

***MONITORAMENTO DE PASSAGENS INFERIORES DE  
FAUNA PRESENTES NA FERROVIA NORTE-SUL,  
ENTRE OS MUNICÍPIOS DE PORTO NACIONAL/TO E  
ANÁPOLIS/GO (2015 E 2016)***

**MONITORING OF LOWER FAUNA PASSAGES PRESENT IN THE NORTH-SOUTH  
FERROVIA BETWEEN THE MUNICIPALITIES OF PORTO NACIONAL / TO AND  
ANÁPOLIS / GO (2015 AND 2016)**

**Ennio Painkow Neto**

Biólogo pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC/GO)  
Biólogo Junior I - Prosul Projetos Supervisão e Planejamento LTDA  
enniopainkow@hotmail.com

**Rodrigo Mariano da Silva**

Mestre em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Goiás (UFG)  
Professor Adjunto - Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC/GO)  
rodrigomariano2014@gmail.com

**RESUMO**

Estudos ambientais em ferrovias brasileiras são relativamente precários. Embora as construções dessas obras favoreçam o desenvolvimento econômico do país, danos ambientais não mensuráveis vêm se agravando no decorrer dos anos. Partindo desse contexto, a fauna pode estar sendo prejudicada pelo efeito barreira resultante da construção dessas obras viárias. O presente estudo analisou a eficiência de 21 passagens inferiores de fauna (PIF's) presentes na Ferrovia Norte-Sul, construídas como ferramentas para mitigação de impactos ambientais sobre a comunidade faunística da área de influência do empreendimento. Foram utilizados dois métodos de registros para verificação da fauna: armadilhas de pegadas e armadilhas fotográficas. A coleta dos dados resultou no registro de 22 espécies, dentre as quais 18 foram observadas atravessando PIF's, enquanto 4 espécies não realizaram travessias. Em se tratando das características de cada passagem, verificou-se que o tamanho da abertura está relacionado com a quantidade de travessias, onde passagens maiores apresentaram maior eficiência. Outros fatores estruturais também se mostraram relacionados com a quantidade de travessias e rejeições, tais como: altura do aterro, extensão da passagem e extensão do aterro. A presença de vegetação também pode influenciar na utilização das passagens pela fauna, visto que quanto mais preservada a passagem, maiores foram os registros de travessias. Apesar disso, os resultados não apresentaram significância estatística ( $p \geq 0,05$ ), possivelmente em virtude do baixo número amostral de passagens monitoradas. Apenas um estudo a longo prazo, juntamente com o aumento do número amostral, pode subsidiar resultados mais concretos quanto a eficiência dos diferentes tipos de PIF's presentes na Ferrovia Norte-Sul.

**Palavras-chave:** Fauna. PIF's. Rejeições. Travessias.

**ABSTRACT**

Environmental studies in Brazilian railroads are relatively precarious. Even though railroad constructions favor the economic growth of the country, environmental damages are immensurable and have been getting worse over the years. Thus, the fauna might be harmed by the barrier effect, which is the consequence of such constructions. The following paper analyzed the efficiency of 21 Ferrovia Norte-Sul tunnels for animals built as environmental impact mitigation measures regarding local animals affected by it. The authors used verification record methods for the fauna such as footsteps traps and photographic traps. The data collection

showed 22 species, which 18 were seen crossing such tunnels, while 4 species did not cross them. When it comes the characteristics of such tunnels, their size is related to the number of crossing where bigger tunnels are less efficient. In addition, other structural aspects are related to the number of crossings and the number of non-crossings such as the height and length of the landfill. The presence of vegetation can also influence the use of tunnels by the animals since the more preserved the more records the tunnels can have. Nevertheless, the results do not show statistic relevance ( $p \geq 0,05$ ), possibly due to the low number monitored tunnels. Only one long term study, along with the growth of samples, can subsidize more concrete results regarding the efficiency of different types tunnels for animals Ferrovía Norte-Sul has.

**Keywords:** Fauna. Tunnels for animals. Non-crossings. Crossings.

## **INTRODUÇÃO**

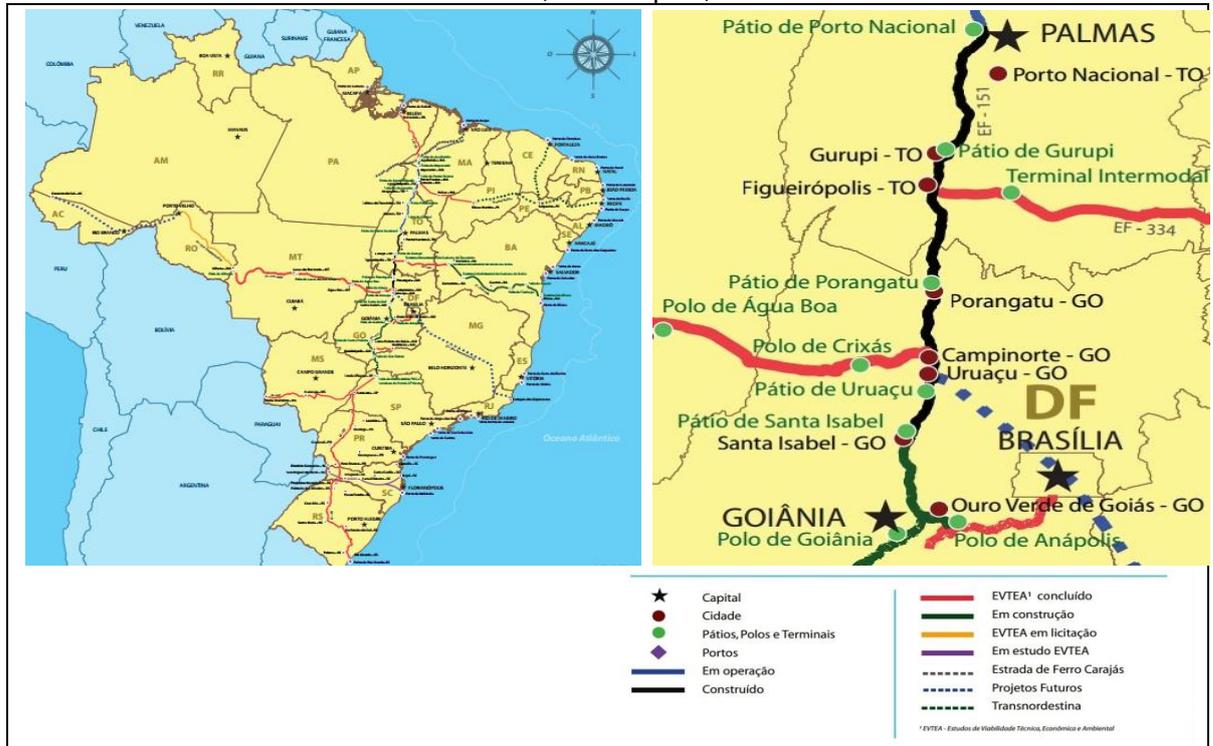
Os projetos viários são considerados obras que representam benefícios sociais e econômicos para as regiões e melhoram a qualidade de vida dos habitantes, constituindo assim um elemento importante de desenvolvimento (ABRA, 2012; ARROYAVE *et al.*, 2006; CAIN *et al.*, 2003).

A Ferrovía Norte-Sul (FNS), foi projetada para promover a integração nacional, minimizar custos de transportes e interligar as regiões brasileiras, por meio das suas conexões com ferrovias novas ou já existentes (VALEC, 2016).

O trecho de 855 quilômetros, que liga Porto Nacional/TO a Anápolis/GO, foi concluído e entregue em 22 de maio de 2014 (VALEC, 2016). Sua extensão propulsionará o crescimento socioeconômico da região e permitirá conectar todo o Brasil com o sistema ferroviário (VALEC, 2016) (Figura 01).

*Monitoramento de passagens inferiores de fauna presentes na ferrovia Norte-Sul, entre os Municípios de Porto Nacional/TO e Anápolis/GO (2015 e 2016)*

**Figura 01.** Mapa ilustrando todos os projetos ferroviários do Brasil, com ênfase no trecho que liga Porto Nacional/TO a Anápolis/GO.



**Fonte:** <[http://www.valec.gov.br/acoes\\_programas/Downloads/MapaFerroviasValec\\_07-03-2016.pdf](http://www.valec.gov.br/acoes_programas/Downloads/MapaFerroviasValec_07-03-2016.pdf)>. Acesso em: 26 outubro 2016.

Partindo do contexto ambiental, os principais impactos causados por ferrovias são semelhantes aos gerados por rodovias (SILVA *et al.*, 2015). 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).

O trecho entre Porto Nacional/TO e Anápolis/GO da Ferrovia Norte-Sul encontra-se completamente inserido no Cerrado. Este Bioma ocupava, originalmente, aproximadamente 24% do território nacional e possui uma grande diversidade de paisagens, com diferentes fitofisionomias, que podem variar conforme os fatores físicos e fisiográficos do local ou condições do meio (FELFILI *et al.*, 2004). A grande diversidade florística coloca o Cerrado como a mais rica entre as Savanas do mundo, com 6.429 espécies já catalogadas, sendo que parte considerável delas é endêmica (MENDONÇA *et al.*, 1998).

No que tange aos vertebrados, cerca de 199 espécies de mamíferos ocorrem no Cerrado (AGUIAR, 2000; MARINHO FILHO *et al.*, 2002), estando principalmente associados

*Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade - v.11 n.6 - 2017*

ou restritos aos fragmentos florestais ou matas de galeria (KLINK & MACHADO, 2005; REDFORD & FONSECA, 1986). A riqueza de avifauna no bioma é alta (maior que 830 espécies), porém o nível de endemismo é considerado baixo (3,4%). Também a quantidade de espécies de peixes, répteis e anfíbios é elevada. Apesar do número de peixes endêmicos não ser conhecido, a diversidade de formas endêmicas da herpetofauna é numericamente superior ao da avifauna (KLINK & MACHADO, 2005).

A despeito dessa elevada biodiversidade, a atenção reservada para sua conservação tem sido muito menor que aquela dispensada à Amazônia ou à Mata Atlântica. Somente 2,2% do bioma estão legalmente protegidos e existem estimativas indicando que pelo menos 20% das espécies endêmicas e ameaçadas permanecem fora de áreas de preservação ambiental (KLINK & MACHADO, 2005; MACHADO *et al.*, 2004).

O Cerrado é considerado um "hot spot" mundial de biodiversidade (KLINK & MACHADO, 2005; MYERS *et al.*, 2000; SILVA & BATES, 2002). Pelo menos 137 espécies de animais que ocorrem no Cerrado estão ameaçadas de extinção (HILTON-TAYLOR, 2004; KLINK & MACHADO, 2005) em função da grande expansão da agricultura e intensa exploração local de produtos nativos.

O clima do Cerrado apresenta duas estações bem definidas, sendo uma seca, com início no mês de maio, terminando no mês de setembro, e outra chuvosa, que vai de outubro a abril, com precipitação média anual variando de 600 a 2.000 mm, com a ocorrência frequente de veranicos (períodos sem chuva) durante a estação chuvosa (ASSAD, 1994). Cabe ressaltar que este fator exerce influência na movimentação da fauna, onde maiores precipitações favorecem os processos migratórios de diversos vertebrados (GUMIER-COSTA & SPERBER, 2009).

Assim como qualquer outra ação antrópica que resulta na alteração de ecossistemas no cerrado, e em outros biomas, as estradas também trazem impactos ambientais negativos, resultantes da fragmentação de áreas naturais, reconhecidos hoje como as principais ameaças à conservação da biodiversidade (COFFIN, 2007; LAURANCE *et al.*, 2009).

A área por onde se estendem os efeitos ecológicos de uma estrada irá depender dos fatores bióticos e abióticos considerados (FORMAN & ALEXANDER, 1998; SOUSA *et al.*, 2009). Por exemplo, a invasão de plantas exóticas em uma área de vegetação nativa, pode

atingir até 100 metros de distância da estrada, enquanto os ruídos podem chegar até algumas centenas de metros, afetando especialmente aves (PALOMINO & CARRASCAL, 2007; REIJNEN *et al.*, 1995; SOUSA *et al.*, 2009; TROMBULAK & FRISSEL, 2000).

A proximidade ou interceptação de fragmentos florestais por estradas pode alterar sua biodiversidade (HANSEN & CLEVINGER, 2005; PALOMINO & CARRASCAL, 2007; SOUSA *et al.*, 2009). Além disso, o efeito negativo imediato é a fragmentação das paisagens, com conseqüente aumento do efeito de borda e isolamento de populações (DEVELEY & STOUFFER, 2001; MURCIA, 1995; SOUSA *et al.*, 2009). Dessa forma, nota-se que as estradas são capazes de reduzir o fluxo gênico da fauna entre remanescentes florestais, podendo gerar endogamia nas comunidades faunísticas.

Os mamíferos são especialmente vulneráveis às alterações causadas pela construção e operação das estradas. Seu tamanho corporal em relação a outros grupos (répteis ou anfíbios) é uma justificativa cabível, pois maiores tamanhos corporais se relacionam a maiores áreas de vida (BUENO & ALMEIDA, 2010; MACNAB, 1963).

Estudos recentes apontam que a ocorrência de atropelamentos em estradas se dá muito em função da fragmentação da área onde se insere o empreendimento, resultando no deslocamento natural das espécies devido às mudanças na dinâmica do habitat e na disponibilidade de alimento (CLEVINGER *et al.*, 2003; FORMAN & ALEXANDER, 1998). Variações sazonais também podem influenciar no atropelamento de animais, sendo que a magnitude dessa variação depende do táxon (SANTOS *et al.*, 2012).

Segundo Kušta *et al.*, (2011), os fatores que influenciam a travessia de animais em ferrovias podem ser dispostos da seguinte maneira: I) nível da linha em relação à geomorfologia do terreno circundante; II) idade da ferrovia; III) movimentos relacionados a busca de alimento e; IV) características da paisagem de entorno.

Apesar de algumas populações de animais apresentarem comportamento de evitar as estradas (MCGREGOR *et al.*, 2008; SOUSA *et al.*, 2009), os impactos causados à fauna por atropelamentos têm recebido a atenção de pesquisadores em vários países (RICO *et al.*, 2007). Forman & Alexander (1998) estimaram o número de vertebrados atropelados nas rodovias em cerca de um milhão por dia nos Estados Unidos, consistindo na principal causa de mortalidade direta deste grupo, associada às atividades humanas.

Em 2007, quase dois milhões de acidentes envolvendo veículos automotores e mamíferos de grande porte foram contabilizados nos Estados Unidos, causando um prejuízo de aproximadamente US\$ 8,3 bilhões. Os carnívoros mais atropelados nesse país são os de maior porte, tais como: o puma (*Puma concolor*), o lince (*Lynx sp.*), o lobo-cinzento (*Canis lupus*), dentre outros (ABRA, 2012).

O número de aves mortas nas rodovias norte-americanas chega a 80 milhões por ano (ERICKSON *et al.*, 2005). Na Europa também estimam-se números alarmantes: 4 milhões no Reino Unido, 2 milhões na Holanda, 3,7 milhões na Dinamarca e 8,5 milhões na Suécia (SEILER, 2001).

Segundo Silva *et al.*, (2015), os atropelamentos de fauna em ferrovias ocorrem em diversos países. A mortalidade de animais decorrente das colisões em linhas férreas pode ser significativa, sendo mamíferos e aves os mais impactados. Entre os mamíferos, os resultados se concentraram nos casos de atropelamento de ungulados (BELANT, 1995; JAREN *et al.*, 1991; KUŠTA *et al.*, 2014) e carnívoros de médio e grande porte (TREWHELLA & HARRIS, 1990).

No Brasil, bem como em outros países desenvolvidos, estudos relacionados ao impacto causado por infraestruturas de transporte viário se dão predominantemente em autoestradas (CHEREM *et al.*, 2007; HEGEL *et al.*, 2012; REZINI, 2010; TEIXEIRA *et al.*, 2013).

Recentemente Cerboncini *et al.*, (2015) relataram os possíveis impactos ocasionados por ferrovias sobre pequenos mamíferos no Estado do Paraná, sugerindo que esses não são significativos. Também Freitas-Junior *et al.*, (2011), apresentaram relatos de atropelamentos de mamíferos em trechos de ferrovias no Cerrado e Dornas *et al.*, (2012), na Estrada de Ferro Carajás, indicando uma proposta de mitigação.

O último estudo realizado em ferrovias brasileiras ocorreu entre os anos de 2008 e 2011 por Silva *et al.*, (2015) no Rio Grande do Sul. Foram contabilizadas 52 ocorrências de atropelamentos, onde o gambá (*Didelphis albiventris*) foi a espécie mais impactada.

Tendo em vista a insuficiência de estudos realizados acerca de atropelamento em ferrovias, conclui-se que identificar locais prioritários para redução de atropelamentos é indispensável para potencializar o efeito das medidas mitigadoras (TEIXEIRA *et al.*, 2013).

Segundo a VALEC (2016), a construção de empreendimentos ferroviários, quando concluídos, irá promover a integração nacional, por meio das suas conexões com ferrovias

novas e existentes, ligando o país de Norte a Sul e de Leste a Oeste. Tais acréscimos resultarão no aumento dos atropelamentos ferroviários, o que justifica a necessidade de estudos envolvendo o tema (SILVA *et al.*, 2015).

Contudo, enquanto não existe consenso sobre a dimensão dos impactos causados pelas ferrovias sobre a fauna no Brasil, a instalação de estruturas visando facilitar o deslocamento transversal da fauna, tem sido a medida padrão adotada em grande parte dos países economicamente desenvolvidos (LAUXEN, 2012).

A construção de passagens inferiores de fauna (PIF's), que têm por objetivo promover a reconectividade dos fragmentos interceptados, pode aumentar os níveis de dispersão dos animais, além de proporcionar maior fluxo genético às comunidades faunísticas (CORLATTI *et al.*, 2009).

Segundo Abra (2012), nos casos onde a conectividade deve ser reestabelecida, é necessário que sejam implantadas as passagens de fauna. Essas estruturas têm como princípio restabelecer a conectividade estrutural entre paisagens, reduzir a taxa de atropelamentos e restaurar a conectividade funcional da matriz. O grande desafio é projetar passagens adequadas, para que as estruturas não só conectem os ambientes morfologicamente, mas também funcionalmente, o que pode ser mensurado pelo número de travessias.

De modo geral, a forma e medidas dessas passagens podem variar conforme a necessidade, e isso se reflete no sucesso da travessia para diferentes grupos faunísticos (TROCMÉ, 2006). Basicamente, destacam-se as seguintes estruturas utilizadas como PIF's: galerias, caixas secas, passagens aéreas para vertebrados arborícolas, viaduto de fauna e elevados (ABRA, 2012).

É fundamental que as mesmas sejam avaliadas quanto a sua eficácia, para que se construa uma base de conhecimentos e avaliações capazes de embasar futuros procedimentos em situações análogas (BECKMANN *et al.*, 2010).

Portanto, a compreensão da dinâmica entre as estradas e o ambiente pode servir como ferramenta para a tomada de decisões durante o planejamento de medidas mitigadoras que podem reduzir os impactos ambientais (FORMAN & ALEXANDER, 1998). Em particular, o reconhecimento de áreas prioritárias para conservação ou restauração

pode ser aprimorada com a inclusão dos conhecimentos sobre os efeitos das estradas (SOUSA *et al.*, 2009).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo está localizada na Ferrovia Norte-Sul (Tramo Central e Sul) entre os municípios de Porto Nacional/TO (Km 719,0) e Anápolis/GO (Km 50,7). O trecho possui 855 quilômetros de extensão e abrange uma série de municípios dos estados do Tocantins e Goiás (VALEC, 2016).

A princípio, as PIF's foram escolhidas aleatoriamente no traçado da ferrovia, através de mapeamento realizado pelo Google Earth (versão 7.1.5.1557). Posteriormente, foi realizado vistoria *in loco* para efetivar o reconhecimento da área onde as passagens estavam alocadas.

Foram utilizados os seguintes critérios durante a determinação dos pontos: I) As PIF's deveriam apresentar vegetação no entorno, ou em parte dele (transição entre pastagem e vegetação); II) As passagens não deveriam apresentar sinais recentes de atividades antrópicas, tais como: manejo de pecuária, fluxo de veículos automotores, moradias clandestinas, dentre outros. Com isto, as estruturas eram utilizadas apenas para drenagem de água e passagem de fauna.

Por fim, foram contempladas 21 PIF's distribuídas em toda extensão da ferrovia (Tabela 01), dentre as quais três são bueiros, 12 galerias (simples, duplas e triplas), 5 passagens de gado e fauna (PGF) e uma ponte (Figura 02).

*Monitoramento de passagens inferiores de fauna presentes na ferrovia Norte-Sul, entre os Municípios de Porto Nacional/TO e Anápolis/GO (2015 e 2016)*

**Tabela 01.** Características gerais das PIF's monitoradas durante o estudo. (Nº: número referência da PIF; PGF: passagem de gado e fauna).

Nº	Tipo	Medidas em Metros			Extensão do Aterro	Possui Vegetação no Entorno da Passagem?
		Abertura	Extensão da Passagem	Altura do Aterro		
1	Galeria Tripla	3x3	15	7	150	Possui
2	PGF	3x3	10	4	20	Possui
3	Bueiro	1,5x1,5	20	4	15	Possui
4	PGF	2,5x2,5	8	3	200	Transição
5	Ponte	20	5	8	1000	Possui
6	PGF	2,5x2,5	10	3,5	200	Possui
7	Galeria Simples	3x3	10	5	50	Possui
8	Galeria Simples	3x3	15	6	100	Transição
9	Galeria Simples	3x3	30	10	30	Transição
10	PGF	3x3	15	4	150	Transição
11	Galeria Dupla	2,5x2,5	18	6	230	Possui
12	Bueiro	1,2	12	3	70	Possui
13	Galeria Dupla	2x2	15	5	300	Possui
14	Galeria Simples	1,5x1,5	30	15	800	Possui
15	Bueiro	1,2x1,2	10	3,5	5	Possui
16	Galeria Simples	3x3	12	6	600	Possui
17	Galeria Simples	2,5x2	25	10	200	Possui
18	Galeria Dupla	3x3	10	5	200	Possui
19	Galeria Simples	2x2	45	6	300	Possui
20	Galeria Simples	3x3	15	5	80	Possui
21	PGF	3x3	10	3,5	260	Transição

**Figura 02.** Exemplos de PIF's monitoradas durante o estudo: (A). Bueiro Tubular 1,2m (diâmetro); (B). Galeria Simples 3x3m; (C). Passagem de gado e fauna - PGF 3x3m; (D). Ponte 20m de extensão.



Fonte: Prosul, Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda (2015).

Com base na grande variação estrutural das passagens, fez-se necessário simplificar a classificação, quanto ao tamanho, dos diferentes tipos de PIF's. Para isso, foi levada em consideração a quantidade de células (aberturas), tamanho da abertura e tipo de obra descrita no projeto executivo, classificando-as como pequenas, médias ou grandes, conforme os critérios descritos na Tabela 02.

**Tabela 02.** Critérios utilizados para padronizar o tamanho das PIF's monitoradas. (PGF: passagem de gado e fauna).

Tipo de Passagem	Abertura das Passagens em Metros (Altura x Largura)	Classificação
Bueiro Simples	1,5x1,5m / 1,2x1,2m / 1,2m(diâmetro)	Pequena
PGF	2,5x2,5m	Média
Galeria Simples	2x2m / 2,5x2m	Média
Galeria Simples	3x3	Grande
Galeria Dupla	3x3m / 2x2m / 2,5x2,5m	Grande
Galeria Tripla	3x3m	Grande
Ponte	20m (Extensão)	Grande
PGF	3x3m	Grande

*Monitoramento de passagens inferiores de fauna presentes na ferrovia Norte-Sul, entre os Municípios de Porto Nacional/TO e Anápolis/GO (2015 e 2016)*

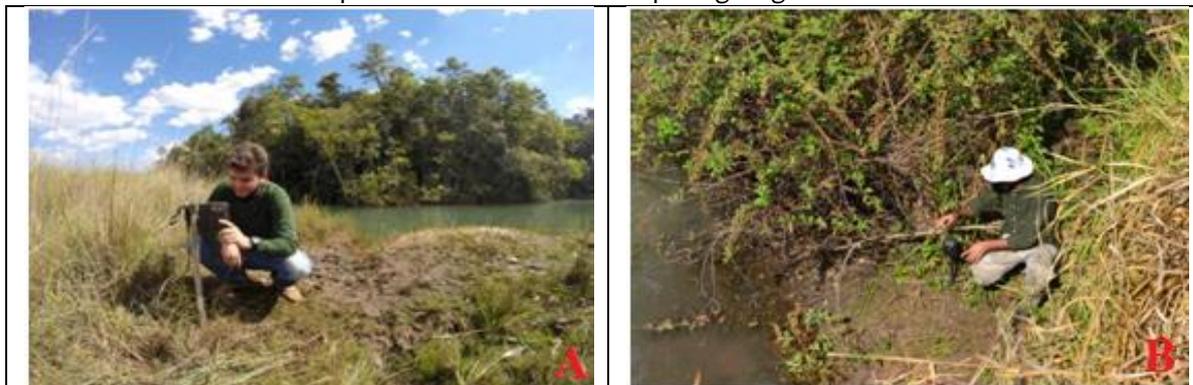
Com base nos critérios descritos por Assad (1994), o estudo foi realizado no período chuvoso. O monitoramento foi dividido em duas campanhas: A primeira campanha foi realizada em outubro de 2015, enquanto a segunda ocorreu em Abril de 2016.

Foram utilizados dois métodos de monitoramento propostos por Lauxen (2012), conforme os itens descritos a seguir:

- **Armadilhas fotográficas:**

Em cada local foi instalada uma armadilha fotográfica Bushnell (Modelo 119736C), posicionada de forma a registrar por meio de filmagem de 25 segundos o acesso da fauna às passagens, sendo possível identificar se o indivíduo realizou a travessia ou refugou. Cada armadilha permaneceu ativa 24 horas por dia, durante 7 dias em cada campanha (Figura 03).

**Figura 03.** Método utilizado durante o monitoramento para registrar, por meio de filmagens, o acesso da fauna às PIF's: (A). Instalação de armadilha fotográfica; (B). Retirada de armadilha fotográfica posicionada próxima à abertura de uma passagem grande.



Fonte: PAINKOW NETO (2015).

- **Armadilhas de Pegadas**

Visando a obtenção de melhores resultados, foram instaladas caixas de areia para registros de pegadas, na abertura oposta de onde as armadilhas fotográficas ficaram alocadas.

Esse método permitiu estimar quais animais refugaram no lado da passagem em que as armadilhas fotográficas não foram posicionadas (Figura 04).

**Figura 04.** Método utilizado durante o monitoramento para registrar, por meio de impressões de pegadas, o acesso da fauna as PIF's: (A). Caixa de areia disposta a jusante de uma passagem média; (B). Instalação de caixa de areia em passagem grande.



Fonte: PAINKOW NETO (2015).

As pegadas foram registradas tanto nas armadilhas previamente alocadas, quanto no substrato/solo próximo às passagens monitoradas. Foram utilizados guias de campo e manuais específicos (BECKER & DALPONTE, 1991) como auxílio para identificação dos rastros.

Levando em consideração a instalação e retirada das armadilhas, o esforço amostral de cada campanha foi de 14 dias, totalizando assim ao longo do monitoramento, um esforço amostral de 28 dias.

Para as análises estatísticas, os dados foram tratados como variáveis contínuas discretas onde, previamente, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk (S-W) a fim de se verificar a normalidade das variáveis contínuas. Não sendo verificado esse pressuposto, foram realizados testes não paramétricos. A comparação do número de travessias e rejeições com as variáveis de agrupamento foi realizado com base nos testes de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis. Para realização da análise entre a altura do aterro, extensão do aterro e extensão da passagem com relação ao número de travessias, foi utilizado a análise de correlação de Spearman. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do pacote estatístico *Statistical Package of Social Sciences* (SPSS, 23.0). Em todas as situações foi adotado um nível de significância de 5% ( $p \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os resultados obtidos dentro do esforço amostral, somaram-se 167 registros ao longo do monitoramento. Os indivíduos registrados estão distribuídos taxonomicamente em três classes de vertebrados, relativos a 12 ordens, 18 famílias e 22 espécies (Tabela 3). É importante ressaltar que cinco táxons foram identificados apenas em nível de gênero.

**Tabela 03.** Espécies registradas por armadilhas fotográficas e armadilhas de pegadas ao longo do monitoramento com suas respectivas classificações taxonômicas.

Classe	Ordem	Família	Espécie
"Ave"	Galliformes	Cracidae	<i>Crax fasciolata</i>
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>
Mammalia	Carnivora	Canidae	<i>Crysocyon brachyurus</i>
Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>
Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>
Mammalia	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus sp.</i>
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Procyon cancrivorus</i>
Mammalia	Carnivora	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>
Mammalia	Carnivora	Mustelidae	<i>Eira barbara</i>
Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>
Mammalia	Pilosa	Myrmecophagidae	<i>Myrmecophaga tridactyla</i>
Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	<i>Euphractus sexcinctus</i>
Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>
Mammalia	Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus sp.</i>
Mammalia	Rodentia	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>
Mammalia	Rodentia	Agoutidae	<i>Cuniculus paca</i>
Mammalia	Rodentia	Agoutidae	<i>Dasyprocta sp.</i>
Mammalia	Rodentia	Erethizontidae	<i>Coendou prehensilis</i>
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama sp.</i>
Mammalia	Artiodactyla	Cervidae	<i>Mazama gouazoubira</i>
Mammalia	Artiodactyla	Toyassuidae	<i>Pecari tajacu</i>
Mammalia	Primates	Cebidae	<i>Sapajus libidinosus</i>
Mammalia	Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>
Mammalia	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>
Mammalia	Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>
Reptilia (exceto aves)	Chelonia	Testudinidae	<i>Chelonoides carbonarius</i>
Reptilia (exceto aves)	Squamata	Teiidae	<i>Tupinambis sp.</i>

Grande parte dos registros obtidos, foram de espécies da classe Mammalia (n=161), o que representa 94,4% dos dados coletados. Esse grupo apresentou riqueza total de 20 espécies, o que se assemelha aos dados coletados por Abra (2012), quando registrou

21 espécies durante o monitoramento e avaliação das passagens inferiores de fauna presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas/SP.

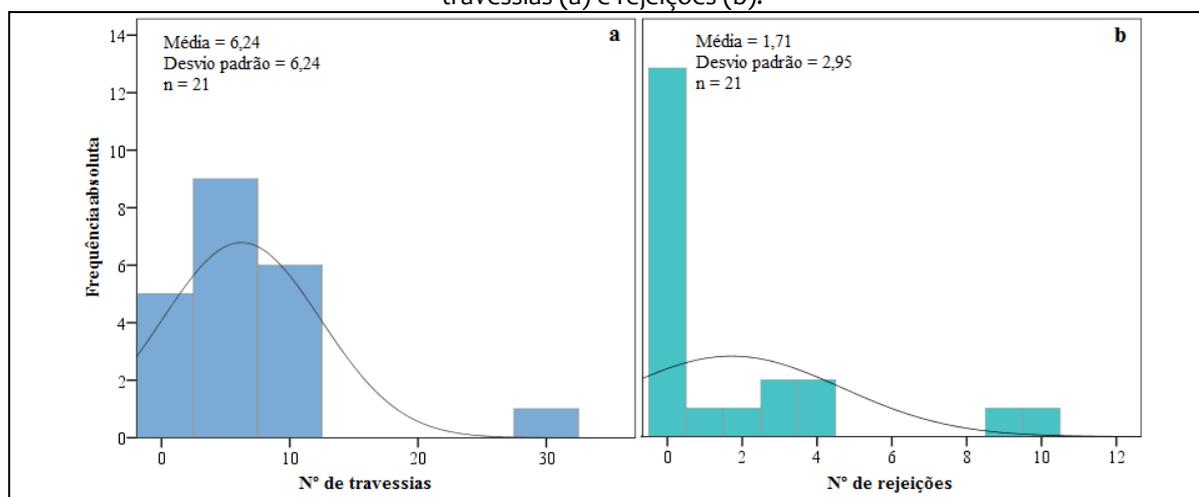
Em contrapartida, o presente estudo obteve maior riqueza se comparado com os registros de Barszcz *et al.*, (2011) (n=13), que analisaram o uso das passagens de fauna da rodovia SP-322 por mamíferos de médio e grande porte. Esse fato possivelmente ocorreu devido ao baixo número de passagens monitoradas pelo autor (n=5) ou pelo fato do baixo grau de preservação da área amostrada.

Além das 20 espécies de mamíferos identificados durante o presente estudo, outros quatro registros não puderam ser catalogados em nível de espécie, pois o método armadilhas de pegadas dificultou esta classificação, visto que as pegadas ficaram mal impressas na caixa de areia.

A classe Reptilia (exceto aves) foi a menos diversa (n=2), apresentando também baixa riqueza (n=2). Os registros de aves apresentaram a menor riqueza dentre as classes (n=1), sendo que todos os registros foram representados pela espécie mutum-de-penacho (*Crax fasciolata*).

Do total de registros (n=167), 131 foram observados realizando a travessia, enquanto 36 refugaram as PIF's. Considerando a frequência de travessias e rejeições nos diferentes tipos passagens, observou-se que a média do número de travessias foi representativamente maior do que a média de rejeições (Figura 05).

**Figura 05.** Histograma demonstrando as diferentes classes de frequências do número de travessias (a) e rejeições (b).



*Monitoramento de passagens inferiores de fauna presentes na ferrovia Norte-Sul, entre os Municípios de Porto Nacional/TO e Anápolis/GO (2015 e 2016)*

Cabe destacar que em 13 passagens, das 21 monitoradas, não houve registros de rejeições. Por outro lado, apenas uma passagem apresentou nulidade quanto ao registro de travessias.

Em 20 das 21 PIF's estudadas foram registradas de 0 a 11 travessias com uma discrepância de registros na passagem 01, a qual apresentou o total de 29 travessias e nenhuma rejeição. A referida passagem é uma galeria tripla que serve de ligação entre fragmentos de vegetação da área de preservação permanente (APP) de um córrego com a APP de seu emissário principal, o rio Lagoinha (Figura 06).

**Figura 06.** Características gerais da PIF nº 01. (A). Aspecto geral da galeria tripla monitorada durante o estudo; (B). Visualização da passagem monitorada; (C). Vegetação predominante no entorno da passagem; (D). Visão geral do fragmentos presente no entorno da galeria tripla.



Fonte: Prosul, Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda (2015).

Paralelamente, ressalta-se que a PIF nº 1 é a única galeria tripla monitorada, sendo ainda a maior obra de arte corrente (OAC) contemplada pela execução do estudo. Esse fato pode ser uma justificativa plausível para o alto índice de travessias, sendo que nove espécies utilizaram a referida passagem. Outros fatores tais como, altura do aterro (7 m),

extensão da passagem (15 m), extensão do aterro (150 m) e presença de vegetação no entorno da PIF também podem ter influenciado nesse resultado.

Por fim, verificou-se após a realização do teste de S-W, que a distribuição do total de registros não obedece a uma normalidade, sendo assim, uma distribuição não paramétrica. Além disso, foi observado outliers nos dados coletados, visto que valores atípicos foram verificados.

Dentre as espécies registradas ao longo do monitoramento, observou-se que a paca (*Cuniculus paca*) e o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) foram as espécies mais abundantes da amostragem, apresentando 24 e 21 registros, respectivamente. Ambos os registros referem-se ao número de travessias, visto que não houve registros de rejeições desses animais. Destaca-se ainda, que as espécies supracitadas foram registradas atravessando os três diferentes tamanhos de passagem (Tabela 4).

**Tabela 04.** Total de registros obtidos através dos métodos, armadilhas fotográficas e armadilhas de pegadas, ao longo do monitoramento. (P: pequena; M: média; G: grande).

Nome Científico	Nome Comum	Realizou Travessia?	Tamanho da Passagem	Número de Travessias	Número de Rejeições
<i>Cerdocyon thous</i>	Cachorro-do-mato	Sim	P, M, G	7	5
<i>Chelonoides carbonarius</i>	Jabuti	Não	-	-	1
<i>Coendou prehensilis</i>	Ouriço-cacheiro	Sim	M, G	8	-
<i>Crax fasciolata</i>	Mutum-de-penacho	Sim	G	3	1
<i>Crysocony brachyurus</i>	Lobo-guará	Sim	G	1	1
<i>Cuniculus paca</i>	Paca	Sim	P, M, G	24	-
<i>Dasyprocta</i> sp.	Cutia	Sim	P, M, G	7	2
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Tatu-galinha	Sim	M, G	3	1
<i>Dasyopus</i> sp.	Tatu	Sim	M, G	2	1
<i>Didelphis albiventris</i>	Gambá	Sim	G	3	-
<i>Eira barbara</i>	Irara	Não	-	-	1
<i>Euphractus sexcinctus</i>	Tatu-peba	Sim	G	1	-
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Capivara	Sim	G	9	1
<i>Leopardus pardalis</i>	Jaguaririca	Sim	P, G	4	-
<i>Leopardus</i> sp.	Gato-do-mato	Sim	P	1	-
<i>Mazama gouazoubira</i>	Veado-catingueiro	Sim	G	4	1
<i>Mazama</i> sp.	Veado	Sim	M	1	1
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Tamanduá-bandeira	Sim	P, M, G	13	2
<i>Nasua nasua</i>	Quati	Sim	M, G	3	7
<i>Pecari tajacu</i>	Cateto	Não	-	-	1
<i>Procyon cancrivorus</i>	Mão-pelada	Sim	P, M, G	21	-
<i>Puma concolor</i>	Onça-parda	Não	-	-	1
<i>Sapajus libidinosus</i>	Macaco-prego	Sim	G	10	3
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Tapiti	Sim	G	1	1
<i>Tamandua tetradactyla</i>	Tamanduá-mirim	Sim	G	2	-

*Monitoramento de passagens inferiores de fauna presentes na ferrovia Norte-Sul, entre os Municípios de Porto Nacional/TO e Anápolis/GO (2015 e 2016)*

Nome Científico	Nome Comum	Realizou Travessia?	Tamanho da Passagem	Número de Travessias	Número de Rejeições
<i>Tapirus terrestris</i>	Anta	Sim	G	2	5
<i>Tupinambis</i> sp.	Lagarto	Sim	G	1	-
<b>TOTAL</b>	-	-	-	131	36

Por outro lado, uma espécie de réptil (*Chelonoidis carbonarius*) e três espécies de mamíferos (*Eira barbara*, *Pecari tajacu* e *Puma concolor*), não realizaram travessias nas passagens monitoradas (Figura 07).

**Figura 07.** Espécies registradas ao longo do monitoramento que rejeitaram as PIF's: (A). Onça-parda (*P. concolor*) refugando passagem grande; (B). Cateto (*P. tajacu*) refugando passagem grande; (C). Pegadas revelando a rejeição do jabuti (*C. carbonarius*) em passagem pequena; (D). Pegadas revelando a rejeição da irara (*E. barbara*) em passagem grande.



Fonte: Prosul, Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda (2015).

Em especial, cabe destacar a onça-parda (*Puma concolor*), classificada como vulnerável (VU) na Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2014) podendo, inclusive, estar sofrendo com os efeitos diretos e indiretos da ferrovia, tais como: perda de habitat e efeito barreira (ASCENSÃO & MIRA, 2006).

Em relação às rejeições, o maior número de registros foram da anta (*Tapirus terrestris*) (n=5), do quati (*Nasua nasua*) (n=7) e do cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) (n=5).

A anta (*T. terrestris*), também classificada como vulnerável na Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2014), é o maior mamífero terrestre brasileiro (MEDICI *et al.*, 2011), possuindo estrutura anatômica forte, com peso variando de 150 a 300 kg (PEREIRA, 2013). Seu porte corpóreo pode estar relacionado com a realização de travessias nas PIF's presentes na ferrovia, pois essa espécie rejeitou duas passagens grandes. Além do porte corpóreo, outros fatores também podem ter influenciado nos resultados, visto que o número de rejeições foi relativamente baixo (n=5) para afirmar a real causa.

Os mamíferos de médio porte, quati (*Nasua nasua*) e cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) assemelharam-se quanto a utilização de PIF's. Ambas espécies rejeitaram as passagens nº 11 e nº 15, classificadas como grande e pequena, respectivamente. Em especial, cabe destacar a passagem nº 11, que por sua vez surpreendeu devido o elevado número de rejeições (n=10), visto que trata-se de uma passagem grande. Esse acontecimento pode ter ocorrido devido às características gerais da passagem e a paisagem na qual está inserida. Cabe destacar que a passagem é uma galeria dupla em APP de um córrego intermitente (com água durante o período de monitoramento), medindo 2,5x2,5m de abertura (Figura 08).

**Figura 08.** Características da PIF nº 11: (A). Situação da galeria dupla monitorada durante o estudo; (B). Aspecto do córrego intermitente a jusante da PIF.



Fonte: Prosul, Projetos, Supervisão e Planejamento Ltda (2015).

A presença de água no interior da passagem nº 11, pode ter sido a causa do elevado índice de rejeições, principalmente se considerado os padrões comportamentais das duas espécies anteriormente citadas (*Cerdocyon thous* e *Nasua nasua*). Em aspectos ambientais normais, ambas espécies são preferencialmente terrestres e relativamente intolerantes a ambientes inundados. Com isto a presença de água nesta passagem pode ter influenciado negativamente na travessia, de modo que se tornou um obstáculo para as referidas espécies.

Além das espécies já citadas, é importante ressaltar o alto número de registros de travessias do tamanduá-bandeira (*Mymecophaga tridactyla*) (n=13), espécie também considerada vulnerável na Lista de Espécies da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (MMA, 2014). A mesma utilizou os três diferentes tamanhos de passagem, apresentando apenas dois registros de rejeições.

Os mamíferos, capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e macaco-prego (*Sapajus libidinosus*), se destacaram quanto à preferência por passagens maiores. Ambos foram registrados nove e dez vezes, respectivamente, atravessando apenas passagens grandes.

Com base nas análises de variância para testar se o tamanho da abertura das passagens está relacionado com a quantidade de travessias e rejeições da fauna, de modo geral, concluiu-se que não houve diferença estatisticamente significativa (KRUSKAL-WALLIS,  $p=0,51$  - travessias e  $p=0,35$  - rejeições) (Tabela 05).

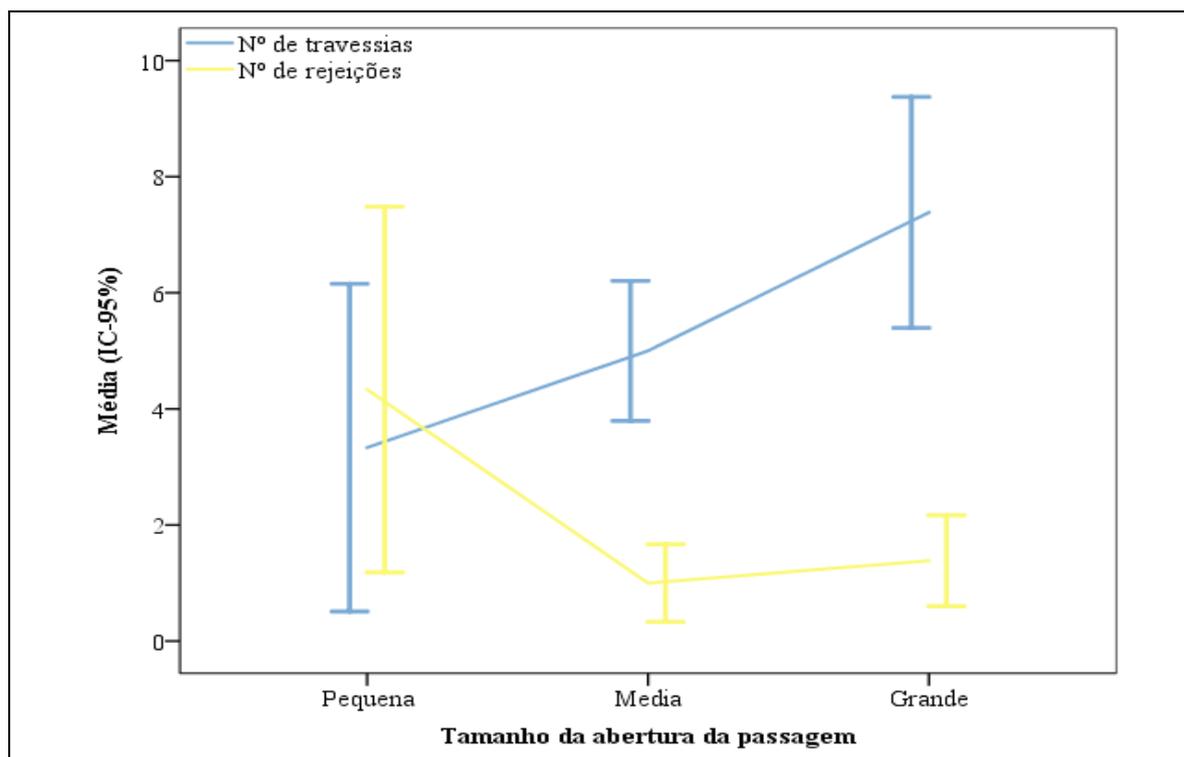
**Tabela 05.** Resultado da comparação do número de travessias e rejeições com o tamanho da abertura da passagem.

Variáveis de agrupamento	Número de travessias (Média ± Desvio padrão)	Número de rejeições (Média ± Desvio padrão)
Tamanho da abertura	$p = 0,51^*$	$p = 0,35^*$
Grande	7,38 ± 7,38	1,38 ± 2,9
Media	5,00 ± 2,55	1,00 ± 1,41
Pequena	3,33 ± 4,04	4,33 ± 4,51

Esse resultado mostrou-se semelhante às análises realizadas por Abra (2012), relativas ao monitoramento e avaliação de PIF's presentes na rodovia SP-225 no município de Brotas/SP. O referido estudo identificou que não houve diferença estatisticamente significativa entre a quantidade de travessias se comparado com as dez diferentes formas de passagens (ANOVA,  $p=0,25$ ).

Mesmo não havendo correlação estatisticamente significativa, observou-se um maior índice de rejeições em passagens pequenas, se comparado com os resultados obtidos para passagens grandes, sendo que as passagens grandes apresentaram ainda, maior número de travessias, com relação às passagens médias, conforme apresentado na Figura 09.

**Figura 09.** Gráfico de linha comparando o número de travessias e número de rejeições com o tamanho da abertura da passagem. (IC-95%: Intervalo de confiança).



Analisando as variáveis comparativas da relação entre vegetação e número de travessias e rejeições, observou-se através do teste de Mann-Whitney, que não há uma correlação estatisticamente significativa ( $p=0,12$  - travessias e  $p=0,06$  - rejeições), porém verificou-se uma tendência representativa, visto que o valor de  $p$  para o número de rejeições foi próximo a  $0,05$  (Tabela 06). Este dado pode ser justificado pela ausência de registros de rejeições nas cinco passagens que possuem vegetação de transição no entorno. No entanto, observam-se indícios de que as espécies que se movimentam preferencialmente em áreas abertas tendem a não refugar PIF's, possivelmente em virtude de uma melhor visibilidade do interior da passagem e de seu entorno. O efeito migratório das metapopulações entre os remanescentes florestais, também pode estar relacionado com esse resultado.

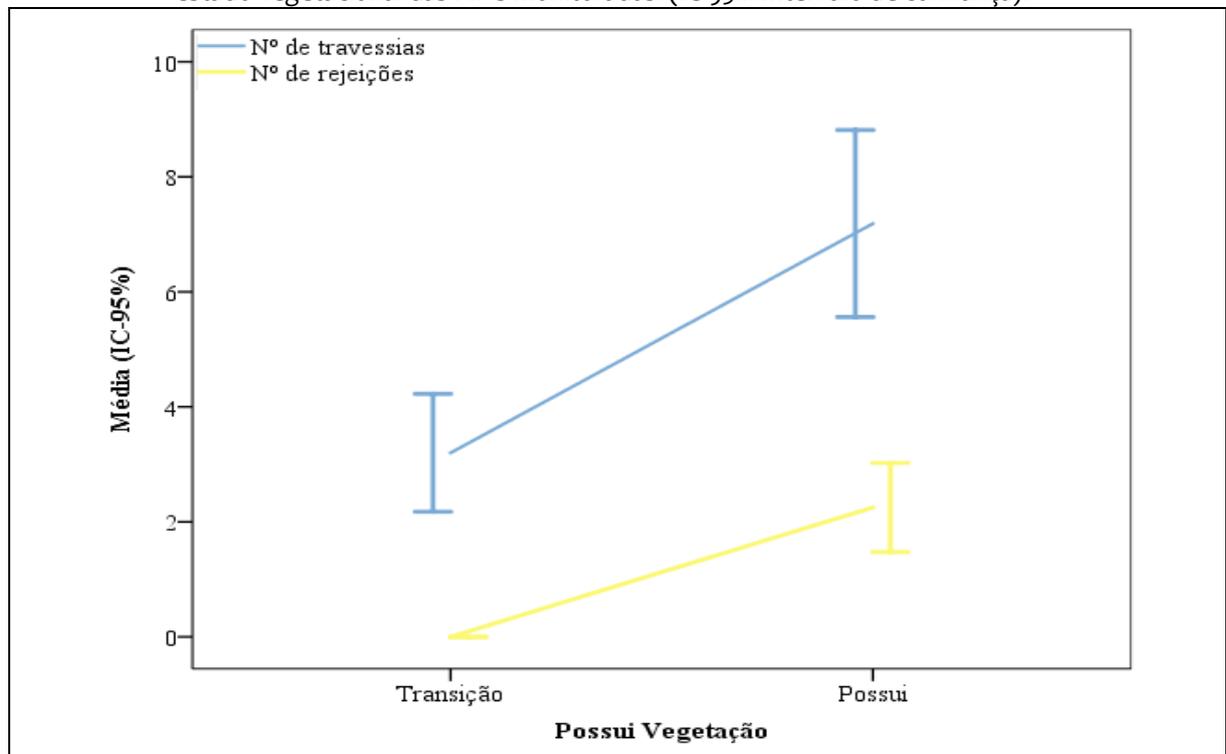
*Monitoramento de passagens inferiores de fauna presentes na ferrovia Norte-Sul, entre os Municípios de Porto Nacional/TO e Anápolis/GO (2015 e 2016)*

**Tabela 06.** Resultado da comparação do número de travessias e rejeições com relação ao estado vegetacional das PIF's monitoradas.

Variáveis de agrupamento	Número de travessias (Média ± Desvio padrão)	Número de rejeições (Média ± Desvio padrão)
<b>Vegetação</b>	<b>p = 0,12*</b>	<b>p = 0,06*</b>
Possui	7,19 ± 6,75	2,25 ± 3,21
Transição	3,20 ± 2,17	0,00 ± 0,00

Por outro lado, observou-se que a média de travessias em PIF's que possuíam vegetação no entorno foi relativamente alta, se comparado com as passagens que eram compostas por vegetação de transição (Figura 10). Com base na teoria de Hilty *et al.*, (2006), a alta representatividade de registros de travessias, em passagens onde a vegetação compõem todo seu entorno, é explicada pela dinâmica de corredores ecológicos, onde os elementos da paisagem aumentam a habilidade dos organismos a se locomoverem.

**Figura 10.** Gráfico de linha comparando o número de travessias e número de rejeições com o estado vegetacional das PIF's monitoradas. (IC-95%: Intervalo de confiança).

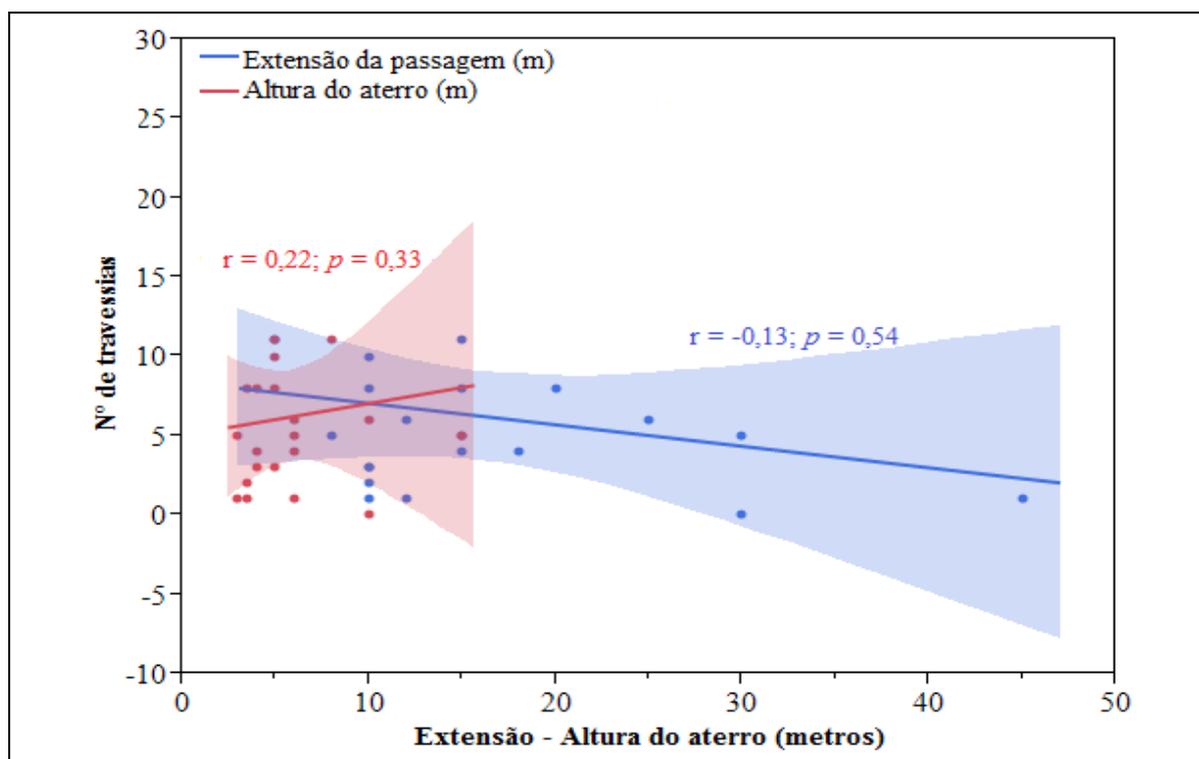


Levando em consideração outros fatores abióticos que podem estar relacionados ao número de travessias, observou-se através do teste de correlação de Spearman, que

quanto maior a extensão da passagem, menor é o número de travessias, porém este resultado não foi estatisticamente significativo ( $p=0,54$ ). Em controvérsia à colocação dos fatores descritos, foi verificado que quanto maior a altura do aterro, maior é o número de travessias, não sendo porém, estatisticamente significativo ( $p=0,33$ ).

Outro fator relevante é o elevado intervalo de confiança entre as duas variáveis ilustradas na Figura 11, onde não há uma precisão estatisticamente representativa, tornando assim os dados bastante dispersos. Considerando o valor de  $r$  (-1 a 1), nota-se também que a correlação de ambas variáveis são baixas ( $r=0,22$  - altura do aterro e  $r=-0,13$  - extensão da passagem).

**Figura 11.** Gráfico de dispersão demonstrando a correlação do número de travessias com a extensão da passagem e altura do aterro.



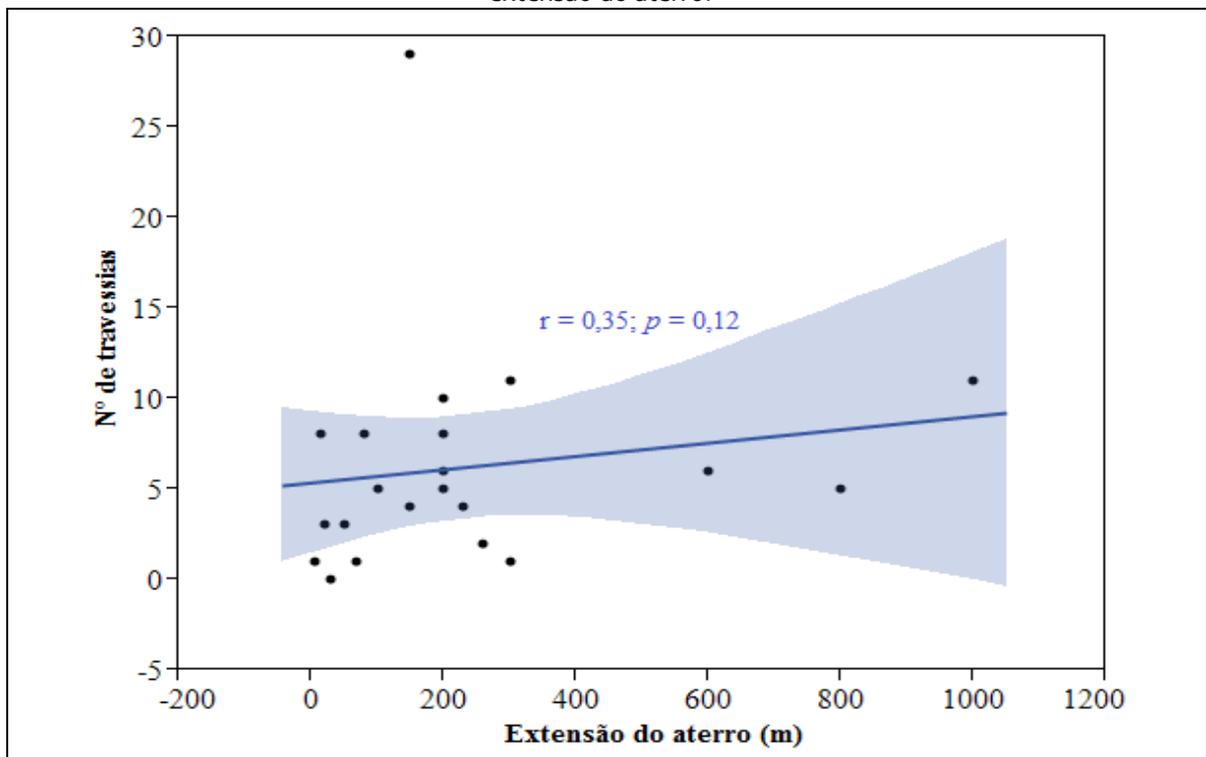
A extensão do aterro também exerce influência na quantidade de travessias, onde fica evidenciado que quanto mais extenso o aterro, maior o número de travessias. Cabe destacar ainda que esta correlação não é estatisticamente significativa ( $p= 0,12$ ).

Esse fato pode ser explicado pela dinâmica da engenharia de ferrovias, onde o grau de inclinação vertical do traçado deve ser relativamente plano (VALEC, 2016), sendo

necessário, na maioria dos casos, a construção de grandes taludes que causam efeito barreira para a biota local. Isso pode acarretar uma série de problemas ecológicos, principalmente em alguns pontos verificados neste estudo, nos quais, próximo a algumas passagens monitoradas, há aterros de 15m de altura e 1 km de extensão. Com isso, animais que possuem limitações diretas ou indiretas para migração nesses locais, e que não utilizam PIF's, podem estar sendo gravemente impactados.

O gráfico a seguir mostra a correlação entre a quantidade de travessias e a extensão do aterro (Figura 12).

**Figura 12.** Gráfico de dispersão demonstrando a correlação do número de travessias com a extensão do aterro.



A continuidade do monitoramento, conjunto ao aumento do número amostral, pode tornar as análises mais representativas, visto que as discrepâncias analisadas impossibilitaram a formação de um laudo estatisticamente significativo.

## **CONCLUSÃO**

De modo geral, verificou-se através desse estudo que as PIF's presentes na Ferrovia Norte-Sul foram ferramentas eficientes para a travessia da fauna, visto que 18 espécies das 22 registradas realizaram a travessia nas passagens monitoradas. Com isso, notou-se que a utilização desses dispositivos puderam auxiliar na mitigação dos impactos causados pela ferrovia sobre a comunidade faunística da região.

Considerando os grupos faunísticos, observou-se que os métodos utilizados no monitoramento apresentaram maior eficácia na obtenção de registros de mamíferos terrestres de médio e grande porte. Desse modo é de grande valia ressaltar que esses métodos não foram apropriados para obtenção de registros de outros grupos de vertebrados, tais como pequenos mamíferos, aves, répteis e anfíbios, para os quais a execução de métodos envolvendo captura, marcação e recaptura auxiliariam na análise.

Em se tratando dos mamíferos, verificou-se que espécies que possuem maior porte corpóreo apresentaram maior tendência a rejeitarem às PIF's, como foi o caso da onça-parda (*Puma concolor*) e da anta (*Tapirus terrestris*). O cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) e o quati (*Nasua nasua*) foram uma exceção quanto ao número de rejeições, visto que ambas espécies refugaram a passagem nº 11, que por sua vez encontrava-se com água em seu interior. Este fato pode ter influenciado negativamente na realização de travessias dessas espécies, visto que ambas são relativamente intolerantes a ambientes inundados. Com isto, uma alternativa cabível é a construção de um degrau em nível mais elevado, dentro da passagem alagada, de modo que facilite a utilização da passagem por essas espécies. Em contrapartida a paca (*Cuniculus paca*), o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) e o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*), se mostraram generalistas quanto à utilização das passagens.

Apesar dos resultados não terem sido estatisticamente significativos entre as medidas estruturais, se comparado com o número de travessias, verificou-se que quanto maior a abertura da passagem, mais alto e extenso o aterro e menos extensa a passagem, maior foi o número de travessias. Ressalta-se ainda que a presença de vegetação no entorno das passagens também pode influenciar na travessia de vertebrados terrestres, de modo que, quanto mais preservada a paisagem, maior foi a utilização das PIF's.

*Monitoramento de passagens inferiores de fauna presentes na ferrovia Norte-Sul, entre os Municípios de Porto Nacional/TO e Anápolis/GO (2015 e 2016)*

Desse modo o presente trabalho revelou que as PIF's se mostram eficientes para mitigar os impactos das ferrovias sobre a dinâmica da fauna. Um monitoramento a longo prazo, com um número maior de passagens monitoradas, mais dias de amostragem e maior quantidade de equipamentos de monitoramento fotográfico por PIF, pode subsidiar a obtenção de resultados mais concretos quanto à eficiência de cada passagem, tornando assim mais segura uma análise integrada, acerca de travessias e rejeições, nos diferentes tipos de PIF's da Ferrovia Norte-Sul.

## REFERÊNCIAS

ABRA, Fernanda Delborgo. *Monitoramento e Avaliação das Passagens Inferiores de Fauna Presentes na Rodovia SP-255 no Município de Brotas, São Paulo*. Dissertação de Mestrado (Instituto de Biociências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

AGUIAR, Ludmilla Moura de Souza. *Comunidades de morcegos do Cerrado no Brasil Central*. Tese de Doutorado - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

ARROYAVE, María del Pilar; GÓMEZ, Carolina; GUTIÉRREZ, María Elena; MÚNERA, Diana Paulina; ZAPATA, Paula Andrea; VERGARA, Isabel Cristina; ANDRADE, Liliana María; RAMOS, Karen Cristina. Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *Revista EIA*, Medellín, ISSN 1794-1237, n.5, p. 45-57, jun, 2006.

ASCENSÃO, Fernando; MIRA, António. *Impactes das Vias Rodoviárias na Fauna Silvestre*. Relatório Técnico Final (E.P.E) - Universidade de Évora, Portugal, 2006.

ASSAD, Eduardo Delgado. *Chuva nos cerrados: análise e espacialização*. Brasília: EMBRAPA-CPAC/SPI, 1994.

BARSZCZ, Leonardo Beltrão; GASPARI-JUNIOR, Roque Lazaro; GASPARI, Antonio Fernando; FREITAS, Simone. Uso de Passagens de Fauna da Rodovia SP-322 por Mamíferos de Médio e Grande Porte. In: BAGGER, Alex. *Anais do Road Ecology Brazil 2011*. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2011. p. 87-100.

BECKER, Marlise; DALPONTE, Júlio. *Rastros de Mamíferos Silvestres Brasileiros: Um Guia de Campo*. Brasília: Technical Books Editora, 1991.

BECKMANN, Jon; CLEVINGER, Anthony; HUIJSER, Marcel; HILTY, Jodi. *Safe Passages Highways, Wildlife, and Habitat Connectivity*. Washington: Island Press, 2010.

BELANT, Jerrold. Moose Collisions With Vehicles and Trains in Northeastern Minnesota. *Alces*, Sandusky, v. 31, p. 1-8, 1995.

BUENO, Cecília; ALMEIDA, Paulo José. Sazonalidade de atropelamentos e os padrões de movimentos em mamíferos na BR-040 (Rio de Janeiro-Juiz de Fora). *Revista Brasileira de Zoociências*, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, p. 219-226, jul, 2010.

CAIN, Alan; TUOVILA, Valerie; HEWITT, David; TEWES, Michael. Effects of a highway and mitigation projects on bobcats in Southern Texas. *Biological Conservation*. Kingsville, v. 114, n. 2, p. 189-197, dec, 2003.

CERBOCINI, Ricardo; ROPER, James; PASSOS, Fernando. Edge effects without habitat fragmentation? Small mammals and a railway in the Atlantic Forest of southern Brazil. *Oryx*, Paraná, v. 50, n. 3, p. 460-467, feb, 2015.

CHEREM, Jorge; KAMMERS, Marcelo; GHIZONI-JUNIOR, Ivo; MARTINS, Anderson. Mamíferos de médio e grande porte atropelados em rodovias do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil. *Biotemas*, Florianópolis, v.20, n. 3, p. 81-96, set, 2007.

CLEVINGER, Anthony; CHRUSZCZ, Bryan; GUNSON, Kari. Spatial patterns and factors influencing small vertebrate fauna road-kill aggregations. *Biological Conservation*, Boston, v. 109, p. 15-26, jan, 2003.

COFFIN, Alisa. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, London, v. 15, n. 5, p. 396-406, sep, 2007.

CORLATTI, Luca; HACKLÄNDER, Klaus; FREY-ROOS, Fredy. Ability of Wildlife Overpasses to Provide Connectivity and Prevent Genetic Isolation. *Conservation Biology*, Vienna, v. 23, n. 3, p. 548-556, jun, 2009.

*Monitoramento de passagens inferiores de fauna presentes na ferrovia Norte-Sul, entre os Municípios de Porto Nacional/TO e Anápolis/GO (2015 e 2016)*

DEVELEY, Pedro; STOUFFER, Philip. Effects of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in central Amazonian Brazil. *Conservation Biology*, v. 15, n. 5, p. 1416-1422, oct, 2001.

DORNAS, Rubem Augusto Paixão. Mitigating wildlife roadkill in a Brazilian Amazon railway: a proposal of pilot study. In: IENE International Conference. *Safeguarding Ecological Functions Across Transport Infrastructure*. Berlin: Swedish Ministry of Environment and the Swedish Transport Administration, 2012. p. 216.

ERICKSON, Wallace; JOHNSON, Gregory; JUNIOR, Young. A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions. *USDA Forest Service Gen*, Cheyenne, p. 1029-1042, mar, 2005.

FELFILI, Jeanine Maria; SILVA JÚNIOR, Manoel Claudio; SEVILHA, Anderson Cássio; FAGG, Christopher William; WALTER, Bruno Machado Teles; NOGUEIRA, Paulo Ernane; REZENDE, Alba Valéria. Diversity, floristic and structural patterns of cerrado vegetation in Central Brazil. *Plant Ecology*, Brasília, v. 175, Issue 1, p. 37-46, july, 2004.

FORMAN, Richard; ALEXANDER, Lauren. Roads and Their Major Ecological Effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, Cambridge, v. 29, p. 207-231, 1998.

FREITAS-JUNIOR, Mozart Caetano; LEMOS, Frederico Gemesio; AZEVEDO, Fernanda Cavalcanti; COSTA, Alan Nilo. Atropelamento de mamíferos de médio e grande porte em trechos de ferrovia no sudeste de Goiás, Brasil. In: BAGER, Alex. *Anais do Road Ecology Brazil 2011*. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2011. p. 165-167.

GUMIER-COSTA, Fabiano; SPERBER, Carlos Frankl. Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, Paraupébas, v. 39, n. 2, p. 459-466, fev, 2009.

HANSEN, Malin; CLEVINGER, Anthony. The influence of disturbance and habitat on the presence of non-native plant species along transport corridors. [Biological Conservation](#), v. 125, n. 2, p. 249-259, sep, 2005.

HEGEL, Carla Grasielle Zanin; CONSALTER, Gabriela Cássia; ZANELLA, Noeli. Mamíferos silvestres atropelados na rodovia RS-135, norte do estado do Rio Grande do Sul. *Biotemas*, Florianópolis, v. 25, n. 2, p. 165-170, 2012.

HILTON-TAYLOR, Craig. 2004. 2004 IUCN red list of threatened species. Species Survival Commission (SSC). The World Conservation Union, Cambridge, Reino Unido e Gland, Suíça. Disponível em: <<http://www.redlist.org>>. Acesso em: 01 Novembro 2016.

HILTY, Jodi; LIDICKER-JUNIOR, William; MERENLENDER, Adina. *Corridor Ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation*. California: Island Press, 2006.

JAREN, Vemund; ANDERSEN, Reidar; ULLEBERG, Morten; PEDERSEN, Paul Harald; WISETH, Bjornar. [Moose-train collisions: the effects of vegetation removal with a cost-benefit analysis](#). *Alces*, v. 27, p. 93-99, 1991.

KLINK, Carlos; MACHADO, Ricardo. A conservação do cerrado brasileiro. *Megadiversidade*, v. 1, n. 1, p. 147-155, jul, 2005.

KUŠTA, Tomas; HOLA, Michaela; KEKEN, Zednek; JEZEK, Milos; ZIKA, Tomas; HART, Vlastimil. Deer on the railway line: spatiotemporal trends in mortality patterns of roe deer. *Turkish Journal of Zoology*, v. 38, p. 479-485, june, 2014.

KUŠTA, Tomas; JEZEK, Milos; KEKEN, Zednek. Mortality of large mammals on railway tracks. *Scientia Agriculturae Bohemica*, v. 42, p. 12-18, feb, 2011.

LAURANCE, William; GOOSEM, Miriam; LAURANCE, Susan. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 3, n. 1, p. 659-669, dec, 2009.

LAUXEN, Mozart da Silva. *A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: Um guia de procedimentos para tomada de decisão*. Trabalho de Pós Graduação Lato Sensu (Departamento de Zoologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MACHADO, Ricardo Bomfim; RAMOS NETO, Mário Barroso; HARRIS, Mônica Barcelos; LOURIVAL, Reinaldo; AGUIAR, Ludmilla Moura de Souza. Análise de Lacunas de Proteção da Biodiversidade no Cerrado – Brasil. *Anais IV Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação*, Curitiba, v. 2, p. 29-38, out, 2004.

MARINHO FILHO, Jader; RODRIGUES, Flávio; JUAREZ, Keila. The Cerrado mammals: diversity, ecology, and natural history. In: OLIVEIRA, Paulo. MARQUIS, Robert. *The*

*Monitoramento de passagens inferiores de fauna presentes na ferrovia Norte-Sul, entre os Municípios de Porto Nacional/TO e Anápolis/GO (2015 e 2016)*

Cerrados of Brazil: Ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002, p. 266-284.

MCGREGOR, Rachele; BENDER, Darren; FAHRING, Lenore. Do small mammals avoid roads because of the traffic? *Journal of Applied Ecology*, v. 45, n. 1, p. 117-123, feb, 2008.

MCNAB, Brian. Bioenergetics and the Determination of Home Range Size. *The American Naturalist*, Chicago, Vol. 97, n. 894, p. 133-140, may/jun, 1963.

MEDICI, Emília Patrícia; FLESHER, Kevin; BEISIEGEL, Beatriz de Mello; KEUROGHLIAN, Alexine; DESBIEZ, Arnaud Léonard Jean; GATTI, Andressa; PONTES, Antônio Rossano Mendes; CAMPOS, Claudia Bueno; TÓFOLI, Cristina Farah; MORAES-JUNIOR, Edsel Amorim; AZEVEDO, Fernanda Cavalcanti; PINHO, Gabriela Medeiros; CORDEIRO, José Luís Passos; SANTOS-JÚNIOR, Tarcísio da Silva; MORAIS, Adriane Aparecida; MANGINI, Paulo Rogerio; RODRIGUES, Lilian Figueiredo; ALMEIDA, Lilian Bonjorne. Avaliação do Risco de Extinção da Anta brasileira *Tapirus Terrestris* Linnaeus, 1758, no Brasil. *Biodiversidade Brasileira*, Brasília, v. 2, n. 1, p. 3-11, jan, 2011.

MENDONÇA, Roberta Cunha; FELFILI, Jeanine Maria; WALTER, Bruno Machado Teles; SILVA JÚNIOR, Manoel Cláudio; REZENDE, Alba Valéria; FILGUEIRAS, Tarciso; NOGUEIRA, Paulo Ernane. Flora vascular do bioma Cerrado. In: SANO, Sueli Matiko. ALMEIDA, Semíramis Pedrosa. RIBEIRO, José Felipe. *Cerrado: ecologia e flora*. Brasília: Embrapa Cerrados/Embrapa Informação Tecnológica, 1998, p. 288-556.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Base de dados. 2014. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/biodiversidade/especies-ameacadas-de-extincao/fauna-ameacada>>. Acesso em: 05 Setembro 2016.

MURCIA, Carolina. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution*, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russel; MITTERMEIER, Cristina; FONSECA, Gustavo; KENT, Jennifer. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, p. 853-858, feb, 2000.

PALOMINO, David; CARRASCAL, Luis. Threshold distances to nearby cities and roads influence the bird community of a mosaic landscape. *Biological Conservation*, v. 140, n. 1, p. 100-109, nov, 2007.

PEREIRA, Saulo Gonçalves Pereira. *Anatomia Óssea, Muscular e Considerações Adaptativas do membro torácico de Tapirus Terrestris (Perissodactyla, Tapiridae)*. Dissertação de Mestrado (Faculdade de Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

REDFORD, Kent; FONSECA, Gustavo. The Role of Gallery Forests in the Zoogeography of the Cerrado's Non-volant Mammalian Fauna. *Biotropica*, Gainesville, v. 18, n. 2, p. 126-135, jun, 1986.

REIJNEN, Rien; FOPPEN, Ruud; TER BRAAK, Cajo; THISSEN, Johan. The Effects of Car Traffic on Breeding Bird Populations in Woodland. III. Reduction of Density in Relation to the Proximity of Main Roads. *Journal of Applied Ecology*, v. 32, n. 1, p. 187-202, feb, 1995.

REZINI, Josias Alan. *Atropelamento de mamíferos em rodovias do leste dos Estados do Paraná e Santa Catarina, Sul do Brasil*. Dissertação de Mestrado (Setor de Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

RICO, Adriana; KINDLMANN, Pavel; SEDLÁČEK, Frantisek. Barrier effects of roads on movements of small mammals. *Folia Zoologica*, v. 56, n. 1, p. 11-12, mar, 2007.

SANTOS, André Luis Pracucci; ROSA, Clarissa Alves; BAGER, Alex. Variação sazonal da fauna selvagem atropelada na rodovia MG 354, Sul de Minas Gerais – Brasil. *Biotemas*, Lavras, v. 25, n. 1, p. 73-79, mar, 2012.

SEILER, Andreas. *Ecological Effects of Roads*. A Review (Department of Conservation Biology) - Swedish University of Agricultural Sciences, Riddarhyttan, 2001.

SILVA, Fabio Cavitione; PETERS, Felipe Bortolotto; ROTH, Paulo Ricardo de Oliveira; CHRISTOFF, Alexandre Uarth. Mamíferos de médio e grande porte atropelados por trens no extremo sul do Brasil. *Revista de Iniciação Científica da ULBRA*, Canoas, n. 13, p. 19-29, 2015.

SILVA, José Maria Cardoso; BATES, Jhon. Biogeographic Patterns and Conservation in the South American Cerrado: A Tropical Savanna Hotspot. *BioScience*, v. 52, n. 3, p. 225-233, mar, 2002.

SOUSA, Cláudia Orsini Machado; FREITAS, Simone Rodrigues; DIAS, Arnaldo Aparecido; GODOY, André Borella Pereira; METZER, Jean Paul. O papel das estradas na conservação

*Monitoramento de passagens inferiores de fauna presentes na ferrovia Norte-Sul, entre os Municípios de Porto Nacional/TO e Anápolis/GO (2015 e 2016)*

da vegetação nativa no Estado de São Paulo. *Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Natal, p. 3087-3094, abr, 2009.

TEIXEIRA, Fernanda Zimmermann; COELHO Igor Pfeifer; ESPERANDIO, Isadora Beraldi; OLIVEIRA, Nicole da Rosa; PETER, Flávia Porto; DORNELLES, Sidnei; DELAZERI, Natália Rosa; TAVARES, Maurício; MARTINS, Márcio Borges; KINDEL, Andreas. Are road-kill hotspots coincident among different vertebrate groups?. *Oecologia Australis*, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 36-47, mar, 2013.

TREWHELLA, Will; HARRIS, Reuben. The effect of railway lines on urban fox (*Vulpes vulpes*) numbers and dispersal movements. *Journal of Zoology*, Bristol, v. 221, n. 2, p. 321-326, june, 1990.

TROCMÉ, Marguerite. Habitat Fragmentation due to Linear Transportation Infrastructure: An overview of mitigation measures in Switzerland. *Swiss Transport Research Conference*, Switzerland, mar, 2006.

TROMBULAK, Stephen; FRISSEL, Christopher. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, v. 14, n. 1, p18-30, feb, 2000.

VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S.A. Base de dados. 2016. Disponível em: <<http://www.valec.gov.br/>>. Acesso em: 26 outubro 2016.