

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE ANIMAL**

**FATORES INFLUENTES SOBRE ATROPELAMENTOS  
DE VERTEBRADOS SILVESTRES EM RODOVIAS DA  
REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO RIO GRANDE  
DO SUL, BRASIL**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Gilson de Souza Santana**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2010**

**FATORES INFLUENTES SOBRE ATROPELAMENTOS DE  
VERTEBRADOS SILVESTRES EM RODOVIAS DA REGIÃO  
CENTRAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

**por**

**Gilson de Souza Santana**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em  
Biodiversidade Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),  
como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciências Biológicas – Área de Biodiversidade Animal**

**Orientador: Prof. Dr. Nilton C. Cáceres**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2010**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Naturais e Exatas  
Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Animal**

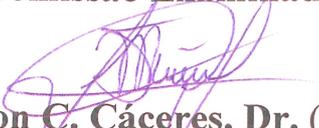
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**FATORES INFLUENTES SOBRE ATROPELAMENTOS DE  
VERTEBRADOS SILVESTRES EM RODOVIAS DA REGIÃO  
CENTRAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

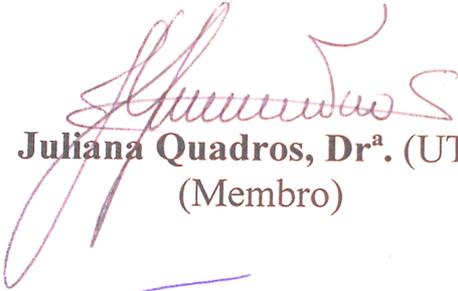
elaborada por  
**Gilson de Souza Santana**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciências Biológicas – Área de Biodiversidade Animal**

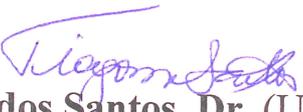
**Comissão Examinadora:**



**Nilton C. Cáceres, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)



**Juliana Quadros, Dr<sup>a</sup>. (UTP)**  
(Membro)



**Tiago G. dos Santos, Dr. (UNIPAMPA)**  
(Membro)

Santa Maria, 23 de agosto de 2010.

À minha mãe Alzira de Souza Santana, e ao  
meu “velho” pai José Rodrigues Santana.  
Onde você estiver! (*in memoriam*)

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador e amigo Prof. Dr. Nilton C. Cáceres. Competente, inteligente e sempre disponível e paciente para ouvir tudo que eu tinha pra falar e mostrar, e depois me convencer a mudar tudo que eu queria fazer. Quase tudo. Obrigado!

À Claize Rampelotto, companheira de cinema, almoços aos domingos, cafés da tarde, caminhadas na faixa, idas a campo pra contar bichos na estrada, e, mais recentemente, me ouvir falar de dissertação todo o tempo. Obrigado, amore!

À Prof Sônia Cechin, pela competência à frente do PPG, buscando a melhoria do mestrado e agora do doutorado. Pela solução dos problemas que eu levei até ela, e sempre com a porta aberta, literalmente! A porta dela não fecha, e ainda tem aquele barulhinho.

A todos os professores do PPG, que ministraram alguma disciplina da qual participei ou não. Mas, com certeza estavam à disposição pra me ajudar. Obrigado a Profª Drª Marlise Ladvoat, pela disponibilidade quando eu fui o único a me matricular na disciplina dela. Aula particular.

Ao meu filho Estevão, por ser o garoto de ouro que ele é, e pelas manutenções no meu PC.

Ao Tchesco, pelas horas a fio que deixava de fazer suas coisas pra me ajudar nas minhas. Depois pedia, ainda, pra eu mandar um e-mail pra ele com alguma dúvida. Só você Tchesco!

Ao Alexandre (colar da onça), pela ajuda na identificação de serpentes e pelos papos bem humorados regados a café de madrugada estudando estatística.

À Joele, pela ajuda, mesmo depois de chegar cansada do campo, e pelas dicas nas conversas rápidas à porta do LAMAVE.

À Michele pela ajuda com aves e amizade nas poucas vezes que eu podia ir ao laboratório, me oferecendo aquele cafezinho. Obrigado, amiga.

Ao Marcelo, Samanta e Rubinho pela ajuda na identificação das rãs, sapos, serpentes, ou o que sobrava deles depois do atropelamento. Obrigado.

À Brisa por se dispor inúmeras vezes pra comprar alguma coisa em Riveira, e eu nunca ter me interessado em comprar nada. Obrigado, amiga!

À Bárbara Kuhn e Caroline Sartor, acadêmicas do 1º semestre, pela ajuda com os dados de campo. Obrigado, gurias!

Ao “seu” Paulo. Incansável nas tarefas de ajudar aos mestrados, e também na tarefa de “puxar as orelhas” deles. Obrigado pelos e-mail e por todo o apoio nesses dois anos, e por ter assado aquela carne no churrasco na casa da Damarys.

Aos meus eternos amigos da graduação, que mesmo estando longe no tempo e no espaço, nunca esqueço os bons tempos de amizade. Me aguarde, Salvador-Bahia.

Ao amigo Roger, pelas conversas na mostra, e pelas parcerias nas disciplinas que fizemos juntos.

Aos meus amigos de farda e de coração, Sargento Erasmo e Sub-tenente Winhotti, por toda a ajuda durante minha graduação. Principalmente ao Erasmo que segurava a “barra” pra que eu pudesse estudar.

À Dona Neuza e ao amigo Cezar Weiss, pela parceria, apoio e cuidados nos meses de joelho operado.

A todos os amigos do 4º B Log. Principalmente, ao pessoal da Divisão de Saúde, pela colaboração quando fui “chefinho” por aí.

A todos os acadêmicos pra quem eu ministrei aulas nas Faculdades FIMCA e FARO, pela minha primeira experiência na docência superior. Principalmente, Daniela e Rô, amigas e parceiras nos últimos dias em Porto Velho, pelo apoio às minhas idéias malucas sobre meio ambiente.

A toda minha família. Meus irmãos e irmãs: Ivone, Ana Maria, José Luis (o teté), Maria José (a té), José Edilson (o disso), José Francisco (o tuê), por todo o cuidado comigo durante muito tempo, afinal sou o caçula da família.

Ao pessoal da Seção “C” do Colégio Militar de Santa Maria. Professoras civis e todos os militares. Principalmente, ao Cap Ronaldo e Missel, pelas intermináveis dispensas sempre que eu precisava. Obrigado, companheiros de farda.

Aos alunos do Colégio Militar de Santa Maria ( 6º, 7º e 9º anos), por terem conseguido o 4º lugar no Brasil na prova do IDEB 2009, e eu fazer parte dessa vitória de vocês.

Aos bons espíritos que me acompanham e que tentam me ajudar. Mas, como eu sou uma “porta” pra mediunidade, nem sempre eu ouço.

A Deus, por ter me dado a oportunidade de ser biólogo, e ter a chance de fazer alguma coisa pela sua criação.

E, finalmente, obrigado a todos os bichos que, literalmente, deram sua vida pra que eu tivesse dados pra esse trabalho. Vocês não são só um número, mas fazem parte do que o homem pode ser se conseguir respeitá-los: ser realmente humano.

*"A grandeza de uma nação pode ser julgada pelo modo que seus animais são tratados."*

*Mahatma Gandhi*

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **FATORES INFLUENTES SOBRE ATROPELAMENTOS DE VERTEBRADOS SILVESTRES EM RODOVIAS DA REGIÃO CENTRAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL**

Autor: Gilson de Souza Santana

ORIENTADOR: Nilton C. Cáceres

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 23 de agosto de 2010

A perda de habitats ou sua fragmentação e a diminuição da conectividade entre ambientes são aspectos comuns em regiões com rodovias. Esses impactos têm estreita ligação com atropelamentos de vertebrados silvestres. O presente estudo visou identificar e quantificar os fatores que influenciam direta e indiretamente sobre esses acidentes. Foram monitorados quatro trechos (norte, sul, leste e oeste) de 100 km das rodovias BR 158, 287, 392 e RST 241, através de 48 percursos, um por semana em trecho diferente a cada viagem, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009. O exame das pistas foi iniciado a partir da cidade de Santa Maria-RS, no km zero do percurso, localizado na periferia do município, e o retorno pela mesma BR ocorreu depois de percorridos 100 km na rodovia. Ao término do monitoramento, a quantidade de animais registrados foi de 829 indivíduos, pertencentes a quatro classes, 43 famílias, oito ordens e 83 espécies. O percentual de atropelamentos de mamíferos foi de 51,6%, de aves 31,9%, répteis 11,7% e de anfíbios 4,7%. O esforço amostral de 9600 km percorridos resultou na média de 0,086 animal atropelado/km. Os vertebrados mais atropelados foram: na classe dos mamíferos o gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*), com 135 registros, zorrilho (*Conepatus chinga*), com 62, cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), com 52; em aves a avoante (*Zenaida auriculata*), com 39 registros e joão-de-barro (*Furnarius rufus*), com 39; em répteis o lagarto-teiú (*Tupinambis merianae*), com 42 registros, e em anfíbios o sapo cururu (*Rhinella icterica*), com 20 animais. Foram significantes para a ocorrência dos eventos, variáveis como a sazonalidade, o tipo de matriz do entorno imediato ao acidente, a pluviosidade e a temperatura, além da composição faunística nos quatro trechos de rodovias. Não foram identificadas medidas mitigatórias eficientes nas pistas. Sugeriu-se a instalação de meios para a transposição das rodovias pela fauna, as quais podem minimizar os atropelamentos em áreas críticas identificadas. Entretanto, ainda são necessários mais estudos, a fim de identificar características específicas das rodovias e das espécies presentes na região.

Palavras-chave: animais silvestres; acidentes; monitoramento; tráfego rodoviário

## **Abstract**

Mastership Dissertation  
Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal  
Universidade Federal de Santa Maria

### **INFLUENTIAL FACTORS ON THE RUNNING OVER WILD VERTEBRATES IN CENTRAL REGION OF HIGHWAYS OF THE STATE OF RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL**

AUTHOR: Gilson de Souza Santana

SUPERVISOR: Nilton C. Caceres

DEFENCE DATA AND LOCAL: SANTA MARIA, AUGUST, 23<sup>TH</sup>, 2010.

The habitat loss or fragmentation and reduced connectivity among habitats are common aspects in areas with highways. These impacts have close liaison with running over of wild vertebrates. This study aimed to identify and quantify the influencing factors that act directly and indirectly about these accidents. Were monitored four snippets (north, south, east and west) 100 km of highway BR 158, 287, 392 and RST 241, through 48 road route, one week in different snippets each voyage, in the interval December 2008 to December 2009. Examination of the slopes was launched from the town of Santa Maria-RS, at zero km of route, located on the outskirts of the city, and return the same BR occurred after traveling 100 km on the highway. At the end of monitoring, the number of registered animals was 829 individuals belonging to four classes, 43 families, eight orders and 83 species. The percentage of accidents in mammals was 51,63%, in birds 31,97%, reptiles 11,7%, and amphibians 4,7%. The sampling effort of 9.600 km traversed resulted in an average of 0,086 roadkill/km. Vertebrates that have suffered most roadkill in class the mammals the opossum (*Didelphis albiventris*), with 135 records, hog-nosed skunk (*Conepatus chinga*), with 62, crab-eating fox (*Cerdocyon thous*), 52; in birds eared dove (*Zenaida auriculata*), with 39 records and rufous horned (Furnarius rufus), with 39; in reptiles tegu lizards (*Tupinambis merianae*), with 42 records and in amphibians the cane toad (*Rhinella icterica*) with 20 animals. Were significant for the occurrence of events variables such as, seasonality, the environment around of the accident, rainfall and temperature in addition to the faunal composition in the four stretches of highways. Were not identified mitigation measures effective on the slopes. It was suggested the installation of safe passage for wildlife across highways, which can minimize the running over in critical areas identified. However, more studies are still needed to identify specific features of the highways and the species present in the region.

Keywords: wild animals, accidents, monitoring, road traffic

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Área de estudo do monitoramento de animais silvestres atropelados, durante o período de dezembro 2008 a dezembro 2009, incluídos os trechos das BR 158 (T1), 287 a leste (T2), 392 (T3), 287 a oeste e RS 241 (T4), os Pontos Iniciais (PI) em Santa Maria e os Pontos de Retorno (PR) no km 100 de cada percurso.....23

FIGURA 2 – Médias de pluviosidade e temperatura mensais, na região de Santa Maria, RS, no período de dezembro de 2008 a dezembro de 2009,: v=verão; o=outono; i=inverno; p=primavera.....26

d) FIGURA 3 – Exemplos da categorização de entorno 1-fragmento florestal nas duas margens (FF2M) (a), entorno 2-agricultura e/ou pastagem nas duas margens (AP2M) (b), entorno 3-fragmento florestal combinado com agricultura e/ou pastagem (incluindo campo nativo) (FFAP) (c), entorno 4-área urbana nas duas margens (AU2M) (d); entorno 5-fragmento florestal combinado com área urbana (FFAU) (e), observados durante o monitoramento dos atropelamentos de vertebrados silvestres em quatro trechos das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009 (Fotografias: arquivo do autor).....28

FIGURA 4 – Curvas do coletor com o número esperado de espécies e seu desvio padrão amostral: nas quatro classes (a), aves (b), mamíferos (c), répteis (d), e anfíbios (e), registros de vertebrados silvestres em quatro trechos das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período dezembro de 2008 a dezembro de 2009.....34

FIGURA 5 – Atropelamentos por classe de vertebrados, em quatro trechos das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro de 2008 a dezembro de 2009.....35

- FIGURA 6 – Filhotes de *D. albiventris* atropelados na rodovia RST 241, registrada no dia 20 de dezembro de 2009, durante os percursos de monitoramento em quatro trechos das rodovias BR 158, 287, 392 e RST 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009 (Fotografia: arquivo do autor).....36
- FIGURA 7 – (a) Variação mensal dos atropelamentos de vertebrados silvestres registrados em quatro trechos monitorados das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 08 a dezembro 09, e (b) Médias de pluviosidade ( ▲ ) e temperatura ( ■ ) mensais, na região de Santa Maria, RS, no período de dezembro de 2008 a dezembro de 2009: v=verão; o=outono; i=inverno; p=primavera (FONTE: CPTEC/INPE, 2010) .....38
- FIGURA 8 – Variação mensal dos atropelamentos em relação às médias mensais de temperatura e pluviosidade, registros de vertebrados silvestres em quatro trechos monitorados das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 08 a dezembro 09: v=(verão), o= (outono), i=(inverno), p=(primavera).....39
- FIGURA 9 – Distribuição entre as classes de vertebrados do total de atropelamentos em cada trecho das quatro rodovias monitoradas BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009.....40
- FIGURA 10– Percentual de atropelamentos de vertebrados silvestres em cada um dos 10 sub-trechos de cada percurso e classe em cada ST com mais atropelamentos: 1=mamíferos; 2= aves (a) sub-trechos de T1, (b) sub-trechos de T2, (c) sub-trechos de T3 e (d) sub-trechos de T4, registros obtidos nas rodovias BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009.....41
- FIGURA 11–Quantidade de atropelamento nas classes de vertebrados distribuída nos entornos das pistas, registros obtidos nos quatro trechos monitorados das BR

158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009.....42

FIGURA 12–Sinalização vertical (placa) indicando a passagem de bovinos, localizada no km 87,9 no Trecho T4 (oeste), RST 287 rodovia monitorada quanto a atropelamentos de vertebrados silvestres na região central do estado do Rio Grande do sul, durante o período de dezembro 2008 a dezembro 2009 (Fotografia: arquivo do autor).....44

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 – Registros de atropelamentos de vertebrados silvestres em quatro trechos das rodovias BR 158, BR 287, BR 392 e RS 241, na região central do Estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 08 a dezembro 09: n= nº de indivíduos; %= percentual do total geral de atropelamentos.....30
- TABELA 2 – Espécies mais atropeladas de quatro classes de vertebrados silvestres, em quatro trechos das rodovias BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, durante o verão-2008/2009 (Ver), outono (Out), inverno (Inv) e primavera (Pri) de 2009: DP= desvio padrão da classe na estação, -x- = quantidade menor que o DP ou não atropelado.....37
- TABELA 3 – Associação das quatro classes de vertebrados com os cinco entornos: ns = não significativo (associação similar) entre dois tipos de habitats  $p < 0,05$ =significativo (diferença na associação), registros obtidos nos quatro trechos monitorados das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do Estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009.....43

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres  
AP2M – Agricultura e/ou pastagem nas duas margens da pista  
AU2M – Área urbana nas duas margens da pista  
CEV – Controladores eletrônicos de velocidade (lombadas eletrônicas)  
CV– coeficiente de variação  
DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito  
DENIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
DP – Desvio padrão  
ESECAE – Estação Ecológica de Águas Emendadas (DF)  
FVAP – Fragmento vegetal combinado com agricultura e/ou pastagem  
FBC – Focinho até base da cauda (medida)  
FFAU – Fragmento florestal e área urbana  
IUCN - International Union for Conservation of Nature  
FV2M – Fragmento vegetal em ambas as margens da pista  
KW – Teste estatístico não paramétrico Kruskal-Wallis  
MC – Ministério das Cidades  
MT – Ministério dos Transportes  
MA – Ministério da Agricultura  
MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário  
PC – perímetro cefálico (medida)  
PI – ponto inicial  
PR – ponto de retorno  
RADAM – radar na Amazônia  
ST – sub-trechos  
S.C.R – Santa Cruz Rodovias S/A  
T1 – trecho nº 1  
T2 – trecho nº 2  
T3 – trecho nº 3  
T4 – trecho nº 4  
VDM – volume diário médio (veículos)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 OBJETIVO GERAL</b> .....	21
<b>2.1 Objetivos específicos</b> .....	21
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	22
<b>3.1 Área de Estudo</b> .....	22
3.1.1 A Monocultura arbórea, remanescentes florestais e o uso da terra .....	25
3.1.2 Fatores relacionados ao clima.....	25
<b>3.2 O monitoramento dos trechos</b> .....	26
<b>3.3 Tratamento estatístico dos dados</b> .....	29
<b>4 RESULTADOS</b> .....	30
<b>4.1 Curvas de acumulação de espécies</b> .....	33
<b>4.2 O sexo e a idade dos mamíferos atropelados</b> .....	35
<b>4.3 A variação sazonal dos atropelamentos</b> .....	36
<b>4.4 As médias mensais de temperatura e pluviosidade</b> .....	39
<b>4.5 Os atropelamentos nos trechos de rodovias</b> .....	40
4.5.1 Os atropelamentos nos sub-trechos dos percursos.....	41
<b>4.6 O tipo de matriz do entorno das pistas monitoradas</b> .....	42
<b>4.7 As características das pistas e o local das carcaças</b> .....	43
<b>4.8 Os atropelamentos em relação aos corpos d'água dos trechos</b> .....	44
<b>4.9 Medidas mitigatórias existentes na área de estudo</b> .....	44
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	47
<b>5.1 A suficiência amostral e as classes mais atropeladas</b> .....	47
<b>5.2 A abundância relativa e o uso das pistas</b> .....	48
<b>5.3 Interações entre a sazonalidade e outros fatores</b> .....	50
<b>5.4 A presença de corpos d'água e os atropelamentos</b> .....	53
<b>5.5 Espécies em situação vulnerável ou em perigo</b> .....	53
<b>5.6 A influência do sexo e faixa etária em mamíferos</b> .....	54
<b>5.7 A velocidade e fluxo dos veículos nas rodovias</b> .....	54
<b>5.8 O tipo de entorno das pistas e o local das carcaças</b> .....	55
<b>5.9 Medidas mitigatórias e compensatórias</b> .....	56
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	59
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	60
<b>ANEXOS</b> .....	66

ANEXO A – Ficha de campo.....	67
ANEXO B – Principais resultados obtidos em estudos realizados sobre atropelamentos de animais silvestres no Brasil.....	68

## INTRODUÇÃO

As estradas estão entre as alterações ambientais que causaram impactos mais extensos em paisagens naturais no século XX (BERGALLO & VERA Y CONDE, 2001). A fragmentação é uma das mais citadas causas da extinção das espécies e perda da diversidade biológica (D'EON *et al.*, 2002). A fragmentação, ainda, para SAUNDERS *et al.* (1991) produz os efeitos de alteração do microclima (fluxo de radiação, vento e hidrodinamismo) e isolamento das parcelas do ambiente, onde a quebra na conectividade é um dos mais importantes impactos na fauna silvestre. A conectividade é definida por FORMAN (1995), como a capacidade da paisagem de facilitar os fluxos biológicos de organismos. A conectividade diminuída pode levar as espécies ao endocruzamento e à perda de diversidade genética (GIBBS, 2001).

O impacto da construção de rodovias não é irrelevante. Os 13.107.812 quilômetros de pistas de estradas de todos os tipos nos E.U.A, com uma largura média de 3,65 m por pista, destruiu cerca de 4.784.351 ha de solo e corpos d'água, que sustentavam anteriormente plantas, animais e outros organismos (TROMBULAK e FRISSEL, 2000).

Nos países da Europa, a morte de animais por atropelamento tem sido identificada como uma das principais ameaças à vida selvagem (SORENSEN, 1995). A maior parte dos levantamentos realizados ocorreu na América do Norte, Europa e Austrália, realizados por BENNET, 1991; FORMAN e ALEXANDER, 1998; TROMBULAK e FRISSEL, 2000. Este último destacou-se por ter revisado mais de 170 trabalhos referentes às consequências das rodovias em ecossistemas terrestres e aquáticos.

As estradas afetam a fauna pelas alterações do comportamento animal e modificações nos padrões de movimentação (aumento da área de vida, sucesso reprodutivo, no ponto de fuga e nas estratégias de predação), alterações do estado fisiológico, introdução de espécies exóticas, disseminação de doenças, fragmentação do habitat e isolamento populacional, degradação da qualidade da água, problemas devidos ao explosivo crescimento econômico das regiões, e perda de indivíduos por colisões com veículos (TROMBULAK e FRISSEL, 2000). Os autores identificam, ainda, as espécies mais atropeladas em determinados países e regiões: *Alces alces* (alce) no Alasca (E.U.A), *Tyto alba* (coruja-de-celeiro) no Reino Unido, *Felis pardina* (lince-ibérico) no sudoeste da Espanha, *Odocoileus virginianus* (cervo-da-cauda-branca), e *Canis lupus* (lobo) nos E.U.A. Os anfíbios são descritos como especialmente vulneráveis aos atropelamentos, por que as suas histórias de

vida muitas vezes envolvem a migração entre zonas úmidas e os habitats de montanha, e os indivíduos são imperceptíveis e às vezes lentos. Para ROMANINI (2000), três tipos de efeitos ocorrem sobre os vertebrados silvestres, quando há a presença de uma rodovia: 1) efeito barreira; 2) efeito de evitação; e 3) o atropelamento.

Nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil, aumentou a quantidade de estudos sobre atropelamentos de animais silvestres, que levantaram dados sobre os acidentes (ROSA e MAUHS, 2004; LIMA e OBARA, 2004; TUMELEIRO *et al.*, 2006; HENGEMÜHLE e CADEMARTORI, 2006; CHEREM *et al.*, 2007 na região Sul; PRADA, 2004; MILLI e PASSAMANI, 2006 no Sudeste; RODRIGUES *et al.*, 2002, BAGATINI, 2006 no centro-oeste; TURCI e BERNARDE, 2009; MONTEIRO, 2009; ALVES, 2009 na região Norte).

Os estudos com animais atropelados vão de encontro às atuais discussões sobre bioética, que priorizam métodos alternativos para o uso de animais em pesquisas, sem a necessidade de eutanasiá-los (RICHINI-PEREIRA *et al.*, 2006). Esse princípio já foi utilizado com *Zenaida auriculata* (avoante) ao serem analisadas aves atropeladas. Quando considerados somente os itens alimentares encontrados, existe a preponderância de grãos de trigo (60,5%), seguidos de sementes de plantas silvestres (25,3%), milho (14,1%) e soja (menos que 0,1%) (CÂNDIDO Jr. *et al.*, 2008).

No estado do Rio Grande do Sul, a espécie *Didelphis albiventris* (gambá-de-orelha-branca) é um animal bastante comum e oportunista, encontrado em diversos tipos de habitats (SILVA, 1994). Nos resultados do estudo na rodovia RS-040, a espécie foi a mais registrada (57,1%), e sua abundância na região, provavelmente, está relacionada com a elevada frequência de atropelamentos do animal (ROSA e MAUHS, 2004). Por outro lado, nas rodovias Brasília – Campinas e Brasília – Belo Horizonte, *D. albiventris* esteve entre os mamíferos menos registrados (VIEIRA, 1996).

O atropelamento de animais silvestres, conhecidos como “fauna de estrada”, pode servir como indicadores da biodiversidade local. Fornece, ainda, dados ecológicos e informações sobre a história natural de algumas espécies (FISCHER, 1997).

Na BR-277, às margens do Parque Nacional do Iguaçu, no estado do Paraná, do total de animais atropelados, 45% pertenciam a classe dos mamíferos, 38% das aves e os 17% restantes estavam divididos entre anfíbios 1% e répteis 16% (LIMA & OBARA, 2002). Em Santa Catarina, em trechos das BR 480, 282, 116, 470 e 101, segundo CHEREM *et al.* (2007), a espécie *C. thous* foi a mais comumente encontrada (31,9%), seguida de *D. albiventris* (17,1%) e *Procyon cancrivorus* (mão-pelada) (8,2%). Em relação ao gênero *Didelphis*, duas espécies ocorrem em Santa Catarina: *D. albiventris*, que se distribui por toda a parte

continental do estado, e *D. aurita* (gambá-de-orelha-preta), aparentemente restrito à faixa litorânea e a algumas ilhas. Apenas a primeira foi encontrada atropelada em rodovias catarinenses. Foram identificadas duas espécies constantes da lista de ameaçadas de extinção no território nacional: *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato pequeno) e *L. wiedii* (gato maracajá).

Algumas espécies de animais silvestres comprovadamente presentes na região de São Carlos, noroeste de São Paulo, não sofreram atropelamento, e PRADA (2004) elabora três hipóteses para o fato: baixa densidade da espécie na região, maior habilidade em atravessar as estradas, e comportamento aversivo à estrada. Em Santa Catarina, para CHEREM *et al.* (2007), o reduzido número de registros de espécies de grande porte ocorreu em virtude de pelo menos um de dois fatores principais: a) essas espécies ocorrem naturalmente em baixa densidade e/ou b) tiveram sua distribuição reduzida pela ação do homem (desmatamento e caça). Para TUMELEIRO *et al.* (2006), os atropelamentos na região de Uruguaiana, RS, geralmente acontecem perto de pontes, indicando que os animais utilizam as matas ciliares como corredores biológicos. Por outro lado, TURCI e BERNARDE (2009) verificaram na Rodovia Estadual RO 383, mais animais atropelados no período da seca, possivelmente, devido ao tráfego mais intenso por causa da exportação da safra.

O Anuário Estatístico do Ministério do Trabalho/DNIT (2009), no período de janeiro a dezembro registrou 3724 acidentes em todo o Brasil envolvendo animais. Porém, não informa se esses animais eram domésticos, de criação ou silvestres. No Rio Grande do Sul foram registrados 335 acidentes, com a mesma falta de especificação.

Três princípios filosóficos norteiam a instalação de estradas: 1) princípio da inevitabilidade, ou seja, a necessidade de construir estradas; 2) princípio da identidade, que deve fazer com que desenho da estrada guarde perfeita sintonia com seu objetivo, e o meio no qual está sendo instalado; e 3) princípio do ambientalismo moderno, que faz a visão ambientalista moderna privilegiar o conservacionismo em detrimento do preservacionismo. Ou seja, uma boa medida para reduzir impacto ambiental é aquela que, paradoxalmente, conduz a ganhos econômicos futuros (RODRIGUES *et al.* 2002).

A malha rodoviária brasileira em 1972 já era a quarta maior do mundo (COSTA *et al.*, 2001). Atualmente, entre rodovias federais, estaduais e municipais, computando-se pistas simples e duplas é de aproximadamente 1.610.075.900 km. No Rio Grande do Sul, a malha rodoviária pavimentada está em torno de 12.329 km, incluindo as não pavimentadas chega a 153.960 km (MT/DNIT, 2004). O transporte de carga no Brasil é preponderantemente rodoviário. No ano de 2007 alcançou o percentual de 58% do total movimentado de carga no país. Esse modal transportou 485,63 milhões de toneladas por quilômetro em 2005 (MT/ANTT, 2008). A frota brasileira de caminhões é de cerca de 1.723.732 veículos, entre

autônomos, cooperativa e empresas. O transporte de passageiros em 2007 atingiu 131.561.738 passageiros no Brasil, e no Rio Grande do Sul 3.031.791 (MT/ANTT, 2008). A frota de veículos emplacados até abril de 2009 no país foi de 5.692.122 e no estado do Rio Grande do Sul até o mesmo mês atingiu 326.638 veículos emplacados (MC/DENATRAN, 2009). Nessa realidade na qual há o domínio do transporte rodoviário ocorrem muitas implicações negativas, entre elas o aumento da probabilidade de atropelamento de animais silvestres.

Na rodovia ES-259 (trecho que liga o município de Santa Teresa ao de Fundão, no estado do Espírito Santo) a medida mitigatória de retirada de vegetação herbácea, que cresce à beira das pistas, teve como resultado uma tendência de queda nos atropelamentos (MILLI e PASSAMANI, 2006). Graus variáveis de sucesso de medidas mitigadoras, como as passagens inferiores sob a rodovia *Interstate 75*, tiveram apenas sucesso parcial em evitar o atropelamento de *Puma concolor* (onça-parda), na Flórida (TROMBULAK e FRISSEL, 2000). Dentre as medidas possíveis para a restrição de fontes alimentares para avoantes, evitando seu atropelamento nas pistas, a adoção de métodos mais eficazes para o transporte de grãos parece ser uma medida promissora (CÂNDIDO Jr. *et al.*, 2008). Uma visão ampla dos efeitos ecológicos das estradas revela uma multiplicidade de efeitos, mas também sugere que é pouco provável que as consequências das estradas sejam completamente mitigadas ou remediadas (TROMBULAK e FRISSEL, 2000).

No Brasil, 37 concessionárias privadas operam no sistema viário, e estão distribuídas em sete estados brasileiros. Sobre as condutas adotadas em relação aos animais silvestres atropelados no sistema viário, 22% das empresas realizam monitoramento com registro da ocorrência e ações imediatas, 39% não responderam às tentativas de contato, 33% não realizam monitoramento, e 6% realizam apenas o monitoramento (MOURA e BUENO, 2007).

Em virtude dos fatos expostos, existe a necessidade de esclarecer mais as causas dos atropelamentos de animais silvestres nas rodovias. A região central do estado do Rio Grande do Sul, até o momento, ainda não tinha sido monitorada quanto aos atropelamentos de vertebrados silvestres.

Os resultados esperados em relação ao inventário de espécies são que, devido aos diferentes hábitos e uso do ambiente em mamíferos, aves, répteis e anfíbios haja diferença sazonal nos registros de atropelamentos; que mamíferos machos sejam mais atropelados; a maior associação das espécies ao ambiente de fragmentos florestais existentes em oposição a áreas urbanizadas e campos; e que os quatro trechos de rodovias apresentem diferenças na abundância e riqueza das espécies vitimadas. Espera-se, ainda, a ausência de medidas mitigatórias nas rodovias monitoradas.

## **2 OBJETIVO GERAL**

- Conhecer e avaliar quais as variáveis que influenciam os eventos de atropelamentos de vertebrados silvestres, na região central do estado do Rio Grande do Sul.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Inventariar as classes, famílias e espécies de vertebrados na região central do estado acometidas por atropelamento;

- Analisar se existem diferenças quanto ao sexo e faixa etária das principais espécies de mamíferos alvo dos atropelamentos;

- Verificar as implicações sazonais sobre os atropelamentos e a influência das temperaturas e da pluviosidade (períodos secos e chuvosos);

- Diferenciar a composição das comunidades atropeladas por rodovia, ressaltando sua abundância relativa e riqueza no trecho examinado;

- Testar a influência do tipo de matriz do entorno imediato dos eventos, sobre o padrão de atropelamentos.

- Relacionar os casos de atropelamentos com o traçado da pista, características e o local da carcaça e os corpos d'água presentes em cada trecho;

- Discutir as possíveis medidas mitigatórias para a região estudada: tipos, eficácia, espécies alvo e as dificuldades para implementação.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

A região central do estado do Rio Grande do Sul é cortada pelas auto-estradas BR 158, 287 e 392 (MT, 2009). Essas rodovias fazem parte da ligação entre as porções norte/sul e leste/oeste do estado, além de se dirigirem a outros países como Argentina a oeste, Uruguai ao sul e para o estado de Santa Catarina ao norte. A região é um “corredor” para diversas localidades. Devido a essa particularidade, quatro trechos de 100 km das três rodovias foram escolhidos para serem monitorados. Para cada um dos quatro trechos foi estabelecido um ponto inicial (PI), que foi o km zero do percurso, e se encontram na cidade de Santa Maria, em locais próximos a periferia do município. Foi estabelecido também um ponto de retorno (PR), para cada trecho, localizado no km 100 a partir do PI respectivo. O primeiro trecho (T1-Norte) na BR 158, em direção a cidade de Cruz Alta, teve seu PI nas coordenadas 29° 42' 07.91" S e 53° 47' 36.29" O, o segundo trecho (T2-Leste) na BR 287, em direção à cidade de Candelária, teve seu PI nas coordenadas 29° 42' 11.36" S e 53° 47' 39.88" O, o terceiro trecho (T3-Sul) na BR 392, em direção à cidade de Caçapava do Sul, com PI nas coordenadas 29° 43' 00.21" S e 53° 48' 34.40" O, e o quarto trecho (T4-Oeste) na BR 287, em direção à cidade de São Vicente do Sul, com PI nas coordenadas 29° 41' 17.97" S e 53° 53' 19.18". Neste último trecho foi utilizada a rodovia RS 241, nos últimos 20 km (Figura 1).

Os trechos de rodovias monitorados são compostos de segmentos com longas retas, na maior parte do percurso. A localização da área de estudo, predominantemente, na depressão central do estado favorece o traçado retilíneo da rodovia. Em vários segmentos de todos os trechos das rodovias ocorreu serviço de manutenção, durante o período de monitoramento. Foi realizada troca de parte do asfalto, retirada de capim das bordas da rodovia, poda de galhos de árvores sobre as pistas e melhoria no acostamento. Desse modo, os quatro trechos das rodovias se encontravam em bom estado de conservação durante a maior parte do período dos percursos. Uma ressalva na conservação deve ser feita para T2 (trecho Leste), em direção a cidade de Candelária. Esse trecho apresentou o acostamento e pistas com o estado de conservação inferior ao dos outros trechos. A situação melhorou a partir do mês de setembro/09 com o término da manutenção. Nos trechos da rodovia BR 287, a leste (T2), existem pontos que possuem o Volume Diário Médio (VDM) anual de veículos controlados: na altura de Novos Cabrais, com 620.933 veículos, em Paraíso do Sul 707.857, e entre Santa

Maria e Silveira Martins 851.109 veículos (DAER, 2009). Esses dados são obtidos através de Controladores Eletrônicos de Velocidade (CEV). Nos outros trechos percorridos não há o controle de VDM, os CEV não existem ou estão desativados. Não existem dados disponíveis sobre a velocidade média dos veículos. Em todas as rodovias monitoradas existe sinalização vertical de limite de velocidade, curvas, pontes, cruzamentos, limite urbano, escola e lombadas eletrônicas. Entretanto, a conservação e visualização das placas em muitos pontos dos quatro trechos não são satisfatórias. A sinalização horizontal está presente em todas as rodovias, porém, com falhas na pintura das pistas em muitos pontos. As pistas dos quatro trechos foram recapeadas em diversos pontos, mas não foram pintadas imediatamente. Somente no final do monitoramento (Dez/09) a pintura foi concluída.

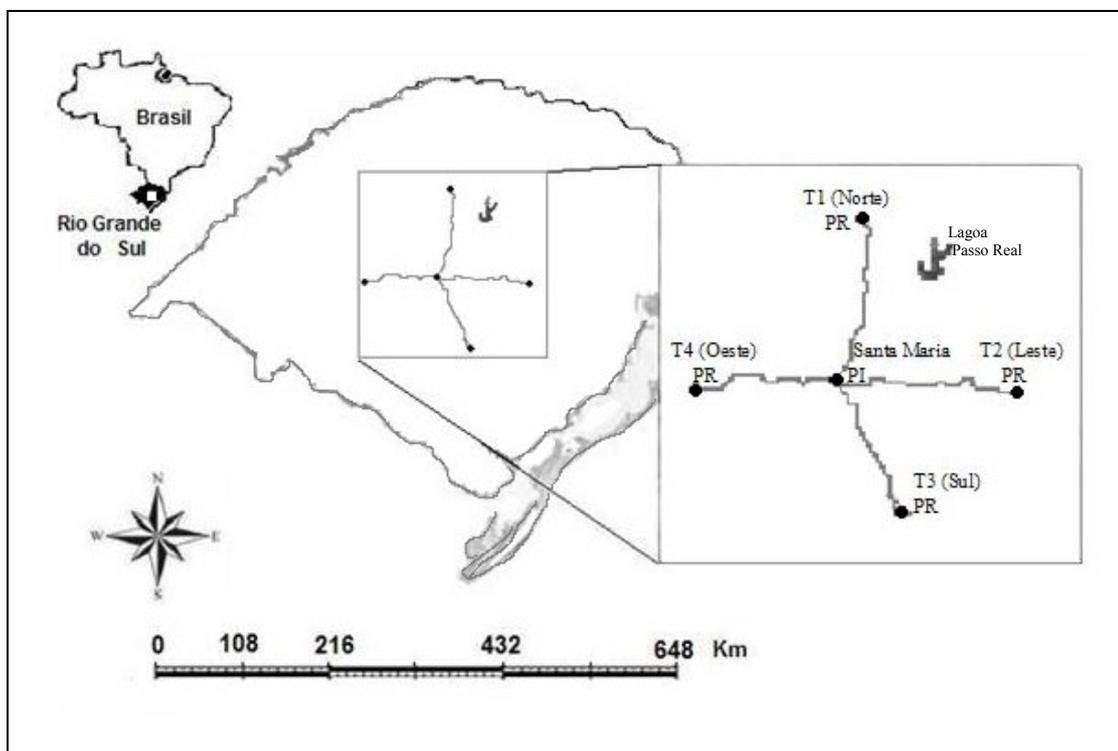


Figura 1– Área de estudo do monitoramento de animais silvestres atropelados, durante o período de dezembro 08 a dezembro 09, incluídos os trechos das BR 158 (T1-Norte), 287 a leste (T2-Leste), 392 (T3-Sul), 287 a oeste e RS 241 (T4-Oeste), os Pontos Iniciais (PI) em Santa Maria e os Pontos de Retorno (PR) no km 100 de cada percurso.

Das 23 bacias hidrográficas do estado, os quatro trechos de rodovias monitorados têm relação com quatro delas: Alto Jacuí, Pardo, Baixo Jacuí, Vacacaí e Vacacaí-Mirim, componentes da Região Hidrográfica do Guaíba (SEMA, 1994). Foram identificados 51 corpos d'água próximos (menos de 100 metros) das pistas, divididos em quatro lânticos e 47 lóticos cruzando sob a pista. Seis corpos d'água encontram-se no trecho T1 (Norte), 15 em T2 (Leste), 14 no trecho T3 (Sul) e 16 em T4 (Oeste).

O IBGE, com base na bibliografia fitogeográfica, em levantamento dos remanescentes de vegetação e em trabalhos de campo, estimou a extensão dos tipos de vegetação do Brasil, classificados em Regiões Fitoecológicas e Áreas de Vegetação. A Região Fitoecológica compreende um espaço definido por uma florística de gêneros típicos e de formas biológicas características, que se repetem dentro de um mesmo clima, podendo ocorrer em terrenos de litologia variada, mas com relevo bem marcado. A região fitoecológica de pampa é a predominante no centro do estado do Rio Grande do Sul, onde existem unidades de vegetação original (IBGE, 2004).

A área de estudo onde se localizam os trechos das rodovias monitoradas é composta de fragmentos florestais remanescentes das unidades de vegetação original. A distribuição da cobertura florestal nativa para a região de Santa Maria é de 2.141,2 km<sup>2</sup>, 0,67% do estado (SEMA-RS, 2002). Os últimos 34 quilômetros de T2 (leste) são administrados pela Santa Cruz Rodovias (SCR). Nesse final de percurso foi observado o corte do capim nas bordas das pistas. Essa manutenção foi verificada também em vários outros pontos dos trechos T1, T3 e T4. A relação dos trechos percorridos com os fragmentos remanescentes da vegetação original, de acordo com o levantamento das unidades de vegetação pelo IBGE/RADAM (1992), está assim distribuída: T1, a partir do km zero, percorre porções de savana-estepe, floresta estacional decidual-sub-montana e cerca dos 2/3 finais em estepe (campos do sul do Brasil) gramíneo lenhosa (campestre) com floresta de galeria; T2 percorre uma porção inicial de savana-estepe, seguida de uma porção de floresta estacional decidual-submontana e retorna no final do percurso para a unidade vegetal de savana-estepe; T3 percorre porção inicial de estepe (campos do sul do Brasil) gramíneo lenhosa (campestre) com florestas de galeria, seguida de floresta estacional decidual-submontana, estepe (campos do sul do Brasil) arborizada com floresta de galeria, retorna a estepe (campos do sul do Brasil) gramíneo lenhosa (campestre) com florestas de galeria e encerra com porção de estepe (campos do sul do Brasil) parque com floresta de galeria; T4 corta porção inicial de estepe (campos do sul do Brasil) gramíneo lenhosa (campestre) com florestas de galeria, porção de savana-estepe, seguida de estepe (campos do sul do Brasil) gramíneo lenhosa (campestre) sem florestas de galeria, pequena porção em área de formação pioneira vegetação com influência fluvial ou lacustre, retornando no final para porção de estepe (campos do sul do Brasil) gramíneo lenhosa (campestre) com florestas de galeria .

### 3.1.1 A Monocultura arbórea, remanescentes florestais e o uso da terra

As modificações da região com a introdução de espécies vegetais de reflorestamento e sistemas ecológicos simples (agricultura e pastagem) são modificações antrópicas, e assim foram consideradas. A maior parte das áreas de monocultura arbórea do estado encontra-se na região da depressão central, com 55.140 ha, sendo 45.143 ha de eucalipto, 9.592 ha de pinus e 405 ha de acácia. A região central abrange uma área de 32.457,00 km<sup>2</sup>, e é composta por 34 municípios, entre eles os que tiveram suas áreas de agricultura e pastagem próximas as rodovias monitoradas: Agudo, Dona Francisca, Faxinal do Soturno, Itaára, Ivorá, Júlio de Castilhos, Novo Cabrais, Paraíso do Sul, Restinga Seca, Santa Maria, São João do Polêsine, São Pedro do Sul, São Sepé, São Vicente do Sul, Silveira Martins, Tupanciretã. A população total na região central é de 652.725 habitantes, dos quais 119.811 vivem na área rural, o que corresponde a 18,36% do total. Possui 31.965 agricultores familiares, 1.250 famílias assentadas e 11 comunidades quilombolas. Seu IDH médio é 0,81 (MDA, 2009). No entorno das rodovias monitoradas foi observado o predomínio nas propriedades do sistema denominado de multi-uso da terra. Combina-se agricultura, criação de pequenos animais, pastagem de bovinos, ovinos e caprinos. Existem extensas lavouras de arroz, trigo, soja e de subsistência de milho e mandioca.

### 3.1.2 Fatores relacionados ao clima

Segundo a classificação pelo sistema de Köppen, o Rio Grande do Sul está enquadrado na zona fundamental temperada ou "C" e no tipo fundamental "Cf" ou temperado úmido. A área do estudo encontra-se na região central do estado do Rio Grande do Sul, em uma porção onde predomina o tipo de clima Cfa (inverno frio com verão quente). A temperatura é moderada com chuvas bem distribuídas. Nos meses de inverno há ocorrência de geadas sendo a média de temperatura neste período inferior a 16°C. No mês mais quente as máximas são maiores que 30°C. A média anual de temperatura é de 19°C (MORENO, 1961). A pluviosidade durante o ano de 2009, de janeiro a dezembro variou de 135 a 154 mm mensalmente, na região de Santa Maria (Figura 2). Os picos de precipitações ocorreram em março (151 mm) e setembro (154 mm). Os períodos menos chuvosos foram registrados em fevereiro com 130 mm e maio 129 mm (CPTEC/INPE, 2010) (Figura 2). A temperatura

durante o ano de 2009 teve as médias registradas no intervalo entre 14,8°C e 24,8°C, com a média de temperatura mais baixa em Jun/09 e as mais alta em Jan e Fev/09 (Figura 2).

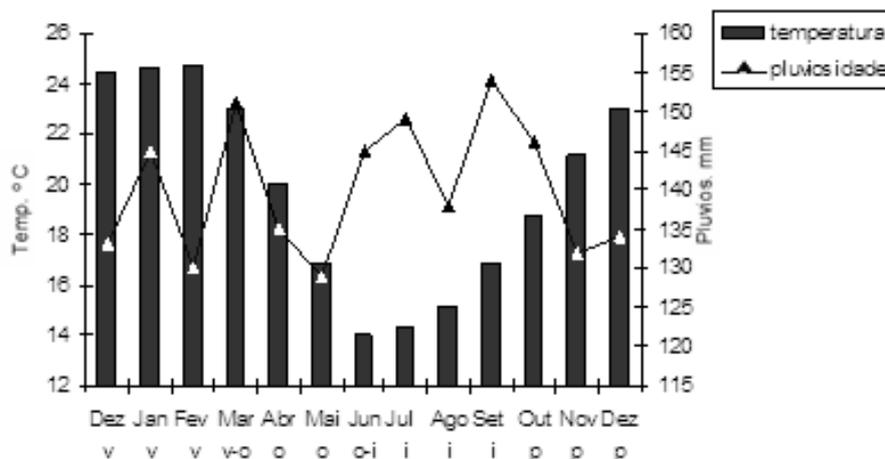


Figura 2—Médias de pluviosidade (▲) e temperatura (■) mensais, na região de Santa Maria, RS, no período de dezembro de 2008 a dezembro de 2009; v=verão; o=outono; i=inverno; p=primavera (FONTE: CPTEC/INPE, 2010).

### 3.2 O monitoramento dos trechos

Foram monitorados 100 km em cada trecho de rodovia, resultando em um total de 400 km examinados e 9600 km percorridos em 12 meses. As viagens ocorreram semanalmente em diferente trecho a cada semana, a partir do início do verão de 2008 (21 Dez), até o final da primavera de 2009 (20 Dez). O número total de viagens foi de 48. Cada trecho, portanto, foi vistoriado 12 vezes durante o período e três vezes em cada estação. Foi utilizada uma motocicleta (125 cc) com as velocidades médias de 40 km/h na ida e 70 km/h na volta. O exame dos acostamentos e pistas ocorreu mais detalhadamente na ida. A volta era utilizada para a verificação da borda do acostamento da direita, onde poderia haver algum animal não avistado na ida ou animais que poderiam ser atropelados no intervalo entre a passagem de ida e o retorno.

Os seguintes dados foram tomados em relação aos indivíduos encontrados (planilha de campo – ANEXO A):

a) Fotografia do animal e do tipo de matriz do entorno imediato. A carcaça era fotografada primeiramente no local onde se encontrava, sem ser manipulada. Se estava na pista, a carcaça era retirada após as primeiras fotos e feitos outros registros fotográficos em local seguro. O entorno foi inicialmente fotografado, mas optou-se por um “filmete” de todo o local, que foi examinado posteriormente, para um maior detalhamento.

b) Pesagem da carcaça e verificação do sexo. Realizadas dependendo do estado de decomposição e grau de integridade do animal;

c) Medida do perímetro cefálico (PC) e do focinho à base da cauda (FBC). Essas medidas também eram executadas dependendo do grau de esmagamento da carcaça, o que possibilitava ou não sua manipulação.

d) Distância do PI do trecho até o local onde foi encontrado o animal. Realizada utilizando-se odômetro com precisão de um metro. Essa medida visou identificar as regiões críticas com maior índice de atropelamentos. Para tabulação dos dados, cada um dos quatro trechos de rodovias (T1, T2, T3 e T4) foi dividido em 10 sub-trechos (ST) com dez quilômetros cada um. Os ST foram identificados por ST1, com início no km 0 até o 10º km, ST2 acima de 10 km até o 20º km, e assim sucessivamente.

e) Estado de conservação da pista, do acostamento, áreas de refúgio (área após o acostamento com cerca de 3 m de extensão), se era pista dupla, simples, inclinada, reta, presença de sinalização horizontal (faixas nas pistas) e vertical (placas de sinalização);

f) Identificação da classe e espécie *in locu*. Em caso de dúvidas foram utilizadas as fotografias para a identificação *a posteriori*, consultando bibliografias, coleções e especialistas;

g) Ponto onde foi encontrada a carcaça. Neste item foram estabelecidos cinco locais: acostamento, pista de ida (PI em direção ao PR) ou volta, centro das duas pistas e zona de refúgio. As carcaças após analisadas foram descartadas para a área de refúgio, a fim de evitar a recontagem, e para que não atraíssem necrófagos, os quais poderiam também ser atropelados nessa busca por alimento.

h) Tipo de matriz do entorno imediato (de 100 a 200 m da pista): O entorno das pistas foi categorizado em cinco tipos, em função da vegetação ou uso da terra predominante: entorno 1-fragmento florestal nas duas margens, após a faixa de gramíneas; entorno 2-agricultura e/ou pastagem nas duas margens, incluindo campos nativos; entorno 3-fragmento florestal combinado com agricultura/pastagem ou campo nativo, entorno 4-área urbana nas duas margens, sem presença de vegetação; entorno 5-fragmento florestal combinado com área urbana (Figura 3).

Realizaram-se algumas adaptações para diminuir a quantidade de categorias de entornos, em virtude da heterogeneidade dos ambientes próximos das pistas. O entorno 4 (área urbana nas duas margens-AU2M), por vezes combinou também áreas de vegetação não florestal (médio porte e/ou arbustiva). Entretanto, o que predominava era a área urbana, e foi o que caracterizou o entorno. Nas categorias 1, 2, 3 e 4 ocorria uma faixa de gramíneas e/ou herbáceas na margem da pista, geralmente de 15 a 50 cm de altura, antes do componente

principal do entorno. A monocultura arbórea de pinus e eucaliptos, que ocorre no entorno das pistas, não foi considerada como fragmento florestal, em virtude de não ser vegetação nativa e ter a possibilidade de retirada a qualquer momento.



Figura 3 – Exemplos da categorização do entorno 1-fragmento florestal nas duas margens (FF2M) (a), entorno 2-agricultura e/ou pastagem nas duas margens (AP2M) (b), entorno 3-fragmento florestal combinado com agricultura e/ou pastagem (incluindo campo nativo) (FFAP) (c), entorno 4-área urbana nas duas margens (AU2M) (d); entorno 5-fragmento florestal combinado com área urbana (FFAU) (e), observados durante o monitoramento dos atropelamentos de vertebrados silvestres em quatro trechos das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de 21 dezembro 08 a 20 dezembro 09 (Fotografias: arquivo do autor)

Os primeiros percursos em cada trecho foram realizados com velocidade reduzida, não ultrapassando a 40 km/h. A verificação das pistas, do acostamento, do entorno e o registro fotográfico detalhado do animal foram mais demorados. Esta conduta objetivou a familiarização com a metodologia própria da pesquisa e para a formação da “imagem de procura” dos animais. Dessa forma, diminuiu-se a possibilidade de confundir uma carcaça com diversos materiais que são abandonados nas estradas: estopas escuras ou coloridas, peças de automóveis e caminhões, pedaços de borrachas de pneumáticos e de câmaras de ar, troncos, pedras, touceiras de capim, entre outros.

Os percursos foram realizados no início do período da manhã aos domingos, logo que a luminosidade natural permitisse uma boa observação. Isso ocorreu às 06:16 h da manhã no primeiro dia de trabalho de campo, e, na maior parte das viagens, não excedeu às 07:30 h. O monitoramento iniciado nesse horário possibilitou encontrar animais vitimados durante a noite e crepúsculo anteriores. As viagens aos domingos favoreceram a segurança no percurso, pelo baixo fluxo de veículos nas rodovias.

### 3.3 Tratamento estatístico dos dados

Para uma primeira análise dos dados obtidos foi utilizada a estatística descritiva, a fim de calcular: a taxa de animais atropelados mensalmente, por quilômetro nos quatro trechos de rodovias monitoradas (400 km), ao ano; por quilômetros percorridos (9.600 km); por quilômetro (100 km) de cada trecho (quatro) das rodovias monitoradas; as porcentagens de acidentes em todo o período ocorridos em cada tipo de entorno e traçado das pistas, por sexo das espécies de mamíferos, local da carcaça na pista e por estações do ano. O coeficiente de variação (CV) foi utilizado nas análises sazonais dos atropelamentos. Em gráficos foram comparadas as quantidades mensais de atropelamentos nas classes, com as médias de temperatura e precipitação mensais.

Posteriormente, os dados também foram tratados com estatística inferencial, através dos seguintes testes não-paramétricos: teste-G (aderência) utilizando a correção de Yates, quando os dados foram arranjados em 2x2, para testar ocorrência significativa de sexo em mamíferos e nas espécies com  $n > 15$ ; também usado para testar as diferenças nas parcelas de cada trecho e a variação de atropelamento das espécies das classes nas estações. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para testar a associação das classes com os entornos e a diferença de atropelamentos entre os trechos. Nesses dois casos foi necessário o teste de comparação *a posteriori*, método de Dunn. O teste G (tabela de contingência LxC) foi aplicado nas análises de riqueza nas quatro estações do ano. Com o Coeficiente de Correlação de Spearman foi testada a associação entre os atropelamentos mensais nas classes e as médias de temperatura e pluviosidade, e se essa associação era significativa. Foi aplicado também para verificar a associação dos atropelamentos com os corpos d'água dos trechos. Todos no programa Biostat 5.0 (AIRES, 2007). Para a análise de suficiência amostral, as curvas de acumulação de espécies para o conjunto das quatro classes e para cada uma em separado foram realizadas no programa EstimateS 8.2.0 (COLWELL, 2006).

## 4 RESULTADOS

Ao término das viagens empreendidas para o monitoramento dos quatro trechos de rodovias foram inventariados 829 vertebrados silvestres pertencentes a quatro classes, 44 famílias, oito gêneros e 83 espécies (Tabela 1).

Tabela 1—Registros de atropelamentos de vertebrados silvestres em quatro trechos das rodovias BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 08 a dezembro 09: n= nº de indivíduos; %= percentual do total geral de atropelamentos.

classe/família	gênero/espécie	nome popular	n	%
<b>Mammalia</b>				
Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca	136	16,4
Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim * <sup>1</sup>	1	0,12
Dasypodidae	<i>Dasyopus</i> spp.	tatu mulita/galinha	38	4,58
	<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu peludo	10	1,21
Leporidae	<i>Lepus europaeus</i>	lebrão	7	0,84
Vespertilionidae	não determinado	morcego insetívoro	1	0,12
Felidae	<i>Puma yagouaroundi</i>	gato-mourisco * <sup>1</sup>	2	0,24
	<i>Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato-pequeno	1	0,12
	<i>Leopardus</i> sp.	gato-do-mato	5	0,6
	<i>Leopardus colocolo</i>	gato-palheiro * <sup>2</sup>	1	0,12
Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	53	6,39
	<i>Lycalopex gymnocercus</i>	cachorro-do-campo	25	3,02
Mephitidae	<i>Conepatus chinga</i>	zorrilho	62	7,48
Mustelidae	<i>Galictis cuja</i>	furão, furdo, furão-grande	11	1,33
Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	18	2,17
Muridae	<i>Rattus rattus</i>	rato-caseiro	1	0,12
Caviidae	<i>Cavia aperea</i>	preá	51	6,15
Hydrochoeridae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	2	0,24
Erethizontidae	<i>Coendou prehensilis</i>	ouriço-cacheiro	5	0,6
Myocastoridae	<i>Myocastor coypus</i>	ratão-do-banhado	2	0,24
<b>Aves</b>				
Tinamidae	<i>Nothura maculosa</i>	codorna-do-campo	10	1,21
Cracidae	<i>Penelope obscura</i>	jacuaçu	1	0,12
Rallidae	<i>Porphirio martinica</i>	frango-d'água-azul	1	0,12
	<i>Pardirallus maculatus</i>	saracura-carijó	1	0,12
	<i>Pardirallus sanguinolentus</i>	saracura-do-banhado	1	0,12
	<i>Aramides saracura</i>	saracura-do-mato	2	0,24

Tabela 1—Registros de atropelamentos de vertebrados silvestres em quatro trechos das rodovias BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 08 a dezembro 09: n= n° de indivíduos; %= percentual do total geral de atropelamentos.

(continuação)				
classe/família	gênero/espécie	nome popular	n	%
Columbidae	<i>Zenaida auriculata</i>	avoante	39	4,7
	<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	1	0,12
Cuculidae	<i>Crotophaga ani</i>	anu-preto	15	1,81
	<i>Guira guira</i>	anu-branco	19	2,29
	<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	2	0,24
	<i>Coccyzus melacoryphus</i>	papa-lagarta-acanelado	7	0,84
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	coruja-da-igreja/suindara	1	0,12
Strigidae	<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira	6	0,72
	<i>Bubo virginianus</i>	jacurutu	5	0,6
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus sp.</i>	bacurau	1	0,12
	<i>Caprimulgus rufus</i>	joão-corta-pau	4	0,48
	<i>Podager nacunda</i>	coruçã	1	0,12
Cathartidae	<i>Cathartes burrovianus</i>	urubu-de-cabeça-amarela	1	0,12
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	falcão-quiriquiri	2	0,24
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	2	0,24
Picidae	<i>Colaptes campestris</i>	chã-chã, pica-pau-do-campo	4	0,48
	<i>Colaptes melanochlorus</i>	pica-pau-verde barrado	1	0,12
Thamnophilidae	<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	choca-do-boné-vermelho	3	0,36
	<i>Thamnophilus caerulescens</i>	choca-da-mata	1	0,12
Furnariidae	<i>Furnarius rufus</i>	joão-de-barro	39	4,7
	<i>Anumbius annumbi</i>	cochicho	2	0,24
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	2	0,24
	<i>Satrapa icterophrys</i>	suiriri-pequeno	1	0,12
	<i>Tyrannus savana</i>	tesourinha	5	0,6
	<i>Xolmis irupero</i>	noivinha	1	0,12
	<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	13	1,57
	<i>Elaenia flavogaster</i>	guaracava-de-barriga-amarela	1	0,12
Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	sabia-laranjeira	1	0,12
	<i>Turdus amaurochalinus</i>	sabiá-poca	3	0,36
	<i>Turdus leucomelus</i>	sabia-do-barranco	2	0,24
Hirundinidae	não identificada	andorinha	1	0,12
Emberizidae	<i>Sicalis luteola</i>	canário-de-bando, típico	7	0,84
	<i>Sicalis flaveola</i>	canário-da-terra-verdadeiro	4	0,48
	<i>Poroaria coronata</i>	cardeal	4	0,48

Tabela 1—Registros de atropelamentos de vertebrados silvestres em quatro trechos das rodovias BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 08 a dezembro 09: n= n° de indivíduos; %= percentual do total geral de atropelamentos.

(continuação)				
classe/família	gênero/espécie	nome popular	n	%
	<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	4	0,48
	<i>Embernagra platensis</i>	sabiá-do-banhado	4	0,48
	<i>Ammodramus humeralis</i>	tico-tico-do-campo	5	0,6
	<i>Coryphospingus cuculatus</i>	tico-tico-rei	3	0,36
Thraupidae	<i>Saltator similis</i>	trinca-ferro-verdadeiro	5	0,6
	<i>Tachyphonus coronatus</i>	tiê-preto	1	0,12
Icteridae	<i>Crysmosus ruficapillus</i>	garibaldi, dó-ré-mi, pássaro-do-arroz	5	0,6
	<i>Sturnella superciliaris</i>	polícia-inglesa-do-sul	1	0,12
Cardinalidae	<i>Cyanoloxia brissonii</i>	azulão	1	0,12
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	pardal	1	0,12
Parulidae	<i>Basileuterus leucoblefarus</i>	pula-pula-assobiador	1	0,12
	<i>Geothlypis aequinoctialis</i>	pia-cobra	3	0,36
	aves não identificadas		6	0,72
<b>Reptilia</b>				
Colubridae	<i>Chironius bicarinatus</i>	soiteira	2	0,24
	<i>Chironius</i> sp.	soiteira	1	0,12
	<i>Xenodon merremii</i>	boipeva	1	0,12
	<i>Boiruna maculata</i>	muçurana	2	0,24
	<i>Mastigodrias bifossatus</i>	jararacuçu-do-brejo, cobra-do-arroz	3	0,36
	<i>Helicops infrataeniatus</i>	cobra d'água	3	0,36
	<i>Philodryas aestivus</i>	cobra verde	5	0,6
Dipsadidae	<i>Liophis</i> sp.	cobra-do-capim	2	0,24
	<i>Thamnodynastes strigatus</i>	corredeira	2	0,24
	<i>Liophis poecilogyrus</i>	cobra-do-capim	5	0,6
	<i>Philodryas olfersii</i>	cipó verde, cobra cipó	2	0,24
	<i>Philodryas patagoniensis</i>	papa-pinto, palhereira, cobra-espada	2	0,24
Teiidae	<i>Tupinambis merianae</i>	teiú	42	5,07
Viperidae	<i>Rhinocerophis alternatus</i>	urutu-cruzeiro	2	0,24
	<i>Bothropoides pubescens</i>	jararaca-do-rabo-branco, jararaca pintada, cola branca	2	0,24
	<i>Crotalus terrificus</i>	casavel	1	0,12
Chelidae	<i>Hidromedusa</i> sp.	cágado	2	0,24
	<i>Hidromedusa tectifera</i>	cágado pescoço-de-cobra	3	0,36
Elapidae	<i>Micrurus altirostris</i>	coral verdadeira	2	0,24

Tabela 1—Registros de atropelamentos de vertebrados silvestres em quatro trechos das rodovias BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 08 a dezembro 09: n= n° de indivíduos; %= percentual do total geral de atropelamentos.

(continuação)				
classe/família	gênero/espécie	nome popular	n	%
Emydidae	<i>Trachemys dorbigni</i>	tigre d'água	13	1,57
		réptil/ofídio não identificado	2	0,24
<b>Amphibia</b>				
Bufonidae	<i>Rhinella icterica</i>	sapo-cururu	20	2,41
	<i>Rhinella fernandezae</i>	sapinho-de-jardim	1	0,12
	<i>Rhinella</i> sp.	sapo	1	0,12
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus latrans</i>	rã-manteiga	3	0,36
	<i>Leptodactylus</i> sp.	rã	16	1,93
Total			829	100

\*<sup>1</sup> vulnerável; \*<sup>2</sup> em perigo (Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, 2002)

#### 4.1 Curvas de acumulação de espécies

Foram construídas curvas de coletor para representar o incremento da riqueza com o aumento do número de amostras, no conjunto dos trechos monitorados (T1, T2, T3 e T4). Os dados de riqueza de espécies utilizados para construir as curvas de acumulação foram submetidos a procedimentos de aleatorização, com reposição, no programa Estimate-S 5.0 (COLWELL, 1997). Realizaram-se 50 aleatorizações, obtendo-se para o conjunto das quatro classes e para cada grupo o número esperado de espécies e o seu desvio padrão amostral (Figura 4).

As três curvas com mais tendência para atingir a assíntota foram a de mamíferos, anfíbios e a curva do conjunto das quatro classes. Em aves, contudo, parece não haver tendência de estabilização da curva. O menor desvio padrão ocorreu em répteis e anfíbios. A tendência para a suficiência amostral, portanto, ocorreu na maior parte das classes amostradas.

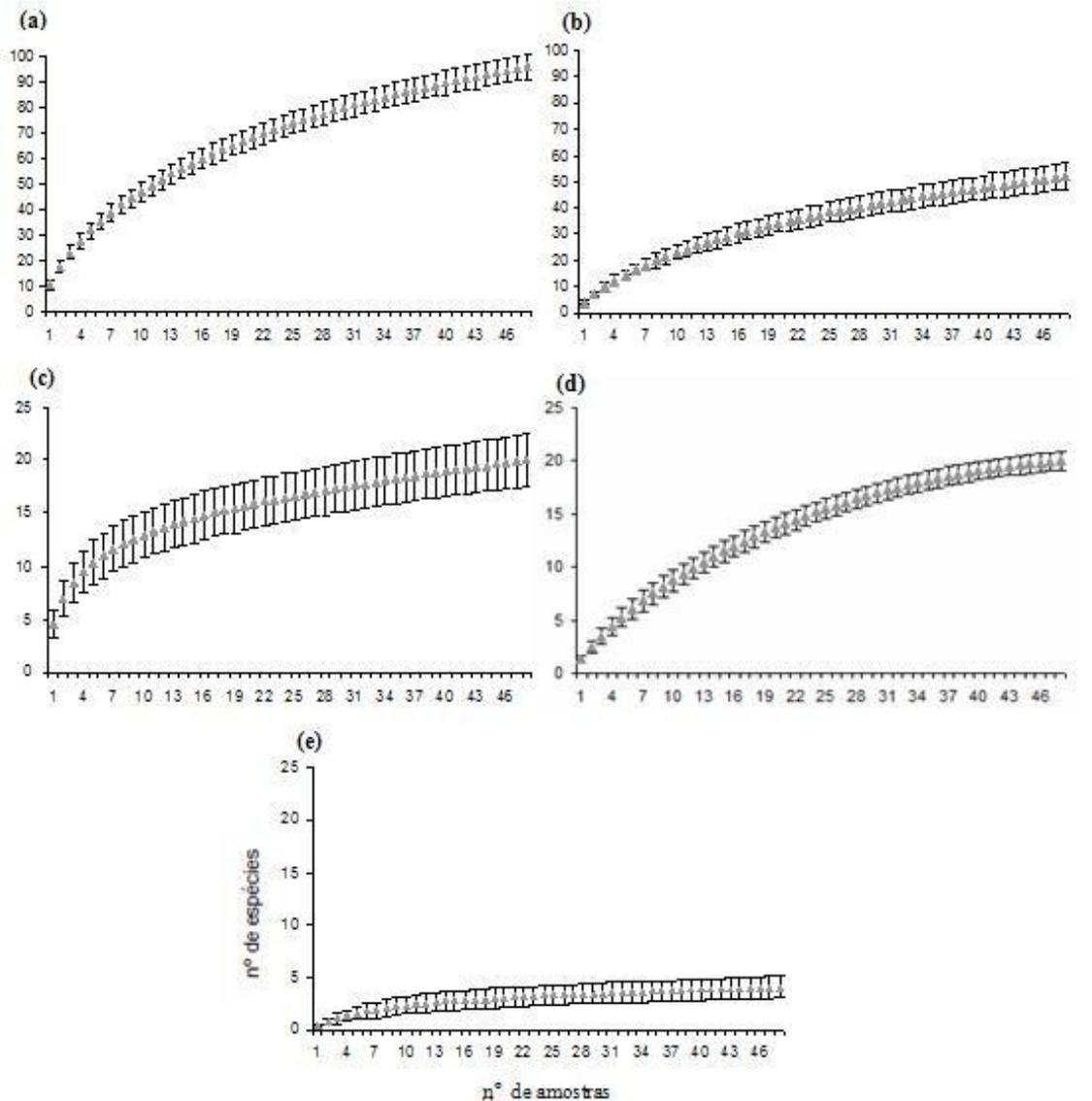


Figura 4—Curvas do coletor com o número esperado de espécies e seu desvio padrão amostral: nas quatro classes (a), aves (b), mamíferos (c), répteis (d), e anfíbios (e), registros de vertebrados silvestres em quatro trechos das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período dezembro de 2008 a dezembro de 2009.

Dividiu-se o total de atropelamentos (829 indivíduos) pelos 400 km examinados (100 km em cada trecho), obtendo-se a média de atropelamentos por km/ano de 2,07 animais. Por mês (12 meses) foi de 69 animais, e por km percorrido (9.600 km) foi de 0,086 animal. A quantidade total de registros por classe foi de 428 mamíferos (51,6%), 265 aves (32%), 97 répteis (11,7%), e 39 anfíbios (4,7%) (Figura 5).

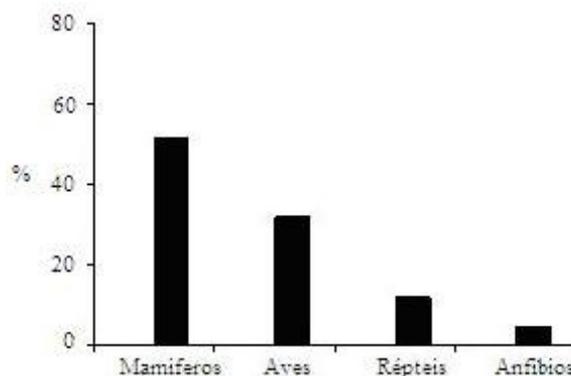


Figura 5–Atropelamentos por classe de vertebrados, em quatro trechos das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do Estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro de 2008 a dezembro de 2009.

Foram consideradas como espécies mais atropeladas durante todo o período, aquelas cuja quantidade de atropelamentos foi maior ou igual ao desvio padrão de atropelamentos em todas as espécies registradas (DP=17,6). Na classe Mammalia, *Didelphis albiventris* (n=136), *Conepatus chinga* (n=62), *Cerdocyon thous* (n=53), *Cavia aperea* (n=51), *Dasyopus spp.* (n=38), *Lycalopex gymnocercus* (n=25), *Procyon cancrivorus* (n=18). Em Aves, *Zenaida auriculata* (n=39) *Furnarius rufus* (n=39), e *Guira guira* (n=19). Na classe Reptilia *Tupinambis merianae* (n=42) e em Amphibia a espécie *Rhinella icterica* (n=20).

#### 4.2 O sexo e a faixa etária de mamíferos atropelados

Foi identificado o sexo de 113 mamíferos: 82 machos (72,5%) e 31 fêmeas (27,5%). Foram testadas as espécies *D. albiventris* com 27 machos e três fêmeas identificadas (GYates=20; gl=1; p= < 0,001) e *C. apera* com 22 machos e 10 fêmeas identificadas (GYates=3,8; gl=1; p=0,049). Para essas espécies, portanto, o teste se mostrou significativo, demonstrando que os machos tendem mais a serem atropelados do que as fêmeas. Quando a classe foi testada utilizando-se todos os mamíferos cujo sexo foi identificado, obteve-se resultado também significativo (GYates=25; gl=1 e p= < 0,0001). Dessa forma, existe uma forte tendência dos machos de serem atropelados mais do que as fêmeas na classe Mammalia.

Realizaram-se medidas corporais e pesagem de 42 indivíduos de mamíferos, a fim de avaliar a faixa etária dos mesmos. Excetuando-se três indivíduos: *Cavia aperea*, *Rattus rattus* e *Dasyopus spp.*, que possuíam medidas compatíveis com jovens, os demais tiveram

tamanho e peso de animais adultos (REIS *et al.*, 2006). Mesmo as carcaças esmagadas, ao avaliar-se o tamanho do crânio (quando íntegro) e a extensão corporal foi possível atribuir seu tamanho ao de animais adultos. Foi encontrada uma fêmea de *D. albiventris* atropelada com marsúpio contendo nove filhotes, sendo esses transportados até o Criadouro Conservacionista São Braz, em Santa Maria-RS, no dia 20 de dezembro de 2009 (Figura 6). Esses foram os únicos filhotes encontrados durante todo o monitoramento.



Figura 6 – Filhotes de *D. albiventris* atropelada na RST 241, registrada no dia 20 de dezembro de 2009, durante os percursos de monitoramento em quatro trechos das rodovias BR 158, 287, 392 e RST 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009 (Fotografia: arquivo do autor)

### 4.3 A variação sazonal dos atropelamentos

O número total de atropelamentos durante as estações do ano resultou nos seguintes percentuais: no verão ocorreram 264 (31,8%), no outono 174 (21%), no inverno 154 (18,6%), e na primavera 237 atropelamentos (28,6%).

Foram consideradas como espécies mais atropeladas na estação aquelas que tiveram quantidade maior ou igual ao desvio padrão da respectiva classe em cada estação (Tabela 2).

Tabela 2 – Espécies mais atropeladas de quatro classes de vertebrados silvestres, em quatro trechos das rodovias BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, durante o verão-2008/2009 (Ver), outono (Out), inverno (Inv) e primavera (Pri) de 2009: DP= desvio padrão da classe na estação, - = quantidade menor que o DP ou não atropelado.

classes / espécies	Ver	Out	Inv	Pri
<b>Mammalia</b>	DP=10,8	DP=9,7	DP=10,1	DP=8,1
<i>Didelphis albiventris</i>	40	36	37	22
<i>Dasyopus</i> spp.	12	11	-	10
<i>Cerdocyon thous</i>	14	18	15	-
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	13	14	-	-
<i>Conepatus chinga</i>	12	11	13	23
<i>Cavia aperea</i>	20	13	-	9
<b>Aves</b>	DP=2,7	DP=2,2	DP=1,3	DP=5,3
<i>Guira guira</i>	8	9	-	-
<i>Crotophaga ani</i>	7	4	3	-
<i>Turdus amaurochalinus</i>	-	-	2	-
<i>Zenaida auriculata</i>	11	5	7	16
<i>Furnarius rufus</i>	10	5	3	21
<i>Pitangus sulphuratus</i>	-	-	3	4
<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	-	-	2	-
<i>Volatinia jacarina</i>	-	-	2	-
<i>Ammodramus humeralis</i>	-	10	2	-
<i>Rhynchotus rufescens</i>	4	-	-	-
<i>Poroaria coronata</i>	3	-	-	-
<i>Tyrannus savana</i>	3	-	-	-
<i>Aramides saracura</i>	-	-	2	-
<b>Reptilia</b>	DP=6,5	DP=0,7	DP=0	DP=5,3
<i>Tupinambis merianae</i>	23	-	-	19
<i>Trachemys dorbigni</i>	-	3	-	7
<b>Amphibia</b>	DP=2,1	DP=0	sem DP	DP=5,9
<i>Rhinella icterica</i>	4	-	-	8
<i>Leptodactylus</i> spp.	-	-	-	15

O coeficiente de variação (CV) de atropelamentos em mamíferos (CV=0,15) indica uma baixa dispersão dos registros dessa classe nas estações. Entretanto, aves (CV=0,45), répteis (CV=0,78) e anfíbios (CV=1,16) apresentaram alta dispersão nos registros durante as estações. Ou seja, somente em mamíferos os registros foram homogêneos e estáveis ao longo do ano amostrado. As outras classes apresentaram forte variação sazonal (Figura 7a). O pico de atropelamentos de anfíbios e répteis aconteceu na primavera, enquanto que em aves ocorreu no verão, e mamíferos no final do verão/início do outono. Na primavera ocorreu a

menor quantidade de mamíferos atropelados, e os maiores intervalos entre as classes. No inverno registraram-se os menores intervalos entre as classes, e também a menor quantidade de aves e répteis vitimados. No outono observaram-se o menor índice de atropelamentos em anfíbios, os quais a partir do outono foram mais registradas. Excetuando-se essa classe, todas as outras tiveram um decréscimo no inverno (Figura 7a).

Distribuindo-se o total de atropelamentos de cada estação entre as classes, observou-se as espécies de mamíferos como as que se mantiveram durante todo período como as mais atropeladas, seguidas por aves, répteis e anfíbios. No inverno, porém, anfíbios tiveram uma pequena elevação (0,6%) acima de répteis, mas continuaram abaixo de aves e mamíferos. É possível observar que mamíferos tiveram um decréscimo nos atropelamentos a partir do outono, e em anfíbios, a partir dessa mesma estação, houve um acréscimo (Figura 7b).

Entretanto, quando o total de atropelamentos das espécies de cada classe nas quatro estações foi testado, obteve-se diferença significativa para as espécies de mamíferos (TesteG=98,7; gl=57 e  $p < 0,0005$ ), para aves (TesteG=206,12; gl=153 e  $p < 0,002$ ) e para Répteis (TesteG=206,12; gl=57 e  $p < 0,01$ ); e não significativo para anfíbios (TesteG=18,8; gl=12 e  $p < 0,09$ ).

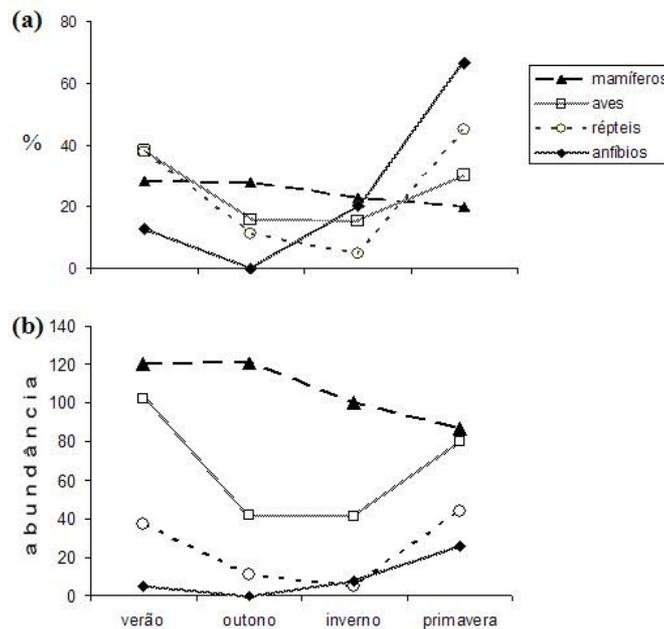


Figura 7– Variação de atropelamentos em cada classe durante nas quatro estações (a), e número de atropelamentos em cada estação distribuídos entre as quatro classes de vertebrados (b), registros obtidos nos quatro trechos monitorados das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009.

#### 4.4 As médias mensais de temperatura e pluviosidade

Foi testada (Coeficiente de Correlação de Spearman) a associação dos atropelamentos mensais nas classes de acordo com os dados de médias de temperatura e pluviosidade mensais, o resultado para mamíferos foi: sem associação significativa para a temperatura ( $rs=0,03$ ;  $p=0,9$ ) e pluviosidade ( $rs=-0,3$ ;  $p=0,24$ ); para aves houve associação significativa com a temperatura ( $rs=0,7$ ;  $p=0,005$ ), e em relação à pluviosidade, aves não apresentaram associação significativa ( $rs=-0,45$ ;  $p=0,12$ ); em répteis ocorreu associação muito significativa com a temperatura ( $rs=0,84$ ;  $p=0,0003$ ) e para a pluviosidade não houve associação significativa ( $rs=-0,5$ ;  $p=0,09$ ); anfíbios não tiveram associação significativa com a temperatura ( $rs=0,036$ ;  $p=0,22$ ), tão pouco com a pluviosidade ( $rs=-0,03$ ;  $p=0,9$ ). (Figura 8). Então, segundo os testes realizados, somente os atropelamentos em répteis e aves apresentaram correlação, e apenas com a temperatura.

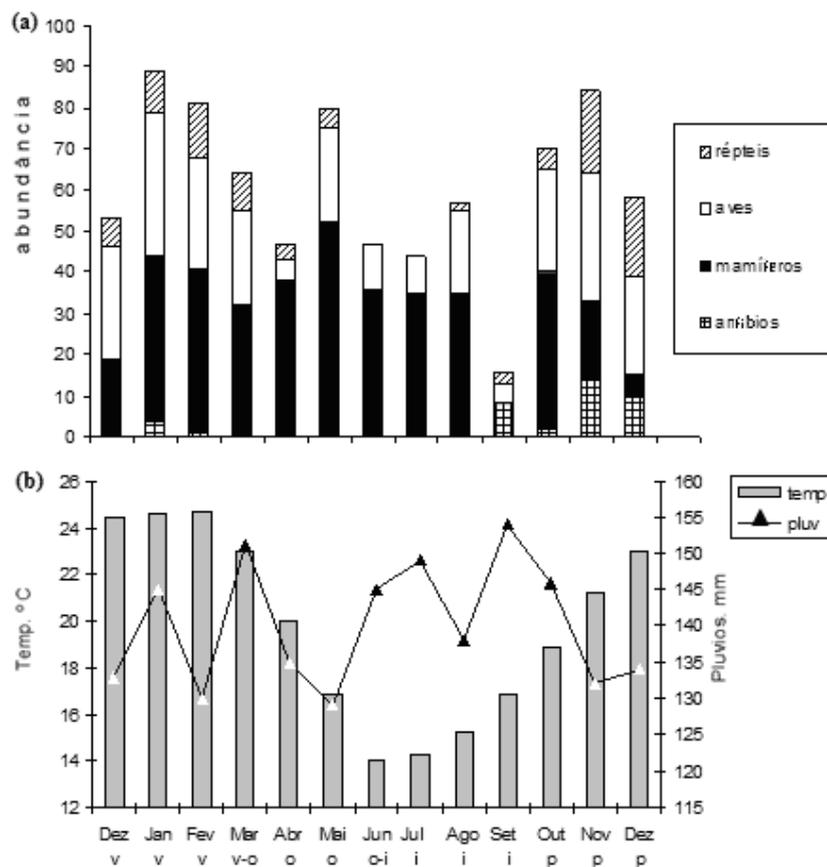


Figura 8– (a) Variação mensal dos atropelamentos de vertebrados silvestres registrados em quatro trechos monitorados das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 08 a dezembro 09, e (b) Médias de pluviosidade (▲) e temperatura (■) mensais, na região de Santa Maria, RS, no período de dezembro de 2008 a dezembro de 2009: v=verão; o=outono; i=inverno; p=primavera (FONTE: CPTEC/INPE, 2010).

#### 4.5 Os atropelamentos nos trechos das rodovias

A aplicação do teste de Kruskal-Wallis resultou em variação significativa dos atropelamentos nas classes nos quatro trechos das rodovias ( $H= 10,91$ ;  $gl=3$  e  $p=0,012$ ). Porém, no teste *a posteriori* de comparação (método de Dunn), apenas a diferença entre T1 e T4 foi significativa ( $p<0,05$ ). O teste envolveu as classes faunísticas separadamente.

A quantidade de atropelamento em T1 (BR 158) foi de 135 registros com 85 mamíferos, 35 aves, 17 répteis e 2 anfíbios. Em T1 ocorreram as menores quantidades nas quatro classes, com o menor número de atropelamentos em anfíbios. Com esses registros T1 foi o trecho com a menor quantidade de atropelamentos. Em T2 (BR 287 a leste) a quantidade total de atropelamentos foi de 235 animais. Foram vitimados 99 mamíferos, 103 aves, 24 répteis, e 9 anfíbios. Aves foram mais atropeladas nessa rodovia. Em T3 a quantidade total de atropelamentos foi de 211 animais, e encontrados 113 mamíferos, 64 aves, 23 répteis e 11 anfíbios. Nesse segmento da BR 392 foi registrado um espécime de *Leopardus colocolo* (gato palheiro), classificado como animal “em perigo” na Lista das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Rio Grande do Sul (MARQUES, A. A. B. *et al.*, 2002). Em T4 (BR 287 a oeste) o total de atropelamentos foi de 244. Por classe os atropelamentos foram: mamíferos 131, aves 63, répteis 33 e anfíbios 17. Excetuando-se aves, nesse segmento de rodovia foram registradas as quantidades mais elevadas das outras três classes. Isso fez de T4 (Oeste) o trecho onde mais ocorreram atropelamentos (Figura 9). Nesse percurso foram registrados dois indivíduos de *Puma yagouaroundi* (gato-mourisco), classificado como animal “vulnerável” na Lista das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Rio Grande do Sul.

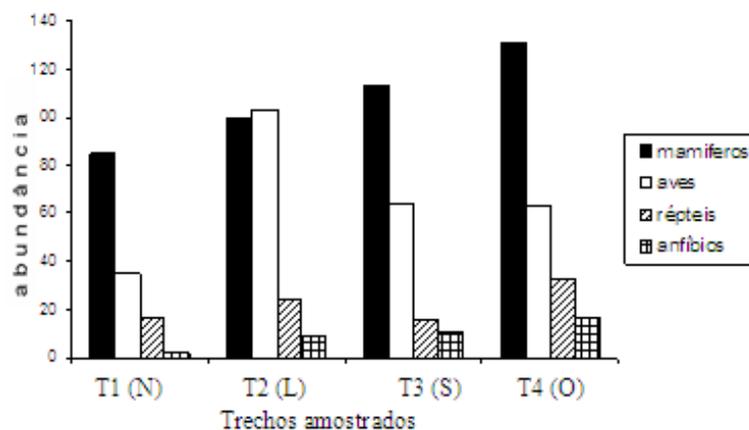


Figura 9 – Distribuição entre as classes de vertebrados do total de atropelamentos em cada trecho das quatro rodovias monitoradas BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009.

#### 4.5.1 Os atropelamentos nos sub-trechos dos percursos

O teste G (aderência) foi aplicado aos atropelamentos ocorridos nas parcelas dos quatro trechos, e envolveu todo o conjunto dos dados. Em T1 o resultado do teste ( $G=6,0$ ;  $gl=9$  e  $p=0,73$ ) demonstrou que os atropelamentos ocorrem nas parcelas de T1 de forma homogênea (Figura 10a). Nas parcelas do trecho T2 o resultado foi significativo ( $G=81,3$ ;  $gl=9$  e  $p<0,0001$ ), e os atropelamentos ocorreram mais no ST4, entre os quilômetros 30 e 40, com 64 atropelamentos (27,2% do trecho). No ST10 ocorreu a menor quantidade em todo o estudo (Figura 10b). Em T3 o resultado foi significativo ( $G=40,4$ ;  $gl=9$  e  $p=0,0001$ ), demonstrando a diferença entre as parcelas. O ST3 foi onde ocorreram mais atropelamentos, sendo vitimados 43 animais (20,3%) (Figura 10c). Na parcela ST2 de T4 foi onde ocorreram mais atropelamentos, com 40 animais (17,6%). A diferença entre as parcelas de T4 foi significativa, de acordo com o resultado do Teste G para o trecho ( $G=36,3$ ;  $gl=9$  e  $p < 0,0001$ ) (Figura 10d). Portanto, somente nas parcelas de T1 (BR 158 ao Norte)) os atropelamentos ocorreram com homogeneidade. Nos sub-trechos das outras rodovias existem fatores influentes que aumentam ou diminuem o número dos registros de atropelamentos.

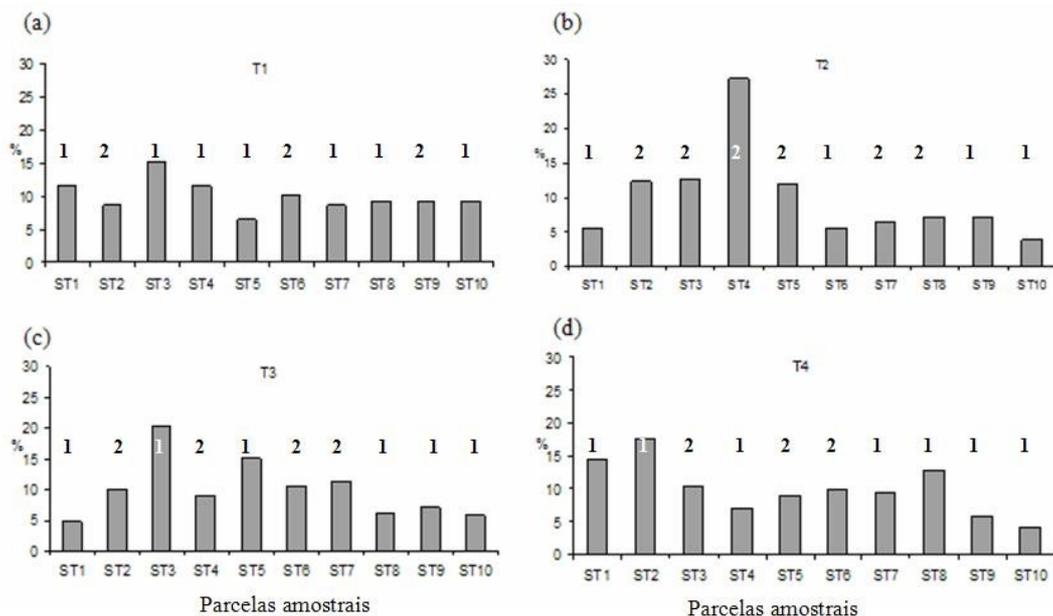


Figura 10 – Percentual de atropelamentos de vertebrados silvestres em cada um dos 10 sub-trechos de cada percurso e classe em cada ST com mais atropelamentos: 1=mamíferos; 2= aves (a) sub-trechos de T1, (b) sub-trechos de T2, (c) sub-trechos de T3 e (d) sub-trechos de T4, registros obtidos nas rodovias BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009.

#### 4.6 O tipo de matriz do entorno das pistas monitoradas

De acordo com as caracterizações do entorno das rodovias, obtiveram-se os seguintes percentuais de animais atropelados das quatro classes: 25,3% no entorno 1-fragmento florestal nas duas margens (FF2M); 51,8% no entorno 2-agricultura ou pastagem nas duas margens (AP2M); 18,2% no entorno 3-fragmento florestal combinado com agricultura e/ou pastagem (FFAP); 3,1% no entorno 4-área urbana nas duas margens (AU2M); 1,4% no entorno 5-fragmento florestal combinado com área urbana (FFAU).

Os atropelamentos nas classes foram distribuídos nos diversos tipos de entornos. A maior abundância para as quatro classes foi encontrada no entorno de agricultura e pastagem nas duas margens das pistas (AP2M), considerada área aberta (Figura 11).

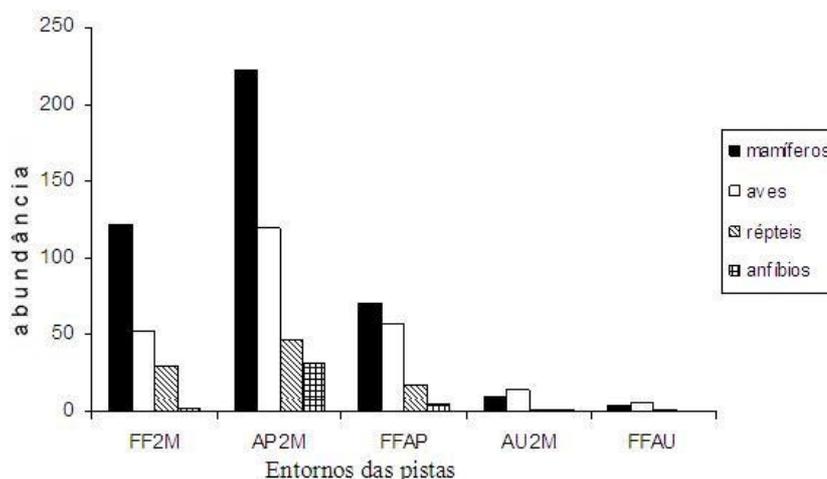


Figura 11—Quantidade de atropelamento nas classes de vertebrados, distribuída nos entornos das pistas, registros obtidos nos quatro trechos monitorados das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009.

O teste G aplicado para as 11 espécies mais atropeladas ( $n \geq 15$ ) foi não significativo ( $G=1,64$ ;  $gl=2$  e  $p=0,45$ ) para a espécie *C. ani*, que não se associou a nenhum entorno, e significante ( $p < 0,005$ ) para as outras dez espécies, como relatado a seguir: *D. albiventris* e *T. merianae* apresentaram mais associação com o entorno onde fragmento florestal estava presente (FF2M), *C. thous*, *L. gymnocercus*, *C. aperea*, *C. chinga*, *G. guira*, *Z. auriculata*, *F. rufus* e *R. ictericus* com o entorno de agricultura e pastagem (área aberta) (AP2M).

O teste de Kruskal-Wallis (KW) aplicado à riqueza nas quatro classes em determinado entorno foi muito significativo para três classes: mamíferos ( $H=29,4$ ;  $gl=4$  e  $p < 0,0001$ ), aves ( $H=37$ ;  $gl=4$  e  $p < 0,0001$ ) e répteis ( $H=32,7$ ;  $gl=4$  e  $p < 0,0001$ ). Desse

modo, essas classes demonstraram mais associação com o entorno AP2M (área aberta), ambiente onde foram mais atropeladas. Para anfíbios, entretanto, o resultado do teste foi não significativo ( $H=7$ ;  $gl=4$  e  $p=0,13$ ), indicando que a classe não se associa a nenhum entorno específico, ocorrendo em qualquer um deles. O teste de comparação de entornos *à posteriori* ao KW (método de Dunn) resultou em associação não significativa (ns) ou significativa ( $p < 0,05$ ), para as quatro classes nos diferentes tipos de entornos (Tabela 3).

Tabela 3—Associação das quatro classes de vertebrados com os cinco entornos: ns=não significativo (associação similar) entre dois tipos de habitats e  $p < 0,05$ =significativo (diferença na associação), registros obtidos nos quatro trechos monitorados das BR 158, 287, 392 e RS 241, na região central do estado do Rio Grande do Sul, no período de dezembro 2008 a dezembro 2009.

entornos	classes / valores de p ns e < 0,05			
	mamíferos	aves	répteis	anfíbios
FF2M e AP2M	ns	ns	< 0,05+AP2M	ns
FF2M e FFAP	ns	ns	ns	ns
FF2M e AU2M	< 0,05+FF2M	ns	ns	ns
FF2M e FFAU	< 0,05+FF2M	< 0,05+FF2M	ns	ns
AP2M e FFAP	ns	ns	< 0,05+AP2M	ns
AP2M e AU2M	< 0,05+AP2M	< 0,05+AP2M	< 0,05+AP2M	ns
AP2M e FFAU	< 0,05+AP2M	< 0,05+AP2M	< 0,05+AP2M	ns
FFAP e AU2M	ns	< 0,05+FFAP	ns	ns
FFAP e FFAU	< 0,05+FFAP	< 0,05+FFAP	ns	ns
AU2M e FFAU	ns	ns	ns	ns

FF=ambiente de floresta; AP=área aberta; AU= área urbana; + =maior associação com

#### 4.7 As características das pistas e o local das carcaças

Foram verificados 773 atropelamentos (93%) em locais dos percursos onde a pista era uma reta plana ou inclinada. No traçado de curva foram registrados 56 atropelamentos (7%). O registro do local onde as carcaças dos animais foram encontradas resultou nos seguintes percentuais: 578 (69,8%) no acostamento, 122 (14,8%) na pista de ida, 89 (10,8%) na pista de volta e 37 (4,6%) na zona de refúgio.

#### 4.8 Os atropelamentos em relação aos corpos d'água dos trechos

O Teste de Coeficiente de Correlação de Spearman demonstrou que existe associação dos atropelamentos em mamíferos, aves e anfíbios com os corpos d'água ( $r_s=0,8$  e  $p=0,19$ , para as três classes), porém, não é significativa. Répteis, entretanto, não apresentaram associação significativa com os corpos d'água ( $r_s=0,4$ ;  $p=0,6$ ).

#### 4.9 Medidas mitigatórias existentes na área de estudo

Em todos os trechos monitorados das rodovias não foi verificada nenhuma construção ou sinalização (túneis, passarelas, sinalização vertical, passagens em dois níveis, extensão de pontes, outros), que pudessem ser consideradas como mitigatórias dos atropelamentos. Nos trechos T4 (Oeste) no km 87,9 e T2 (Leste) no km 87,2 existem placas de avisos para “animais na pista”, mas trata-se de alerta para animais de criação comercial (bovinos), e não para fauna nativa (Figura 12).



Figura 12–Sinalização vertical (placa) indicando a passagem de bovinos, localizada no km 87,9 no Trecho T4 (oeste), RST 287 rodovia monitorada quanto a atropelamentos de vertebrados silvestres na região central do estado do Rio Grande do sul, durante o período de dezembro 2008 a dezembro 2009 (Fotografia: arquivo do autor).

A concessionária dos últimos 34 km do trecho T2 (Leste) foi contatada no mês de maio de 2010, com o objetivo de obter informações em relação aos animais atropelados nos 34 quilômetros sob sua responsabilidade. A resposta foi enviada através de três relatórios padronizados datados de 09 de fevereiro de 2009. Nesses documentos a empresa informou que realiza o monitoramento dos atropelamentos e das “passagens” de fauna. As ações descritas foram efetuadas por dois biólogos nos dias 09 de outubro de 2008 (primavera/2008), e 05 de janeiro de 2009 (verão/2008-2009). Os 20 animais encontrados durante o monitoramento da empresa estão entre as espécies registradas no presente estudo. Os relatórios são concluídos com o seguinte texto padrão:

Enfim, estes dados sustentam a continuidade de ações para evitar aumento no número de atropelamentos de fauna silvestre nas rodovias, como ações educativas destinadas aos motoristas que trafegam na rodovia, a desobstrução de bueiros que funcionam como passagens para a fauna e limpezas periódicas de resíduos com utilização de vassouras mecânicas nos acostamentos da rodovia. (SCR, 2009, p. 20)

Não foi possível observar número suficiente de animais vivos cruzando à frente de veículos nas pistas, a fim de observar a atitude dos motoristas à direção. Foram presenciados apenas três atropelamentos de duas aves (*P. sulfurathus* e *Z. auriculata*) por veículos de passeio e um mamífero (*C. aperea*). Não foi percebida mudança intencional no trajeto do veículo a fim de atropelar os animais ou manobra para evitar a colisão. Porém, quanto às carcaças, a atitude dos motoristas de centenas de veículos observados variou em diferentes casos. A situação mais comum foi a de motoristas de veículos grandes (caminhões e ônibus) não desviarem dos animais mortos na pista. São esses veículos que esmagam por completo a carcaça, na maior parte dos eventos presenciados. Os condutores de automóveis de passeio mantêm o traçado da pista, se o animal é pequeno e não avistado, reatropelando-o. Mas, geralmente, esses motoristas desviam das carcaças quando são de um tamanho que facilite a visualização.

Durante todo o período de monitoramento, e em todos os trechos foram avistadas milhares de aves nas pistas. O ato de buzinar ou não o veículo de pesquisa para afugentar as aves foi realizado durante todo o monitoramento. As duas situações foram testadas em média 20 vezes cada uma por viagem. Acionar a buzina várias vezes fazia com que as aves (*Z. auriculata*, *Guira guira*, *Crotophaga ani*, *Furnarius rufus* e algumas espécies pequenas)

alçassem voo a uma distância de cerca de 100 m (controle no odômetro do veículo). Quando a buzina não era acionada, essa distância caía para 50 m ou menos.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 A suficiência amostral e as classes mais atropeladas

As curvas de acumulação de espécies, apesar das tendências para a assíntota em mamíferos e anfíbios, indicam que o esforço amostral ainda não foi suficiente para amostrar toda a comunidade de vertebrados. Ou seja, isso demonstra que a riqueza na área é potencialmente maior que a registrada. Seria necessário, portanto, um esforço amostral maior, principalmente para aves. A menor tendência a assíntota nessa classe, provavelmente, está relacionada ao elevado número de espécies na região de Santa Maria, onde através de *check lists* foram registradas 251 espécies de aves não endêmicas, e cerca de 40 espécies migratórias (CECHIN *et al.*, 2009).

Comparando-se os resultados mais comuns é possível perceber as diferenças e semelhanças entre os apresentados aqui, e os obtidos em outros estudos (Anexo B). Isso inclui as taxas em relação aos números totais desse monitoramento, de 2,07 animais atropelados por km/ano, 0,086 animal por quilômetro percorrido, e outros números como a quantidade de espécies das quatro classes, por mês e nas estações. Entretanto, para CHEREM *et al.* (2007), as considerações podem ser feitas, mas há a necessidade de metodologia específica para o estudo de atropelamentos, e as metodologias aplicadas não permitem comparações mais aprofundadas. Ou seja, métodos padronizados ofereceriam resultados mais comparáveis. Assim, dados gerais como os percentuais encontrados nesse estudo para mamíferos 51,6%, para aves 32%, para répteis 11,7%, e para anfíbios 4,7%, assemelharam-se ao estudo de MILLI e PASSAMANI (2006), na rodovia ES-259, que registraram também as quatro classes: mamíferos 60% , aves 28%, répteis 5%, e anfíbios 7%. Entretanto, a classe mais vitimada no estudo de HENGEMÜHLE e CADEMARTORI (2006) foi a de répteis com 41%, na RS-389 (Estrada do Mar). Répteis também foram os mais amostrados por ALVES (2009), com 57,6%, nas estradas do interior da FLONA Carajás, no Pará. PRADA (2004) encontrou 52% de aves. LIMA e OBARA (2004) encontraram 45% da classe dos mamíferos. O atropelamento geralmente é agravado em rodovias com grande fluxo de automóveis e que cruzam áreas potencialmente ricas em componentes faunísticos (VIEIRA, 1996). Desse modo, a diferença no registro das classes será compatível com as características próprias de

cada região, a metodologia, os animais que serão o foco do estudo e os objetivos do monitoramento.

## 5.2 A abundância relativa e o uso das pistas

É provável que as espécies registradas como as mais atropeladas sejam abundantes na região de estudo. Porém, uma vez que o atropelamento foi a única fonte de dados, somente é possível afirmar a existência de uma “abundância relativa” das espécies mais amostradas. *Didelphis albiventris* foi a espécie mais vitimada. Esses atropelamentos indicam estreita ligação com a descrição do animal como bastante comum e oportunista, encontrado em diversos tipos de habitats no Rio Grande do Sul (SILVA, 1984). O marsupial também foi registrado com mais frequência (57,1%), na rodovia RS-040, alcançando uma média de 1,1 indivíduos atropelados diariamente (ROSA e MAUHS, 2004). Na periferia de Santa Maria, antes do km zero dos percursos, é comum encontrar o animal atropelado próximo a áreas de mata da cidade. Essa espécie também foi registrada na periferia dos municípios onde ocorreu o monitoramento dos trechos. Devido a esse contato com o ambiente urbano, infere-se que tenha influência nos atropelamentos a redução do “efeito de evitação” na espécie, a tendência que os animais em geral possuem de se afastar das rodovias. Entretanto, *D. albiventris* não foi encontrado por MILLI e PASSAMANI (2006), na ES-259, onde a espécie não ocorre naturalmente. Outro representante da mesma família foi amostrada, *D. aurita* (gambá-de-orelha-preta). Nesse caso, uma espécie congênera que substituiu a outra nos registros em virtude de sua distribuição. Esses atropelamentos também foram atribuídos à abundância dessa espécie naquela região do Espírito Santo. PRADA (2004) registrou o lagarto-teiú na região noroeste do estado de São Paulo como a segunda espécie mais vitimada entre os répteis. Sua abundância também foi citada como uma possível causa dos acidentes. Também no presente estudo, pode-se atribuir à abundância relativa do teiú como um dos motivos para o elevado índice de registros.

A ave mais registrada foi *Zenaida auriculata* (avoante), a qual utiliza como principal fonte de alimento recursos gerados pelas atividades antrópicas. Essa utilização está ligada às perdas de grãos durante o transporte rodoviário, uma vez que é frequente a visualização de avoantes se alimentando nas rodovias (CANDIDO Jr *et al.*, 2006). De fato, a espécie possui o comportamento de forragear na pista, permanecendo sob risco constante ao buscar os grãos perdidos durante o transporte da safra. *Crotophaga ani* (anu-preto) e *Guira guira* (anu branco) são as outras espécies com alto índice de registro. Ambas também forrageiam grãos na pista e

apresentam o comportamento de necrofagia, o que as expõe ao buscar alimento nas carcaças. ROSA e MAUHS (2004) amostraram mais o anu-preto, com 12 indivíduos atropelados. Na rodovia ES-259, MILLI e PASSAMANI (2006) não tiveram amostra de *Z. auriculata*. As aves mais atropeladas foram as espécies *Columbina talpacoti* (rolinha roxa), com oito atropelamentos (25%), *C. ani* com cinco (15,6%) e *Zonotrichia capensis* (tico-tico rei) com três (9,3%). A característica das aves de se deslocarem bastante, utilizando as três dimensões do espaço, cruzando a rodovia com mais frequência, as expõem mais a colisões com veículos (PRADA, 2004). O voo também facilita o deslocamento entre os fragmentos vegetais, e além disso o acostamento é usado pelas aves para tomar “banho de terra”, o que as expõe ainda mais. Também foram observadas diversas manobras de voo sobre as pistas em “disputas” envolvendo duas ou mais aves. Esse fator de facilidade no deslocamento se une à abundância da espécie e ao uso das pistas como mais um influente nos atropelamentos de aves.

*Furnarius rufus* (joão-de-barro) teve alto índice de registro. Segundo SICK (1997), *F. rufus* é um dos pássaros mais populares do país, sendo mais abundante no sul do Brasil em fazendas, parques e cidades. AMORIM e FILIPPINI (2006) verificaram que os ninhos de joão-de-barro são construídos, preferencialmente, sobre a trave superior (cruzeta) dos postes trifásicos. No presente estudo, além do alto índice de registros, a abundância foi percebida pela grande nidificação em todos os trechos das rodovias monitoradas. Os postes de eletrificação também são utilizados, mas troncos, mourões de cercas e em residências rurais são outros locais onde as construções de barro são encontradas. Essa espécie também foi observada forrageando nas pistas.

A espécie *Conepatus chinga* (zorrilho) foi o mefitídeo mais atropelado. A abundância relativa do animal pode ser considerada um fator que favoreceu a incidência de registros. TUMELEIRO *et al.* (2006), na região de Uruguaiiana (RS), também verificaram essa espécie como uma das mais atropeladas com n=9 (15,5%). PRADA (2004) não registrou o animal na região noroeste de São Paulo. Houve casos de atropelamentos de representante da mesma família, *Conepatus semistriatus* (jaritataca), com n=2, espécie congênere que substitui o zorrilho naquela região. *Conepatus chinga* também foi uma das espécies mais registradas por ROSA e MAUHS (2004), na RS-040, com n=4 (19%). A espécie habita preferencialmente áreas de vegetação aberta, como campos, bordas de matas em recuperação e clareiras (CACERES, 2004; SANTOS, *et al.*, 2004). No presente estudo, a espécie foi mais encontrada em ambiente de agricultura e pastagem (AP2M), considerada área aberta. Esse ambiente é um dos mais encontrados na região central do estado, em virtude da grande atividade de agricultura, pastagem e a existência de campos sujos. A relativa abundância do animal na região pode estar ligada a sua adaptação a essas áreas antropizadas. Sua movimentação é mais

lenta do que a maioria dos mefitídeos (SILVA, 1994). Isso pode também ter favorecido seu atropelamento ao ocupar as pistas.

*Cavia aperea* (preá) foi um dos mamíferos mais atropelados. O animal possui o comportamento comum de fazer pequenos deslocamentos de um ponto para outro do mesmo lado da área de refúgio, utilizando o acostamento. Foram observadas também travessias bem sucedidas, a saída e o retorno rápido para o mesmo ponto da vegetação nas bordas das pistas. O animal ocupa estrato herbáceo onde geralmente faz trilhas e sua reprodução ocorre em ninhos construídos em moitas de gramíneas (MOOJEM, 1952). No entorno de todas as rodovias existem extensos segmentos com vegetação de gramíneas e herbáceas, que são utilizadas pelo animal. A disponibilidade dessa área de refúgio, e seu uso constante como ponto de partida para as tentativas de atravessar a rodovia aumentam as possibilidades de atropelamento. A espécie foi também a mais amostrada por TUMELEIRO *et al.*(2006), com n=16 (27,5%).

*Dasypus* spp. e *Euphractus sexcinctus* (tatu peludo) foram os tatus mais atropelados. Esses animais parecem ter um bom sentido de olfato e de audição, mas a visão é pouco desenvolvida (MCDONAUGH e LOUGHRY, 2001). *Euphractus sexcinctus* apresenta uma ampla variedade de itens alimentares, incluindo a carniça (DALPONT e TAVARES-FILHO, 2004). Assim, a pouca visão e a ocupação das pistas para necrofagia podem ter colaborado para o atropelamento desses tatus.

### **5.3 Interações entre a sazonalidade e outros fatores**

Durante as estações, o baixo coeficiente de variação nos registros de mamíferos pode ser explicado por aspectos ligados ao hábito das espécies. O comportamento desses animais em buscar a complementaridade de habitat permanece durante todas as estações, pela sua própria condição de endotermia. As oscilações nas médias de temperatura e pluviosidade não alteraram substancialmente o comportamento de mamíferos, que foram amostrados durante todas as estações. Isso também foi demonstrado nos testes pela falta de associação significativa dos atropelamentos em mamíferos com as médias de temperatura e pluviosidade. Porém, como também foi demonstrado as espécies de mamíferos quando testadas quanto a variação nas estações foi significativa a diferença entre as estações. Isso também ocorreu em répteis e aves, mas não em anfíbios.

Os canídeos *C. thous* e *L. gymnocercus* figuraram como espécies de mamíferos mais atropeladas. Os graxains-do-mato apresentam maior movimentação no outono, diminuindo na primavera, época em que ocorrem os nascimentos dos filhotes (FARIA-CORRÊA, 2004). Realmente, durante o outono houve o maior número de atropelamentos de *C. thous* (n=18), e na primavera o menor (n=5). A necessidade desses animais quanto à área de vida, estimada em 4,5 km<sup>2</sup> para fêmea e de 2,8 a 3,8 km<sup>2</sup> para machos, em localidades de Mata Atlântica (NAKANO-OLIVEIRA, 2002), a independência dos filhotes, que ocorre entre o quinto e sexto mês de vida, e a maturidade aos nove (RODRIGUES e AURICCHIO, 1994) podem explicar, em parte, o aumento da incidência dos atropelamentos, em virtude de uma maior dispersão pela região. As duas espécies são simpátricas no centro do estado, e a maior quantidade de indivíduos de *C. thous* atropelados, mais de 50% em relação a *L. gymnocercus*, indica duas possíveis situações: maior vulnerabilidade da espécie aos atropelamentos e/ou maior abundância na região. A inferência de ser mais abundante e vulnerável é corroborada com os dados de FARIA-CORRÊA (2004), sobre os graxains-do-campo e do mato. Segundo a autora, o primeiro ocupa áreas com pouca vegetação e areia, enquanto que o graxaim-do-mato utiliza todos os ambientes disponíveis. *Cerdocyon thous* é uma espécie onívora, generalista e oportunista, cuja dieta varia sazonalmente, e na qual também está incluída a carniça (ROCHA MENDES, 2005; NAKANO-OLIVEIRA, 2006). Isso pode expor mais o animal aos atropelamentos. O canídeo foi o mais amostrado por TUMELEIRO *et al.* (2006), com n=9 (15,5%), e por HENGEMÜHLE e CADEMARTORI (2006), com n=15 (10,4%). Esses últimos autores concordaram sobre a área de vida e hábito alimentar mencionados como parte das causas para os atropelamentos de *C. thous*.

Apenas aves e répteis responderam mais aos testes quanto às diferenças de médias de temperatura nas estações do ano. Essa associação significativa para répteis está ligada, provavelmente, ao representante da família Teiidae, *Tupinambis merianae* (teiú), réptil mais amostrado. Seu comportamento de termorregular nas pistas no verão expõe o animal durante toda a estação. Nesse período ocorreram 23 atropelamentos. *Tupinambis* sp. ocorre mesmo em áreas bastante exploradas, pois prefere habitar em sítios e chácaras perto das casas, onde vasculha o lixo para se alimentar (QUEIROZ, 1997). É comum durante o verão observar o animal na pista ou acostamento, próximo de comunidades, saindo e voltando da zona de refúgio. No outono e inverno essa espécie não foi amostrada. A média de temperatura no final do outono chegou ao menor índice do ano, e durante o inverno a média não ultrapassou os 16°C. As médias de temperaturas nas estações quando ocorreram os acidentes com o lagarto foram as mais altas do ano. O lagarto teiú retornou aos registros na primavera com n=19.

Nessa estação a média das temperaturas se elevou até 23°C. Outras causas podem estar presentes, porém, existe o forte indicativo de que o fator temperatura colabora muito para que aconteça o atropelamento dos indivíduos. Nos meses de baixas temperaturas o animal tem a movimentação extremamente reduzida, a ponto de não ser registrado ou sequer avistado nas rodovias. ROSA e MAUHS (2004), no grupo de répteis, registraram o teiú com 32,8%, porém, o animal não foi registrado durante as estações de outono e inverno. HENGEMÜHLE e CADEMARTORI (2006) fizeram apenas cinco registros de *T. merianae* e os demais répteis foram serpentiniformes, de um total de 30 indivíduos.

*Rhinella icterica* (sapo cururu) foi o anfíbio mais amostrado. A maior quantidade de atropelamentos ocorreu na primavera e inverno. Nessas estações os índices pluviométricos foram os mais altos, e a espécie provavelmente teve uma movimentação maior, ficando muito vulnerável. Entretanto, quando os atropelamentos em anfíbios foram testados, não houve associação significativa com a temperatura ou pluviosidade. Essa falta de associação pode estar ligada ao baixo número de registros mensais, o que prejudicou o resultado do teste, ou a média de pluviosidade mensal, que não considera chuvas localizadas as quais favoreceriam os atropelamentos. As outras espécies de anfíbios foram registradas apenas na primavera. Essa ausência de amostra das espécies menores no inverno, pode estar ligada às baixas temperaturas, fator limitante para a classe, e ao tamanho corporal. Os animais após atropelados permaneceriam na pista sendo esmagadas por completo, impossibilitando serem avistadas e contabilizadas. Alia-se a isso os motivos levantados por PRADA (2004), que também considera o menor volume e peso corporal, mas acrescenta a retirada da carcaça inteira por animais de rapina, a dificuldade de visualização pelo observador e a rápida deterioração, como fatores que colaboram para o baixo registro de anfíbios e répteis pequenos. Nesse estudo, somente no outono não foram registrados anfíbios, período que ocorreram os menores índices pluviométricos em todo o estado. Na realidade, não é necessário um período longo de precipitações, qualquer chuva mais demorada é suficiente para que os animais apareçam nas pistas (observação pessoal). Mesmo no verão *R. icterica* foi amostrada (n=4). O tamanho corporal considerável do anfíbio facilitou seu registro. A maior parte das carcaças desse anuro era encontrada ainda inteira e sem muito ressecamento, enquanto que as carcaças das espécies menores apresentavam-se mais ressecadas e esmagadas. BAGATINI (2006) obteve sete registros de sapo cururu, de um total de 170 atropelamentos registrados (4,1%).

Com base no resultado dos testes para o entorno e diferença entre trechos, infere-se que em T4 houve a interação dos fatores que favorecem os atropelamentos: fragmentos de vegetação nativa, áreas abertas, maior quantidade de corpos d'água e próximos às pistas,

relativa abundância e riqueza de espécies, rodovia conservada com média de velocidade e volume de veículos altos. Essas condições fizeram desse trecho o local onde mais ocorreram atropelamentos de répteis, mamíferos e anfíbios.

#### **5.4 A presença de corpos d'água e os atropelamentos**

Anfíbios não tiveram associação com nenhuma das categorizações para o ambiente de entorno, indicando que são atropelados indiferentemente em qualquer entorno. Isso pode ser explicado pelo fato desses animais responderem mais em relação a presença de corpos d'água, os quais podem estar em qualquer entorno, inclusive em áreas urbanizadas, do que a qualquer outro entorno sem fonte de água

O Teste de Spearman associou os atropelamentos em mamíferos, répteis e anfíbios com os corpos d'água, porém, uma associação não significativa. Contudo, a baixa quantidade de anfíbios em T1 (5,12%) ocorreu justamente no trecho onde havia poucos córregos, rios ou lagoas em contato com a rodovia. Nesses 100 km da BR 158 foram identificados apenas seis corpos d'água contíguos às pistas, enquanto que em T2, T3 e T4 a quantidade foi de 15, 13 e 16, respectivamente. Extensas áreas alagadas também foram observadas durante a primavera em vários segmentos dos trechos T2, T3 e T4, que se aproximaram a poucos metros das pistas. Em T4 foi registrado o maior percentual de anfíbios (43,59%). Outro fator ligado a disponibilidade de água é o sistema de drenagem das pistas. Quando a diferença de nível entre a pista e os entornos não é grande ocorre o acúmulo de água próximo às rodovias em canais laterais, que abrigam sapos e rãs. Durante a primavera, o pico de atropelamentos de anfíbios em T4 ocorreu na época do aumento de corpos d'água temporários nesse segmento de rodovia, ocasionados pelas chuvas da estação. Os répteis das famílias Emydidae e Chelidae (cágados) foram também mais atropelados nesse trecho, na mesma época em que os corpos d'água temporários estavam presentes.

#### **5.5 Espécies em situação vulnerável ou em perigo**

O registro dos felídeos *P. yagouaroundi*, *L. tigrinus* e *L. colocolo* é preocupante, tendo em vista que esses animais encontram-se em situação vulnerável ou em perigo no

estado do Rio Grande do Sul. A destruição e fragmentação do habitat, e caça são fatores que afetam a população das três espécies (CHEIDA *et al.*, 2006). O atropelamento indica para uma pressão antrópica, devido às características de uso da terra na região central do estado. Desse modo, suas áreas de predação e pontos de fuga são diminuídos, impelindo esses animais a buscar outras áreas. Em Goiás, PRADO *et al.* (2004) também encontraram espécies atropeladas, cuja população está diminuída, como o canídeo *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) ameaçado de extinção (IUCN, 2010) e o felino *Leopardus pardalis* (jaguaririca), espécie de preocupação menor (IUCN,2010).

### 5.6 A influência do sexo e faixa etária em mamíferos

Os machos das espécies de mamíferos identificados em percentual muito maior que as fêmeas, e os testes aplicados sugerem fortemente que os machos sejam mais vulneráveis aos atropelamentos. **Os graxains-do-mato apresentam maior atividade no outono, diminuindo na primavera, época essa em que ocorrem os nascimentos dos filhotes (FARIA-CORRÊA, 2004).** A diminuição da mobilidade da fêmea em época de reprodução, que possui diferentes atribuições do macho, pode interferir nos percentuais de fêmeas atropeladas. Quanto a *C. thous* e outras espécies de mamíferos mais atropeladas, as áreas de reprodução não estariam próximas das rodovias. Desse modo, as fêmeas somente quando há a dispersão dos jovens voltariam às pistas. Em relação aos filhotes, a ausência deles nos registros pode estar relacionada também às áreas de reprodução longe das rodovias, e ao fato de realmente as fêmeas, em geral, não irem com filhotes para as pistas. Excetuando-se o caso da fêmea de *D. albiventris* registrada com os filhotes no marsúpio, pela própria característica de transportar a ninhada. De qualquer forma, a ausência de filhotes nos registros, seja por esses motivos ou outros não levantados, contribuem para a manutenção da população das espécies mais atropeladas na região.

### 5.7 A velocidade e fluxo dos veículos nas rodovias

No trecho T2 existem dois pontos de possível diminuição da velocidade, devido a lombadas eletrônicas, uma no km 23 e outra no km 42. Contudo, as parcelas onde essas

lombadas estão instaladas não são as que apresentam os menores registros de atropelamentos. Não há controle de nenhum órgão de trânsito das médias de velocidade. Utilizou-se a velocidade de cerca de 40 km/h do veículo de pesquisa como parâmetro de comparação a dos outros veículos. Estima-se que a média de velocidade na região não esteja abaixo de 100 km/h. BAGATINI (2006) também utilizou o veículo de pesquisa como parâmetro para estimar a velocidade em estradas no Distrito Federal. Naquele estudo, a velocidade estimada foi de 80 km/h, e em alguns casos de 120 km/h. As rodovias da região de estudo são compostas mais por retas planas ou inclinadas. Naturalmente, os atropelamentos aconteceram mais nesse traçado (93%). O que se destaca da situação é que no traçado de reta os veículos desenvolvem alta velocidade. Dessa forma, a velocidade é um fator que favorece a aproximação dos veículos e diminui o tempo de reação dos animais de sair das pistas.

Em T2 (BR 287 a leste) existem pontos de controle de VDM. Porém, essas contagens de veículos, provavelmente, estão sub-estimadas, devido a localização dos pontos de contagem de veículos. Alguns segmentos de T2 ligam os mais variados destinos (todas as cidades da 4ª Colônia, Paraíso do Sul, Agudo e Restinga Seca). Com isso, existe muito fluxo de veículos entre essas cidades, que não é registrado pelos pontos de medida de VDM. Infere-se que esse fluxo não registrado seja alto e seja um dos fatores que elevaram o número de aves atropeladas no trecho. Soma-se a esse fato, o transporte das safras (soja, milho, trigo e arroz), que acontece a partir final do verão e durante todo o outono. Nessa época é comum um maior fluxo de veículos pesados, a perda de grãos das cargas na pista e aumento do número de aves forrageando (observação e registro de ambas as situações pelo autor).

## **5.8 O tipo de entorno das pistas e o local das carcaças**

A maior associação entre atropelamento e ambiente ocorreu com o entorno de agricultura e/ou pastagem nas duas margens (51,8%). Isso pode estar ligado às muitas espécies de área aberta, e pelo fato do ambiente aberto ocorrer em maior quantidade na região. Existem muitas áreas de agricultura, pastagem, gramíneas e arbustivas, próprias do tipo de ocupação na depressão central do estado. Foi significativa a diferença de atropelamentos no ambiente onde aparece área aberta em oposição à área urbana para as classes de mamíferos, répteis e aves. Fica demonstrado que essas classes se associam mais com área aberta, por ocuparem naturalmente essa área ou por ela existir em maior quantidade na região de estudo. A área urbana nas duas margens ou mesmo combinada com fragmento

florestal, mostrou-se como um fator de afastamento das classes e associação com áreas abertas ou florestais com outra combinação.

O local onde foram encontradas as carcaças não revela informações de relevância. Apesar do acostamento ter sido o local onde os animais mais foram registrados (69,8%), isso leva apenas a concluir que esses animais são lançados, retirados, ou deslocados para o acostamento pelo próprio fluxo de veículos. Esse fato foi percebido ainda durante a pesquisa, fazendo com que fosse reforçado o exame realizado nos acostamentos.

### **5.9 Medidas mitigatórias e compensatórias**

O traçado das rodovias, sua gestão e restauração precisam ser mais cuidadosamente adaptados para abordar toda a gama de processos ecológicos e de espécies aquáticas e terrestres que podem ser afetadas (CUPEROS, 2005). No Brasil, esses cuidados com as rodovias estão ligados à gestão das vias e com decisões políticas sobre a biodiversidade ameaçada. Na maior parte dos estudos ocorridos nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil, não foram descritas a existência de medidas mitigatórias eficientes. A construção de estruturas que facilitem a transposição das rodovias pela fauna implica na elevação do orçamento das rodovias, e a redução de custos atinge geralmente as questões que não tem apelo popular, ou o apoio de instituições e órgãos realmente interessados em resolver o problema. Isso explica, em grande parte, a ausência de relatos de medidas mitigadoras nos estudos realizados no país. Entretanto, PRADA (2004) refere-se a passagens subterrâneas, como túneis para gado e tubulações estreitas para drenagem, existentes em sua região de estudo, e a necessidade de um levantamento da quantidade, condições e características dessas passagens de fauna. Essas informações serviriam para orientar o trabalho de instituições governamentais e privadas. Percebe-se que nenhuma passagem de fauna citada pela autora é específica para animais silvestres, mas locais onde se presume o uso pelas espécies. Essa situação é semelhante a que ocorre nas rodovias monitoradas no presente estudo, exceto no caso das passagens para gado, as quais são ausentes.

A Resolução Conama 237/97, em seu Art. 2º, parágrafo 1º, Anexo 1, estabelece um rol de obras e atividades modificadoras do meio ambiente, e exige a realização prévia do Estudo de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental. Nesse rol encontram-se as obras civis como rodovias. Na prática, entretanto, relatos de construções específicas feitas antes do funcionamento das rodovias, que deveriam atender as espécies silvestres, estão

ausentes nos estudos sobre atropelamentos. Os relatos mais comuns são sugestões de possíveis medidas mitigatórias em estradas já construídas, e em pleno funcionamento (LIMA e OBARA, 2006; CÂNDIDO Jr. *et al.*, 2008; TUMELEIRO *et al.*, 2006).

Em T2 (Leste) a concessionária Santa Cruz relata o monitoramento dos animais atropelados e das passagens de fauna. Entretanto, em seu relatório são consideradas como passagens de faunas aquática e terrestre faixas de terra sob as pontes existentes na região. Não são mencionadas passagens específicas em outros pontos diferentes das pontes. Propõe, ainda, a instalação de placas de sinalização de animais na pista, limpeza de bueiros, campanhas educativas destinadas aos motoristas, retirada de resíduos nos acostamentos das rodovias e alterações estruturais na rodovia, além da instalação de redutores de velocidade e sonorizadores. O fato é que, apesar dessas providências ainda não terem sido implementadas na sua totalidade, nos últimos 10 quilômetros desse percurso foi registrada a menor quantidade de animais atropelados em todo o estudo. Infere-se que esse baixo índice pode ter estreita ligação com a presença de trabalhadores observada durante todo o ano nesse trecho explorado pela empresa. Os funcionários além de fazer a manutenção do asfalto e poda de vegetação do entorno da rodovia, também retirariam os animais atropelados das pistas. Seria mais um tipo de “limpeza” acrescentada ao trabalho. Isso, entretanto, mascara os atropelamentos ocorridos naquele segmento de rodovia.

Nosso conhecimento sobre os impactos dos atropelamento na fauna selvagem é precário. Um grande número de trabalhos parece ter sido escrito com dados esporádicos, coletados aleatoriamente e de forma complementar a saídas de campo realizadas com outros objetivos. Ainda estamos preocupados em caracterizar o problema e pouco temos realizado para efetivamente minimizá-lo. Cremos que os órgãos ambientais somente se mobilizarão para esse tema quando houver uma pressão da comunidade científica para a criação de normas específicas de estudos que contemplem monitoramentos pré e pós-implantação de sistemas de proteção. Precisamos sair da esfera ambiental e discutir o problema com uma conotação econômica, onde os diferentes segmentos da sociedade percebam a problemática como uma necessidade para reduzir gastos públicos (BAGER *et al.*, 2006, p. 11)

Para CUPEROS (2005), as medidas mitigatórias são o primeiro passo, quando é possível remediar a situação. As compensatórias são um segundo passo, efetuadas se há impossibilidade de aplicação das mitigatórias. O autor também demonstra a inexistência de medida mitigatória para a perda e perturbação de habitat. Para esses dois casos sugere a medida compensatória de compra de terras, a fim de serem usadas como habitats com remanejamento de espécies. Para mitigar o atropelamento de animais sugere construções como passagens em dois níveis, o uso de cercas, túneis e prolongamento de pontes, e como

medida compensatória o fechamento de tráfego motorizado em rodovias com alto índice de atropelamentos, onde mitigação e compensação não são aplicáveis.

É importante realizar mais estudos para a implantação de medidas, como dispositivos de travessia e/ou de contenção de fauna. O uso deste tipo de medida requer mais informações sobre as espécies vitimadas, já que alguns dispositivos podem não funcionar adequadamente ou até mesmo prejudicar determinados táxons (HENGEMÜHLE e CADEMARTORI, 2006).

Uma das estratégias para reduzir os atropelamentos na BR-277, no Paraná, foi a criação de um grupo multidisciplinar, envolvendo biólogos, técnicos ambientais e engenheiros de tráfego, que estabeleceriam um conjunto de ações mitigadoras (LIMA e OBARA, 2006).

Os três estudos mencionados anteriormente exemplificam o conjunto que pode ter os melhores resultados em regiões de atropelamentos de animais silvestres: o primeiro relata as medidas mitigatórias e compensatórias necessárias, o segundo alerta como devem ser os estudos para a implementação das pretendidas soluções, e o terceiro discrimina as equipes que fariam esse trabalho. Contudo, a efetivação de todo esse processo depende da mobilização da comunidade científica envolvida, a qual juntamente com segmentos populares interessados (ONGs, clubes de ciência etc..) devem romper o “ciclo de inércia” existente na população em geral, em órgãos governamentais, empresas privadas e Casas de Leis em nível municipal, estadual e federal, responsáveis por essa questão.

## CONCLUSÃO

Analisando-se os dados obtidos, verifica-se que atropelamentos de vertebrados silvestres é uma questão relevante para a conservação animal, na região central do estado do Rio Grande do Sul. Foram registradas espécies de interesse em virtude de estarem classificadas como “vulnerável” e “em perigo”, na Lista das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no estado.

O inventário dos atropelamentos tanto a quantidade de indivíduos quanto a riqueza de espécies resultou em números elevados. Entretanto, os números levantados são potencialmente maiores do que foi possível amostrar, segundo indica as curvas de acumulação de espécies.

Ocorreram resultados esperados quanto ao sexo. Os machos de duas espécies de mamíferos amostradas na região, têm a tendência de serem atropelados mais que as fêmeas, e existe uma tendência geral na classe dos mamíferos dos machos serem mais vitimados.

A sazonalidade determinou diferenças nos atropelamentos nas classes, conforme era esperado. No verão houve mais mamíferos, aves e répteis vitimados, enquanto que anfíbios foram mais atropelados na primavera.

A variação do número de atropelamentos com a temperatura ocorreu somente em répteis e aves.

As diferenças entre os trechos, apesar de esperadas, foram significativas somente entre os trechos T1 (Norte) e T4 (Oeste).

As quatro classes de animais associaram-se mais ao entorno aberto, onde ocorria agricultura e pastagem. Resultado diferente do esperado, uma vez que a hipótese era de uma associação maior com áreas de fragmentos florestais.

Não existem medidas mitigatórias e/ou compensatórias eficientes e em quantidade suficientes na região. Resultado esperado. Recomenda-se para sua implementação que as medidas tenham relação direta com as espécies, as características do ambiente e as rodovias da região.

Em virtude da área de estudo ter um elevado potencial de espécies, entornos muito heterogêneos e ser relativamente extensa, sugere-se para futuros trabalhos na região que a coleta de dados seja realizada com maior esforço amostral, ou que a área de estudo seja reduzida. Essas condições contribuiriam para melhorar e detalhar a situação de atropelamentos de vertebrados silvestres, acrescentando outros dados sobre o problema nas rodovias da região central do Rio Grande do Sul.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, A. G.; *et al.* Estudo de atropelamentos de animais silvestres na estrada Raymundo Mascarenhas e estrada do manganês, município da parauapebas, sudes-te do Para, 2009, São Lourenço, Minas Gerais: **Anais do IX Congresso de Ecologia do Brasil, 13 a 17 de setembro de 2009**.p.1-2.Disponível em:<[http://www.sebecologia.org.br/2009/resumos\\_ixceb/951.pdf](http://www.sebecologia.org.br/2009/resumos_ixceb/951.pdf)>. Acesso em 20 abr. 2010.
- AYRES, M. *et al.* **BioEstat 5.0. 2007**. Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Sociedade Civil Mamirauá (MCT). Imprensa Oficial do Estado do Pará. IDE, 2007
- BAGATINI, T. *Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodoviasdo entorno da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigadoras*. 2006. 74p. Brasília: Dissertação (Mestrado.em.Ecologia), Universidade de Brasília, IDE, 2006.
- BAGER, A; *et al.* Cap 3. 2007. **Fauna selvagem e atropelamento-diagnóstico do conhecimento brasileiro**. 13 p. Disponível em: <<http://sites.google.com/site/ecologiaestradas/download>>.Acesso em 15 jul. 2010.
- BENNET, A.F. Estradas, estradas e conservação da vida selvagem: uma revisão, p. 99-118. In: D.A. SAUNDERS & R.J. Hobbs (Eds). **Nature Conservation 2: O Papel dos Corredores**. Chipping Norton, Beatty and Sons, XII, 1991.442 p.
- BERGALLO, H. G.; VERA y CONDE, C. F.O Parque Nacional do Iguaçu e a estrada do Colono. **Ciência Hoje**, 29: 2001. p.37-39.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. 2010. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, CPTEC, **Banco de dados meteorológicos**. 2010. Disponível em: <<http://bancodedados.cptec.inpe.br/>>.Acesso em 15 jan. 2010.
- \_\_\_\_\_. Ministério das Cidades, Departamento Nacional de Trânsito. DENATRAN. 2009. Sistema Nacional de Registro de Veículos/RENAVAM. **Registro nacional de estatísticas e acidentes de trânsito**. RENAEST.Disponível em:.<[http://www.tela.com.br/dados\\_mercado/anual%20e%20semestral/semestral2009.pdf](http://www.tela.com.br/dados_mercado/anual%20e%20semestral/semestral2009.pdf)> Acesso em 07 jan. 2010.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.IBGE. **Mapa e descrição de Biomas e da Vegetação do Brasil**. 2004. Disponível em:<[http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_impressao.php?id\\_noticia=169](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_impressao.php?id_noticia=169)>Acesso em: 22 fev. 2010.
- \_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT, **Malha rodoviária brasileira**, 2004. Disponível em:<[www.gov.dnit.br](http://www.gov.dnit.br)>. Acesso em 12 dez. 2009.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. MT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. ANTT. 2008. **Anuário Estatístico 2008**. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/passageiro/anuarios/anuario2008/quadro\_4.1.asp>. Acesso em 12 jan. 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura. **Inventário Florestal Nacional. Florestas Nativas RS**. Brasília, 1983.

\_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento Agrário. 2009. **Territórios da Cidadania Região Central-RS**. Disponível em: <http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlm/clubs/territoriosrurais/regiocentralrs/one-community?page\_num=0>. Acesso em 30 mai 10.

\_\_\_\_\_. Ministério dos Transportes. MT. **Anuário Rodoviário 2009**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. DNIT. Diretoria de Infraestrutura Rodoviária, Coordenadoria Geral de Operações Rodoviárias, CGPERT.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 237, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>

CÁCERES, N. C. Occurrence of *Conepatus chinga* (Molina) (Mammalia, Carnívora, Mustelidae) and other terrestrial mammals in the Serra do Mar, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**. v. 21, n. 3. São Paulo: 2004, p. 577-579. In: REIS, N. R. dos. Mamíferos do Brasil, Londrina, 2006. 437 p, p. 260

CÂNDIDO JR, J. F. *et al.* Dieta de avoantes (*Zenaida auriculata*, Des Murs, 1847) atropeladas na BR-277 entre Cascavel e Foz do Iguaçu-PR e implicações para seu manejo Characeae **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, supl. 1, p. 68-69, set. 2008

CECHIN, S. Z. *et al.* A Fauna de Santa Maria: **Ciência & Ambiente / Universidade Federal de Santa Maria** – v1, n1, pg. 138 e 139, Jan./Jul. 2009.

CHEIDA, C. C. *et al.* Cap 8. Ordem Carnívora. In: REIS, N. R. dos; et al. **Mamíferos do Brasil, Londrina**, 2006. 23p, p. 231-275

CHEREM, J. J. *et al.* Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, Sul do Brasil. **Revista Biotemas**, v. 20, n. 2, 2007.p. 81-96,

COLWELL, R. K. **Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples**. Version 8.2.0.persistent URL <purl.ocolc.org/estimates> University of Connecticut, Connecticut. U.S.A. 2006

COSTA, S.; ALONZO, A.; TAMIOKA, S. **Modernização Negociada: Expansão Viária e Riscos Ambientais no Brasil**. Brasília: Edições IBAMA. 2001.

CUPERUS, R. **Ecological Compensation Ofhighway Impacts. Negotiated trade-off or net-loss**.2005.Disponível em.<http://www.verkeerenwaterstaat.nl/kennisplein/loaded/DWW/2005-08/264181/DWW-2004-077%20proefschrift%20naturcom-pensatie.pdf.>.Acesso em 21 abr. 10.

DALPONTE, J. C.; TAVARES-FILHO, J. A. Diet of the yellow Armadillo, *Euphactus sexcintus*. In: REIS, N.R.dos. *et al.* **Mamíferos do Brasil**, Londrina, 2006. 437 p, p. 83

- D'EON, R.G. *et al.* Landscape connectivity as a function of scale and organism vagility in a real forested landscape. *Conservation Ecology*, 6: 2002. 1-10.
- EFE, M. A; FILIPPINI, A. Nidificação do joão-de-barro, *Furnarius rufus* (Passeriformes, Furnariidae) em estruturas de distribuição de energia elétrica em Santa Catarina. *Ornithologia* 1(1):121-124, Junho 2006
- FARIA, C. M. 2004, *Ecologia de graxains (Carnivora : Canidae; Cerdocyon thous e Pseudalopex gymnocercus) em um remanescente de Mata Atlântica na região metropolitana de Porto Alegre - Parque Estadual de Itapuã - Rio Grande do Sul, Brasil*. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/4269>>. Acesso em 03 jun. 10.
- FICHER, W. A. *Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do pantanal*. 44 p. Dissertação Mestrado em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Mato Grosso, Campo Grande. 1997.
- FORMAN, R.T.. Land mosaics. The ecology of landscapes and regions. Cambridge. **University Press, Cambridge**.1995
- FORMAN, R. T.; Alexander, L. E.. Roads and their majorecological effects. **Annual Reviews in Ecology and Systematics**, 29: 1998. p. 207-231
- GIBBS J.P; SHRIVER, G. Estimating the Effects of Road Mortality on Turtle Populations. **Conservation Biology** 16: 1647-1652. 2001.
- HENGEMÜHLE, A.; CADEMARTORI, C. V. *Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em um trecho da estrada do mar (RS-389)* **Biodiversidade Pampeana**, PUCRS, Uruguaiana, 6(2): 2008. p.4-10.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). *Manual Técnico da Vegetação Brasileira*. Rio de Janeiro, 1992. Radar na Amazônia (RADAM). Unidades de Vegetação do Rio Grande do Sul, 1992. Disponível em [http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/1162475144veg\\_rs.jpg](http://www.biodiversidade.rs.gov.br/arquivos/1162475144veg_rs.jpg) >Acesso em: 29 Mai 10.
- LIMA, S. F.; OBARA, A. T.. *Levantamento de animais silvestres atropelados na BR-277 às margens do Parque Nacional do Iguaçu: subsídios ao programa multidisciplinar de proteção à fauna*. 2004. Disponível em: <[http://www.originalsnatura.com.br/downloads/impactos/animais\\_atropelados\\_em\\_rodovias.pdf](http://www.originalsnatura.com.br/downloads/impactos/animais_atropelados_em_rodovias.pdf) >. Acesso em 13 Set 08.
- MARQUES, A. A. B. et al. **Lista de Referência da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul**. Decreto no 41.672, de 11 junho de 2002. Porto Alegre: FZB/MCT-PUCRS/PANGEA, 2002. 52p. (Publicações Avulsas FZB, 11)
- MCDONOUGH, C.M; LOUGHRY, W. J. Armadillos. The New Enciclopédia of Mammals. Oxford. Oxford University Press, 2001, p.796. In: DOS REIS, N.R. *et al.*, **Mamíferos do Brasil**, Londrina, 2006. 437 p, p. 80
- MILLI, M. S.; PASSAMANI, M. *Atropelamento de animais silvestres na rodovia ES259*. 2006. Disponível em: <[http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/01\\_Milli\\_Passamani.pdf](http://www.naturezaonline.com.br/natureza/conteudo/pdf/01_Milli_Passamani.pdf)>. Acesso em 20 Dez 09.

MOOJEN, J. Os roedores do Brasil. Ministério da Educação e Saúde, Instituto Nacional do Livro, Rio de Janeiro. 1952. 214 p. In: REIS, N. R. dos; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Mamíferos do Brasil**, Londrina, 2006. 437 p, p. 260

MONTEIRO, P.S.D. *et al.* Dados preliminares sobre taxa de atropelamentos da jibóia vermelha (*epicrates cenchria linnaeus*, 1758) na estrada raymundo mascarenha e do manganês azul, Floresta nacional de Carajás, sudeste do Pará. **Anais do IX Congresso de Ccologia do Brasil**, 13 a 17 de setembro de 2009, São Lourenço - MG

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.

MOURA, R. & BUENO, C.. *Panorama das medidas de controle adotadas pelas concessionárias privadas no sistema viário brasileiro referente ao atropelamento de animais silvestres*. 2009. Disponível em <<http://www.uva.br/cursos/graduacao/ccbs/revistabioecologia/06-09/panorama-medidas-controle.html>>. Acesso em 20 fev. 10.

NAKANO-OLIVEIRA, E. *Ecologia Alimentar e Área de Vida de Carnívoros da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, SP (Carnívora: Mammalia)*. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia)–Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002. In: REIS, N. R. dos *et al.*, **Mamíferos do Brasil**, Londrina, 2006. 437 p, p. 244

\_\_\_\_\_. *Ecologia de Mamíferos Carnívoros e a Conservação da Mata Atlântica na região do complexo Estuarino Laguna de Cananéia, Estado de São Paulo*. Tese (Doutorado em Ecologia)–Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. In: REIS, N. R. dos. *Et al.* **Mamíferos do Brasil**, Londrina, 2006. 437 p, p. 245

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*. 128 p. Dissertação (mestrado em ecologia), Universidade Federal de São Carlos, São Paulo. 2004

PRADO, R. T.; FERREIRA, A. A. GUIMARÃES, Z. F. S.; **Monitoramento de animais silvestres atropelados em um trecho de mata fragmentado pela BR-153/GO-060**. 2004 **Disponível em** <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiceb/resumos/270a.pdf>>. Acesso em 20 de fev. 2010.

REIS, N. R. *et al.* **Mamíferos do Brasil**. Londrina, 2006. 437 p.

RICHINI-PEREIRA, V.B.; GRIESE, J.; BOSCO, S.M.G.; SILVA, R.J. e BAGAGLI, E.. *Road-killed wild animals: use in molecular eco-epidemiology of fungal pathogens*. **J.Venom. Anim. Toxins incl.Trop. Dis.**, v.12, n.4, 2006. p.674.

RIO GRANDE DO SUL. **Anuário Rodoviário Estadual/RS**. Secretaria de Infra-Estrutura e Logística, SEINFRA Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem. DAER. 2008. Disponível em: <[http://www.daer.rs.gov.br/site/sistema\\_rodoviario\\_rodovias.php](http://www.daer.rs.gov.br/site/sistema_rodoviario_rodovias.php)>. Acesso em: 20 mai 2010.

\_\_\_\_\_. Secretaria do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul, SEMA. Sistema Estadual de Recursos Hídricos. **Bacias Hidrográficas do RS**. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/sema/html/imagens/regioes.gif>>. Acesso em 29 mai 2010.

\_\_\_\_\_. Departamento de Florestas e Áreas Protegidas do Estado do Rio Grande do Sul. Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Departamentos de Ciências Florestais, Engenharia Rural e Geociências. **Mapeamento do Uso da Terra**. 2002. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/ifcrs/mapas.htm>>. Acesso em 17 fev. 10.

ROCHA-MENDES, F. *Ecologia alimentar de carnívoros (Mammalia: Carnívora) e elementos de etnozoológico município de Fênix, Paraná, Brasil* 72p Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2005. In: REIS, N. R. dos. et al. **Mamíferos do Brasil**, Londrina, 2006. 437 p, p. 244

RODRIGUES, E.; PINHEIRO, J.; PEREIRA, A. P. **Estradas e EIA/RIMA no Acre**. 2002. Disponível em: <<http://sites.google.com/site/ecologiaestradas/download>>. Acesso em 08 mai. 10.

RODRIGUES, F.H.G. et al. *Impacto de Rodovias sobre a fauna da estação Ecológica de Águas Emendadas, DF*. **Anais do III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação**. Fortaleza. 2002

RODRIGUES, A. S. M; AURICCHIO, P. *Canídeos do Brasil*. Coleção Terra Brasilis, Serie Zoológica-Zoo II, Mamíferos do Brasil, 1994a. In: REIS, N. R. dos; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Mamíferos do Brasil**, Londrina, 2006. 437 p, p. 245.

ROMANINI, P. U. *Rodovias e meio ambiente. Principais impactos ambientais, incorporação da variável ambiental em projetos rodoviários e de gestão ambiental*. 2001. 147 f. Tese (Doutorado em Ciências) Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo

ROSA, A. O.; MAUHS, J. **Atropelamento de animais na rodovia RS-40**. 2004. Disponível em <<https://www.tspace.library.utoronto.ca/bitstream/1807/5369/1/cp04003.pdf>> Acesso em 13 Set 08.

SANTA CRUZ RODOVIAS S.A. **Relatório Semestral de Monitoramento de Fauna**, relativo ao Processo Administrativo nº 16850-05.67/08-0 e condicionante LO nº 180/2009-DL, referente à operação da Rodovia Estadual RSC 287– trecho Tabai-Santa Cruz do Sul (77,00 km de extensão, do km 28+000 ao km105+000), pertencente ao Pólo Rodoviário de Santa Cruz do Sul. 2009

SANTOS, M. de F. M. dos. *et al.* Mamíferos carnívoros e sua relação com a diversidade de habitats no Parque Nacional dos Aparados da Serra, sul do Brasil. *Iberingia*, Ser Zool. V. 94, n.3. Porto Alegre: 2004, p.235-245. In:REIS, N.R.dos. *et al.*, **Mamíferos do Brasil**, Londrina, 2006. 437 p, pg 260

SAUNDERS, D.A; Hobbs, R.J; Margules, C.R.. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology** 5: 1991 p.18-31

SICK, H.**Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira. 1997.

SILVA, F. **Mamíferos silvestres do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. 1984. 246 p.

\_\_\_\_\_. **Mamíferos do Rio Grande do Sul**. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul. 1994.

SORENSEN, J. A. Road-kills of badgers (*Meles meles*) in Denmark. *Ann. Zool.Fennici*, 32, 1995.p.31-36,

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

TUMELEIRO, L. K.; KOENEMANN, J. G.;ÁVILA, M. C. N. ; PANDOLFO, F.; OLIVEIRA, E. V.Notas sobre mamíferos da região de Uruguaiana: estudo de indivíduos atropelados com informação sobre a dieta e conservação. *Biodiversidade Pampeana*, v, 4, 2006. p. 38-41,

TURCI, L. C. B.; BERNARDE, P. S. Vertebrados atropelados na Rodovia Estadual 383 em Rondônia, Brasil. *Biotemas*, 22 (1): 2009. p.121-127..

VIEIRA, E. M. Highway mortality of mammals in central Brazil.*Ciência e Cultura*, 48: 1996. p. 270-272.

## **ANEXOS**



## ANEXO B

Principais resultados obtidos em estudos realizados sobre atropelamentos de animais silvestres no Brasil: spp. = espécies; in = indivíduos; An = anfíbios; R = répteis; Av = aves; M = mamíferos.

Região de Estudo	Fonte	Km percorridos	Anfíbios	Répteis	Aves	Mamíferos	Indivíduos p/km
Rodovia RS-40 – RS	Rosa e Mauhs (2004)	1.092	0	05 spp. 16 in (17,8%)	18 spp. 27 in (30%)	11 spp. 47 in (52,2%)	0,082 total 0,014 R 0,024 Av 0,043 M
Santa Catarina	Cherem et al. (2007)	30.100	-	-	-	20 spp. 257 in	0,008 M
Morro da Mina – PR	Silva et al. (2007)	1.044	09 spp. 51 in	11 spp. 23 in	-	-	0,048 An 0,022 R
Parque Iguaçu – PR	Cândido -Jr. et al. (2002)	NI	02 spp. 02 in	06 spp. 33 in	21 spp. 67 in	18 spp. 146 in	-
Águas Emendadas – DF	Rodrigues et al. (2002)	4.590	05 spp. 53 in (8%)	25 spp. 151 in (22,7%)	54 spp. 393 in (59,1%)	16 spp. 68 in (10,2%)	0,145 total 0,011 An 0,032 R 0,085 Av 0,014 M
Brasil Central	Vieira (1996)	9.300	-	-	-	15 sp. 82 in	0,008 M
Bragança – PA	Pereira et al. (2006)	11.664	-	-	-	07 spp. 44 in	0,003 M
Rondônia RO 383	Turci e Bernarde (2008)	3.300	02 spp. 68 in (26,3%)	13 spp. 63 in (24,3%)	12 spp. 67 in (25,9%)	07 spp. 61 in (23,5%)	0,078 total 0,02 An 0,019 R 0,02 Av 0,018 M
noroeste do estado de São Paulo	Prada (2004)	12.440	02 spp 35 in (6%)	11 sp 56 in (9%)	45 spp 310 in (52%)	23 sp 184 in (31%)	0,047 total 0,002 An 0,004 R 0,02 Av 0,014 M
Este estudo		9.600	4 spp 39 in (4,7%)	18 spp 97 in (11,7%)	46 spp 265 in (31,9%)	19 spp 428 in (51,7%)	0,086 total 0,004 An 0,010 R 0,027 Av 0,044 M

(Adaptado de TURCI e BERNARDE, 2006)