

Article

Nova Metodologia para Análise do Impacto do Atropelamento de Fauna: Estudo de Caso Paraty-Cunha

Gustavo Aveiro Lins ¹ * , Oscar Rocha Barbosa ² , Josimar Ribeiro de Almeida ³ 

¹ Doutor (Universidade do Estado do Rio de Janeiro); ORCID: 0000-0002-0244-6925; E-mail: gustavoaveiro@gmail.com

² Doutor (Universidade do Estado do Rio de Janeiro) ORCID: 0000-0001-7838-2393; E-mail: or-barbosa@hotmail.com

³ Doutor (Universidade do Estado do Rio de Janeiro); ORCID: 0000-0001-5993-0665; E-mail: almeida@poli.ufrj.br

*Correspondence: Tel. 55 21 996789674, gustavoaveiro@gmail.com

ABSTRACT

Highways are also associated with significant negative environmental impacts, especially deforestation and reduced wildlife. Among these negative effects, the mortality of the fauna by trampling stands out. Understanding the environmental impact caused by running over fauna is fundamental for the environmental management of highways. The purpose of this work is to propose a new methodology for assessing the environmental impact resulting from the trampling of fauna. As a case study, the proposed methodology was applied at different times during the restoration work on the Paraty-Cunha highway (RJ-165). Through the application of the methodology proposed in this thesis, it was possible to analyze, in an unprecedented way, the environmental impacts caused by the trampling of vertebrates on a highway, certainly providing more accurate and consistent results. It was evident that the environmental impacts caused by running over vertebrates on the Paraty-Cunha highway (RJ-165) proved to be relevant, as well as the existence of stretches that are more conducive to being run over by vertebrates not only quantitatively, but also qualitatively.

Keywords: ecology, fauna, impact assessment.

RESUMO

As rodovias também estão associadas a importantes impactos ambientais negativos, sobretudo desmatamento e redução da fauna. Dentre tais efeitos negativos, a mortalidade da fauna por atropelamento tem destaque. O entendimento do impacto ambiental causado pelo atropelamento da fauna é fundamental para o gerenciamento ambiental de rodovias. O propósito deste trabalho é propor uma nova metodologia de avaliação de impacto ambiental em decorrência do atropelamento da fauna. Como estudo de caso, a metodologia proposta foi aplicada em momentos distintos da obra de restauração da rodovia Paraty-Cunha (RJ-165). Por meio da aplicação da metodologia proposta nesta tese, foi possível analisar de uma forma inédita, os impactos ambientais causados pelo atropelamento de vertebrados em uma rodovia, certamente aportando resultados mais precisos e consistentes. Ficou evidente que os impactos ambientais causados pelo atropelamento de vertebrados na rodovia Paraty-Cunha (RJ-165), se mostrou relevante, e ainda a existência de trechos mais propícios ao atropelamento de vertebrados não só quantitativamente, mas também qualitativamente.

Palavras-chave: ecologia de estrada, fauna, impacto ambiental.



Submissão: 23/01/2019



Aceite: 29/03/2022



Publicação: 29/04/2022



1. Introdução

As estradas, no imaginário popular, estariam associadas a ideia de progresso e modernidade, num “raciocínio de que quanto mais estradas, melhor, não importando onde ou como” e que até algumas décadas atrás não fazia qualquer menção a nenhum aspecto ambiental dessas construções e sua operação (Prada, 2004). No entanto, as rodovias também estão associadas a importantes impactos ambientais negativos, sobretudo desmatamento e redução da fauna. Dentre tais efeitos negativos, a mortalidade da fauna por atropelamento tem destaque (Laurance et al., 2014; Fahrig & Rytwinski, 2009; Abra et al., 2018; 2019), isso porque, seu impacto é potencializado por eliminar indivíduos saudáveis das populações (Bujoczek et al., 2011), por isso, superando as pressões de predação (Bujoczek et al., 2011) e caça (Forman & Alexander, 1998), aumentando ainda mais o risco de extinção local dessas espécies (Huck et al., 2010; Jackson & Fahrig, 2011). Segundo Bager & Fontoura (2012), ocorrem aproximadamente 14,7 milhões de atropelamentos/ano em todo o território brasileiro em suas pouco mais de 1,7 milhões de quilômetros de estradas.

O entendimento do impacto ambiental causado pelo atropelamento da fauna é fundamental para o gerenciamento ambiental de rodovias, pois permite apoiar a tomada de decisão no que concerne à realização de medidas mitigadoras de maneira mais específica para a situação encontrada, otimizando recursos a serem feitos em medidas comprovadamente eficazes (Huijser et al., 2009; 2013). Tais características ganham maior relevância, sobretudo no Brasil onde a manutenção da maioria das rodovias está a cargo de órgãos públicos, com orçamento rotineiramente escasso (Bagatini, 2006).

Até o momento, a maneira usual e a legalmente exigida pelos órgãos ambientais de avaliar o impacto causado pela rodovia no atropelamento de fauna é simplesmente emitir um relatório que enumera os animais atropelados ou, na melhor das hipóteses, estabelecer uma relação entre a quantidade de animais atropelados por km de rodovia, não levando em conta a espécie, a característica e a função ecossistêmica destes animais atropelados.

O propósito deste trabalho é aplicar a metodologia de avaliação da significância do impacto causado pelo atropelamento da fauna silvestre em empreendimentos lineares, conforme proposto por Lins et al., (2018), de forma a avaliar a sua aplicação prática.

METODOLOGIA

A metodologia citada pode ser utilizada em várias condições, neste trabalho, optamos pela sua aplicação em diferentes trechos da rodovia Estrada Parque Paraty-cunha (RJ-165). A análise espacial dos atropelamentos permitirá posteriormente correlacionar a severidade dos atropelamentos com características da paisagem, ou com outras características relevantes do trecho analisado. A identificação dos locais de maior atropelamento é crucial para que se possa propor medidas mitigadoras (Bager et al., 2007), além disso, a localização destes pontos é fundamental para se investir na mitigação de maneira eficiente (Glista et al., 2009; Eberhardt et al., 2013).

A RJ-165 é uma rodovia do Estado do Rio de Janeiro que liga a BR-101 (rodovia federal – translitorânea) na altura da sede do município de Paraty ao município de Cunha no Estado de São Paulo. O seu traçado segue entrecortando o Parque Nacional da Bocaina (PNSB), o que confere a BR-101 a categoria de estrada parque. Apesar do PNSB se destacar pela presença de endemismos e espécies ameaçadas de extinção, até o momento o conhecimento sobre a sua fauna ainda é incipiente. Um levantamento de mamíferos de médio e grande porte do PNSB e entorno registrou 23 espécies (Leopoldo, 2010), dentre as quais 11 se encontram ameaçadas de extinção em alguma das listas consultadas, seja IUCN (2014), nacional (MMA, 2014) ou as Listas Estaduais do RJ (Bergallo et al., 2000) e SP (SMASP, 2009; Leopoldo, 2010). Ainda, nas campanhas de levantamento de fauna do presente empreendimento, foram registradas 48 espécies pertencentes a nove ordens (Delciellos et al., 2012; Fonseca et al., 2013)

Com o intuito de facilitar o monitoramento da estrada, a rodovia BR-101 foi dividida em trechos delimitados por estacas, conforme a figura abaixo.



Foto 1. Marcação dos trechos da rodovia BR-101 delimitados por estacas. Para as coordenadas veja artigo de Delciellos *et al.*, 2012.

No presente trabalho aplicaremos a metodologia proposta (Lins *et al.*, 2018), nos trechos delimitados pelas estacas conforme tabela 1.

Tabela 1. Divisão da rodovia em trechos e suas respectivas estacas

| Trecho | Estaca |
|--------|-----------|
| 1 | 1 a 49 |
| 2 | 50 a 99 |
| 3 | 100 a 149 |
| 4 | 150 a 199 |
| 5 | 200 a 249 |
| 6 | 250 a 299 |
| 7 | 300 a 349 |
| 8 | 350 a 399 |
| 9 | 400 a 449 |
| 10 | 450 a 499 |

RESULTADO

1º Passo – Definição da frequência de atropelamento

Para a execução da metodologia em relação aos trechos da rodovia utilizaremos os dados referentes ao monitoramento dos animais mortos por atropelamentos nas campanhas de agosto de 2015 a março de 2016.

Através da aplicação da equação 1 do artigo Lins *et al.*, (2018), proposta por Bager (2012) foi obtida a frequência de atropelamento por trecho, conforme descrito na tabela 2.



Tabela 2. Cálculo da frequência referente a cada trecho da rodovia

| Trecho | Animais atropelados | Estaca | Dias | N | Km | Tx | Tx (média) | Categoria |
|--------------------------|------------------------------------|--------|------|------|------|------|------------|-----------|
| 1 | <i>Rhinella icterica</i> | 25 | 9 | 3 | 0,98 | 0,34 | 0,47 | H |
| | <i>Anoura caudifer</i> | 13 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 33 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 3 | 10 | 6 | | 0,61 | | |
| | <i>Bothrops fonsecai</i> | 32 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 27 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 17 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 25 | | | | | | |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | 13 | | | | | | |
| | <i>Xenodon neuwiedii</i> | 6 | 10 | 3 | | 0,31 | | |
| | <i>Bothrops fonsecai</i> | 43 | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 43 | 9 | 5 | | 0,57 | | |
| | <i>Basileuterus culicivorus</i> | 5 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 39 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 16 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 39 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 26 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 35 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 8 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 35 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 11 | 10 | 10 | | 1,02 | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 9 | | | | | | |
| | <i>Furnarius rufus</i> | 2 | | | | | | |
| | <i>Synalaxis spixi</i> | 35 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 19 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 39 | | | | | | |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | 30 | | | | | | |
| <i>Rhinella icterica</i> | 22 | | | | | | | |
| <i>Dipsas incerta</i> | 49 | 10 | 3 | 0,31 | | | | |
| <i>Bothrops jararaca</i> | 25 | | | | | | | |
| <i>Rhinella icterica</i> | 31 | 10 | 1 | 0,31 | | | | |
| Roedor não identificado | 32 | 8 | 1 | 0,31 | | | | |
| 2 | <i>Gracilinanus microtarsus</i> | 85 | 9 | 2 | 0,98 | 0,23 | 0,71 | H |
| | <i>Bothrops fonsecai</i> | 85 | | | | | | |
| | <i>Echinanthera cephalostriata</i> | 54 | 10 | 4 | | 0,41 | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 74 | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 61 | | | | | | |
| | <i>Bothrops jararaca</i> | 76 | | | | | | |



| Trecho | Animais atropelados | Estaca | Dias | N | Km | Tx | Tx (média) | Categoria |
|------------------------------------|------------------------------------|--------|------|---|------|------|------------|-----------|
| | <i>Xenodon neuwiedii</i> | 92 | 10 | 4 | 0,98 | 0,41 | 1,71 | H |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 50 | | | | | | |
| | Serpente não identificada | 71 | | | | | | |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | 70 | | | | | | |
| | <i>Bothrops fonsecai</i> | 85 | 9 | 6 | | 0,68 | | |
| | <i>Thamnodynastes sp.</i> | 85 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 52 | | | | | | |
| | <i>Ophiodes striatus</i> | 90 | | | | | | |
| | <i>Caracara plancus</i> | 50 | | | | | | |
| | <i>Dipsas incerta</i> | 92 | 10 | 2 | | 0,20 | | |
| | <i>Xenodon neuwiedii</i> | 45 | | | | | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 87 | | | | | | |
| | Roedor não identificado | 83 | 3 | 3 | | 1,02 | | |
| | <i>Dipsas incerta</i> | 58 | | | | | | |
| | <i>Dipsas incerta</i> | 56 | | | | | | |
| | <i>Xenodon neuwiedii</i> | 71 | 1 | 2 | | 2,04 | | |
| Roedor não identificado | 66 | | | | | | | |
| 3 | <i>Enyalius sp.</i> | 141 | 10 | 3 | 0,98 | 0,31 | 1,71 | H |
| | <i>Echinanthera cephalostriata</i> | 147 | | | | | | |
| | <i>Bothrops fonsecai</i> | 103 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 100 | 10 | 1 | | 0,10 | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 142 | 9 | 3 | | 0,34 | | |
| | <i>Bothrops jararaca</i> | 118 | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 129 | | | | | | |
| | <i>Micrunus decoratus</i> | 131 | 10 | 5 | | 0,51 | | |
| | Roedor não identificado | 105 | | | | | | |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | 130 | | | | | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 140 | | | | | | |
| | <i>Echinanthera sp.</i> | 142 | | | | | | |
| | Roedor não identificado | 140 | 3 | 2 | | 0,68 | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 108 | | | | | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 145 | 1 | 5 | | 5,10 | | |
| | Morcego não identificado | 143 | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 141 | | | | | | |
| <i>Echinanthera cephalostriata</i> | 131 | | | | | | | |
| <i>Micrunus decoratus</i> | 103 | | | | | | | |
| 4 | Mamífero não identificado | 150 | 9 | 5 | 0,98 | 0,57 | 0,59 | H |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 152 | | | | | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 190 | | | | | | |
| | <i>Clytolaema rubricauda</i> | 180 | | | | | | |



| Trecho | Animais atropelados | Estaca | Dias | N | Km | Tx | Tx (média) | Categoria | |
|--------------------------|------------------------------------|--------|------|------|------|------|------------|-----------|------|
| | Serpente não identificada | 184 | 10 | 7 | 0,98 | 0,71 | 0,38 | H | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 184 | | | | | | | |
| | <i>Micrunus decoratus</i> | 153 | | | | | | | |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | 147 | | | | | | | |
| | <i>Oxyrhopus clathratus</i> | 180 | | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 174 | | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 150 | | | | | | | |
| | Lagarto não identificado | 155 | 10 | 3 | | 0,31 | | | |
| | <i>Proceratophrys boiei</i> | 161 | | | | | | | |
| | Lagarto não identificado | 126 | | | | | | | |
| | <i>Xenodon neuxiedii</i> | 161 | 9 | 2 | | 0,23 | | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 178 | | | | | | | |
| | Rodedor não identificado | 193 | 3 | 2 | | 0,68 | | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 188 | | | | | | | |
| | <i>Echivanthera cephalostriata</i> | 174 | | | | | | | |
| <i>Bothrops fonsecai</i> | 181 | 1 | 1 | 1,02 | | | | | |
| 5 | <i>Anoura caudifer</i> | 230 | 9 | 1 | 0,98 | 0,11 | 0,38 | H | |
| | <i>Bothrops jararaca</i> | 230 | 10 | 7 | | | | | 0,71 |
| | <i>Atractus francoi</i> | 206 | | | | | | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 240 | | | | | | | |
| | <i>Bothrops jararaca</i> | 208 | | | | | | | |
| | <i>Thammodynastes nattereri</i> | 227 | | | | | | | |
| | <i>Oxyrhopus clathratus</i> | 217 | | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 245 | | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 206 | 10 | 4 | | | | | 0,41 |
| | <i>Atractus francoi</i> | 206 | | | | | | | |
| | <i>Mussurana montana</i> | 206 | | | | | | | |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | 240 | | | | | | | |
| | <i>Rhinella icterica</i> | 226 | 10 | 3 | | | | | 0,31 |
| | <i>Dipsas incerta</i> | 236 | | | | | | | |
| | Roedor não identificado | 242 | | | | | | | |
| <i>Didelphis aurita</i> | 202 | 3 | 1 | 0,34 | | | | | |
| 6 | <i>Oligoryzomys sp.</i> | 263 | 9 | 1 | 0,98 | 0,11 | 0,42 | H | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 283 | 10 | 11 | | | | | 1,12 |
| | <i>Atractus francoi</i> | 285 | | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 268 | | | | | | | |
| | Serpente não identificada | 275 | | | | | | | |
| | <i>Echivanthera cephalostriata</i> | 261 | | | | | | | |
| | Anfíbio não identificado | 250 | | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 299 | | | | | | | |



| Trecho | Animais atropelados | Estaca | Dias | N | Km | Tx | Tx (média) | Categoria | | | |
|--------|-----------------------------------|--------|------|---|------|------|------------|-----------|----|------|------|
| | Serpente não identificada | 293 | | | | | | | | | |
| | Lagarto não identificado | 256 | | | | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 296 | | | | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 293 | | | | | | | | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 295 | | | | | | | 10 | 1 | 0,10 |
| | <i>Roedor não identificado</i> | 293 | | | | | | | 3 | 1 | 0,34 |
| 7 | <i>Atractus francoi</i> | 329 | 10 | 4 | 0,98 | 0,41 | 0,26 | G | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 329 | | | | | | | | | |
| | <i>Thammodynastes nattareri</i> | 348 | | | | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 341 | | | | | | | | | |
| | <i>Echinathera cephalostriata</i> | 345 | 10 | 2 | | 0,20 | | | | | |
| | <i>Echinathera cephalostriata</i> | 350 | 10 | 1 | | 0,10 | | | | | |
| | <i>Salvator merianae</i> | 302 | | | | 3 | | | 1 | 0,34 | |
| 8 | <i>Oxyrhopus clathratus</i> | 360 | 9 | 2 | 0,98 | 0,23 | 0,16 | G | | | |
| | <i>Bothrops jararaca</i> | 360 | | | | | | | | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 378 | 10 | 1 | | 0,10 | | | | | |
| | <i>Didelphis aurita</i> | 389 | 10 | 2 | | 0,20 | | | | | |
| | <i>Enyalius sp.</i> | 366 | | | | | | | | | |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | 364 | 10 | 1 | | 0,10 | | | | | |
| 9 | <i>Bothrops jararaca</i> | 430 | 10 | 2 | 0,98 | 0,20 | 0,14 | G | | | |
| | Lagarto não identificado | 413 | | | | | | | | | |
| | <i>Atractus francoi</i> | 438 | 10 | 1 | | 0,10 | | | | | |
| | <i>Micrurus corallinus</i> | 432 | 9 | 1 | | 0,11 | | | | | |
| 10 | Não houve atropelamento | | | | | 0 | 0 | A | | | |

2º Passo – Definição da severidade

Para a definição da severidade, inicialmente é preciso conhecer os dados referentes a composição da fauna local e seu respectivo índice de constância, conforme preconizado por Dajoz (1972), tais dados estão descritos na tabela 3.

Tabela 3 - Levantamento de vertebrados e seus respectivos índices de constância.

| MAMÍFEROS | | | |
|------------------------------|---------------------|-------------------|---------------|
| Espécie | N. total/indivíduos | Índice constância | Classificação |
| <i>Didelphis aurita</i> | 18 | 23,38 | Acidental |
| <i>Marmosops incanus</i> | 4 | 5,19 | Acidental |
| <i>Akodon serrensis</i> | 4 | 5,19 | Acidental |
| <i>Delomys sp.</i> | 22 | 28,57 | Acessória |
| <i>Euryoryzomys russatus</i> | 7 | 9,09 | Acidental |
| <i>Rhipidomys mastacalis</i> | 5 | 6,49 | Acidental |
| <i>Cerdocyon thous</i> | 1 | 1,30 | Acidental |



| <i>Gracilinanus microtarsus</i> | 1 | 1,30 | Acidental |
|-------------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------|
| <i>Metachirus nudicaudatus</i> | 2 | 2,60 | Acidental |
| <i>Blarinomys sp.</i> | 1 | 1,30 | Acidental |
| <i>Trinomys dimidiatus</i> | 2 | 2,60 | Acidental |
| <i>Alouatta guariba</i> | 1 | 1,30 | Acidental |
| <i>Cavia sp.</i> | 1 | 1,30 | Acidental |
| <i>Philander frenatus</i> | 3 | 3,90 | Acidental |
| <i>Akodon cursor</i> | 1 | 1,30 | Acidental |
| <i>Chironectes minimus</i> | 1 | 1,30 | Acidental |
| <i>Dasybus novemcinctus</i> | 1 | 1,30 | Acidental |
| <i>Tayassu pecari</i> | 1 | 1,30 | Acidental |
| <i>Puma concolor</i> | 1 | 1,30 | Acidental |
| ANFÍBIOS | | | |
| Espécie | N. total/indivíduos | Índice constância | Classificação |
| <i>Hylodes phyllodes</i> | 2 | 3,08 | Acidental |
| <i>Hylodes nasus</i> | 12 | 18,46 | Acidental |
| <i>Cycloramphus boraceiensis</i> | 4 | 6,15 | Acidental |
| <i>Scinax tupinamba</i> | 4 | 6,15 | Acidental |
| <i>Ischnocnema parva</i> | 15 | 23,08 | Acidental |
| <i>Ischnocnema guentheri</i> | 4 | 6,15 | Acidental |
| <i>Paratelmatobius gaigeae</i> | 6 | 9,23 | Acidental |
| <i>Brachycephalus hermogenesi</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Bockermanohyla circumdata</i> | 2 | 3,08 | Acidental |
| <i>Scinax obtriangulatus</i> | 3 | 4,62 | Acidental |
| <i>Leptodactylus marmoratus</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Ischnocnema boehnei</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Rhinella icterica</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Haddadus binotatus</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Proceratophrys appendiculata</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Aplastodiscus callipygius</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Aplastodiscus perviridis</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Hypsiboas faber</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Scinax v-signatus</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Hylodes asper</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Leptodactylus marmoratus</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| <i>Paratelmatobius gaigeae</i> | 1 | 1,54 | Acidental |
| RÉPTEIS | | | |
| Espécie | N. total/indivíduos | Índice constância | Classificação |
| <i>Ophiodes striatus</i> | 1 | 20 | Acidental |
| <i>Atractus francoi</i> | 1 | 20 | Acidental |
| <i>Oxyrhopus clathratus</i> | 1 | 20 | Acidental |



| <i>Tomodon dorsatus</i> | 1 | 20 | Acidental |
|---------------------------------|---------------------|-------------------|---------------|
| <i>Bothrops fonsecai</i> | 1 | 20 | Acidental |
| AVES | | | |
| Espécie | N. total/indivíduos | Índice constância | Classificação |
| <i>Tinamus solitarius</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Crypturellus obsoletus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Odontophorus capueira</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Cathartes aura</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Coragyps atratus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Leptodon cayanensis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Rupornis magnirostris</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Spizaetus tyrannus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Milvago chimachima</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Aramides cajanea</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Aramides saracura</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Cariama cristata</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Patagioenas picazuro</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Patagioenas plumbea</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Leptotila rufaxilla</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Pyrrhura frontalis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Brotogeris tirica</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Pionopsitta pileata</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Piaya cayana</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Megascops choliba</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Phaethornis ruber</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Phaethornis eurynome</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Eupetomena macroura</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Florisuga fusca</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Stephanoxis lalandi</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Thalurania glaucopis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Chytolaema rubricauda</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Trogon viridis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Trogon surrucura</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Ramphastos vitellinus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Ramphastos dicolorus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Pteroglossus bailloni</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Veniliornis spilogaster</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Mackenziaena leachii</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Thamnophilus caeruleus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Dysithamnus stictothorax</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Dysithamnus mentalis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |



| | | | |
|------------------------------------|---|------|------------------|
| <i>Dysithamnus xanthopterus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Myrmotherula gularis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Drymophila ferruginea</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Drymophila genei</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Pyriglena leucoptera</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Myrmeciza squamosa</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Conopophaga lineata</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Conopophaga melanops</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Grallaria varia</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Chamaeza campanisona</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Chamaeza ruficauda</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Sittasomus griseicapillus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Dendrocolaptes platyrostris</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Xiphorhynchus fuscus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Lepidocolaptes squamatus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Synallaxis ruficapilla</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Synallaxis spixi</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Philydor atricapillus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Anabazenops fuscus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Cichlocolaptes leucophrus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Lochmias nematura</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Heliobletus contaminatus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Xenops rutilans</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Mionectes rufiventris</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Leptopogon amaurocephalus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Hemitriccus diops</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Todirostrum poliocephalum</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Phyllomyias virescens</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Camptostoma obsoletum</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Phylloscartes oustaleti</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Platyrinchus mystaceus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Myiophobus fasciatus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Hirundinea ferruginea</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Lathrotricus euleri</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Myiodynastes maculatus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Tyrannus melancholicus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Rhytipterna simplex</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Myiarchus swainsoni</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Carpornis cucullata</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Procnias nudicollis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Chiroxiphia caudata</i> | 1 | 0,89 | Acidental |



| | | | |
|------------------------------------|---|------|------------------|
| <i>Oxyruncus cristatus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Tityra cayana</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Pachyramphus castaneus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Pachyramphus polychopterus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Pachyramphus validus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Vireo olivaceus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Hylophilus poicilotis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Pygochelidon cyanoleuca</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Turdus flavipes</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Turdus rufiventris</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Turdus albicollis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Saltator fuliginosus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Saltator coerulescens</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Saltator maxillosus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Trichothraupis melanops</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Tachyphonus coronatus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Ramphocelus bresilius</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Thraupis sayaca</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Thraupis cyanoptera</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Thraupis ornata</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Thraupis palmarum</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Tangara seledon</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Tangara cyanocephala</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Tangara desmaresti</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Dacnis cayana</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Thraupis flavicollis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Zonotrichia capensis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Poospiza lateralis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Sporophila caerulescens</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Basileuterus culicivorus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Basileuterus leucoblepharus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Cacicus chrysopterus</i> | 1 | 0,89 | Acidental |
| <i>Euphonia pectoralis</i> | 1 | 0,89 | Acidental |

Espécie constante - $\geq 50\%$; Espécie acessória - $25\% \leq C < 50\%$; Espécie acidental ou rara - $C < 25\%$.

De posse dos dados relativos ao índice de constância da fauna local (tabela 3), bem como o do monitoramento de animais atropelados, em cada trecho da rodovia (tabela 2) é possível a definição da severidade através do estabelecimento da pontuação referente a cada espécie atropelada, segundo os critérios adotados.

Conforme apresentado por Lins et al., (2018), a severidade será definida a partir do somatório dos pesos relativos aos atributos, concernente a cada uma das espécies atropeladas e posteriormente a média aritmética destes valores para cada um dos trechos estudados.



O resultado da análise supramencionada está exibido na tabela 4, lembrando que os seguintes atributos foram estabelecidos para a composição da severidade:

Densidade populacional local;

Status de conservação da fauna atropelada.

Endemismo;

Atropelamento em área de preservação;

Tabela 4. Espécies atropeladas em diferentes trechos da rodovia Paraty-cunha (RJ-165) e seus respectivos valores de severidade.

Obs. Listas utilizadas: IUCN (2010) e MMA (2014)

| Trecho | Espécie | | SEVERIDADE | | | | | | Total (Σ pesos) |
|--------|--------------------------|--------------|------------------------|------|--------------------|------|-----------|---------------------|--------------------|
| | | | Densidade populacional | | Status conservação | | Endemismo | Área de preservação | |
| | Nome científico | Nome popular | Índice constância | Peso | Status conservação | Peso | | | |
| 1 | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Bothrops fonsecai</i> | Cotiarinha | Não encontrado | 6 | VU | 5 | 2 | 2 | 15 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |



Submissão: 23/01/2019



Aceite: 29/03/2022



Publicação: 29/04/2022





| | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------|----------------|------------------|---|----|---|---|---|----|
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | Perereca | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Xenodon neuwiedii</i> | Falsa Jararaca | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Bothrops fonsecai</i> | Cotiarinha | Não encontrado | 6 | VU | 5 | 2 | 2 | 15 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Basileuterus culicivorus</i> | Pula Pula | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |



| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------|------------------|---|----|---|---|---|--------------|
| | <i>Furnarius rufus</i> | João de Barro | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Synalaxis spixi</i> | João tenenén | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | Perereca | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Dipsas incerta</i> | Come Lesma | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Bothrops jararaca</i> | Come Lesma | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | Roedor não identificado | Rato | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| SEVERIDADE (média) – Trecho 1 | | | | | | | | | 13,87 |
| 2 | <i>Gracilinanus microtarsus</i> | Cuíca | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Bothrops fonsecai</i> | Cotiarinha | Não encontrado | 6 | VU | 5 | 2 | 2 | 15 |
| | <i>Echianthera cephalostriata</i> | Cobra Papa Rã | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |



| | | | | | | | | |
|---------------------------|------------------|------------------|---|----|---|---|---|----|
| <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| <i>Bothrops jararaca</i> | Come Lesma | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| <i>Xenodon neuwiedii</i> | Jararaquinha | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| Serpente não identificada | Serpente | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| <i>Hypsiboas sp.</i> | Perereca | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| <i>Bothrops fonsecai</i> | Cotiarinha | Não encontrado | 6 | VU | 5 | 2 | 2 | 15 |
| <i>Thamnodynastes sp.</i> | Cobra Corredeira | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| <i>Ophiodes striatus</i> | Cobra de Vidro | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| <i>Caracara plancus</i> | Caracara | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| <i>Dipsas incerta</i> | Come Lesma | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| <i>Xenodon neuwiedii</i> | Jararaquinha | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| Roedor não identificado | Roedor | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |



| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|---------------|------------------|---|----|---|---|---|--------------|
| | <i>Dipsas incerta</i> | Come Lesma | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Dipsas incerta</i> | Come Lesma | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Xenodon neuwiedii</i> | Jararaquinha | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | Roedor não identificado | Roedor | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| SEVERIDADE (média) – Trecho 2 | | | | | | | | | 13,43 |
| 3 | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Echivanthera cephalostriata</i> | Cobra Papa Rã | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Bothrops fonsecai</i> | Cotiarinha | Não encontrado | 6 | VU | 5 | 2 | 2 | 15 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Bothrops jararaca</i> | Jararaca | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Micrunus decoratus</i> | Cobra coral | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | Roedor não identificado | Roedor | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | Perereca | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |



| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------|---|----|---|---|---|--------------|
| | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Echinanthera sp.</i> | Cobra Papa Rã | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | Roedor não identificado | Roedor | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | Morcego não identificado | Morcego | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Echinanthera cephalostriata</i> | Cobra Papa Rã | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Micrunus decoratus</i> | Coral | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| SEVERIDADE (média) – Trecho 3 | | | | | | | | | 13,94 |
| 4 | Mamífero não identificado | Mamífero | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Clytolaema rubricauda</i> | Beija Flor Rubi | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | Serpente não identificada | Serpente | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |



| | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------|------------------|---|----|---|---|---|----|
| <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| <i>Micrunus decoratus</i> | Coral | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| <i>Hypsiboas sp.</i> | Perereca | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| <i>Oxyrhopus clathratus</i> | Cobra Coral | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| Lagarto não identificado | Lagarto | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| <i>Proceratophrys boiei</i> | Sapo Boi | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| Lagarto não identificado | Lagarto | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| <i>Xenodon neuxiedii</i> | Falsa Jararaca | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| Rodador não identificado | Lagarto | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| <i>Echivanthera cephalostriata</i> | Cobra Papa Rã | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| <i>Bothrops fonsecai</i> | Cotiarinha | Não encontrado | 6 | VU | 5 | 2 | 2 | 15 |



| SEVERIDADE (média) – Trecho 4 | | | | | | | | | 13,7 |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------------|---|----|---|---|---|------|
| 5 | <i>Anoura caudifer</i> | Morcego | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Bothrops jararaca</i> | Jararaca | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Bothrops jararaca</i> | Jararaca | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Thamnodynastes nattereri</i> | Jararaca Tapete | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Oxyrhopus clathratus</i> | Falsa coral | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Mussurana montana</i> | Cobra Coral Falsa | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | Perereca | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Rhinella icterica</i> | Sapo Cururu | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Dipsas incerta</i> | Come Lesma | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |



| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------|---|----|---|---|---|--------------|
| | Roedor não identificado | Rato | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Didelphis aurita</i> | Gambá | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| SEVERIDADE (média) – Trecho 5 | | | | | | | | | 14,06 |
| 6 | <i>Oligoryzomys sp.</i> | Rato do Mato | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | Serpente não identificada | Serpente | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Echianthera cephalostriata</i> | Cobra Papa Rã | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | Anfíbio não identificado | Sapo | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | Serpente não identificada | Serpente | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | Lagarto não identificado | Lagarto | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |



| | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------|------------------|---|----|---|---|---|--------------|
| | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Roedor não identificado</i> | Rato | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| SEVERIDADE (média) – Trecho 6 | | | | | | | | | 14,64 |
| 7 | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Thamnodynastes nattareri</i> | Cobra | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Echinathera cephalostriata</i> | Cobra | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Echinathera cephalostriata</i> | cobra | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Salvator merianae</i> | Teiu | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| SEVERIDADE (média) – Trecho 7 | | | | | | | | | 14,62 |
| 8 | <i>Oxyrhopus clathratus</i> | Cobra Coral | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Bothrops jararaca</i> | Jararaca | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |



| | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------|------------------|---|----|---|---|---|--------------|
| | <i>Didelphis aurita</i> | Gambá | Acidental | 8 | LC | 2 | 2 | 2 | 14 |
| | <i>Enyalius sp.</i> | Papa Vento | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| | <i>Hypsiboas sp.</i> | Perereca | Não identificado | 6 | NE | 3 | 4 | 2 | 15 |
| SEVERIDADE (média) – Trecho 8 | | | | | | | | | 14,16 |
| 9 | <i>Bothrops jararaca</i> | Jararaca | Não encontrado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | Lagarto não identificado | Lagarto | Não identificado | 6 | LC | 2 | 2 | 2 | 12 |
| | <i>Atractus francoi</i> | Cobra da Terra | Acidental | 8 | NE | 3 | 4 | 2 | 17 |
| | <i>Micrurus corallinus</i> | Coral | Não encontrado | 6 | NE | 3 | 2 | 2 | 13 |
| SEVERIDADE (média) – Trecho 9 | | | | | | | | | 13,5 |
| 10 | Não houve atropelamento | | | | | | | | |
| SEVERIDADE (média) – Trecho 10 | | | | | | | | | 0 |

Obs. Listas utilizadas: IUCN (2010) e MMA (2014)

Tabela de equivalência das listas Nacionais (MMA) e internacionais (IUCN) com a estadual (RJ) foram adotados os seguintes critérios:

| | |
|------------------------|-----------------------------|
| Categoria - MMA / IUCN | Equivalente - RJ |
| CR | CP – criticamente em perigo |
| EN | EP – em perigo |

Posteriormente a definição dos valores de frequência e de severidade, é preciso correlacionar os valores de frequência e severidade conforme preconizado por Lins *et al.*, (2018), para que seja definido o enquadramento do grau de significância do impacto ambiental (baixo, médio, alto, muito alto e extremamente alto), causado pelo atropelamento de vertebrados na rodovia Paraty-Cunha (RJ-165) nos trechos analisados, os valores supracitados estão resumidos na tabela 5.

Tabela 5. Resultados do valor de significância dos impactos ambientais causados pelo atropelamento de vertebrados por trechos da rodovia Paraty-Cunha (RJ-165).

| Trecho | Frequência | Severidade | Grau de significância do impacto |
|--------|------------|------------|--------------------------------------|
| | | | ambiental causado pelo atropelamento |
| 1 | H | 13,87 | EXTREMAMENTE ALTO |
| 2 | H | 13,43 | EXTREMAMENTE ALTO |
| 3 | H | 13,94 | EXTREMAMENTE ALTO |
| 4 | H | 13,7 | EXTREMAMENTE ALTO |
| 5 | H | 14,06 | EXTREMAMENTE ALTO |
| 6 | H | 14,64 | EXTREMAMENTE ALTO |
| 7 | G | 14,62 | MUITO ALTO |
| 8 | G | 14,16 | MUITO ALTO |
| 9 | G | 13,5 | MUITO ALTO |
| 10 | A | 0 | NULO |

Notem que os impactos causados nos trechos iniciais (1 a 6) apresentam um grau de significância de nível extremamente alto, e os demais trechos (7 a 10) mais baixos, apesar de igualmente expressivos. A análise da tabela acima indica a necessidade de estudos mais aprofundados nos trechos iniciais, visando o conhecimento dos fatores que levaram a este resultado, bem como a sugestão de medidas mitigadoras específicas.

DISCUSSÃO

Se neste caso, se aplicássemos o método vigente, composto simplesmente pela descrição das espécies atropeladas e o seu respectivo somatório por trecho, teríamos os seguintes resultados:



Submissão: 23/01/2019



Aceite: 29/03/2022



Publicação: 29/04/2022



Tabela 6. Número de animais atropelados por trecho da rodovia Paraty-Cunha (RJ-165)

| Trecho | quantidade de animais |
|--------------|-----------------------|
| 1 | 32 |
| 2 | 23 |
| 3 | 19 |
| 4 | 20 |
| 5 | 16 |
| 6 | 14 |
| 7 | 8 |
| 8 | 7 |
| 9 | 4 |
| 10 | 0 |
| TOTAL | 143 |

Analisando a tabela acima, é possível constatar que a metodologia proposta apresenta resultados muito mais robustos do que a metodologia aplicada atualmente. Neste caso especificamente, os resultados não diferiram expressivamente, porque as severidades foram muito semelhantes nos diferentes trechos, o ponto que culminou com a diferença entre os trechos iniciais e os finais foi a frequência de atropelamento, que nos últimos foram menores.

CONCLUSÃO

A estimativa dos danos ambientais provenientes de atividades humanas é uma tarefa complexa sob diversos aspectos. Não conhecemos perfeitamente as relações entre os componentes bióticos e abióticos na natureza, não conhecemos todos os efeitos da perda ou diminuição de uma população qualquer sobre os ecossistemas e, portanto, estamos muito longe de quantificar exatamente todos os danos ao meio ambiente.

A elaboração de modelos é uma tarefa complexa que lida sempre com falta de dados e informações insuficientes. Os modelos são imitações pobres da natureza, mas extremamente úteis quando suas limitações são cuidadosamente consideradas, e suas respostas adequadamente interpretadas diante de suas premissas. A medida em que mais relações entre aspectos e impactos ambientais sejam conhecidos, eles poderão ser agregados aos modelos existentes, tornando-os cada vez mais preciso em direção a resultados mais realistas.

Através da aplicação da metodologia proposta neste trabalho, foi possível analisar de uma forma inédita, os impactos ambientais causados pelo atropelamento de vertebrados em uma rodovia, certamente aportando resultados mais precisos e consistentes. Esperamos que a aplicação desta metodologia possibilite aos gestores de empreendimentos lineares, bem como aos órgãos fiscalizadores, uma ideia mais próxima do real impacto ambiental gerado pelo atropelamento de vertebrados.

No estudo de caso apresentado, aplicamos a metodologia desenvolvida na rodovia Paraty-Cunha (RJ-165), que de forma clara, mostrou a existência de trechos mais propícios ao atropelamento de vertebrados não só quantitativamente, mas também qualitativamente. Ficou evidente que os impactos ambientais causados pelo atropelamento de vertebrados na rodovia Paraty-Cunha (RJ-165), foi significativo, sobretudo nos trechos iniciais.

Com base nos resultados apresentados, é sugerida uma intensificação da aplicação dos métodos de mitigação do impacto causado na supracitada rodovia, bem como um estudo de pelo menos, mais três anos no referido empreendimento para se analisar com maior detalhe as medidas mitigatórias ali utilizadas. Somente assim, poderemos deferir, com maior precisão, se foram adequadas ou se há a necessidade de novas atitudes e adaptações.



Referências

- Abra F.D, Huijser M.P, Pereira C.S, Ferraz, K.M. How reliable are your data? Verifying species identification of road-killed mammals recorded by road maintenance personnel in São Paulo State, Brazil *Biol. Cons.*, 225, pp. 42-5. 2018
- Abra F.D, Granziera B.M, Huijser M.P, de Barros, C.M. Haddad, R.M. Paolino Pay or prevent? Human safety, costs to society and legal perspectives on animal-vehicle collisions in São Paulo state, Brazil *PloS One*, 14 (4). 2019
- Bagatini T. Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras. Brasília: (Dissertação: Mestrado em Ecologia), Universidade de Brasília, 74p. 2006.
- Bager A, Fontoura V. Ecologia de Estradas no Brasil – Contexto Histórico e Perspectivas Futuras. In: BAGER, A. (editor). *Ecologia de estradas: tendências e pesquisas*. Lavras: Ed. UFLA. 2012.
- Bergallo HG, L. Geise CR, Bonvicino R, Cerqueira PS, D’andrea CEL, Esberárd FAS, Fernandez CE, Grelle A, Peracchi S, Siciliano SM, Vaz. Mamíferos, p. 125-136. In: Bergallo HG, CFD, Rocha MAS, Alves MV, Sluys (Eds.) *A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro, Editora da UERJ, 166p., p.125- 136. EdUERJ, Rio de Janeiro, RJ. 2000.
- Bujoczek M, Ciach M, Yosef R. Road-kills affect avian population quality. *Biological Conservation*. v. 144, n. 3 , p. 1036-1039. 2011.
- Dajoz R. *Ecologia geral*. Ed. Vozes, São Paulo. 1972.
- Delciellos AC, Novaes RLM, Loguercio MFC, Geise L, Santori RT, Souza RF, Papi BS, Raices D, Vieira NR, Felix S, Detogne N, Silva CCS, Bergallo HG, Rocha-Barbosa O. Mammals of Serra da Bocaina National Park, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. *Check List*, 8(4): 675-692. 2012.
- Eberhardt E, Mitchell S, Fahrig L. 2013. Road Kill Hotspots Do Not Effectively Indicate Mitigation Locations When Past Road Kill Has Depressed Populations. *The Journal of Wildlife Management*. v. 77, n. 7, p. 1353-1359.
- Fahrig L, Rytwinski T. Effects of Roads on Animal Abundance: an Empirical Review and Synthesis. *Ecology and Society*, 14(1):21. 2009.
- Fonseca CLF. Análise dos conflitos socioambientais na área de proteção ambiental de Cairuço (Paraty-RJ). Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em geografia da Universidade federal do Rio de Janeiro como requisito parcial para a obtenção do grau de mestre. Rio de Janeiro. 2013.
- Forman RTT, Alexander LE. Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*. v. 29, p. 207-231. 1998.
- Glista DJ, Devault TL, Dewoody JA. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning*. v. 91, n. 1, p. 1-7. 2009.
- Huijser, M.P., Abra, F.D. and Duffield, J.W., 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*, vol. 17, no. 1, pp. 129-146. 2013. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2013.1701.11>.
- Huijser, M.P., Duffield, J.W., Clevenger, A.P., Ament, R.J. and McGowen, P.T. Cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the Unites States and Canada: a decision support tool. *Ecology and Society*, vol. 14, no. 2, pp. 15. 2009.
- Huck M, Jędrzejewski W, Borowik T, Milosz-Cielma M, Schmidt K JĘ, Drzejewska B, Nowak S, Mys Ł, Ajek RW. Habitat suitability, corridors and dispersal barriers for large carnivores in Poland. *Acta Theriologica*, v. 55, n. 2, p. 177–192, 2010. doi: 10.4098/j.at.0001-7051.114.2009. 2010.
- IUCN. Red List of Threatened Species. Version 2010. 2010
- Jackson ND, Fahrig L. Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. *Biological Conservation*, v. 144, p. 3143-3148. 2011.
- Laurance WF, Clements GR, Sloan S, O’connell C S, Mueller ND, Goosmen M, Venter O, Edwards DP, Phalan B, Balmford A, Ven der ree R, Arrea IB. A global strategy for road building. *Nature*. v. 513, p. 229-232. 2014.
- Lins GA, Rocha-Barbosa O, Almeida JR. Proposta de uma nova metodologia para análise do impacto ambiental do atropelamento de fauna. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*. V.9. N.8. 2018.
- Leopoldo BF. Composição da comunidade de mamíferos de médio e grande porte da Serra da Bocaina, RJ/SP, Brasil. Monografia de Bacharelado, Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, 38 p. 2010



Prada CS. Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do Estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos. Tese Mestrado. 129 fl. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos. São Paulo. 2004.

SMASP - Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo. Lista de espécies da fauna ameaçadas de extinção do Estado de São Paulo. Base de dados eletrônicos http://www.ambiente.sp.gov.br/listas_fauna.zip. Visto em 09 Junho 2017. 2009.