MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS

Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio

IMPACTOS DA RODOVIA BR 116 SOBRE A FAUNA DO PARQUE NACIONAL SERRA DOS ÓRGÃOS

Bolsista: Gabriel De Magalhães Esteves

Orientadora: Cecilia Cronemberger de Faria

TERESÓPOLIS

2º SEMESTRE 2015

Resumo

Nas últimas décadas os atropelamentos de fauna tornaram-se mais preocupantes do que a caça como causa direta de mortalidade de vertebrados. O objetivo deste estudo é medir os impactos causados pelo atropelamento de fauna na BR-116/RJ no trecho de aproximadamente 12 km onde a rodovia corta o PARNASO, no período de março de 2008 a junho de 2015. Foram registrados 469 indivíduos atropelados, sendo 291 mamíferos, 99 aves, 70 repteis e 9 anfíbios. A espécie mais atropelada foi o Gambá (*Didelphis aurita*). Foram realizadas 207 vistorias no período de dois anos, utilizando o Protocolo Malha, onde registrou 36 indivíduos atropelados, gerando uma taxa de atropelamento de 0.020N/Km/Dia. Utilizando o *Software Siriema*, obtivemos o km 98 como hotspot de atropelamento. Neste local, está localizada uma galeria pluvial adaptada como passagem subterrânea. Foram instaladas armadilhas fotográficas para observar o uso pelos animais. Os registros indicam 13 espécies utilizando o túnel, sendo o gambá e a paca as que mais utilizaram para travessia. Observamos que mesmo o gambá utilizando o túnel, ele ainda é bastante atropelado, porém, no km 98 esse número é pequeno, o que mostra a eficácia do túnel. A passagem de fauna é eficaz ainda para permitir a travessia de espécies que não se aproximam da rodovia, como a paca. Os resultados indicam que neste estudo a passagem de fauna é uma medida mitigadora importante para reduzir atropelamentos de fauna e permitir a conectividade entre fragmentos florestais separados pela rodovia, diminuindo o efeito barreira e reduzindo nas mortes pelo atropelamento.

Palavras chave: Atropelamento, Fauna e Ecologia de estradas.

Abstract

In recent decades wildlife road kills have become more worrying than hunting as a direct cause of death of vertebrates. The objective of this study is to measure the impact caused by wildlife road kills on BR-116 / RJ in the stretch of about 12 km where the road cuts Serra dos Órgãos National Park (PARNASO). From March 2008 to June 2015 we registered 469 hit individuals, being 291 mammals, 99 birds, 70 reptiles and 9 amphibians. The most hit species was the Opossum (*Didelphis aurita*). 207 surveys were carried out over two years using the Malha Protocol, which registered 36 run over individuals, generating a hit-rate of 0.020N/km/day. Using Siriema Software, we obtained Km 98 as roadkill hotspot. In this place, there is one culvert adapted as underpass. Camera traps were installed to observe its use by animals. Records indicate 13 species using the tunnel, being the opossum and the paca (*Cuniculus paca*) those more used to crossing. We note that even the opossum using the tunnel, it is still quite roadkilled, but in the Km 98 that number is small, which shows the effectiveness of the tunnel. The -tunnel is -also effective to allow the crossing of species that do not approach the highway, as the paca. The results of this study indicate that animal passes are an important mitigation measure to reduce wildlife roadkill and enable connectivity between forest fragments separated by highway, lowering the barrier effect.

Keywords: road kill, fauna and road ecology**.**

Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1: Localização da rodovia e imagem das passagens de travessia existentes no KM 98 da rodovia BR-116, no município de Guapimirim. Pag.11

Figura 2: Número de atropelamentos de maio de 2008 a junho de 2015 no trecho da BR-116 que atravessa o PARNASO. Pag.17

Figura 3: hotspot dos 10 km em 2013. Pag.19

Figura 4: hotspot dos 10 km em 2014. Pag.20

Tabela 1: Taxa de atropelamento anual, divida em messes. Pag.18

Tabela 2: atropelamentos registrados no projeto. Em destaque os meses com maior número de animais atropelados em cada ano. Pag.18

Tabela 3: número de espécies, registros nas armadilhas fotográficas utilizando o túnel. Pag.21

Sumário

1. INTRODUÇÃO 5

2. OBJETIVO 7

2.1 Objetivos Gerais 7

2.2 Objetivos específicos 7

3. MATERIAIS E MÉTODOS 8

3.1 Áreas de estudo 8

3.2. Metodologia 8

3.2.1. Passagens de Fauna e Armadilhas fotográficas 8

3.2.2. Protocolo Malha e vistorias 10

3.2.2 Recebimento, acondicionamento e destinação dos animais. 11

3.2.4. Analise dos Hotspots de atropelamento 11

3.2.4 Taxa de atropelamento 12

4. RESULTADOS 12

5. DISCUSSÃO 16

Recomendações para o manejo 22

Agradecimentos 22

6. REFERÊNCIAS 23

7. APÊNDICES 30

1. INTRODUÇÃO

Empreendimentos lineares, tais como linhas de transmissão de energia, ferrovias e rodovias, mesmo sendo essenciais para o desenvolvimento de um país, trazem associados frequentemente vários impactos ambientais e sociais. Sob o aspecto socioeconômico, podem resultar em alterações no uso e valor da terra, atração de populações humanas e modificações nos padrões produtivos. Ambientalmente seus efeitos se manifestam sob inúmeras formas algumas mais perceptíveis, como o atropelamento de animais, e outras subjacentes, como a fragmentação e alterações nas características dos habitats. (LAUXEN. 2012).

Mas, por causa desse desenvolvimento temos problemas com relação ao ambiente em que elas se encontram. Entre os diversos impactos causados por uma rodovia encontramos o efeito barreira subdividindo populações, facilitação de introdução de espécies exóticas, facilitação do acesso à mata e caça de animais (FORMAN et al., 2003).

Nas últimas décadas, os atropelamentos passaram a ser mais importantes que a caça como causa direta de mortalidade de vertebrados terrestres. A tendência é o atropelamento de fauna se tornar uma das ameaças mais significativas à biodiversidade em países com rápido desenvolvimento, tais como China e a Índia, situação que pode ser comparada com a do Brasil (SEILER e HELLDIN, 2006).

A percepção da dimensão desses impactos fez com o que um novo campo da ciência fosse definido nas últimas duas décadas, a “ecologia de estradas”. No aspecto dos estudos já realizados nesta área, a mortalidade da fauna devido a esses atropelamentos se destaca, sendo objeto de cerca de 1/3 dos atropelamentos publicados nos últimos dez anos. (TAYLOR & GOLDINGAY 2010).

Os atropelamentos são influenciados por fatores naturais, como a densidade populacional da espécie no entorno da rodovia e comportamento de forrageamento (HOBDAY; MINISTRELL, 2008; SEILLER; HELLDIN, 2006); e fatores humanos, como volume de tráfego, velocidade do veículo e horário da condução coincidente com o horário de atividade das espécies atropelados (HOBDAY; MINISTRALL, 2008).

Nos últimos anos, os impactos causados à fauna por atropelamentos nas estradas e rodovias têm recebido a atenção de pesquisadores nos vários países (VAN DER ZANDE et al., 1980; KUIKEN, 1988; PHILCOX et al., 1999; TROMBULAK e FRISSEL, 2000). No Brasil, a preocupação é mais recente e, quase sempre, associada às áreas de interesse de preservação (FISHER, 1997; FARIA e MORENI, 2000; SCOSS e JUNIOR, 2000; CANDIDO-Jr et al., 2002; RODRIGUES et al., 2002).

Quando os atropelamentos ocorrem em estradas e rodovias que se localizam no interior ou no entorno das Unidades de Conservação, o problema torna-se ainda mais grave, uma vez que em muitas destas áreas existem espécies ameaçadas de extinção (RODRIGUES et al.,2002).

Enquanto não existe consenso sobre a dimensão dos impactos causados pela mortalidade e fragmentação de habitats e seu reflexos, a instalação de estruturas visando facilitar o deslocamento transversal da fauna, frequentemente associada a dispositivos que evitam seu acesso a áreas de maiores riscos na rodovia, tem sido a medida padrão adotada em grande parte dos países econômica e cientificamente desenvolvidos, mesmo que não existam dados conclusivos referentes a sua efetividade nos diversos contextos e significância em termos de conservação da biodiversidade.

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 é a partir da implantação de passagens de fauna (BECKMANN *et al*., 2010). Essas passagens podem ser subterrâneas, pontes verdes, aéreas ou até mesmo adaptadas em galerias pluviais como foi feito no presente estudo.

A função mais importante das passagens de fauna é minimizar o efeito barreira causado pelas estradas e possibilitar a mobilidade das espécies, minimizando assim, os impactos ambientais sobre as populações biológicas (GRILO *et al*., 2008; CORLATTI *et al*., 2009; LAURANCE *et al*., 2009). Portanto, para aumentar a efetividade das passagens de fauna, estas devem ser planejadas e instaladas em locais onde os animais usualmente atravessam as rodovias, que geralmente são aqueles localizados próximo aos habitats adequados às espécies, nas regiões adjacentes à rodovia (BARNUM, 2004).

As estruturas para transposição visam tanto prevenir a morte direta de indivíduos quanto restabelecer a conectividade de habitats, existindo uma diversidade de modelos

de estruturas concebida para atender uma espécie em particular, um grupo funcional ou toda a comunidade local. Diversas outras medidas, tais como sinalização e dispositivos redutores de velocidade, também tem sido adotada, embora existam poucos dados objetivos quanto a sua eficácia. (LAUXEN. 2012).

2. OBJETIVO

2.1 Objetivos Gerais

O presente estudo tem como objetivo medir os impactos causados por atropelamentos de fauna no trecho da BR-116 que cruzam o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO).

2.2 Objetivos específicos

- Levantar o trecho com maior índice de atropelamento;
- Averiguar quais os grupos taxonômicos com maior taxa de atropelamento;
- Identificar as espécies atropeladas ameaçadas de extinção;
- Conhecer os animais que utilizam duas galerias pluviais que foram adaptadas em tuneis de passagem terrestres de fauna através de monitoramento com armadilhas fotográficas;
- Promover a integração entre os projetos Fauna Viva e Malha, implantando um protocolo único de monitoramento da fauna atropelada.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado em um pedaço do trecho administrado pela CRT (Concessionaria Rio-Teresópolis), onde a rodovia atravessa em aproximadamente 10 km uma Unidade de Conservação Federal (UC), o Parque Nacional Serra dos Órgãos (PARNASO). Esse trecho de 10 km localiza-se dentro do município de Guapimirim (figura 1), porém um trecho de cerca de 2 km (Avenida Rotariana) também foi adicionado ao estudo uma vez que é a via de acesso ao parque.

Devido ao contato da UC com a rodovia, o PARNASO, junto a CRT, através de um Termo de Compromisso (TC), vem desde 2008, o projeto Fauna Viva, que atua no monitoramento da rodovia em busca de animais atropelados, recolhimento e destinação das carcaças. O projeto conta com atendimento veterinário especializado em animais silvestres caso o indivíduo atropelado seja encontrado com vida.

A CRT possui carros com operadores de tráfego que trafegam sobre a rodovia 24 horas por dia. Eles atuam no atendimento aos usuários da via, mas também recolhendo carcaças encontradas em diferentes locais ao longo do dia. Todos os operadores receberam um treinamento especial do projeto Fauna Viva,

Como parte do projeto existem galerias pluviais que foram adaptadas como passagem subterrânea de fauna, a fim de monitorar os animais que utilizam a mesma como local de forrageamento ou passagem. Além disso, está prevista a instalação futura de passagens aéreas, para animais arborícolas.

3.2. Metodologia

3.2.1. Passagens de Fauna e Armadilhas fotográficas

foram instaladas 02 armadilhas fotográficas da marca Bushnell (uma em cada entrada e saída dos túneis) em duas passagens de fauna adaptada próximo ao KM 98 da rodovia BR-116 no município de Guapimirim (Figura 1). Em uma das passagens (túnel 01) foi criada uma passagem seca para os animais. Os locais são relativamente grandes, possibilitando a passagem de espécies de médio e até grande porte (Figura 1).

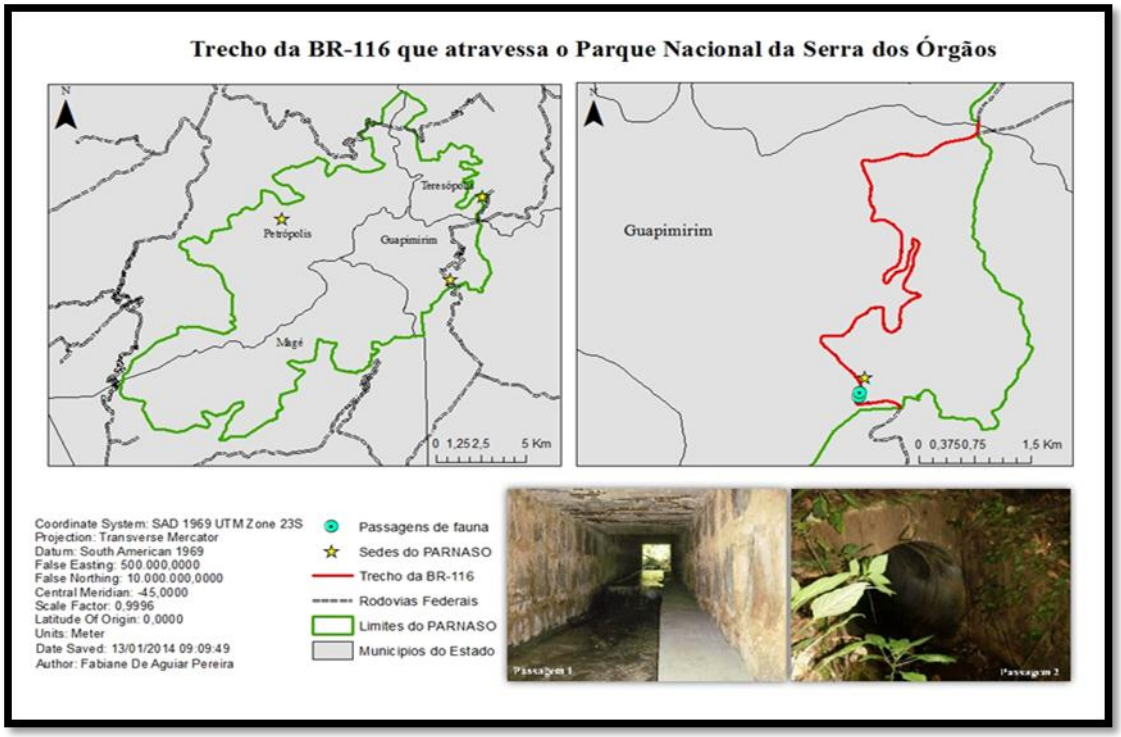

Figura 1. Localização da rodovia e imagem das passagens de travessia existentes no KM 98 da rodovia BR-116, no município de Guapimirim.

Após a identificação e medição dos túneis, foi realizado um teste piloto no ano de 2013, para adequação das câmeras em lugares estratégicos na entrada e saída dos túneis. O período de monitoramento e coleta de dados foi de aproximadamente 11 meses, sendo Janeiro de 2014 a novembro de 2014. Os dados eram armazenados digitalmente, as fotos foram analisadas uma por uma., Após a análise das fotos, separamos os indivíduos que utilizaram o túnel como passagem. Para essa analise utilizou-se a seguinte estratégia. Comparando datas e horas das duas câmeras, uma na entrada e outra na saída do túnel foi possível visualizar que o animal atravessa de um lado e minutos depois ele saia do outro. Foi provado que o animal cruzava o túnel por inteiro, esse fato foi classificado como utilização do túnel. Muitos animais entravam e saiam pelo mesmo lugar e/ou passavam por perto do túnel e não entravam, alguns observavam o túnel, mas não prosseguia, esse fato foi classificado como não utilização do túnel. Assim todas as imagens obtidas tinham as espécies de animais identificadas e colocadas em uma planilha de Microsoft Excel para futuras análises.

3.2.2. Protocolo Malha e vistorias

Em 2013, o Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas (CBEE), por meio do Projeto Malha, criou um protocolo de atropelamento de fauna, visando o entendimento e a padronização dos dados de coletas sobre o atropelamento de fauna feito em locais diferentes (Bager, 2012). Com esse protocolo foi padronizado um método de coleta, armazenamento das carcaças e informações sobre o indivíduo atropelado. O PARNASO foi escolhido dentre outras UCs para participar da padronização dos dados de atropelamento de fauna silvestre. Com isso a equipe Fauna Viva foi treinada pelo Projeto Malha, e se adequou ao novo protocolo de monitoramento.

Segundo o Projeto Malha há duas maneiras de vistoriar uma rodovia, de carro ou a pé, mas foi observado que na BR-116, no trecho estudado, o monitoramento a pé era inviável, pois existia um risco enorme de atropelamento da equipe. A vistoria é realizada de carro, geralmente com início em torno das 08h00min com velocidade média de aproximadamente 50 km/h.

A vistoria consiste em avistar e recolher possíveis animais atropelados, seguindo o protocolo estabelecido pelo Projeto Malha. O motorista não pode avisar ao observador caso ele note algum animal atropelado/morto. O observador, caso possível, deve ser o mesmo em todas as vistorias. Pois assim um observador acostumado a vistoriar a rodovia será mais capacitado para avistar uma carcaça facilmente.

O observador deve vistoriar os dois lados da rodovia e acostamento somente em uma direção, tornando assim os dados mais confiáveis. As equipes de campo também devem georreferenciar o trajeto utilizando um GPS. A marcação dos Tracks (trajeto) possibilita a equipe central do Projeto Malha conhecer a extensão exata percorrida no monitoramento, sendo fundamental para calcular as taxas de atropelamento.

Caso um animal morto seja avistado pelo observador, imediatamente o motorista encosta o carro, e com uma planilha já desenvolvida pelo Projeto Malha (Apêndice 1) o observador anota as informações no local, registra as coordenadas geográficas e fotografa a paisagem do entorno e do animal na pista, totalizando cinco fotografias, a primeira do animal e as demais são tiradas em sentido horário da paisagem local. O animal deve estar com uma referência de tamanho ao lado, como uma régua, uma folha contendo a data, nome vulgar ou cientifico e número de controle.

Se o animal estiver vivo ou ferido o protocolo é diferente. Já que o Projeto Malha não tem nenhuma regra referente ao animal vivo ou debilitado, o Projeto Fauna Viva faz a devida captura, utilizando os métodos tradicionais de manejo e conservação animais. Após a captura o animal passa por uma avaliação veterinária que determina se ele está bem para ser solto novamente no local capturado, porém longe da rodovia. Se estiver debilitado é destinado para uma clínica veterinária para receber os devidos cuidados, sendo todos os custos arcados pela CRT. Havendo morte, ele é encaminhado para o PARNASO para ser acondicionado em freezer com os demais animais.

3.2.2 Recebimento, acondicionamento e destinação dos animais.

No laboratório, localizado no Centro de Referência em Biodiversidade do PARNASO (Apêndice 2: Imagem do laboratório) carcaças recolhidas durante as vistorias diárias ou entregues pelos monitores da CRT que vistoriam toda a rodovia, são pesadas, medidas e acondicionadas em freezer, em sacos plásticos etiquetados, com nome cientifico, data da coleta e número de controle. Assim ficam aguardando destinação para Universidades parceiras, Museus ou Laboratórios credenciados.

3.2.4. Analise dos Hotspots de atropelamento

Hotspots de atropelamento são locais em uma rodovia que concentram o maior número de atropelamentos de animais, ou seja, onde, ao longo da rodovia, uma espécie ou um grupo de espécies tem um maior número de ocorrência de atropelamentos, por isso sendo importante ser analisados para que possa criar medidas mitigatórias eficientes (Ramp et al.2005).

Para analisar os hotspots foi utilizado o Software Siriema disponível em http://www.ufrgs.br/siriema/. O Siriema é um software gratuito que permite ler um arquivo txt, com as coordenadas geográficas da rodovia em que você está trabalhando, para que ele crie uma imagem em linha dessa rodovia, resultando em um gráfico, contendo três linhas, duas pretas e uma azul, a linha azul é as informações contidas nos pontos georeferenciados previamente inseridos e as linhas pretas são os limites de confiança superior e inferior. Neste trabalho foi analisado o atropelamento de mamíferos, repteis e aves, no período de 2013 a 2014. A classe dos anfíbios não foi analisada, pois os dados são insuficientes.

3.2.4 Taxa de atropelamento

Para o cálculo das taxas de atropelamento, utilizando os dois anos de pesquisa, foi utilizado a fórmula TAD = [(N/Km/dia)] recomendada por Rosa et. al. (2012), onde "N" é o número de atropelamentos registrados, "Km" é a quilometragem do trecho amostrado e "dia" é o número de dias de amostragem.

4. RESULTADOS

Existem dados de atropelamento de fauna desde março de 2008, quando começou o projeto Fauna Viva. De março de 2008 a junho de 2015 foram recolhidos 469 indivíduos atropelados somente nos 12 km onde foi realizada a pesquisa, sendo 291 mamíferos, 91 aves, 70 repteis e 9 anfíbios. Nenhum animal atropelado está em risco de extinção a nível nacional e estatual.

As vistorias seguindo o Protocolo Malha começaram a ser realizadas no período de julho de 2013 totalizando 208 vistorias até junho de 2015. Nessas 208 vistorias sistemáticas, foram encontrados 36 animais atropelados, sendo 27 mamíferos, 4 répteis e 5 aves. Neste mesmo período, foram entregues ao parque pelos inspetores de tráfego da CRT 46 mamíferos, 11 répteis e 8 aves. -Essas entregas foram realizadas em períodos distintos da vistoria, sendo classificadas como registros eventuais.

Observa-se que os atropelamentos vieram diminuindo com o passar dos anos, com um alto número de indivíduos atropelados em 2008, ano em que o Projeto teve inicio. Com o passar dos anos, a atuação do Projeto foi desenvolvendo palestras de educação ambiental, atuando em eventos, escolas e comunidades adjacentes ao parque, alertando a população sobre os perigos do atropelamento de fauna, porém seria um equivoco justificar a redução dos atropelamentos com o passar dos anos, o que pode ter diminuído esses atropelamentos, foi o número alto de obras que a rodovia vem sofrendo desde 2012 e que ate o momento não foram concluídas.

Como observamos na figura 6, em 2008 tivemos um alto número de mamíferos atropelados, sendo 83 indivíduos. Esse valor caiu para menos da metade em 2010, totalizando 40 indivíduos, já em 2013 registramos 28, com um decréscimo de 12 indivíduos no primeiro semestre de 2015. O mamífero mais atropelado foi o *D.aurita*, com 110 indivíduos atropelados em um total de 291 mamíferos.

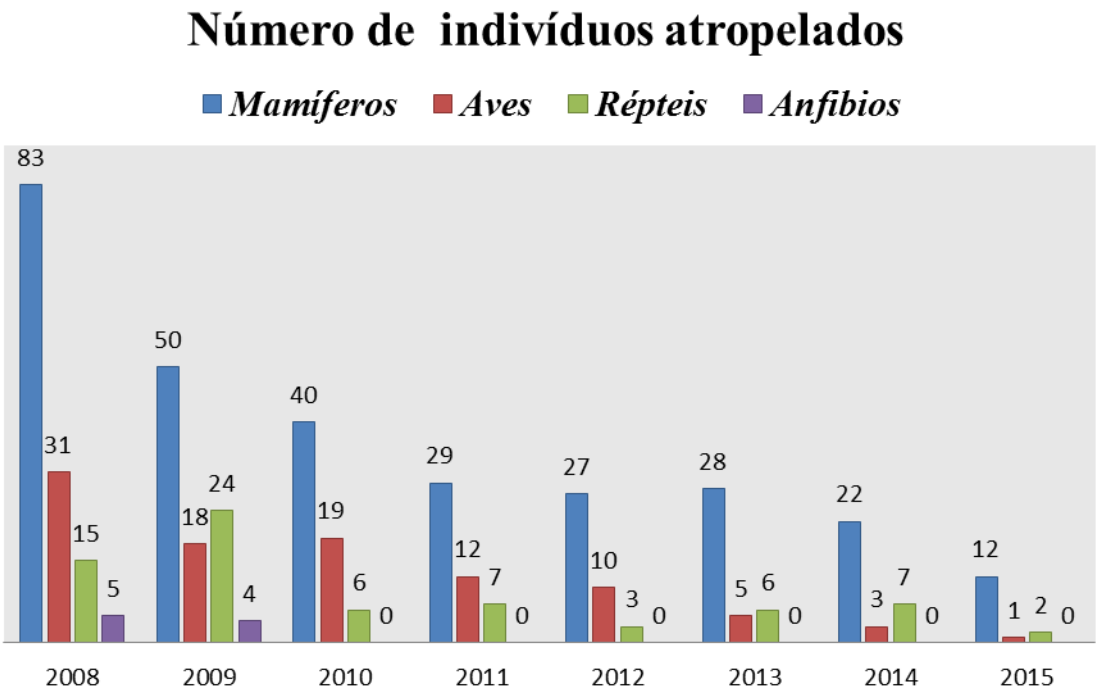

Figura 2: Número de atropelamentos de maio de 2008 a junho de 2015 no trecho da BR-116 que atravessa o PARNASO.

Notamos uma redução no número de atropelamentos em todas as classes, ficando evidente a redução do atropelamento.

Os anfíbios eram encontrados em vistorias até 2009, não se sabe o porquê de 2010 a 2012 não houve coleta desses animais na rodovia. Porém a partir de 2013, os anfíbios deixam de ser encontrados, pois as vistorias são realizadas de carro em uma velocidade média de 50km/h, sendo assim difícil de avistar esses animais atropelados (Figura 6).

Em 2013 foi o ano em que o projeto trocou sua coordenação e adotou o protocolo Malha em suas vistorias. Utilizando os dados de 2013 a 2015, conseguimos organizar em dois anos de amostragem com resultados da taxa de atropelamento mensal. Como mostra a tabela 1, em 2013-2014 temos os meses de fevereiro, maio e junho com maior taxa de atropelamento. Já em 2014-2015, temos fevereiro tendo a maior taxa de atropelamento. É possível notar que o mês de fevereiro, se manteve com maior taxa de atropelamento. Já a taxa anual, foi alterada, onde em 2013-2014 temos 0.015 (N//Km/Dia) e 2014-2015 temos 0.020 (N/Km/Dia).

Taxa de atropelamento por Mês												
	2013						2014					
Mês	*jul*	*ago*	*set*	*out*	*nov*	*dez*	*jan*	*fev*	*mar*	*abr*	*mai*	*jun*
Taxa	0.007	0.006	0.013	0.008	0.008	0	0.009	0.037	0	0.013	0.037	0.041
	2014						2015					
Mês	*jul*	*ago*	*set*	*out*	*nov*	*dez*	*jan*	*fev*	*mar*	*abr*	*mai*	*jun*
Taxa	0.025	0.018	0.041	0.011	0.02	0.013	0	0.083	0.011	0	0.011	0

Tabela1: Taxa de atropelamento anual, divida em messes.

Ao longo dos anos, o mês com maior número de atropelamentos foi o mês de abril, totalizando 50 indivíduos, seguido dos meses de março e setembro empatados com 46 indivíduos, logo após o mês de dezembro com 42 indivíduos atropelados. (Tabela 2)

Tabela com os atropelamentos mensais registrados no projeto													
	Jan	**Fev**	**Mar**	**Abr**	**Mai**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Set**	**Out**	**Nov**	**Dez**	**Total**
2008	0	0	2	15	15	11	16	10	15	15	14	21	**134**
2009	12	13	19	4	6	5	5	5	10	4	4	9	**96**
2010	5	4	9	7	14	9	3	4	1	5	2	2	**65**
2011	2	8	6	3	0	3	7	6	4	3	3	3	**48**
2012	0	4	4	7	5	1	3	0	4	6	2	4	**40**
2013	4	0	2	7	1	3	2	2	7	6	3	2	**39**
2014	1	4	3	3	3	4	3	2	5	1	2	1	**32**
2015	1	7	1	4	2	0	x	x	x	x	x	x	**15**
Total	**25**	**40**	**46**	**50**	**46**	**36**	**39**	**29**	**46**	**40**	**30**	**42**	**469**

Tabela 2: atropelamentos registrados no projeto. Em destaque os meses com maior número de animais atropelados em cada ano.

Com base nos dados por ano, pode-se perceber que houve uma concentração dos resultados nos primeiros semestres dos anos analisados, mesmo desconsiderando 2015, onde só possuímos dados do primeiro semestre.

A análise de hotspots identificou o Km 98 em ambos os anos com maior número de atropelamento, para mamíferos, aves e répteis. Porém em 2014 (figura 4), notamos uma área maior de *hotspot*, indo do Km 97 ao Km 99.. Levantando o número de

indivíduos atropelados nos dois anos, temos um total de 16 animais atropelados apenas no Km 98.

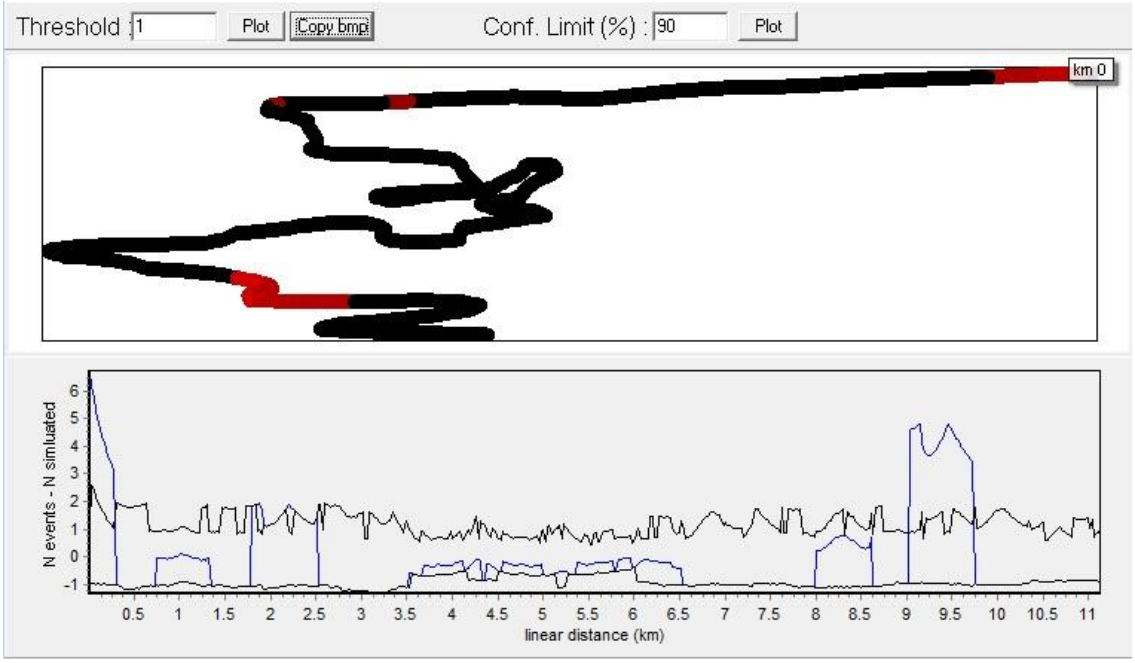

Figura 3: *hotspot* dos 10 km em 2013.

Figura 4: *hotspot* dos 10 km em 2014.

No monitoramento dos túneis tivemos algumas dificuldades. No ano de 2013, monitorávamos dois túneis no teste piloto, mas tivemos problemas no túnel 1, muitas fotos foram perdidas, árvores caíram com chuva e vento, a passagem seca que garantia ao animal não precisar pisar na agua caiu com o intenso volume de água, prejudicando

assim alguns animais a utilizarem a passagem, essa manutenção foi solicitada e não foi concluída ainda, então consideramos somente as imagens do túnel 2.

Com as armadilhas do túnel 2 foram registradas cerca de 12.000 fotografias durante o período monitorado. Foram 6 espécies registradas utilizando o túnel como passagem. Com um total de 194 registros de utilização do túnel. (Tabela 3).

Espécies	Utilizaram o Túnel	Registro de atropelamentos
Cuniculus paca (Paca)	45	0
Dasypus novemcinctus (Tatu)	1	0
Didhelphis aurita (Gambá)	105	5
Philander frenatus (Cuíca)	10	1
Sciurus aestuans (Esquilo)	1	0
Tupinambis merianae (Teiú)	1	0
Roedores	7	0
Não Identificados	24	0
Total	194	6

Tabela 3: número de espécies, registros nas armadilhas fotográficas utilizando o túnel.

A paca teve 45 registros utilizando o túnel, ficando em segundo no ranking de espécies com maior número de utilização do túnel, e com nenhum atropelamento naquele local, sendo a passagem de fauna também eficaz para a paca. Tanto a Cuíca quanto outros pequenos roedores, também tiveram sua utilização registrada pelas câmeras, e os valores mostram resultados positivos, onde a cuíca teve 10 registros utilizando o túnel e apenas 1 individuo atropelado naquele local, já os pequenos roedores tiveram 7 registros utilizando o túnel e nenhum atropelamento naquele local (Apêndice 3).

5. DISCUSSÃO

Os resultados mostram que ao longo dos anos o número de atropelamentos sofreu variações sem um padrão definido, porém o que tudo indica, é que vem ocorrendo uma diminuição. Para compararmos o número de atropelamentos por ano, é necessário que exista um registro de esforço de amostragem, ou seja, a taxa de atropelamento, sem este não é possível realizar a comparação de trabalhos que coletaram dados similares ou não, em diferentes rodovias e períodos. Não se sabe se em 2008 ocorreram mais casos de animais atropelados pelo fato de terem sido realizadas

mais vistorias que nos anos seguintes, já que esse esforço não era registrado. A rodovia passou por obras de contenção e ampliação, no trecho do km 97 ao km 100 em julho de 2011 a agosto de 2012, e no trecho do km 94 ao km 97 em setembro de 2012 a dezembro de 2013. Com as obras, certamente a velocidade média do tráfego foi diminuída, e com isso, os atropelamentos diminuíram. Além disso, a presença dos operários e o barulho das maquinas podem ter afugentado os animais das margens da rodovia.

Os mamíferos foram a classe com maior número de atropelamentos, totalizando 291 indivíduos (62%), como na maioria dos levantamentos já realizados. É possível que o grande tamanho corporal dos mamíferos, em comparação com répteis, aves e anfíbios, facilite a visualização das carcaças. Devido a seu tamanho, as carcaças de mamíferos têm uma permanência maior na rodovia, o que também aumenta a chance de serem registradas em estudos de atropelamento (BAGER, 2012).

A espécie mais atropelada foi *Didelphis aurita (gambá)*. Milli et. al. (2006) e Bueno et. al. (2010) encontraram o mesmo resultado, em pesquisas também realizadas na Mata Atlântica. No período chuvoso o gambá foi mais atropelado, isso tende a acontecer, pois é na primavera, que, segundo Radermaker (2001), é a época de maior reprodução dos *D.aurita*, o que aumenta o deslocamento dos animais em busca de parceiros. O gambá tem seu período de reprodução nos meses de outubro a janeiro com uma gestação de aproximadamente 12 dias e os filhotes terminam seu desenvolvimento no marsúpio da mãe durante 90 dias (SAMOTO et. al., 2006). Com isso nos meses posteriores as fêmeas e/ou seus filhotes tendem a se deslocar por grandes áreas em busca de alimentos, atravessando a rodovia com maior frequência.

D. aurita é o marsupial mais abundante encontrado no Parque. Cerqueira et. al (2003) mostraram que entre os pequenos mamíferos coletados no período de 1997 a 2003, foi dominada por marsupiais, responsável por 92% dos indivíduos capturados e 89% do total de captura. Fonseca & Robinson (1990) encontraram domínio de marsupiais em florestas de mata atlântica. Charles-Dominique (1983) relatou que marsupiais são mais abundantes em florestas secundarias. A sucessão ecológica nestas, implicaria uma maior estratificação e complexidade do habitat e em oportunidades crescentes para as espécies arborícolas (AUGUST, 1983). Comparado com os estudos realizados dentro do PARNASO, pode se notar o mesmo. Vieira (1999) diz que a mudança na composição de pequenos mamíferos em áreas perturbadas pode envolver a substituição de roedores terrestres por marsupiais arborícolas.

No estudo de Dinucci et al. (2008), com o objetivo de medir a preferência de micro-habitat dos marsupiais encontrados no PARNASO, na área do Garrafão (Km 94) e Guapimirim (Km 98), utilizaram captura, marcação e recaptura para identificação. O *D. aurita* foi a espécie mais capturada em ambos os locais, totalizando 44,62% dos indivíduos e 52,52% das capturas em Guapimirim, e 36,67% dos indivíduos das capturas no garrafão.

Isso mostra talvez o porquê de tantos *D.aurita* serem atropelados em rodovias, já que na margem das rodovias existem matas secundarias. Além disso, as ocupações humanas no entorno de rodovias aumentam a oferta de recursos alimentares para espécies oportunistas como os gambás (FREITAS, 1998), atraindo-os para as margens e ficando mais suscetíveis aos atropelamentos.

Apesar de ser a espécie com mais registros de atropelamento, o gambá utilizou bastante a passagem subterrânea. Nos quilômetros adjacentes ao km 98, não foram registrados atropelamentos de gambás, o que fica claro ao observar os resultados que a passagem de fauna foi eficaz para os gambás.

Além dos mamíferos, registramos um número alto de aves atropeladas, onde 99 indivíduos foram atropelados nesse mesmo período de pesquisa. Fisher (1997) registrou as aves como o segundo grupo mais atropelado em sua pesquisa, totalizando apenas 19% dos atropelamentos. Nesse estudo as aves registraram 21% dos animais atropelados. O voo, o forrageamento e hábitos carniceiros de algumas aves, são citados por Clevenger et. al. (2003) como um dos fatores de atropelamento desse grupo. De fato, seu deslocamento, utilizando as três dimensões de espaço, atravessando a rodovia com maior frequência, as deixam mais suscetíveis aos impactos com veículos. Segundo Prada (2004) seu pequeno peso corpóreo e suas adaptações para voar, tornam o grupo susceptível não apenas a colisão, mas também ao forte deslocamento de ar, provocado pelas passagens de veículos em alta velocidade. Outro fator que pode levar as aves a serem atraídas para a rodovia é a presença de recursos alimentares, como os grãos e frutas caídos dos caminhos hortigranjeiros e de insetos atraídos pelas iluminações nas estradas, todos sendo um fator atrativo também (FORMAN; ALEXANDER, 1998). Já que o grupo das aves tem representantes ativos tanto noturnos como diurnos, também pode contribuir para esse atropelamento por um maior período.

Os repteis foram o terceiro grupo mais atropelado, com uma perda de 70 indivíduos (14%). Entre os repteis a maioria atingida foram as serpentes. Devido à necessidade de termorregulação, os repteis procuram fonte externa ao seu corpo para se aquecerem, o asfalto das estradas pode representar um excelente atrativo para isso.

Outro fato é que os repteis tem locomoção reduzida em comparação com os mamíferos e aves, facilitando seu atropelamento. Entretanto, no momento em que estão na estrada, devido ao seu tamanho e formato corporal, não são facilmente visualizados pelos condutores de automóveis (TSUNOKAWA, 1997; NOSS, 2001; SHINE et al., 2004; PRADA, 2004). No entanto alguns atropelamentos de serpentes podem ser preocupantes, por diversos mitos culturais, inclusive com casos de motoristas que direcionam o veículo ao acostamento para atingirem o animal, devido ao sentimento de repulsa ou medo apresentado por alguns condutores (RODRIGUES et al., 2002).

O grupo com menor representatividade foram os anfíbios (2%). Com 9 indivíduos atropelados em 6 anos de projeto. Os registros de anfíbios foram apenas nos dois primeiros anos, pois sua coleta é dificultada em vistorias de carro, já que mesmo com uma velocidade pequena, ainda assim é insuficiente para detectar esses indivíduos. Em relação ao delineamento amostral, quanto menor a velocidade de monitoramento maior é a probabilidade de detecção das carcaças, sobretudo dos animais de pequeno porte (SLATER, 2002; SMITH; DODD, 2003; TAYLOR; GOLDINGAY, 2004).

Seu menor volume e peso corporal podem ter colaborado para o seu baixo registro, pois as pequenas carcaças por serem de difícil visualização pelos observadores decompõem rapidamente ou são levadas por inteiro por predadores. Os anfíbios são animais de corpos d'água, podendo utilizar as galerias pluviais como tuneis de passagem, porém, nesse levantamento, não foi identificado nenhum anfíbio utilizando o túnel. Provavelmente os anfíbios continuam sendo atropelados, mas nãos coletamos nenhum indivíduo, é possível que nos primeiros anos do projeto, havia alguma diferença na forma como os animais eram registrados que permitia a visualização de suas carcaças, como horário da vistoria, ou nível de pluviosidade no dia anterior, já que esses animais são encontrados com maior facilidade em tempos úmidos. Anfíbios possuem maior atividade à noite, e quanto mais tempo um animal permanece na pista, maior é a probabilidade de remoção da carcaça, seja por animais carniceiros, como, por exemplo, urubus (*Coragyps atratus*) ou outro tipo de animal carnívoro, como cachorros-do-mato (*Cerdocyon thous*) e carcarás (*Caracara plancus*) (RODRIGUES, et al., 2002), influenciando, portanto, nos resultados, e ou destruição da carcaça pelos veículos. Por isso a importância do monitoramento ser realizado o mais cedo possível, de preferência ao amanhecer. Segundo Prada (2004), anfíbios tem baixa detectabilidade durante as vistorias motorizadas pelo fato de serem animais de pequeno porte, e ao ser atropelados serem totalmente ou parcialmente achatados na pista, sendo ressecados demais quando a carcaça fica em contato com o asfalto da rodovia e com o intenso intemperismo,

desaparecem facilmente. Em relação ao tamanho dos animais atropelados, notamos que o maior número de indivíduos foi de médio e grande porte, sendo eles os pequenos mamíferos, as serpentes, gaviões e corujas em geral.

Com uma taxa anual em 2013-2014 de 0,015 e em 2014-2015 e de 0,020 (N/km/dia), o atropelamento de fauna silvestre no trecho monitorado da BR-116 se mostrou inferior em comparação com Rosa et. al. (2012) na rodovia MG-354 no Sul de Minas Gerais, que encontrou uma taxa de atropelamento de 0,098 N/km/dia. Com um monitoramento realizado de bicicleta em aproximadamente 13 km de rodovia, no período de um ano, foi identificado 46 indivíduos, sendo as aves a classe mais atropelada, já no monitoramento da Br-116, foi encontrado 44 indivíduos no período de dois anos, ou seja, Rosa et. al. (2012) levantou em um ano o que não foi identificado em dois na Br-116. Essa taxa maior talvez se deva ao fato de possuir uma vegetação em transição de floresta para cerrado, com um clima mais temperado, outro fator que justificaria essa maior taxa é que o monitoramento realizado de bicicleta é mais eficiente na percepção e coleta de pequenos vertebrados, tais como anfíbios. (BAGER, 2003; BAGER, 2006).

Podemos citar como um fator interessante, que o maior número de animais foi entregue através dos inspetores de trafego da concessionaria do que recolhidos em vistorias sistemáticas. Esse fato tende a ocorrer, pois os inspetores vistoriam a rodovia 24 horas por dia, sendo de suma importância à parceria entre a UC e a concessionaria, a fim de evitar perda de dados.

Com o *Software Siriema*, conseguimos identificar o local de *hotspot* de atropelamento, nesses dois anos de projeto foi o Km 98, onde se localiza a portaria da sede do PARNASO, no município de Guapimirim.

Já no quilometro 98, o grande volume de animais atropelados, pode estar relacionado à pista da rodovia, já que é constituída de curvas, impossibilitando a visão do motorista e do animal, favorecendo a colisão. Outros estudos mostram que a capacidade de um motorista evitar um atropelamento, em função de proximidade de uma curva, é bastante reduzida, ou pela condução dos veículos a noite, (Klöcker et. al., 2006; Ramp et al., 2006; Snow et al., 2011) como um processo que explica a maioria dos atropelamentos de fauna silvestres.

Os resultados obtidos com as passagens de fauna mostram que sua eficácia é comprovada para algumas espécies terrestres e arborícolas. Comparando espécies atropeladas com as espécies que utilizaram o túnel, (Tabela 3), observa-se um grande número de animais que não foram atropelados e que utilizaram o túnel. O gambá como espécie mais atropelada no referido trabalho, teve no período e local de monitoramento com as armadilhas fotográficas, poucos indivíduos atropelados, sendo 105 registros de *D.aurita* utilizando o túnel, ou seja, os gambás estão utilizando o túnel como passagem e estão atravessando com segurança naquele local.

A Paca (*Cuniculus paca*) teve o segundo maior registro de utilização do túnel monitorado, com um número de 45 registros.

Pacas se deslocam preferencialmente por cursos d'água (OLIVEIRA et. al., 2007). O local onde o túnel se encontra é uma galeria pluvial, onde o curso d'agua é contínuo. Isto pode explicar porque as pacas usam muito o túnel e não a rodovia. Apesar de o presente estudo ter registrado um grande número de fotos de pacas utilizando o túnel, não há como definir a quantidade de indivíduos que cruzam os túneis, com o intuito de saber se são sempre os mesmos indivíduos, pertencentes a apenas uma família, que utilizam o local.

Algumas espécies não se arriscam na rodovia e não utilizam o túnel como passagem, isso é preocupante, pois pode ocorrer um isolamento populacional fazendo com que esses animais limitem seus territórios, ocasionando disputas por alimento e por acasalamento. Segundo Prada (2004), os "efeitos de evitação", onde à perturbação resultado do tráfico de automóveis gera altos níveis de ruídos, resultando no afastamento de algumas espécies nas áreas de borda da rodovia. Já o "efeito barreira" tem a rodovia como um obstáculo na movimentação dos animais, atrapalhando sua movimentação atrás de alimentos, parceiros e forrageamento, causando na maioria das vezes a morte por atropelamento.

Considerando os resultados acima descritos, fica claro o impacto causado à fauna no trecho estudado, e para diminuir os riscos de acidentes uma das medidas provadas eficiente neste estudo, é o monitoramento e implantação de novas passagens de fauna em lugares onde o número de atropelamento é alto.

Recomendações para o manejo

Após a pesquisa fica evidente o impacto negativo causado pela rodovia na fauna silvestre. Para que haja uma redução desses atropelamentos, medidas de mitigação devem ser adotadas, como a educação ambiental para os condutores, através das placas instaladas na rodovia e folders educativos distribuídos nas praças de pedágio podem ajudar a conscientizar os motoristas sobre essa problemática. Palestras em escolas, oficinas ou jogos educativos abordando a temática do atropelamento de fauna, atuam na educação dos mais jovens para que essa mudança de atitude seja trabalhada antes mesmo deles aprenderem a dirigir.

Mas o que ficou evidente mesmo foi a utilização de galerias pluviais como passagens subterrânea de fauna, onde se constatou a utilização de algumas espécies para a travessia da rodovia, também a redução dos atropelamentos e para aquelas espécies que sofriam com o efeito barreira, o túnel ligou esses dois fragmentos separados pela rodovia. Porém deve ser feita uma analise inicial antes de monitorar ou construir um túnel. Com o *Software Siriema*, podemos identificar o local com um *hotspot* de atropelamento, construir ou adaptar uma passagem de fauna e realizar seu monitoramento, e assim constatar sua eficácia, como foi feito no presente trabalho.

Futuramente é interessante identificar outros locais com *hotspot* de atropelamento, avaliar a modificação ou construção de passagens aéreas ou subterrâneas, e continuar o monitoramento da rodovia junto as passagens para constatar a utilização e diminuição dos atropelamentos.

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, pelos momentos de compreensão, apoio e paciência. Agradeço aos meus grandes amigos que sempre estavam presentes para me incentivar. Agradeço ao PIBIC/ICMBio pela oportunidade e confiança na concessão da bolsa e aprovação da pesquisa. Ao Parque Nacional da Serra dos Órgãos pela oportunidade e estrutura fornecida. A minha orientadora Cecilia Cronemberg pelo apoio, paciência e direcionamento dado ao trabalho, a Raquel Junger, pela presença durante todo o trabalho de vistorias e triagem dos animais.

6. REFERÊNCIAS

AUGUST, P. V. **The role of habitat complexity and heterogeneity in structuring tropical mammal communities. Ecology**, v. 64, p. 1495-1507, 1983.

BAGATINI, T. **Evolução dos índices de atropelamento de vertebrados silvestres nas rodovias do entorno da estação ecológica Agua Emendadas, DF, Brasil, e eficácia de medidas mitigatórias**. 2006. 74p. Dissertação de mestrado, Instituto de Ciências biológicas de Brasília, Brasília. 2006.

BAGER, A. (ed), 2013. Projeto Malha: manual para equipe de campo. Centro Brasileiro de Ecologia de Estradas, Lavras.

BAGER, A. 2003. **Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos rodoviários associados a Unidades de Conservação** -Um estudo de caso. In: A. Bager. Áreas Protegidas: Conservação no âmbito do Cone Sul. Pelotas, 159 - 172.

BAGER, A. 2006. **Avaliação dos impactos das rodovias federais a fauna selvagem no extremo sul do Rio Grande do Sul-Brasil**. Universidade Católica de Pelotas. Pelotas, Rio Grande do Sul, 73p.

BAGER, A. **Repensando as medidas mitigadoras impostas aos empreendimentos viários associados às unidades de conservação**. (Ed.) Áreas Protegidas – Conservação no âmbito do Cone Sul. Pelotas, p. 159-172, 2003.

BARNUM, S. 2004. 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.

BECKMANN, J.P.; CLEVENGER, A.P.; HUIJSER, M.P. & HILTY, J.A. 2010. Safe passages: highways, wildlife, and habitat connectivity. **Island Press**, Washington.

BERNARDE, P. S. Ambiente e temporada de vocalização de anurofauna no município de Espigão do Oeste, Rondônia, Sudoeste da Amazônia – Brasil (Amphibia: Anura).

Biota Neotropica. V. 07, n. 2, maio, 2007. Biodiversidade Pampeana.2008. 6: 4 -10p.

BUENO, C; ALMEIDA, P. J. A. L. Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora). **Revista Brasileira de Zoociências** 12 (3): 219-226. 2010.

CÂNDIDO-JR., J. F.; MARGARIDO, V. P.; PEGORARO, J. L.; D`AMICO, A. R.; MADEIRA, W. D.; CASALE, V. C.; ANDRADE, L. **Animais atropelados na rodovia que margeia o Parque Nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil, e seu aproveitamento para estudos da biologia da conservação**. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 1., 2002, Fortaleza, CE. Anais... Fortaleza: 2002.

CERQUEIRA, R. et al. Historia Natural dos mamíferos de uma área perturbada do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. In: **Ciência e Conservação na Serra dos Órgãos**. Brasília 2007 Cap. Fauna - P. 166-177.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Ecology and social adaptations in didelphid marsupials: comparison with eutherians of similar ecology. In: EISENBERG, J. F,; KLEIMAN, D. G. (Ed.). Advances in the Study of mammalian Behavior. **Amer. Soc. Mamm**., Spec. Publ., n. 7, 1983.

COLLET, S.F. Population characteristics of Agouti paca (Rodentia) in Colombia. Michigan: Publications of the museum of Michigan State University, 1981. 601p. (Biological Series, v.5, n.7).

CORLATTI, L.; HACKLÄNDER, K. & FREY-ROOS, F. 2009. Ability of wildlife overpasses to provide connectivity and prevent genetic isolation**. Conservation Biology** 23:548-556.

DINUCCI, K. L.; SILVA, H. S.; GEISE, L. **Preferência de microhábitat de quatro espécies de marsupiais (Mammalia, Didelphimorphia) da Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro e considerações sobre a metodologia.** Laboratório de Mastozoologia, Departamento de Zoologia, IB, Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro, RJ, Brasil., 2000.

DIXO, M. B. **Efeito da Fragmentação da floresta sobre a comunidade de sapos e lagartos da serapilheira no Sul da Bahia**. 2001 77p. Dissertação de mestrado, instituto de Biociência da USP. São Paulo. 2001.

DORNELLES, S. S.; SCHILICKMAN, A.; CREMER, M. J. **Mortalidade de vertebrados na rodovia Br-101, no sul do Brasil:** Ecologia de Estradas – Tendências e Pesquisa, p. 179-192. Editora UFLA - Lavras – MG 2012.

DUELLMAN, W. E.; TRUEB, L. **Biology of Amphibians**. Baltimore and London: The johns Hopkins University Press. 1994.

FARIA, H.H.; MORENI, P.D.C. **Estradas em Unidades de Conservação: impactos e gestão no Parque Estadual do Morro do Diabo, Teodoro Sampaio** - SP. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO,2., 2000, Campo Grande, MS. Anais... Vol. II Trabalhos Técnicos.

FISCHER, W. A. **Efeitos da BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do Pantanal, MS.** Campo Grande: (Dissertação de Mestrado em Ecologia Conservação). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. 44p. 1997.

FONSECA, G. A. B.; ROBINSON, J. G. Forest size and structure: competitive and predatory effects on small mammals comunities. **Biol. Conserv**., v. 53, p. 265-294, 1990.

FORMAN, R. T. T et al. **Road ecology: science and solutions**. Washington: Island Press, 481 p., 2003.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 29, p. 207-231, 1998.

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.

GUIMARÃES, D.A., LAMEIRA, P.G; BATISTA, C.R.; LUZ, R.S.; OHASHI, O. M. **Características reprodutivas da paca fêmea (Agouti paca) criada em cativeiro**. Laboratório de Reprodução Animal - CCb - Universidade Federal do Pará, Bélem -PA. Submetido a publicação. 2003.

HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, Oslo, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

HENGEMÜHLE, A., & CADEMATORI, C. V. (2008). **Levantamento de mortes de vertebrados silvestres devido a atropelamento em un trecho da estrada do mar (RS-389)**. Biodiversidade Pampeana, *6*(2), 4-10.

HEYER, W. R. et al. **Measuring and Monitoring Biological Diversity**: Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institute Press. 1994.

HOBDAY, A. J.; MINSTRELL, M. L. Distribution and abundance of roadkill on Tasmanian highways: human management options. **Wildlife Research**, v. 35, n. 7, p. 712-726, 2008.

KLEIMAN, D.G. Patterns of behaviour in hystricomorph rodents. Symposia zoological of society of London. London, n.34, p.171-209, 1974.

KLEIMAN, D.G., EISENBERG, J.F., MALINIAK, E. Reproductive parameters and productivity of Caviomorph Rodents. In: EISENBERG, J.F. Vertebrate ecology in the northern neotropics. Washington: Smithsonian Institution, 1980.p.173-83.

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

LAUXEN, M. S.; **A mitigação dos impactos de rodovia sobre a fauna: um guia de procedimentos para uma tomada de decisão** – RS. Porto Alegre: (Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1-4p. 2012.

MATAMOROS, Y. **Anatomia e histologia del sistema reproductor del tepezcuinte (Cuniculus paca).** Revista Biologia Tropical, San Jose, v.29, n.1, p.155-64, 1981.93

MATAMOROS, Y. **Investigaciones preliminares sobre la reproduccion, comportamiento, alimentacion y manejo del tepezcuinte (Cuniculus paca Brisson) en cautiverio.** In: VIII Congreso Latinoamericano de Zoologia, 1992 , Acta ..., t.2, p.966-92.

MERRIT, D.A. **The husbandry and management of the Paca Cuniculus paca** at Lincoln park Zoo. Chicago. International Zoo Yearbook, London, n.28, p.264-67, 1989.

MILLI, M. S.; PASSAMANI, M.:**Impacto da rodovia Josil Espíndula Agostini (ES-259) Sobre a Mortalidade de Animais Silvestres (Vertebrata) por atropelamento.**2006.

NOSS, R. F. **The ecological effects of roads**. In: Managing roads for wildlive. Proceedings of the 2001 International Conference on Ecology and Transportation. **Anais…**, Alberta: Crowest Passp. P.7-24, 2001

OLIVEIRA, F.S., MACHADO, M.R.F., CANOLA, J.C., CAMARGO, M.H.B. 2007. **Uniparidade em pacas criadas em cativeiro (*Agouti paca,* Linnaeus, 1766)**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 59, n2, p. 387-389.

ORR, R. T. **Biologia do Vertebrados**. São Paulo: Roca. 5 ed. P.73-94, 1986.

PRADA, C. S. **Atropelamentos de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do nordeste do estado de São Paulo**: **quantificação de impacto de análise dos fatores envolvidos.** 2004, 129 p. Dissertação (mestrado em Ciências) – Programa de pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2004.

PRADO, T. R.; FERREIRA, A. A.; GUIMARÃES, Z. F. S. Efeito da implantação de rodovias no cerrado brasileiro sobre a fauna de vertebrados. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 28, n.3, p. 237-241, 2006.

RADEMAKER V, J MACEDO e R CERQUEIRA. 2001. **Dinâmica populacional de Didelphis aurita em uma área perturbada de mata atlântica na Serra dos Órgãos, RJ.** Em: V Congresso de Ecologia do Brasil, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

RAMP, D.; CALDWELL, J.; EDWARDS, K. A. et al. Modelling of wildlife fatality hotspots along the Snowy Mountain Highway in New South Wales, Australia. **Biological Conservation** 216:474-490. 2005.

REIS, Nelio Roberto dos et al. **Guia Ilustrado Mamíferos do Paraná Brasil**. Pelotas/RS: USEB, 2009.

RODRIGUES, F. H. G. et al**.** Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Águas Emendas, DF. In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 2002, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza, Brasil, 2002. p.585-593.

SANTOS, A. L. P. G.; ROSA, C. A.; BAGER, A. **Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil**: Revista Biotemas, 25 (1), 73-79, março de 2012.

SCOSS, L. M.; JUNIOR, P.M.. **Estradas no Parque: Efeitos da Fragmentação Interna Sobre a Intensidade de Uso do Habitat Por Mamíferos Terrestres**. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO-2., 2000. Campo Grande - MS. Anais Vol. II Trabalhos Técnicos.

SEILER, A.; HELLDIN, J. **Mortality in wildlife due to transportation.** In: DAVENPORT, J; DAVENPORT, J. L. (eds.). The ecology of transportation: managing mobility for the environments. Ireland: University College Cork, 2006. p. 165-190.

SHINE, R. et al. Why did snake cross the road? Effects of roads on movement and location of mates by garter snakes (Thamnophis sirtalis parietalis). **Ecology and Society**, v.9, n.1, p.9, 2004.

SMYTHE, N. y BROWN DE GUANTI, O. **La domesticación y cria de la paca (Agouti paca).** Guia de Conservación, 26. Roma .FAO. 1995. 91p.

TSUNOKAWA, K. **Roads and the environment**: a handbook. World Technical paper, n.376, p. 270-272, 1997.

VAN DER ZANDE, A.N.; TER KEURS, W.J.; METIKOSH, S. The impact of roads on the densities of four birds species in a open field habitat – evidence of a long distance effect. **Biological Conservation**, 18: 299-321, 1980.

VIEIRA, E. M. **Estudo comparativo de comunidades de pequenos mamíferos em duas áreas de Mata Atlântica situadas a diferentes altitudes no Sudeste do Brasil**. Campinas, 1999. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas.

WOOD, A.E**. A revised classification of the rodents**. Journal of Mammalogy, Baltimore, v.36, n.2, p.165-86, 1955.

7. APÊNDICES

Apêndice 1.

ATROPELAMENTO DE FAUNA

Unidade de Conservação:_____

Tipo de Monitoramento: carro ( ) a pé ( )

Data:____/____/____ **Hora:**____:____ **Observador:**_____ **N:**____ **Espécie:**_____ **Família:** _____ **Classe:**_____

Rodovia:_____ **X:**_____ **Y:**_____ **Q:**_____ **Monitoramento:** ( )Sim ( )Não

Lado da rodovia: ( )Direito ( )Esquerdo **Local do atropelamento:** Pista ( ) Acostamento ( )

Laboratório: ( )Sim ( )Não **Sexo:** ( )Macho ( )Fêmea ( )Indeterminado

Genética: ( ) Sim ( ) Não **Crânio:** ( ) Sim ( ) Não **Trato digestivo:** ( ) Sim ( ) Não **Pêlo:** ( ) Sim ( ) Não **Outros:**_____

OBS.: A distância entre o observador e o animal atropelado deve ser medida a partir da roda dianteira direita do veículo (lado do passageiro/observador – monitoramento de carro) ou do local onde o observador se encontra (monitoramento a pé).
As fotos e informações adicionais devem ser especificadas no espaço abaixo (OBS.).

OBS.:

Apêndice 1: Planilha utilizada nas vistorias da rodovia, modelo fornecido pelo Projeto Malha ao Projeto Fauna Viva e ao PARNASO. Pag.13

Apêndice 2.

Apêndice 2: Laboratório do Centro de Referência em Biodiversidade, localizada no Parque Nacional da Serra dos Órgãos, sede de Teresópolis.

Apêndice 3.

Apêndice 3: Fotos dos animais atravessando o túnel monitorado.