



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL**

ÂNGELA CAMILA GRANDO DEFFACI

**DINÂMICA DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA EM UMA REGIÃO DE
FLORESTA SUBTROPICAL NO SUL DO BRASIL**

**ERECHIM
2015**

ÂNGELA CAMILA GRANDO DEFFACI

**DINÂMICA DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA EM UMA REGIÃO DE
FLORESTA SUBTROPICAL NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental sob a orientação do Prof^o Dr. Paulo Afonso Hartmann e da Prof^a Dra. Marília Teresinha Hartmann.

ERECHIM
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS ERECHIM

ERS 135 – Km 72, nº 200

CEP: 99700-970

Caixa Postal 764

Erechim-RS

Brasil

ÂNGELA CAMILA GRANDO DEFFACI

**DINÂMICA DOS ATROPELAMENTOS DE FAUNA EM UMA REGIÃO DE
FLORESTA SUBTROPICAL NO SUL DO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental. Orientadores: Prof^o Dr. Paulo Afonso Hartmann e Prof^a Dra. Marília Teresinha Hartmann.

Defendido em banca examinadora em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o Dr. Paulo Afonso Hartmann
Orientador

Prof^a Dra. Marília Teresinha Hartmann
Orientadora

Prof^a Dra. Noeli Zanella
Universidade de Passo Fundo

Prof^a Dra. Elaine Lucas Gonsales
Universidade Federal de Santa Maria

Erechim/RS, dezembro de 2015

TENHO MUITO A AGRADECER...

Ao meu Orientador, Prof^o Dr. Paulo Afonso Hartmann, pela oportunidade de poder realizar este trabalho, pelos momentos de aprendizado e convivência profissional sempre educada e cordial, pelo seu apoio e pela confiança em mim depositada.

A minha orientadora Prof^a Dr^a. Marília Teresinha Hartmann, pelos comentários e revisões feitas ao longo do desenvolvimento do trabalho. Sua colaboração foi muito importante para concretização do trabalho.

Aos membros da banca examinadora Prof^a Dr^a Noeli Zanella e Prof^a Dr^a. Elaine Lucas Gonsales por aceitarem o convite para a avaliação do presente trabalho.

Aos alunos da Graduação da UFFS pela preciosa ajuda na realização do trabalho a campo. Obrigada pela disponibilidade e pelos momentos alegres compartilhados. Muito obrigada Alexandre Folador, Cassiane Kolcenti, Daiani Brandler, Inês Rezendes, Renata Treméa, Heloísa Dalla Rosa e Liane Ruszczyk, vocês estão no meu coração.

As minhas colegas de mestrado Catiusa Rosin, Flávia Bernardo Chagas, Vânia Patrícia da Silva e Juliana Wrubleski. Obrigada pelos momentos de alegria, companheirismo, pelas conversas, trocas de experiências, angústias...cada momento foi importante.

Ao Guilherme Romero pelo auxílio na elaboração do mapa da localização da área de estudo.

Aos meus colegas da Coordenação de Laboratórios da UFFS, que me deram apoio e suporte durante a realização do curso.

A minha família que esteve sempre ao meu lado, me apoiando e ajudando a tornar esse trabalho uma realidade. Obrigada a minha mãe Maria de Lourdes e ao meu pai Nicolau, que sempre primaram pela minha educação.

Ao meu marido Cassiano, por ser esse companheiro dedicado e atencioso. Obrigada pelo seu apoio durante as nossas saídas a campo e pela sua compreensão em minhas ausências. Obrigada pelo incentivo e pelas palavras de carinho. Obrigada por não medir esforços para tornar minha vida maravilhosa. Amo você!

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1 - Classe, espécie, número de indivíduos por trecho amostrado, número total de indivíduos, porcentagem total e por grupo, Constância de Ocorrência (C) e classificação segundo o índice de Constância de Ocorrência (C = constante, A = acessória, R = rara), de aves, mamíferos e répteis encontrados atropelados em dois trechos de 12km das rodovias: RS-331(T1), entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS- 420 (T2), entre os municípios de Erechim e Aratiba, no Estado do Rio Grande do Sul, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015. Em negrito as espécies mais atropeladas_____22

Tabela 2: Número de espécies encontradas atropeladas em dois trechos de 12 km das rodovias: RS-331 (T1), entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS-420 (T2), entre os municípios de Erechim e Aratiba, no Estado do Rio Grande do Sul, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015. Total de espécies por grupo; Similaridade (S) entre os trechos e espécies exclusivas do trecho T1 e T2 (ET1 e ET2)_____26

ARTIGO 2

Tabela 1: Características ecológicas e número de espécies de aves encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul e do total de espécies da região_____44

Tabela 2: Características ecológicas e número de espécies de mamíferos encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul e do total de espécies da região_____47

Tabela 3: Características ecológicas e número de espécies de répteis encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul e do total de espécies da região_____50

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

Figura 1: Paisagem no entorno do Trecho T1 (RS-331), entre os municípios Erechim e Gaurama (A) e Trecho T2 (RS-420), entre os municípios de Erechim e Aratiba (B), Norte do Estado do Rio Grande Sul _____ 19

Figura 2: Curvas de acumulação de espécies de aves, mamíferos e répteis encontradas atropeladas em dois trechos de 12 km: RS – 331 (T1), entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS – 420 (T2), entre os municípios de Erechim e Aratiba, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015. A) Para todos os grupos; B) Aves; C) Mamíferos; D) Répteis. Linha contínua: Riqueza estimada. Linhas tracejadas: Desvio padrão _____ 24

Figura 3: Número de indivíduos de aves, mamíferos e répteis encontrados atropelados em dois trechos de 12 km: RS-331 (T1, coluna preta), entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS-420 (T2, coluna cinza), entre os municípios de Erechim e Aratiba, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015 _____ 25

Figura 4: Distribuição dos atropelamentos de aves (coluna preta), mamíferos (coluna cinza escuro) e répteis (coluna cinza claro) em dois trechos de 12 km: RS-331, entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS-420, entre os municípios de Erechim e Aratiba, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015 _____ 27

ARTIGO 2

Figura 1: Localização da área de estudo, mostrando as rodovias RS-331, entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS-420, entre os municípios de Erechim e Aratiba _____ 41

Figura 2: Hábito alimentar (A) e Uso do habitat (B) das espécies de aves encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul (barra preta) e do total de espécies da região (barra cinza) _____ 45

Figura 3: Análise de agrupamento (A) e Análise de Componentes Principais (B) das espécies de aves encontradas atropeladas. Legenda: Aa=área antrópica; Au=área úmida; Fb=borda de floresta; Fl=floresta; D=diurna; N=noturna; Car=carnívora; Fr=frugívora; Gra=granívora; Ins=insetívora e On=onívora _____ 46

Figura 4: Hábito alimentar (A) e Uso do substrato (B) das espécies de mamíferos encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul (barra preta) e do total de espécies da região (barra cinza). Para essa representação considerou-se resultados acima de 10% _____ 48

Figura 5: Análise de agrupamento (A) e Análise de Componentes Principais (B) das espécies de mamíferos encontradas atropeladas. Legenda: Ter=terrácola; Ter/Arb=terrácola/arborícola; Saq=semi-aquática; D=diurna; N=noturna; D/N=diurna/noturna; Car=carnívora; Her=herbívora e On=onívora _____ 49

Figura 6: Hábito alimentar (A) e Uso do substrato (B) das espécies de répteis encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul (barra preta) e do total de espécies da região (barra cinza) _____ 51

Figura 7: Análise de agrupamento (A) e Análise de Componentes Principais (B) das espécies de répteis encontradas atropeladas. Legenda: Ter=terrácola; Sarb=semi-arborícola; D=diurna; N=noturna; D/N=diurna/noturna; Car=carnívora e On=onívora _____ 52

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
ARTIGO 1: ATROPELAMENTOS DE FAUNA SILVESTRE EM DUAS RODOVIAS NO NORTE DO RIO GRANDE DO SUL	14
ARTIGO 2: DIETA E USO DO AMBIENTE PODEM INFLUENCIAR NO ATROPELAMENTO DE FAUNA?	37
CONCLUSÃO GERAL	64
ANEXOS	66

INTRODUÇÃO GERAL

O termo Ecologia de Estradas (*Road Ecology*) foi difundido em 1998 por Richard Forman (FORMAN, 1998) e surgiu a partir da observação dos impactos ambientais causados pela implantação e operação de empreendimentos lineares (FORMAN & ALEXANDER, 1998). É uma área de investigação ecológica emergente e baseada em evidências de que as estradas interferem na dinâmica dos componentes, processos e estruturas do ecossistema. As causas desses efeitos estão relacionadas principalmente com a engenharia do território e com a política de transportes (COFFIN, 2007).

A busca pelo entendimento dos impactos causados por rodovias iniciou mundialmente há mais de 50 anos (BAGER et al. 2007). Porém, a ecologia de estradas começou a se consolidar somente nas duas últimas décadas do século XX, em função da necessidade de avaliações dos impactos ambientais causados pela constante ampliação da malha viária mundial (FORMAN et al. 2003; ROEDENBECK et al. 2007).

Atualmente, uma crescente produção bibliográfica é responsável pela ampliação das informações disponíveis (e.g. FAHRIG & RYTWINSKI, 2009; VAN DER REE et al. 2015). Porém, os trabalhos que investigam a relação entre rodovias e ambiente são distribuídos desigualmente no mundo (BAGER et al. 2007; FAHRIG & RYTWINSKI, 2009). Algumas regiões são amplamente estudadas, como os países da América do Norte, Europa e Austrália (FORMAN & ALEXANDER, 1998; TROMBULAK & FRISSEL, 2000). Na América do Sul, as informações ainda são escassas (FAHRIG & RYTWINSKI, 2009; LAUXEN, 2012), e destacam-se as pesquisas desenvolvidas no Brasil (PRADA, 2004; CHEREM et al. 2007; COELHO et al. 2008; BAGER & ROSA, 2010, 2011; HARTMANN et al. 2011), Argentina (ATTADAMO et al. 2011) e Venezuela (PINOWSKI, 2005). Embora existam muitos avanços acerca do entendimento dos efeitos das rodovias, ainda existem grandes lacunas a serem preenchidas (LAURANCE et al. 2009).

A preocupação dos pesquisadores brasileiros com os impactos das rodovias sobre a vida selvagem é considerada ainda mais recente (BAGER et al. 2007). O início do desenvolvimento da ecologia de estradas no país é marcado por um trabalho publicado no final da década de 80 (NOVELLI et al. 1988). Porém, a comunidade acadêmica começou a se interessar mais intensamente por estas investigações somente a partir do ano 2000, com o aumento do número de publicações científicas (BAGER et al. 2007). Esta situação resulta que o Brasil ainda conta com poucos estudos em ecologia de estradas (BAGER & FONTOURA, 2012). Além disto, a maioria dos trabalhos realizados no território brasileiro apresentam distribuição geográfica

desigual, sendo concentrados principalmente nas regiões sul e sudeste do país (BAGER et al. 2007; COELHO et al. 2008; DORNAS et al. 2012).

Dentre os principais problemas ecológicos causados pelas rodovias estão: supressão, degradação e fragmentação de habitat; mortalidade direta da fauna por atropelamento; deslocamento da fauna; introdução e expansão de espécies exóticas; impactos hidrológicos e geológicos; entre outros. De acordo com Schonewald-Cox & Buechner (1992), a fragmentação de habitat por estradas afeta negativamente espécies que: a) não se adaptam em habitat de borda; b) são sensíveis ao contato humano; c) ocorrem em baixas densidades; d) são incapazes de atravessar estradas; e e) procuram estradas para se aquecer ou se alimentar. As estradas podem atuar tanto como barreiras, como corredores, ou ambos. Ao gerar alterações nas relações ecológicas, os impactos mais evidentes e estudados são a perda de habitat e a mortalidade de fauna por atropelamento (CLEVINGER et al. 2003; COELHO et al. 2008; FORMAN & ALEXANDER, 1998).

O atropelamento da fauna pode causar efeitos importantes na demografia, pois pode afetar a densidade e a estrutura sexual e etária das populações silvestres (FAHRIG et al. 1995; HUIJSER & BERGERS, 2000; GIBBS & STEEN, 2005). A mortalidade por atropelamento pode ser altamente impactante em populações naturais com baixas densidades, como as ameaçadas de extinção (SCHONEWALD-COX & BUECHNER, 1992) e as que possuem área de vida relativamente grande e taxas reprodutivas baixas, como é o caso dos carnívoros (KNICK, 1990).

As diferenças nas taxas de atropelamentos podem ser explicadas por características biológicas das espécies (JAEGER et al. 2005; FORD & FAHRIG, 2007); características da paisagem do entorno da estrada e da própria estrada (CLEVINGER et al. 2003; GOOSEM, 2007; COELHO et al. 2008); e por características ecológicas das espécies. Porém, os fatores que determinam os atropelamentos variam dentro dos diversos grupos taxonômicos (FORMAN et al. 2003).

De forma geral, este estudo teve por objetivo obter informações sobre a diversidade de fauna atropelada e discutir as características ecológicas das espécies impactadas pelo atropelamento em duas rodovias em região de Floresta subtropical no sul do Brasil.

No artigo 1, intitulado “Atropelamentos de fauna silvestre em duas rodovias em região de floresta subtropical no sul do Brasil”, o objetivo foi estimar a diversidade de aves, mamíferos e répteis atropelados em duas rodovias em região de floresta subtropical.

No artigo 2, intitulado “Dieta e uso do substrato podem influenciar no atropelamento de fauna?”, o objetivo foi identificar como as características ecológicas das espécies da fauna influenciam nos atropelamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATTADEMO, A. M.; PELTZER P. M.; LAJMANOVICH, R. C.; ELBERG, G.; JUNGES, C.; SANCHEZ, L. C.; BASSO, A. Wildlife vertebrate mortality in roads from Santa Fe province, Argentina. **Revista Mexicana de Biodiversidad**. 82(3):915-925, 2011.

BAGER, A.; PIEDRAS, S. R. N.; T. S. M. PEREIRA, T. S. M.; HOBUS, Q. Fauna selvagem e atropelamento: Diagnóstico do conhecimento brasileiro, p. 49-62. In: BAGER, A. **Áreas Protegidas - repensando as escalas de atuação**. Porto Alegre: Armazém Digital, 2007, 209p.

BAGER, A.; ROSA, C. A. Priority ranking of road sites for mitigating wildlife roadkill. **Biota Neotropica**. 10(4):149-153, 2010.

BAGER, A.; ROSA, C. A. Influence of sampling effort on the estimated richness of road-killed vertebrate wildlife. **Environmental Management**. 47(5):851-858, 2011.

BAGER, A.; FONTOURA, V. C. M. Ecologia de estradas no Brasil contexto histórico e perspectivas futuras, p. 14-33. In: BAGER, A. **Ecologia de estradas: Tendências e pesquisas**. Lavras: Editora da UFLA, v. 1, 314p., 2012.

CHEREM, J. J.; KAMMERS, M.; GHIZONI JR, I. R.; MARTINS, A. Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Biotemas**. 20(2):81-96, 2007.

CLEVINGER, A. P.; CHRUSZCZ, B.; GUNSON, K. E. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. **Biological Conservation**. 109:15-26, 2003.

COELHO, I. P.; KINDEL, A.; COELHO, A. V. P. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. **European Journal of Wildlife Research**. 54:689-699, 2008.

COFFIN, A. W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. **Journal of Transportation Geograpy**. 15(5):396-406, 2007.

DORNAS, R. A. P.; KINDEL, A.; BAGER, A.; FREITAS, S. R. Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias no Brasil. In: BAGER, A. **Ecologia de estradas: Tendências e pesquisas**. Lavras: Editora da UFLA, v. 1, 314p. 2012.

FAHRIG, L.; PEDLAR, J. H.; POPE, S. E.; TAYLOR, P. D.; WEGENER, J. F. Effect of road traffic on amphibian density. **Biological Conservation**. 73:177-182, 1995.

- FAHRIG, L.; RYTWINSKI, T. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. **Ecology and Society**. 14(1):1-19, 2009.
- FORD, A. T.; FAHRIG, L. Diet and body size of North American mammal road mortalities. Transportation Research Part D. **Transport and environment**. 12(7):498-505, 2007.
- FORMAN, R. T. T. Road ecology: a solution for the giant embracing us. **Landscape Ecology**. 13:3-5, 1998.
- FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**. 29:207-231, 1998.
- 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. Road ecology: Science and solutions. Washington: **Island press**, 481p. 2003.
- GIBBS, J. P.; STEEN, D. A. Trends in sex ratios of turtles in the United States: implications of road mortality. **Conservation Biology**. 19(2):552-556, 2005.
- GOOSEM, M. Fragmentation impacts caused by roads through rainforest. **Current science**. 93(11):1587-1595, 2007.
- HARTMANN, P. A.; HARTMANN, M. T.; MARTINS, M. Snake road mortality in a protected area in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. **South American Journal of Herpetology**. 6(1):35-42, 2011.
- HUIJSER, M. P.; BERGERS, P. J. M. The effect of roads and traffic on hedgehog (*Erinaceus europaeus*) populations. **Biological Conservation**. 95:111-116, 2000.
- JAEGER, J. A. G.; BOWMAN, J.; BRENNAN, J.; FAHRIG, L.; BERT, D.; BOUCHARD, J.; CHARBONNEAU, N.; FRANK, K.; GRUBER, B.; TOSCHANOWITZ, K. T. von. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. **Ecological Modeling**. 185:329-348, 2005.
- KNICK, S. T. Ecology of bobcats relative to exploitation and a prey decline in southeastern Idaho. **Wildlife Monography**. n.108, 1990.
- LAURANCE, W. F., GOOSEM, M.; & LAURANCE, S. G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology and Evolution**. 4(12):659-669, 2009.
- LAUXEN, M. da S. **A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão**. Trabalho apresentado ao Programa de Pós Graduação Lato Senso na área de Diversidade e Conservação da Fauna. Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- NOVELLI, R.; TAKASE, E.; CASTRO, V. Estudo das aves mortas por atropelamento em um trecho da Rodovia BR-471, entre os Distritos da Quinta e Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. 5(3):441-454, 1988.

PINOWSKI, J. Roadkills of vertebrates in Venezuela. **Revista Brasileira de Zoologia**. 22(1):191-196, 2005.

PRADA, C. S. **Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise dos fatores envolvidos**. Dissertação de Mestrado (PPG Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 128p. 2004.

ROEDENBECK, I. A.; FAHRIG, L.; FINDLAY, C. S.; HOULAHAN, J. E.; JAEGER, J. A. G.; KLAR, N.; KRAMER-SCHADT, S.; VAN DER GRIFT, E. A. The Rauschholzhausen agenda for road ecology. **Ecology and Society**. 12(1):11, 2007.

SCHONEWALD - COX, C.; BUECHNER, M. Park protection and public roads. In: FIEDLER, P. L.; JAIN, S. K. **Conservation Biology** - The Theory and practice of nature conservation, preservation and management. London: Chapman and Hall1, p. 375-395, 1992.

TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A. Revisão dos efeitos ecológicos das estradas nas comunidades terrestres e aquáticas. **Conservation Biology**. 14:18-30, 2000.

VAN DER REE, R.; GAGNON, J. W.; SMITH, D. J. A Valuable Tool for Reducing Wildlife-Vehicle Collisions and Funnelling Fauna to Crossing Structures. In: VAN DER REE, R. SMITH, D. J.; GRILO, C. **Handbook of Road Ecology**, John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. doi: 10.1002/9781118568170.ch20, 2015.

ARTIGO 1: ATROPELAMENTOS DE FAUNA SILVESTRE EM DUAS RODOVIAS EM REGIÃO DE FLORESTA SUBTROPICAL NO SUL DO BRASIL

Resumo

Rodovias estão entre as mais evidentes alterações ambientais geradas pelo homem. Um dos impactos mais perceptíveis é a morte por atropelamento da fauna que pode causar importantes efeitos demográficos nas populações silvestres. O objetivo deste estudo foi estimar a diversidade da fauna atropelada em duas rodovias no norte do Estado do Rio Grande do Sul. As rodovias definidas para o estudo foram RS-331 (T1), que liga os municípios de Erechim e Gaurama e RS-420 (T2), que liga os municípios de Erechim e Aratiba. A região do estudo está situada dentro dos domínios do bioma Mata Atlântica, caracterizado por uma vegetação ombrófila densa e clima subtropical úmido. Foram realizados 10 dias de amostragens por mês, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015, totalizando 2.880 Km. Foram considerados aves, mamíferos e répteis neste estudo. Foi calculada a taxa de atropelamentos e a curva de acumulação de espécies. Estimou-se a riqueza de espécies com base no uso do estimador de riqueza Jackknife 1 e determinou-se as espécies mais atropeladas a partir da média dos indivíduos atropelados por mês. As espécies foram classificadas segundo o índice de Constância de Ocorrência. Foram encontrados 209 indivíduos atropelados de 45 espécies, sendo que as aves representaram a maioria dos registros 57,42% (n=120), seguidas pelos mamíferos 24,88% (n=52), e répteis 17,7% (n=37). A taxa de atropelamento foi de 0,14 ind./km/dia considerando os três grupos taxonômicos. Para aves foram identificadas 30 espécies. Para mamíferos foram identificadas oito espécies e para répteis sete. A riqueza estimada, considerando todos os grupos, foi de 67 espécies ($\pm 4,06$), para aves foi de 46,5 espécies ($\pm 3,71$), para mamíferos 11,67 espécies ($\pm 1,56$) e 8,83 espécies para répteis ($\pm 1,24$). As cinco espécies mais atropeladas foram: *Salvator merianae* (n=24), *Didelphis albiventris* (n=22), *Cerdocyon thous* (n=8), *Zonotrichia capensis* (n=7) e *Cavia aperea* (n=6). Uma espécie consta na lista da fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio Grande do Sul: *Leopardus tigrinus*, na categoria “vulnerável”. As curvas de acumulação de espécies, apesar das tendências para a assíntota em répteis, indicam que novos registros podem ser feitos com mais tempo de amostragem. As espécies com maior número de atropelamentos coincidem em grande parte com as espécies classificadas como Constantes ou Acessórias. A taxa de atropelamento indica que ao longo do período de um ano podem ser encontrados ao menos 50 animais atropelados por quilômetro nas rodovias avaliadas. A similaridade baixa e as diferenças na diversidade entre os dois trechos indicam a forte influência da paisagem do entorno da rodovia nas características da diversidade de fauna atropelada. Rodovias que cortam áreas mais degradadas parecem gerar impactos sobre animais de hábitos generalistas, com alta capacidade de ocupar áreas antrópicas e aparentemente com populações grandes. Rodovias que cortam áreas preservadas, ou menos degradadas, tendem a gerar impactos sobre espécies mais exigentes ao uso de habitat, com áreas de vida mais restritas e possivelmente populações menores. A identificação das espécies mais frequentemente atropeladas e dos padrões ecológicos envolvidos pode servir como ferramenta para a tomada de decisão a fim de buscar alternativas para reduzir os atropelamentos.

Palavras – chave: ecologia de estradas, vertebrados, impacto, conservação.

Abstract

Roads are among the most obvious environmental changes generated by man. One of the most noticeable impact is death by run over of fauna that can cause major demographic effects on wild populations. The objective of this study was to estimate the diversity of fauna run over in two highways in northern Rio Grande do Sul. The Roads defined for the study were ERS-331 (T1), which connects the cities of Erechim and Gaurama and RS-420 (T2), which connects the cities of Erechim and Aratiba. The studied region is located within the areas of the Atlantic Forest biome, characterized by a dense rain vegetation and humid subtropical climate. Ten (10) days of sampling were performed by September 2014 to February 2015, totaling 2,880 Km. Only Birds, Mammals and Reptiles were considered in this study. The roadkill rate and the species accumulation curve was calculated. The species richness was estimated based on the use of Jackknife 1 wealth estimator and the species most knocked down was determined from an average of individuals hit by month. The species were classified according to an index of constancy of occurrence. Two hundred and nine individuals of 45 species were found knocked down, being Birds the species with majority of records 57,42% (n=120), followed by Mammals 24,88% (n=52) and Reptiles 17,7% (n=37). The road-kill rates was 0,14 ind./Km/day considering the three taxonomic groups. To Bird we identified 30 species. Eight species of Mammals and seven of Reptiles were identified. Considering all groups the estimated wealth was 67 species ($\pm 4,06$), among which 46,5 ($\pm 3,71$) were species of Birds, 11,67 ($\pm 1,56$) Mammalian species and 8,83 species of reptiles ($\pm 1,24$). The top five species in running over episodes were: *Salvator merianae* (n = 24), *Didelphis albiventris* (n=22), *Cercocyon thous* (n=8), *Zonotrichia capensis* (n=7) and *Cavia aperea* (n=6). One species is in the list of Rio Grande do Sul's endangered fauna: *Leopardus tigrinus*, on the "vulnerable" category. The diversity of species ran over, in comparison with estimated species diversity for the region, reinforces the idea that the collisions are directed to some species, probably abundant and who don't avoid the highways. The species with the highest number of accidents coincide largely with the species classified as Constants or Accessory. The road-kill rates showed that at less 50 animals can be found road killed by year in the evaluated roads. The low similarity and the differences between the two roads showed the strong influence the landscape around the roads in the diversity of fauna road-killed. Roads that crossing degraded areas seems impact more animals with generalist habits and roads that crossing preserved areas seems impact animals more exigents about the habitat use. The identification of the species that are most frequently hit and the concerned ecological standards can serve as a tool to make decisions in order to seek alternatives to reduce road kills.

Keywords: road ecology, diversity, environmental impact, conservation.

Introdução

Rodovias estão entre as mais evidentes alterações ambientais geradas pelo homem e inúmeros efeitos ecológicos para fauna foram e continuam sendo descritos (Forman & Alexander 1998; Trombulak & Frissell 2000; Clevenger et al. 2003; Forman et al. 2003; Andrews & Gibbons 2005; Benítez-Lopez et al. 2010; Van Der Ree et al. 2015). Um dos impactos mais notados é a morte de animais silvestres causada pela colisão com veículos. Esta tem sido apontada como a principal causa de mortalidade de vertebrados por influência direta de atividades humanas (Forman & Alexander 1998). Os atropelamentos geralmente ocorrem em função da rodovia cortar o habitat de determinado táxon (o que interfere nos deslocamentos dos indivíduos) ou da oferta de alimento ao longo da rodovia (por lixo ou carcaças), que pode servir de atrativo para a fauna (DNIT/IME 2012). Aparentemente, rodovias de alto volume de tráfego geram mais efeito evitação, enquanto rodovias de médio e baixo volume de tráfego parecem potencializar os atropelamentos (Forman & Alexander 1998; Laurance et al. 2009; Fahrig & Rytwinski 2009).

As estimativas sobre atropelamentos da fauna no Brasil são esparsas, porém, podem-se citar alguns trabalhos que avaliam sua dimensão. Vieira (1996) apresentou estimativa de 2.700 mamíferos silvestres atropelados anualmente nas principais rodovias federais que cortam o bioma Cerrado. Prada (2004) avaliou o atropelamento de vertebrados silvestres no sudoeste do estado de São Paulo, numa região cortada por seis rodovias pavimentadas, e detectou o atropelamento de 81 espécies, incluindo espécies ameaçadas de extinção, realçando a importância dos impactos rodoviários na conservação em macro escala. Novelli et al. (1988) realizaram um dos primeiros levantamentos no Brasil específico sobre avifauna atropelada num trecho da rodovia BR-471, no Rio Grande do Sul. Fischer (1997) estudou animais silvestres atropelados na rodovia BR-262, no Pantanal, Mato Grosso do Sul; Hartmann et al. (2012) identificaram altas taxas de atropelamentos para serpentes e lagartos em região de Pampa, no Sul do Brasil.

A mortalidade gerada pelos atropelamentos pode ter efeitos importantes na demografia, pois pode afetar a densidade e a estrutura sexual e etária e genética das populações silvestres (Fahrig et al. 1995; Huijser & Bergers 2000; Gibbs & Steen 2005). No Brasil, as colisões representam uma parcela importante da perda local de biodiversidade, podendo gerar declínios significativos em população de muitas espécies silvestres (Tumeleiro et al. 2006; Cherem et al. 2007; Hengemühle & Cademartori 2008; Turci & Bernarde 2009; Souza & Miranda 2010; Camargo et al. 2011; Hegel et al. 2012; Oliveira & Silva 2012). Mesmo uma baixa taxa de

atropelamento pode representar uma perda significativa para populações raras ou ameaçadas de extinção (Forman & Alexander 1998). No entanto, o número de ocorrências de atropelamento de uma determinada espécie não significa, necessariamente, uma ameaça para a persistência da população, pois pode indicar uma elevada abundância local ou uma ampla distribuição espacial (Cáceres et al. 2010).

Os atropelamentos de fauna silvestre normalmente se concentram em uma ou poucas espécies (Forman et al. 2003; Coelho et al. 2008; Grilo et al. 2009). Diferenças no número de atropelamentos entre as espécies podem ser explicadas por características biológicas, como sexo, idade, respostas de evitação a estrada, dispersão, densidade populacional e horário de atividade (Jaeger et al. 2005; Ford & Fahrig 2007). Características da paisagem do entorno da estrada e características da própria estrada como desenho, velocidade permitida, visibilidade e tráfego também podem influenciar na taxa de atropelamento (Clevenger et al. 2003; Goosem 2007; Coelho et al. 2008). Porém, os fatores que determinam os atropelamentos também podem variar dentro dos diversos grupos taxonômicos (Forman et al. 2003). Aves podem ser atropeladas ao utilizarem estradas em busca de alimentos ou em rotas migratórias de baixa altitude (Erritzoe et al. 2003; Bager & Rosa 2012). Répteis apresentam maior tendência de atropelamento em áreas próximas a recursos hídricos e fragmentos florestais (Bernardino & Dalrymple 1992; Hartmann et al. 2009; Hartmann et al. 2012). Mamíferos, principalmente os de médio e grande porte, estão entre os vertebrados com maior frequência de registros de atropelamentos, nos mais variados ambientes (Vieira 1996; Riley et al. 2006; Hegel et al. 2012).

O primeiro passo para estabelecer medidas que visem a redução dos impactos dos atropelamentos sobre a fauna é estimar a diversidade de espécies afetadas e em qual proporção. Neste sentido, entender os mecanismos envolvidos na relação entre empreendimentos rodoviários e a ecologia das populações e comunidades é de grande aplicabilidade podendo servir como ferramenta para a tomada de decisões no planejamento territorial e em estratégias de conservação envolvendo questões econômicas, sociais, ecológicas e políticas (Dramstad et al. 1996; Forman 2004), a fim de minimizar as taxas de mortalidade de animais silvestres nas estradas.

Este estudo teve por objetivo estimar a diversidade de espécies de aves, mamíferos e répteis atropelados em duas rodovias em região de floresta subtropical e discutir quais fatores podem estar influenciando nos atropelamentos.

Métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em duas rodovias na região norte do Estado do Rio Grande do Sul. A região está situada no limite sul do domínio morfoclimático do Bioma Mata Atlântica e integra, em parte, área da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. É caracterizada por uma vegetação ombrófila mista e clima subtropical úmido (Ab'Saber & Marigo 2006). As rodovias amostradas foram: RS-331, entre os municípios de Erechim e Gaurama (T1) e RS-420, entre os municípios de Erechim e Aratiba (T2). As rodovias interligam o município de Erechim a municípios com aproximadamente 6.000 habitantes e de economia essencialmente agrícola (IBGE 2010). O volume de tráfego é considerado baixo (<1.000 veículos/dia) e caracterizado por automóveis, ônibus, caminhões e máquinas agrícolas (IBGE 2010). Estruturalmente as rodovias são de pista simples e pavimentadas, com acostamentos reduzidos (cerca de 80 cm.), e limite de velocidade de 80 km/h. Não há sinalização sobre a travessia de animais.

A paisagem no entorno das duas rodovias é diferente quanto ao relevo, ao uso e a ocupação do solo. O trecho T1 apresenta relevo de ondulação suave, escassos fragmentos florestais e predomínio de áreas agrícolas (Figura 1A). O trecho T2 apresenta relevo de ondulações acentuadas e predomínio de vegetação florestal na encosta dos morros, intercalada com pequenas áreas agrícolas nas áreas planas (Figura 1B). A temperatura média máxima na região é de 23,3°C e a média mínima é de 13,5°C com uma precipitação média de 1.607,2mm por ano (dados referentes ao ano de 1999 a 2013; FEPAGRO/INMET 2014).



A)



B)

Figura 1: Paisagem no entorno do Trecho T1 (RS-331), entre os municípios Erechim e Gaurama (A) e Trecho T2 (RS-420), entre os municípios de Erechim e Aratiba (B), Norte do Estado do Rio Grande Sul.

Fonte: Autores.

Coleta dos dados

Para a coleta dos dados sobre os atropelamentos a equipe, de duas ou três pessoas, percorreu de carro (“driving surveys”, Langen et al. 2007) dois trechos de 12 km: T1 (Início 0373408; 6946633 – Fim 0389262; 6947650) e T2 (Início 0373439; 6945923 – Fim 0369276; 6953622). Os trajetos foram percorridos nos dois sentidos, a uma velocidade média de 50 km/h. Foram realizadas duas amostragens por mês, com duração de cinco dias cada, totalizando 10 dias de amostragem por mês, em cada trecho. A primeira amostragem de cada mês foi realizada no turno da manhã (entre 07:30 e 11:00 horas) e a segunda amostragem no turno da tarde (entre 13:30 e 17:00 horas). As amostragens duraram seis meses, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015, totalizando 2.880 Km percorridos. Esse período coincide com a época de maior movimentação das espécies.

Para cada indivíduo encontrado atropelado foi realizado o registro do local (georeferenciado), data, período do dia e registro fotográfico. Foram consideradas todas as carcaças visualizadas na pista e acostamento. Após o registro, as carcaças foram removidas para fora da pista. Foram registrados indivíduos atropelados de aves, mamíferos e répteis. A identificação foi feita no menor nível taxonômico possível. Para análises de diversidade utilizou-se indivíduos identificados em nível de espécie ou gênero. A identificação dos animais seguiu literatura especializada, livros guias e consulta a especialistas (Sick 1997; Azevedo & Guizoni Jr. 2008; Reis et al. 2006; Weber et al. 2013; Hartmann et al. 2009).

Análise dos dados

Com a frequência das amostragens foi possível estimar a taxa de atropelamentos (atropelamentos/km/dia). Para calcular a taxa diária de atropelamentos foi dividido o número total de indivíduos encontrados atropelados pelo comprimento do trecho amostral (24 Km) e pelo número de dias do período amostral (60 dias). A curva de acumulação de espécies foi calculada a partir de 500 adições aleatórias das amostras, utilizando o programa EstimateS 9.0 (Colwell 2012). Adicionalmente, estimou-se a riqueza de espécies com base no uso do estimador de riqueza Jackknife 1.

Para determinar as espécies mais atropeladas foram selecionadas aquelas que apresentarem, em média, um ou mais indivíduos atropelados por mês, ou seja, $n \geq 06$. Para verificar se houve diferenças no número de atropelamentos entre os trechos amostrados utilizou-se o teste de qui quadrado (χ^2).

As espécies foram classificadas segundo o índice de Constância de Ocorrência (Dajoz 2005), através da fórmula: $C = (P/Q) \times 100$ onde, C = constância de ocorrência da espécie; P =

número de amostragens em que a espécie ocorreu e Q = número total de amostragens. A partir da frequência de ocorrência (C) de cada espécie foram obtidas as seguintes categorias: espécie constante ($C > 50\%$), espécie acessória ($25\% > C < 50\%$) e espécie rara ($C < 25\%$). Para o cálculo do Índice de Constância de Ocorrência foi considerada cada amostragem (5 dias) como uma unidade amostral.

A partir das espécies identificadas (total e por grupo) e da presença delas em cada trecho amostrado, procedeu-se uma análise de similaridade, através da seguinte fórmula: $S = (EE \times 100) / T$ onde, S = Similaridade, EE = total de espécies exclusivas e T = Total de espécies.

Resultados

Foram encontrados atropelados 209 indivíduos pertencentes a 45 espécies de três grupos: aves, mamíferos e répteis. A maior abundância e riqueza foi de aves, 120 indivíduos e 30 espécies (66,7%), seguidas pelos mamíferos, 52 indivíduos e oito espécies (17,8%) e répteis, com 37 indivíduos e sete espécies (15,5%; Tabela 1). A porcentagem de indivíduos não identificados representou 34,92% ($n=73$) do total de registros de indivíduos encontrados atropelados. A maior parte dos indivíduos não identificados pertenceram ao grupo das aves ($n=65$; 31,1%). Uma espécie de mamífero consta na lista da fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio Grande do Sul (Rio Grande do Sul 2014) e Lista Vermelha da União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN 2015): *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato-pequeno), em ambas na categoria “vulnerável”.

A taxa de atropelamento foi de 0,14 ind./km/dia considerando os três grupos taxonômicos. Quando analisada por grupos, a maior taxa de atropelamento foi das aves (0,08 ind./km/dia), seguido de mamíferos (0,03 ind./km/dia) e répteis (0,02 ind./km/dia). A riqueza estimada (Jackknife 1) considerando todos os grupos foi de 67 espécies ($\pm 4,06$). Para aves a riqueza estimada foi de 46,5 espécies ($\pm 3,71$); 11,67 espécies para mamíferos ($\pm 1,56$) e 8,83 espécies para répteis ($\pm 1,24$).

Tabela 1 - Classe, espécie, número de indivíduos por trecho amostrado, número total de indivíduos, porcentagem total e por grupo, Constância de Ocorrência (C) e classificação segundo o índice de Constância de Ocorrência (C = constante, A = acessória, R = rara), de aves, mamíferos e répteis encontrados atropelados em dois trechos de 12km das rodovias: RS-331(T1), entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS- 420 (T2), entre os municípios de Erechim e Aratiba, no Estado do Rio Grande do Sul, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015. Em negrito as espécies mais atropeladas.

Classe/espécie	T1	T2	Total	% Total	% no grupo	C	Classificação
AVES	61	59	120	57,42			
<i>Athene cunicularia</i>	2	1	3	1,43	2,50	25,0	A
<i>Columbina picui</i>	2	1	3	1,43	2,50	16,6	R
<i>Columbina talpacoti</i>	1	-	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Crotophaga ani</i>	1	3	4	1,91	3,33	25,0	A
<i>Cyanolaxia brissonii</i>	-	1	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Euphonia chlorotica</i>	-	1	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Furnarius rufus</i>	-	2	2	0,96	1,66	16,6	R
<i>Guira guira</i>	1	2	3	1,43	2,50	25,0	A
<i>Lanius culcullatus</i>	1	1	1	0,96	1,66	16,6	R
<i>Megascops sp.</i>	4	-	4	1,91	3,33	25,0	A
<i>Molothrus bonariensis</i>	-	1	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Myiophobus fasciatus</i>	1	-	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Pardirallus nigricans</i>	-	1	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Pitangus sulphuratus</i>	-	1	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Poospiza nigrorufa</i>	1	-	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Ramphastos dicolorus</i>	-	1	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Setophaga pitaiyumi</i>	1	-	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Sicalis flaveola</i>	1	1	2	0,96	1,66	16,6	R
<i>Sporagra magellanica</i>	-	1	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Sporophila caerulescens</i>	1	-	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Sporophila sp.</i>	1	-	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Tangara preciosa</i>	1	-	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Tangara sayaca</i>	-	2	2	0,96	1,66	8,33	R
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	1	-	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Troglodytes musculus</i>	1	1	2	0,96	1,66	16,6	R
<i>Turdus rufiventris</i>	1	1	2	0,96	1,66	16,6	R
<i>Tyrannus melancholicus</i>	1	-	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Vanellus chilensis</i>	2	-	2	0,96	1,66	16,6	R

Continua...

Continuação...

<i>Zenaida auriculata</i>	1	-	1	0,48	0,83	8,33	R
<i>Zonotrichia capensis</i>	4	3	7	3,35	5,83	58,33	C
Não identificados	31	34	65	31,1	54,16		
MAMÍFEROS	26	26	52	24,8			
<i>Cavia aperea</i>	4	2	6	2,87	11,54	33,33	A
<i>Cerdocyon thous</i>	3	5	8	3,83	15,38	50,00	A
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	3	1	4	1,91	7,69	25,00	A
<i>Didelphis albiventris</i>	8	14	22	10,5	42,31	100,00	C
<i>Galictis cuja</i>	1	-	1	0,48	1,92	8,33	R
<i>Leopardus tigrinus</i>	-	1	1	0,48	1,92	8,33	R
<i>Lepus europaeus</i>	1	-	1	0,48	1,92	8,33	R
<i>Myocastor coypus</i>	-	1	1	0,48	1,92	8,33	R
Não identificados	6	2	8	3,83	15,38		
RÉPTEIS	19	18	37	17,7			
<i>Atractus taeniatus</i>	2	1	3	1,43	8,11	25,00	A
<i>Bothrops jararaca</i>	-	3	3	1,43	8,11	25,00	A
<i>Micrurus altirostris</i>	2	-	2	0,96	5,41	16,66	R
<i>Oxyrhopus rhombifer</i>	1	-	1	0,48	2,70	8,33	R
<i>Philodryas olfersii</i>	-	1	1	0,48	2,70	8,33	R
<i>Salvator merianae</i>	11	13	24	11,4	64,86	58,33	C
<i>Thamnodynastes strigatus</i>	3	-	3	1,43	8,11	16,66	R
TOTAL GERAL	106	103	209	100			

A curva com maior tendência à estabilização no número de espécies foi para o grupo dos répteis. As outras três curvas, a de aves, a de mamíferos e a curva do conjunto dos três grupos não mostraram tendência de estabilização (Figura 2).

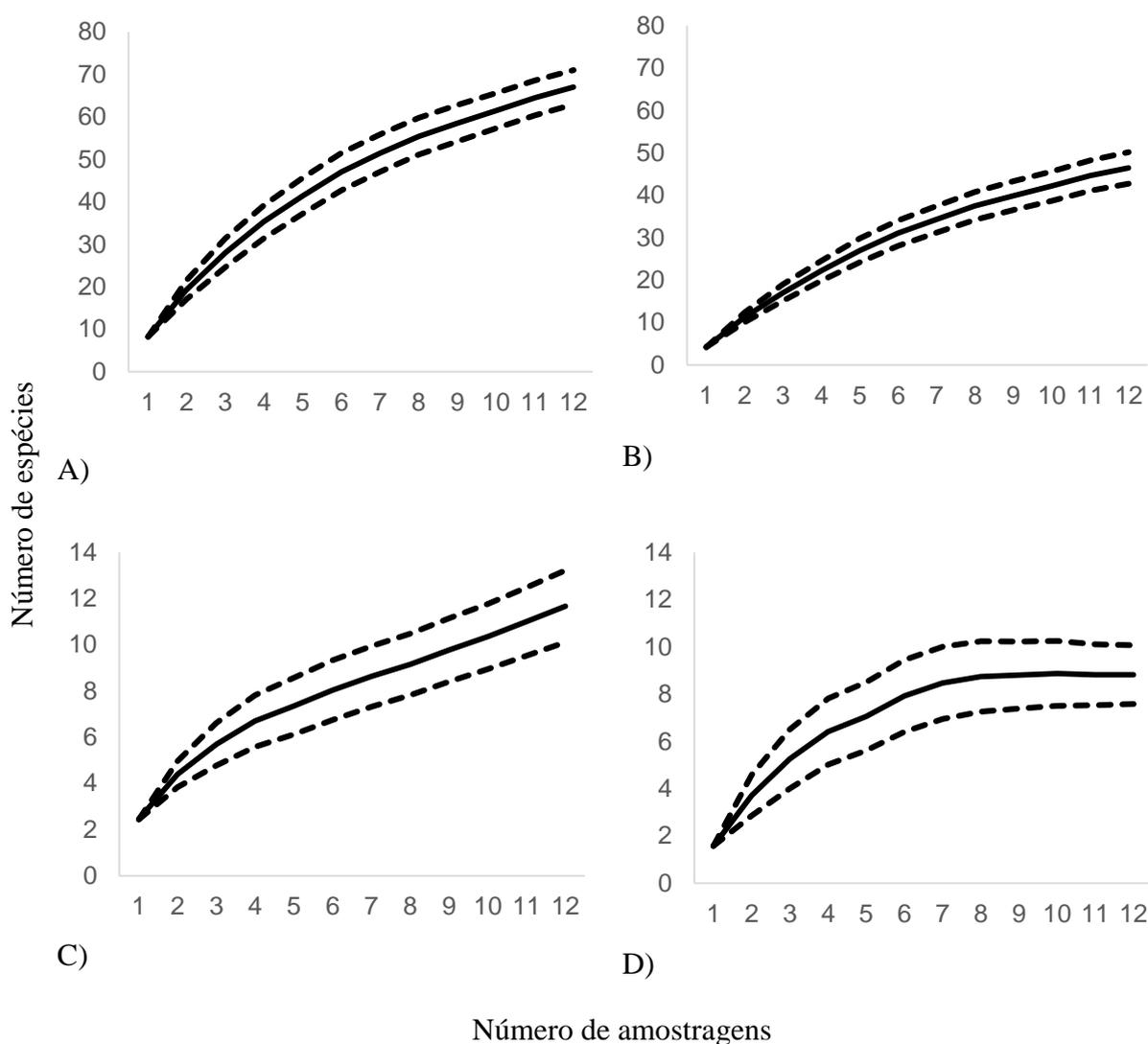


Figura 2: Curvas de acumulação de espécies de aves, mamíferos e répteis encontradas atropeladas em dois trechos de 12 km: RS-331 (T1), entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS-420 (T2), entre os municípios de Erechim e Aratiba, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015. A) Para todos os grupos; B) Aves; C) Mamíferos; D) Répteis. Linha contínua: Riqueza estimada. Linhas tracejadas: Desvio padrão.

No total, as espécies com mais registros de atropelamentos foram: *Salvator merianae* (Teiú; n=24), *Didelphis albiventris* (Gambá-de-orelha-branca; n=22), *Cerdocyon thous* (Graxaim-do-mato; n=8), *Zonotrichia capensis* (Tico-tico; n=7) e *Cavia aperea* (Preá; n=6). As cinco espécies mais atropeladas representaram 32% dos registros totais (n=67), sendo uma de aves, três de mamíferos e uma de répteis.

No grupo das aves, a espécie mais atropelada foi *Z. capensis*. Esta espécie representou 3,35% dos registros totais de atropelamentos e 5,33% dos registros de atropelamentos no grupo das aves. *Zonotrichia capensis* foi classificada como Constante sendo encontrada em sete das doze amostragens realizadas. Três espécies de mamíferos estiveram entre as mais atropeladas,

D. albiventris, *C. thous*, e *C. aperea*, que representaram 17,22% do total de registros e 69,23% dos registros para mamíferos. *Didelphis albiventris* foi classificada como Constante e foi a única espécie que apareceu em todas as amostragens realizadas. *Cerdocyon thous* e *C. aperea* foram classificadas com espécies Acessórias e apareceram em seis e quatro amostragens respectivamente. O atropelamento de *S. merianae* representou 11,48% dos registros totais e 64,86% dos registros de répteis. *Salvator merianae* foi classificada como Constante e foi registrada em sete amostragens.

No trecho T1 foram encontrados 106 indivíduos atropelados, sendo 61 aves, 26 mamíferos e 19 répteis. No trecho T2 foram encontrados 103 animais atropelados, sendo 59 de aves, 26 de mamíferos e 18 de répteis (Figura 3).

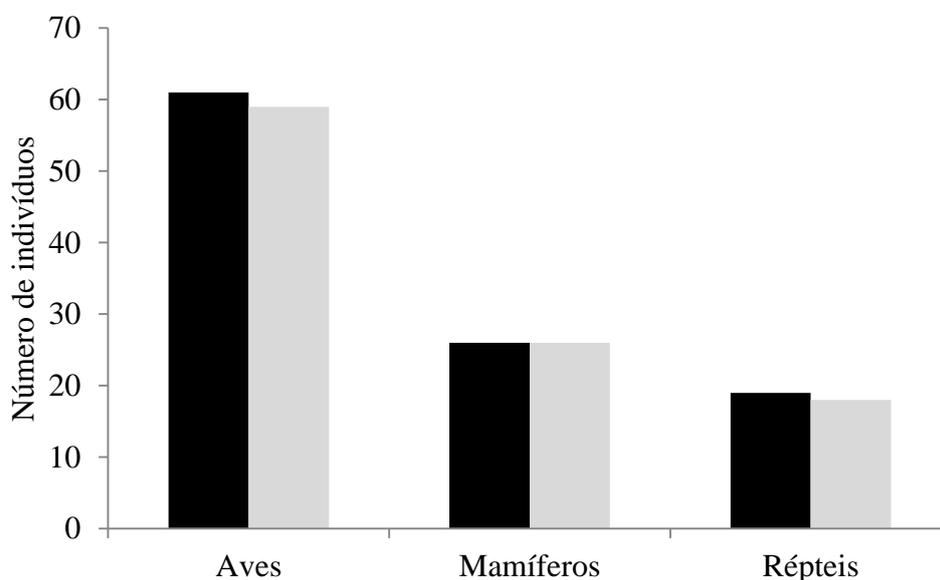


Figura 3: Número de indivíduos de aves, mamíferos e répteis encontrados atropelados em dois trechos de 12 km: RS-331 (T1, coluna preta), entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS-420 (T2, coluna cinza), entre os municípios de Erechim e Aratiba, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015.

Não houve diferença no total de animais atropelados entre os dois trechos ($\chi^2=0,02$; GL=1; $p=0,88$). O grupo das aves foi o mais atropelado em ambos os trechos e também não houve diferença entre o número de indivíduos de aves atropelados entre os trechos ($\chi^2= 0,02$; GL= 1; $p=0,89$). Da mesma forma para mamíferos ($\chi^2=0,00$; GL=1; $p=1$) e répteis ($\chi^2=0,01$; GL=1; $p=0,90$).

Das 45 espécies identificadas apenas 15 foram encontradas nos dois trechos (similaridade=33,3%; Tabela 2). Para aves foram nove espécies (similaridade=30,0%);

mamíferos, foram quatro (similaridade=50%) e répteis, duas (similaridade=28,5%). Foram encontradas 17 espécies atropeladas exclusivamente no trecho T1, sendo 12 espécies de aves, duas de mamíferos e três de répteis. No trecho T2, foram encontradas 13 espécies exclusivas, sendo nove de aves, duas de mamíferos e duas de répteis.

Tabela 2: Número de espécies encontradas atropeladas em dois trechos de 12 km das rodovias: RS-331 (T1), entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS-420 (T2), entre os municípios de Erechim e Aratiba, no Estado do Rio Grande do Sul, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015. Total de espécies por grupo; Similaridade (S) entre os trechos e espécies exclusivas do trecho T1 e T2 (ET1 e ET2).

Táxon	T1	T2	Total de espécies	S	ET1	ET2
Aves	21	18	30	9 (30,0%)	12	9
Mamíferos	6	6	8	4 (50,0%)	2	2
Répteis	5	4	7	2 (28,5%)	3	2
Total	32	28	45	15 (33,3%)	17	13

Fonte: Autores.

Os meses de novembro e dezembro de 2014 e janeiro de 2015 foram os meses com maior número de animais atropelados. Foram encontrados 49, 52 e 42 animais atropelados nos respectivos meses (Figura 4). O grupo das aves foi o mais afetado em todos os meses, com maior registro em novembro (n=31). Os mamíferos também apresentaram indivíduos atropelados em todos os meses avaliados, sendo o mês de dezembro o mês com maior número de registros (n=15). Atropelamentos de répteis foram registrados a partir do mês de novembro, sendo o maior número de indivíduos encontrados atropelados no mês de janeiro (n=13).

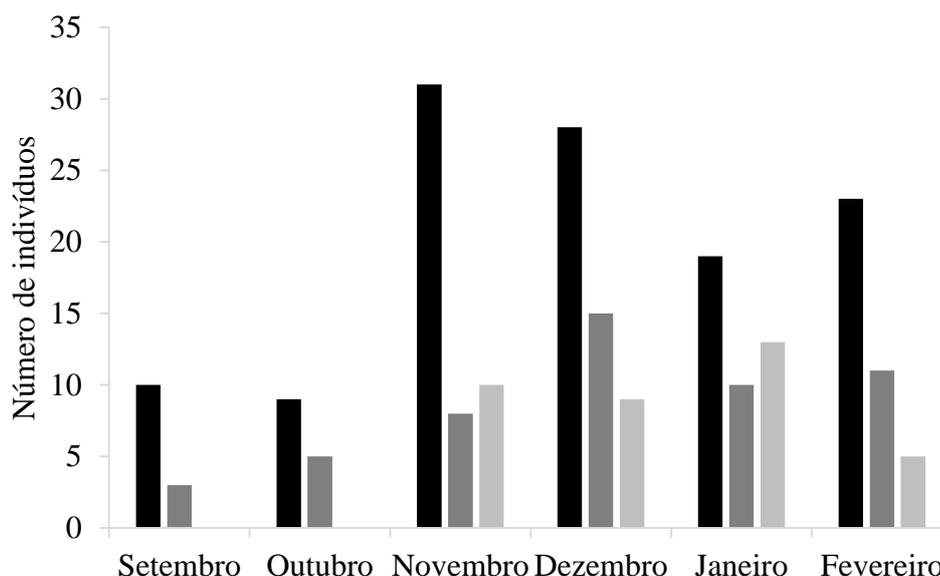


Figura 4: Distribuição dos atropelamentos de aves (coluna preta), mamíferos (coluna cinza escuro) e répteis (coluna cinza claro) em dois trechos de 12 km: RS-331, entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS-420, entre os municípios de Erechim e Aratiba, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015.

Discussão

Embora 45 espécies tenham sido identificadas, as taxas de atropelamento foram maiores em poucas espécies. As espécies que mostraram atropelamento persistente são abundantes e com ampla distribuição (Silva 1984; Sick 1997). Situação semelhante foi descrita em outros estudos, indicando que as espécies mais atropeladas são geralmente generalistas, localmente abundantes, com grande capacidade de deslocamento e/ou aquelas que são atraídas pelos recursos ou características ambientais favoráveis nas estradas (Forman et al. 2003; Coelho et al. 2008; Grilo et al. 2009; Hartmann et al. 2011; Hartmann et al. 2012).

As curvas de acumulação de espécies, indicam que novos registros podem ser feitos com mais tempo de amostragem. Ou seja, isso demonstra que o número de espécies potencialmente afetadas por atropelamentos na região é maior que a registrada neste estudo. Todos os grupos apresentaram novas espécies registradas até o final da amostragem. Provavelmente, são animais que não são atropelados com frequência pelo pouco contato que tem com as rodovias ou possuem maior habilidade em atravessá-la. Esta situação mostra a limitação de estudos de curto prazo que visam avaliar mortalidade de fauna em rodovias na região neotropical (Cunha et al. 2015).

Aves parecem altamente susceptíveis a atropelamentos (Rodrigues et al. 2002; Prada 2004; Bagatini 2006). Clevenger et al. (2003), citam que o voo e o forrageamento na estrada são fatores que aumentam a vulnerabilidade das aves ao atropelamento. O pequeno peso

corpóreo dos indivíduos e a constituição delicada de muitas espécies de aves faz com que também sejam atingidas pelo forte deslocamento de ar provocado pela passagem dos veículos em alta velocidade (Prada 2004), além da colisão com veículos. Depois das aves, mamíferos estão entre os mais frequentemente encontrados atropelados. Muitos estudos têm atenção especial a esse grupo (Vieira 1996; Scoss 2002; Pereira et al. 2006; Bueno & Almeida 2010; Hegel et al. 2012) ou apresentam como o grupo mais atropelado entre os vertebrados (Oliveira & Silva 2012; Santana 2012). Características como o tamanho corporal e a dieta dos mamíferos podem influenciar quais espécies são mais suscetíveis ao atropelamento (Cáceres et al. 2010). Animais maiores precisam de maiores áreas de vida além de se deslocarem mais pela paisagem, aumentando a probabilidade de encontrar uma estrada e atravessá-la (Forman & Alexander 1998). A dieta pode influenciar, pois algumas espécies de herbívoros apresentam maiores densidades populacionais que os carnívoros ou onívoros e são atraídas pelas gramíneas existentes ao longo das bordas das estradas (Bennett 1991).

As taxas de atropelamento de répteis podem variar em função das estações do ano e paisagem no entorno da rodovia (Hartmann et al. 2011; Hartmann et al. 2012; Rodrigues et al. 2002; Rosa & Mauhs 2004; Silva et al. 2007). Neste estudo, os répteis começaram a ser encontrados em novembro, dois meses depois do início das amostragens, indicando que a estação do ano influenciou no atropelamento. Apesar da maioria dos répteis terem uma movimentação menor que as aves e os mamíferos, outras características podem influenciar na susceptibilidade aos atropelamentos, como a baixa velocidade no deslocamento e as respostas comportamentais à luz e ao ruído (Prada 2004).

Dentro dos grupos, algumas espécies foram mais atropeladas do que outras, o que era esperado. A espécie de ave com mais registros de atropelamentos (*Zonotrichia capensis*) tem alta capacidade de deslocamento entre os fragmentos vegetais e pode buscar alimento no solo (Sick 1997), inclusive em rodovias, o que pode potencializar os atropelamentos. Em mamíferos, o maior número de registros de atropelamento de *D. albiventris* pode estar relacionado ao fato dessa espécie ser oportunista em relação ao uso do ambiente e abundante no sul do Brasil (Silva 1984). Espécies de *Didelphis* estiveram entre as mais atropeladas na região central (Rodrigues et al. 2002) e sul do Brasil (Rosa & Mauhs 2004; Cherem et al. 2007). *Didelphis albiventris* também foi registrado com maior frequência na rodovia RS-040, alcançando uma média de 1,1 indivíduos atropelados diariamente (Rosa & Mauhs 2004). *Cerdocyon thous* também está entre as espécies mais atropeladas em outros estudos (Vieira 1996; Cândido-Jr et al. 2002; Rodrigues et al. 2002; Pinowski 2005). Essa espécie é onívora, generalista e oportunista e, por se alimentar de carniça, torna-se um dos mamíferos com maior registro de atropelamentos (Cheida et al.

2006; Hengemühle & Cademartori 2008). Além disso, é uma espécie com grande mobilidade e utiliza a estrada para o forrageio e deslocamento (Coelho 2003). Segundo Coelho (2003), com a diminuição ou com a extinção de outros carnívoros de grande porte na região, as espécies de *D. albiventris* e *C. thous*, podem estar realizando funções ecológicas importantes como dispersão de sementes e predação, importantes para a dinâmica e conservação dos remanescentes da região. *Cavia aperea* tem como habitat os estratos herbáceos e pode ocupar as gramíneas localizadas no entorno da maioria das rodovias (Moojen 1952). É abundante na região e parece ocupar as margens da rodovia para forrageamento (obs. pes.).

A abundância de *S. merianae*, assim como suas características ecológicas podem potencializar o atropelamento. Rosa & Mauhs (2004), registraram a espécie com 32,8%, porém não foi registrado durante as estações de outono e inverno. Neste estudo, *S. merianae* foi registrado a partir de novembro 2014, sendo que as amostragens foram realizadas durante seis meses (setembro 2014 a fevereiro de 2015), período de maior mobilidade das espécies. Aparentemente, a variação na temperatura ao longo do ano pode influenciar na movimentação da espécie, o que poderia aumentar a sua exposição ao atropelamento.

As espécies com maior número de atropelamentos coincidem em grande parte com as espécies classificadas como Constantes. Isto indica que a maior incidência de atropelamentos está associada, pelo menos em parte, às espécies com exposição continuada à rodovia, ou seja, temporalmente não concentrada. Essa continuidade na mortalidade nas estradas pode ter influência no tamanho das populações das espécies frequentemente atingidas, pois se não há um período claro de recuperação do número de indivíduos, pode ocorrer a diminuição lenta, mas constante na abundância das espécies (Clevenger et al. 2003).

Das três espécies classificadas como constantes, somente *D. albiventris* apareceu em todas as amostragens. Fatores como provável abundância no entorno, hábitos alimentares generalistas e a capacidade de ocupar habitats antropizados podem fazer com que esta espécie esteja constantemente sujeita aos atropelamentos (Rosa & Mauhs 2004). *Salvator merianae* também foi classificado como constante, possivelmente em função das amostragens terem sido realizadas fora das estações frias, quando aparentemente *S. merianae* reduz sua atividade (Rosa & Mauhs 2004). *Zonotrichia capensis* também foi classificada como constante e isso pode estar associado aos seus constantes deslocamentos entre os fragmentos florestais, pela sua adaptação em habitats antropizados e pelo seu hábito de buscar alimento nas rodovias (Sick 1997).

Taxas de atropelamento tendem a variar em função do grupo taxonômico avaliado, bioma amostrado, frequência nas amostragens e comprimento do trecho amostrado. Hengemühle & Cademartori (2008) encontraram uma taxa de 0,57 ind./km/dia ao avaliarem o

atropelamento dos vertebrados silvestres na RS-389. Considerando o total de quilômetros percorridos a taxa encontrada no estudo foi de 0,072 animais/km. Fischer (1997) encontrou 0,069 animais/km; Silveira (1999) encontrou 0,045 animais/km, Prada (2004) 0,048 animais/km e Mantovani (2001) com 0,0015 animais/km percorrido. Deve-se levar em consideração que o número de animais atropelados, nos diferentes estudos deve estar subestimado, pois há a remoção de carcaças por animais carniceiros oportunistas, que pode contribuir para a variação nos registros e animais feridos que podem se afastar para outros locais, influenciando na taxa de mortalidade (Vieira 1996; Rodrigues et al. 2002). Antworth et al. (2005), em um estudo experimental verificaram que 60% das carcaças de aves e 97% das de répteis foram removidas em até 36 horas após a colocação das mesmas na rodovia. No entanto, o uso de taxas permite determinar o corte inferior do número de atropelamentos. Neste estudo a taxa estimada de atropelamentos representa que ao longo do período de um ano podem ser encontrados ao menos 50 animais atropelados por quilômetro nas rodovias avaliadas.

Dentre os indivíduos encontrados atropelados, uma espécie está ameaçada de extinção, *Leopardus tigrinus*. De acordo com Oliveira & Cassaro (2005), todas as espécies de felinos silvestres encontrados em território brasileiro estão ameaçadas de extinção devido à destruição do meio ambiente. As rodovias estão atualmente entre os principais meios para o declínio desse grupo (Cherem et al. 2007; Camargo et al. 2011; Hegel et al. 2012; Oliveira & Silva 2012).

A presença de espécies exclusivas para cada área do estudo parece ser influenciada pelas diferenças nas características ambientais do entorno das rodovias. No trecho T1 a paisagem do entorno na rodovia apresenta grandes áreas antropizada (agricultura e pecuária). No trecho T2 a paisagem tem relevo de ondulações acentuadas e predomínio de vegetação florestal na encosta dos morros, intercalada com pequenas áreas agrícolas nas áreas planas. Esta condição mais preservada parece favorecer espécies mais exigentes em relação ao habitat. A similaridade média a baixa e as diferenças na diversidade entre os dois trechos indicam a forte influência da paisagem do entorno da rodovia na diversidade de fauna atropelada. Rodovias que cortam áreas mais degradadas parecem gerar impactos sobre animais de hábitos generalistas, com alta capacidade de ocupar áreas antrópicas e aparentemente com populações grandes. Por outro lado, rodovias que cortam áreas preservadas, ou menos degradadas, tendem a gerar impactos sobre espécies mais exigentes ao uso de habitat, com áreas de vida mais restritas e possivelmente populações menores. Comumente são estas as espécies que mais demandam atenção para conservação.

A identificação das espécies mais frequentemente atropeladas e dos padrões ecológicos envolvidos pode servir como ferramenta para a tomada de decisão a fim de buscar alternativas

para reduzir os atropelamentos e evitar que espécies ameaçadas de extinção sofram com o atropelamento e/ou que mais espécies sejam atropeladas de maneira constante e frequente reduzindo consideravelmente a sua população na região (DNIT/IME 2012).

As alternativas para a redução de atropelamentos de animais silvestres são medidas mitigadoras e de educação ambiental, que podem ser inseridas em rodovias a serem implantadas ou em regularização pelos órgãos competentes pelo licenciamento. Pelo fato de algumas medidas terem eficácia incerta e serem relativamente dispendiosas (Trombulak & Frissel 2000) é necessário conhecer bem os fatores envolvidos nas ocorrências de cada região.

Técnicas e soluções para reduzir colisões entre veículos e grandes animais como: cercamento, passagens superiores e inferiores, placas de alerta, redução nos limites de velocidades, iluminação nas vias, alarmes entre outras (Forman et al. 2002). No Brasil, segundo Bagatini (2006), tem-se registros de experiências com ações educativas junto aos motoristas, com a distribuição de panfletos a sinalização vertical. Outras medidas são utilizadas como passagens subterrâneas para a fauna terrestre usando os próprios bueiros do sistema de drenagem da obra ou construídas para este fim, além de passagens superiores mais utilizadas por primatas (Bagatini 2006).

As medidas mais usadas não têm correlação direta com os resultados e as mais promissoras são as menos usadas, sendo necessárias avaliações baseadas na eficácia das medidas e assim aprimorá-las (Forman et al. 2002). Trombulak & Frissel (2000) e Bager (2003) citam exemplos de medidas mitigadoras que apresentam um sucesso parcial na sua eficácia ou que foram criadas para uma determinada espécie e são usadas por outras. Assim com a instalação ou aplicação de medidas mitigadoras, como placas e redutores de velocidade, em pontos específicos, poderão ser mais eficientes onde são realmente necessárias, ou seja, pontos onde ocorrem um maior número de atropelamentos (Clevenger et al. 2003). Neste sentido, se faz necessário, cada vez mais, o estudo e acompanhamento dos atropelamentos da fauna selvagem, para identificar os grupos afetados e os principais locais onde o atropelamento acontece para a melhor aplicação das medidas, sejam elas compensatórias, mitigatórias ou informativas/educativas.

Referências Bibliográficas

- Ab'Saber A, Marigo L. 2006. *Ecosistemas do Brasil*. São Paulo: Metalivros, 300p.
- Andrews KM, Gibbons JW. 2005. How do highways influence snake movement? Behavioral responses to roads and vehicles. *Copeia*. 2005(4):772-782.
- Antworth RL, Pike DA, Stevens EE. 2005. Hit and run: effects of scavenging on estimates of roadkilled vertebrates. *South Nat*. 4(4):647-656.
- Azevedo MAG & Ghizoni – Jr IR. 2008. Aves. In: *A fauna das áreas de influência da Usina Hidrelétrica Quebra-Queixo* (JJ Cherem & M Kammers, orgs.). Habilis, Erechim – RS.
- Bagatini T. 2006. 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.
- Bager A. 2003. Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos viários associados às unidades de conservação, p. 159-172. In: *Áreas Protegidas.- Conservação no âmbito do Cone Sul*, (A Bager, org.). Pelotas – RS, 223p.
- Bager A, Piedras SRN, Pereira TSM, Hobus Q. 2007. Fauna selvagem e atropelamento: Diagnóstico do conhecimento brasileiro, p. 49-62. In: *Áreas Protegidas.- repensando as escalas de atuação* (A Bager, org.). Porto Alegre: Armazém Digital, 209p.
- Bager A, Rosa CA. 2012. Impacto da rodovia BR-392 sobre comunidades de aves no extremo sul do Brasil. *Rev Bras Ornitol*. 20(1), 30-39.
- Benitz-Lopez A, Alkemade R, Verweij PA. 2010. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta analysis. *Biol Conserv*. 143:1307-1316.
- Bennet AF. 1991. Roads, roadsides and wildlife conservation: a review. In: *Nature Conservation 2: The Role of Corridors* (DA Saunders & RJ Hobbs, eds.). Beatty and Sons, Chipping Norton.
- Bernardino Jr FS, Dalrymple GH. 1992. Seasonal activity and road mortality of the snakes of the Pa-hay-o-kee wetlands of Everglades National Park, USA. *Biol Conserv*. 62:71-75.
- Bueno C, Almeida PAL. 2010. Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR – 040 (Rio de Janeiro – Juiz de Fora). *Rev Bras Zoocienc*. 12(3):219-226.
- Cáceres NC, Hannibal W, Freitas DR, Silva EL, Roman C, Casella J. 2010. Mammal occurrence and roadkill in two adjacent ecoregions (Atlantic Forest and Cerrado) in south-western Brazil. *Rev Bras Zool*. 27:709-717.
- Camargo MB, Mazim FD, Garcias FM. 2011. Variação sazonal e espacial de vertebrados silvestres atropelados em três rodovias do Bioma P, Sul do Brasil. In: *Road Ecology Brazil* (A Bager, org.). Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.
- Cândido-Jr JF, Margarido VP, Pegoraro JL, D`Amigo AR, Madeira WD, Casale VC, Andrade L. 2002. Animais atropelados na rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná,

Brasil, e seu aproveitamento para estudos da biologia da conservação. In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação 1, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza. 553p.

Cheida CC, Narano-Costa E, Fusco-Costa R, Rocha-Mendes F, Quadros J. 2006. Mamíferos do Brasil. In: Ordem Carnívora (NR Reis, LA Peracchi, AW Pedro, PI Lima eds.). Edifurb, Londrina, Brasil, p.231-275.

Cherem JJ, Kammers M, Ghizoni-Jr IR, Martins A. 2007. Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. Biotemas. 20(2):81-96.

Clevenger AP, Chruszcz B, Gunson KE. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. Biol Conserv. 109:15-26.

Coelho IP. 2003. Magnitude e padrões de distribuição temporal do atropelamento de mamíferos silvestres no extremo-norte da planície costeira do RS, Brasil. Porto Alegre: (Trabalho de Conclusão de Curso: Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Coelho IP, Kindel A, Coelho AV P. 2008. Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. Eur J Wildl Res. 54:689-699.

Colwell RK. 2004. EstimateS 9.0: Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. Disponível em: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/EstimateSPages/EstSUsersGuide/References/ColwellMaoAndChang2004Sp.pdf>. Acesso em: 03 março de 2015.

Cunha GG, Hartmann MT, Hartmann PA. 2015. Atropelamentos de vertebrados em uma área de Pampa no sul do Brasil. Ambiência. 11(2):307-320.

Dajoz R. 2005. Princípios de Ecologia. 7ªed. Porto Alegre: Artmed.

DNIT/IME. 2012. Monitoramento e Mitigação de atropelamentos de fauna. Disponível em: <http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/meio-ambiente/colecao-estrada-verde/monitoramento-e-mitigacao-de-atropelamento-de_fauna.pdf/view?searchterm=pba>. Acesso em: 04 de abril de 2014.

Dramstad WE, Olson JD, Forman RTT. 1996. Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning. Island Press, Washington, DC.

Erritzoe J, Mazgajski TD, Rejt L. 2003. Bird casualties on european roads a review. Acta Ornithol. 38(2):77-93.

Fahrig L, Pedlar JH, Pope SE, Taylor PD, Wegener JF. 1995. Effect of road traffic on amphibian density. Biol Conserv. 73:177-182.

Fahrig L, Rytwinski T. 2009. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. Ecol Soc. 14(1):1-19.

FEPAGRO. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.fepagro.rs.gov.br/>>. Acesso em: 30 de junho de 2014.

Fischer WA. 1997. Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal, MS. Campo Grande: (Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Ford AT, Fahrig L. 2007. Diet and body size of North American mammal road mortalities. *Transportation Research Part D*. 12(7):498-505.

Forman RTT, Alexander LE. 1998. Roads and their major ecological effects. *Ann Rev Ecol Syst*. 29:207-231.

Forman RTT, Sperling D, Bissonette JA, Clevenger AP, Cutshall CD, Dale R, Goldman CR, Heanue K, Jones JA, Swanson FJ, Turrentine T, Winter TC. 2002. *Road Ecology.-Science and Solutions*. Washington, DC: Island Press, 481p.

Forman RTT, Sperling D, Bissonette JA, Clevenger AP, Cutshall CD, Dale VH, Fahrig GL, France R, Goldman CR, Heanue K, Jones JA, Swanson FJ, Turrentine T, Winter TC. 2003. *Road ecology: Science and solutions*. Washington: Island press.

Forman RTT. 2004. Road ecology's promise: What's around the bend? *Environment*. 46(3):8-21.

Gibbs JP, Steen DA. 2005. Trends in sex ratios of turtles in the United States: implications of road mortality. *Conserv Biol*. 19(2):552-556.

Goosem M. 2007. Fragmentation impacts caused by roads through rainforest. *Curr Sci*. 93(11):1587-1595.

Grilo C, Bissonette AJ, Reis MS. 2009. Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore Road casualties: Consequences for mitigation. *Biol Conserv*. 142:301-313.

Hartmann PA, Hartmann MT, Martins M. 2009. Ecology of a snake assemblage in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Pap Av Zool*. 49:343-360.

Hartmann PA, Hartmann MT, Martins M. 2011. Snake road mortality in a protected area in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *South Am J Herpetol*. 6:35-42.

Hartmann PA, Mainardi L, Rebelato MM, Delabary BF. 2012. Ecologia de estradas no pampa brasileiro: A perda de répteis por atropelamentos. In: *Ecologia de Estradas: Tendências e Pesquisas* (A Bager org.). Lavras: UFLA, v.1, 314p.

Hegel CGZ, Consalter GC, Zanella N. 2012. Mamíferos silvestres atropelados na rodovia RS-135, norte do Estado do Rio Grande do Sul. *Biotemas*. 25(2):165-170.

Hengemühle A, Cademartori CV. 2008. Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em um trecho da estrada do mar (RS-389). *Biodiv Pamp*. 6(2):4-10.

Huijser MP, Bergers PJM. 2000. The effect of roads and traffic on hedgehog (*Erinaceus europaeus*) populations. *Biol Conserv*. 95:111-116.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 14 de dezembro de 2015.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. 2014. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 10 de maio de 2014.

IUCN. 2015. Red list of Threatened Species. Disponível em: <http://www.iucnredlist.org/>. Acesso em: 05 de janeiro de 2015.

Jaeger JAG, Bowman J, Brennan J, Fahrig L, Bert D, Bouchard J, Charbonneau N, Frank K, Gruber B, Von Toschanowitz KT. 2005. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. *Ecol Model.* 185:329-348.

Langen TA, Machniak A, Crowe EK, Mangan C, Marker DF, Liddle N, Roden B. 2007. Methodologies for surveying Herpetofauna mortality on rural highways. *J Wildl Manage.* 71:1361-1368.

Laurance WF, Goosem M, Laurance SGW. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends Ecol Evol.* 4(12):659-669.

Mantovani JL. 2001. Telemetria convencional e via satélite na determinação das áreas de vida de três espécies de carnívoros da região nordeste do estado de São Paulo. Tese (Doutorado em Ciências). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

Moojen J. 1952. Os roedores do Brasil. Ministério da Educação e Saúde, Instituto Nacional do Livro. Rio de Janeiro, 214p.

Novelli R, Takase E, Castro V. 1988. Estudo das aves mortas por atropelamento em um trecho da Rodovia BR-471, entre os Distritos da Quinta e Taim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Rev Bras Zool.* 5(3):441-454.

Oliveira TG, Cassaro K. 1999. Guia De Identificação Dos Felinos Brasileiros. Sociedade De Zoológicos do Brasil, São Paulo.

Oliveira DS da, Silva VM da. 2012. Vertebrados silvestres atropelados na BR 158, RS, Brasil. *Biotemas,* 25(4):229-235.

Pereira APFG, Andrade FAG, Fernandes MEB. 2006. Dois anos de monitoramento dos atropelamentos de mamíferos na rodovia PA- 458, Bragança, Pará. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, sér. Ciências Naturais.* 1:77-83.

Pinowski J. 2005. Roadkills of vertebrates in Venezuela. *Rev Bras Zool.* 22(1):191-196.

Prada CS. 2004. Atropelamento de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo: quantificação do impacto e análise dos fatores envolvidos. Dissertação de Mestrado (PPG Ecologia e Recursos Naturais) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos.

Reis NR, Peracchi AL, Pedro WA & Lima IP. 2006. Mamíferos do Brasil: Nelio R. dos Reis, Londrina – PR.

Riley SPD, Pollinger, JP, Sauvajot RM, York EC, Bromley C, Fuller TK, Wayne RK. 2006. A southern California freeway is a physical and social barrier to gene flow in carnivores. *Mol Ecol.* 15:1733-1741.

Rio Grande do Sul. 2014. Decreto nº 51797. Lista das espécies da fauna gaúcha ameaçadas de extinção. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

Rodrigues E, Pinheiro J, Pereira AP. 2002. Estradas e EIA/RIMA no Acre. Disponível em: <http://sites.google.com/site/ecologiaestradas/download>. Acesso em: 10 de junho de 2015.

Rosa AO, Mauhs J. 2004. Atropelamentos de animais silvestres na Rodovia RS-40. Caderno de Pesquisa. Série Biologia (UNISC). 16(1):35-42.

Santana GS. 2012. Fatores influentes sobre atropelamentos de vertebrados na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. *Neotrop Biol Conserv.* 7:26-40.

Scoss LM. 2002. Impacto de estradas sobre mamíferos terrestres: O caso do parque estadual do Rio Doce, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Viçosa.

Sick H. 1997. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 912p.

Silva F. 1984. Mamíferos Silvestres - Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 246 p.

Silva MO, Oliveira IS, Cardoso MW, Graf V. 2007. Road kills impact over the herpetofauna of Atlantic Forest (PR-340, Antonina, Paraná). *Acta Biol.* 36(1-2):103-112.

Silveira L. 1999. Ecologia e conservação dos mamíferos carnívoros do Parque Nacional das Emas. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Goiás.

Sousa MAN, Miranda PC. 2010. Mamíferos terrestres encontrados atropelados na rodovia BR-230/PB entre Campina Grande e João Pessoa. *Rev Biol Farm.* 4(2):72-82.

Trombulak SC, Frissell CA. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conserv Biol.* 14:18-30.

Tumeleiro LK, Koenemann JG, Ávila MCN, Pandolfo F, Oliveira EV. 2006. Notas sobre mamíferos da região de Uruguaiana: estudo de indivíduos atropelados com informações sobre a dieta e conservação. *Biodiv Pamp.* 4:38-41.

Turci LCB, Bernarde PS. 2009. Vertebrados atropelados na Rodovia Estadual 383 em Rondônia, Brasil. *Biotemas.* 22(1):121-127.

Van Der Ree R, Gagnon JW, Smith DJA. 2015. Valuable Tool for Reducing Wildlife-Vehicle Collisions and Funnelling Fauna to Crossing Structures. In: Handbook of Road Ecology (R Van

Der Ree, DJ Smith, C Grilo orgs.) John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.
doi: 10.1002/9781118568170.ch20, 2015.

Vieira EM. 1996. Highway mortality of mammals in Central Brazil. *Cien Cult.* 48(4):270–272.

Weber MM, Roman C, Cáceres NC. 2013. *Mamíferos do Rio Grande do Sul*. Santa Maria: Editora da UFSM, 556p.

ARTIGO 2: DIETA E USO DO AMBIENTE PODEM INFLUENCIAR NO ATROPELAMENTO DE FAUNA?

Resumo

A construção de rodovias causa diversos problemas ecológicos como a perda de habitats e a mortalidade de fauna por atropelamento. Os atropelamentos podem variar dentro dos grupos taxonômicos e parecem estar relacionados com a biologia e a ecologia das espécies afetadas. O objetivo deste estudo foi identificar quais são as características ecológicas das espécies da fauna silvestre atropeladas e comparar com as características ecológicas da fauna da região para verificar se elas influenciam nos atropelamentos. O estudo foi realizado em duas rodovias na região norte do Estado do Rio Grande do Sul. Para estimar a diversidade de aves, mamíferos e répteis atropelados foram realizados 10 dias de amostragens por mês, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015, totalizando 2.880 Km. Estimou-se a diversidade de espécies ocorrentes na região com auxílio de levantamentos de fauna de unidades de conservação, artigos e livros que indicassem espécies de ocorrência confirmada para a região. As características ecológicas foram categorizadas de acordo com o hábito alimentar, o uso do substrato/habitat preferencial e a atividade diária. Procedeu-se uma análise multivariada dos dados. Foram encontrados atropelados 209 indivíduos de aves, mamíferos e répteis, pertencentes a 45 espécies. O número de espécies encontradas atropeladas representa 18,6% do total de espécies com ocorrência prevista para a região (n=242), reforçando a ideia que o atropelamento ocorre direcionado a algumas espécies que não evitam as rodovias. Aves atropeladas com hábitos alimentares granívoro e onívoro foram as mais frequentes. O uso de áreas antrópicas e bordas de floresta foi mais frequente nas espécies de aves atropeladas, enquanto o habitat florestal foi mais frequente para as espécies da região. Três características podem estar potencializando os atropelamentos de aves: uso de áreas antrópicas, dieta granívora e atividade diurna. Mamíferos onívoros e herbívoros foram os mais frequentes nas espécies atropeladas e são comuns para as espécies da região. Espécies carnívoras são menos representadas na região e foram mais atropeladas. Nenhuma espécie arborícola foi encontrada atropelada. Para mamíferos três características: onívora, terrícola/arborícola e atividade noturna estão relacionadas positivamente com os atropelamentos do grupo. Para répteis as espécies carnívoras foram as mais atropeladas, mas também foram as mais comuns no entorno. Espécies semi-arborícolas foram frequentemente atropeladas, mas pouco representadas no entorno. Para répteis três características ecológicas tem uma relação positiva com os atropelamentos: onívora, terrícola e atividade diurna, sendo que a dieta onívora apresenta uma relação positiva pelo elevado número de atropelamentos de *Salvator merianae*. Os resultados indicam que espécies que apresentam determinadas características ecológicas estão mais sujeitas aos atropelamentos. Estas características se manifestam dentro dos grupos taxonômicos, mas também de forma geral. Espécies que podem ocupar áreas antrópicas, terrícolas e terrícolas/arborícolas estão mais sujeitas aos atropelamentos. Por outro lado, espécies de ambientes florestais ou que usam recursos não associados as rodovias parecem ter menos chances de atropelamentos.

Palavras-chave: Características ecológicas, atropelamento, diversidade, conservação.

Abstract

Roads construction can cause a variety of ecological problems, such as, loss of habitats and wildlife mortality from roadkill. Among the distinct taxonomic groups, the roadkill can vary and appear to be related to the biology and ecology of the affected species. The objective of this study was identify the ecological characteristics of wild fauna and compare with the ecological characteristics of the region's fauna to check if they influence the roadkill. The study was conducted on two highways in the northern region of Rio Grande do Sul. The groups of terrestrial vertebrates sampled were: Birds, mammals and reptiles. The species diversity of these groups were measure with information from protected areas, articles and books to indicate occurrence of confirmed species on the region. The ecological characteristics were categorized according to the feeding habits, substrate use/preferred habitat and daily activity. We run a multivariate analysis. We found 209 individuals of birds, mammals and reptiles belonging to 45 species. The number of species found road killed is 18.6% of all species occurring for the region ($n = 242$), reinforcing the idea that the roadkill occurs directed to some species that do not avoid the highways. The most frequent roadkill were birds with granivorous and omnivorous feeding habits. Three characteristics might be enhancing the road kill of birds: use of anthropogenic areas, granivorous diet and daily activity. Omnivorous and herbivorous mammals were the most frequent species and were common between species in the region. Carnivorous species are less represented in the region and were more dead on roads. For mammals three characteristics: omnivorous, terrestrial / arboreal and nocturnal activity that were positively related to organisms killed no the road. The roadkill happen more to reptiles carnivorous species, but these species were also the most common in the environment. Semi-arboreal species were often killed on road, but underrepresented in the surroundings environment. For reptiles three ecological characteristics has a positive relationship with roadkill: omnivorous, terrestrial and daily activity, and the omnivorous diet has a positive relationship for the high number of road kills for the species *Salvator merianae*. These results indicate that species with certain ecological characteristics are more likely to be kill on the road. These characteristics were manifested within the taxonomic groups, but also generally. Roadkill are more likely to occur to species that can occupy disturbed areas and show terrestrial and terrestrial/arboreal habits. On the other hand, species of forested environments or using features not associated to roads and highways seem to have less chance of being killed.

Keywords: Ecological features, roadkill, diversity, conservation.

Introdução

Rodovias afetam diretamente o ambiente e dentre os principais problemas ecológicos causados pela sua construção e operação estão a supressão, degradação e fragmentação de habitat; mortalidade direta da fauna por atropelamento; deslocamento da fauna; introdução e expansão de espécies exóticas, impactos hidrológicos e geológico e diminuição da diversidade genética (Spellerberg 1998, Trombulak & Frissel 2000, Forman et al. 2003). De acordo com Schonewald-Cox & Buechner (1992), a presença de rodovias afeta negativamente espécies que: a) não persistem em habitats de borda; b) são sensíveis ao contato humano; c) ocorrem em baixas densidades; d) são incapazes de atravessar estradas; e e) procuram estradas como fonte de recurso. Além disto, em função das características das espécies, rodovias podem limitar o deslocamento das espécies, por meio do efeito barreira, ou potencializar, com a formação de corredores (Schonewald-Cox & Buechner 1992).

Os impactos mais evidentes e estudados são a perda de habitat e a mortalidade de fauna por atropelamento (Forman & Alexander 1998, Clevenger et al. 2003, Coelho et al. 2008). O atropelamento de animais silvestres, causada pela colisão com veículos, vem sendo apontado como a principal causa de mortalidade de vertebrados por influência direta de atividades humanas (Forman & Alexander 1998). Os atropelamentos parecem estar associados a aspectos como: o fato da rodovia cortar o habitat de determinado táxon (o que interfere no deslocamento da espécie durante o período de migração, reprodução) e a oferta de alimento ao longo da rodovia (por lixo ou carcaças), que serve de atrativos para a fauna (Bueno 2008, DNIT/IMET 2012).

No entanto, os fatores que determinam os atropelamentos podem variar dentro dos diversos grupos taxonômicos (Forman et al. 2003) e parecem estar relacionados com a biologia e a ecologia das espécies afetadas. De acordo com alguns autores, os animais mais susceptíveis são aqueles que se movem devagar, como os anfíbios, algumas espécies de répteis; e animais arbóreos, como preguiças e primatas, além de espécies com pouca visão, como tamanduás; e ainda aqueles que apresentam respostas lentas ou de “congelamento” com a aproximação de carros, como os tatus e alguns anfíbios (Fahrig & Rytwinski 2009, Laurance et al. 2009).

Ford e Fahrig (2007) indicam que a dieta também pode ter relação importante com os atropelamentos de fauna. Aparentemente, animais onívoros e herbívoros têm maiores índices de atropelamentos que os carnívoros, pois animais herbívoros apresentam normalmente maiores densidades populacionais que os onívoros e que ambos apresentam maior densidade populacional que os carnívoros (Oliveira 2011). Alguns vertebrados são atraídos para as rodovias pela disponibilidade e variedade de recursos alimentares, incluindo grãos, frutas,

vegetação na borda das estradas, pequenos insetos entre outros (Forman & Alexander 1998), e podem ser atropelados. Da mesma forma, os animais carniceiros são atropelados em virtude do seu comportamento de se alimentar de carcaças de animais já atropelados, criando um ciclo de atropelamentos (Coffin 2007, Smith-Patten & Patten 2008).

Grilo et al. (2009) afirmam que existem três aspectos a serem considerados em estudos de espécie atropeladas; a) normalmente os adultos das espécies mais comuns são os mais atropelados; b) o maior número de ocorrências de morte por atropelamento está relacionado aos períodos de maior mobilidade desses animais, dispersão e época de reprodução; c) as características da estrada, áreas urbanas e habitat tem uma relação próxima e variável com os atropelamentos. Todos estes fatores são influenciados pela ecologia das espécies.

Os atropelamentos de fauna silvestre normalmente se concentram em uma ou poucas espécies, geralmente generalistas, localmente abundantes, com grande capacidade de deslocamento e/ou aquelas que são atraídas pelos recursos ou características ambientais favoráveis nas estradas (Forman et al. 2003, Coelho et al. 2008, Grilo et al. 2009). No entanto, para o entendimento dos mecanismos que levam algumas espécies a serem mais ou menos suscetíveis que outras ao atropelamento é necessário considerar os níveis de organização, em particular, grupos funcionais de espécies e de populações (Simberloff & Dayan 1991). As divisões funcionais, que envolvem as características biológicas e ecológicas das espécies, podem mostrar quais características, ou conjunto de características, influenciam nos atropelamentos dentro dos grupos taxonômicos, ou de forma geral. Outros fatores também podem potencializar o atropelamento, como o fluxo do tráfego e as características da estrada, como velocidade permitida e sinalizações, ou também pela estrutura da paisagem que fica no entorno da rodovia. Mas todos estes parecem ter relação com o hábito alimentar, uso do ambiente e os padrões de atividade das espécies (Oliveira 2011).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi identificar quais as características ecológicas das espécies da fauna silvestre que influenciam nos atropelamentos e comparar com as características ecológicas da fauna de ocorrência numa região de floresta subtropical no sul Brasil.

Métodos

1. Área de estudo

O estudo foi realizado em duas rodovias na região norte do Estado do Rio Grande do Sul. A região está situada no limite sul do domínio morfoclimático do Bioma Mata Atlântica e integra, em parte, área da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. É caracterizada por uma vegetação ombrófila mista e clima subtropical úmido (Ab'Saber & Marigo 2006). A temperatura média máxima na região é de 23,3°C e a média mínima é de 13,5°C com uma precipitação média de 1.607,2mm por ano (dados referentes ao ano de 1999 a 2013) (FEPAGRO/INMET 2014). As rodovias amostradas foram: RS-331, entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS-420, entre os municípios de Erechim e Aratiba. O volume de tráfego é considerado baixo (<1.000 veículos/dia) e caracterizado por automóveis, ônibus, caminhões e máquinas agrícolas (IBGE 2010). Estruturalmente, as rodovias são de pista simples e pavimentadas, com acostamentos reduzidos (cerca de 80 cm.), e limite de velocidade de 80 km/h.

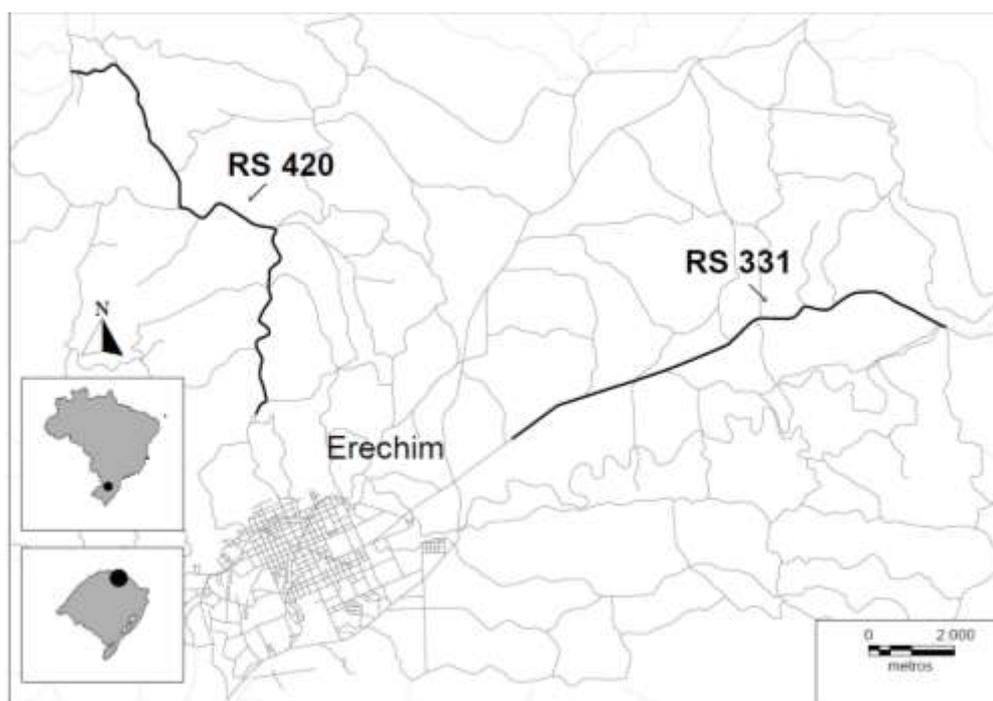


Figura 1: Localização da área de estudo, mostrando (linha preta) as rodovias RS-331, entre os municípios de Erechim e Gaurama e RS-420, entre os municípios de Erechim e Aratiba.

2. Coleta dos dados

Para a coleta de dados sobre os atropelamentos a equipe, de duas ou três pessoas, percorreu de carro (“driving surveys”, Langen et al. 2007) dois trechos de 12 km: Trecho 1 na rodovia RS-331 entre Erechim e Gaurama (Início 0373408; 6946633 – Fim 0389262; 6947650)

e Trecho 2, na rodovia RS-420, entre Erechim e Aratiba (Início 0373439; 6945923 – Fim 0369276; 6953622). Os trechos foram percorridos nos dois sentidos, a uma velocidade média de 50 km/h. Foram realizadas duas amostragens por mês, com duração de cinco dias cada, totalizando 10 dias por mês em cada trecho. A primeira amostragem de cada mês foi realizada no turno da manhã (entre 07:30 e 11:00 horas) e a segunda amostragem no turno da tarde (entre 13:30 e 17:00 horas). As amostragens duraram seis meses, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015, totalizando 2.880 Km percorridos.

Para cada indivíduo de ave, mamífero e réptil encontrado atropelado foi realizado o registro do local (georeferenciado), data e registro fotográfico. Foram consideradas todas as carcaças visualizadas na pista e acostamento.

3. Análises

A diversidade de espécies atropeladas foi comparada com a diversidade de espécies encontradas na região do estudo. Para estimar a diversidade de aves, mamíferos e répteis ocorrentes na região foram utilizados levantamentos de fauna de unidades de conservação, artigos e livros que indicassem espécies de ocorrência confirmada para a região a partir de 2010 (ver Plano de Manejo Parque Natural Municipal Longines Malinowski 2011, Assmann et al. 2011, Weber et al. 2013).

Para comparação das características ecológicas, as espécies de mamíferos e répteis foram categorizadas de acordo com o hábito alimentar, o uso do substrato e a atividade diária. Para aves utilizou-se habitat preferencial em vez de uso do substrato. Para determinar as características ecológicas das aves seguiu-se o descrito por Sick (1997), Belton (1994) e Azevedo & Guizoni Jr. (2008); para mamíferos, Reis et al. (2006) e Weber et al. (2013); e para répteis, Lema (1994), Borges-Martins et al. (2007) e Hartmann et al. (2009). Para a identificação das aves seguiu-se a nomenclatura proposta pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO 2014); para mamíferos, a nomenclatura proposta por Weber et al. (2013) e pela lista anotada dos mamíferos do Brasil (Paglia et al. 2012); e para répteis, a nomenclatura proposta pela Sociedade Brasileira de Herpetologia (Costa & Bérnils 2014).

As seguintes categorias foram utilizadas de acordo com a pertinência para cada grupo taxonômico (Tabelas 1, 2 e 3). Hábito alimentar: carnívoro (Car), frugívoro (Fr), granívoro (Gra), herbívoro (Her), insetívoro (Ins), nectívoro (Nec), necrófago (Necr), onívoro (On) e piscívoro (Pis). Habitat: área antrópica (Aa), área úmida (Au), borda de floresta (Fb), floresta (Fl). Uso do substrato: arborícola (Arb), semi-aquática (Saq), semi-arborícola (Sar), terrícola (Ter), terrícola/arborícola (Ter/Arb). Atividade diária: diurna (D), noturna (N) ou

diurna/noturna (D/N). Quando uma espécie é descrita em mais de uma categoria optou-se, quando possível, por indicar a mais representativa.

De posse da categorização foi comparada a proporção de espécies de cada categoria entre as atropeladas e o total de espécies da região. Foi realizada uma análise de agrupamento hierárquico (Cluster Analysis) para verificar a ocorrência de agrupamentos entre as características ecológicas das espécies atropeladas a partir de uma matriz de presença e ausência (Linden 2009). A análise considerou a distância entre o vizinho mais distante (Complete Linkage) a partir da distância euclidiana. Para avaliar a influência das características ecológicas nos atropelamentos da fauna foi realizada análise de componentes principais, considerando uma matriz com as características ecológicas e o total de indivíduos atropelados. Os dados foram analisados com o software Statistic 8.0.

Resultados

Foram encontrados atropelados 209 indivíduos de aves, mamíferos e répteis (Anexo 1, 2 e 3). As aves representaram a maioria dos registros com 57,42% (n=120), seguidas pelos mamíferos 24,88% (n=52) e répteis 17,7% (n=37). No total, foram encontrados atropelados indivíduos pertencentes a 45 espécies. Para aves, foram identificadas 30 espécies, sendo duas em nível de gênero. Para mamíferos, foram identificadas oito espécies e sete de répteis. O número de espécies atropeladas representa 18,6% do total de espécies da região (n=242, Anexo 1, 2 e 3). O número de espécies de aves atropeladas representa 18,1% das espécies da região (n=165), mamíferos 14,8% (n=54), e répteis 30,4% (n=23).

Aves

Os hábitos alimentares, uso do habitat e atividade diária das espécies de aves encontradas atropeladas e do total de espécies da região mostram diferentes proporções (Tabela 1). Os hábitos alimentares granívoro e onívoro foram os mais frequentes nas espécies atropeladas. No entanto, espécies de hábito alimentar onívoro são comuns na região, enquanto espécies granívoras são menos representadas na região. Espécies de hábito alimentar insetívoro são comuns no entorno, porém foram pouco atropeladas (Figura 2A).

Tabela 1: Características ecológicas e número de espécies de aves encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul e do total de espécies da região.

Características ecológicas	Número de espécies na região (%)	Número de espécies Atropeladas (%)
DIETA		
Onívoras	41 (24,8)	10 (33,3)
Granívoras	21 (12,7)	10 (33,3)
Insetívoras	70 (42,4)	6 (20,0)
Frugívoras	16 (9,7)	2 (6,7)
Carnívoras	14 (8,5)	2 (6,7)
Piscívoras	3 (1,8)	
ATIVIDADE DIÁRIA		
Diurnas	158 (95,7)	29 (97,0)
Noturnas	7 (4,3)	1 (3,0)
USO DO HABITAT		
Áreas Antrópicas	46 (27,9)	18 (60,0)
Borda de Floresta	21 (12,7)	7 (23,3)
Floresta	96 (58,2)	4 (13,3)
Área úmida	2 (1,2)	1 (3,3)
Total	165	30

As categorias de uso do habitat áreas antrópicas e bordas de floresta foram mais frequente nas espécies encontradas atropeladas, enquanto o uso de habitat florestal foi mais frequente nas espécies da região. Espécies que ocupam áreas antrópicas foram frequentemente atropeladas, mas proporcionalmente menos representadas na região (Figura 2B). Espécies que usam preferencialmente florestas são comuns na região, mas pouco representadas entre as atropeladas (Figura 2B). A atividade diária das espécies atropeladas e do total de espécies da região é essencialmente a mesma.

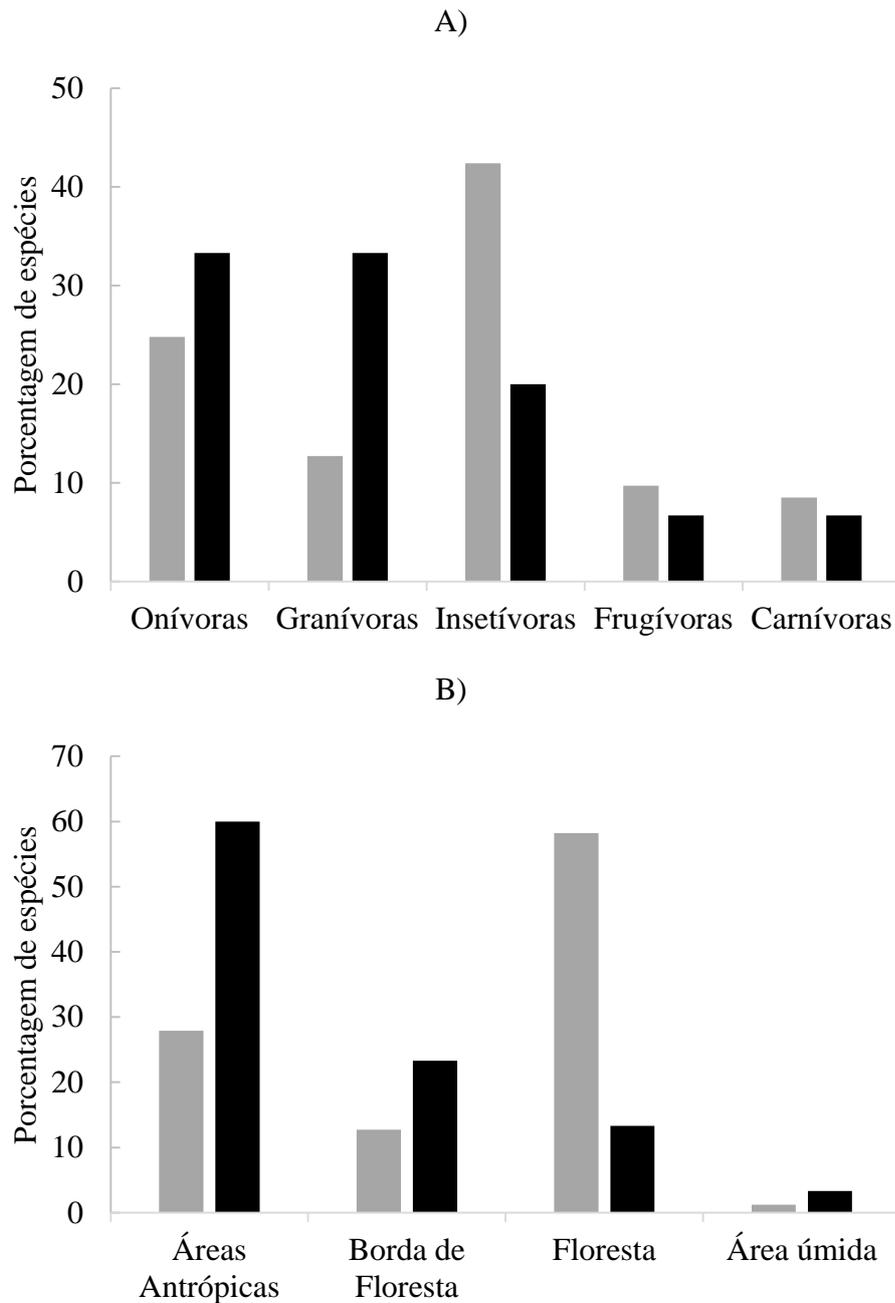


Figura 2: Hábito alimentar (A) e Uso do habitat (B) das espécies de aves encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul (barra preta) e do total de espécies da região (barra cinza).

Considerando as características ecológicas das espécies de aves atropeladas houve dois agrupamentos (Anexo 4). Destaca-se o agrupamento com as características de hábito alimentar granívoro, áreas antrópicas e atividade diurna (Figura 3A).

Na análise de componentes principais para o grupo das aves o primeiro componente explicou 27,52% da variância dos dados e o segundo 21,06%. O primeiro componente está relacionado com três características ecológicas: granívora (0,64), área antrópica (0,76) e

atividade diurna (0,79) e inversamente relacionado a floresta (-0,71), atividade noturna (-0,70) e hábito alimentar carnívoro (-0,57) (Figura 3B; Anexo 5).

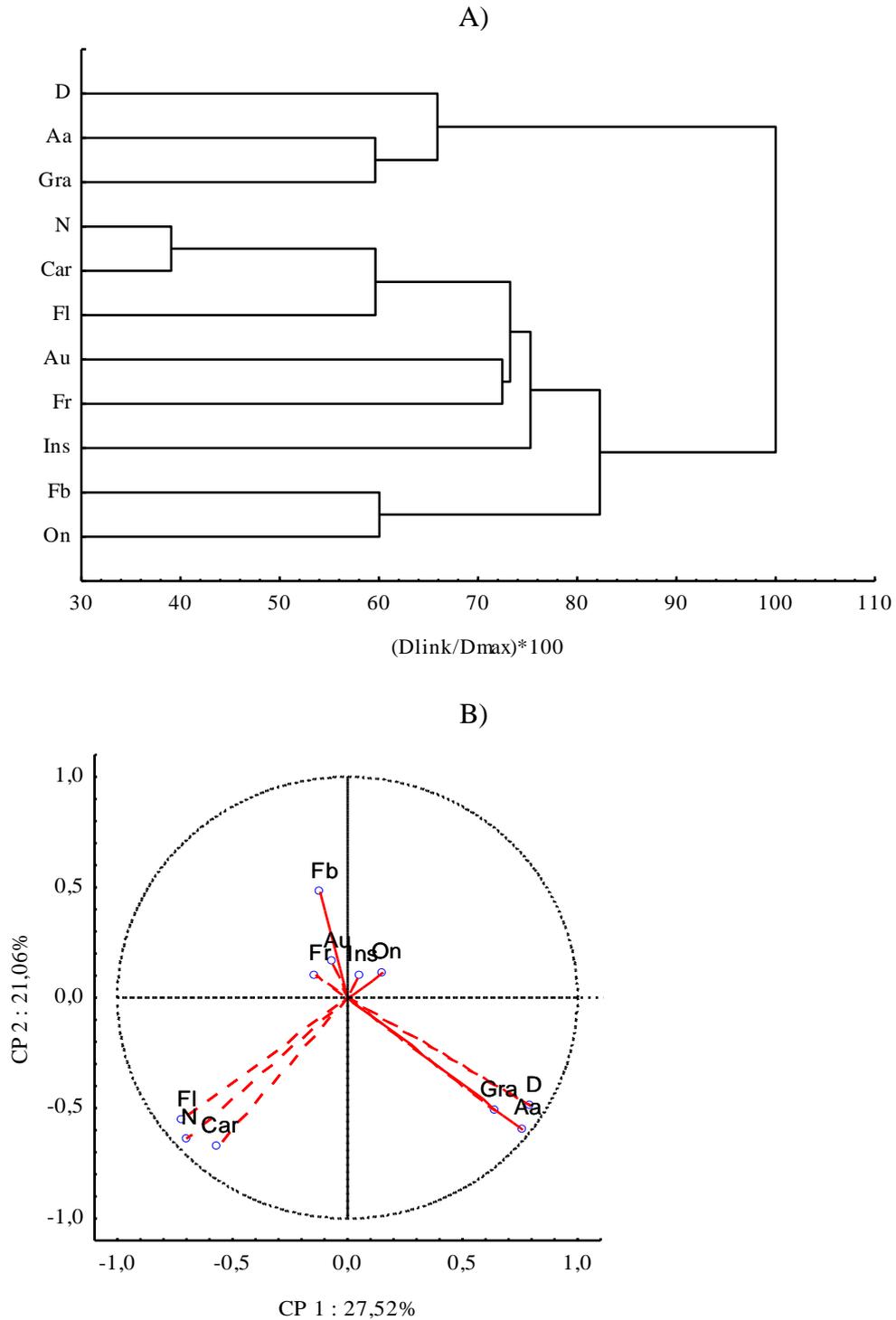


Figura 3: Análise de agrupamento (A) e Análise de Componentes Principais (B) das espécies de aves encontradas atropeladas. Legenda: Aa=área antrópica; Au=área úmida; Fb=borda de floresta; Fl=floresta; D=diurna; N=noturna; Car=carnívora; Fr=frugívora; Gra=granívora; Ins=insetívora e On=onívora.

Mamíferos

Os hábitos alimentares, uso do substrato e atividade diária diferem em proporção entre as espécies de mamíferos encontradas atropeladas e do total de espécies da região (Tabela 2).

Tabela 2: Características ecológicas e número de espécies de mamíferos encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul e do total de espécies da região.

Características ecológicas	Número de espécies na região (%)	Número de espécies Atropeladas (%)
DIETA		
Onívoras	24 (44,4)	3 (37,5)
Herbívoras	15 (27,8)	3 (37,5)
Carnívoras	9 (16,7)	2 (25,0)
Insetívoras	5 (9,3)	
Nectívora	1 (1,9)	
ATIVIDADE DIÁRIA		
Noturnas	31 (57,4)	5 (62,5)
Diurnas/Noturnas	8 (14,8)	1 (12,5)
Diurnas	15 (27,8)	2 (25,0)
USO DO SUBSTRATO		
Terrícolas	23 (42,6)	5 (62,5)
Terrícolas/Arborícolas	17 (31,5)	2 (25,0)
Semi-aquáticas	6 (11,1)	1 (12,5)
Arborícolas	8 (14,8)	
Total	54	8

Os hábitos alimentares onívoro, herbívoro e carnívoro foram os mais frequentes nas espécies encontradas atropeladas. No entanto, espécies onívoras são comuns na região, enquanto espécies herbívoras e carnívoras são menos representadas na região e foram proporcionalmente mais atropeladas (Figura 4A). O uso do substrato terrícola foi o mais frequente nas espécies encontradas atropeladas, embora espécies terrícolas sejam as mais representadas na região (Figura 4B). Nenhuma espécie arborícola foi encontrada atropelada, porém representam cerca de 15% das espécies da região. O hábito noturno predominou entre as espécies atropeladas e da região.

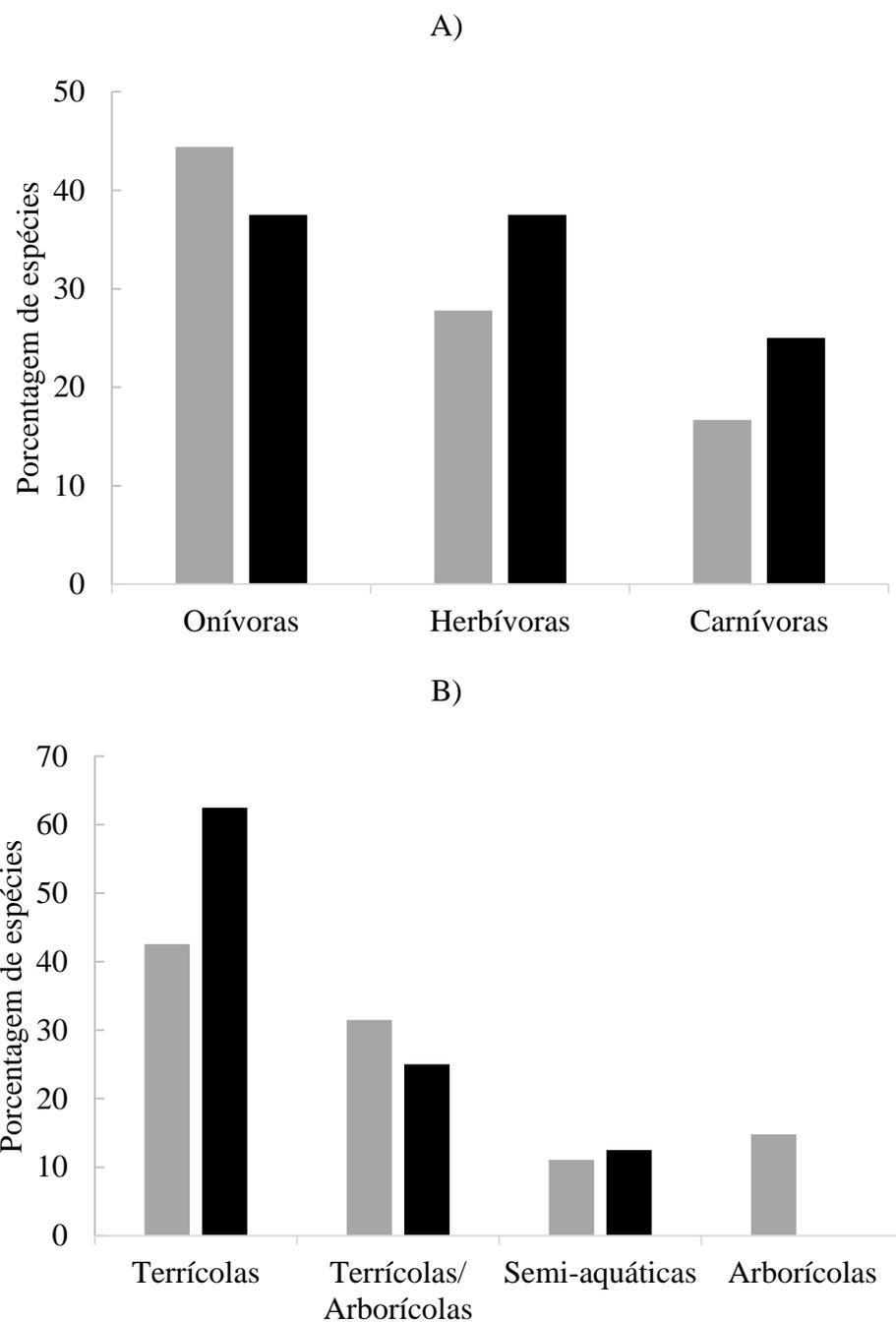


Figura 4: Hábito alimentar (A) e Uso do substrato (B) das espécies de mamíferos encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul (barra preta) e do total de espécies da região (barra cinza). Considerou-se resultados acima de 10%.

Nas espécies de mamíferos atropeladas ocorreram vários agrupamentos (Anexo 6). Destaca-se o agrupamento entre as espécies de atividade terrícolas/arborícolas e hábito alimentar carnívora e outro entre as espécies de hábitos terrícolas e atividade diurna (Figura 5A).

Para mamíferos o primeiro componente explica 37,36% da variação dos dados, enquanto o segundo componente explica 24,74% (Anexo 7). O primeiro componente está relacionado com três características ecológicas: onívora (0,94), terrícola/arborícola (0,90) e atividade noturna (0,94). O segundo componente está relacionado com as características herbívora (0,70) e atividade diurna (0,72) e inversamente a carnívora (-0,57) (Figura 5B).

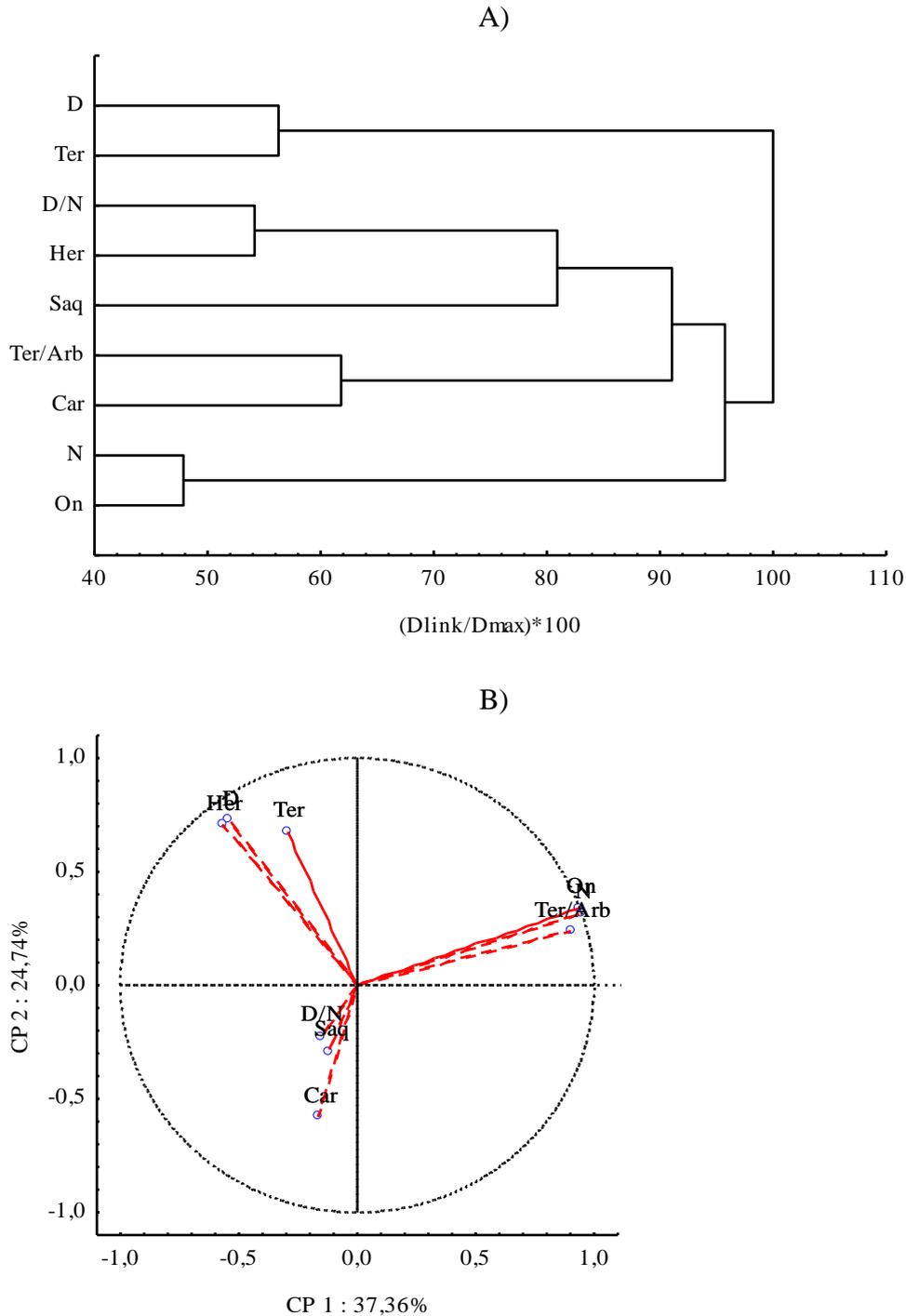


Figura 5: Análise de agrupamento (A) e Análise de Componentes Principais (B) das espécies de mamíferos encontradas atropeladas. Legenda: Ter=terrícola; Ter/Arb=terrícola/arborícola;

Saq=semi-aquática; D=diurna; N=noturna; D/N=diurna/noturna; Car=carnívora; Her=herbívora e On=onívora.

Répteis

As espécies de répteis atropeladas e o total de espécies da região apresentaram características semelhantes (Tabela 3). Espécies carnívoras foram as mais atropeladas, mas também foram as mais comuns no entorno (Figura 6A). Espécies semi-aquáticas e arborícolas ocorrem no entorno, mas não foram encontradas atropeladas. Espécies de hábito diurno foram as mais atropeladas, mas também são as mais comuns no entorno.

Tabela 3: Características ecológicas e número de espécies de répteis encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul e do total de espécie da região.

Características ecológicas	Número de espécies na região (%)	Número de espécies Atropeladas (%)
DIETA		
Carnívoras	19 (82,6)	6 (85,7)
Onívoras	4 (17,4)	1 (14,3)
ATIVIDADE DIÁRIA		
Diurnas	13 (56,5)	3 (43,0)
Noturnas	7 (30,5)	2 (28,5)
Diurnas/Noturnas	3 (13,0)	2 (28,5)
USO DO SUBSTRATO		
Terrícolas	14 (60,9)	5 (71,4)
Semi-arborícolas	3 (13,0)	2 (28,6)
Semi-aquáticas	4 (17,4)	
Arborícolas	2 (8,7)	
Total	23	7

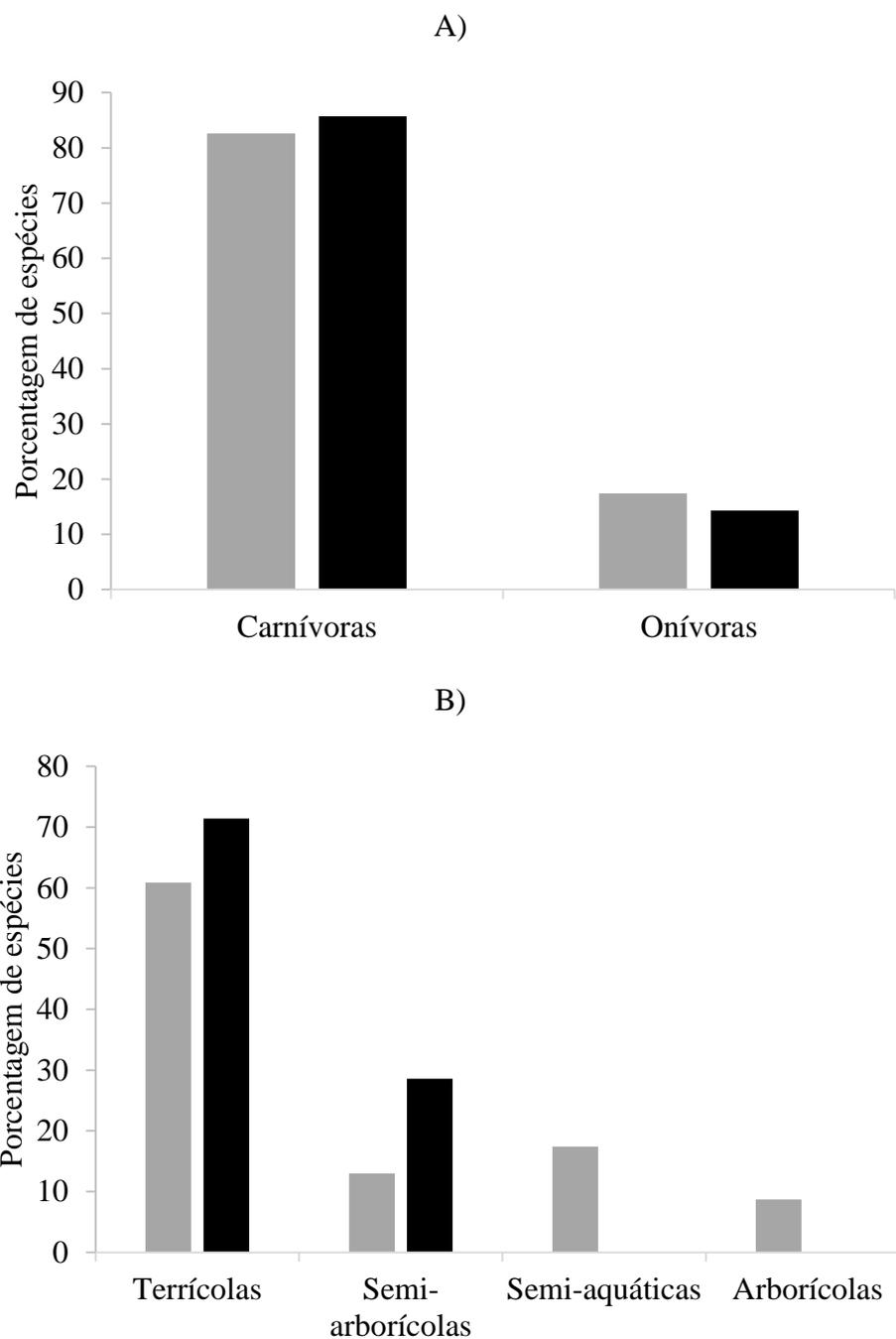


Figura 6: Hábito alimentar (A) e Uso do substrato (B) das espécies de répteis encontradas atropeladas em duas rodovias da região norte do Estado do Rio Grande do Sul (barra preta) e do total de espécies da região (barra cinza).

Para as espécies de répteis atropeladas os agrupamentos ocorreram entre as espécies noturnas, semi-arborícolas e carnívoras e também entre as diurnas/noturnas com as de hábitos terrícolas, com uma similaridade de mais de 50% e 55 % respectivamente para cada agrupamento (Figura 7; Anexo 8).

Para répteis, o primeiro componente explica 55,28% da variação dos dados e o segundo componente explica 28,82% (Anexo 9). O componente principal 1 está relacionado com três

características ecológicas: onívora (0,94), terrícola (0,94) e atividade diurna (0,95) e inversamente com a característica carnívora (-0,82) (Figura 7B).

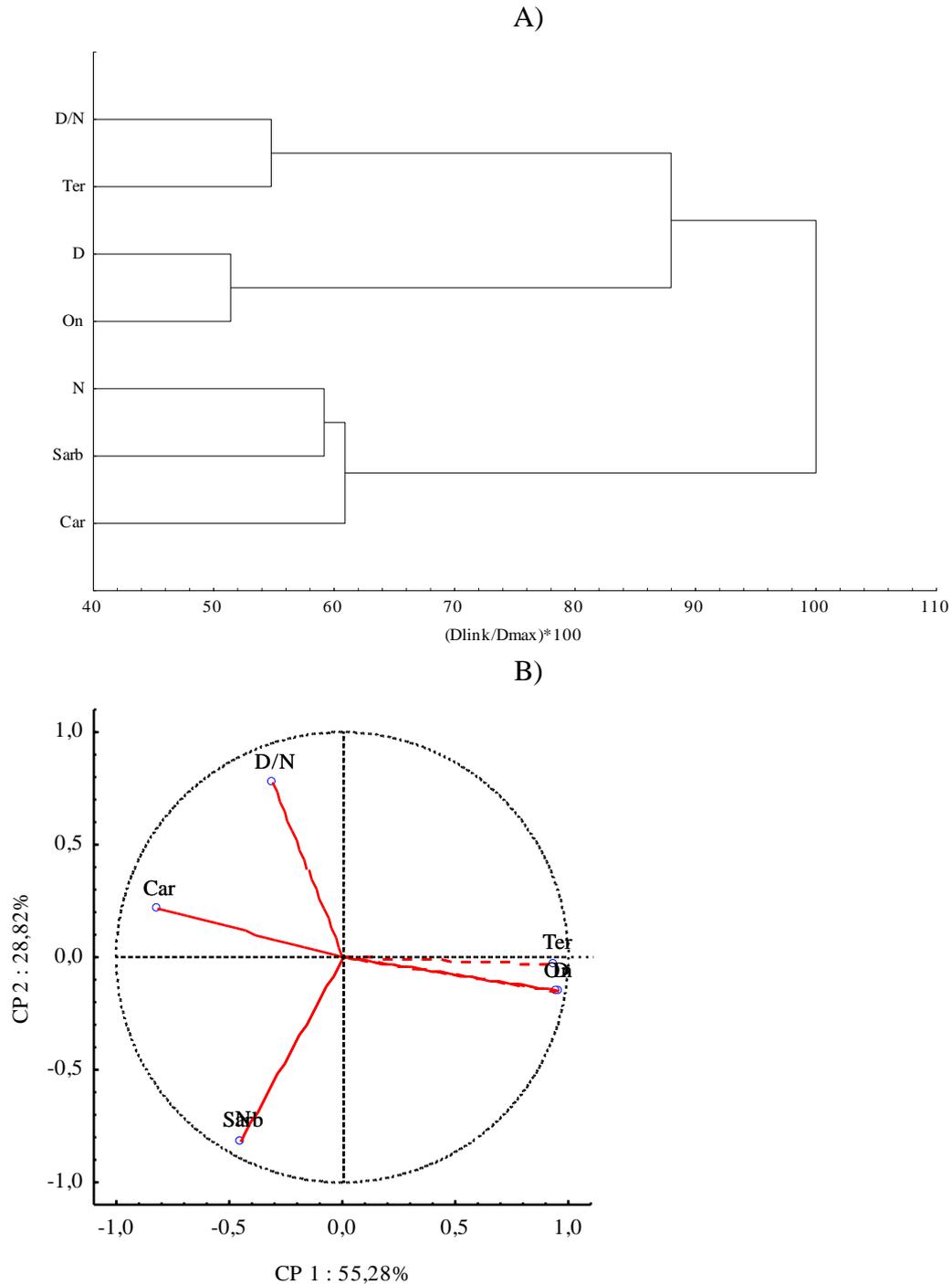


Figura 7: Análise de agrupamento (A) e Análise de Componentes Principais (B) das espécies de répteis encontradas atropeladas. Legenda: Ter=terrícola; Sarb=semi-arborícola; D=diurna; N=noturna; D/N=diurna/noturna; Car=carnívora e On=onívora.

Discussão

O número de espécies atropeladas, quando comparado ao número de espécies estimado para a região, reforça a ideia que o atropelamento ocorre direcionado a algumas espécies que não evitam as rodovias (Forman et al. 2003, Coelho et al. 2008, Grilo et al. 2009). Esta concentração dos atropelamentos em parcela da riqueza de uma região, parece ser padrão encontrado em estudos que avaliam a diversidade de espécies ocorrentes numa região e frequência de atropelamentos (Forman et al. 2003, Hartmann et al. 2011, 2012). Grande parte das espécies ocorrentes na região aparentemente não estão sujeitas ao atropelamento, ou estes ocorrem em taxas muito baixas. Porém, para determinados grupos, os atropelamentos parecem ocorrer numa proporção maior de espécies. Assim como em outros estudos, os répteis mostraram a maior proporção de espécies atropeladas em relação a riqueza estimada na região (ver Hartmann et al. 2011, Hartmann et al. 2012).

O uso de áreas antrópicas e o hábito alimentar granívoro parecem ser, dentre as características analisadas, as que mais potencializam os atropelamentos de aves. A capacidade de uso de áreas antrópicas indica que para estas espécies a rodovia não é uma barreira efetiva ao deslocamento e, por consequência, ficam mais sujeitas ao atropelamento (Forman et al. 2003). Esta condição pode ser aplicada, pelo menos em parte, para espécies que utilizam bordas de floresta. Espécies granívoras podem ser favorecidas com o aumento da área de borda gerada pelas rodovias, pois habitats com elevada incidência de luz contribuem para a proliferação de plantas produtoras de grãos (Dário et al. 2002). Além disto, a perda de grãos por caminhos durante o escoamento da safra pode atrair espécies granívoras para as rodovias (Cunha et al. 2015), aumentando as chances de atropelamento. A atividade diurna parece ser um reflexo da diversidade local, que tem predomínio de espécies com esta característica.

De acordo com isto, a espécie do grupo das aves com mais registros de atropelamentos (*Zonotrichia capensis*; Anexo 1) tem alta capacidade de deslocamento entre os fragmentos vegetais e pode buscar alimento no solo (Sick 1997), inclusive em rodovias. Com hábito granívoro, habita principalmente paisagens abertas e campos cultiváveis. Em função desta aproximação com áreas antropizadas, *Z. capensis* pode ser considerada uma ave sinantrópica, ou seja, que apresenta uma alta plasticidade no que se refere aos impactos causados por atividades humanas (Sick 1997).

Espécies de aves onívoras, por se alimentarem de itens variados, podem procurar alimentos em diferentes ambientes (Willis 1979). Em função desta capacidade de procurar recursos alimentares, podem ser atraídas por ambientes antrópicos, como rodovias, que podem disponibilizar grande variedade de alimento (D'Angelo Neto et al. 1998). No entanto, embora

o hábito onívoro seja comum nas espécies atropeladas, nas análises de agrupamento e de componentes principais não aparece como uma característica determinante dos atropelamentos. O atropelamento de espécies de aves onívoras parece ser um reflexo da diversidade local e se mostra como uma característica que, se não impede o atropelamento, também não o determina.

Se por um lado algumas características ecológicas parecem potencializar os atropelamentos de aves, por outro lado, outras parecem reduzir. Aves de hábito essencialmente florestal são comuns na região, mas pouco representadas nos atropelamentos. Estas espécies podem apresentar o efeito de evitação, comum em grupos de animais que são dependentes do interior da floresta (Andrews 1990, Reijnen & Foppen 1991, Develey & Stouffer 2001). Para estas espécies, a rodovia pode ser uma barreira efetiva ao deslocamento, o que pode gerar problemas de fluxo gênico, mas reduzir os atropelamentos. Da mesma forma, grande parte das aves da região são insetívoras e segundo Sick (1997), aves com esta dieta podem se deslocar entre os fragmentos florestais, o que pode acarretar em atropelamentos nos fragmentos margeados por rodovias. No entanto, nas análises realizadas o hábito insetívoro não aparece associado aos atropelamentos. Ramos et al. (2011), em um estudo realizado em rodovias no Estado do Paraná, verificou que a espécie mais abundante nas suas amostragens foi *Turdus leucomelas*, uma ave principalmente insetívora que ocupa ambientes de borda florestal e áreas de transição (Sick, 1997). É possível que neste caso o que determina o atropelamento não seja a dieta, mas o uso de ambientes antropizados.

As aves apresentam características únicas como uma ampla diversidade taxonômica, grande capacidade de deslocamento e variadas adaptações nos hábitos alimentares. As espécies de aves ou grupos de espécies respondem de diferentes maneiras as alterações da paisagem, devido as suas diversas necessidades ecológicas e níveis de mobilidade (Bennett et al. 2004). Diante desta alta diversidade de hábitos, os resultados aqui apresentados indicam que o uso de áreas antrópicas, associado a busca de recursos alimentares na rodovia, são as características que mais influenciam nos atropelamentos de aves na região do estudo.

Para mamíferos, entre as características ecológicas analisadas, o hábito alimentar onívoro, a capacidade de utilizar tanto o substrato terrestre quanto arbóreo e atividade noturna parecem ser as que mais influenciam nos atropelamentos na região. Mamíferos onívoros possuem uma alimentação mais variada como insetos, pequenos vertebrados e frutos (Cáceres 2004), e podem procurar recursos alimentares em diversos tipos de ambientes. Espécies terrícolas e terrícolas-arborícolas mostram alta capacidade de deslocamento (Weber et al. 2013). Estas duas características podem expor as espécies aos atropelamentos, por não evitarem as rodovias (Cunha et al. 2015).

A característica onívora e o uso do substrato terrícola/arborícola estão associados principalmente ao elevado número de atropelamentos de *Didelphis albiventris* (Anexo 2). Para entender a influência de *D. albiventris* nas análises, foi feito um ACP sem essa espécie, o que resultou em fortalecimento da característica terrícola. *Didelphis albiventris* está entre as espécies mais atropeladas em estudos em áreas florestais (Rodrigues et al. 2002, Cândido-Jr et al. 2002, Rosa & Mauhs 2004, Cherem et al. 2007) e possivelmente suas altas taxas de atropelamento estejam associadas ao fato de ser oportunista em relação ao uso do ambiente e normalmente abundante (Silva 1984). Outra espécie com hábito alimentar onívoro, terrícola e com hábitos noturnos também foi encontrada no estudo e está entre as mais atropeladas é *Cerdocyon thous* (Anexo 2). As duas espécies também foram as mais impactadas pelo atropelamento em outros estudos (Nakano-Oliveira 2002, Santana 2012).

Por outro lado, espécies estritamente arborícolas não foram atropeladas, possivelmente por evitarem áreas abertas, como as rodovias. As rodovias constituem uma barreira parcial ou completa para o deslocamento de determinadas espécies de mamíferos arborícolas (Forman & Alexander 1998, MgGregor et al. 2008). As clareiras lineares formadas pelas rodovias podem causar a desestruturação e o isolamento de populações de diferentes grupos e espécies, sobretudo aquelas de hábitos obrigatoriamente arborícola (MgGregor et al. 2008). Espécies arborícolas, normalmente, evitam descer ao nível do solo e se deslocar por uma área aberta, entretanto aquelas que toleram descer até o solo são impactadas negativamente à medida que se expõem ao risco de atropelamento (Goosem 2007). No entanto, a fragmentação gerada pela construção de rodovias pode levar ao atropelamento de espécies arborícolas, como os macacos, por induzir os primatas a atravessarem rodovias em busca de recursos (Secco 2014, Ferreira et al. 2014).

Espécies de mamíferos insetívoras e nectívoras não foram encontradas atropeladas. No entanto, espécies com estas características podem utilizar bordas de floresta (Sick 1997, Ramos et al. 2011), mas parecem evitar a rodovia. Isso pode ser um reflexo dos impactos gerados pela rodovia, ou seja, a rodovia pode estar influenciando o comportamento alimentar dessas espécies na região (Ramos et al. 2011).

Répteis com hábito alimentar carnívoro e terrícolas foram os mais atropelados, porém esta é a característica presente na maioria das espécies de répteis da região e este resultado pode ser uma consequência da diversidade de espécies ocorrentes na região. A dieta onívora apresenta uma relação positiva pelo elevado número de atropelamentos de *Salvator merianae* (Anexo 3), já que as demais espécies não apresentam essa dieta, ou seja, em uma análise de componentes principais, sem a influência da espécie, a característica onívora deixa de existir.

As características ecológicas de *Salvator merianae*, parecem potencializar os atropelamentos. É um forrageador ativo, com dieta variada, alimentando-se de pequenos vertebrados (roedores, aves, serpentes, anuros), invertebrados (artrópodos e moluscos), ovos e frutos (Sazima & Haddad 1992). É uma espécie terrícola, mas pode eventualmente subir em troncos de árvores para alcançar frutos ou abrigar-se em cavidades (Yanosky 1991). O pico de atividade da espécie está concentrado no meio do dia e este padrão de atividade é possivelmente uma necessidade para que estes grandes lagartos consigam suprir seus requerimentos térmicos (Hatano et al. 2001, Rosa & Mauhs 2004). No presente estudo, *S. merianae* foi registrado a partir do mês de novembro, reforçando a possível relação da espécie utilizar o asfalto para regulação térmica (Melo & Santos-Filho 2007).

Espécies arborícolas de répteis não foram encontradas atropeladas, indicando que estas características podem limitar o contato com a rodovia (Hartmann et al. 2011). Espécies aquáticas também não foram encontradas atropeladas, porém, no estudo realizado por Pinheiro & Turci (2013), a maioria das espécies de répteis registradas apresentam hábitos semi-aquáticos ou aquáticos (Martins & Oliveira 1998, Bernarde 2012). Neste caso, o trecho amostrado ficava próximo a um rio, que na maior parte do ano mantinha o entorno da rodovia alagado (Pinheiro & Turci 2013). Rosa et al. 2009 em um estudo realizado na rodovia BR-392, identificaram uma alta taxa de atropelamento de *Helicops infrataeniatus*. Os atropelamentos se concentraram em seis quilômetros da rodovia que estão sob influência de banhados, ambiente de várzea e campos alagados. As altas taxas de atropelamento concentradas em áreas de ocorrência natural da espécie demonstram que esses não eram ocasionais e que, portanto, poderiam afetar a população local da espécie (Rosa et al. 2009). No presente estudo, provavelmente pela ausência de áreas úmidas ou córregos próximos as duas rodovias amostradas, não ocorreram atropelamentos de espécies essencialmente aquáticas ou semi-aquáticas.

No Brasil são raros os estudos que relacionam as ocorrências dos atropelamentos com as características biológicas e ecológicas das espécies (Coelho et al. 2008, Cáceres et al. 2010). Segundo Cáceres et al. (2010), o tamanho corporal e a dieta são características importantes para definir quais as espécies são mais susceptíveis. Animais maiores têm maiores áreas de vida, se deslocam mais pela paisagem, logo apresentam maiores probabilidades de encontrarem estradas (Forman & Alexander 1998). A dieta é outro fator importante, herbívoros apresentam uma maior densidade populacional que os carnívoros ou onívoros. Além disso a maioria dos herbívoros são atraídos pelas gramíneas existentes ao longo das bordas das rodovias, enquanto que os onívoros são atraídos pelo lixo jogado ao longo delas e os carnívoros pelas carcaças (Bennett 1991). Animais granívoros podem ser atraídos por sementes e grãos que caem na

rodovia, aumentando suas chances de atropelamentos (Forman & Alexander 1998, Coffin 2007). Animais necrófagos se deslocam pelas rodovias procurando por carcaças de animais o que aumenta a probabilidade de serem atropelados (Forman & Alexander 1998).

Ramos et al. (2011), no entanto, colocam que para o entendimento dos mecanismos que levam as espécies a serem mais ou menos suscetíveis a esse tipo de impacto, é necessário considerar níveis de organização mais refinados, em particular, grupos funcionais de espécies e de populações. As divisões funcionais, que envolvem características ecológicas, se baseiam no reconhecimento de que diferentes espécies podem ter papéis ecológicos semelhantes e que essa divisão apresenta efetiva aplicabilidade nos estudos conservação (Simberloff & Dayan 1991). Neste sentido, os resultados indicam que espécies que apresentam determinadas características ecológicas estão mais sujeitas aos atropelamentos. Estas características se manifestam dentro dos grupos taxonômicos, como discutido acima, mas também de forma geral. Espécies que podem ocupar áreas antrópicas, terrícolas e terrícolas/arborícolas estão mais sujeitas aos atropelamentos. Por outro lado, espécies de ambientes florestais ou que usam recursos não associados as rodovias parecem ter menos chances de atropelamentos.

Em meio às dificuldades de se analisar todas as espécies e suas funções no ambiente, agrupar as espécies quanto as suas características funcionais é fundamental para compreender as suas relações com o ambiente onde se encontram distribuídas (Simberloff & Dayan 1991). Cada grupo apresenta seus padrões de atividade e variações nas suas populações, por isso estudos complementares, como a realização de inventários de espécies atropeladas, são necessários para contemplar outras espécies e suas características ecológicas e assim compreender quais os fatores que influenciam mais fortemente dentro dos grupos (Forman & Alexander 1998, Bager & Rosa 2012).

Também é necessário considerar a área onde o estudo está sendo realizado. Estudos realizados em diferentes paisagens mostraram diferentes impactos sobre diferentes espécies (Vieira 1996, Rodrigues et al. 2002, Turci & Bernardi 2009, Bager & Rosa 2012, Pinheiro & Turci 2013). Cada região possui suas peculiaridades como as características da paisagem, abundância e riqueza de espécies no local, as características e exigências ecológicas das espécies, variações climáticas, dentre outras. Estes fatores podem gerar diferentes impactos em diferentes espécies.

Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A. & MARIGO, L.C. 2006. *Ecosistemas do Brasil*. São Paulo: Metalivros, 300 p.
- ANDREWS, A. 1990. Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: a review. *Aust. Zool.* 26:130-141.
- ASSMANN, B.R., VENANCIO, J., CAPELESSO, E.S., BIASUS, C. & MARINHO, J.R. 2011. Herpetofauna de um fragmento florestal no município de Erechim – Norte do RS – Brasil. In: X Congresso de Ecologia do Brasil. São Lourenço – MG.
- AZEVEDO, M.A.G. & GHIZONI – JR, I.R. 2008. Aves. In: A fauna das áreas de influência da Usina Hidrelétrica Quebra-Queixo (J.J. CHEREM & M. KAMMERS, orgs.). Habilis, Erechim – RS.
- BAGER, A., ROSA, C.A. & SANTOS, A.L.P.G. 2012. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil. *Biotemas.* 25(1):73-79.
- BELTON, W. 1994. *Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia*. Unisinos, São Leopoldo – RS.
- BENNETT, A.F. 1991. Roads, roadsides and wildlife conservation: a review; pp. 99-118. In: *Nature Conservation 2: The Role of Corridors* (D.A. SAUNDERS & R.J. HOBBS, eds.). Beatty and Sons, Chipping Norton.
- BENNETT, A.F., HINSLEY, S.A., BELLAMY, P.E., SWETNAM, R.D. & NALLY, R.M. 2004. Do regional gradients in land-use influence richness, composition and turnover of bird assemblages in small woods? *Biol. Conserv.* 119(2):191-206.
- BERNARDE, P.S. 2012. *Anfíbios e Répteis: introdução ao estudo da herpetofauna brasileira*. Curitiba, Anolisbooks.
- BORGES-MARTINS, M., COLOMBO, P., ZANKE, C., BECKER, F.G. & MELO, M.T.Q. 2007. Anfíbios. In: *Biodiversidade regiões da Lagoa do Casamento e dos Butiazais de Tapes. Planície Costeira do Rio Grande do Sul* (F.G. BECKER, R.A. RAMOS & L.A. MOURA eds.). Ministério do Meio Ambiente e Fundação Zoobotânica, Brasil, p.277- 291.
- BUENO, C. 2008. Identificação da Fauna de Vertebrados Silvestres Atropelada na Rodovia BR-040. In: *Anais do IV Simpósio de Áreas Protegidas*. Canela - RS.
- CÁCERES, N.C. 2004. Diet of three didelphid marsupials (Mammalia, Didelphimorphia) in southern Brazil. *Mamm. Biol.* 69:430-433.
- CÁCERES N.C., HANNIBAL, W., FREITAS, D.R., SILVA, E.L., ROMAN, C. & CASELLA, J. 2010b. Mammal occurrence and roadkill in two adjacent ecoregions (Atlantic Forest and Cerrado) in southwestern Brazil. *Zoologia.* 27:709-717.
- CÂNDIDO-JR., J.F., MARGARIDO, V.P., PEGORARO, J.L., D'AMICO, A.R., MADEIRA, W.D., CASALE, V.C. & ANDRADE, L. 2002. Animais atropelados na rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, e seu aproveitamento para estudos da biologia da

conservação. In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação 1, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza. p.553.

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., CHRUSZCZ, B. & GUNSON, K.E. 2003. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biol. Conserv.* 109:15-26.

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. *Eur. J. Wildl. Res.* 54:689-699.

COFFIN, A.W. 2007. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *J. Transp. Geo.* 15(5):396-406.

COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. 2014. Listas das aves do Brasil. Disponível em: <http://www.cbro.org.br>. (Último acesso: 20 de setembro de 2015).

COSTA, H.C. & BÉRNILS, R.S. 2014. Répteis brasileiros: Lista de espécies. <http://www.sbherpetologia.org.br/images/LISTAS/2014.03-07-MudancasTaxonomicas.pdf>. (Último acesso: 25 de março de 2015).

CUNHA, G.G., HARTMANN, M.T. & HARTMANN, P.A. 2015. Atropelamentos de vertebrados em uma área de Pampa no sul do Brasil. *Ambiência*. 11(2):307-320.

DARIO, F.R., VICENZO, M.C.V. & ALMEIDA, A.F. 2002. Avifauna em fragmentos da Mata Atlântica. *Ciênc. Rural*. 32(6):989-96.

D'ANGELO NETO, S., VENTURIN, N., OLIVEIRA FILHO, A.T. & COSTA, F.A.F. 1998. Avifauna de quatro fisionomias florestais de pequeno tamanho (5-8 ha) no campus da UFLA. *Rev. Bras. Biol.* 58(3):463-472.

DEVELEY, P.F. & STOUFFER, P.C. 2001. Effects of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in Central Amazonian Brazil. *Conserv. Biol.* 15(5):1416-1422.

DNIT/IME. 2012. Monitoramento e Mitigação de atropelamentos de fauna. <http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/meio-ambiente/colecao-estrada-verde/monitoramento-e-mitigacao-de-atropelamento-de_fauna.pdf/view?searchterm=pba>. Último acesso 04 de abril de 2014.

FAHRIG, L. & RYTWINSKI, T. 2009. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. *Ecol. Soc.* 14(1):1-19.

FEPAGRO. Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária. <http://www.fepagro.rs.gov.br/>. (Último acesso em: 30 de junho de 2014).

- FERREIRA, C.C.M., RIBAS, A.C.A., CASELLA, J. & MENDES, S.L. 2014. Variação espacial de atropelamentos de mamíferos em área de restinga no estado do Espírito Santo, Brasil. *Neotrop. Biol. Conserv.* 9(3):125-133.
- FORMAN, R.T.T. & ALEXANDER, L.E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 29:207-231.
- FORD, A.T. & FAHRIG, L. 2007. Diet and body size of North American mammal road mortalities. *Transportation Research Part D. Transport and environment.* 12(7):498-505.
- 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, 481p.
- GRILO, C., BISSONETTE, A.J. & REIS, M.S. 2009. Spatial-temporal patterns in Mediterranean carnivore Road casualties: Consequences for mitigation. *Biol. Conserv.* 142:301-313.
- GOOSEM, M. 2007. Fragmentation impacts caused by roads through rainforest. *Cur. Sci.* 93(11):1587-1595.
- HARTMANN, P.A., HARTMANN, M.T. & MARTINS, M. 2009. Ecology of a snake assemblage in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Pap. Avulsos de Zool.* 49:343-360.
- HARTMANN, P.A., HARTMANN, M.T. & MARTINS, M. 2011. Snake road mortality in a protected area in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *South Am. J. Herpetol.* 6:35-42.
- HARTMANN, P.A., MAINARDI, L., REBELATO, M.M. & DELABARY, B.F. 2012. Ecologia de estradas no pampa brasileiro: A perda de répteis por atropelamentos. In: *Ecologia de Estradas: Tendências e Pesquisas* (A. BAGER org.) Lavras: UFLA, MG.
- HATANO, F.H., VRCIBRADIC, D., GALDINO, C.A.B., CUNHA-BARROS, M., ROCHA, D.F.D. & VAN SLUYS, M. 2001. Thermal ecology and activity patterns of the lizard community of the Restinga of Jurubatiba, Macaé, RJ. *Rev. Bras. Biol.* 61(2):287-294.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 14 de dezembro de 2015.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 10 de maio de 2014.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. 2011. Plano de Manejo: Floresta Nacional de Passo Fundo. Vol. 1: Diagnóstico. Florianópolis.
- LANGEN, T.A., MACHNIAK, A., CROWE, E.K., MANGAN, C., MARKER, D.F., LIDDLE, N. & RODEN, B. 2007. Methodologies for surveying Herpetofauna mortality on rural highways. *J. Wildl. Manage.* 71:1361-1368.

- LAURANCE, W.F., GOOSEM, M. & LAURANCE, S.G.W. 2009. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends Ecol. Evol.* 4(12):659-669.
- LEMA, T. de. Lista comentada dos répteis ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. 1994. *Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS, Série Zoologia.* 7:41-150.
- LINDEN, R. Técnicas de Agrupamento. 2009. *Revista de Sistemas de Informação da FSMA.* n. 4 pp. 18-36. http://www.fsma.edu.br/si/edicao4/FSMA_SI_2009_2_Tutorial.pdf. (Último acesso 20 de julho de 2015).
- MARTINS, M. & OLIVEIRA, M.E. 1998. Natural history of snakes in forests of the Manaus region, Central Amazonia, Brazil. *Herpetol. Nat. Hist.* 6:78-150.
- MELO, E. & SANTOS-FILHO, M. 2007. Efeitos da BR – 070 na província serrana de Cáceres, Mato Grosso, sobre a comunidade de vertebrados silvestres. *Rev. Bras. Zool.* 9(2):185-192.
- MGGREGOR, R.L., BENDER, D.J., FAHRIG, L. 2008. Do small mammals avoid roads because of the traffic? *J. Appl. Ecol.* 45(1):117-123.
- NAKANO-OLIVEIRA, E. 2002. Ecologia Alimentar e Área de vida Carnívoros da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, SP (Carnívoros: Mammalia). Dissertação de Mestrado em Ecologia. Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas – SP.
- OLIVEIRA, A.N. 2011. Padrões espacial e temporal do atropelamento de mamíferos em uma rodovia no Cerrado brasileiro. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- PAGLIA, A.P., FONSECA, G.A.B., RYLANDS, A.B., HERRMANN, G., AGUIAR, L.M.S., CHIARELLO, A.G., LEITE, Y.L.R., COSTA, L.P., SICILIANO, S., KIERULFF, M.C.M., MENDES, S.L., TAVARES, V.C., MITTERMEIER, R.A. & PATTON, J.L. 2012. Lista anotada dos Mamíferos do Brasil/ Annotated Checklist of Brazilian Mammals. *Occasional Papers in Conservation Biology*, No.6 Conservation International, Arlington, VA. file:///C:/Users/Cassiano/Downloads/Taxeus_Lista_Anotada_dos_Mamiferos_do_Brasil_2012_adaptada.pdf. (Último acesso em 01 de junho de 2015).
- PINHEIRO, F.B., TURCI, L.C.B. 2013. Vertebrados atropelados na estrada da Variante (BR-307), Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. *Natureza on line.* 11(2):68-78.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ERECHIM. 2011. Plano de Manejo: Parque Natural Municipal Longines Malinowski. Erechim – RS.
- RAMOS, C.C. de O., JUNIOR, D.P. de L., ZAWADZKI, C.H. & BENEDITO, E. 2011. A biologia e a ecologia das aves é um fator importante para explicar a frequência de atropelamentos? *Neotrop. Biol. Conserv.* 6(3):201-212.
- REIJNEN, R. & FOPPEN, R. 1991. Effect of road traffic on the breeding site-tenacity of male Willow Warblers (*Phylloscopus trochilus*). *J. Ornithol.* 132:291-295.

- REIS, N.R., PERACCHI, A.L., PEDRO, W.A. & LIMA, I.P. 2006. Mamíferos do Brasil: Nelio R. dos Reis, Londrina – PR.
- RODRIGUES, E., PINHEIRO, J. & PEREIRA, A.P. 2002. Estradas e EIA/RIMA no Acre. <http://sites.google.com/site/ecologiaestradas/> download. (Último acesso 10 de junho de 2015).
- ROSA, A.O. & MAUHS, J. 2004. Atropelamentos de animais silvestres na Rodovia RS-40. Caderno de Pesquisa. Série Biologia (UNISC). 16(1):35-42.
- ROSA, C.A. BAGER, A. & HOBUS, Q. 2009. Atropelamento de *Helicops infrataeniatus*: sazonalidade e paisagem de entorno. In: 4º Congresso Brasileiro de Herpetologia. Pirenópolis, Goiás.
- SANTANA, G.S. 2012. Fatores influentes sobre atropelamentos de vertebrados na região central do Rio Grande do Sul, Brasil. Neotrop. Biol. Conserv. 7(1):26-40.
- SAZIMA, I. & HADDAD, C.F.B. 1992. Répteis da Serra do Japi: notas sobre história natural: 212-231. In: História Natural da Serra do Japi. Ecologia e Preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil (L. P. C. MORELLATO ed.). Editora da Unicamp/FAPESP. Campinas – SP.
- SECCO, H.K.C. 2014. Efeito barreira causado por rodovias sobre primatas: o caso de estudo do sagui-de-tufos-pretos (*Callithrix penicillata*). Dissertação de Mestrado (PPG Ecologia Aplicada). Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.
- SCHONEWALD - COX, C. & BUECHNER, M. 1992. Park protection and public roads. In: Conservation Biology - The Theory and practice of nature conservation, preservation and management(P.L. FIELDER & S.K. JAIN eds.). London: Chapman and Hall1, p. 375-395.
- SICK, H. 1997. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 912p.
- SILVA, F. 1984. Mamíferos Silvestres - Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 246 p.
- SIMBERLOFF, D. & DAYAN, T. 1991. The guild concept and the structure of ecological communities. Ann. Rev. Ecol. Syst. 22:115-143.
- SMITH-PATTEN, B.D. & PATTEN, M.A. 2008. Diversity, Seasonality, and Context of Mammalian Roadkills in the Southern Great Plains. Environ. Manage. 41:844-852.
- SPELLERBERG, I.F. 1998. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. Global Ecol. Biogeogr. 7:317-333.
- TROMBULAK, S.C. & FRISSEL, C.A. 2000. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. Conserv. Biol. 14(1):18-30.
- TURCI, L.C.B. & BERNARDE, P.S. 2009. Vertebrados atropelados na Rodovia Estadual 383 em Rondônia, Brasil. Biotemas. 22(1):121-127.
- VIEIRA, E.M. 1996. Highway mortality of mammals in Central Brazil. Cien. Cult. 48(4):270–272.

WEBER, M.M., ROMAN, C., CÁCERES, N.C. 2013. Mamíferos do Rio Grande do Sul. Santa Maria: Editora da UFSM, 556p.

WILLIS, E.O. 1979. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. Pap. Avulsos Zool. 33(1):1-25.

YANOSKI, A.A. 1991. Arboreality in the teiid lizard *Tupinambis teguixin* (Reptilia, Lacertilia, Teiidae). Spheniscus. 9:11-13.

CONCLUSÃO GERAL

O atropelamento da fauna parece estar direcionado a algumas espécies, provavelmente abundantes e que não evitam as rodovias. De acordo com isto, o atropelamento persistente se deu em espécies abundantes e com ampla distribuição na região. Grande parte das espécies ocorrentes na região aparentemente não estão sujeitas ao atropelamento, ou estas ocorrem em taxas muito baixas. No entanto, as curvas de acumulação de espécies demonstram que o número de espécie potencialmente afetadas por atropelamentos na região do estudo é maior que a registrada.

Os atropelamentos se concentraram em algumas espécies dentro de cada grupo. No caso do *Didelphis albiventris*, o seu atropelamento se dá pelo recorrente uso da rodovia, ou seja, a espécie é oportunista em relação ao uso do ambiente e abundante no sul do Brasil. Enquanto para *Salvator merianae*, com o maior número de indivíduos atropelados, o atropelamento é evidenciado em uma determinada época, quando possivelmente a espécie aumenta a sua movimentação fazendo o uso constante da rodovia.

Não houve diferença no total de animais atropelados entre os dois locais estudados. Porém, a presença de algumas espécies pode ser influenciada pelas características ambientais do entorno das duas rodovias. Rodovias que cortam áreas mais preservadas aparentemente geram impactos em espécies que demandam maior atenção para conservação.

Quando analisadas as características ecológicas verificou-se que para aves o uso de áreas antrópicas e o hábito alimentar granívoro parecem ser, dentre as características analisadas, as que potencializam os seus atropelamentos. A capacidade de uso de áreas antrópicas indica que para estas espécies a rodovia não é uma barreira efetiva ao deslocamento. Espécies granívoras podem ser favorecidas com a área de borda gerada pelas rodovias e são atraídas pelos grãos que caem dos caminhões durante o escoamento da safra, aumentando as chances de atropelamento. *Zonotrichia capensis*, a espécie do grupo mais atropelada, tem alta capacidade de deslocamento entre os fragmentos vegetais e pode buscar alimento no solo, inclusive em rodovias, o que pode potencializar os atropelamentos. Porém, aves de hábito essencialmente florestal parecem estar evitando a rodovia.

Para mamíferos o hábito alimentar onívoro, a capacidade de utilizar tanto o substrato terrestre quanto arbóreo e atividade noturna parecem ser as que mais influenciam nos atropelamentos na região. A característica onívora e o uso do substrato terrícola/arborícola estão associados principalmente ao elevado número de atropelamentos de *D. albiventris*. Por outro

lado, espécies estritamente arborícolas não foram atropeladas, possivelmente por evitarem áreas abertas, como as rodovias.

Répteis com hábito alimentar carnívoro e terrícolas foram os mais atropelados, porém esta é a característica presente na maioria das espécies da região e este resultado parece ser uma consequência da diversidade de espécies. A dieta onívora apresenta uma relação positiva pelo elevado número de atropelamentos de *Salvator merianae*.

Os resultados indicam que espécies que apresentam determinadas características ecológicas estão mais sujeitas aos atropelamentos. Espécies que podem ocupar áreas antrópicas, terrícolas e terrícolas/arborícolas estão mais sujeitas aos atropelamentos. Por outro lado, espécies de ambientes florestais ou que usam recursos não associados as rodovias parecem ter menos chances de atropelamentos.

Assim, o monitoramento da fauna atropelada, ou o desenvolvimento de estudos que visem a identificação das espécies mais frequentemente atropeladas e dos padrões ecológicos envolvidos pode contribuir e ser uma ferramenta importante na identificação de alternativas para reduzir um dos principais impactos causados pelas rodovias: o atropelamento da fauna.

ANEXOS

Anexo 1: Espécies de aves ocorrentes na região do estudo e indivíduos encontrados atropelados em dois trechos de 12 km: RS-331 (T1), entre Erechim a Gaurama e RS-420 (T2), entre Erechim a Aratiba, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015. Classificação das espécies do grupo das aves atropeladas e as de ocorrência na região do estudo de acordo com as características ecológicas. Atividade diária: D (Diurno), N (Noturno). Habitat: Aa (Área antrópica), Au (Área úmida), Fb (Borda de floresta), Fl (Floresta). Dieta: Car (Carnívoro), Fr (Frugívoro), Gra (Granívoro), Ins (Insetívoro), Nec (Nectívoro), Necr (Necrófago), On (Onívoro) e Pis (Piscívoro).

Classe/Espécie	Indivíduos atropelados	Atividade diária	Habitat	Dieta
AVES	120			
<i>Agelaioides badius</i> (Vieillot, 1819)	-	D	Aa	Gra, Ins
<i>Amaurospiza moesta</i> (Hartlaub, 1853)	-	D	Fl	Gra
<i>Amazona vinacea</i> (Kuhl, 1820)	-	D	Fl	Fr
<i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792)	-	D	Aa	Gra, On
<i>Aramides saracura</i> (Spix, 1825)	-	D	Fl, Au	On
<i>Asio stygius</i> (Wagler, 1832)	-	N	Aa	Car
<i>Athene cunicularia</i> (Molina, 1782)	3	D	Aa	Car, Ins
<i>Baryphthengus ruficapillus</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	On
<i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830)	-	D	Fl	Ins
<i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758)	-	D	Au	Pis, On
<i>Cacicus chrysopterus</i> (Vigors, 1825)	-	D	Fl	On
<i>Campephilus robustus</i> (Lichtenstein, 1818)	-	D	Fl	Ins
<i>Camptostoma obsoletum</i> (Temminck, 1824)	-	D	Aa, Fb	On, Ins
<i>Campylorhamphus falcularius</i> (Vieillot, 1823)	-	D	Fl	Ins
<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	-	D	Aa	Car
<i>Chaetura cinereiventris</i> (Sclater, 1862)	-	D	Fl	Ins
<i>Chaetura meridionalis</i> (Hellmayr, 1907)	-	D	Aa	Ins
<i>Chamaeza campanisona</i> (Lichtenstein, 1823)	-	D	Fl	Ins
<i>Chiroxiphia caudata</i> (Shaw, 1793)	-	D	Fl	Fr, On
<i>Chlorophonia cyanea</i> (Thunberg, 1822)	-	D	Aa	Gra
<i>Claravis pretiosa</i> (Ferrari-Perez, 1886)	-	D	Fl	Gra
<i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Aa	Ins
<i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788)	-	D	Fl	Ins
<i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813)	3	D	Aa	Gra
<i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1810)	1	D	Aa	Gra
<i>Conirostrum speciosum</i> (Temminck, 1824)	-	D	Fl	Fr, On
<i>Conopophaga lineata</i> (Wied-Neuwied, 1831)	-	D	Fl	Ins
<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	-	D	Aa, Fb	Car, Necr

Continua...

Continuação...

<i>Cranioleuca obsoleta</i> (Reichenbach, 1853)	-	D	Fl	Ins
<i>Crotophaga ani</i> (Linnaeus, 1758)	4	D	Aa	On
<i>Crypturellus obsoletus</i> (Temminck, 1815)	-	D	Fl	On
<i>Crypturellus parvirostris</i> (Wagler, 1827)	-	D	Fl	On
<i>Crypturellus tataupa</i> (Temminck, 1815)	-	D	Fl	On
<i>Cyanocorax chrysops</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	On
<i>Cyanolaxia brissonii</i> (Lichtenstein, 1823)	1	D	Fb	On
<i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	-	D	Fb	On
<i>Dendrocolaptes platyrostris</i> (Spix, 1824)	-	D	Fl	Ins
<i>Donacospiza albifrons</i> (Vieillot, 1817)	-	D	Aa	Gra
<i>Dryophila malura</i> (Temminck, 1825)	-	D	Fl	Ins
<i>Dryophila rubricollis</i> (W. Bertoni, 1901)	-	D	Fl	Ins
<i>Dryocopus lineatus</i> (Linnaeus, 1766)	-	D	Fl	Ins
<i>Dysithamnus mentalis</i> (Temminck, 1823)	-	D	Fl	Ins
<i>Elaenia parvirostris</i> (Pelzeln, 1868)	-	D	Fl	On
<i>Elanus leucurus</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Aa	Car
<i>Emberizoides herbicola</i> (Vieillot, 1817)	-	D	Aa	Gra
<i>Empidonomus varius</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	On
<i>Euphonia chalybea</i> (Mikan, 1825)	-	D	Fl	Fr
<i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766)	1	D	Aa	Fr
<i>Euphonia cyanocephala</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	Fr
<i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788)	2	D	Aa	Ins
<i>Geothlypis aequinoctialis</i> (Gmelin, 1789)	-	D	Aa, Fb	Ins
<i>Geranoaetus albicaudatus</i> (Vieillot, 1816)	-	D	Aa	Car
<i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788)	3	D	Aa	On
<i>Habia rubica</i> (Vieillot, 1817)	-	D	Fl	Fr, On
<i>Harpagus diodon</i> (Temminck, 1823)	-	D	Fl	Car
<i>Heliobletus contaminatus</i> (Berlepsch, 1885)	-	D	Fl	Ins
<i>Hemithraupis guira</i> (Linnaeus, 1766)	-	D	Fl	On
<i>Hemitriccus obsoletus</i> (Miranda-Ribeiro, 1906)	-	D	Fl	Ins
<i>Heterospizias meridionalis</i> (Latham, 1790)	-	D	Aa	Car
<i>Hydropsalis torquata</i> (Gmelin, 1789)	-	N	Fb	Pis, On
<i>Hylocharis chrysura</i> (Shaw, 1812)	-	D	Fl	Ins, Nec
<i>Hylophilus poicilotis</i> (Temminck, 1822)	-	D	Fl	Fr, Ins
<i>Ictinia plumbea</i> (Gmelin, 1788)	-	D	Fb	Ins
<i>Lanio melanops</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	On, Ins
<i>Lanios culcullatus</i> (Müller, 1776)	1	D	Fb	Gra
<i>Lathrotriccus euleri</i> (Cabanis, 1868)	-	D	Fl	Ins

Continua...

Continuação...

<i>Lepidocolaptes falcinellus</i> (Cabanis & Heine, 1859)	-	D	Fl	Ins
<i>Leptasthenura setaria</i> (Temminck, 1824)	-	D	Fl	Ins
<i>Leptopogon amaurocephalus</i> (Tschudi, 1846)	-	D	Fl	On, Ins
<i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard & Bernard, 1792)	-	D	Fl	On
<i>Leptotila verreauxi</i> (Bonaparte, 1855)	-	D	Fl	Fr, On
<i>Leucochloris albicollis</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Aa	Ins, Nec
<i>Lochmias nematura</i> (Lichtenstein, 1823)	-	D	Fl, Au	Ins
<i>Lurocalis semitorquatus</i> (Gmelin, 1789)	-	N	Fb	Ins
<i>Mackenziaena leachii</i> (Such, 1825)	-	D	Fb	Ins
<i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766)	-	D	Fl	On
<i>Megascops</i> sp.	4	N	Fl	Car, Ins
<i>Melanerpes flavifrons</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	Ins
<i>Micrastur ruficollis</i> (Vieillot, 1817)	-	D	Fl	Car
<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	-	D	Aa	On
<i>Milvago chimango</i> (Vieillot, 1816)	-	D	Aa	Car, Necr
<i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823)	-	D	Aa	On
<i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789)	1	D	Fb	On
<i>Myiarchus swainsoni</i> (Cabanis & Heine, 1859)	-	D	Aa	Ins
<i>Myiodynastes maculatus</i> (Müller, 1776)	-	D	Fl	Ins, On
<i>Myiopagis caniceps</i> (Swainson, 1835)	-	D	Fl	On
<i>Myiopagis viridicata</i> (Vieillot, 1817)	-	D	Fl	Ins
<i>Myiophobus fasciatus</i> (Müller, 1776)	1	D	Aa	Ins
<i>Myiothlypis leucoblephara</i> (Vieillot, 1817)	-	D	Fl	Ins
<i>Nyctibius griseus</i> (Gmelin, 1789)	-	N	Fb	Ins
<i>Pachyramphus castaneus</i> (Jardine & Selby, 1827)	-	D	Fl	Ins, On
<i>Pachyramphus polychopterus</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	On
<i>Pachyramphus validus</i> (Lichtenstein, 1823)	-	D	Fl	Ins
<i>Pachyramphus viridis</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	Ins, On
<i>Pardirallus nigricans</i> (Vieillot, 1819)	1	D	Au	On
<i>Patagioenas cayennensis</i> (Bonnaterre, 1792)	-	D	Fl	Gra
<i>Patagioenas picazuro</i> (Temminck, 1813)	-	D	Fl	Gra
<i>Penelope obscura</i> (Temminck, 1815)	-	D	Fl	Fr
<i>Philydor rufum</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	Ins
<i>Phyllomyias fasciatus</i> (Thunberg, 1822)	-	D	Aa	Ins
<i>Phyllomyias virescens</i> (Temminck, 1824)	-	D	Fl	Ins
<i>Phylloscartes eximius</i> (Temminck, 1822)	-	D	Fl	Ins
<i>Phylloscartes ventralis</i> (Temminck, 1824)	-	D	Fl	Ins
<i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766)	-	D	Fl, Fb	On

Continua...

Continuação...

<i>Piculus aurulentus</i> (Temminck, 1821)	-	D	Fl	Ins
<i>Pionus maximiliani</i> (Kuhl, 1820)	-	D	Fl	Fr
<i>Pipraeidea melanonota</i> (Vieillot, 1819)	-	D	Fl	On
<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	1	D	Aa	On
<i>Platyrinchus mystaceus</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	Ins
<i>Poecilotriccus plumbeiceps</i> (Lafresnaye, 1846)	-	D	Fl	Ins
<i>Poospiza lateralis</i> (Nordmann, 1835)	-	D	Fl	Gra
<i>Poospiza nigrorufa</i> (d'Orbigny & Lafresnaye, 1837)	1	D	Fb	Gra
<i>Progne tapera</i> (Linnaeus, 1766)	-	D	Aa	Ins
<i>Pulsatrix koeniswaldiana</i> (Bertoni & Bertoni, 1901)	-	N	Fl	Car
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817)	-	D	Aa	Ins
<i>Pyrrhocomma ruficeps</i> (Strickland, 1844)	-	D	Fl	On
<i>Pyrrhura frontalis</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	Fr
<i>Ramphastos dicolorus</i> (Linnaeus, 1766)	1	D	Fl	Fr
<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	-	D	Fb	Car
<i>Saltator maxillosus</i> (Cabanis, 1851)	-	D	Fl	On
<i>Saltator similis</i> (Orbigny & Lafresnaye, 1837)	-	D	Fb	Fr, On
<i>Schiffornis virescens</i> (Lafresnaye, 1838)	-	D	Fl	Fr
<i>Sclerurus scansor</i> (Ménétrières, 1835)	-	D	Fl	On
<i>Serpophaga subcristata</i> (Vieillot, 1817)	-	D	Aa	Ins
<i>Setophaga pitaiayumi</i> (Vieillot, 1817)	1	D	Fl	Ins
<i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766)	2	D	Aa	Gra
<i>Sirystes sibilator</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	Ins
<i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	Ins
<i>Sporagra magellanica</i> (Vieillot, 1805)	1	D	Aa	Gra
<i>Sporophila caerulescens</i> (Vieillot, 1823)	1	D	Aa, Fb	Gra
<i>Sporophila sp.</i>	1	D	Aa	Gra
<i>Stephanophorus diadematus</i> (Temminck, 1823)	-	D	Fl	On
<i>Stephanoxis lalandi</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fb	Ins, Nec
<i>Strix hylophila</i> (Temminck, 1825)	-	N	Fl	Car, Ins
<i>Synallaxis cinerascens</i> (Temminck, 1823)	-	D	Fl	Ins
<i>Synallaxis ruficapilla</i> (Vieillot, 1819)	-	D	Fl	Ins
<i>Synallaxis spixi</i> (Sclater, 1856)	-	D	Fb	Ins
<i>Syndactyla rufosuperciliata</i> (Lafresnaye, 1832)	-	D	Fl	Ins
<i>Syrigma sibilatrix</i> (Temminck, 1824)	-	D	Aa	Pis, On
<i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822)	-	D	Fl	On
<i>Tangara preciosa</i> (Cabanis, 1850)	1	D	Fb	On
<i>Tangara sayaca</i> (Linnaeus, 1766)	2	D	Fl	On

Continua...

Continuação...

<i>Tersina viridis</i> (Illiger, 1811)	-	D	Aa	On
<i>Thamnophilus ruficapillus</i> (Vieillot, 1816)	1	D	Fb	Ins
<i>Tityra cayana</i> (Linnaeus, 1766)	-	D	Fl	Fr
<i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825)	-	D	Fl	Ins
<i>Troglodytes musculus</i> (Naumann, 1823)	2	D	Aa	Ins
<i>Trogon surrucura</i> (Vieillot, 1817)	-	D	Fl	On
<i>Turdus albicollis</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	On
<i>Turdus amaurochalinus</i> (Cabanis, 1850)	-	D	Fl	On
<i>Turdus leucomelas</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	On
<i>Turdus rufiventris</i> (Vieillot, 1818)	2	D	Fb	On
<i>Turdus subalaris</i> (Seeböhm, 1887)	-	D	Fl	On
<i>Tyranniscus burmeisteri</i> (Cabanis & Heine, 1859)	-	D	Fb	Ins
<i>Tyrannus melancholicus</i> (Vieillot, 1819)	1	D	Aa	On
<i>Tyrannus savana</i> (Vieillot, 1808)	-	D	Aa	Ins
<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	2	D	Aa	Ins
<i>Veniliornis spilogaster</i> (Wagler, 1827)	-	D	Fl	Ins
<i>Vireo olivaceus</i> (Linnaeus, 1766)	-	D	Fl	On
<i>Volatinia jacarina</i> (Linnaeus, 1766)	-	D	Aa	Gra
<i>Xenops rutilans</i> (Temminck, 1821)	-	D	Fl	Ins
<i>Xiphocolaptes albicollis</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	Ins
<i>Xiphorhynchus fuscus</i> (Vieillot, 1818)	-	D	Fl	Ins
<i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847)	1	D	Aa	Gra
<i>Zonotrichia capensis</i> (Müller, 1776)	7	D	Aa	Gra
Não identificados	65			

Anexo 2: Espécies de mamíferos ocorrentes na região do estudo e indivíduos encontrados atropelados em dois trechos de 12 km: RS-331 (T1), entre Erechim a Gaurama e RS-420 (T2), entre Erechim a Aratiba, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015. Classificação das espécies do grupo dos mamíferos atropelados e as de ocorrência na região do estudo de acordo com as características ecológicas. Atividade diária: D (Diurno), N (Noturno). Uso do substrato: Arb (Arborícola), Saq (Semi-aquático), Ter (Terrícola). Dieta: Car (Carnívoro), Fr (Frugívoro), Gra (Granívoro), Her (Herbívoro), Ins (Insetívoro), Nec (Nectívoro) e On (Onívoro).

Classe/Espécie	Indivíduos atropelados	Atividade diária	Uso do substrato	Dieta
MAMÍFEROS	52			
<i>Akodon montensis</i> (Winge, 1887)	-	D, N	Ter	On
<i>Alouatta guariba clamitans</i> (Humboldt, 1812)	-	D	Arb	Her, Fr
<i>Cabassous tatouay</i> (Desmarest, 1804)	-	N	Ter	Ins
<i>Cavia aperea</i> (Erxleben, 1777)	6	D	Ter	Her
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	8	N	Ter	On
<i>Chironectes minimus</i> (Zimmermann, 1780)	-	N	Saq	Car
<i>Coendou spinosus</i> (F. Cuvier, 1823)	-	N	Ter, Arb	Her, Fr
<i>Conepatus chinga</i> (Molina, 1782)	-	N	Ter, Arb	On
<i>Cryptonanus guahybae</i> (Tate, 1931)	-	N	Ter, Arb	Ins, On
<i>Cuniculus paca</i> (Linnaeus, 1766)	-	N	Ter	On
<i>Dasyprocta azarae</i> (Lichtenstein, 1823)	-	D	Ter	Fr
<i>Dasypus hybridus</i> (Desmarest, 1804)	-	D, N	Ter	On
<i>Dasypus novemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	4	N	Ter	On
<i>Dasypus septemcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	-	N	Ter	Ins
<i>Didelphis albiventris</i> (Lund, 1840)	22	N	Ter, Arb	On
<i>Didelphis aurita</i> (Wied-Neuwied, 1826)	-	N	Ter, Arb	On
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	-	D	Ter, Arb	On
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	-	D	Ter	On
<i>Euryzygomatomys spinosus</i> (G. Fischer, 1814)	-	D	Ter	On
<i>Galictis cuja</i> (Molina, 1782)	1	D	Ter	Car
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	-	N	Arb	Nec
<i>Gracilinanus agilis</i> (Burmeister, 1854)	-	N	Arb	On
<i>Gracilinanus microtarsus</i> (Wagner, 1842)	-	N	Arb	Ins, On
<i>Guerlinguetus aestuans</i> (Linnaeus, 1766)	-	D	Ter, Arb	On
<i>Guerlinguetus ingrami</i> (Thomas, 1901)	-	D	Ter, Arb	Her, Fr
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	-	N	Saq	Her
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)	-	N	Ter	Car
<i>Leopardus tigrinus</i> (Schreber, 1775)	1	N	Ter, Arb	Car
<i>Leopardus wiedii</i> (Schinz, 1821)	-	N	Arb	Car
<i>Lepus capensis</i> (Linnaeus, 1758)	-	D, N	Ter	Her
<i>Lepus europaeus</i> (Pallas, 1778)	1	D, N	Ter	Her
<i>Lontra longicaudis</i> (Olfers, 1818)	-	D, N	Saq	Car

Continua...

Continuação...

<i>Lycalopex gymnocercus</i> (G. Fischer, 1814)	-	D, N	Ter	On
<i>Marmosa paraguayana</i> (Tate, 1931)	-	N	Arb	On
<i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)	-	N	Ter	Her, Fr
<i>Mazama nana</i> (Hensel, 1872)	-	N	Ter	Her, Fr
<i>Myocastor coypus</i> (Molina, 1782)	1	N	Saq	Her
<i>Nasua nasua</i> (Linnaeus, 1766)	-	D	Ter, Arb	On
<i>Nectomys squamipes</i> (Brants, 1827)	-	N	Saq	On
<i>Oligoryzomys flavescens</i> (Waterhouse, 1837)	-	N	Saq	On
<i>Oligoryzomys nigripes</i> (Olfers, 1818)	-	N	Ter, Arb	On
<i>Panthera onca</i> (Linnaeus, 1758)	-	N	Ter, Arb	Car
<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	-	D	Ter	On
<i>Philander frenatus</i> (Olfers, 1818)	-	N	Ter, Arb	On
<i>Phyllomys sulinus</i> (Leite, Christoff & Fagundes, 2008)	-	D	Arb	Fr, Gra
<i>Procyon cancrivorus</i> (G. Cuvier, 1798)	-	N	Ter, Arb	On
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)	-	N	Ter, Arb	Car
<i>Puma yagouaroundi</i> (É. Geoffroy, 1803)	-	D	Ter	Car
<i>Sapajus nigrurus</i> (Goldfuss, 1809)	-	D	Arb	On
<i>Sphiggurus villosus</i> (F. Cuvier, 1823)	-	N	Ter, Arb	Her, Fr
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	-	D, N	Ter	Her
<i>Tadarida brasiliensis</i> (I. Geoffroy, 1824)	-	N	Ca	Ins
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	-	D, N	Ter, Arb	Ins
<i>Tapirus terrestres</i> (Linnaeus, 1758)	-	N	Ter	Her, Fr
<i>Tayassu pecari</i> (Link, 1795)	-	D	Ter	On
Não identificados	8			

Anexo 3: Espécies de répteis ocorrentes na região do estudo e indivíduos encontrados atropelados em dois trechos de 12 km: RS-331 (T1), entre Erechim a Gaurama e RS-420 (T2), entre Erechim a Aratiba, de setembro de 2014 a fevereiro de 2015. Classificação das espécies do grupo dos répteis atropelados e as de ocorrência na região do estudo de acordo com as características ecológicas. Atividade diária: D (Diurno), N (Noturno). Uso do substrato: Aq (Aquática), Arb (Arborícola), Sarb (Semi-arborícola), Saq (Semi-aquática), Ter (Terrícola). Dieta: Car (Carnívoro) e On (Onívoro).

Classe/Espécie	Indivíduos atropelados	Atividade diária	Uso do substrato	Dieta
RÉPTEIS	37			
<i>Amphisbaena darwini</i> (Duméril & Bibron, 1839)	-	N	Ter	Car
<i>Anisolepis grilli</i> (Boulenger, 1891)	-	D	Arb	On
<i>Atractus taeniatus</i> (Griffin, 1916)	3	D, N	Ter	Car
<i>Bothrops alternatus</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	-	N	Ter	Car
<i>Bothrops jararaca</i> (Wied, 1824)	3	D, N	Ter	Car
<i>Bothrops neuwiedi</i> (Wagler in Spix, 1824)	-	N	Ter	Car
<i>Chironius bicarinatus</i> (Wied, 1820)	-	D	Sarb	Car
<i>Chironius exoletus</i> (Linnaeus, 1758)	-	D	Arb	Car
<i>Echivanthera cyanopleura</i> (Cope, 1885)	-	D	Ter	Car
<i>Erythrolamprus m. miliaris</i> (Linnaeus, 1758)	-	D, N	Aq, Saq	Car
<i>Erythrolamprus p. poecilogyrus</i> (Wied, 1825)	-	D	Aq, Saq	Car
<i>Micrurus altirostris</i> (Cope, 1859)	2	D	Ter	Car
<i>Micrurus frontalis</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	-	D	Ter	Car
<i>Ophiodes sp.</i>	-	D	Ter	Car
<i>Oxyrhopus clathratus</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	-	N	Ter	Car
<i>Oxyrhopus rhombifer</i> (Duméril, Bibron & Duméril, 1854)	1	N	Ter	Car
<i>Paraphimophis rustica</i> (Cope, 1878)	-	N	Ter	Car
<i>Philodryas olfersii</i> (Lichtenstein, 1823)	1	D	Sarb	Car
<i>Philodryas patagoniensis</i> (Girard, 1857)	-	D	Ter	Car
<i>Phrynops hilarii</i> (Duméril & Bibron, 1835)	-	D	Aq, Saq	On
<i>Salvator merianae</i> (Duméril & Bibron, 1839)	24	D	Ter	On
<i>Thamnodynastes strigatus</i> (Günther, 1858)	3	N	Sarb	Car
<i>Trachemys dorbigni</i> (Duméril & Bibron, 1835)	-	D	Aq, Saq	On

Anexo 4: Tabela de Correlação entre as espécies atropeladas e as características ecológicas - Agrupamento aves

Espécies atropeladas	D	N	Aa	Au	Fb	Fl	Car	Fr	Gra	Ins	On
<i>Athene cunicularia</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	3,678768	-0,26277	-0,69522	-0,4916	-0,69522
<i>Columbina picui</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	1,390444	-0,4916	-0,69522
<i>Columbina talpacoti</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	1,390444	-0,4916	-0,69522
<i>Crotophaga ani</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	-0,4916	1,390444
<i>Cyanolaxia brissonii</i>	0,182574	-0,18257	-1,20416	-0,18257	1,782187	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	-0,4916	1,390444
<i>Euphonia chlorotica</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	3,678768	-0,69522	-0,4916	-0,69522
<i>Furnarius rufus</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	1,966384	-0,69522
<i>Guira guira</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	-0,4916	1,390444
<i>Lanio culcullatus</i>	0,182574	-0,18257	-1,20416	-0,18257	1,782187	-0,38564	-0,26277	-0,26277	1,390444	-0,4916	-0,69522
<i>Megascops sp.</i>	-5,29465	5,294651	-1,20416	-0,18257	-0,5424	2,506658	3,678768	-0,26277	-0,69522	-0,4916	-0,69522
<i>Molothrus bonariensis</i>	0,182574	-0,18257	-1,20416	-0,18257	1,782187	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	-0,4916	1,390444
<i>Myiophobus fasciatus</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	1,966384	-0,69522
<i>Pardirallus nigricans</i>	0,182574	-0,18257	-1,20416	5,294651	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	-0,4916	1,390444
<i>Pitangus sulphuratus</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	-0,4916	1,390444
<i>Poospiza migrorufa</i>	0,182574	-0,18257	-1,20416	-0,18257	1,782187	-0,38564	-0,26277	-0,26277	1,390444	-0,4916	-0,69522

<i>Ramphastos dicolorus</i>	0,182574	-0,18257	-1,20416	-0,18257	-0,5424	2,506658	-0,26277	3,678768	-0,69522	-0,4916	-0,69522
<i>Setophaga pitiayumi</i>	0,182574	-0,18257	-1,20416	-0,18257	-0,5424	2,506658	-0,26277	-0,26277	-0,69522	1,966384	-0,69522
<i>Sicalis flaveola</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	1,390444	-0,4916	-0,69522
<i>Sporagra magellanica</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	1,390444	-0,4916	-0,69522
<i>Sporophila caerulea</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	1,390444	-0,4916	-0,69522
<i>Sporophila sp.</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	1,390444	-0,4916	-0,69522
<i>Tangara preciosa</i>	0,182574	-0,18257	-1,20416	-0,18257	1,782187	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	-0,4916	1,390444
<i>Tangara sayaca</i>	0,182574	-0,18257	-1,20416	-0,18257	-0,5424	2,506658	-0,26277	-0,26277	-0,69522	-0,4916	1,390444
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	0,182574	-0,18257	-1,20416	-0,18257	1,782187	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	1,966384	-0,69522
<i>Troglodytes musculus</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	1,966384	-0,69522
<i>Turdus rufiventris</i>	0,182574	-0,18257	-1,20416	-0,18257	1,782187	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	-0,4916	1,390444
<i>Tyrannus melancholicus</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	-0,4916	1,390444
<i>Vanellus chilensis</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	-0,69522	1,966384	-0,69522
<i>Zenaida auriculata</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	1,390444	-0,4916	-0,69522
<i>Zonotrichia capensis</i>	0,182574	-0,18257	0,802773	-0,18257	-0,5424	-0,38564	-0,26277	-0,26277	1,390444	-0,4916	-0,69522

Anexo 5: Tabela da Correlação entre as Variáveis e os Fatores envolvidos (Análise de Componentes Principais – Aves)

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7	Fator 8	Fator 9
D	0,796865	-0,490784	-0,187881	-0,044303	-0,015547	0,120593	-0,238105	-0,001161	0,124077
N	-0,700903	-0,637890	-0,099360	-0,084396	0,019171	-0,052488	-0,095198	-0,096042	-0,251845
Aa	0,767719	-0,593023	0,008887	-0,039740	-0,082835	0,144412	-0,048162	0,129238	-0,102638
Au	-0,060658	0,164646	-0,156791	0,255113	-0,768143	-0,473834	-0,254915	-0,000318	0,001835
Fb	-0,115831	0,475818	-0,448713	-0,244254	0,523475	-0,222522	-0,418081	0,028292	-0,006493
Fl	-0,714674	-0,558366	-0,087610	0,027530	-0,010877	0,117109	-0,053650	-0,349279	0,174149
Car	-0,571340	-0,674566	-0,088444	-0,094231	0,001062	-0,036937	-0,081464	0,430400	0,092648
Fr	-0,136238	0,104308	0,319616	0,766917	0,150986	0,392112	-0,318698	0,032119	-0,033080
Gra	0,642297	-0,511858	0,051666	0,162510	0,262387	-0,420506	-0,026705	-0,222234	-0,024593
Ins	0,051358	0,102962	0,629389	-0,618456	-0,241683	0,224387	-0,299270	-0,098113	-0,013947
On	0,154204	0,114112	-0,799868	-0,054828	-0,254558	0,494851	0,002051	-0,090226	-0,050818

Anexo 6: Tabela de Correlação entre as espécies atropeladas e as características ecológicas - Agrupamento Mamíferos

Espécies atropeladas	D	D/N	N	Ter/Arb	Saq	Ter	Car	Her	On
<i>Cavia aperea</i>	1,620185175	-0,353553391	-1,207614729	-0,54006	-0,35355	0,724569	-0,54006	1,207615	-0,72457
<i>Cerdocyon thous</i>	-0,540061725	-0,353553391	0,724568837	-0,54006	-0,35355	0,724569	-0,54006	-0,72457	1,207615
<i>Dasypus novemcinctus</i>	-0,540061725	-0,353553391	0,724568837	-0,54006	-0,35355	0,724569	-0,54006	-0,72457	1,207615
<i>Didelphis albiventris</i>	-0,540061725	-0,353553391	0,724568837	1,620185	-0,35355	-1,20761	-0,54006	-0,72457	1,207615
<i>Galictis cuja</i>	1,620185175	-0,353553391	-1,207614729	-0,54006	-0,35355	0,724569	1,620185	-0,72457	-0,72457
<i>Leopardus tigrinus</i>	-0,540061725	-0,353553391	0,724568837	1,620185	-0,35355	-1,20761	1,620185	-0,72457	-0,72457
<i>Lepus europaeus</i>	-0,540061725	2,474873734	-1,207614729	-0,54006	-0,35355	0,724569	-0,54006	1,207615	-0,72457
<i>Myocastor coypus</i>	-0,540061725	-0,353553391	0,724568837	-0,54006	2,474874	-1,20761	-0,54006	1,207615	-0,72457

Anexo 7: Tabela da Correlação entre as Variáveis e os Fatores envolvidos (Análise de Componentes Principais – Mamíferos)

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5	Fator 6	Fator 7
D/N	-0,155978	-0,222969	-0,507979	0,752168	0,305722	0,092894	-0,007798
D	-0,541478	0,725798	0,173859	-0,149205	0,351460	0,017739	-0,060749
N	0,947002	0,316016	0,010585	-0,022556	-0,010154	0,047595	0,018238
Arb/Ter	0,901329	0,237484	0,016842	-0,075944	0,353633	0,010027	0,000114
Saq	-0,115865	-0,288477	-0,622695	-0,708015	-0,060917	0,102681	-0,008277
Ter	-0,298167	0,677351	0,114166	0,198606	-0,624025	0,101967	0,003292
Car	-0,164667	-0,579573	0,752599	-0,090558	0,214125	0,128159	0,009976
Her	-0,571231	0,706157	-0,104021	-0,133862	0,377302	0,014264	0,061133
On	0,937925	0,342659	0,017169	0,012951	-0,014356	0,044284	-0,015884

Anexo 8: Tabela de Correlação entre as espécies atropeladas e as características ecológicas- Agrupamento Répteis

Espécies atropeladas	D/N	D	N	Sarb	Ter	Car	On
<i>Atractus taeniatus</i>	1,46385	-0,801783726	-0,585540044	-0,586	0,58554	0,377964	-0,37796
<i>Bothrops jararaca</i>	1,46385	-0,801783726	-0,585540044	-0,586	0,58554	0,377964	-0,37796
<i>Micrurus altirostris</i>	-0,58554	1,069044968	-0,585540044	-0,586	0,58554	0,377964	-0,37796
<i>Oxyrhopus rhombifer</i>	-0,58554	-0,801783726	1,463850109	-0,586	0,58554	0,377964	-0,37796
<i>Philodryas olfersii</i>	-0,58554	1,069044968	-0,585540044	1,464	-1,46385	0,377964	-0,37796
<i>Salvator merianae</i>	-0,58554	1,069044968	-0,585540044	-0,586	0,58554	-2,26779	2,267787
<i>Thamnodynastes strigatus</i>	-0,58554	-0,801783726	1,463850109	1,464	-1,46385	0,377964	-0,37796

Anexo 9: Tabela da Correlação entre as Variáveis e os Fatores envolvidos (Análise de Componentes Principais – Répteis)

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Fator 5
D/N	-0,305342	0,772466	0,532005	0,001639	-0,164412
D	0,958848	-0,152240	0,231587	0,034060	0,051381
N	-0,446361	-0,814250	0,263632	-0,255986	-0,052236
Sarb	-0,446442	-0,815342	0,261253	0,253126	-0,059839
Ter	0,942351	-0,026196	0,331060	-0,031551	0,026290
Car	-0,820413	0,212061	0,491281	0,005627	0,201407
On	0,947153	-0,155147	0,280603	0,000986	-0,009541