

Avaliação de uma passagem inferior de fauna na rodovia SP-55, no litoral sul de São Paulo, Brasil.

Rogério Martins^{1,2,3}, Maurici de Lara Dias² & Mohamed Ezz El-Din Mostafa Habib²

¹ Projeto Jaguar. Rua Erasmo Pinheiro Ribas, nº 346, Centro, Peruíbe. Cep 11.750.00
E-mail: projetojaguar@hotmail.com

² Programa de Pós-graduação em Ecologia UNISANTA. Universidade Santa Cecília, Rua Oswaldo Cruz, 277 - Boqueirão - Santos/SP - CEP: 11045-907.

³ Bolsista do programa mestrado/doutorado da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo

Resumo

Passagens inferiores de fauna são estruturas que as rodovias possuem e que permitem o deslocamento de animais sem o perigo de atropelamento. A eficiência da passagem inferior de fauna depende das características das estradas, localização e dimensões dessas estruturas. A fim de avaliar a eficiência da passagem de fauna instalada na rodovia SP-55, foram construídas duas parcelas de areia em suas extremidades, para verificar rastros. Durante 49 dias foram verificadas as espécies que utilizaram o passagem. Foram encontrados vestígios de lagarto, de um pequeno mamífero além de vestígios humanos e de cachorro doméstico. Entrevistas com moradores levantaram mais de 40 espécies silvestres presentes nos fragmentos laterais da estrada. A baixa eficiência desta passagem de fauna se deve aos fatores estressantes como ruído, desmatamento ainda falta de estrutura de direcionamento para mamíferos e outros grupos de animais.

Palavras chaves: passagens de fauna, mamíferos, restinga, conectividade de habitats, ecologia de estradas.

Evaluation of the use fauna underpasses SP-55 highway by mammals of the restinga, located in the south coast of São Paulo, Brazil

Abstract

Fauna underpasses are structures that have roads that allow the movement of animals without the danger of being run over. The efficiency of fauna underpasses depend on the characteristics of roads, location and dimensions of these structures. In order to evaluate the efficiency of the fauna underpasses installed in the SP-55 highway, were made to verify traces two installments of sand at their ends. During 49 days the species that used the fauna underpasses were checked. Traces of lizard found in a small mammal besides human remains and domestic dog. Interviews with residents raised more than 40 wild species present in fragments side of the road. The low efficiency of the fauna underpasses is due to stressors like noise, lack of structure deforestation still targeting for mammals and other animal groups.

Keyword: fauna underpasses, mammals, restinga, connectivity of habitats, road ecology.

Introdução

Rodovias são eixos de ligação de grande importância para a sociedade no âmbito sócio-econômico, utilizadas tanto no escoamento de cargas quanto para locomoção de pessoas que desempenham suas atividades no território em que estão inseridas. As rodovias são agentes de degradação desde sua construção por causa do desmatamento, perturbações visuais, ruídos, poluentes e tráfego de veículos e máquinas (ASCENSÃO & MIRA, 2006) até suas manutenções periódicas e reformas. Posteriormente, continuam causando alto impacto sobre populações silvestres através dos atropelamentos intensificados pela densidade de rodovias, (FORMAN *et al.*, 2003; SCHWAB & ZANDBERGEN, 2011), pelo volume de tráfego, pelos efeitos de barreira (CORLATTI *et al.*, 2009; HOLDEREGGER & DI GIULIO, 2010) e de borda (ROSA, 2012). A alteração da estrutura de comunidade próxima às bordas é chamada zona de efeito da rodovia e possui uma extensão na direção rodovia-remanescente que pode ultrapassar 2,5 km para mamíferos, conforme o táxon considerado, embora esse efeito seja mais evidente nas proximidades da rodovia até 100 metros (LAURANCE *et al.*, 2008; BISSONETTE & ROSA, 2009; BENÍTEZ-LÓPEZ; ALKEMADE & VERWEIJ, 2010).

Estima-se que diariamente, um milhão de vertebrados são mortos atropelados nas rodovias dos Estados Unidos (BECKMANN *et al.*, 2010). Alguns monitoramentos de atropelamentos começam a surgir aqui no Brasil e mostram o quanto a fauna tem sido afetada. Na rodovia BR 262/MS houve atropelamento de 192 vertebrados e no sul do país com base nos dados de um monitoramento de quatorze campanhas na BR 101-Sul em um trecho de 800 km, entre Florianópolis/SC – Osório/RS, estima-se que aproximadamente 2.202 animais silvestres são mortos por ano vítimas de atropelamentos, sendo que as espécies mais afetadas são *Didelphis albiventris* (771 atropelamentos), *Cerdocyon thous* (394 atropelamentos) e *Tupinambis meriane* (117 atropelamentos) (BRASIL, 2012).

Alguns dos impactos negativos causados aos animais silvestres pelas estradas podem ser minimizados se estes tiverem a oportunidade de atravessar uma rodovia com segurança (BARNUM, 2004). Uma das formas de proporcionar essa travessia com segurança é a partir da implantação de passagens de fauna (BECKMANN *et al.*, 2010). As passagens de fauna têm como princípio restabelecer a conectividade estrutural entre paisagens, bem como a conectividade funcional (ABRA, 2012), evitando atropelamentos e permitindo o fluxo genético entre populações selvagens e assim garantir a viabilidade populacional das espécies prejudicadas pela fragmentação (CORLATTI *et al.*, 2009). Essas passagens podem ser caracterizadas como túneis subterrâneos, pontes verdes, aéreas ou mesmo como as próprias drenagens de escoamento da água superficial, instaladas sob as rodovias. Todavia, o uso das passagens pelos animais pode ser influenciado por diversos fatores: conformação da estrutura de engenharia, comprimento, localização e características da região do entorno (CORLATTI *et al.*, 2009).

Os mamíferos foram usados nesta pesquisa como modelo para o monitoramento da passagem inferior de fauna (PIF), principalmente os de médio a grande porte, porque são animais que se deslocam por longas distâncias, são vítimas frequentes de colisões com veículos e também porque causam acidentes graves e de elevados prejuízos materiais (HUIJSER *et al.*, 2009; BECKMANN *et al.*, 2010). Logo os objetivos deste trabalho foram identificar quais as espécies e com que frequência usam a PIF e também verificar a importância do entorno como zona de influência na condução da fauna para o interior desta estrutura.

Material e métodos

As duas áreas remanescentes de restinga contíguas e cortada pela rodovia SP-55, Padre Manoel da Nóbrega e a passagem de fauna (Fig. 1) situada entre os quilômetros 341 e 342, que promove a conectividade estrutural entre as paisagens, foram avaliados por observação indireta através de pegadas no interior das passagens de fauna e por meio de entrevistas nos arredores da área de estudo. Esta área é a única na rodovia, desde onde começa em Cubatão, até onde termina em Miracatu, que possui vegetação de restinga bem conservada em ambos os lados da estrada, ao longo de 3,5 km e apresenta conectividade das dunas da praia até o sopé do Parque Estadual da Serra do Mar (P.E.S.M.) integrando

continuamente, excetuando a barreira exercida pela estrada, 5.400 hectares de cobertura vegetal. O clima da região é subtropical úmido com aumento das chuvas de setembro até março e diminuição nos meses restantes, com frio mais intenso nos meses de junho até agosto e calor nos meses de janeiro a março (TARIFA, 2004).

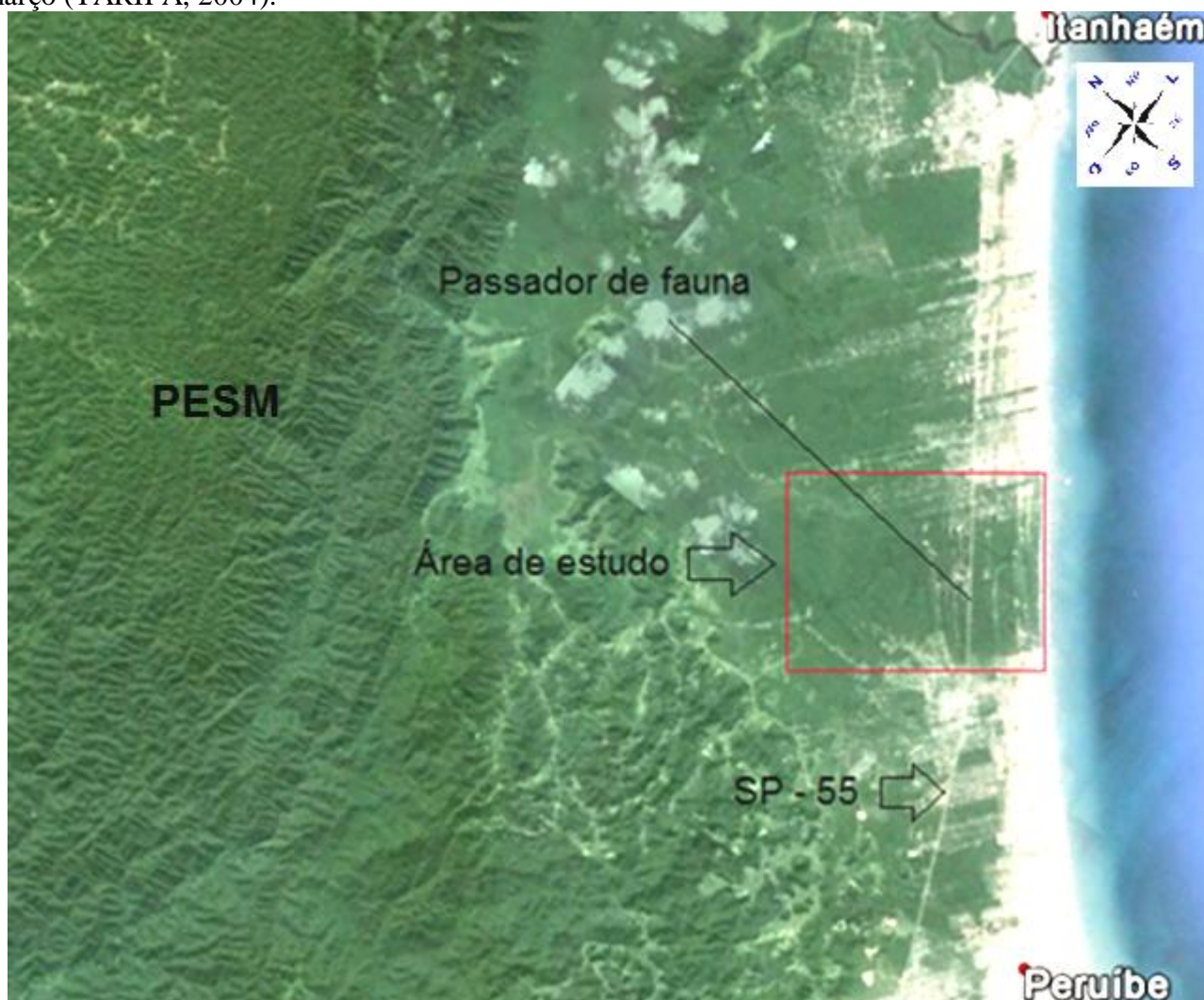


Figura 1. Detalhe da área de estudo interceptada pela rodovia SP-55 e a localização da passagem inferior de fauna que tem como função restabelecer a conectividade estrutural desde o Oceano Atlântico até o Parque Estadual da Serra do Mar (PESM), Fonte do mapa: Google Earth™.

Foram construídas duas passagens inferiores de fauna de fauna secas, pois não possuem cursos de água em seu interior, feitos de concreto no formato retangular com 1,75 metros de altura por 3 metros de largura e 20 metros de comprimento, situados onde houve a duplicação mais recente da SP-55, como medida de mitigação para conexão de áreas verdes e diminuição de atropelamentos, entre Itanhaém e Peruíbe em 2006. O primeiro, desconsiderado por problemas de segurança para os pesquisadores na atividade de campo, faz limites com um bairro periférico de Peruíbe, no início da área de estudo mais a sudoeste, e a segunda PIF, objeto deste estudo (Coordenadas em UTM 23J 303746 m E, 7316407 m S), está situado há 1,5 quilômetros do primeiro.

A vegetação nativa que margeia a rodovia é suprimida há décadas, por cerca de 20 metros do lado sudeste (Fig. 2), sofrendo manutenção permanente debaixo das torres de alta tensão, no entanto do lado noroeste, a vegetação arbustiva está a aproximadamente 5 metros do início do asfalto. Independente da distancia da vegetação de ambos os lados da estrada, não há cerca que impede os animais de cruzarem as pistas ou os direcionem para o túnel (Fig. 3) ao longo dos 3,5 km nas laterais da estrada. Porém a

rodovia, que possui largura média de 25 metros, possui uma mureta de um metro (Fig. 3) que separa as duas pistas, com exceção da área destinada ao retorno de veículos, que fica a 80 metros da PIF e possui 400 metros de extensão e 45 metros de largura (Fig. 2).

Nas imediações da estrada, dentro dos remanescentes naturais de ambos os lados, existem uma mineradora desativada com poucos vigias vivendo no local e também uma comunidade de nome Piaçaguera, de índios Nandeva e não índios, que reivindica a denominação de seu grupo como Tupis-Guaranis e a demarcação do local como terra indígena (PEREIRA & AZEVEDO, 2008). As entradas da mineradora e da aldeia estão a 0,8 km e 2,1km de distância da PIF, respectivamente.



Figura 2. O lado sudeste da passagem inferior de fauna possui 20 metros de supressão de vegetação até a abertura da estrutura e o retorno de 400 metros de extensão ao lado da passagem de fauna, tem pistas próximas a borda da vegetação de restinga, gramado no meio e sem a mureta central.

Para verificar quais espécies e com que frequência usam a passagem de fauna, foi confeccionada uma parcela de areia para captura de rastros em cada extremidade deste túnel seco. Cada parcela tinha 1,20 metros de largura e cobria toda a largura do piso, de uma lateral a outra, com aproximadamente dois centímetros de espessura de areia dos arredores. Cada pegada individualizada fisicamente era considerada como uma unidade amostral em uma parcela, sendo fotografada e identificada com ajuda de manual de campo (BECKER & DALPONTE, 1991). Já para travessia, foi verificado se o animal possuía rastros contínuos nas duas parcelas, e neste caso era considerado como um evento. As revisões das parcelas foram feitas a cada 3 ou 4 dias no período de 19 de outubro à 7 de dezembro de 2013. Após as inspeções a areia era umedecida e uniformizada para apagar os rastros antigos.

Paralelamente a observação das pegadas, houve entrevistas para identificação dos mamíferos visualizados na restinga, através de 49 fotografias mostradas aos moradores que, de alguma maneira tiveram 10 anos ou mais de experiência de incursão na mata na área de estudo ou entorno dos dois lados da estrada. A lista de espécies usadas na identificação de fotos da mastofauna foi a mesma de levantamentos extensivos feitos na Estação Ecológica de Juréia-Itatins - E.E.J.I. (MARTINS et al., 2010), por apresentarem características vegetacionais semelhantes e ficar a menos de 25 quilômetros de distância. Para o registro de presença da espécie na área, foi considerado como um registro quando, o entrevistado esteve em contato visual com o animal, independente da quantidade de vezes e para ausência de contato, considerou-se zero.



Figura 3. (a) Túnel seco construído em 2006 para servir como passagem de fauna sob a estrada e (b) ausência de tela de proteção ao longo de 3,5 km dos remanescentes de restinga e presença de mureta central na SP-55.

Resultados

As entrevistas foram feitas com doze pessoas, oito do lado sudeste e quatro do lado noroeste da estrada, pelas quais se identificou uma riqueza importante de 40 espécies para a região dos remanescentes de restinga cortados pela rodovia, conferindo integridade para esta assembleia de mamíferos. As diferenças que ocorreram na identificação das espécies pelos moradores de ambos os lados se resumiram aos pequenos mamíferos e marsupiais e também para poucos animais de hábitos esquivos como irara *Eira barbara* e noturnos como a jagatirica *Leopardus pardalis*. Entretanto para mamíferos de médio e grande porte, houve homogeneidade no reconhecimento, porém através de um ranking decrescente obtido por somatória de visualização de todos entrevistados (Fig.4), notou-se que há uma tendência de exclusão dos predadores de topo de cadeia, havendo uma ocorrência maior de mesopredadores.

Ao longo de 49 dias de monitoramento foram feitas 14 visitas, em ambas as parcelas de areia, obtendo-se um total de 109 registros de uso deste túnel. Durante este período foi constatado que a PIF não foi usada pela maioria das espécies de mamíferos silvestres identificados no inventário de mastofauna obtido através de entrevistas em cada um dos lados da estrada, exceto por um pequeno mamífero registrado uma vez na parcela sudeste. Assim, os mamíferos foram responsáveis por menos que 1% do uso desta PIF.

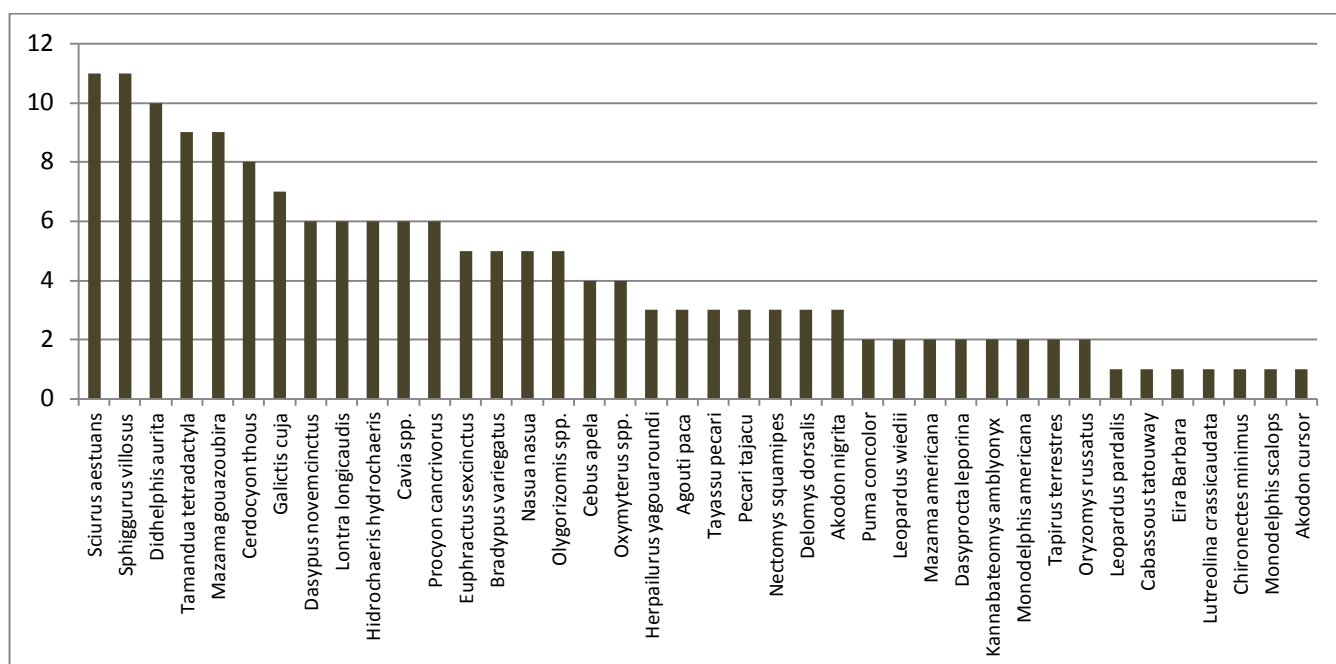


Figura 4. Total de ocorrências nas entrevistas de cada espécie de mamíferos identificados por moradores (N=12) nos arredores dos remanescentes de restinga, nos dois lados da rodovia.

A passagem de fauna, durante este período, mostrou-se eficiente para travessia e abrigo temporário do lagarto Teiú, *Tupinambis merianae*, responsável por 84,4% do total de registros (Fig. 5). Em 34% dos registros desta espécie houve indicação de travessia de um lado para outro da rodovia por conta da direção tomada e do número de rastros. Nos demais casos há desproporção entre a quantidade de registros encontrados nas duas parcelas e em suas direções. Considerando as diferenças na quantidade de registros supracitada, o lagarto utilizou a abertura voltada para o lado sudeste 30% mais do que para o lado noroeste. Os registros de lagarto só estiveram ausentes das parcelas, durante cinco dias a partir de 23 de novembro, quando houve muita chuva e queda brusca de temperatura.

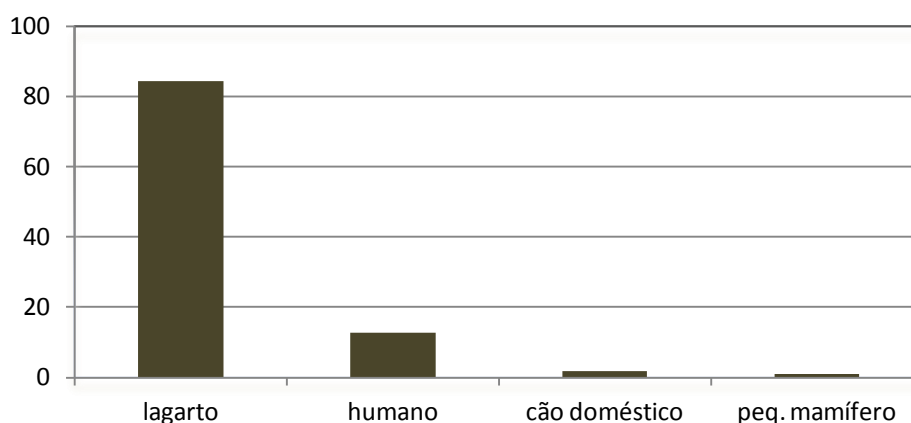


Figura 5. Frequência de uso da passagem de fauna por vertebrados sob a SP-55 que une dois remanescentes de restinga que se estendem desde o Oceano Atlântico até o Parque Estadual da Serra do Mar.

A presença humana, identificada por pegadas, mas também por fezes (n=2) corresponderam a 12,8% e de cães domésticos dentro do túnel a 1,8% (Fig. 5) dos registros da pesquisa. Nas imediações da PIF, do lado sudeste da estrada, foi verificado de forma assistemática a presença de rastros humanos, cães domésticos e também de lagarto.

Quanto às comunidades residentes nos remanescentes de restinga conseguiu-se apenas uma entrevista com um funcionário da mineradora e nenhuma com os indígenas, apesar de diversas

tentativas de acordos. A localização destas comunidades não parece interferir sobre a PIF por se encontrarem distantes, não influenciando diretamente sobre a travessia, ficando a 0,79 km da entrada para as moradias da mineradora e um pouco mais de 2 km da aldeia. O que pode influenciar a travessia neste 3,5 km de remanescentes cortados pela rodovia é um retorno sem mureta central, localizado a apenas 80 metros nordeste da PIF (Fig. 2).

Discussão

A quase completa ausência de mamíferos na passagem inferior de fauna mostrou que, apesar de estar construído desde 2006, não tem contribuído na incorporação do hábito no uso destas estruturas para deslocamento das espécies locais. O método usado na detecção das espécies em parcelas de areia em pesquisas próximo a estrada é adequado para este tipo de monitoramento (SCOSS et al., 2004) e se mostrou bem sensível, detectando um pequeno mamífero, que possui menos que um quilo de peso.

Em outras regiões do país, mamíferos tem se movimentado por estas estruturas, como na ES-060, no Espírito Santo (KIEKEBUSH & JAGHER, 2013) e na SP-225, em Brotas interior de São Paulo, que com um esforço de 32 dias, em quatro passagens inferiores de fauna secas através da observação de pegadas em parcela Abra (2012) obteve 84 registros de doze espécies de mamíferos silvestres diferentes.

Contudo a espécie de lagarto *Tupinambis merianae* utilizou quase que diariamente a PIF da SP-55, não tendo problemas em atravessar os 20 metros de supressão de mata por causa das torres de alta tensão. O lagarto teiú branco, *Tupinambis teguixin*, foi a terceira espécie que mais usou os faunodutos da ES-060 durante 3 anos de análise (KIEKEBUSH & JAGHER, 2013). Portanto, a estrutura física da PIF de Peruíbe e seus arredores estão adequados à espécie. O Teiú só esteve ausente quando choveu, um hábito conhecido da espécie que aumenta o tempo de permanência nas tocas quando há muito pluviosidade, mesmo na estação que esta espécie possui maior atividade (RIBAS, 2005) e quando fez frio, que resulta em um período de inatividade ou dormência (GREGORY, 1982).

Os fragmentos do entorno da PIF possuem uma riqueza de espécies (N=40) relativamente próxima, quando comparada à riqueza de mamíferos da restinga da E.E.J.I. (N=43) (MARTINS et al., 2010) que é uma unidade de conservação bem mais restritiva, possuidora de uma fauna naturalmente estruturada desta Classe (MARTINS et al., 2008). Mas aparentemente a diversidade e a estrutura dos remanescentes laterais da rodovia são diferentes da E.E.J.I., pela ausência de predadores de topo como onça-pintada e poucos registros para onças pardas, provavelmente de animais em dispersão e não residentes. Esta região provavelmente está sobre a liberação dos mesopredadores (TERBORGH et al., 2001), sofrendo desequilíbrio em vários outros níveis da comunidade, a partir de uma cascata trófica afetando o nível trófico basal através do consumo direto de um nível trófico intermediário (HUNTER, 1997).

Um fator relevante e desprezado na construção da passagem de fauna é o de que muitas espécies se deslocam por corredores vegetais que acompanham corpos de água e as passagens inferiores de fauna servem de continuação desses ambientes, favorecendo o número de travessias quando comparada aos passagens de fauna secas (GRILO et al., 2008; ABRA, 2012). Mesmo quando não houver cursos d'água cruzando a rodovia, quanto mais próximo de rios, lagos e lagoas, maior será o uso da passagem de fauna (ABRA, 2012). Adicionalmente deve-se pesquisar por GPS ou telemetria, os locais da rodovia que fornecem evidências diretas dos locais exatos onde os animais estão usando como cruzamento (COLCHERO, et al., 2011). Outro detalhe na estrutura da rodovia SP-55 pode expor animais ao atropelamento, porque ao lado da passagem de fauna existe uma possibilidade mais atraente e natural de passagem pela rodovia, onde a mata fica mais próxima pelo alargamento do retorno e não há muretas que separam as duas pistas por 400 metros de extensão, com gramado no meio do canteiro e visão direta para a mata do outro lado da estrada.

O que pode ter contribuído negativamente para que os mamíferos deixem de usar a PIF é a presença humana no local. Além da travessia e permanência de pessoas (fogueira, pichações), também foram encontradas fezes por duas vezes, o que pode ter causado o evitamento da estrutura pelos

mamíferos mais sensíveis a presença humana por prazos mais longos. Em um trabalho com 40 entrevistados, que questionou sobre interferência humana sobre a mastofauna (MARTINS et al., 2010) e também em uma pesquisa com 489 pegadas que analisou a relação da frequência de dez espécies de mamíferos às distâncias entre residências (MARTINS et al., 2008) ambos na E.E.J.I., mostraram que 32,6% de todas as espécies de mamíferos terrestres e 80% dos mamíferos de médio e grande porte, respectivamente, possuíam comportamentos de restrição ao se aproximar de locais com atividades humanas, mesmo em residências isoladas uma das outras, salientando sensibilidade à interferência antrópica. Outro aspecto importante a se considerar é que pode ter havido uma redução na abundância de mamíferos na área, provavelmente pela prática de caça de subsistência dos indígenas ali instalados (OLMOS, et al., 2004) e pela grande quantidade de cães dos funcionários da mineradora.

A estrutura da PIF da SP-55 mostrou pouca eficiência e um dos motivos deve ser a ausência de cercas condutoras nas laterais da estrada, o que torna o sucesso de travessia baixíssimo (IUELL, et al. 2003; TROCMÉ, 2006). Considerando apenas a largura de 3 metros da passagem de fauna estudada e o comprimento linear da rodovia de 3.500 metros na área dos remanescentes, o animal tem menos que 1 chance em 1.000 de conseguir encontrar a passagem inferior de fauna para atravessar em segurança. As passagens de fauna implantadas na região do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro/SC, com a instalação das cercas-guias nas áreas limítrofes às passagens, têm funcionado de forma eficiente, não havendo registros de atropelamento em suas imediações (BRASIL, 2012).

É importante destacar que a supressão da vegetação entre os dois lados incluindo a rodovia SP-55, é de 50 metros, e só do lado noroeste são 20 metros de desmatamento mantidos por toda a lateral da pista inclusive na região da PIF, por causa das torres de alta tensão. Diversos trabalhos mostram que vertebrados de pequeno e grande porte evitam até pequenas clareiras em florestas, mesmo as menores que 30 metros (GOOSEM, 2001; LAURANCE et al., 2006; LAURANCE et al., 2008; MCGREGOR; BENDER; FAHRIG, 2008). Este problema, aliado à intensidade do tráfego podem ser limitante para muitas espécies que sofrem com efeito de borda no seu direcionamento para a PIF, como os sugeridos por Jaeger e colaboradores (2005), “*noiseavoidance*”, quando os organismos evitam as bordas da rodovia devido a distúrbios causados pelo tráfego (ruído sonoro, contaminantes químicos, etc.) e “*caravoidance*”, quando os organismos ocorrem até a borda, mas evitam o deslocamento quando há algum veículo trafegando.

A melhoria da funcionalidade das passagens inferiores de fauna está ligada diretamente à restauração da biodiversidade regional, haja vista que esta área provavelmente está sofrendo efeitos da liberação dos mesopredadores (TERBORGH et. al., 2001). A partir de uma revisão dos pontos elencados na discussão acima a possibilidade de uma conexão através de um corredor com qualidade é muito grande, já que existem trechos de mata contínuos até o Parque Estadual da Serra do Mar. Em toda esta extensão no Estado de São Paulo, além da área pesquisada aqui, só existe o Parque Estadual da Restinga de Bertioiga criado recentemente e que ainda conectam a paisagem da praia com os ambientes de encosta do P.E.S.M. Estas duas restingas representam as únicas planícies restantes no litoral paulista que ainda não sofreram especulação imobiliária e conservam seus ecossistemas íntegros e conectados, separados por rodovias, ao maior remanescente de Mata-Atlântica do país.

Referências

ABRA, F. D. **Monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas, São Paulo**. Dissertação de mestrado USP, 2012.

ASCENSÃO, F.; MIRA, A. **Impactes das vias rodoviárias na fauna silvestre**. Universidade de Évora. Portugal, 2006. Disponível em: <http://www.estradasdeportugal.pt/index.php/pt/phoca-download/category/11-ambiente?download=205%20A-impactes-das-vias-rodoviarias-na-fauna-silvestre>. Acesso em 21/06/2104.

- BARNUM, S. **Identifying the best locations to provide safe highway crossing opportunities for wildlife.** In Proceedings of the 2003 International Conference on Ecology and Transportation (C.L. Irwin, P. Garrett, K.P. McDermott, Eds.). Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, p.246-252. 2004.
- BECKER, M.; DALPONTE, J. **Rastros de mamíferos silvestres brasileiros: um guia de campo.** (s.l). Editora Universidade de Brasília, 1991.
- BECKMANN, et al. **Safe passages: highways, wildlife, and habitat connectivity.** Island Press, Washington. 2010.
- BENÍTEZ-LÓPEZ, A; ALKEMADE, R; VERWEIJ, P. A. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis. **Biological Conservation**, v. 143, n. 6, p. 1307-1316, 2010.
- BISSONETTE, J. A.; ROSA, A. S. Road zone effects in small-mammal communities. **Ecology and Society**, Wolfville, v. 14, n. 1, p. 1-15, Dec. 2009.
- BRASIL, D. N. I. T. **Monitoramento e mitigação de atropelamento de fauna.** 2012. <http://www.dnit.gov.br/meio-ambiente/colecao-estrada-verde/monitoramento-e-mitigacao-de-atropelamento-de-fauna.pdf>. Acesso em 21/06/2104.
- CORLATTI, L.; HACKLÄNDER, K.; FREY-ROOS, F. 2009. Ability of wildlife overpasses to provide connectivity and prevent genetic isolation. **Conservation Biology** 23:548-556. 2009.
- CLEVENGER, A.P.; WALTHO, N. **Performance Indices to Identify Attributes of Highway Crossing Structures Facilitating Movement of Large Mammals.** North York: University of York, 2004.
- COLCHERO, F. et al. Jaguars on the move: modeling movement to mitigate fragmentation from road expansion in the Mayan Forest. **Animal Conservation**, v. 14, n. 2, p. 158-166, 2011.
- FORMAN, R.T.T. et al. **Road ecology: science and solutions.** Island Press, Washington. 2003.
- GOOSEM, M. Effects of tropical rainforest roads on small mammals: inhibition of crossing movements. **Wildlife Research**, Collingwood, v. 28, p. 351-364, Jan. 2001.
- GREGORY, P.T. **Reptilian hibernation.** In: C. Gans & F.H. Pough (Eds). *Biology of the Reptilia*. New York, Academic Press, 570p. 1983.
- GRILO, C.; BISSONETTE, J.A.; SANTOS-REIS, M. Response of carnivores to existing highway culverts and underpasses: implications for road planning and mitigation. **Biodivers Conservation**. 17:1685-1699. 2008.
- HOLDEREGGER, R.; DI GIULIO, M. The genetic effects of roads: Areview of empirical evidence. **Basic and Applied Ecology** 11:522-531. 2010.
- HUIJSER, M.P. et al. Cost-benefit analyses of mitigation measures aimed at reducing collisions with large ungulates in the Unites States and Canada: a decision support tool. **Ecology and Society** 14:15. 2009.

IUELL, B. et al. **Wildlife and Traffic: A European Handbook for Identifying Conflicts and Designing Solutions**. B.le Maire (Eds.) European co-operation in the field of scientific and technical research, Brussell. 2003.

JAEGER, J. A. G. et al. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. **Ecological Modelling**, Amsterdam, v. 185, p. 329-348, Jan. 2005.

LAURANCE, W.F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, S.G.W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution* 24:659-669. 2009.

LAURANCE, W. F. et al. Impacts of roads, hunting, and habitat alteration on nocturnal mammals in african rainforests. **Conservation Biology**, Boston, v. 22, p. 721-732, Jan. 2008.

LAURANCE, W. F. et al. Impacts of roads and hunting on central African rainforest mammals. **Conservation Biology**, Boston, v. 20, p. 1251-1261, Aug. 2006.

KIEKEBUSH, A.; JAGHER, S. **Avaliação da funcionabilidade de estruturas de condução de fauna na rodovia ES-060**. TrabalhosFeitos.com. Acesso em 10, outubro 2013. <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Avalia%C3%A7%C3%A3o-Da-Funcionabilidade-De-Estruturas-De/39455530.html>

MCGREGOR, R. L.; BENDER, D. J.; FAHRIG, L. Do small mammals avoid roads because of the traffic? **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 45, p.117-123, Dec. 2008.

MARTINS, R. et al. **Praxis investigativa de los alumnos de enseñanza media y fundamental sobre los mamíferos de la Floresta Atlântica**. In: Congresso Iberoamericano de educación: Metas 2021, 2010, Buenos Aires. Metas 2021 – La educación que queremos para la Generacion de los Bicentenários, 2010.

OLMOS, F., SÃO BERNANRDO, C.S.; GALETTI M. **O impacto Guarani sobre Unidades de conservação em São Paulo**. In: Ricardo, F.; Macedo, V. (eds). Terras indígenas e Unidades de Conservação da Natureza – O desafio das sobreposições territoriais. São Paulo: Instituto Socioambiental. 2004.

RIBAS, E. R. **.Variação sazonal da temperatura corpórea no lagarto Teiú, Tupinambis merianae (SQUAMATA, LACERTILIA, TEIIDAE)**. Dissertação de mestrado UNESP. 2005.

ROSA, C. A. **Efeito de borda em rodovias em pequenos mamíferos de fragmentos florestais tropicais**. Dissertação de mestrado Lavras, 2012.

SCHWAB, A C.; ZANDBERGEN, P. A. Vehicle-related mortality and road crossing behavior of the Florida panther. **Applied Geography**, v. 31, n. 2, p. 859-870, 2011.

SCOSS, L. et al. Uso de parcelas de areia para o monitoramento de impacto de estradas sobre a riqueza de espécies de mamíferos. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 121-127, 2004.

TAYLOR, B.D.; GOLDINGAY, R.L. Roads and wildlife: Impacts, mitigation and implications for wildlife management in Australia. **Wildlife Research** 37:320-331, 2010.

TERBORGH. J. et al. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. **Science**. 294, 1923-1926, 2001.

TROCMÉ, M. **Habitat fragmentation due to linear transportation infrastructure: Na overview of mitigation measures in Swizerlans**. Swiss Transport Research Conference. 2006.