dos Aparados da Serra e Serra Geral são margeados e fragmentados por quatro rodovias (CS-012, SC-450, RS-427 e CS-007) totalizando 66 km de estradas, sendo 17,5 km já pavimentados. Os Ministérios do Turismo e Meio Ambiente os incluíram como “Parques da Copa”, tendo como prioridade o investimento na pavimentação de três destas rodovias (40,5 km). Nosso objetivo é avaliar a mortalidade de fauna por atropelamento nessas rodovias antes das obras de pavimentação. Especificamente, estimar a magnitude de mortalidade, identificar as espécies de vertebrados atropelados, e identificar os principais períodos de agregação dos atropelamentos. Entre maio de 2012 e setembro de 2013 realizamos monitoramentos quinzenais, utilizando um veículo a uma velocidade entre 30 e 40 km/h, com um motorista e dois observadores. Para estimar a magnitude da mortalidade em cada uma das quatro estradas, calculamos uma taxa diária de mortalidade (λ) a partir do número de carcaças registradas e considerando a capacidade de detecção e o tempo de remoção característico das carcaças (Tr), calculados a partir de experimentos em trechos pavimentados e não pavimentados. Avaliamos a distribuição temporal dos atropelamentos através de análise circular no software ORIANA 4.0, onde foi estimada a intensidade da concentração de atropelamentos (r) e realizado o Teste de Uniformidade de Rayleigh (Z) para avaliar a significância do período médio em relação a uma distribuição uniforme de atropelamentos no tempo. Registramos 142 carcaças, sendo 97 anfíbios, 26 répteis, 10 mamíferos e nove aves, totalizando 30 espécies já identificadas. A proporção de detecção foi de 28% para trechos não pavimentados e 58% para trechos pavimentados, enquanto o tempo característico de remoção (Tr) foi de 1,33 dias para trechos não pavimentados e 2,7 dias para trechos pavimentados. Assim, a taxa de mortalidade diária corrigida foi de 6,68 animais e a magnitude total de mortalidade estimada para as quatro estradas de 2.437,77 animais/ano, resultando em 36,95 indivíduos/km/ano. A rodovia CS-012 apresentou maior magnitude, estimada em 1.200,67 animais/ano (18,19 ind./km/ano). O período de maior mortalidade se concentrou entre a última quinzena de outubro e a última de novembro ($Z= 30,325$; $P< 0,001$), com período médio estimado para a primeira quinzena de novembro ($r= 0,518$). A magnitude da mortalidade estimada dentro das UCs e em seu entorno demonstra que são necessárias novas ações de mitigação e o monitoramento das medidas já existentes para avaliar sua efetividade e indicar possíveis adequações. Com o avanço das obras de pavimentação espera-se o aumento do fluxo de veículos e sua velocidade, aumentando a magnitude do impacto. Portanto, a contínua avaliação

dos atropelamentos durante toda a fase de pavimentação e após a sua completa implementação possibilitará a identificação de padrões espaciais de agregação e a confirmação, ou não, dos períodos de agregação identificados até o momento.

Abstract

Aparados da Serra and Serra Geral are National Parks bordered and fragmented by four roads (CS-012, SC-450, RS-427 e CS-007) totaling 66 km, with 17.5 km already paved. Ministries of Tourism and Environment appointed these parks as “World Cup’s Parks”, a project which priority is pave three of these roads (40.5 km). Our goal is to evaluate the road-kill on these roads before its paving. Specifically, assess the magnitude of road mortality, identify road-killed vertebrate species and the main aggregation period road-kills. From May 2012 to October 2013, we surveyed the four roads fortnightly by car, with a driver and two observers at speeds ranging from 30 km/h to 40 km/h. To evaluate the magnitude of road mortality at each road we calculated, using the R software, a daily mortality rate (λ) from the number of carcasses recorded, considering observers’ detection and removal characteristic time of carcasses (Tr) calculated from experiments on paved and unpaved road stretches. Temporal distribution of road-kills aggregations (r) was analyzed using the ORIANA 4.0 software, and Uniformity Rayleigh Test (Z) was performed to evaluate the significance of the average period regarding a uniform distribution of road-kill in time. We recorded 142 carcass, which 97 were amphibians, 26 reptiles, 10 mammals and nine birds, totaling 30 species. The ratio of detection was 28% for unpaved road stretches and 58% for paved stretches, while removal characteristic time of carcasses (Tr) was 1.33 days for unpaved stretches and 2.7 days for paved stretches. Thus, the mortality rate calculated incorporating these factors was 6.68 animals/day, whilst the magnitude of mortality on these roads was 2,437.77 animals/year, which means 36.95 individuals/km/year. The highest road-kill magnitude was estimated to CS-012 road, which was 1,200.67 animals/year(18.19 ind./km/year). Road-kills were significantly concentrated between the last half of October and the last of November ($Z= 30.325$; $P< 0.001$), with a mean concentration period estimated in the first fortnight of November ($r= 0.518$). The road-kill magnitude estimated within and around the National Parks shows that the implementation of new mitigation measures, as well as the monitoring of the ones already implemented, are necessary to evaluate its effectiveness and identify possible adequacies. With the progress of road paving an increase of vehicles’ flow and speed is expected; therefore, increasing the magnitude of the road-kill impact. Hence, a continuous evaluation of road-kills throughout the paving phase and after its complete implementation will allow the identification of mortality spatial patterns and will confirm, or not, the periods of aggregation identified thus far.

Financiadores: ICMBio, PNUD, Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza

ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO DA HERPETOFAUNA ATROPELADA NA MG-440, DISTRITO DE SANTO ANTÔNIO DO LEITE, OURO PRETO – MG

**Krishna Graciane Ferreira; Maria Rita Silvério Pires & Antônio Jorge do
Rosário Cruz**

Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Campus Morro do Cruzeiro, Bauxita, CEP: 35400-000, Ouro Preto-MG

Autor para correspondência: kgfdeop@yahoo.com.br

Resumo

As rodovias interferem em diversos fatores em um ecossistema dentre eles estão a perda populacional das espécies, a atração de animais para o entorno, e no deslocamento natural do animal. Recentemente, as estradas rurais de Ouro Preto vêm recebendo intenso fluxo veicular, sendo observadas as carcaças de animais ao longo das estradas. O objetivo deste trabalho foi avaliar se a presença de pavimentação da estrada interfere na frequência de atropelamentos e identificar as espécies da herpetofauna que são frequentemente atropelados. Nesse sentido, foram coletadas 3 vezes por semana, no percurso de 13,5 quilômetros, as carcaças de animais atropelados na estrada MG 440, localizada nos distritos de Santo Antônio do Leite, Cachoeira do Campo e Engenheiro Correia. As carcaças foram fotografadas e anotadas os dados referentes ao local. Como resultado, obteve-se 11 espécimes de anfíbios e 39 de répteis, com taxa de atropelamento de 0,07 indivíduos/km/dia. Dentre os anfíbios, foram encontrados 9 anuros e 2 gimnofionos, correspondendo a 4 espécies, sendo o gênero *Rhinella*, os mais abundantes. Dentre os répteis, 23 eram serpentes, 15 lagartos e uma anfisbênia, correspondendo a 15 espécies, sendo frequente a serpente *Atractus pantostictus*. Observou-se que 68% das carcaças encontravam-se no trecho pavimentado, porém, não houve diferença estatística entre o número de carcaças encontradas e a pavimentação ($T=-0,991$; $df=6$; $p=0,360$). Das espécies encontradas, 87,5% vive em ambiente florestal e são animais terrestres, incluindo dois répteis fossoriais e um anuro escavador. Além disso, outros fatores podem influenciar a ocorrência de atropelamentos, como a taxa de deslocamento e o período reprodutivo.

Abstract

The highways interfere with several factors in an ecosystem among them are the loss of the species, the attraction of animals to the environment, and the natural movement of the animal. Recently, the rural roads of Ouro Preto been receiving heavy vehicular traffic being observed animal carcasses along roads. The objective of in presence study was to evaluate of paving the road interferes with the frequency of roadkill and identify species of herpetofauna that are often trampled. Accordingly, we collected three times a week, in the course of 13.5 kilometers, the carcasses of roadkill on the highway MG 440, located in the districts of Santo Antônio do Leite, Cachoeira do campo and Engenheiro Correia. Carcasses were photographed and recorded the data for the site. As a result, we obtained 11 specimens of amphibians and 39 of reptiles, rate trampling of 0.07 individuals/km/day. Among amphibians, found 9 frogs and 2 gimnofionos, representing 4 species, the genus *Rhinella*, the most abundant. Among the reptiles, 23 were snakes, 15 lizards and a anfisbênia, representing 15 species, with

frequent snake *Atractus pantostictus*. It was observed that 68 % of the carcasses were paved in the stretch, but there was no statistical difference between the number of carcasses found and paving ($t = -0.991$, $df = 6$, $p = 0.360$). Species found, 87.5 % live in the forest environment and are land animals, including two fossorial reptiles and anuro digger. In addition, other factors may influence the occurrence of roadkill, as the rate of displacement and reproductive period.

AVALIAÇÃO DO EFEITO DE BORDA CAUSADO PELA PRESENÇA DA RODOVIA SOBRE A COMUNIDADE DE MORCEGOS

Bruno Gil, Helio Secco, Rafael Laurindo & Wallace Beiroz

Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras – MG, Brasil

Autor para correspondência: bruno.usu@gmail.com

Resumo

Rodovias fragmentam paisagens naturais, alterando a estrutura da comunidade que vive na área sob influência das mesmas. Para determinadas espécies, a presença da rodovia pode ter efeitos positivos devido à formação de habitats favoráveis a elas, como por exemplo, áreas abertas e bordas. Animais com grande mobilidade estão mais susceptíveis a adentrar os limites da rodovia, aumentando assim a probabilidade de atropelamentos. Morcegos se comportam como mamíferos de grande porte, no que diz respeito à suas grandes áreas de vida, alta longevidade e baixa fecundidade, o que os tornam particularmente vulneráveis aos efeitos das rodovias. Apesar da ecologia de estradas ser um campo crescente de pesquisa, poucos estudos de impactos causados por rodovias em quirópteros foram conduzidos até o momento. Este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito marginal causado pela BR-101 sobre a diversidade de morcegos da Reserva Biológica União (Rebio União) ao longo de diferentes faixas de distância da rodovia, em áreas florestadas e áreas impactadas pela plantação de eucaliptos. A Reserva se encontra na porção centro-norte do Estado do Rio de Janeiro, sendo uma unidade de conservação com 2922 hectares de área sob domínio do bioma Mata Atlântica, a qual é cortada em aproximadamente sete km pelo traçado da BR-101. As coletas foram realizadas em seis pontos amostrais, sendo três áreas florestadas (mata) e três de plantação de eucaliptos (eucalipto). A amostragem utilizou redes de neblina de 12 metros de comprimento dispostas em transectos, com distancias de 0-50, 250-300 e 500-600 metros da rodovia em conjuntos de cinco redes paralelas a rodovia. O esforço amostral total foi de 19440 m²*horas*redes. O índice de diversidade de Shannon (H) para a mata (H=0,80) e para eucalipto (H=0,82) foram muito semelhantes, não indicando diferença significativa. Nos tratamentos entre as distâncias, o PCA demonstrou que a maior variação entre as áreas esta relacionada a abundância, com o PC1 explicando 84% da variação dos dados. Tanto o ANOSIM (p=0,04) quanto a Análise de Agrupamentos mostraram que apenas as áreas localizadas nas distâncias intermediárias (250-300 metros) diferiram em composição e abundância em relação às outras faixas de distância. Acreditamos que a semelhança entre as distâncias de 0-50 metros e 500-600 metros da rodovia se deve ao fato de que a maior parte das áreas a 500-600 metros de distancia eram bordas de mata assim como as áreas em contato com a rodovia. Em contrapartida as áreas da faixa intermediária de 250-300 metros, sempre estavam localizadas no interior de áreas florestadas. Nossos resultados sugerem que a comunidade de morcegos responde a presença da rodovia da mesma forma como responde a uma borda de mata. Logo, o efeito de borda é fator preponderante para a mudança na abundância e riqueza de morcegos da Rebio União na área próxima à rodovia BR-101.

Abstract

Roads fragment natural landscapes, changing community structure that lives in road influence zone. For some kind of species roads may be positive effects due the creation of favorable habitats like open spaces. High mobility animals are more likely to enter in road network zone, increasing road kill mortality probability. Bats behave like big mammals, with respect to its large life areas, high mobility and low fecundity, made them particularly vulnerable to road effects. Despite road ecology be a growing research field, there are few works on road effects in bats. The aim of this study is evaluate the marginal effects of BR-101 in the bat diversity of wildlife reserves Reserva Biológica União (Rebio União) along different distances of the road, in forested areas and areas impacted by eucalyptus cultivation. The Reserves is located in north-central region of Rio de Janeiro State, having 2,922 hectares under the Mata Atlantica Rainforest Biome, being cut seven km by the road. The field data are collected in six points, three in forested areas (forest) and three in eucalyptus cultivation (eucalyptus), with 12m mist nets willing in transects of 0-50, 250-300 and 500-600 meters of the road forested areas, with five mist nets in each point the transect. The diversity indices of Shannon for forest ($H=0.80$) and eucalyptus ($H=0.82$) were similar, showing no statistical difference. Between the distances of the road, PCA showed that the bigger variation among data were in abundance with the PC1 explaining 84% of variation. Both ANOSIM ($p=0.04$) and Neighbour Joining analysis showed that only the middle distances (250-300) are statistical different in relation to the others distances. We believe that the similarity between 0-50 and 500-600 meters probably is because both distances are sited in forest edges. On the other hand, all the middle distances are inside the forested areas. Ours results suggest that bat community responds to the road presence similarly to edge forest. Thus, edge effects are the predominant factor for changes in abundance and richness of bats from Rebio União near the road BR-101.

MONITORAMENTO DE MAMÍFEROS NO AEROPORTO DE JUNDIAÍ COM VISTAS À REDUÇÃO DO RISCO DE COLISÃO COM AERONAVES.

Camila Paula de Castilho & Wesley Rodrigues Silva

Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6109, CEP 13083-865, Campinas – SP, Brasil. DAESP – Departamento Aeroviário do Estado de São Paulo.

Autor para correspondência: camilapcastilho@gmail.com

Resumo

A presença de animais em sítios aeroportuários representa um sério risco de colisão, principalmente durante as atividades de pouso e decolagem das aeronaves. Colisões podem ocasionar danos materiais expressivos às aeronaves, além de perdas de vidas humanas. A maioria das colisões ocorre com aves no interior do sítio aeroportuário ou em sua redondeza, quando as aeronaves estão voando em baixa altitude. Considerando as colisões em terra, mamíferos são os principais responsáveis pelos danos ocasionados nestes eventos e, portanto, esforços de avaliação do perigo de colisão ocasionado por este grupo em aeroportos são imprescindíveis. Este estudo foi realizado no Aeroporto Estadual Comandante Rolim Adolfo Amaro (23°10'54"S, 46°56'37"W), na cidade de Jundiaí (SP) de março de 2010 a fevereiro de 2011, com o objetivo de realizar um levantamento de mamíferos de médio e grande portes presentes no interior do sítio aeroportuário. Parcelas de areia com formato quadrado (0,5 x 0,5m) foram distribuídas linearmente em porções das áreas de escape a uma distância de 50m entre si e vistoriadas mensalmente durante três dias consecutivos. Outros vestígios, como fezes, também foram considerados qualitativamente para o diagnóstico da riqueza de espécies. Em relação à lebre-européia, previamente diagnosticada como uma espécie de alto risco de colisão, foi realizado um sistema de varredura linear ao longo das áreas de escape para a contagem e remoção das pelotas fecais encontradas e registro geográfico com GPS. A área de vida da lebre-européia foi determinada ainda através do método do Mínimo Polígono Convexo e o uso espacial da área no ano e na estação seca e chuvosa através do método do Kernel Adaptativo. O levantamento diagnosticou a presença de três espécies nativas de mamíferos: o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), o lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) e a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), além de duas espécies exóticas: a lebre-européia (*Lepus europaeus*) e o cachorro-doméstico (*Canis familiaris*). A área de atividade das lebres nas áreas de escape foi estimada em 22,9 ha e em ambas as estações o uso do espaço foi mais intenso na área onde a cobertura vegetal foi mais densa e com um maior porte em altura ao longo do estudo. A presença de buracos no alambrado que circunda o sítio aeroportuário, bem como sua localização próxima à Reserva Biológica Municipal da Serra do Japi devem favorecer a entrada e permanência de mamíferos em seu interior. Para a lebre-européia, a existência de uma vegetação composta predominantemente por gramíneas e a falta de poda desta vegetação ao longo do ano aparentemente favorecem sua permanência no sítio aeroportuário, principalmente nas regiões onde esta vegetação lhe garante alimento e abrigo.

Abstract

The presence of animals in airports poses a serious risk of aircraft collision, especially during take offs and landings. Collisions can cause substantial material damage in aircrafts, besides losses of human life. Most collisions occur with birds inside the airport or in its surroundings, when airplanes are flying at low altitude. Considering the damage due to ground collisions, mammals play an important role in these events and, therefore, efforts that evaluate the risk of collision caused by them are paramount. This study was conducted at Comandante Rolim Adolfo Amaro State Airport (23°10'54"S, 46°56'37"W), in the city of Jundiaí, São Paulo state, from March 2010 to February 2011, in order to survey mid to large-size mammals present in the airport. Sand track stations (0.5 x 0.5 m) were distributed linearly in the runway safety area 50m apart from each other and inspected monthly for three consecutive days. Other tracks, such as feces, were also qualitatively considered for the diagnosis of species richness. In regard to the European hare, previously diagnosed as a hazard species, a linear scan over the runway safety area was carried out in order to count, collect and georeference the fecal pellets. Additionally, the home range of the hares was determined by the Minimum Convex Polygon Method and the use of space in the year and in both dry and wet seasons by the Adaptive Kernel Method. The survey identified the presence of three native mammal species: the crab-eating fox (*Cerdocyon thous*), the maned-wolf (*Chrysocyon brachyurus*) and the ocelot (*Leopardus pardalis*), as well as two exotic species: the European hare (*Lepus europaeus*) and the domestic dog (*Canis familiaris*). The home range of hares estimated for the runway safety area was 22.9 ha and the use of space was more intense where vegetation cover was denser and taller along the study. The presence of holes in the fence surrounding the airport and its proximity to the Serra do Japi Biological Preserve may facilitate the entry and the stay of mammals inside the facilities. For the European hare, the existence of vegetation consisting mainly of grasses and the lack of regular mowing over the year seem to favor its permanence in the airport, particularly in those areas where vegetation can provide food and shelter.

INFLUÊNCIA DO ESFORÇO AMOSTRAL NA DETECÇÃO DO PADRÃO ESPACIAL DE MORTALIDADE DA FAUNA NA RODOVIA ERS-486

Diana Letícia Pacheco Carvalho; Fernanda Zimmermann Teixeira, Igor Pfeifer Coelho, Isadora Beraldi Esperandio & Andreas Kindel

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9500, Setor 4, Prédio 43411, Sala 207, CEP 91501-970. Porto Alegre, RS.

Endereço para correspondência: diana.leticia.kp@gmail.com

Resumo

Análises espaciais de atropelamento podem ser utilizadas no licenciamento para que medidas mitigadoras sejam aplicadas nos locais com maior agregação e recursos não sejam desperdiçados. Porém, não se sabe quanto é necessário coletar de informações: quantas campanhas, por quanto tempo e quando a rodovia deve ser monitorada. Por isso, nosso objetivo foi avaliar a influência do esforço amostral (frequência e período de observações e número de indivíduos registrados) sobre a estabilidade dos padrões espaciais detectados. Foi utilizada a base de dados da rodovia Rota do Sol (ERS-486/RST-453) para comparar padrões espaciais obtidos a partir de diferentes esforços amostrais. A coleta de dados ocorreu durante quatro dias consecutivos por mês durante um ano. Dividimos os dados em conjuntos com os seguintes esforços: conjunto completo de dados (referência, totalizando 41 dias), três conjuntos de dados com esforço mensal (variando de um a três dias consecutivos por mês, totalizando 31, 21 e 11 dias respectivamente), quatro conjuntos com esforço trimestral (dois conjuntos considerando o primeiro dia de monitoramento, totalizando quatro dias, e dois conjuntos considerando os quatro dias consecutivos de monitoramento, totalizando 16 dias) e oito conjuntos com esforço semestral (três conjuntos considerando o primeiro dia de monitoramento, totalizando dois dias, e cinco conjuntos considerando os quatro dias consecutivos de monitoramento, totalizando oito dias). Para testar a presença de agregação ao longo da rodovia com cada conjunto amostral foi utilizado o teste K de Ripley; e para localizar as agregações na rodovia foi utilizada a análise *Hotspot* bidimensional, ambas realizadas no *software* Siriema. Por fim, foi testada a similaridade entre os padrões espaciais detectados com cada esforço com o conjunto completo de dados, que foi considerado como referência, através de um teste de correlação com aleatorizações utilizando os valores de intensidade de agregação de cada conjunto amostral obtidos na análise *Hotspot*. O conjunto de 31 dias (amostragem mensal de quatro dias) apresentou a maior correlação com o conjunto referência (0,98) e o conjunto de dois dias (amostragem semestral de um dia, maio e novembro) apresentou a menor correlação (0,45), com $p < 0,001$ para todas as correlações. Quanto maior o número de dias monitorados e maior o número de carcaças, maior a correlação entre os *hotspots* encontrados nos conjuntos amostrais com o conjunto total de dados. Conjuntos de dados com baixo esforço amostral tiveram baixa estabilidade nos valores de correlação (variando de 0,45 a 0,81), enquanto conjuntos com maior esforço tiveram menor variação (de 0,86 a 0,96). Para esta rodovia, a partir do conjunto de dados mensal que considerou apenas o primeiro dia de monitoramento foi obtido um valor bastante alto de correlação (0,89), indicando que o monitoramento em dias consecutivos não é importante para aumentar a estabilidade. Comparações de

conjuntos de dados de outras estradas e com outros esforços, como, por exemplo, dados mensais com dados de 12 dias consecutivos, devem ser realizadas. A Instrução Normativa IBAMA 13/2013 indica monitoramentos mensais durante um ano, entretanto, caso monitoramentos mais curtos sejam satisfatórios para indicar os locais para mitigação, recursos e tempo podem ser poupados.

Abstract

Spatial analysis of road-kill can be used during environmental assessment for locating mitigation measures at sites with greater aggregation and not wasting resources. However, no one knows how much information need to be collected, for how many surveys, for how long and when the road should be monitored. Therefore, our goal in this study was to evaluate the influence of sampling effort (frequency and period of observations and number of individuals recorded) on the stability of spatial patterns detected. We used a database of Rota do Sol highway (ERS-486/RST-453) to compare spatial patterns identified from different sampling efforts. Data were collected over four consecutive days per month for a year. We divided the database in the following data sets: the complete data set (reference set, totaling 41 days), three data sets with monthly effort (ranging from one to three consecutive days per month, totaling 31, 21 and 11 days respectively), four data sets with quarterly effort (two sets considering the first day of monitoring, totaling four days, and two sets considering four consecutive days of monitoring, totaling 16 days) and eight data sets with semiannual effort (three sets considering the first day of monitoring, totaling two days, and five sets considering four consecutive days of monitoring, totaling eight days). To test if there is aggregation along the highway with each data set we used the K Ripley's test, and to locate aggregations along the highway we used bidimensional Hotspot analysis, both available at Siriema software. Finally, we used a correlation test with randomizations to test the similarity between hotspot intensity values obtained with each data set and the one obtained with the reference data set. The set of 31 days (monthly sampling during four days) had the highest correlation with the reference set (0.98), while the set of two days (semiannual sampling only in the first day of monitoring, in May and November) had the lowest correlation (0.45), with $p < 0.001$ for all correlations. As the number of days and carcasses increase, the greater the correlation between hotspots of different data sets and the complete data set. Data sets with low sampling effort had low stability in correlation values (ranging from 0.45 to 0.81), while sets with greater effort had less variation (0.86 to 0.96). For this road, the monthly data set that considered only the first day of monitoring showed a very high correlation (0.89), indicating that monitoring during consecutive days was not important to increase stability on results. Comparisons of data sets from other roads and with other efforts should be performed, such as, a monthly data set during one year versus 12 consecutive days for example. The IBAMA Normative Instruction 13/2013 indicates monthly monitoring for one year, however, if shorter monitoring is satisfactory to indicate the locations for mitigation, resources and time can be saved.

Financiadores: Instituto de Biociências – UFRGS, CAPES e Biolaw Consultoria Ambiental.

AVES ATROPELADAS NO TRECHO DA RODOVIA BR-101 QUE INTERCEPTA A RESERVA BIOLÓGICA DE SOORETAMA, NO ESPÍRITO SANTO

**Lucas Mendes Barreto¹, Ruan Preto Deolindo², José Nilton Silva³,
Marcel Redling Moreno² & Aureo Banhos¹**

¹Universidade Federal do Espírito Santo, Caixa Postal 16, CEP 29500-000, Alegre – ES, Brasil ²Reserva Biológica de Sooretama, Caixa Postal 108, CEP 29.927-000, Juncado – ES, Brasil ³Universidade de Vila Velha, CEP 29100-020, Vila Velha – ES, Brasil

Autor para correspondência: aureobs@gmail.com.br

Resumo

As estradas são um dos principais fatores de perda biodiversidades terrestre no mundo. A fragmentação de habitats por implantação de estradas pode conferir limitações para dispersão, migração e fluxo gênico das espécies. O atropelamento de fauna é das principais causas diretas de mortalidade de vertebrados. Aves é um dos grupos de vertebrados mais afetados pelos atropelamentos. No Brasil, cerca de 450 milhões de animais selvagens morrem por ano nas rodovias que cortam o país. No norte do Estado do Espírito Santo, um trecho de 5,1 km da rodovia BR-101 intercepta a Reserva Biológica de Sooretama (RBS). O objetivo do presente estudo foi levantar as espécies de aves atropeladas no trecho. A identificação das espécies de aves atropeladas foi realizada através dos registros fotográficos, coletados entre agosto de 2010 a setembro de 2013, através de monitoramentos a pé pelo acostamento da pista, nos dois lados da pista, realizados em dias úteis da semana, entre 7:00 e 9:00h da manhã. No trecho foi detectada uma taxa de 0,0721 indivíduos/km/dia aves atropeladas. Através dos registros fotográficos, foi possível identificar 42 espécies de aves atropeladas, com frequência de registro bem distribuídas entre elas. As espécies com maior frequência nos atropelamentos foram choquinha-de-flanco-branco (*Myrmotherula axillaris*) (11,65%) e bacurau (*Hydropsalis albicollis*) (7,76%), isso pode ser devido a maior abundância de indivíduos dessas espécies dentro da comunidade no entorno do ambiente viário. Espécies de alto interesse para conservação foram detectadas, como a tiriba-de-orelha-branca (*Pyrrhura leucotis*) (1,94%), que é considerada ameaçada em nível regional e nacional e quase ameaçada em nível global, e macuco (*Tinamus solitarius*) (2,91%), que é considerada ameaçada em nível regional e quase ameaçada em nível nacional e global. A rodovia pode ser um fator de grande ameaça as populações das espécies registradas, pois influencia diretamente nas taxas de mortalidade, colocando em risco a existência de suas populações no local.

Abstract

Roads are the main factors of terrestrial biodiversity loss in the world. Habitat fragmentation by road implementing can confer limitations for this dispersal, migration and gene flow of species. Road killed birds is the main cause of direct morality of vertebrates. Avian are a group of vertebrates that are most affected by roadkill. In Brazil, about 450 million wild animals die per year in the roads that cross the country. In the northern part of the state of Espírito Santo, a stretch of 5.1 km of the highway BR-101 intercepts the Biological Reserve of Sooretama (BRS). The objective of this study was to identify the bird species that are killed due to car collision in this stretch.

The identification of the roadkill bird species were done through photographic records collected between August 2010 to September 2013, by walking and monitoring along the side of the highway, on both sides. This was done on working days, between 7:00 and 9:00 a.m. In this stretch was detected a rate of 0.0721 individuals/km/day of road killed birds roadkill birds. Through photographic records, it was possible to identify 42 species of road killed bird, with a frequent record among them. The species most frequently road-killed were White-flanked Antwren (*Myrmotherula axillaris*) (11.65%) and Pauraque (*Hydropsalis albicollis*) (7.76%), this can be due to greater abundance of individuals of these species within the community around the road environment. Species of high conservation interest were detected, such as white-eared Parakeet (*Pyrrhura leucotis*) (1.94%) which is considered to be regionally and nationally threatened and globally near threatened, and Solitary Tinamou (*Tinamus solitaries*) (2.91%), which is considered to regionally threatened and nationally and globally near threatened. The highway can be a great factor that endangers the population of the registered species because it directly influences the mortality rates and endangered the existence of its local population.

Financiador: Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo - FAPES

A ESTRADA DO INFERNO SE TORNOU A RODOVIA DA MORTE: MAIS DE 42 MIL ANIMAIS ATROPELADOS POR ANO NO EXTREMO SUL DA BR-101

Brenda Rafaela Schmidt, Diana Letícia Pacheco Carvalho, Fernanda Zimmermann Teixeira, Igor Pfeifer Coelho, Juan Anza, Larissa Oliveira Gonçalves, Magnus Severo Machado, Nicole da Rosa Oliveira, Paula Fabiana Pinheiro, Andreas Kindel

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500, CEP 90040-060 Porto Alegre - RS, Brasil

Autor para correspondência: brenda.schmidt19@gmail.com

Resumo

Estrada do Inferno. Assim ficou conhecido o trecho mais ao sul da BR-101, entre Capivari do Sul e São José do Norte (RS) dada a dificuldade das viagens feitas pela estrada de terra e areia. Com a conclusão do asfaltamento em 2009, a região apresentou um crescimento populacional e do PIB superior à média do RS na última década. O asfaltamento também trouxe um aumento no tráfego e na velocidade de veículos, e a consequente mortalidade de fauna por atropelamento. Com a construção de um estaleiro em São José do Norte, é esperado um novo incremento no tráfego desta estrada e um possível aumento no número de animais atropelados. As campanhas de monitoramento deste estudo foram realizadas como condicionantes para instalação/operação do estaleiro da Estaleiros do Brasil Ltda., cuja construção está em andamento. Nosso objetivo é avaliar a composição, magnitude e distribuição espacial e temporal da mortalidade de fauna por atropelamento, bem como o fluxo de veículos, no período prévio a operação do estaleiro. Entre setembro de 2012 e agosto de 2013, realizamos campanhas mensais com dois observadores em um veículo a uma velocidade de 40 a 50 km/h para localizar as carcaças de répteis, aves e mamíferos atropelados, desconsiderando-se anfíbios devido à baixa capacidade de detecção por este método. Para estimar a mortalidade de vertebrados, foi calculada a taxa de mortalidade diária (λ) corrigida pela capacidade de detecção do método ($p = 0,59$) e tempo de persistência das carcaças na rodovia ($T_R = 1,77$ dias), parâmetros obtidos em experimentos com a disposição de carcaças na estrada. Avaliamos os trechos de maior concentração de atropelamentos através de análises K de Ripley e *2D HotSpot Identification* e os períodos de maior concentração através de análise circular. Instalamos três contadores de fluxo ao longo da estrada e a média de veículos por dia foi de 2916 entre Capivari do Sul e Palmares do Sul, 988 entre Palmares do Sul e Mostardas e 547 entre Mostardas e São José do Norte. Registramos 1451 vertebrados nativos atropelados (89 espécies), sendo 500 répteis (28 espécies), 480 aves (46 espécies) e 464 mamíferos (15 espécies). Assim, a taxa observada de atropelamentos foi de 0,43 atropelamentos/km/mês, enquanto a taxa estimada considerando a detecção e a remoção de carcaças foi de $\lambda = 12,6$ atropelamentos/km/mês. A mortalidade total estimada de vertebrados durante os doze meses de monitoramento na BR-101 foi de 42.439 animais. Os atropelamentos se concentraram entre Capivari do Sul e Mostardas e ocorreram principalmente entre novembro e fevereiro. Esta elevada mortalidade na BR-101 pode comprometer as populações locais de diversas espécies e

deve ser minimizada através de ações de mitigação devidamente direcionadas a partir da identificação dos locais e períodos com agregação de atropelamentos.

Abstract

Hell's Road. This was the name of the southward stretch of BR 101, between Capivari do Sul and São José do Norte cities, because of the difficulties of travelers to do that journey along dirt and sand road. With the paving conclusion in 2009, the region showed a population growth and the GDP was higher than the mean of Rio Grande do Sul State in the last decade. Paving also brought an increase of vehicles' flow and speed, and, consequently, increase of wildlife mortality. With the shipyard construction at São José do Norte city, it is expected a new increase of traffic and roadkills. The monitoring surveys were conducted as conditions for shipyard installation and operation of Estaleiros do Brasil Ltda., which construction is underway. Our goal is to evaluate the composition, magnitude and spatial and temporal distribution of road-kill mortality, as well as the flow of vehicles, in the period before the operation of the shipyard. Between September of 2012 and August of 2013, we realized monthly surveys with two observers in a vehicle at a speed of 40-50 km/h in order to locate reptile, birds and mammals carcasses, disconsidering amphibians due to it is low detectability by this method. To estimate vertebrates mortality, the daily rate of mortality (λ) was calculated, and corrected by the detectability capacity of the method ($p = 0.59$) and persistence time of carcasses on the road ($T_R = 1.77$ days), parameters were obtained from experiments with carcass placement on the road. We evaluate the stretches with aggregation of road kill through Ripley's K analysis and *2D HotSpot Identification* and the periods of greater concentration using circular analysis. We installed three flow counter along the road and the average vehicles per day was 2,916 between Capivari do Sul e Palmares do Sul, 988 between Palmares do Sul and Mostardas and 547 between Mostardas and São José do Norte. We recorded 1,451 native vertebrate roadkills (89 species), 500 reptiles (28 species), 480 birds (46 species) and 464 mammals (15 species). Thus, observed rate of roadkills was 0.43/km/month, while the estimated rate considering the carcasses' detection and removal was $\lambda = 12.6$ /km/month. The total estimated mortality of vertebrates during the twelve months of monitoring was 42,439 animals. Roadkills were concentrated between Capivari do Sul and Mostardas and occurred mainly between November and February. This high mortality at BR-101 may affect local populations of several species and must be offset through mitigation actions properly directed from the identification of sites and periods of roadkills aggregation.

Financiador: IB-UFRGS, LO Consultoria Ambiental

RÉPTEIS ATROPELADOS NA BR-050, TRECHO UBERLÂNDIA-UBERABA, MG, BRASIL

Ana Paula Silva Borges, Carine Firmino Carvalho & Ana Elizabeth Iannini
Custódio

Universidade Federal de Uberlândia, Caixa Postal: 593, CEP: 38 400-902 Uberlândia – MG, Brasil

Autor para correspondência: anapaulasbio@hotmail.com

Resumo

Atualmente, o atropelamento de animais silvestres tem sido um dos maiores riscos à biodiversidade. Assim, os objetivos do presente trabalho foram: fazer levantamento dos répteis atropelados no trecho da BR-050 entre Uberlândia-Uberaba e calcular a taxa de atropelamento para o táxon. O monitoramento semanal ocorreu durante um ano, com um total de 8.400 Km percorridos em 42 viagens. O veículo seguiu com velocidade de 60Km/h, sempre com dois observadores. Foram encontradas 56 espécimes e dez espécies de répteis: *Salvator merianae* (N=8); *Amphisbaena alba* (N=3); *Boa constrictor amarali* (N=18); *Spilotes pullatus* (N=2); *Oxyrhopus guibei* (N=3); *Erythrolamprus poecilogyrus* (N=1); *Bothrops alternatus* (N=1); *Bothrops moojeni* (N=4); *Crotalus durissus collilineatus* (N=14); *Philodryas patagoniensis* (N=1), sendo que um espécime não foi identificado. A taxa de atropelamento de répteis por ida a campo foi de 0,006 ($\pm 0,009$) indivíduos/Km/dia e em média 1,333 ($\pm 1,959$) répteis. A taxa mensal de atropelamentos foi 0,025 ($\pm 0,021$) indivíduos/Km/mês e em média 5,167 ($\pm 4,260$) répteis por mês. A taxa anual de atropelamento foi de 0,28 indivíduos/Km/ano. As espécies mais atropeladas foram *Boa constrictor amarali*, *Crotalus durissus collilineatus* e *Salvator merianae*. *Boa constrictor amarali* também foi uma das espécies mais atropeladas em outros trabalhos, assim como *Crotalus durissus* e *Salvator merianae*. É importante ressaltar que a taxa de atropelamento está subestimada, devido à baixa biomassa dos répteis e elevada taxa de remoção dos mesmos e limitações de visualização impostas pela metodologia. Ainda muitos animais não morrem no momento da colisão.

Abstract

Actually, the running over of wild animals had been one of the worst trouble to biodiversity. Thus, the goals of the current were: survey the bowled over reptiles in the route BR-050 (Uberlândia-Uberaba) and calculate the rate of running over to the taxon. There was monitoring every week during one year, in a total of 8,400 Km traveled in 42 trips. The vehicle had speed of 60km/h with two observers. A total of 56 specimens were found and 10 reptiles species: *Salvator merianae* (N=8); *Amphisbaena alba* (N=3); *Boa constrictor amarali* (N=18); *Spilotes pullatus* (N=2); *Oxyrhopus guibei* (N=3); *Erythrolamprus poecilogyrus* (N=1); *Bothrops alternatus* (N=1); *Bothrops moojeni* (N=4); *Crotalus durissus collilineatus* (N=14); *Philodryas patagoniensis* (N=1), and another one wasn't identified. The rate of runned off reptiles by trip was 0.006 (± 0.009) individuals/Km/day and mean 1.333 (± 1.959), the monthly rate was 0.025 (± 0.021) individuals/Km/month and mean 5.167 (± 4.260) and the annual rate was 0.28 individuals/Km/year. The most bowled of species were *Boa constrictor amarali*, *Crotalus durissus collilineatus* e *Salvator merianae*. *Boa constrictor amarali* was also the most bowled off specie in other works, as *Crotalus durissus* e *Salvator merianae*.

It's importante to highlight that this rate is subestimated, due to low biomass and high remotion of the reptiles, because many organisms don't die at the exactly time that is bowled off, and visual limitations imposed by the methodology.

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS OCASIONADOS AO MEIO AMBIENTE: ECOLOGIA DE ESTRADAS, UMA REVISÃO SOBRE INDICADORES.

Taís Cristina Perez¹ & Guilherme Rossi Gorni²

¹ Centro Universitário de Araraquara – UNIARA, Caixa Postal 68, CEP 14801-320, Araraquara – SP, ² Docente Coordenador do Centro de Estudos Ambientais (CEAM); Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente (DCBS – UNIARA).

Autor para correspondência: taisperez.18@gmail.com.br

Resumo

Os atropelamentos são considerados responsáveis pela segunda maior causa de perda da biodiversidade da fauna em todo o planeta. No Brasil, país que tem a maior megadiversidade de espécies do mundo, os trabalhos sobre Ecologia de Estradas são muito recentes e quase sempre estão envolvidos com áreas de preservação. Este estudo teve por objetivo comparar parâmetros, obtidos através da pesquisa em artigos científicos e demais literaturas confiáveis sobre atropelamentos de animais silvestres. Dos trabalhos acadêmicos pesquisados, 71% apontam maiores índices de atropelamentos para a Classe Mammalia, onde as espécies *Didelphis* sp., e *Cerdocyon thous* são as mais frequentes. Cerca de 58% dos trabalhos, fizeram os monitoramentos em períodos de um ano ou tempo inferior, e somente 38,7% relacionam APA's ou reservas com as áreas de estudo. Além disso, 71% propõem implementação de medidas mitigatórias nas áreas amostradas. Através de todas estas informações e após a análise dos dados, pode-se concluir que este tipo de trabalho deveria receber maior incentivo, tanto das Concessionárias responsáveis pelas estradas, quanto da própria comunidade científica, e espera-se que futuros estudos sigam uma metodologia única, padronizando a velocidade o esforço amostral da pesquisa.

Abstract

The road kills are considered responsible for the second largest cause of loss of biodiversity of wildlife across the planet. In Brazil, a country that has the largest species in the world, mega diverse work on road ecology are very recent and almost always are involved with preservation areas. This study aimed to compare parameters, obtained through research in scientific articles and other reliable literature on roadkills of wild animals. Of academic papers surveyed, 71% point highest rates of road kill to the Mammalia class, where the species *Didelphis* sp. and *Cerdocyon thous* are the most frequent. About 58% of the works did the monitoring in periods of one year or less, and only 38.7% relate to APA's or reservations with the areas of study. In addition, 71% propose implementation of corrective measures in the areas sampled. Through all this information and after analyzing the data, we can conclude that this type of work should receive greater encouragement, both of the Dealers responsible for roads, as the scientific community itself, and it is expected that future studies follow a single methodology, standardizing the speed the sampling effort of research.



SISTEMA
URUBU

SEJA UM PARCEIRO

REB¹⁴

ROAD ECOLOGY BRAZIL

REALIZAÇÃO



APOIO



CENTRO BRASILEIRO DE ESTUDOS EM ECOLOGIA DE ESTRADAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS | MG | BRASIL
<http://cbee.ufla.br>