

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
DEPARTAMENTO DE ECOLOGIA  
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ARTHUR LAUER DE ALMEIDA

USO DE PASSAGENS DE FAUNA NA RODOVIA CS-012, CAMBARÁ DO SUL-RS.

Porto Alegre  
2015

USO DE PASSAGENS DE FAUNA NA RODOVIA CS-012, CAMBARÁ DO SUL-RS.

Trabalho de conclusão de curso de  
graduação de Ciências Biológicas  
da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul.

ARTHUR LAUER DE ALMEIDA

Orientador: ANDREAS KINDEL

Porto Alegre

2015

## Agradecimentos

Vou separar os agradecimentos em classes:

Afetivo: nesse grupo quero agradecer primeiramente meus familiares, pai (Gabriel), mãe (Fabiana), irmã (Ana), irmão (Lucca), e por ultimo mas não menos importante (~~last but not least~~) a Cacá, minha namorada. Principalmente minha mãe por segurar a barra em momentos difíceis e sempre estar por perto quando necessário. Também é importante lembrar meus avós Nede (Nereida) e Nesto (Ernesto) pelo apoio afetivo e também financeiro ~~patrocinadores máster~~. Ao Lucca por ser o player 2 nos fins de semana e a Cassiane pela companhia e auxílio acadêmico em diversas áreas.

Acadêmico: aqui os principais agradecimentos vão ao NERF por me acolher como aluno novato na área da ecologia de rodovias. Principalmente ao Andreas Kindel pelo auxílio e por me puxar na redação deste TCC. Também quero agradecer especialmente ao Igor Coelho pelo start na função das armadilhas e auxílios com o início do projeto. Nessa finaleira também tiveram participação importante a Julia e Larissa ao me aconselhar em alguns tópicos do artigo. Nesse grupo ainda estão: Fernanda, Magnus, Gabi, Paula e todos que participaram da coleta e amostragem de dados.

## Apresentação

O presente trabalho de conclusão foi formatado conforme as normas técnicas da revista *European Journal of Wildlife Research* a exceção das figuras, tabelas e imagens coloridas que foram inseridas no texto para facilitar a leitura e compreensão. As orientações para os autores estão anexas no documento.

## Resumo

A degradação causada pelo homem nos ecossistemas é fator de influência nas populações de animais, um dos fatores mais importantes no que concerne as questões de mortalidade de fauna. Há efeitos causados pela introdução de espécies exóticas, caça, poluição e entre os mais importantes estão os efeitos causados por rodovias. A mortalidade de fauna por atropelamento, atualmente, está entre os eventos antrópicos de maior importância com relação à conservação animal. Números que se aproximam de valores relacionados à caça já são vistos em países como os Estados Unidos, e no Brasil não é diferente. Isto já está motivando diversos profissionais a buscar alternativas de mitigação para reduzir esses números. Esse trabalho tem como objetivo demonstrar a utilização de passagens de fauna instaladas na rodovia CS-020, no entorno dos Parques de Aparados da Serra e Serra Geral, levando em conta as espécies que utilizaram e suas frequências de utilização. Isso pode gerar informações importantes para gestores, consultores e conservacionistas, com o intuito de melhorar futuros investimentos em mitigações. Os resultados apontam para uma utilização razoável das passagens, apresentando algumas passagens com maior número de registros, assim como algumas espécies mais frequentes. Foram registrados um total de 800 passagens pelos passa-fauna subterrâneos e 141 nas aéreas. Os dias de amostragem totalizaram 1684 nas PS (passagens de fauna subterrâneas) e 807 nas PA (passagens de fauna aéreas). Uma hipótese levantada é que certos atributos das passagens, como presença de passarelas nas entradas e a presença de água, dentro ou próximo às passagens, tenha afetado o número de registros efetivos.

Palavras-chave: Ecologia de rodovias, passagens de fauna, monitoramento de fauna, mitigação.

## Introdução

As atividades humanas impactam cerca de um terço à metade da superfície da terra (Vitousek et al. 1997) e dentre esses impactos estão os causados pela construção de estradas. Alguns efeitos das estradas são: perda, degradação (ruído, luzes, poluição) e fragmentação de habitat; mortes de animais silvestres por atropelamento e diminuição de fluxo gênico pela formação de barreiras ou filtros (Ree et al. 2007; Fahrig and Rytwinski 2009) e declínios populacionais (Fahrig and Rytwinski 2009). Essas alterações podem modificar o comportamento e estado fisiológico dos animais por distúrbios nas áreas de ocupação, resultando em redução do sucesso reprodutivo e podendo afetar a estrutura e as funções de populações, comunidades e ecossistemas próximos às rodovias (Trombulak and Frissell 2000).

A mortalidade de fauna por atropelamento é citada como principal evento antrópico causador de mortes de vertebrados terrestres, sendo mais deletéria do que a caça (Forman and Alexander 1998). Como fatores importantes do efeito das rodovias, temos ainda a redução do fluxo gênico e redução de abundância, o primeiro causado por evitamento da rodovia ou diminuição da diversidade genética causada por atropelamentos. A redução populacional devido a atropelamentos tem um grande efeito na diversidade genética, sendo maior que os efeitos causados pelo efeito de barreira das estradas (Grilo et al. 2010; Jackson and Fahrig 2011). Esses problemas estão relacionados com a perda de conectividade da paisagem (Nielsen et al. 2006), que diminui a interação entre as populações que antes estavam agrupadas. Todos esses fatores favorecem a endogamia e a perda de vigor híbrido devido à deriva genética (Wright 1931).

Entre as diversas medidas mitigadoras, para reduzir mortalidade por atropelamento e aumento da conectividade entre populações, estão as passagens de fauna. Outros artifícios são utilizados, como sinalização, medidas para reduzir tráfego ou velocidade, sistemas de detecção de animais, repelentes e cercas (Huijser and McGowen 2010; van der Grift et al. 2012). O tipo de construção e os atributos relacionados às passagens são de extrema importância para que sua utilização traga efeitos, e diferentes soluções podem ser tomadas para diferentes grupos de animais (Mata et al. 2008). Diversos grupos já tiveram documentados os usos de diferentes tipos de passagens (Gloyne and Clevenger 2001; Dodd et al. 2004; Mata et al. 2008) e essa informação serve para novas tomadas de decisão e demonstra a importância do acompanhamento do uso das estruturas de mitigação.

Diversos fatores influenciam a utilização das passagens de fauna, alguns são: localização (Clevenger and Waltho 2000), tamanho e formato (Cain et al., 2003; Clevenger and Waltho, 2005), temperatura, umidade e luz no interior das estruturas (Hamer et al. 2014). Por esses motivos é importante um estudo que possa demonstrar a importância das passagens de fauna e suas diferentes representações para englobar utilizações de diversos organismos. Ao que consta, o tipo de passagem tem mais importância do que a área em seu entorno, como variável para escolha por diferentes espécies (Mata et al. 2005), sendo mais um motivo para dar ênfase a estudos que demonstrem a pluralidade da utilização das medidas de mitigação. A frequência com que medidas mitigadoras são implantadas não está diretamente correlacionada com sua efetividade, e muitas vezes as medidas mais eficientes para certos organismos não estão em congruência (Glista; Devault; Dewoody, 2009).

Muitos artigos fazem referências aos atributos das passagens (Clevenger and Waltho 2005; Serronha et al. 2013; Clevenger 2013) e a frequência de utilização destas. Nesses trabalhos são avaliados a preferência por certas espécies a tais atributos, determinando as espécies mais relacionadas a alguns tipos de passa-fauna (Serronha et al. 2013). Além da questão dos atributos, existe a diferença entre as espécies, que influencia nas taxas de uso das passagens. Alguns fatores como presença de vegetação no entorno, estruturas dos passa-fauna, e nível de distúrbio humano são determinantes na atividade dos organismos e, portanto podem influenciar no uso das passagens de fauna (Grilo et al. 2010; Grilo et al. 2008; Cain et al. 2003) (Little et al. 2002) (Mata et al. 2005). Além disso, a temperatura, umidade, quantidade de luz estão entre algumas condições associadas à utilização das estruturas de mitigação e a preferência das espécies (Hamer et al. 2014).

Neste trabalho tivemos o objetivo de avaliar se as passagens de fauna instaladas na estrada que dá acesso ao Parque Nacional da Serra Geral, no nordeste do Rio Grande do Sul com intuito de mitigar a mortalidade por atropelamentos, estão sendo utilizadas por vertebrados terrestres. Especificamente pretendemos descrever: 1) quais espécies utilizam as passagens, 2) frequência de utilização das passagens, 3) diferenças na utilização de passagens com características distintas e 4) tempo de permanência nas passagens. A hipótese era de que passagens com água e sem passarelas de acesso teriam uso menos frequente e menos espécies transitando do que passagens sem água e com passarela.

#### Material e métodos

Os Parques Nacionais de Aparados da Serra e Serra Geral estão localizados na divisa entre os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e abrangem aproximadamente 30.360 ha de formações de Mata Atlântica, e campos.

O monitoramento das passagens de fauna ocorreu na rodovia municipal CS-012 que vai do município de Cambará do Sul até o Cânion Fortaleza, no Parque Nacional da Serra Geral. Essa rodovia tem duas pistas e uma extensão de 17 km, dos quais 13 estão asfaltados. O fluxo médio foi de 135 veículos por dia entre março de 2014 e maio de 2015 (NERF, dados não publicados). Com a finalidade de reduzir a mortalidade de fauna, visto que a estrada está no entorno das unidades de conservação, foram instaladas oito passagens de fauna subterrâneas (anexo 1, figura 1) e sete passagens de fauna aéreas (anexo 2; figura 1). As passagens aéreas tinham todas as mesmas características, sendo confeccionadas com telas de arame estendidas entre dois postes (anexo 3). Já as passagens de fauna subterrânea, eram todas de concreto ou com substrato de barro, do modelo celular simples ou duplo, distinguindo-se, sobretudo pela presença ou não de água e de passarelas laterais de concreto para facilitar o acesso dos animais (anexo 4 e 5).

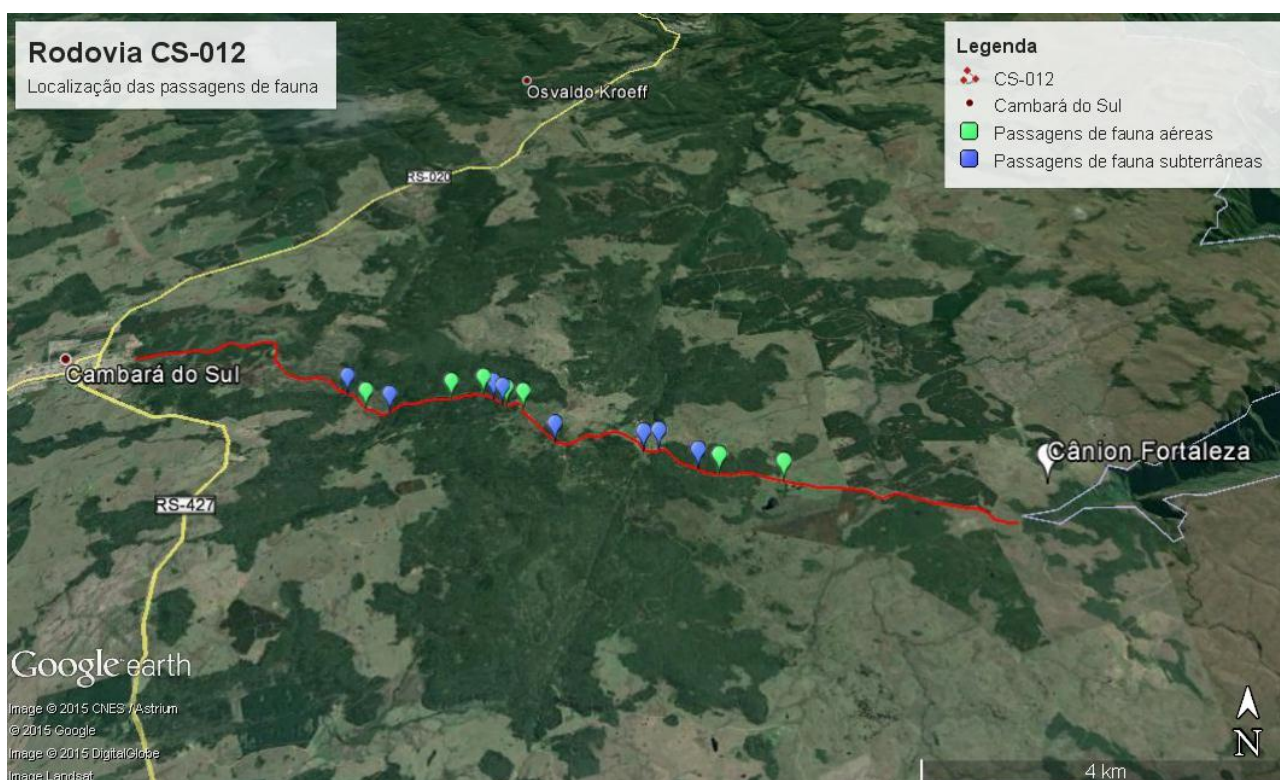


Fig1 Imagem com a localização das passagens de fauna, na rodovia CS-012, Cambará do Sul-RS. A linha branca indica a divisa entre os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Fonte: Google Earth).

Monitoramos o uso das passagens de fauna (PF) por vertebrados com armadilhas fotográficas (Bushnell Trophy Cam) desde maio de 2014 até junho de 2015. Em virtude da disponibilidade de apenas oito armadilhas, revezamos as câmeras nas PF, sendo que cada PF foi monitorada pelo menos 15 dias por mês. As câmeras foram configuradas para tirarem três fotos a cada disparo com intervalo de rearme de dez segundos. A cada revezamento, as fotos foram descarregadas e armazenadas em um computador, separadas por pastas para cada PF e triadas para a obtenção de fotos de interesse, excluindo disparos falsos ou outras falhas. No programa Câmera Base versão 1.6.1, (Tobler 2014) foi realizada a identificação da espécie, a classificação e armazenamento dos registros. Consideramos um novo registro quando houve um intervalo de 15 minutos entre uma imagem e outra, para evitar a superestimativa de eventos de utilização da PF pelo tempo de permanência dos espécimes nas passagens. Para cada um dos registros anotamos as seguintes informações: identificação da espécie, passagem utilizada, data e horário.

Com base nestes registros obtivemos a frequência de uso, riqueza para cada passagem e o tempo de permanência para algumas espécies de interesse.

Avaliamos a diferença entre a riqueza e a frequência de uso entre as passagens através de Análise de Variância com Permutação (Pillar e Orlóci, 1996) no programa computacional MULTIV 3.4b (<http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/MULTIV.html>) utilizando a distância euclidiana como medida de semelhança, 1000 iterações e  $\alpha = 0,05$ .

## Resultados

Totalizamos 1684 dias de amostragem nas passagens de fauna subterrâneas que resultaram em 800 registros de uso e uma taxa de 0,48 registros por dia de amostragem (tabela 1). Nas passagens de fauna aéreas foram 807 dias de amostragem com 141 registros e uma taxa de 0,17 registros por dia de amostragem (tabela 2).

Tab 1 Vertebrados registrados nas passagens subterrâneas na rodovia CS-012 no período de abril 2014 a junho de 2015. SPSA: Passagem sem passarela na entrada e sem água; SPCA: Passagem sem passarela na entrada e com água; CPCA: passagem com passarela na entrada e com água.\* Espécie não foi identificada, porém só existem dois canídeos nativos na região.

	SPSA1	SPSA2	SPCA	CPCA1	CPCA2	CPCA3	CPCA4	CPCA5	Total
<b>AVES</b>									
<i>Aramides saracura</i>	0	0	0	0	22	0	2	0	24
<i>Aramides sp.</i>	0	1	11	0	38	2	19	0	71
<i>Crypturellus obsoletus</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>MAMÍFEROS</b>									
<i>Cavia sp.</i>	0	2	0	33	4	0	4	2	45
<i>Cerdocyon ou Lycalopex*</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Cerdocyon thous</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Chironectes minimus</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Conepatus chinga</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Dasyprocta azarae</i>	128	0	0	0	0	0	0	0	128
<i>Dasybus novemcinctus</i>	0	6	0	0	0	0	0	0	6
<i>Dasybus sp.</i>	4	54	0	0	0	0	0	0	58
<i>Eira barbara</i>	3	0	0	1	0	0	0	0	4
<i>Galictis cuja</i>	0	0	0	1	2	3	0	0	6
<i>Leopardus guttulus</i>	1	8	0	6	1	1	0	1	18
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Mazama gouazoubira</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Procyon cancrivorus</i>	1	3	0	1	0	3	27	0	35
<i>Tamandua tetradactyla</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Mamífero NI	7	4	0	5	0	1	1	1	19
Marsupial NI	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Roedor NI	0	3	6	124	61	42	5	120	361
<b>RÉPTEIS</b>									
<i>Salvator merianae</i>	0	1	0	0	6	6	0	0	13
<b>Riqueza</b>	8	11	2	8	9	8	7	4	17
<b>Total geral de registros</b>	148	84	17	172	136	59	60	124	800
<b>Dias de amostragem</b>	212	197	200	196	200	297	187	195	1684
<b>Registros por dia de amostragem</b>	0,70	0,43	0,09	0,88	0,68	0,20	0,32	0,64	0,48

Tab 2 Vertebrados registrados nas passagens aéreas instaladas na rodovia CS-012 no período de abril de 2014 a junho de 2015. Três das passagens aéreas não tiveram registros e não estão representadas. (PFA passagens aéreas).

	PFA04	PFA05	PFA06	PFA07	Total
Echimiidae	46	25	35	35	141
<b>Total geral de registros</b>	46	25	35	35	141
<b>Dias de amostragem</b>	118	171	280	238	807
<b>Registros por dia de amostragem</b>	0,39	0,15	0,13	0,15	0,17

As passagens subterrâneas foram utilizadas por mamíferos (86,25% dos registros), aves (12,13% dos registros) e répteis (1,63% dos registros), totalizando 16 espécies das quais 13 de mamíferos, 2 de aves e 1 de répteis. Já as passagens aéreas foram utilizadas somente por roedores da família Echimiidae, possivelmente dos gêneros *Kannabateomys* e *Phyllomys*. Nas passagens subterrâneas a riqueza variou entre duas espécies em uma passagem sem passarela e com água até onze espécies, em uma das passagens sem passarela e sem água (figura 2). Em relação aos registros a passagem SPCA apresentou taxa de uso de 0,09 registros/dia, enquanto a passagem CPCA1 apresentou 0,88 registros/dia, sendo a passagem com maior atividade.

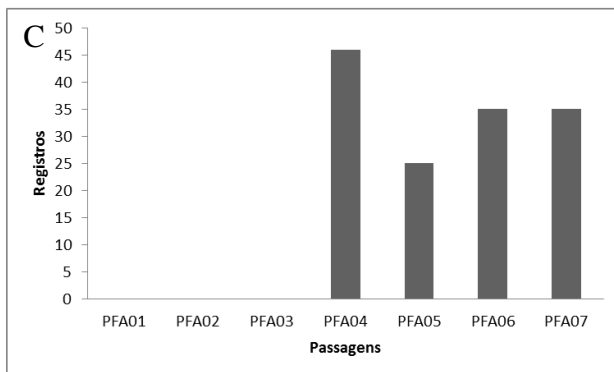
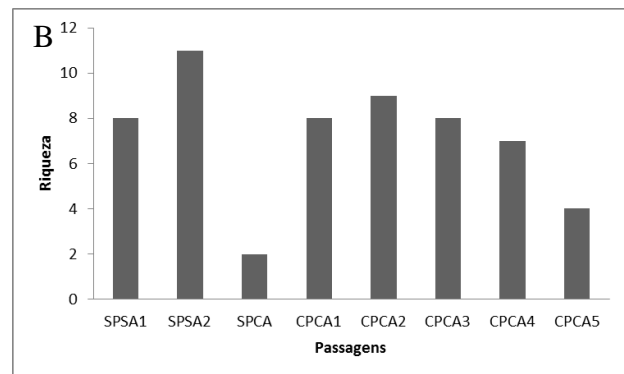
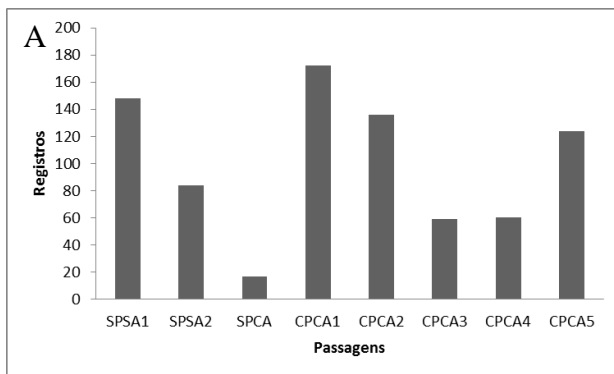


Fig 2 Histogramas representando número total de registros de uso e de espécies por passagem de fauna. A) Registros das passagens subterrâneas; B) Riqueza das passagens subterrâneas; C) Registros das passagens aéreas. SPSA: Passagem sem passarela na entrada e sem água; SPCA: Passagem sem passarela na entrada e com água; CPCA: passagem com passarela na entrada e com água.



Considerando os períodos amostrais de 15 dias como unidades amostrais, tanto a riqueza de espécies como a taxa de uso (número de registros/dia) foi significativamente diferente entre as passagens SPSA1 e CPCA5 (figura 3 e 4). Para ambas variáveis as passagens SPCA e CPCA5 foram utilizadas com menor frequência e por um número menor de espécies do que as demais passagens (figura 3 e 4), a primeira delas a única passagem com água e sem passarela e a segunda a passagem com maior acumulo de água (anexo 1).

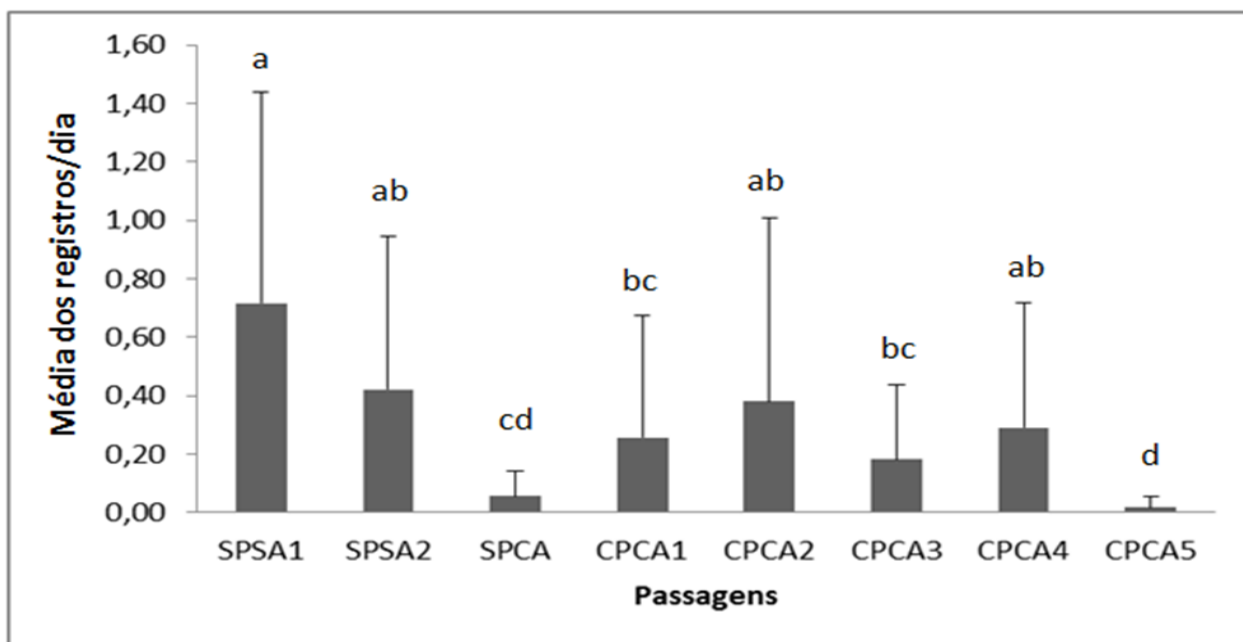


Fig 3 Média ( $\pm$  DP) do número de registros diários (considerando como unidades amostrais períodos de 15 dias) em cada uma das passagens de fauna monitoradas na rodovia CS012 entre abril 2014 a junho de 2015. As letras minúsculas representam diferenças significativas. SPSA: Passagem sem passarela na entrada e sem água; SPCA: Passagem sem passarela na entrada e com água; CPCA: passagem com passarela na entrada e com água.

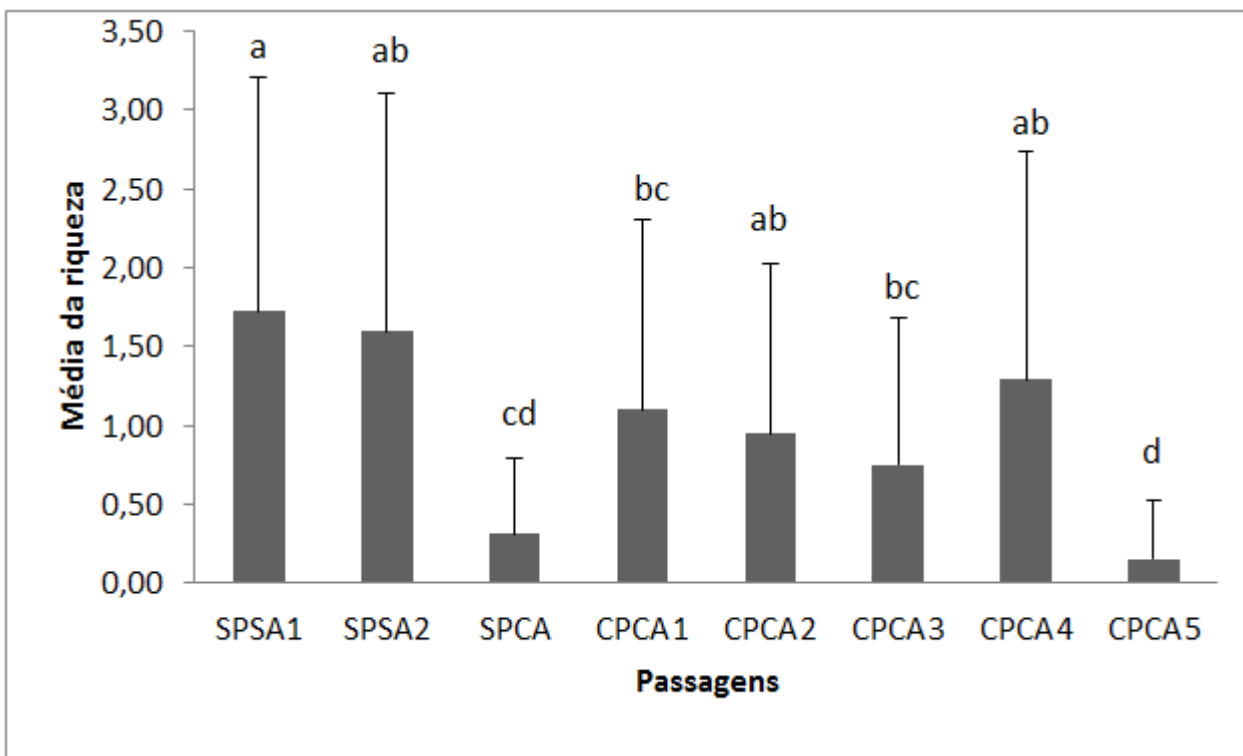


Fig 4 Média ( $\pm$  DP) do número de espécies registradas (considerando como unidades amostrais períodos de 15 dias) em cada uma das passagens de fauna monitoradas na rodovia CS012 entre abril 2014 a junho de 2015. As letras minúsculas representam diferenças significativas. SPSA: Passagem sem passarela na entrada e sem água; SPCA: Passagem sem passarela na entrada e com água; CPCA: passagem com passarela na entrada e com água.

Considerando apenas as passagens subterrâneas, cinco espécies ou grupos tiveram mais do que 30 registros totalizando 45,1 % do total de registros: *Aramides* spp., *Cavia* spp., *Dasyprocta azarae*, *Dasyopus* sp., *Procyon cancrivorus* (figura 5). Os pequenos roedores também utilizaram as passagens com elevada frequência, mas considerando o tempo de permanência nas passagens, pelo menos em duas delas, aparentemente as mesmas estão sendo usadas como abrigo (figura 5 e 6). Tanto nas passagens CPCA1 e CPCA5 a média do tempo de uso de roedores foi consideravelmente maior que o das outras espécies, chegando a mais de duas horas e meia de uso (Figura 6). As outras espécies mais frequentes tiveram tempos médios de uso compatíveis com o comportamento de trânsito ou, eventualmente, em uma ou outra passagem, alguma atividade de forrageamento, como aparenta ser o caso, por exemplo, de *Dasyopus* spp. em SPSA2 e *Aramides* spp. em CPCA2 (Figuras 5A e 5E).

É interessante notar que espécies com afinidade por áreas úmidas, como *Procyon cancrivorus* e *Aramides* spp. utilizaram com maior frequência passagens com água (Figuras 5C e 5E), enquanto *Dasyopus* sp. e *Dasyprocta azarae*, mais associadas a ambiente secos, usaram exclusivamente passagens sem água (Figuras 5A e 5D).

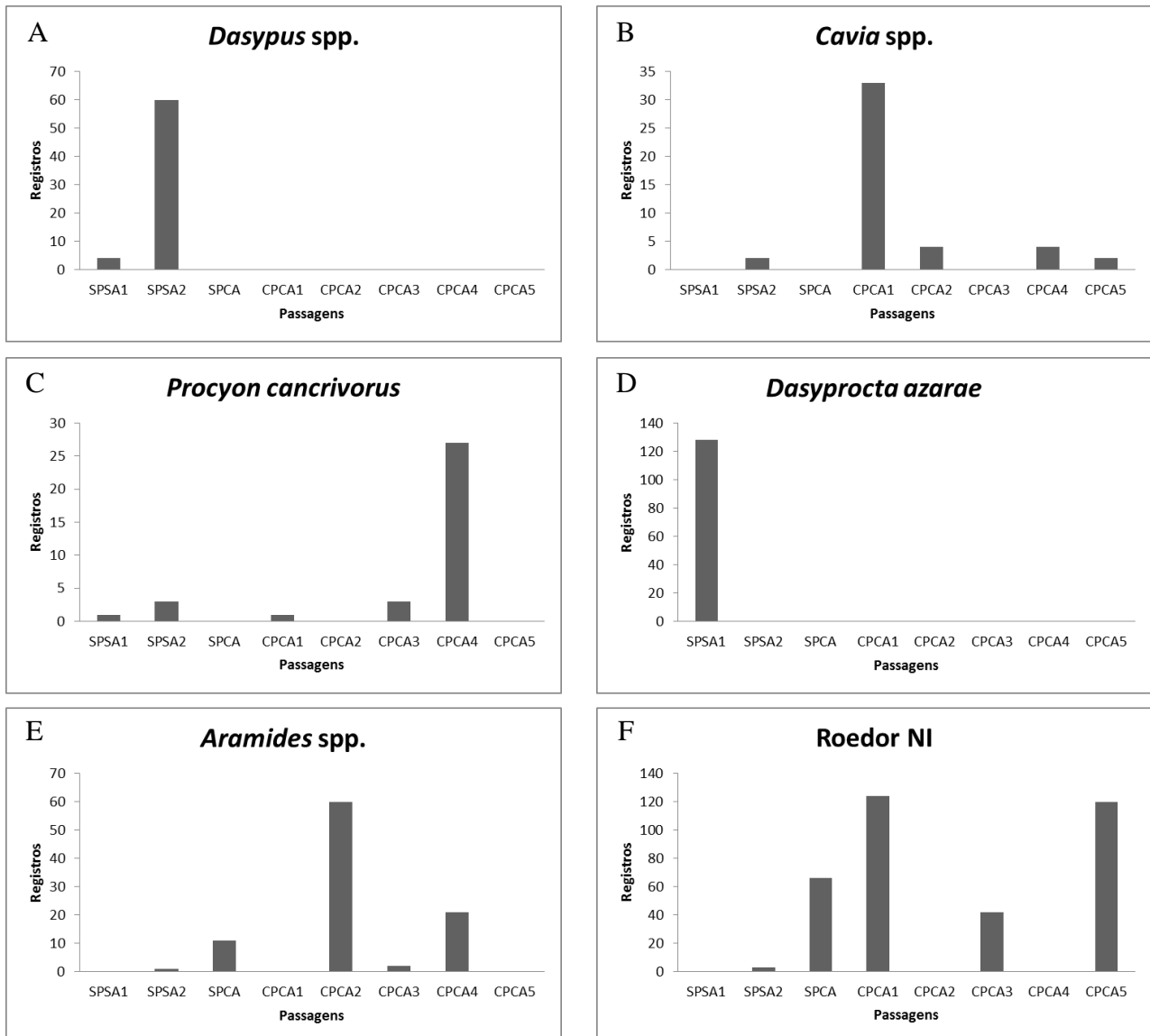


Fig 5 Histogramas com número de registros pelas espécies ou grupos mais representativos na amostragem (mais de trinta registros). A) *Dasyopus* sp. B) *Cavia* sp. C) *Procyon cancrivorus* D) *Dasyprocta azarae* E) *Aramides* sp. F) Roedor NI.

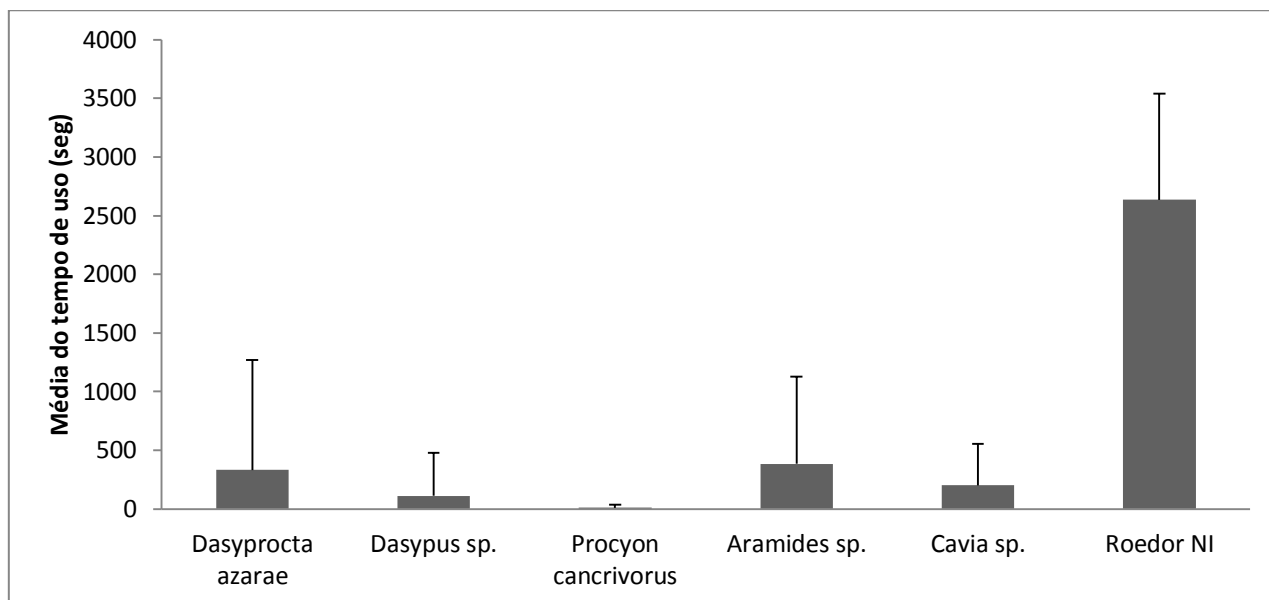


Fig 6 Histograma com a média do tempo de uso em segundos para as espécies ou grupos mais representativos na amostragem (mais de trinta registros).

### Discussão

Os resultados obtidos no trabalho demonstraram que as passagens de fauna são utilizadas por uma riqueza considerável de espécies (Abra 2012). Por serem passagens que foram instaladas sem a realização de estudos prévios, talvez fosse de se esperar um número mais reduzido de espécies (Bissonette and Adair 2008; Jaeger et al. 2013).

Ainda é possível perceber que passagens que apresentam passarelas para facilitar o acesso dos indivíduos, tiveram maior utilização que as demais. Também existe maior utilização das passagens que não possuem água, ou que quando apresentam, não representam problema para os organismos que as utilizam. Esse resultado reforça a ideia que certas espécies apresentam preferências por alguns tipos de passagens, ou por atributos presentes nessas passagens (Little et al. 2002; Clevenger and Waltho 2005; Ford et al. 2009; Georgii et al. 2011; van der Grift et al. 2012; Serronha et al. 2013; Clevenger 2013)

Com poucas câmeras para monitorar as passagens não foi possível avaliar se os indivíduos que se deparavam com as estruturas mantinham a opção de utilizá-las ou simplesmente se afastavam. É possível perceber que algumas espécies que apareceram algum tempo após o início do trabalho se acostumaram com as estruturas e começaram a frequentá-las com certa frequência. Isso demonstra que as estruturas acabaram sendo utilizadas pelos visitantes a ponto de se tornar um local de referência para suas passagens (Ng. et al. 2004; Kleist et al. 2007). A figura 2 apresenta as espécies mais presentes nas passagens subterrâneas. Dessas espécies, apenas uma não foi avistada em todas as passagens. Conforme visto na figura 2, é possível identificar uma relação entre os números de registros e o tempo de utilização. Caso não fosse possível identificar essa relação, poderíamos estar diante de um padrão de utilização diferente do proposto, onde a passagem estaria sendo usada como dormitório ou para busca de alimento. Esse padrão foi observado nas passagens CPC1 e CPCA5 através dos registros de roedores, onde o tempo médio de uso chegou a ser maior que duas horas e meia.

Quanto ao uso das passagens aéreas, poucos são os trabalhos sobre este aspecto no Brasil, e nenhum tem registros de uso pela família Echimyidae. Um estudo foi feito em Porto Alegre por Teixeira et al. 2013 e obteve registros de uso para bugio-ruivo (*Alouatta guariba*), gamba-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) e ouriço-cacheiro (*Sphiggurus villosus*). Nesse caso todas as espécies de mamíferos arborícolas de médio porte da região do estudo estiveram presentes na amostra, possivelmente isso se mostrou diferente dos resultados do presente estudo, pois as passagens apresentam diferenças entre si. No caso do estudo de Teixeira, as passagens eram do tipo pontes de corda, já as passagens presentes em Cambará do Sul são feitas com tela de arame. Esse pode ser um fato interessante para ser avaliado e considerado para possíveis mudanças nas estruturas.

### Conclusões

As passagens obtiveram números de registros que demonstram sua utilização por parte das populações presentes no entorno da rodovia (Abra 2012). O que demonstra que as passagens possuem qualidades que possibilitam sua utilização dos diversos grupos.

As passagens aéreas se mostraram mais atrativas para mamíferos de pequeno porte como o caso dos roedores da família Echimyidae. É importante ressaltar esse aspecto, devido à novidade do registro para esse grupo na utilização das estruturas presentes.

Não podemos afirmar que a eficácia das passagens de fauna seja representativa, pois o trabalho não avaliou esse quesito, porém é possível perceber que parte dos indivíduos presentes demonstraram certas preferências por alguns passa-fauna ( Ford et al. 2009; Abra 2012 Serronha et al. 2013). Alguns atributos relacionados às passagens tiveram importância na escolha destes, como a presença de passarelas nas entradas e a ausência de água.

Um fator importante que pôde ser constatado é o tempo de permanência de certas espécies nas passagens. Foi possível observar que o grupo dos roedores utilizou com frequência as estruturas, porém mantendo a área como dormitório. Já as outras espécies utilizaram somente para efetuar passagens.

Devido às restrições econômicas a metodologia empregada neste trabalho não privilegiou as informações referentes às preferências das espécies, porém os dados obtidos trazem outras informações importantes para novas medidas de mitigação que podem ser utilizadas no futuro.

Com base nos resultados é possível indicar uma série de ajustes necessários no sistema de mitigação em uso ou para a implantação de sistemas similares em outros locais. É importante evitar o acúmulo de água na entrada das passagens ou no mínimo implantar passarelas secas naquelas passagens com objetivos múltiplos com intuito de beneficiar mais espécies no mesmo ambiente.

## Referências

- Abra FD (2012) Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas, São Paulo. Universidade de São Paulo
- Bissonette J a., Adair W (2008) Restoring habitat permeability to roaded landscapes with isometrically-scaled wildlife crossings. *Biol Conserv* 141:482–488. doi: 10.1016/j.biocon.2007.10.019
- Cain A., Tuovila V., Hewitt D., Tewes M. (2003) Effects of a highway and mitigation projects on bobcats in Southern Texas. *Biol Conserv* 114:189–197. doi: 10.1016/S0006-3207(03)00023-5
- Clevenger AP (2013) Mitigating Highways for a Ghost: Data Collection Challenges and Implications for Managing Wolverines and Transportation Corridors Mitigating Highways for a Ghost : Data Collection Challenges and. *Northwest Sci Notes* 87:257–264.
- Clevenger AP, Waltho N (2000) Factors Influencing the Effectiveness of Wildlife Underpasses in Banff National Park, Alberta, Canada. *Conserv Biol* 14:47–56. doi: 10.1046/j.1523-1739.2000.00099-085.x
- Clevenger AP, Waltho N (2005) Performance indices to identify attributes of highway crossing structures facilitating movement of large mammals. *Biol Conserv* 121:453–464. doi: 10.1016/j.biocon.2004.04.025
- Dodd CK, Barichivich WJ, Smith LL (2004) Effectiveness of a barrier wall and culverts in reducing wildlife mortality on a heavily traveled highway in Florida. *Biol Conserv* 118:619–631. doi: 10.1016/j.biocon.2003.10.011
- Fahrig L, Rytwinski T (2009) Effects of Roads on Animal Abundance : an Empirical Review and Synthesis.
- Ford AT, Clevenger AP, Bennett A (2009) Comparison of Methods of Monitoring Wildlife Crossing-Structures on Highways. *J Wildl Manage* 73:1213–1222. doi: 10.2193/2008-387
- Forman RTT, Alexander LE (1998) Roads and their Major Ecological Effects. *Annu Rev Ecol Syst* 29:207–231.
- Georgii B, Keller V, Pfister HP, et al (2011) Use of wildlife passages by invertebrate and vertebrate species 1 Introduction 2 Study area. *Wildl passages Ger* 1–27.
- Gloyne CC, Clevenger a P (2001) Cougar Puma concolor use of wildlife crossing structures on the Trans-Canada highway in Banff National Park, Alberta. *Wildlife Biol* 7:117–124.
- Grilo C, Bissonette J a., Santos-Reis M (2008) Response of carnivores to existing highway culverts and underpasses: implications for road planning and mitigation. *Biodivers Conserv* 17:1685–1699. doi: 10.1007/s10531-008-9374-8
- Grilo C, Bissonette JA, Cramer PC (2010) Mitigation Measures to Reduce Impacts on Biodiversity.
- Hamer a. J, van der Ree R, Mahony MJ, Langton T (2014) Usage rates of an under-road tunnel by three Australian frog species: implications for road mitigation. *Anim Conserv* 17:379–387. doi: 10.1111/acv.12105
- Jackson ND, Fahrig L (2011) Relative effects of road mortality and decreased connectivity on population genetic diversity. *Biol Conserv* 144:3143–3148. doi: 10.1016/j.biocon.2011.09.010
- Jaeger J, Smith KB, Paspaliaris MH, et al (2013) Monitoring the effectiveness of wildlife passages for medium - sized and small mammals along HW 175 Contents : *News Bull* 2:11.
- Kleist AM, Lancia R a., Doerr PD (2007) Using Video Surveillance to Estimate Wildlife Use of a Highway Underpass. *J Wildl Manage* 71:2792–2800. doi: 10.2193/2007-070

- Little SJ, Harcourt RG, Clevenger AP (2002) Do wildlife passages act as prey-traps? *Biol Conserv* 107:135–145. doi: 10.1016/S0006-3207(02)00059-9
- Mata C, Hervás I, Herranz J, et al (2008) Are motorway wildlife passages worth building? Vertebrate use of road-crossing structures on a Spanish motorway. *J Environ Manage* 88:407–15. doi: 10.1016/j.jenvman.2007.03.014
- Mata C, Hervás I, Herranz J, et al (2005) Complementary use by vertebrates of crossing structures along a fenced Spanish motorway. *Biol Conserv* 124:397–405. doi: 10.1016/j.biocon.2005.01.044
- Ng. SJ, Dole JW, Sauvajot RM, et al (2004) Use of highway undercrossings by wildlife in southern California. *Biol Conserv* 115:499–507. doi: 10.1016/S0006-3207(03)00166-6
- Nielsen SE, Stenhouse GB, Boyce MS (2006) A habitat-based framework for grizzly bear conservation in Alberta. *Biol Conserv* 130:217–229. doi: 10.1016/j.biocon.2005.12.016
- Ree R, Mata C, Grift E v., et al (2007) Overcoming the Barrier Effect of Roads-How Effective Are Mitigation Strategies? *Road Ecol Cent Escholarsh Repos* 423–431.
- Serronha AM, Mateus ARA, Eaton F, et al (2013) Towards effective culvert design: monitoring seasonal use and behavior by Mediterranean mesocarnivores. *Environ Monit Assess* 185:6235–46. doi: 10.1007/s10661-012-3020-3
- Teixeira FZ, Kindel A, Alegre P, Brasil RA (2013) Canopy bridges as road overpasses for wildlife in urban fragmented landscapes.
- Tobler M (2014) *Camera Base User Guide*. 1–37.
- Trombulak SC, Frissell C a. (2000) Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conserv Biol* 14:18–30. doi: 10.1046/j.1523-1739.2000.99084.x
- van der Grift E a., van der Ree R, Fahrig L, et al (2012) Evaluating the effectiveness of road mitigation measures. *Biodivers Conserv* 22:425–448. doi: 10.1007/s10531-012-0421-0
- Vitousek PM, Mooney HA, Lubchenco J, Melillo JM (1997) Human Domination of Earth ' s Ecosystems. *Science* (80- ) 277:494–499.
- Wright S (1931) Evolution in Mendelian populations. *Genetics* 16:97–159. doi: 10.1016/S0092-8240(05)80011-4

Anexo1 Informações sobre as passagens de fauna subterrâneas na rodovia CS-012. SPSA: Passagem sem passarela na entrada e sem água; SPCA: Passagem sem passarela na entrada e com água; CPCA: passagem com passarela na entrada e com água.

	Extensão do passa-fauna (m)	Largura do passa-fauna(m)	Altura entre laje (ou chão quando laje ausente) e teto (m)	Localização UTM			Substrato	Altura lâmina d'água	Presença de passarelas nas entradas	Dias de amostragem
				Zona	Coord. X	Coord. Y				
SPSA1	8,36	1,5	1,5	22J	587532,2	6785794	barro	Não existe	não	2012
SPSA2	8,16	1,45	1,46	22J	588177,6	6785458	concreto	Não existe	não	197
SPCA	8,1	1,52	0,91	22J	589616,8	6785655	concreto sem matajuntas	0,11	não	200
CPCA1	8,1	1,5	0,94	22J	589748,7	6785571	concreto sem	0,03	sim	196
CPCA2	8,1	1,47	0,91	22J	590522,1	6784846	concreto sem matajuntas	0,1	sim	200
CPCA3	8,5	1,5	0,91	22J	591727,7	6784713	concreto	0,14	sim	297
CPCA4	8,17	Dois dutos de 1,45 cada	0,9	22J	591935,8	6784736	concreto sem mata junta	0,31	sim	187
CPCA5	8,16	1,45	0,91	22J	592452,4	6784341	concreto sem matajuntas	0,67	sim	195

Anexo 2 Informações sobre as passagens de fauna aéreas na rodovia CS-012 (PFA, passagem aérea). Todas as passagens são feitas com tela de arame com malha de 10 cm, exceto a PF07, que apresenta malha de 2 cm.

	Largura da ponte (cm)	Distâncias entre postes (m)	Distância base do poste – estrada (m)	Localização UTM		
				Zona	Coord.X	Coord.Y
PFA01	45	11,65	7,55	22J	587842.00	6785503.00
PFA02	45	14,2	9,85	22J	589019.00	6785667.00
PFA03	45	13,7	8,3	22J	589466.00	6785746.00
PFA04	45	13,3	8,4	22J	589806.00	6785546.00
PFA05	45	11,7	6,7	22J	590046.00	6785468.00
PFA06	45	12,8	8,8	22J	592728.00	6784252.00
PFA07	45	11,6	5,8	22J	593580.00	6784174.00

Anexo 3 Postes que servem de suporte para as passagens de fauna aéreas.





Anexo 4 Ductos de concreto das CPCA (passagens de fauna com presença de passarela para acesso e com água). Percebe-se que o acúmulo de água chegou à altura da passarela de acesso.



Anexo 5 Ductos das passagens de fauna sem a presença de concreto no substrato, sem passarelas nas entradas e sem água (SPSA)





## Anexo 6 Normas da revista

EJWR accepts four types of papers: Reviews; Original Papers; Short Communications; and Technical Notes.

Authors are encouraged to submit review articles but should get in touch with the Chief Editor of the journal to discuss the topic before submission.

Reviews should cover a topic of current interest and present novel insights or conclusions. Proposed and invited reviews on wildlife disease related topics are welcome. Reviews should include at least the following sections: Abstract, Introduction, Discussion / Conclusions, and References.

Original Papers must present scientific results that are essentially new and that have not been published or are not being considered for publication elsewhere.

Short Communications should also report novel results. Their length is limited to 13,000 characters including spaces and two figures or tables.

Technical Notes should describe novel techniques or methodological improvements for wildlife research in a broad sense, including molecular methods, remote surveillance, monitoring, capture and sampling methods, diagnostic tests, etc. The technical notes should include a detailed description of the method and show results to demonstrate its application. As with Short Communications, their length is limited to 13,000 characters including spaces and two figures or tables.

### Manuscript Submission

Submission of a manuscript implies: that the work described has not been published before; that it is not under consideration for publication anywhere else; that its publication has been approved by all co-authors, if any, as well as by the responsible authorities – tacitly or explicitly – at the institute where the work has been carried out. The publisher will not be held legally responsible should there be any claims for compensation.

### Permissions

Authors wishing to include figures, tables, or text passages that have already been published elsewhere are required to obtain permission from the copyright owner(s) for both the print and online format and to include evidence that such permission has been granted when submitting their papers. Any material received without such evidence will be assumed to originate from the authors.

### Online Submission

Please follow the hyperlink “Submit online” on the right and upload all of your manuscript files following the instructions given on the screen.

### Cost of Color illustrations

Online publication of colour illustrations is always free of charge.

For color in the print version, authors will be expected to make a contribution towards the extra costs of EUR 950 / US\$ 1150 (+ local tax) per article, irrespective of the number of figures in it.

### Title Page

The title page should include:

The name(s) of the author(s)

A concise and informative title

The affiliation(s) and address(es) of the author(s)

The e-mail address, telephone and fax numbers of the corresponding author

### Abstract

Please provide an abstract of 150 to 250 words. The abstract should not contain any undefined abbreviations or unspecified references.

### Keywords

Please provide 4 to 6 keywords which can be used for indexing purposes.

### Text Formatting

Manuscripts should be submitted in Word.

Use a normal, plain font (e.g., 10-point Times Roman) for text.

Use italics for emphasis.

Use the automatic page numbering function to number the pages.

Do not use field functions.

Use tab stops or other commands for indents, not the space bar.

Use the table function, not spreadsheets, to make tables.

Use the equation editor or MathType for equations.

Save your file in docx format (Word 2007 or higher) or doc format (older Word versions).

Manuscripts with mathematical content can also be submitted in LaTeX.

LaTeX macro package (zip, 182 kB)

Headings

Please use no more than three levels of displayed headings.

Abbreviations

Abbreviations should be defined at first mention and used consistently thereafter.

Footnotes

Footnotes can be used to give additional information, which may include the citation of a reference included in the reference list. They should not consist solely of a reference citation, and they should never include the bibliographic details of a reference. They should also not contain any figures or tables.

Footnotes to the text are numbered consecutively; those to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data). Footnotes to the title or the authors of the article are not given reference symbols.

Always use footnotes instead of endnotes.

Acknowledgments

Acknowledgments of people, grants, funds, etc. should be placed in a separate section on the title page. The names of funding organizations should be written in full.

Please always use internationally accepted signs and symbols for units (SI units).

Nomenclature: Insofar as possible, authors should use systematic names similar to those used by Chemical Abstract Service or IUPAC.

Genus and species names should be in italics.

Citation

Cite references in the text by name and year in parentheses. Some examples:

Negotiation research spans many disciplines (Thompson 1990).

This result was later contradicted by Becker and Seligman (1996).

This effect has been widely studied (Abbott 1991; Barakat et al. 1995; Kelso and Smith 1998; Medvec et al. 1999).

Reference list

The list of references should only include works that are cited in the text and that have been published or accepted for publication. Personal communications and unpublished works should only be mentioned in the text. Do not use footnotes or endnotes as a substitute for a reference list.

Reference list entries should be alphabetized by the last names of the first author of each work.

Journal article

Gamelin FX, Baquet G, Berthoin S, Thevenet D, Nourry C, Nottin S, Bosquet L (2009) Effect of high intensity intermittent training on heart rate variability in prepubescent children. *Eur J Appl Physiol* 105:731-738. doi: 10.1007/s00421-008-0955-8

Ideally, the names of all authors should be provided, but the usage of “et al” in long author lists will also be accepted:

Smith J, Jones M Jr, Houghton L et al (1999) Future of health insurance. *N Engl J Med* 341:325–329

#### Article by DOI

Slifka MK, Whitton JL (2000) Clinical implications of dysregulated cytokine production. *J Mol Med.* doi:10.1007/s001090000086

#### Book

South J, Blass B (2001) *The future of modern genomics.* Blackwell, London

#### Book chapter

Brown B, Aaron M (2001) The politics of nature. In: Smith J (ed) *The rise of modern genomics*, 3rd edn. Wiley, New York, pp 230-257

#### Online document

Cartwright J (2007) Big stars have weather too. IOP Publishing PhysicsWeb. <http://physicsweb.org/articles/news/11/6/16/1>. Accessed 26 June 2007

#### Dissertation

Trent JW (1975) *Experimental acute renal failure.* Dissertation, University of California

Always use the standard abbreviation of a journal's name according to the ISSN List of Title Word Abbreviations, see ISSN LTWA

If you are unsure, please use the full journal title.

For authors using EndNote, Springer provides an output style that supports the formatting of in-text citations and reference list.

EndNote style (zip, 2 kB)

#### Tables

All tables are to be numbered using Arabic numerals.

Tables should always be cited in text in consecutive numerical order.

For each table, please supply a table caption (title) explaining the components of the table.

Identify any previously published material by giving the original source in the form of a reference at the end of the table caption.

Footnotes to tables should be indicated by superscript lower-case letters (or asterisks for significance values and other statistical data) and included beneath the table body.

#### Electronic Figure Submission

Supply all figures electronically.

Indicate what graphics program was used to create the artwork.

For vector graphics, the preferred format is EPS; for halftones, please use TIFF format. MSOffice files are also acceptable.

Vector graphics containing fonts must have the fonts embedded in the files.

Name your figure files with "Fig" and the figure number, e.g., Fig1.eps.