



ESTRADA DE FERRO CARAJÁS

PROGRAMA DE MONITORAMENTO E MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE FAUNA – CAMPANHAS 0 e 3 a 18

RELATÓRIO ANUAL 4

São Luís/MA

Junho/2016

EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Área profissional	Função	Conselho de Classe	CTF Ibama
COORDENAÇÃO GERAL				
Luiz Cláudio Ribeiro Rodrigues	Engenheiro Geólogo e de Minas	Coordenação Geral	CREA MG 50059/D	2318262
Dorotéo Emerson Storck de Oliveira	Geógrafo	Gerente Geral	CREA DF 10748/D	4351022
COORDENAÇÃO TEMÁTICA				
Cléverson Storck Gonçalves	Biólogo	Coordenação Técnica (Campanha 18)	CRBio 76369/04-D	5168296
		Revisão de relatório		
Rubem Augusto da Paixão Dornas	Biólogo	Coordenação Técnica	CRBio 70304/04-D	2922966
		Análises espaciais		
		Redação e revisão de relatório		
Luziene Conceição de Sousa	Biólogo	Coordenação Logística	CRBio 85119/05-D	5275341
		Redação de relatório		

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO.....	8
2	JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS	8
3	METODOLOGIA.....	8
3.1	COLETA DOS DADOS DE ATROPELAMENTOS.....	8
3.2	ANÁLISE DOS DADOS.....	10
3.2.1	<i>Identificação, taxonomia e nomenclatura zoológica.....</i>	<i>10</i>
3.2.2	<i>Distribuição espacial dos atropelamentos.....</i>	<i>10</i>
3.2.3	<i>Análise de sazonalidade</i>	<i>11</i>
3.2.4	<i>Análise de paisagem.....</i>	<i>12</i>
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4.1	ESTATÍSTICA DESCRITIVA	13
4.2	ANÁLISE DE SAZONALIDADE.....	39
4.3	ANÁLISE DE PAISAGEM	41
4.4	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS ATROPELAMENTOS.....	44
4.4.1	<i>Anfíbios.....</i>	<i>46</i>
4.4.2	<i>Répteis.....</i>	<i>49</i>
4.4.3	<i>Aves.....</i>	<i>49</i>
4.4.4	<i>Mamíferos Selvagens.....</i>	<i>49</i>
4.4.5	<i>Selvagens e Todos.....</i>	<i>50</i>
4.4.6	<i>Animais Ameaçados de Extinção</i>	<i>51</i>
4.5	MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE FAUNA.....	51
4.5.1	<i>Intervenções em OAC.....</i>	<i>52</i>
4.5.2	<i>Passagens exclusivas para a fauna.....</i>	<i>52</i>
4.5.3	<i>Outros trechos relevantes.....</i>	<i>53</i>
4.5.4	<i>Medidas mitigadoras.....</i>	<i>55</i>
4.5.5	<i>Monitoramento das medidas implantadas</i>	<i>57</i>
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

LISTA DE TABELAS

TABELA 3-1: CAMPANHAS DO PMMAF E RESPECTIVAS DATAS DE INÍCIO E FIM.	9
TABELA 3-2: DATAS DAS CAMPANHAS DO PMMAF COM RESPECTIVO PERÍODO SAZONAL.	11
TABELA 3-3: CLASSES DE USO DO SOLO DEFINIDAS PARA A ANÁLISE DE PAISAGEM DO PMMAF E RESPECTIVA DESCRIÇÃO.....	12
TABELA 4-1: GRUPOS FAUNÍSTICOS E TOTAL DE OCORRÊNCIAS (N) POR TÁXON AO LONGO DAS ATIVIDADES DO PMMAF.	14
TABELA 4-2: TABELA-SÍNTESE DOS NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS DA FAUNA ENCONTRADA SOBRE TRILHOS DURANTE A CAMPANHA INICIAL (0) E DOS ANOS 1 (CAMPANHAS 3 A 6), 2 (CAMPANHAS 7 A 10), 3 (CAMPANHAS 11 A 14) E 4 (CAMPANHAS 15 A 18) DO PMMAF.	24
TABELA 4-3: RELAÇÃO ENTRE TÁXONS DE VERTEBRADOS E TIPO DE ANIMAL DURANTE AS CAMPANHAS VÁLIDAS DO PMMAF.....	26
TABELA 4-4: TABELA-SÍNTESE DE REGISTROS DE VERTEBRADOS ENCONTRADOS SOBRE TRILHOS DURANTE AS CAMPANHAS VÁLIDAS DO PMMAF, COM RESPECTIVO STATUS DE CONDIÇÃO DO ANIMAL REGISTRADO.	28
TABELA 4-5: TABELA-SÍNTESE DAS OCORRÊNCIAS DE ESPÉCIMES AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO NO ESTADO DO PARÁ (COEMA-PA), NO BRASIL (MMA) E GLOBALMENTE (IUCN) ENCONTRADOS MORTOS SOBRE OS TRILHOS DURANTE O PMMAF.....	31
TABELA 4-6: TABELA-SÍNTESE DAS OCORRÊNCIAS DE ESPÉCIMES VIVOS ENCONTRADOS SOBRE OS TRILHOS DURANTE O PMMAF.	31
TABELA 4-7: ANÁLISE DE VARIÂNCIA (ANOVA) PARA A SAZONALIDADE DOS REGISTROS OBTIDOS PARA OS MAMÍFEROS DE PEQUENO PORTE VOADORES.	40
TABELA 4-8: NÚMERO DE ATROPELAMENTOS POR GRUPO DE AMOSTRAGEM POR 100 HECTARES DE CLASSE DE USO DO SOLO DOMINANTE NA ADA DO PROJETO EEFC.	42
TABELA 4-9: NÚMERO DE ATROPELAMENTOS POR GRUPO DE AMOSTRAGEM POR 100 HECTARES DE CLASSE DE USO DO SOLO DOMINANTE NA AID DO PROJETO EEFC.	43
TABELA 4-10: GRUPOS DE ANÁLISE E RESPECTIVAS ZONAS CRÍTICAS DE ATROPELAMENTO (ZCAs) NO DECORRER DAS CAMPANHAS DO PMMAF.	44
TABELA 4-11: LISTAGEM DE TÁXONS DE ANFÍBIOS REGISTRADOS NAS ZCAs OCORRENTES DENTRO DA TIMM, COM RESPECTIVO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS.	46
TABELA 4-13: PONTOS DE AGREGAÇÃO DE MASTOFAUNA SELVAGEM NA REGIÃO DOS MICROCORREDORES C7, C8 E C9, COM RESPECTIVA CAMPANHA, TÁXON E NÚMERO DE REGISTROS.....	50
TABELA 4-14: ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO NA REGIÃO DOS MICROCORREDORES C7, C8 E C9, COM RESPECTIVO NÚMERO DE REGISTROS.....	51
TABELA 4-15: CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE RELEVÂNCIA DE QUILOMETRAGENS PROPOSTAS PARA ADOÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS.	52
TABELA 4-16: STATUS DE RELEVÂNCIA DE TRECHO E NECESSIDADE DE ADOÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS A PARTIR DO NÚMERO DE CRITÉRIOS ATENDIDOS.....	53
TABELA 4-17: TABELA-RESUMO DOS KM PROPOSTOS PARA ADOÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS E RESPECTIVA AVALIAÇÃO POR CRITÉRIOS.....	54
TABELA 4-18: TIPOS DE APARATOS MITIGADORES PROPOSTOS E RESPECTIVAS DESCRIÇÕES.....	55
TABELA 4-19: PONTOS CRÍTICOS COM RESPECTIVOS KM E TIPO DE PASSAGEM A SER INSTALADA.....	56

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4-1: AGREGAÇÃO DAS CAMPANHAS VÁLIDAS DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO E MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE FAUNA	48
FIGURA 4-2: ESQUEMA DA FERROVIA COM PONTO CENTRAL DE ZONA CRÍTICA DE ATROPELAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS MÓDULOS DO DISPOSITIVO SONORO DE PROTEÇÃO ANIMAL	56
FIGURA 4-3: SILHUETA DE RAPINANTE EM POSIÇÃO DE ATAQUE A SER TESTADA COMO MEDIDA MITIGADORA.	56

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4-1: TOTAL DE REGISTROS DE FAUNA ENCONTRADA SOBRE TRILHOS DURANTE AS CAMPANHAS DO PMMAF NA EFC.....	13
GRÁFICO 4-2: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PORCENTAGEM OCORRÊNCIAS POR GRUPO FAUNÍSTICO AO LONGO DAS CAMPANHAS DO PMMAF.	25
GRÁFICO 4-3: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PORCENTAGEM DE REGISTROS POR GRUPO DE VERTEBRADOS TERRESTRES AO LONGO DAS CAMPANHAS DO PMMAF.	26
GRÁFICO 4-4: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RELAÇÃO ENTRE TÁXONS E TIPO DE ANIMAL DURANTE O MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA DURANTE A CAMPANHA INICIAL (0) E OS ANOS 1, 2, 3 E 4.	27
GRÁFICO 4-5: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RELAÇÃO ENTRE TÁXONS E CONDIÇÕES DOS ANIMAIS REGISTRADOS DURANTE A CAMPANHAS INICIAL E NOS ANOS 1, 2, 3 E 4 DO PMMAF.	29
GRÁFICO 4-6: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS 10 PRINCIPAIS TÁXONS ENCONTRADOS MORTOS SOBRE OS TRILHOS DURANTE OS ESTUDOS DO PMMAF.	30
GRÁFICO 4-7: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS ESPÉCIMES DE MAMÍFEROS DOMÉSTICOS REGISTRADOS NA CAMPANHA INICIAL E ANOS 1, 2, 3 E 4 DO PMMAF.	30
GRÁFICO 4-8: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS INDÍCIOS DOS REGISTROS DO NÃO ATROPELAMENTO DA FAUNA NA EFC DURANTE AS CAMPANHAS DO PMMAF.	39
GRÁFICO 4-9: GRÁFICO DE INTERVALO DE CONFIANÇA DAS MÉDIAS DAS OCORRÊNCIAS DO GRUPO ANFÍBIOS POR ESTAÇÃO CLIMÁTICA.	40
GRÁFICO 4-10: GRÁFICO DE INTERVALO DE CONFIANÇA DAS MÉDIAS DAS OCORRÊNCIAS DO GRUPO DE MAMÍFEROS DE PEQUENO PORTE VOADORES POR ESTAÇÃO CLIMÁTICA.	40

LISTA DE FOTOS

FOTO 1: REGISTRO VIVO DE BICHO-PAU (<i>PHASMATODEA</i>)	35
FOTO 2: REGISTRO VIVO DE ARANHA-CARANGUEJEIRA (<i>AVICULARIA SP.</i>)	35
FOTO 3: REGISTRO VIVO DE SAPO (<i>RHAEBO GUTTATUS</i>)	35
FOTO 4: REGISTRO VIVO DE COBRA-DE-DUAS-CABEÇAS (<i>AMPHISBAENA ALBA</i>)	35
FOTO 5: REGISTRO VIVO DE SUIRIRI (<i>TYRANNUS MELANCHOLICUS</i>)	35
FOTO 6: REGISTRO VIVO DE MORCEGO (<i>CHIROPTERA</i>)	35
FOTO 7: <i>HYSIBOAS MULTIFASCIATUS</i> EM VISTA DORSAL, SEM LESÕES APARENTES	37
FOTO 8: <i>HYSIBOAS MULTIFASCIATUS</i> EM VISTA VENTRAL, SEM LESÕES APARENTES	37
FOTO 9: <i>DIDELPHIS SP.</i> AMARRADO AO TRILHO	38
FOTO 10: <i>SPILOTES PULLATUS</i> AMARRADO AO TRILHO	38
FOTO 11: <i>AMPHISBAENA FULIGINOSA</i> APRESENTANDO INJÚRIAS INCOMPATÍVEIS COM OS RODEIROS DO TREM	38
FOTO 12: OFERENDA DISPOSTA NA ADJACÊNCIA DA FERROVIA CONTENDO ALIMENTOS E GARRAFAS DE BEBIDAS	38

1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório é parte integrante das condicionantes estabelecidas pelo Programa Básico Ambiental (PBA), apresentado em Outubro/2011 junto ao Ibama, visando a obtenção de licença para instalação do Projeto Expansão da Estrada de Ferro Carajás.

2 JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS

A duplicação de ferrovias pode trazer maior ou menor impacto sobre a fauna, de acordo com as condições de conservação das áreas as quais atravessará. Em geral, nenhuma das classes de vertebrados tem escapado da mortalidade em decorrência de rodovias e ferrovias (FAHRIG et al., 1995; FORMAN; ALEXANDER, 1998). Neste sentido, para a EFC é essencial que seja executado um monitoramento que permita a tomada de decisões com relação à implantação de estruturas para diminuir o risco de atropelamento.

Assim tem-se como objetivo estabelecer um programa para quantificar e identificar a fauna atropelada na EFC, bem como descrever sua distribuição temporal e espacial, a fim de se identificar os períodos e pontos mais críticos de mortalidade. Assim sendo, o Programa de Monitoramento e Mitigação de Atropelamento de Fauna (PMMaf) dará suporte para a definição e localização de medidas mitigadoras, juntamente com as melhores zonas/locais de conectividade da paisagem a partir do diagnóstico e cruzamento de informações do cenário natural e de dados dos atropelamentos.

3 METODOLOGIA

3.1 COLETA DOS DADOS DE ATROPELAMENTOS

Para realização do monitoramento dos eventos de atropelamentos, a totalidade da ferrovia (exceto o trecho dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) do Igarapé Gelado e a Floresta Nacional de Carajás) foram percorridos pelas equipes de campo. Para as campanhas 0 e 6 não houve amostragens dentro da Terra Indígena Mãe Maria por questões internas inerente às comunidades indígenas. A ferrovia foi dividida em 8 distritos, obedecendo as repartições já existentes na Vale para a inspeção da qualidade dos trilhos pelos profissionais denominados “rondas”, exímios conhecedores da ferrovia, que garantem a segurança dos pesquisadores em relação aos riscos inerentes às andanças sobre os trilhos. O monitoramento foi delineado para amostragens trimestrais dos trechos, de acordo com o cronograma de vistoria dos rondas.

Durante o trabalho de campo dois vistoriadores percorrem o gabarito da ferrovia, a pé, lado a lado, caminhando paralelamente, durante os dias úteis da semana. Cada observador é responsável pela amostragem de um dos lados do gabarito, tendo o trilho como referência. Ambos realizam as observações na porção entre trilhos e em uma faixa lateral à ferrovia de

aproximadamente três a cinco metros para cada lado. Em trechos onde a ferrovia encontra-se duplicada (formada por duas ou mais linhas férreas), a amostragem deve cobrir também a porção entre linhas, em toda a sua extensão. Da mesma forma, os pátios foram vistoriados a partir de suas margens, sendo observadas as porções entre as diferentes linhas. O horário do início e término das atividades não pode ser padronizado já que as atividades necessitam da autorização do Centro de Controle de Operações (CCO). Os rondas são os responsáveis pela mediação entre as equipes de campo e o CCO.

A partir do encontro de algum invertebrado ou vertebrado de interesse nesta faixa e/ou entre os trilhos, foram anotadas as informações em ficha de campo, modificada para a realidade encontrada na EFC, conforme Anexo 02 do Termo de Referência (Ofício 183/2011 - COTRA/CGTMO/DILIC/IBAMA). Ao fim das anotações as carcaças/ossadas foram retiradas do gabarito para evitar dupla contagem dos animais atropelados. Para otimização da coleta de dados, houve um teste piloto do uso de um celular *smartphone*, além da utilização das fichas de campo, na campanha 4. Nas campanhas 5 a 18 todo o monitoramento foi realizado utilizando *smartphones* na coleta de dados, aliado às fichas de campo, importantes para checagem dos dados.

Este relatório apresenta os dados obtidos nas campanhas 0 e 3 a 18 do PMMaf. As campanhas 1 e 2 foram descartadas por conter erros na coleta de dados em campo e, portanto, poderiam gerar resultados distorcidos quando de suas análises. A Campanha 0 ocorreu entre os meses de junho e agosto de 2011 e correspondeu à fase preliminar do programa, ainda durante o Estudo Ambiental para licenciamento da Expansão da Estrada de Ferro Carajás. As Campanhas 3, 4 e 5 foram realizadas no ano de 2013, enquanto que as Campanhas de 6 a 9 foram realizadas em 2014. As Campanhas 10 a 13 foram realizadas no ano de 2015 e as Campanhas 14 a 17 ocorreram em 2016 com a Campanha 18 acontecendo em 2017. A Tabela 3-1 faz um resumo das datas de início e fim de cada uma das campanhas válidas do PMMaf.

Tabela 3-1: Campanhas do PMMaf e respectivas datas de início e fim.

Ano	Campanha	Data de início	Data de término
Ano 0	Campanha inicial (0)	10/06/2011	05/08/2011
Ano 1	Campanha 3	17/06/2013	05/07/2013
	Campanha 4	26/08/2013	01/10/2013
	Campanha 5	18/11/2013	09/12/2013
	Campanha 6	03/02/2014	19/02/2014
Ano 2	Campanha 7	09/06/2014	04/07/2014
	Campanha 8	18/08/2014	19/09/2014
	Campanha 9	10/11/2014	17/12/2014
	Campanha 10	02/02/2015	13/03/2015
Ano 3	Campanha 11	27/04/2015	01/06/2015
	Campanha 12	10/08/2015	18/09/2015
	Campanha 13	09/11/2015	08/12/2015
	Campanha 14	22/02/2016	07/04/2016
Ano 4	Campanha 15	16/05/2016	23/06/2016

Ano	Campanha	Data de inicio	Data de término
	Campanha 16	09/08/2016	14/09/2016
	Campanha 17	07/11/2016	21/12/2016
	Campanha 18	06/02/2017	04/04/2017

3.2 ANÁLISE DOS DADOS

3.2.1 IDENTIFICAÇÃO, TAXONOMIA E NOMENCLATURA ZOOLOGICA

Todos os registros foram identificados por intermédio de fotos tiradas dos animais em vários ângulos e visões, preferencialmente de caracteres sinapomórficos de cada um dos grupos em questão. As fotos foram enviadas para especialistas com larga experiência em sistemática, osteologia e anatomia comparada, proporcionando alta eficiência na identificação dos espécimes (ver item **Erro! Fonte de referência não encontrada.**).

No que tange à taxonomia e à nomenclatura zoológica adotada para cada um dos grupos, para os anfíbios e répteis foram adotadas as listas oficiais obtidas no *website* da Sociedade Brasileira de Herpetologia, segundo SEGALLA et al. (2014) e COSTA; BÉRNILS (2014), respectivamente. Em relação às aves, foi seguida a publicação de PIACENTINI et al. (2015). Por fim, para os mamíferos adotou-se a lista de DORNAS (2016), baseada na publicação de PAGLIA e colaboradores (2012). Para os animais ameaçados de extinção, foram utilizadas as listas estadual do Pará (COEMA/PA, 2007), nacional (MMA, 2014) e global (IUCN, 2017). Cabe destacar que a lista do Pará foi utilizada exclusivamente para os espécimes registrados neste estado, ou seja, a partir do km 600 da EFC.

3.2.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS ATROPELAMENTOS

A distribuição espacial dos atropelamentos na EFC foi avaliada através de análises estatísticas utilizando o software Siriema v1.1 (disponível em <http://www.ufrgs.br/biociencias/siriema/>). A localização de zona crítica de atropelamento (ZCA) na ferrovia foi realizada através de análises *HotSpot* bi-dimensional. Por apresentar problemas durante a fase de investigação do tamanho dos segmentos de análise para cada grupo (2D Ripley K-Statistics), optou-se arbitrariamente por realizar a análise de *HotSpot*, com raio de 300 metros, de acordo com o que foi utilizado para a Campanha inicial. No ponto médio de cada trecho, é centrado um círculo de raio r definido, sendo somados todos os eventos de atropelamento dentro de sua área. A esse número é multiplicado um fator de correção que leva em conta o comprimento da ferrovia dentro do círculo nesta posição. O círculo é centrado no próximo segmento e novamente é computada a soma dos eventos e multiplicação pelo fator de correção. O procedimento é repetido para todos os segmentos em que a ferrovia foi dividida, resultando em um valor de intensidade de agregação (H) de atropelamentos para cada local da EFC. Para a avaliação da significância das intensidades de agregação de cada trecho foi utilizada a função:

$$IA(r) = H_i(r) - H_s(r)$$

onde: $IA(r)$ = intensidade de atropelamentos; $H_i(r)$ = valor de agregação para o ponto i considerando a escala r ; $H_s(r)$ = a média dos valores de H em 10.000 simulações de distribuição aleatória dos eventos. Os valores de intensidade de agregação acima do limite de confiança superior (95%) indicam as ZCAs de mortalidade significativos.

3.2.3 ANÁLISE DE SAZONALIDADE

Os dados das ocorrências das campanhas dos quatro primeiros anos (campanha 3 a 18), tanto de animais vivos quanto mortos, foram utilizados para se averiguar diferenças nos quatro períodos sazonais, a saber: chuva, transição chuva-seca, seca, transição seca-chuva (Tabela 3-2). Para cada um dos grupos de interesse (Anfíbios, Répteis, Aves selvagens, Mamíferos selvagens, Mamíferos de médio e grande porte selvagens, Mamíferos de pequeno porte terrestres e mamíferos de pequeno porte voadores (morcegos)). As análises foram realizadas através do software R (R CORE TEAM, 2017). Foram aplicados testes de homocedasticidade de Levene e de normalidade de Shapiro-Wilk, pelos pacotes “lawstat” (GASTWIRTH et al., 2017) e “nortest” (GROSS; LIGGES, 2015), respectivamente. Para grupos de amostragem em que as premissas foram cumpridas, foi realizada a análise de variância (ANOVA) e teste *post hoc* de Tukey, enquanto dados não homogêneos ou não normais foram submetidos ao teste de Kruskal-Wallis. Gráficos foram gerados com auxílio do pacote “sciplot” (MORALES et al., 2012).

Tabela 3-2: Datas das campanhas do PMMaf com respectivo período sazonal.

Ano	Campanha	Data de início	Data de término	Período sazonal
Ano 1	Campanha 3	17/06/2013	05/07/2013	Transição chuva-seca
	Campanha 4	26/08/2013	01/10/2013	Seca
	Campanha 5	18/11/2013	09/12/2013	Transição seca-chuva
	Campanha 6	03/02/2014	19/02/2014	Chuva
Ano 2	Campanha 7	09/06/2014	04/07/2014	Transição chuva-seca
	Campanha 8	18/08/2014	19/09/2014	Seca
	Campanha 9	10/11/2014	17/12/2014	Transição seca-chuva
	Campanha 10	02/02/2015	13/03/2015	Chuva
Ano 3	Campanha 11	27/04/2015	01/06/2015	Transição seca-chuva
	Campanha 12	10/08/2015	18/09/2015	Seca
	Campanha 13	09/11/2015	08/12/2015	Transição seca-chuva
	Campanha 14	22/02/2016	07/04/2016	Chuva
Ano 4	Campanha 15	16/05/2016	23/06/2016	Transição seca-chuva

Ano	Campanha	Data de início	Data de término	Período sazonal
	Campanha 16	09/08/2016	14/09/2016	Seca
	Campanha 17	07/11/2016	21/12/2016	Transição seca-chuva
	Campanha 18	06/02/2017	04/04/2017	Chuva

3.2.4 ANÁLISE DE PAISAGEM

Para a análise de paisagem referente ao Programa de Monitoramento e Mitigação de Atropelamento de Fauna, a Estrada de Ferro Carajás foi plotada no *software* ArcGIS 10.2 e dividida em quadrantes de 250 metros de comprimento pela largura da ADA no local (aproximadamente 500 m), num total de 3.579 quadrantes. A partir disso, foi obtida a área de cada uma das classes de uso do solo (Tabela 3-3) dentro do respectivo quadrante. Em seguida averiguou-se se havia alguma classe dominante, com área superior a 60% de todo o quadrante. No caso de alguma classe dominante estar presente no quadrante, a mesma foi designada com o nome de sua classe e, em caso negativo, ela foi nomeada como “Variada”. Posteriormente a essa operação, o número total de atropelamentos por grupo faunístico por classe dominante foi dividido pela área total da classe na ADA do projeto e multiplicado por 100 a fim de se obter um índice. As discussões foram realizadas a partir desse índice.

Tabela 3-3: Classes de uso do solo definidas para a análise de paisagem do PMMaf e respectiva descrição.

Classe	Descrição
Agrupamento Arbóreo / Cultivo	Primordialmente áreas cultivadas, pomares e jardins de residências, fazendas e sítios.
Áreas Alagadas	Áreas paludosas adjacentes a rios, lagos e ambientes afins.
Áreas Edificadas	Consistem em todos os tipos de áreas edificadas, incluindo residências rurais, áreas industriais e urbanas.
Babaçual	Florestas de babaçus.
Eucaliptal	Plantações de eucalipto.
Fragmento Florestal	Todos os tipos de fragmentos florestais nos diversos níveis de sucessão.
Manguezal	Formação vegetal de porte arbóreo ou arbustivo, adaptada a terreno pantanoso, submetida à influência direta das marés.
Massa d'Água	Rios, lagos e ambientes afins, sejam eles naturais ou artificiais.
Pastagem	Todos os tipos de pastagem.
Sistema Viário / Solo Exposto	Acessos não pavimentados e áreas de empréstimo, de deposição de material ou com processos erosivos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

Os resultados obtidos são apresentados tomando-se como referência as dezessete campanhas do PMMaf realizado na EFC, compreendidas entre junho de 2011 e fevereiro de 2017. Verificou-se um total de 29.865 registros de espécimes da fauna (vivos ou mortos). Foram considerados registros válidos aqueles com todos os dados obtidos em campo e, conseqüentemente, com localização geográfica condizente com o eixo da ferrovia. O Gráfico 4-1 apresenta o total de ocorrências do monitoramento por campanha.

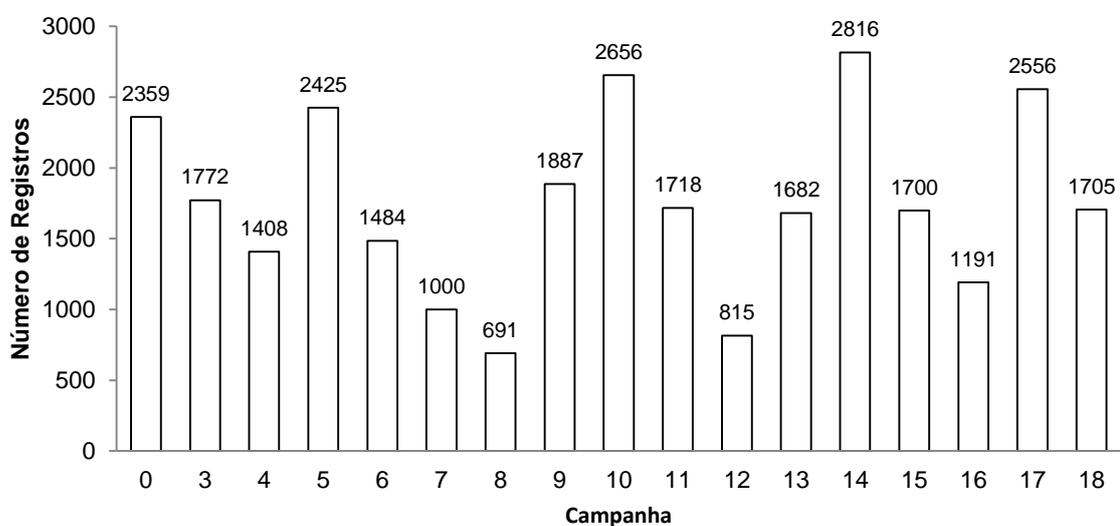


Gráfico 4-1: Total de registros de fauna encontrada sobre trilhos durante as campanhas do PMMaf na EFC.

As campanhas com as maiores ocorrências foram a campanha 14, com 2.816 indivíduos, seguida da campanha 10, com 2.656 espécimes, e a campanha 17, com 2.556 ocorrências. Por sua vez, a campanha com menor número de registros foi a de número 8, com 691 indivíduos, seguida pelas campanhas 12, 7 e 16, com 815, 1.000 e 1.191 espécimes catalogados respectivamente. Ressalta-se que esses cálculos correspondem ao total de animais avistados sobre os trilhos, sejam eles em formato de carcaça, ossadas ou vivos.

Em termos qualitativos, a Tabela 4-1 apresenta todos os táxons registrados nas treze campanhas válidas realizadas na EFC, independentemente do modo como foram inventariados (carcaça, ossada, vivo, entre outros). Considerando-se somente os animais silvestres, a maioria das ocorrências envolveu espécies comuns, abundantes e amplamente distribuídas pelos trechos monitorados. Pode-se inferir que os maiores índices de ocorrência para os anfíbios listados nas campanhas do PMMaf devem-se à peculiaridade de habitats presentes ao longo da ferrovia, tais como áreas paludosas. Além disso, para os anfíbios, a sazonalidade parece ser um fator que contribui para a vulnerabilidade do grupo a atropelamentos, principalmente na estação chuvosa.

Tabela 4-1: Grupos faunísticos e total de ocorrências (N) por táxon ao longo das atividades do PMMAf.

Táxon	Nome comum	N
Peixe		2
Pisces NI	peixe	2
Molusco		2
Stylommatophora	lesma	2
Crustáceo		154
Portunidae	siri	92
Brachyura	caranguejo	62
Aracnídeo		569
<i>Avicularia</i> sp.	aranha-caranguejeira	238
<i>Nhandu tripepii</i>	aranha-caranguejeira	106
<i>Acanthoscurria geniculata</i>	aranha-caranguejeira	36
<i>Nhandu</i> sp.	aranha-caranguejeira	30
<i>Acanthoscurria</i> sp.	aranha-caranguejeira	25
<i>Nhandu chromatus</i>	aranha-caranguejeira	20
<i>Acanthoscurria</i> cf. <i>juruenicola</i>	aranha-caranguejeira	19
Theraphosinae	aranha-caranguejeira	17
<i>Phoneutria</i> sp.	aranha-armadeira	14
Theraphosidae	aranha-caranguejeira	14
<i>Nhandu coloratovillosus</i>	aranha-caranguejeira	11
<i>Acanthoscurria theraphosoides</i>	aranha-caranguejeira	10
<i>Theraphosa</i> sp.	aranha-caranguejeira	5
<i>Nhandu</i> cf. <i>coloratovillosus</i>	aranha-caranguejeira	4
Sparassidae	aranha	4
<i>Bumba</i> sp.	aranha-caranguejeira	3
<i>Ancylometes</i> sp.	aranha-pescadora	2
<i>Phoneutria</i> cf. <i>reidy</i>	aranha-armadeira	2
<i>Phoneutria fera</i>	aranha-armadeira	2
<i>Acanthoscurria</i> cf. <i>geniculata</i>	aranha-caranguejeira	1
<i>Acanthoscurria juruenicola</i>	aranha-caranguejeira	1
<i>Architis</i> sp.	aranha	1
<i>Eriophora</i> sp.	aranha	1
Ischnocolinae	aranha-caranguejeira	1
Scorpiones	escorpião	1
<i>Theraphosa stirmi</i>	aranha-caranguejeira	1
Inseto		87
Caelifera	gafanhoto	51
Insecta	inseto	11
Lepidoptera	mariposa	6
Orthoptera	gafanhoto	6
Phasmatodea	bicho-pau	5
Anisoptera	libélula	3
Brachycera	mosca	2
Coleoptera	besouro	2
Mantodea	louva-a-deus	1
Vertebrata		52
Vertebrata	vertebrado-indeterminado	52
Anfibio		18.524
<i>Rhinella</i> sp.	sapo-cururu	7.901
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	rã-manteiga	1.857
<i>Leptodactylus</i> sp.	rã; gia	1.078
<i>Rhinella schneideri</i>	sapo-boi	965
<i>Scinax</i> sp.	perereca	814
Hylidae	anfíbio	670

Táxon	Nome comum	N
<i>Rhinella marina</i>	sapo-cururu	620
<i>Leptodactylus fuscus</i>	rã-assobiadora	617
<i>Trachycephalus typhonius</i>	perereca-leiteira	572
<i>Rhinella jimi</i>	sapo-cururu	435
<i>Hypsiboas</i> sp.	perereca	359
<i>Hypsiboas raniceps</i>	perereca-de-bananeira	276
<i>Scinax</i> gr. <i>ruber</i>	perereca-de-banheiro	250
<i>Scinax ruber</i>	perereca-de-banheiro	250
<i>Phyllomedusa hypochondrialis</i>	perereca-verde	219
Anura	anuro	218
<i>Hypsiboas geographicus</i>	perereca-mapa	209
<i>Hypsiboas multifasciatus</i>	rã-martelo	189
<i>Scinax x-signatus</i>	perereca	110
<i>Physalaemus ephippifer</i>	rã-cachorro	104
<i>Hypsiboas punctatus</i>	perereca-verde	59
<i>Dendropsophus</i> sp.	perereca	58
<i>Rhinella margaritifera</i>	sapo-bicudo	54
<i>Leptodactylus pustulatus</i>	rã-pintada	48
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	perereca	46
<i>Phyllomedusa</i> sp.	perereca-verde	45
<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	perereca-verde	45
<i>Rhaebo guttatus</i>	sapo	35
<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	perereca-de-moldura	34
<i>Rhinella</i> gr. <i>margaritifera</i>	sapo-bicudo	33
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	rã-de-bigode	22
Amphibia NI	anfíbio-indeterminado	21
<i>Physalaemus cuvieri</i>	rã-cachorro	21
<i>Phyllomedusa azurea</i>	perereca-verde	19
<i>Dendropsophus branneri</i>	pererequina	18
<i>Rhinella</i> cf. <i>schneideri</i>	sapo-boi	18
<i>Scinax nebulosus</i>	perereca	16
<i>Dendropsophus nanus</i>	perereca	15
<i>Dendropsophus minutus</i>	perereca-ampulheta	14
<i>Leptodactylus vastus</i>	rã	14
<i>Leptodactylus hylaedactylus</i>	rãzinha-assobiadeira	12
<i>Pseudis tocantins</i>	perereca-d'água	12
<i>Hypsiboas</i> cf. <i>geographicus</i>	perereca-mapa	9
<i>Osteocephalus taurinus</i>	perereca	8
<i>Pseudis paradoxa</i>	perereca-d'água	8
<i>Amazophrynella minuta</i>	sapinho	7
<i>Leptodactylus petersii</i>	rãzinha	7
<i>Leptodactylus troglodytes</i>	sapinho	7
<i>Pristimantis fenestratus</i>	rã-da-mata	7
Leptodactylidae	rã	6
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	rã-pimenta	6
<i>Osteocephalus lepreurii</i>	perereca	6
<i>Scinax fuscocomarginatus</i>	perereca-de-banheiro	6
<i>Engystomops freibergi</i>	sapinho	5
<i>Rhinella mirandaribeiroi</i>	sapo-cururuzinho	5
<i>Leptodactylus petersii</i>	rãzinha	4
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	perereca-verde	4
<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	perereca-verde	4
<i>Pipa pipa</i>	sapo-pipa	4
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	rãzinha	3

Táxon	Nome comum	N
<i>Dermatonotus muelleri</i>	sapinho	3
<i>Elachistocleis carvalhoi</i>	sapinho	3
<i>Hypsiboas boans</i>	perereca	3
<i>Hypsiboas</i> cf. <i>multifasciatus</i>	rã-martelo	3
<i>Leptodactylus</i> cf. <i>hylaedactylus</i>	rã-assobiadeira	3
<i>Leptodactylus lineatus</i>	sapo-listrado	3
<i>Scinax boesemani</i>	perereca-de-banheiro	3
<i>Eupemphix nattereri</i>	rã-quatro-olhos	2
<i>Hypsiboas</i> cf. <i>raniceps</i>	perereca-de-bananeira	2
<i>Phyllomedusa</i> cf. <i>hypochondrialis</i>	perereca-verde	2
<i>Phyllomedusa</i> gr. <i>hypochondrialis</i>	perereca-verde	2
<i>Allophryne ruthveni</i>	perereca	1
Bufoidea	bufonidae	1
<i>Caecilia</i> sp.	cecília; cobra-cega	1
<i>Ceratophrys cornuta</i>	sapo-untanha	1
<i>Dendropsophus minusculus</i>	pererequinha	1
<i>Hypsiboas</i> cf. <i>cinerascens</i>	perereca-verde	1
<i>Hypsiboas cinerascens</i>	perereca-verde	1
<i>Leptodactylus andreae</i>	perereca-verde	1
<i>Leptodactylus</i> cf. <i>andreae</i>	rãzinha	1
<i>Leptodactylus</i> cf. <i>troglydites</i>	rãzinha	1
<i>Leptodactylus knudseni</i>	rã	1
<i>Phyllomedusa</i> cf. <i>tomopterna</i>	perereca-verde	1
<i>Pristimantis</i> cf. <i>fenestratus</i>	rã	1
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	rãzinha	1
<i>Rhaebo</i> cf. <i>guttatus</i>	sapo	1
<i>Rhinella</i> cf. <i>margaritifera</i>	sapo-folha	1
<i>Scinax</i> cf. <i>x-signatus</i>	perereca	1
Réptil		3.585
Colubridae	colubrídeo	630
Dipsadidae	dipsadídeo	372
Serpentes	serpente	284
<i>Boa constrictor</i>	jiboia	204
<i>Caiman crocodilus</i>	jacaretinga	204
<i>Iguana iguana</i>	iguana	162
<i>Chironius</i> sp.	papa-pinto	157
Alligatoridae	aligatórídeo	140
<i>Tropidurus oreadicus</i>	calango	105
<i>Tropidurus hispidus</i>	calango	104
Teiidae	teídeo	77
<i>Tupinambis teguixin</i>	teiú	74
<i>Cnemidophorus cryptus</i>	lagartinho	67
<i>Leptodeira annulata</i>	dormideira	62
<i>Phrynops Geoffroanus</i>	cágado-de-barbicha	58
<i>Pseudoboa nigra</i>	cobra-preta	52
<i>Bothrops atrox</i>	jararaca	51
<i>Chelonoidis carbonarius</i>	jabuti-piranga	51
<i>Chironius carinatus</i>	cobra-cipó	46
<i>Chelonoidis denticulatus</i>	jabuti-tinga	42
Boidae	boídeo	38
<i>Mesoclemmys gibba</i>	cágado-preto	37
<i>Leptophis ahaetulla</i>	boiubu	35
Lacertilia	lacertílio	31
Reptilia NI	réptil-indeterminado	28

Táxon	Nome comum	N
<i>Philodryas olfersii</i>	cobra-verde	27
Testudines	quelônio	23
<i>Amphisbaena alba</i>	cobra-de-duas-cabeças	22
<i>Spilotes pullatus</i>	caninana	22
<i>Chelonoidis</i> sp.	jabuti-tinga	21
<i>Kentropyx calcarata</i>	calango	18
<i>Ameiva ameiva</i>	calango-verde	17
<i>Chironius exoletus</i>	cobra-cipó	16
<i>Chironius scurrulus</i>	papa-pinto	16
<i>Eunectes murinus</i>	sucuri	16
<i>Rhinoclemmys punctularia</i>	capininga	15
Chelidae	quelídeo	13
<i>Mastigodryas boddaerti</i>	biru-listrada	13
Lacertidae	lacertídeo	11
<i>Tupinambis</i> sp.	teiú	11
<i>Kinosternon scorpioides</i>	jurará	10
<i>Phrynops</i> cf. <i>geoffroanus</i>	cágado-de-barbicha	10
<i>Corallus hortulanus</i>	cobra-de-veado	9
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	cobra-d'água	9
<i>Helicops angulatus</i>	cobra-d'água	9
<i>Polychrus marmoratus</i>	camaleão	9
<i>Sibynomorphus mikanii</i>	dormideira	8
<i>Imantodes cenchoa</i>	dormideira	7
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	jacaré-coroa	7
<i>Tropidurus</i> sp.	calango	7
<i>Copeoglossum nigropunctatum</i>	briba	6
<i>Oxybelis aeneus</i>	cobra-cipó	6
<i>Dipsas catesbyi</i>	dormideira; papa-lesma	5
<i>Epicrates cenchria</i>	salamanta	4
<i>Erythrolamprus reginae</i>	cobra-d'água	4
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	falsa-coral	4
Testudinidae	testudinídeo	4
<i>Thecadactylus rapicauda</i>	lagartixa	4
<i>Caiman</i> cf. <i>crocodilus</i>	acaretinga	3
<i>Cnemidophorus</i> sp.	lagartinho	3
<i>Dracaena guianensis</i>	lagarto-jacaré	3
<i>Drymarchon corais</i>	papa-pinto	3
<i>Hemidactylus mabouia</i>	lagartixa-de-parede	3
<i>Micrurus surinamensis</i>	coral-verdadeira	2
<i>Norops ortonii</i>	papa-vento	3
<i>Oxyrhopus melanogenys</i>	falsa-coral	3
<i>Oxyrhopus petolarius</i>	coral-falsa	3
<i>Paleosuchus trigonatus</i>	jacaré-coroa	3
<i>Thamnodynastes pallidus</i>	corre-campo	3
<i>Amphisbaena fuliginosa</i>	cobra-de-duas-cabeças	2
<i>Bothrops</i> sp.	jararaca	2
<i>Crotalus durissus</i>	cascavel	2
<i>Erythrolamprus</i> sp.	cobra-d'água	2
<i>Erythrolamprus taeniogaster</i>	cobra-d'água	2
<i>Hydrodynastes</i> cf. <i>gigas</i>	jararacuçu-do-brejo	2
<i>Mesoclemmys</i> cf. <i>gibba</i>	cágado-preto	2
<i>Philodryas</i> sp.	cobra-verde	2
<i>Podocnemis unifilis</i>	tracajá	2
<i>Salvator merianae</i>	teiú	2

Táxon	Nome comum	N
<i>Siphlophis cervinus</i>	coral-falsa	2
<i>Siphlophis compressus</i>	coral-falsa	2
Tropiduridae	tropidurídeo	2
<i>Tupinambis</i> cf. <i>teguixin</i>	teiú	2
Viperidae	viperídeo	2
<i>Xenodon rabdocephalus</i>	boipeva	2
<i>Ameiva</i> cf. <i>ameiva</i>	calango-verde	1
<i>Ameiva</i> sp.	calango-verde	1
<i>Amphisbaena amazonica</i>	cobra-de-duas-cabeças	1
<i>Anilius scytale</i>	falsa-coral	1
<i>Anolis</i> sp.	lagarto	1
<i>Bothrops</i> cf. <i>atrox</i>	jararaca	1
<i>Dipsas indica</i>	cobra-dormideira	1
<i>Dipsas pavonina</i>	dormideira; papa-lesma	1
<i>Drymoluber dichrous</i>	cobra-verde	1
<i>Erythrolamprus</i> cf. <i>poecilogyrus</i>	calango-de-chifre	1
<i>Erythrolamprus viridis</i>	cobra-d'água	1
<i>Gonatodes humeralis</i>	lagartinho	1
<i>Helicops</i> sp.	cobra-d'água	1
<i>Hemidactylus</i> sp.	lagartixa	1
<i>Hydrops triangularis</i>	cobra-d'água	1
<i>Lygophis</i> cf. <i>paucidens</i>	cobra	1
<i>Mastigodryas</i> cf. <i>boddaerti</i>	serpente	1
<i>Micrablepharus maximiliani</i>	lagartinho-de-cauda-azul	1
<i>Philodryas argentea</i>	cobra-cipó	1
<i>Plica plica</i>	tamaquaré	1
<i>Pseudoboa</i> cf. <i>nigra</i>	cobra-preta	1
<i>Pseudoboa</i> sp.	serpente	1
<i>Pseustes</i> sp.	caninana	1
<i>Rhinoclemmys</i> cf. <i>punctularia</i>	cágado	1
<i>Sibon nebulatus</i>	dormideira	1
<i>Stenocercus dumerilii</i>	calango-de-chifre	1
<i>Thamnodynastes</i> cf. <i>pallidus</i>	cobra-espada	1
Ave		1.576
<i>Coragyps atratus</i>	urubu-de-cabeça-preta	770
Cathartidae	cartídeo	183
<i>Caracara plancus</i>	carcará	68
<i>Hydropsalis albicollis</i>	bacurau	46
<i>Gallus gallus</i>	galo-doméstico	42
<i>Volatinia jacarina</i>	tiziu	34
Aves NI	tiziu	33
<i>Crotophaga ani</i>	ave-indeterminada	29
<i>Cathartes</i> sp.	urubu	20
Accipitridae	accipitrídeo	15
<i>Ramphocelus carbo</i>	pipira-vermelha	14
<i>Rupornis magnirostris</i>	gavião-carijó	13
<i>Megascops choliba</i>	corujinha-do-mato	12
<i>Columbina talpacoti</i>	rolinha-roxa	11
<i>Pitangus sulphuratus</i>	bem-te-vi	11
Caprimulgidae	caprimulgídeo	10
<i>Guira guira</i>	anu-branco	10
Passeriformes	passeriforme	10
<i>Megascops</i> sp.	corujinha-do-mato	9
<i>Pygochelidon cyanooleuca</i>	andorinha-pequena-de-casa	9

Táxon	Nome comum	N
<i>Cairina moschata</i>	papo-do-mato	8
<i>Crypturellus parvirostris</i>	inhambu-chororó	7
<i>Numida meleagris</i>	galinha-d'angola	7
<i>Athene cunicularia</i>	coruja-buraqueira	6
<i>Cathartes melambrotus</i>	urubu-da-mata	6
Falconiformes	falconiforme	6
<i>Penelope pileata</i>	jacupiranga	6
<i>Sporophila</i> sp.	papa-capim	6
Tyrannidae	tiranídeo	6
<i>Tyto furcata</i>	suindara	6
<i>Columbina minuta</i>	rolinha-de-asa-canela	5
Galliformes	galiforme	5
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	bentevizinho-de-asa-ferrugínea	5
<i>Ortalis motmot</i>	aracuã-pequeno	5
<i>Poecilatriccus fumifrons</i>	ferreirinho-de-testa-parda	5
<i>Columbina passerina</i>	rolinha-cinzenta	4
<i>Manacus manacus</i>	rendeira	4
<i>Passer domesticus</i>	pardal	4
<i>Tyrannus melancholicus</i>	suiriri	4
<i>Cathartes aura</i>	urubu-de-cabeça-vermelha	3
<i>Columbina squammata</i>	fogo-apagou	3
<i>Crotophaga major</i>	anu-coroça	3
<i>Crotophaga</i> sp.	anu	3
<i>Crypturellus tataupa</i>	inhambu-chintã	3
<i>Elaenia</i> sp.	guaracava	3
<i>Galbula ruficauda</i>	ariramba-de-cauda-ruiva	3
<i>Leptotila rufaxilla</i>	juritipupu	3
<i>Tachyphonus rufus</i>	pipira-preta	3
<i>Tigrisoma lineatum</i>	socó-boi	3
<i>Amazilia fimbriata</i>	beija-flor-de-garganta-azul	2
<i>Anhima cornuta</i>	anhuma	2
Ardeidae	ardeídeo	2
<i>Coccyzus melacoryphus</i>	papa-lagarta-acanelado	2
<i>Crypturellus soui</i>	tururim	2
<i>Dendroplex picus</i>	arapaçu-de-bico-branco	2
<i>Hydropsalis maculicauda</i>	bacurau-de-rabo-maculado	2
<i>Jacana jacana</i>	jaçanã	2
<i>Laterallus exilis</i>	sanã-do-capim	2
<i>Laterallus viridis</i>	sanã-castanha	2
<i>Leptotila</i> sp.	pomba-juriti	2
<i>Neocrex erythrops</i>	туру-туру	2
Phasianidae	fasianídeo	2
<i>Sporophila castaneiventris</i>	caboclinho-de-sobre-ferrugem	2
<i>Stelgidopteryx ruficollis</i>	andorinha-serradora	2
Strigidae	strigídeo	2
<i>Tangara palmarum</i>	sanhaçu-do-coqueiro	2
<i>Taraba major</i>	choró-boi	2
Tinamidae	tinamídeo	2
<i>Troglodytes musculus</i>	corruíra	2
<i>Anser anser</i>	ganso-doméstico	1
<i>Ardea alba</i>	garça-branca-grande	1
<i>Bubulcus ibis</i>	garça-vaqueira	1
<i>Caprimulgus</i> sp.	bacurau	1
<i>Chaetura brachyura</i>	andorinhão-de-rabo-curto	1

Táxon	Nome comum	N
<i>Chelidoptera tenebrosa</i>	urubuzinho	1
<i>Chlorestes notata</i>	beija-flor-de-garganta-azul	1
<i>Chloroceryle aenea</i>	martinho	1
<i>Cichlarhis gujanensis</i>	pitiguari	1
<i>Columbina</i> sp.	rolinha	1
Cracidae	cracídeo	1
<i>Crypturellus cinereus</i>	inhambu-preto	1
<i>Crypturellus</i> sp.	inhambu	1
<i>Daptrius ater</i>	gavião-de-anta	1
<i>Elaenia</i> cf. <i>chilensis</i>	guaracava-de-crista-branca	1
<i>Formicivora grisea</i>	papa-formiga-pardo	1
<i>Forpus xanthopterygius</i>	tuim	1
<i>Geotrygon montana</i>	jurití-gemeadeira	1
<i>Harpia harpyja</i>	gavião-real	1
<i>Heterospizias meridionalis</i>	gavião-caboclo	1
<i>Hydropsalis</i> sp.	bacurau	1
<i>Leptotila verreauxi</i>	jurití-pupu	1
<i>Megarynchus pitangua</i>	neinei	1
<i>Mesembrinibis cayennensis</i>	coró-coró	1
Momotidae	momotídeo	1
<i>Myiarchus</i> sp.	maria-cavaleira	1
<i>Myrmotherula</i> sp.	choquinha	1
<i>Nystalus chacuru</i>	joão-bobo	1
<i>Opisthocomus hoazin</i>	cigana	1
<i>Ortalis</i> sp.	araucua	1
<i>Pachyrhamphus marginatus</i>	caneleiro-bordado	1
<i>Paroaria dominicana</i>	cardeal-do-nordeste	1
<i>Piaya cayana</i>	alma-de-gato	1
<i>Pipra fasciicauda</i>	uirapuru-laranja	1
<i>Poecilotriccus sylvia</i>	ferreirinho-da-capoeira	1
<i>Porzana albicollis</i>	sanã-carijó	1
Rallidae	saracura	1
<i>Saltator maximus</i>	tempera-viola	1
<i>Sicalis columbiana</i>	canário-do-amazonas	1
<i>Sporophila bouvronides</i>	estrela-do-norte	1
<i>Sporophila</i> cf. <i>nigricollis</i>	baiano	1
<i>Sporophila lineola</i>	bigodinho	1
<i>Strix huhula</i>	coruja-preta	1
<i>Synallaxis albescens</i>	ui-pí	1
<i>Tapera naevia</i>	saci	1
<i>Thalurania furcata</i>	beija-flor-tesoura-verde	1
<i>Thamnophilus doliatus</i>	choca-barrada	1
Thraupidae	traupídeo	1
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	bico-chato-amarelo	1
<i>Turdus leucomelas</i>	sabiá-barranco	1
<i>Turdus</i> sp.	sabiá	1
<i>Vanellus chilensis</i>	quero-quero	1
Mamífero		5.314
<i>Canis familiaris</i>	cachorro-doméstico	948
<i>Cerdocyon thous</i>	cachorro-do-mato	821
<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamandua-tetradactyla	650
Canidae	canídeo	520
<i>Bos taurus</i>	boi	356
Mammalia NI	mamífero-indeterminado	331

Táxon	Nome comum	N
<i>Equus caballus</i>	cavalo	169
<i>Didelphis</i> sp.	gambá; mucura	167
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	135
<i>Felis catus</i>	gato-doméstico	125
Rodentia	roedor	101
<i>Euphractus sexcinctus</i>	tatu-peba	100
<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	91
<i>Dasyus novemcinctus</i>	tatu-galinha	80
<i>Sus scrofa</i>	porco-doméstico	75
<i>Bradypus variegatus</i>	preguiça-comum	69
<i>Equus asinus</i>	jumento	62
<i>Nasua nasua</i>	quati	52
Chiroptera	morcego	46
Carnivora	carnívoro	45
<i>Didelphis marsupialis</i>	gambá; mucura	44
<i>Capra hircus</i>	cabra	32
<i>Cuniculus paca</i>	paca	23
Felidae	felídeo	23
<i>Carollia</i> sp.	morcego	22
<i>Dasyus septemcinctus</i>	tatu-galinha-pequeno	20
Dasypodidae	dasipodídeo	16
<i>Dasyus</i> sp.	tatu	15
Didelphidae	didelfídeo	15
<i>Marmosa</i> sp.	cuíca	15
<i>Dasyprocta prymnolopha</i>	cutia	14
<i>Pecari tajacu</i>	caitutu	10
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	tapeti	9
<i>Coendou prehensilis</i>	ouriço-cacheiro	7
<i>Cabassous unicinctus</i>	tatu-de-rabo-mole	6
<i>Philander</i> sp.	cuíca	5
<i>Tapirus terrestris</i>	anta	5
<i>Dasyprocta</i> sp.	cutia	4
<i>Eira barbara</i>	irara	4
<i>Monodelphis</i> sp.	catita	4
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	coelho-doméstico	4
Pilosa	pilosa	4
Primates	primata	4
<i>Galictis cuja</i>	furão	3
<i>Leopardus pardalis</i>	jaguatirica	3
<i>Ovis aries</i>	carneiro	3
<i>Platyrrhinus</i> sp.	morcego	3
<i>Pteronotus personatus</i>	morcego	3
<i>Choloepus didactylus</i>	preguiça-real	2
<i>Coendou</i> sp.	ouriço-cacheiro	2
<i>Conepatus amazonicus</i>	jaritataca	2
<i>Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato-pequeno	2
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	2
<i>Micronycteris</i> sp.	morcego	2
Molossidae	morcego	2
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira	2
<i>Nyctinomops</i> sp.	morcego	2
Phyllostominae	morcego	2
<i>Puma yagouaroundi</i>	gato-mourisco	2
<i>Sapajus apella</i>	macaco-prego	2

Táxon	Nome comum	N
<i>Tayassu pecari</i>	queixada	2
<i>Thyroptera tricolor</i>	morcego	2
<i>Anoura</i> sp.	morcego	1
Bradypodidae	bradipodídeo	1
<i>Caluromys philander</i>	cuíca-lanosa	1
<i>Dasyprocta leporina</i>	cutia	1
Emballonuridae	emballonurídeo	1
<i>Eptesicus</i> sp.	morcego	1
<i>Felis</i> sp.	gato	1
Glossophaginae	glossofagíneo	1
Lagomorpha	lagomorfo	1
<i>Lasiurus</i> cf. <i>blossevillii</i>	morcego	1
<i>Lonchorhina</i> sp.	morcego	1
<i>Lophostoma</i> cf. <i>brasiliense</i>	morcego	1
<i>Marmosa murina</i>	marmosa	1
<i>Mazama</i> sp.	veado	1
<i>Mesophylla macconnelli</i>	morcego	1
<i>Monodelphis domestica</i>	cuíca-de-cauda-curta	1
<i>Philander opossum</i>	cuíca-de-quatro-olhos	1
<i>Priodontes maximus</i>	tatu-canastra	1
<i>Saguinus niger</i>	sagui	1
<i>Saimiri collinsi</i>	mico-de-cheiro	1
Suidae	suíno	1
Tayassuidae	taiassuídeo	1
<i>Thyroptera</i> cf. <i>tricolor</i>	morcego	1
Total		29.865

O total de registros da fauna durante as campanhas de monitoramento é apresentado na

Tabela 4-2. Percebe-se que na campanha inicial, o maior número de registros foi de mamíferos. As campanhas 3, 4, 8 e 12 apresentaram números aproximados de registros para anfíbios e mamíferos enquanto que as campanhas 5, 6, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17 e 18 catalogaram o maior número de ocorrências para os anfíbios, quando comparado com as demais campanhas.

Tabela 4-2: Tabela-síntese dos números de ocorrências da fauna encontrada sobre trilhos durante a Campanha Inicial (0) e dos anos 1 (campanhas 3 a 6), 2 (campanhas 7 a 10), 3 (campanhas 11 a 14) e 4 (campanhas 15 a 18) do PMMaf.

Táxon	Campanha																Total	
	0	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		18
Anfíbio	692	643	594	1832	1026	454	240	1375	2019	1115	295	1175	2038	1179	662	1920	1265	18524
Aracnídeo		14	10	6	11	8	23	22	92	48	23	21	94	46	32	34	85	569
Ave	176	140	134	92	64	53	55	86	63	87	77	77	111	85	90	103	83	1576
Crustáceo	4	17	5	6	4	1	6	3	12	1	19	9	14	25	26	2		154
Indeterminado	41	6	5															52
Inseto		19			3			2	4	1			17		41			87
Mamífero	975	587	423	278	187	272	253	229	258	225	207	248	335	186	207	310	134	5314
Molusco													2					2
Peixe	2																	2
Réptil	469	346	237	211	189	212	114	170	208	241	194	152	205	179	133	187	138	3585
Total Geral	2359	1772	1408	2425	1484	1000	691	1887	2656	1718	815	1682	2816	1700	1191	2556	1705	29865

A variação do número de ocorrências dos grupos faunísticos durante os anos pode ser observada no Gráfico 4-2. Como destaques percebe-se o grande aumento de ocorrências de aracnídeos no Ano 2, Ano 3 e Ano 4, bem como certa homogeneidade entre os registros de anfíbios, mamíferos e répteis quando comparados os Anos 1, 2 e 3. Percebe-se um maior número de ocorrências de anfíbios, em relação aos mamíferos e répteis no Ano 4. Com o aumento da eficácia de identificação dos registros, não houve animais indetermindados em termos de classe faunística nos Anos 2, 3 e 4.

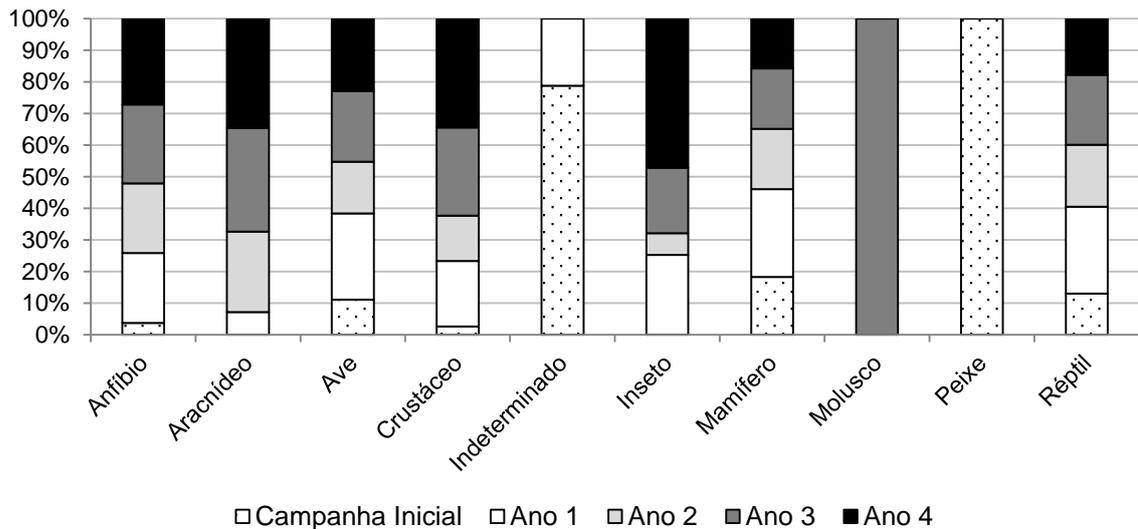


Gráfico 4-2: Representação gráfica da porcentagem de ocorrências por grupo faunístico ao longo das campanhas do PMMaf.

Com base no Gráfico 4-3, dentre o total de vertebrados terrestres identificados pelo menos em nível de classe ($n = 26.687$) registrados nas campanhas dos Anos 1, 2, 3 e 4 (campanhas 3 a 18), é notório que o grupo dos anfíbios foi o de maior ocorrência, com 17.832 indivíduos (66,8%), seguido de mamíferos com 4.339 (16,3%) registros, répteis com 3.116 (11,7%) ocorrências e aves com 1.400 (5,2%) espécimes registrados.

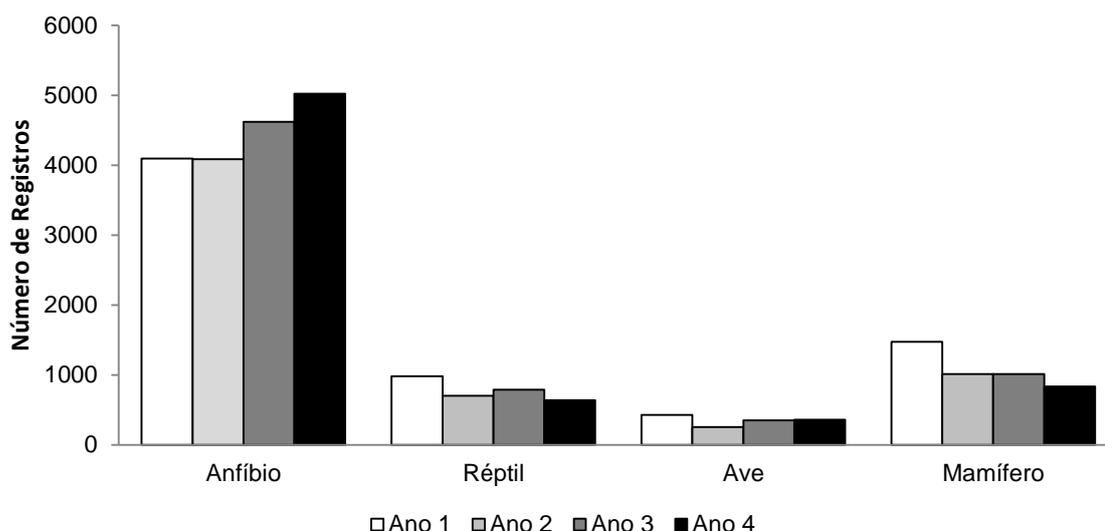


Gráfico 4-3: Representação gráfica da porcentagem de registros por grupo de vertebrados terrestres ao longo das campanhas do PMMaf.

Em relação ao tipo de animal encontrado sobre os trilhos para os táxons Anfíbio e Réptil, todos os indivíduos foram considerados selvagens (nativos). Os registros para o grupo peixe e os invertebrados (insetos, aracnídeos, moluscos e crustáceos) foram excluídos das análises por sua pouca representatividade em relação ao cômputo geral e também pela dificuldade de se estabelecer medidas mitigadoras para esses animais. No que tange à proporção entre animais selvagens e domésticos, houve prevalência dos primeiros sobre os últimos, sendo 26.112 (93,5%) para os selvagens e 1.824 (6,5%) domésticos. Um sumário, contendo a correlação entre os táxons e os respectivos tipos de animais, encontra-se na Tabela 4-3.

Tabela 4-3: Relação entre táxons de vertebrados e tipo de animal durante as campanhas válidas do PMMaf.

Ano / Táxon	Doméstico	Selvagem	Indeterminado	Total
Campanha inicial				
Anfíbio		692		692
Réptil		469		469
Ave	4	160	12	176
Mamífero	253	279	443	975
Indeterminado			41	41
Ano 1				
Anfíbio		4.095		4.095
Réptil		983		983
Ave	12	413	5	430
Mamífero	530	665	280	1.475
Indeterminado			11	11
Ano 2				
Anfíbio		4.088		4.088
Réptil		704		704
Ave	12	242	3	257
Mamífero	362	544	106	1.012
Ano 3				
Anfíbio		4.623		4.623

Ano / Táxon	Doméstico	Selvagem	Indeterminado	Total
Réptil		792		792
Ave	16	327	9	352
Mamífero	336	562	117	1.015
Ano 4				
Anfíbio		5.026		5.026
Réptil		637		637
Ave	6	344	11	361
Mamífero	293	467	77	837
Total Geral	1.824	26.112	1.115	29.051

Os dados da Tabela 4-3 são apontados no Gráfico 4-4, das quais 1.115 ocorrências de atropelamentos foram elencadas como indeterminados, ou seja, não foi possível atingir um nível seguro para determinar se tal animal é selvagem ou doméstico. Tal dúvida ocorreu principalmente no grupo dos mamíferos, o que pode estar relacionado ao avançado estado de decomposição da carcaça encontrada ou ainda, à similaridade entre espécies selvagens e domésticas. Dos 1.115 registros indeterminados, apenas 52 não tiveram sua identificação em pelo menos nível de Classe, sendo classificado então como Vertebrado Indeterminado.

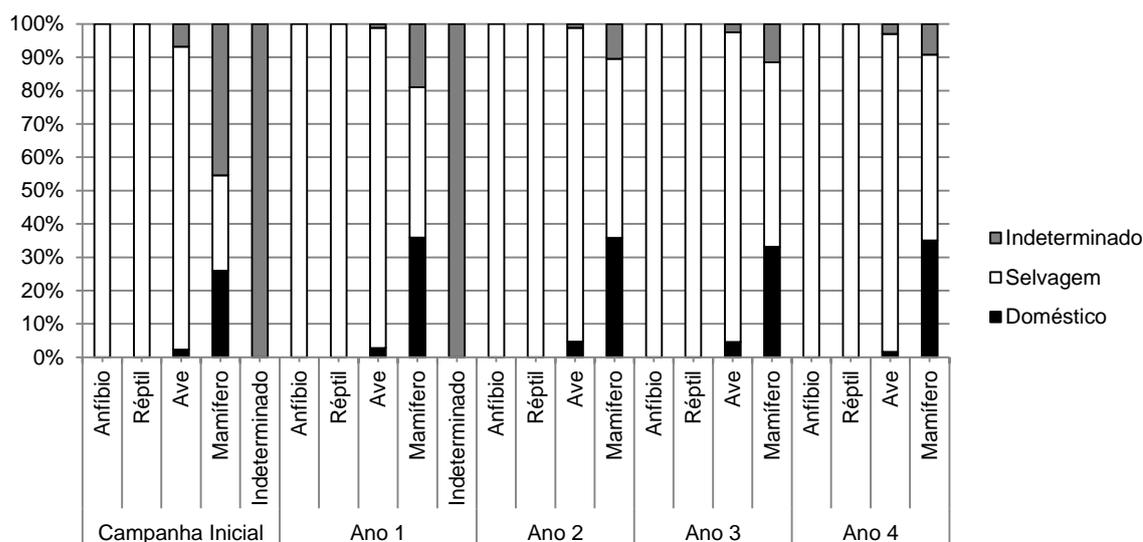


Gráfico 4-4: Representação gráfica da relação entre táxons e tipo de animal durante o monitoramento da fauna atropelada durante a campanha inicial (0) e os anos 1, 2, 3 e 4.

Em relação ao tipo de registro dos vertebrados terrestres, 23.468 ocorrências (82,7%) foram de carcaça e 4.918 (17,3%) de ossada. A taxa carcaça/ossada foi de 4,77, indicando que houve mais de quatro carcaças para cada registro de ossada, sugerindo que os animais registrados em campo ainda não tinham atingido total estágio de decomposição. Contudo, ao se analisar apenas a Campanha inicial (0), a taxa carcaça/ossada foi de 0,96, indicando que esta campanha realmente serviu para “limpar” os trilhos, haja vista que essa foi a primeira inspeção deste tipo na ferrovia durante seus quase 30 anos de operação. Os animais feridos totalizaram 120 ocorrências e 341 indivíduos foram avistados vivos percorrendo a linha férrea, em repouso no trilho ou durante travessia. A Tabela 4-4 elenca os tipos de registros em números absolutos por campanha.

Tabela 4-4: Tabela-síntese de registros de vertebrados encontrados sobre trilhos durante as campanhas válidas do PMMaf, com respectivo *status* de condição do animal registrado.

Ano / Táxon	Carcaça	Ossada	Carapaça	Ferido	Vivo
Campanha inicial					
Anfíbio	639	47		1	5
Réptil	170	254	44		1
Ave	93	81			2
Mamífero	214	755	4	1	1
Indeterminado	10	31			
Ano 1					
Anfíbio	3782	239	4	36	34
Réptil	388	535	42	3	15
Ave	299	122	1	2	6
Mamífero	724	733	10	1	7
Indeterminado	1	9	1		
Ano 2					
Anfíbio	3975	52	4	19	38
Réptil	323	327	19	4	31
Ave	214	40		1	2
Mamífero	686	318	3		5
Ano 3					
Anfíbio	4363	204	1	23	32
Réptil	387	338	38		29
Ave	276	68		1	7
Mamífero	692	314	2		7
Ano 4					
Anfíbio	4854	68		26	78
Réptil	371	215	30		21
Ave	315	29			17
Mamífero	692	139	1	2	3

O Gráfico 4-5 representa visualmente os dados da Tabela 4-4. Na campanha 0, a maior parte dos registros se tratava de ossadas ($n = 1.170$). A partir da campanha 3 percebe-se maior quantidade de carcaças ($n = 982$), fato que já era esperado, uma vez que ossadas antigas foram removidas em decorrência dos monitoramentos que ocorreram a partir de 2011, que possivelmente retiraram ossadas antigas dos trilhos.

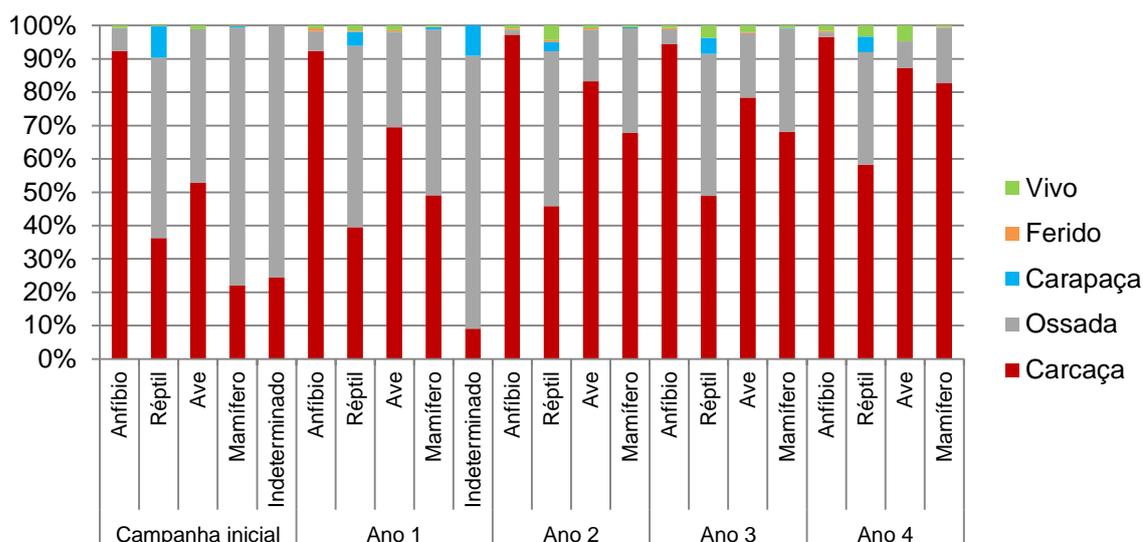


Gráfico 4-5: Representação gráfica da relação entre táxons e condições dos animais registrados durante a Campanhas Inicial e nos Anos 1, 2, 3 e 4 do PMMaf.

Uma grande eficiência na identificação dos animais é observada nas amostras a partir do conhecimento da fauna da região. Os Anos 2, 3 e 4 não possuem nenhum animal que não tenha sido enquadrado em alguma das quatro classes de vertebrados. Ressalta-se que a identificação dos animais é feita por especialistas em cada um dos grupos faunísticos de vertebrados terrestres. É provável que o sucesso nas identificações esteja intimamente relacionado à maior proporção de carcaças em relação às ossadas, o que pode resultar na manutenção de caracteres morfológicos sinapomórficos evidentes que possibilitam maior acurácia na determinação do táxon.

Ainda em relação à identificação dos espécimes de vertebrados terrestres registrados, 86,3% pode ser identificado pelo menos em nível de gênero, totalizando 25.033 registros. No que tange aos espécimes de vertebrados terrestres identificados no menor nível taxonômico (espécie) o cômputo atingiu 14.268 indivíduos (49,2%). Essas duas informações corroboram o acima descrito acerca da eficácia da identificação de espécimes no PMMaf da EFC. Mesmo animais diminutos e com caracteres sinapomórficos de difícil visualização por foto vêm sendo identificados pelo menos em nível de gênero, como é o caso dos anfíbios (70,3%). Entretanto, há que se levar em conta a grande abundância de um único gênero de anfíbios, o que pode facilitar a identificação.

Dos 13.849 táxons de vertebrados mortos encontrados sobre os trilhos, identificados ao menor nível taxonômico (espécie), 7.095 são de anfíbios (51,2%), 3.925 espécimes são de mamíferos (28,3%), 1.616 representam os répteis (11,7%) e 1.213 indivíduos da avifauna (8,8%). O Gráfico 4-6 ilustra os táxons mais registrados nas dezessete campanhas realizadas até o momento. O principal animal morto encontrado sobre os trilhos, com 7.873 (32,0%) ocorrências foi *Rhinella* sp., sendo que houve ainda o registro de outros 8 táxons com o gênero *Rhinella*, totalizando 9.947 animais (40,5%). O segundo táxon mais atropelado foi *Leptodactylus macrosternum*, com 1.818 registros (7,4%). Ao se somarem todos os registros do gênero *Leptodactylus*, chega-se a um total de 3.629 indivíduos (14,8%). Os canídeos também contribuem com grande parte dos registros de atropelamento. O cão-doméstico

(*Canis familiaris*) possui 942 ocorrências de morte sobre os trilhos (3,8%), enquanto que o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) tem 820 registros (3,3%), além de animais não identificados da família Canidae (n = 520; 22,8%), somando 2.282 indivíduos. Apenas esses três grupos contribuem com 43,3% do total geral de animais encontrados mortos na ferrovia. O Gráfico 4-6 apresenta os 10 principais táxons atropelados durante os estudos do PMMaf.

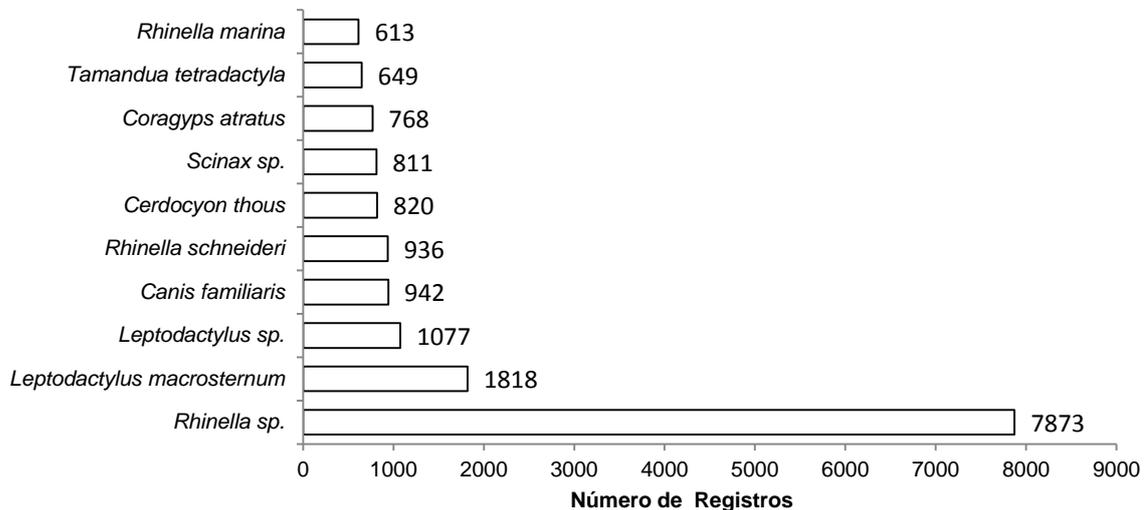


Gráfico 4-6: Representação gráfica dos 10 principais táxons encontrados mortos sobre os trilhos durante os estudos do PMMaf.

O Gráfico 4-7 apresenta as ocorrências das nove espécies de animais domésticos (n = 1.774; 6,6% do total encontrado) registradas até o momento pelo PMMaf. O táxon mais comum é o cão-doméstico (*Canis familiaris*; n = 948; 53,4%), o boi (*Bos taurus*; n = 356; 20,1%), o cavalo (*Equus caballus*; n = 169; 9,58%), o gato-doméstico (*Felis catus*; n = 125; 7,0%), e o porco-doméstico *Sus scrofa* (n = 75, 4,2%).

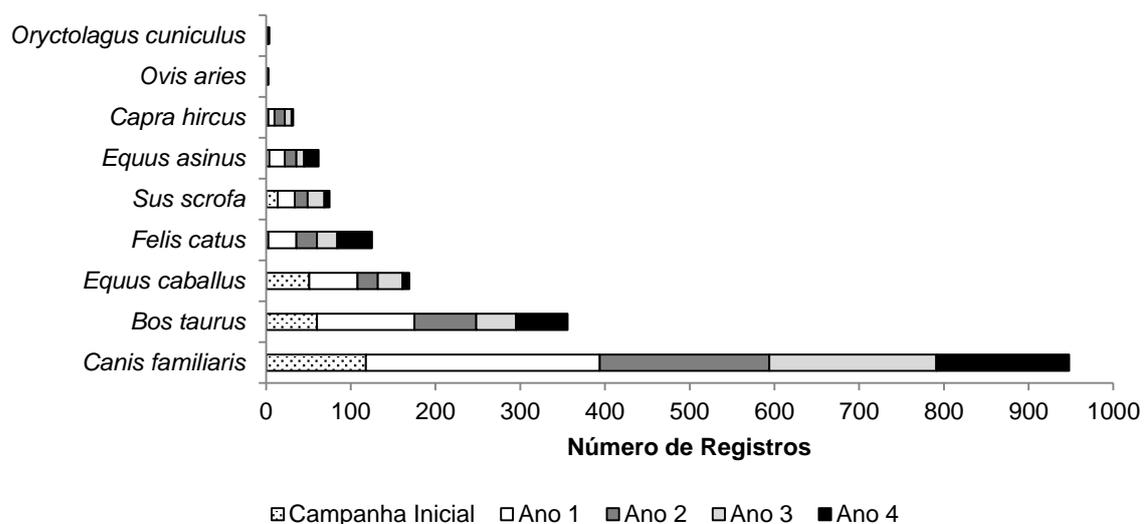


Gráfico 4-7: Representação gráfica dos espécimes de mamíferos domésticos registrados na Campanha inicial e Anos 1, 2, 3 e 4 do PMMaf.

Em relação às espécies ameaçadas de extinção, a Tabela 4-5 apresenta uma síntese da ocorrência de animais desse tipo encontrados mortos sobre os trilhos. Destaca-se o número de jabuti-tingas (*Chelonoidis denticulatus*) registrados na Campanha inicial do PMMaf (n = 31), que provavelmente corresponde ao longo período de operação da ferrovia anteriormente às amostragens do PMMaf. Após a retirada das carapaças antigas, o número de animais dessa espécie reduziu sensivelmente (n = 11).

Tabela 4-5: Tabela-síntese das ocorrências de espécimes ameaçados de extinção no estado do Pará (COEMA-PA), no Brasil (MMA) e Globalmente (IUCN) encontrados mortos sobre os trilhos durante o PMMaf.

Espécie	Nome comum	Status de ameaça			Ano					Total
		COEMA-PA	MMA	IUCN	0	1	2	3	4	
<i>Chelonoidis denticulatus</i>	jabuti-tinga			VU	31	6	1	4		42
<i>Leopardus tigrinus</i>	gato-do-mato-pequeno		EN	VU		2				2
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	tamanduá-bandeira	VU	VU	VU				2		2
<i>Penelope pileata</i>	jacupiranga		VU	VU		1	2		1	4
<i>Podocnemis unifilis</i>	tracajá			VU	2					2
<i>Priodontes maximus</i>	tatu-canastra	VU	VU	VU				1		1
<i>Pseudoboa nigra</i>	cobra-preta	VU				8	13	14	16	51
<i>Puma yagouaroundi</i>	gato-mourisco		VU			1		1		2
<i>Saguinus niger</i>	sagui		VU	VU					1	1
<i>Salvator merianae</i>	teiú	VU				1				1
<i>Strix huhula</i>	coruja-preta		VU*		1					1
<i>Tapirus terrestris</i>	anta		VU	VU				3	2	3
<i>Tayassu pecari</i>	queixada		VU	VU	1			1		2
Total Geral					35	19	16	26	20	116

Legenda: VU: Vulnerável; VU*: Subespécie vulnerável não corresponde à espécie registrada; EN: Em perigo.

Além do impacto causado pelos atropelamentos na estrada em estudo, foram feitos registros ocasionais de espécimes vivos, descritos na Tabela 4-6. Essas ocorrências evidenciam que a ferrovia nem sempre constitui uma barreira física para dispersão da fauna (Foto 1 a Foto 6).

Tabela 4-6: Tabela-síntese das ocorrências de espécimes vivos encontrados sobre os trilhos durante o PMMaf.

Táxon	Campanha inicial	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Total
Anfíbio	5	34	38	32	78	187
<i>Amazophrynella minuta</i>			6		1	7
<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>			1		1	2
<i>Dendropsophus branneri</i>				1		1
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>				1		1
<i>Dendropsophus nanus</i>				1		1
Hylidae	1					1
<i>Hypsiboas cf. geographicus</i>		1				1
<i>Hypsiboas geographicus</i>				1	1	2
<i>Hypsiboas multifasciatus</i>	1	1	1		1	4
<i>Hypsiboas raniceps</i>		3	2	2	1	8
<i>Hypsiboas sp.</i>				1		1
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1	1		2		4

Táxon	Campanha inicial	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Total
<i>Leptodactylus macrosternum</i>		7	6	7	7	27
<i>Leptodactylus vastus</i>			1			1
<i>Osteocephalus leprieurii</i>					1	1
<i>Osteocephalus taurinus</i>			7			7
<i>Phyllomedusa azurea</i>					2	2
<i>Phyllomedusa hypochondrialis</i>	1	4	6	3	2	16
<i>Physalaemus cuvieri</i>			1			1
<i>Physalaemus ephippifer</i>					40	40
<i>Pristimantis fenestratus</i>			1			1
<i>Rhaebo guttatus</i>				1	1	2
<i>Rhinella jimi</i>				4		4
<i>Rhinella gr. margaritifera</i>				1	3	4
<i>Rhinella margaritifera</i>		1		1		2
<i>Rhinella marina</i>		3				3
<i>Rhinella schneideri</i>		4	1		4	9
<i>Rhinella sp.</i>		7	2	4	6	19
<i>Scinax gr. ruber</i>	1					1
<i>Scinax ruber</i>				2	2	4
<i>Scinax x-signatus</i>		2	1		2	5
<i>Trachycephalus typhonius</i>			2		3	5
Aracnídeo		11	18	38	36	103
<i>Acanthoscurria geniculata</i>				1		1
<i>Acanthoscurria cf. juruenicola</i>		1	1			2
<i>Acanthoscurria sp.</i>				2	2	4
<i>Ancylometes sp.</i>		1				1
<i>Architis sp.</i>					1	1
<i>Avicularia cf. avicularia</i>						0
<i>Avicularia sp.</i>		1	7	11	15	34
<i>Nhandu cf. coloratovillosus</i>			4			4
<i>Nhandu coloratovillosus</i>			1	1		2
<i>Nhandu tripepii</i>		7	3	11	17	38
<i>Nhandu sp.</i>				9		9
<i>Phoneutria sp.</i>		1				1
Scorpiones			1			1
Sparassidae				2		2
Theraphosidae			1	1		2
Theraphosinae					1	1
Ave	2	6	2	7	17	34
<i>Anhima cornuta</i>					1	1
Aves NI					3	3
<i>Caracara plancus</i>		1		4		5
<i>Cathartes aura</i>		1				1
<i>Cathartes melambrotus</i>				1	2	3
<i>Cathartes sp.</i>				1		1
<i>Chelidoptera tenebrosa</i>					1	1
<i>Columbina minuta</i>			1			1
<i>Coragyps atratus</i>	1					1
<i>Crypturellus tataupa</i>	1					1
<i>Guira guira</i>					1	1

Táxon	Campanha inicial	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Total
<i>Harpia harpyja</i>		1				1
<i>Pitangus sulphuratus</i>		1		1		2
<i>Pygochelidon cyanoleuca</i>					9	9
<i>Rupornis magnirostris</i>			1			1
<i>Tigrisoma lineatum</i>		1				1
<i>Tyrannus melancholicus</i>		1				1
Crustáceo		2				2
Brachyura		2				2
Inseto		6	3	8	4	21
Anisoptera				1		1
Caelifera			1	2	4	7
Coleoptera				1		1
Insecta		1				1
Lepidoptera		2		2		4
Mantodea		1				1
Orthoptera		2				2
Phasmatodea			2	2		4
Molusco				1		1
Stylommatophora				1		1
Mamífero	1	7	5	7	3	23
<i>Bradypus variegatus</i>		1	1	1		3
<i>Canis familiaris</i>	1	3	1			5
Chiroptera					1	1
<i>Didelphis sp.</i>				1		1
<i>Eira barbara</i>		1				1
<i>Euphractus sexcinctus</i>			1		1	2
<i>Nasua nasua</i>		1	1	3		5
<i>Pecari tajacu</i>			1			1
<i>Sapajus apella</i>					1	1
<i>Sus scrofa</i>		1		1		2
<i>Tamandua tetradactyla</i>				1		1
Réptil	1	15	31	29	21	97
<i>Amphisbaena alba</i>		2	6	6	3	17
<i>Amphisbaena amazonica</i>			1			1
<i>Boa constrictor</i>					1	1
<i>Bothrops atrox</i>				1		1
<i>Chelonoidis carbonarius</i>					2	2
<i>Chelonoidis denticulatus</i>		1				1
<i>Chironius exoletus</i>					1	1
<i>Cnemidophorus cryptus</i>			2	1	1	4
<i>Erythrolamprus viridis</i>		1				1
<i>Eunectes murinus</i>		1				1
<i>Gonatodes humeralis</i>			1			1
<i>Iguana iguana</i>		2	3	2	4	11
<i>Kentropyx calcarata</i>			1			1
<i>Kinosternon scorpioides</i>			1			1
<i>Leptophis ahaetulla</i>		1		3		4
Lacertilia	1					1
<i>Mastigodryas boddaerti</i>			1			1

Táxon	Campanha inicial	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Total
<i>Norops ortonii</i>				1		1
<i>Philodryas olfersii</i>		2	5		1	8
<i>Polychrus marmoratus</i>		1			1	2
<i>Phrynops geoffroanus</i>				1	1	2
<i>Rhinoclemmys punctularia</i>		1	2	4		7
<i>Salvator merianae</i>				1		1
<i>Sibynomorphus mikanii</i>			2			2
<i>Spilotes pullatus</i>			1	1		2
<i>Stenocercus dumerilii</i>			1			1
<i>Tropidurus hispidus</i>		1	1	5	1	8
<i>Tropidurus oreadicus</i>			2		4	6
<i>Tupinambis teguixin</i>		1			1	2
<i>Xenodon rabdocephalus</i>		1	1			2
Total Geral	9	81	97	122	159	468



Foto 1: Registro vivo de bicho-pau (*Phasmatodea*).
Fonte: Amplo.



Foto 2: Registro vivo de aranha-caranguejeira (*Avicularia* sp.).
Fonte: Amplo.



Foto 3: Registro vivo de sapo (*Rhaebo guttatus*).
Fonte: Amplo.



Foto 4: Registro vivo de cobra-de-duas-cabeças (*Amphisbaena alba*).
Fonte: Amplo.



Foto 5: Registro vivo de suiriri (*Tyrannus melancholicus*).
Fonte: Amplo.



Foto 6: Registro vivo de morcego (Chiroptera).
Fonte: Amplo.

Em relação aos vertebrados terrestres mais comumente associados a áreas paludosas, os anfíbios e répteis são especialmente vulneráveis aos atropelamentos. Segundo Ashley e Robinson (1996), tal fato se deve ao comportamento de locomoção lenta desses grupos, além

de não reconhecerem o perigo representado pela passagem dos veículos nas estradas. Ainda segundo estes autores, espécies que geram grande quantidade de jovens têm de longe os maiores valores anuais de registros de atropelamento. Essa afirmativa condiz com os achados durante as campanhas do PMMaf, notadamente no que tange aos gêneros *Rhinella* e *Leptodactylus*, animais de reprodução explosiva.

Várias espécies de répteis registradas, especialmente as serpentes, utilizam estradas para termorregulação, atraídos pelas condições favoráveis da via (ASHLEY; ROBINSON, 1996; VIJAYAKUMAR; VASUDEVAN; ISHWAR, 2001). Este comportamento, associado às tentativas de travessia da ferrovia de uma margem à outra, principalmente para exploração do ambiente em busca de alimento e parceiros sexuais, expõe o grupo a atropelamentos. Ao longo da ferrovia, algumas espécies são abundantes tanto em áreas consideradas de elevado grau de conservação como antropizadas, a exemplo da espécie *Boa constrictor* (jiboia).

O atropelamento de mamíferos, notadamente os silvestres, pode representar uma redução na diversidade local. As mortes de espécimes de mamíferos também são influenciadas por espécies de hábitos carniceiros e/ou oportunistas, tais como o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*), espécie selvagem mais registrada dentre os mamíferos, seguida do tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) (Gráfico 4-6, Tabela 4-1). Para o caso de acidentes envolvendo mamíferos domésticos de grande porte (p. ex. gado bovino e suíno, cavalos, jegues), estes podem causar perdas econômicas e problemas com as comunidades locais, além do risco de descarrilamento pelas composições.

As ocorrências de atropelamentos de espécies carniceiras ou que se alimentem oportunisticamente de carcaças, tais como os urubus e o carcará, corresponderam à maior parte dos atropelamentos desse grupo. Por permanecerem insistentemente sobre os trilhos, a presença desses animais pode gerar ciclos de atropelamentos. Aves granívoras e insetívoras também podem eventualmente ser atropeladas ou ficar gravemente feridas apenas pelo deslocamento de ar causado pelas composições (Coelho, I.P., comunicação pessoal).

O deslocamento de ar também pode ser o responsável pelas mortes dos anfíbios. A composição, ao passar por cima dos anfíbios, poderia gerar uma turbulência interna dentro desses animais, ocasionando uma espécie de “estouro interno” (*blowout* em inglês – (HUMMEL, 2001). Desta forma, os animais morrem, mas não apresentam nenhum tipo de ferimento externo, assim como pode ser observado na Foto 7 e na Foto 8. Outra possibilidade é que estes animais podem estar sendo vitimados por dessecação devido às altas temperaturas atingidas nos estados do Pará e Maranhão. Pörtner (2002) indica que a temperatura máxima suportada por animais ectotérmicos seria de 45°C, valor em que as funções centrais e de coordenação já sofreriam danos. Entretanto, valores próximos de 42°C já seriam suficientes para causar disfunções comportamentais (PÖRTNER, 2002). Por sua vez, Navas e colaboradores (2007) citam que indivíduos juvenis do gênero *Bufo* (atualmente *Rhinella* para os animais brasileiros) possuem comportamento diurno e estabelecem que a temperatura crítica máxima para jovens da espécie *Rhinella granulosa* é de 45°C. Os autores comentam que a tolerância térmica dessa espécie seria comparada apenas àqueles anuros com maior especialização termofílica. Posto isso, é plausível a hipótese de que os animais

estejam morrendo não por atropelamentos, mas sim por causa da alta temperatura.



Foto 7: *Hypsiboas multifasciatus* em vista dorsal, sem lesões aparentes.

Fonte: Ampla.



Foto 8: *Hypsiboas multifasciatus* em vista ventral, sem lesões aparentes.

Fonte: Ampla.

Todos os morcegos se utilizam da ecolocalização para navegar (SIGRIST, 2012), sendo assim improvável sua mortalidade por abalroamento. Contudo, uma vez que a ecolocalização só é eficaz para curtas distâncias (SIGRIST, 2012) sua visão é provavelmente importante para o forrageamento. Desta forma, uma suposição para o atropelamento de morcegos é que os feixes de luz emitidos pela locomotiva facilitem a perseguição de insetos que são atraídos ou repelidos pelos faróis (LAURANCE; GOOSEM; LAURANCE, 2009). Ao se deslocarem para forragear, a movimentação de ar gerada pelas composições pode ser determinante fator de mortalidade dos quirópteros por ocasionar fraturas durante o voo. No decorrer das campanhas do PMMaf, houve a ocorrência de 75 morcegos atropelados.

De um modo geral, a presença de vários povoados ao longo da EFC transforma o ambiente através do acúmulo de lixo nas margens ou na própria linha férrea e disponibiliza alimento, atraindo espécies que se adaptam a variações de hábitat e distúrbios dessa natureza. Contudo, vale a pena ressaltar que restos de animais foram encontrados sobre os trilhos, mas próximos a sacos de lixo, indicando que alguns espécimes podem não ter sido atropelados e apenas representar restos de alimento da população. Ainda como indício de que o animal pode não ter sido efetivamente atropelado, ocorre frequentemente a amarração de animais aos trilhos pela população (Foto 9 e Foto 10). Também foi observado que animais serpentiformes, por causarem medo à comunidade, provavelmente são mortos e jogados na ferrovia (Foto 11), uma vez que não há compatibilidade das injúrias com o rodeiro dos trens. Ademais, a disposição de oferendas contendo alimentos (Foto 12) são exemplos de impactos externos à ferrovia que podem ocasionar na atração de animais para as adjacências do gabarito.

Alguns outros registros interessantes foram encontrados, tais como a adição de aranhas, além do “atropelamento” de crustáceos e peixes. Além de alguns deles poderem ser advindos de lixo da população, conforme acima comentado, também pode ocorrer o desprendimento desses animais das garras de aves em sobrevoo na ferrovia (Oliveira, U.S.C., comunicação pessoal).



Foto 9: *Didelphis sp.* amarrado ao trilho.

Fonte: Amplo.



Foto 10: *Spilotes pullatus* amarrado ao trilho.

Fonte: Amplo.



Foto 11: *Amphisbaena fuliginosa* apresentando injúrias incompatíveis com os rodeiros do trem.

Fonte: Amplo.



Foto 12: Oferenda disposta na adjacência da ferrovia contendo alimentos e garrafas de bebidas.

Fonte: Amplo.

O Gráfico 4-8 evidencia as variáveis de indícios da ocorrência do não atropelamento na EFC. Esse parâmetro, que passou a ser avaliado a partir da Campanha 3, revelou que dos registros em que os técnicos consideraram a possibilidade de não ter havido atropelamento ($n = 1.555$), 58,0% são caracterizados por carcaças intactas. Dos animais considerados não atropelados por terem suas carcaças intactas, 73,0% são anfíbios, o que corrobora a hipótese das mortes por *blowout* ou dessecação. Chama a atenção também o número de aracnídeos que foram encontrados sobre os trilhos sem nenhuma lesão aparente ($n = 242$; 9,0%). As ferrovias brasileiras, por suas características peculiares envolvendo principalmente a atuação da comunidade que vive nos arredores da ferrovia, dispõem também de fatores que superestimam a quantidade de animais que são vitimados em decorrência de sua operação. Desta forma, as análises referentes à ecologia de estradas que normalmente são eficazes para as rodovias em geral, possuindo um viés apenas de subestimação, devem ser cautelosamente utilizadas para as ferrovias, que claramente têm parâmetros de sub e superestimação.

Conjuntamente, podem ainda existir registros de espécimes que não foram contabilizados, já que algumas vezes os animais não morrem imediatamente no momento da colisão, adentrando a vegetação adjacente, vindo a morrer depois do impacto. Ademais, a questão relativa ao fator do tempo de permanência das carcaças na ferrovia vem sendo analisada

através de testes de remoção de carcaça. Todavia, para atingir valores de remoção para cada um dos táxons que possibilite estimar a quantidade real de fauna morta sobre os trilhos, serão necessários alguns anos de monitoramento para que o acúmulo de dados permita as análises estatísticas pertinentes. Por fim, a constante manutenção da linha férrea como troca de trilhos, dormentes e lastro, podem acabar removendo carcaças e ossadas.

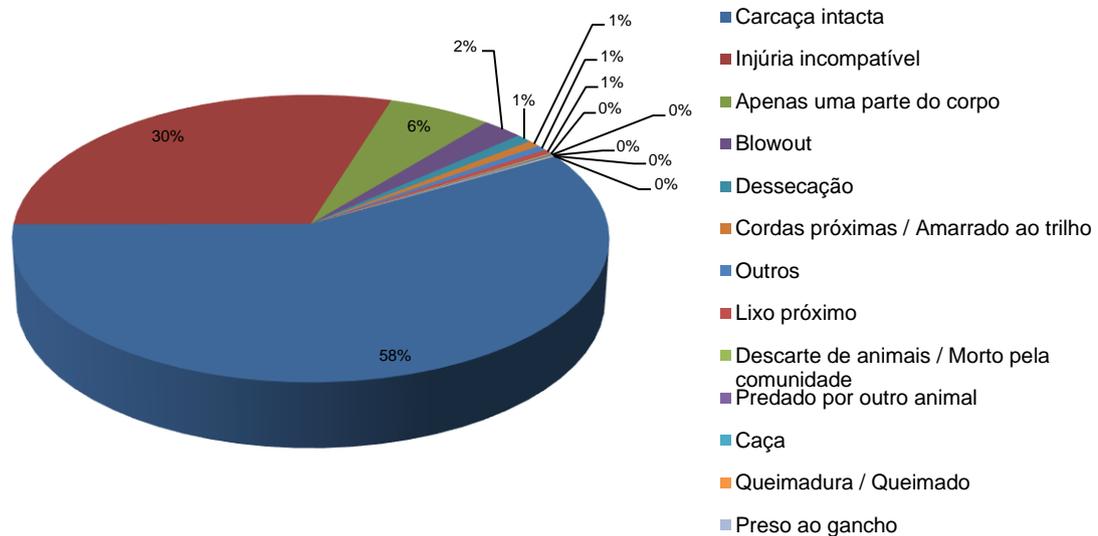


Gráfico 4-8: Representação gráfica dos indícios dos registros do não atropelamento da fauna na EFC durante as campanhas do PMMaf.

4.2 ANÁLISE DE SAZONALIDADE

Dentre os grupos avaliados, apenas a classe dos anfíbios não atendeu à premissa da homocedasticidade dos dados, tendo sido, conseqüentemente, a única amostra analisada pelo método de Kruskal-Wallis. No que tange aos grupos com diferenças estatisticamente significativas, apenas os anfíbios (Kruskal-Wallis = 10,213; $p = 0,017$) e os mamíferos de pequeno porte voadores ($F_{(0,05; 3, 12)} = 4,47$; $p = 0,025$) exibiram valores que rejeitaram a hipótese nula de igualdade entre as estações. Em relação ao resultado dos anfíbios, as fases de transição seca-chuva e chuva aparentam ser aquelas significativamente diferentes, principalmente em relação à estação seca (Gráfico 4-9). Tal fato já foi citado pela literatura brasileira, inclusive com a abordagem para o gênero *Rhinella* (ex-*Bufo*) (RODRIGUES et al., 2002), disparadamente o mais registrado na EFC. A reconhecida sazonalidade dos anfíbios, principalmente em relação ao *boom* reprodutivo logo no início da estação chuvosa pode corroborar com os resultados obtidos. Acerca dos morcegos, é difícil determinar uma razão biológica para que haja diferenças significativas apenas entre o período chuvoso e o da transição chuva/seca (Tabela 4-7, Gráfico 4-10). O número de fatalidade de morcegos, de forma geral, é baixo ($n = 93$), principalmente se comparado com outros grupos. Uma vez que houve apenas quatro períodos de cada uma das fases, o incremento da amostra com o acúmulo de informações das subseqüentes campanhas deverá fornecer resultados com maior exatidão.

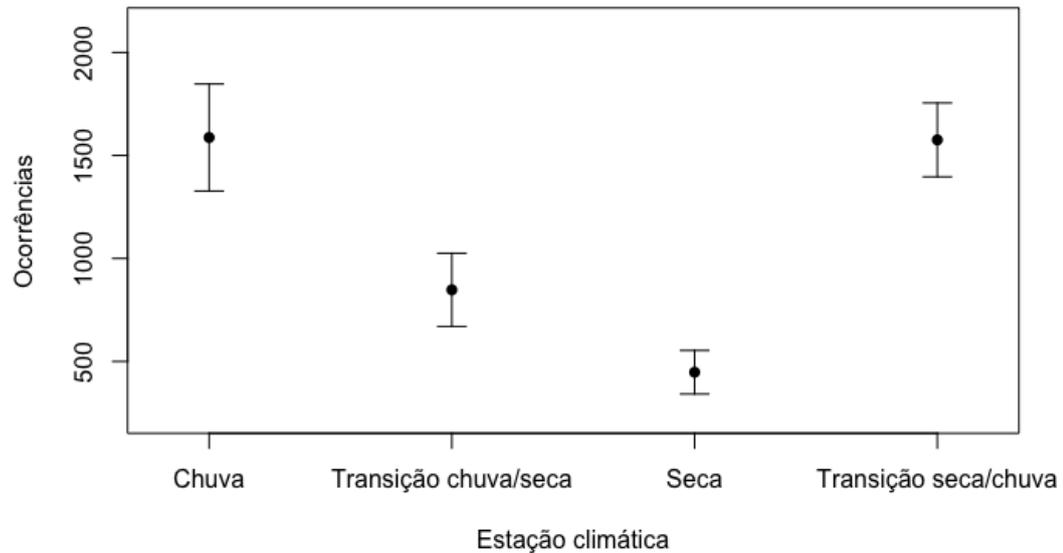


Gráfico 4-9: Gráfico de intervalo de confiança das médias das ocorrências do grupo anfíbios por estação climática.

Tabela 4-7: Análise de variância (ANOVA) para a sazonalidade dos registros obtidos para os mamíferos de pequeno porte voadores.

Período	Chuva	Transição chuva/seca	Seca	Transição seca/chuva
Chuva	-	0,033	0,067	0,686
Transição chuva/seca		-	0,974	0,209
Seca			-	0,376
Transição seca/chuva				-

Legenda: células destacadas correspondem a diferenças estatisticamente significativas.

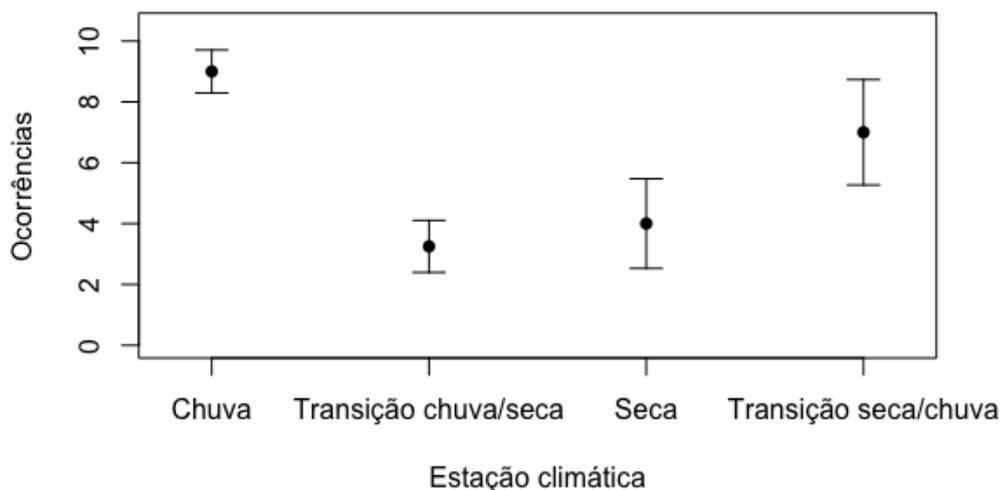


Gráfico 4-10: Gráfico de intervalo de confiança das médias das ocorrências do grupo de mamíferos de pequeno porte voadores por estação climática.

4.3 ANÁLISE DE PAISAGEM

No que tange à análise de paisagem, todos os registros válidos de animais mortos sobre os trilhos obtidos até então nas campanhas do PMMaf foram segregados em grupos de amostragem, a fim de se proceder com a estatística por classe de uso do solo. Os resultados estão dispostos na Tabela 4-8 e Tabela 4-9.

Alguns resultados chamam bastante atenção como, por exemplo, a grande afinidade de atropelamentos de anfíbios com áreas edificadas. Como grande parte dos anfíbios encontrados sobre os trilhos consiste em animais de pouca exigência ambiental, infere-se que eles tenham se adaptado bem à antropização do habitat. Estas espécies não são especialistas, ou seja, se alimentam de uma diversa gama de presas e não requerem ambientes bem conservados para reprodução e manutenção de uma população viável. As áreas edificadas podem acabar por fornecer abrigo e alimento para as espécies de invertebrados que são atraídas pela luz. Assim, com abundância de recursos alimentares, os anfíbios acabaram por colonizar áreas próximas a edificações.

Tanto os mamíferos selvagens de médio e grande porte quanto os mamíferos de pequeno porte apresentaram-se como espécies mais exigentes no quesito ambiental, comprovado por sua baixa interação com ambientes antrópicos. Por sua vez, os quirópteros (mamíferos voadores de pequeno porte - morcegos) apresentaram maior afinidade com massas d'água. Tal fato pode ser explicado pelas grandes pontes que a EFC atravessa ao longo de rios. Os morcegos costumam fazer estes locais de abrigos e é provável que eles estejam sendo atingidos durante a movimentação de ida e volta para realização de suas atividades. Entretanto, os resultados devem ser interpretados com cautela, uma vez que o baixo cômputo geral de morcegos atropelados e o alto valor encontrado em áreas com predominância de massa d'água diz respeito à correlação do baixo número de registros com a pouca quantidade em área de massa d'água na ADA da EFC.

Assim como os anfíbios, os répteis também foram comumente encontrados em áreas edificadas e, provavelmente, a justificativa é a mesma acima descrita. Todavia, diferentemente dos anfíbios, percebe-se uma uniformidade dos valores obtidos em relação às outras classes de análise. Desta forma, os répteis, até o momento, podem ser considerados os animais com menor fidelidade de ambientes por terem permeado e sido encontrados sobre os trilhos em vários tipos de classes dominantes.

Tabela 4-8: Número de atropelamentos por grupo de amostragem por 100 hectares de classe de uso do solo dominante na ADA do Projeto EEFC.

Grupo de amostragem	Classe							
	Áreas alagadas	Áreas edificadas	Fragmento florestal	Manguezal	Massa d'água	Pastagem	Sistema viário /solo exposto	Variada
Aracnídeos	0,000	2,101	9,878	0,000	0,000	6,111	10,897	6,113
Anfíbios	67,481	613,567	261,074	65,202	21,544	227,794	172,176	266,830
Répteis	43,863	92,455	40,455	0,000	7,181	39,541	19,615	43,122
Aves domésticas	1,687	0,000	0,706	0,000	0,000	0,572	0,000	0,743
Aves indeterminadas	0,000	2,101	0,941	0,000	0,000	0,286	0,000	0,330
Aves selvagens	37,115	10,506	17,640	65,202	7,181	16,420	15,256	19,909
Mamíferos domésticos	32,897	90,354	12,230	0,000	57,450	20,333	13,077	18,752
Mamíferos indeterminados	7,592	27,316	16,464	0,000	35,906	6,772	0,000	8,591
Mamíferos selvagens	30,366	14,709	49,157	130,404	57,450	27,195	6,538	35,853
Mamíferos de médio e grande porte selvagens	27,836	6,304	37,632	130,404	7,181	23,889	6,538	29,987
Mamíferos de pequeno porte selvagens	2,531	8,405	9,173	0,000	0,000	2,430	0,000	3,717
Mamíferos voadores	0,000	0,000	2,352	0,000	50,269	0,876	0,000	2,148

Tabela 4-9: Número de atropelamentos por grupo de amostragem por 100 hectares de classe de uso do solo dominante na AID do Projeto EEFC.

Grupo de amostragem	Classe							
	Áreas alagadas	Áreas edificadas	Fragmento florestal	Manguezal	Massa d'água	Pastagem	Sistema viário /solo exposto	Variada
Aracnídeos	1,526	0,506	1,520	0,000	0,675	0,507	0,660	0,453
Anfíbios	9,667	12,207	44,879	5,881	7,424	18,498	29,150	18,775
Répteis	2,035	2,531	5,164	2,353	1,350	3,416	3,679	3,175
Aves domésticas	0,000	0,000	0,048	0,000	0,000	0,052	0,000	0,055
Aves indeterminadas	0,000	0,000	0,121	0,000	0,000	0,023	0,000	0,029
Aves selvagens	2,035	0,788	1,930	2,353	0,337	1,441	1,132	1,542
Mamíferos domésticos	2,544	0,338	1,182	1,764	3,712	1,753	1,226	1,692
Mamíferos indeterminados	0,000	0,281	1,761	0,588	3,712	0,567	1,415	0,625
Mamíferos selvagens	1,018	2,306	6,660	1,176	4,050	2,277	3,490	2,428
Mamíferos de médio e grande porte selvagens	1,018	2,138	5,164	1,176	1,687	2,029	2,547	2,075
Mamíferos de pequeno porte selvagens	0,000	0,113	0,965	0,000	0,000	0,182	0,755	0,276
Mamíferos voadores	0,000	0,056	0,531	0,000	2,362	0,066	0,189	0,077

Em relação às aves selvagens nota-se pela Tabela 4-8 que a classe com maior atropelamento por hectare foi o Manguezal. Contudo, esse resultado deve ser analisado com prudência, haja vista que a maior parte das aves atropeladas consiste em urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*). No caso específico dos Manguezais e Áreas Alagadas, grande quantidade desses animais é vista empoleirada sobre as enormes linhas de transmissão existentes nos locais onde há predominâncias dessas classes de uso do solo. Estes tipos de ambientes alagados possuem grande quantidade de matéria orgânica associada, além de abrigarem outros elementos alimentares de *C. atratus*. Posto isso, supõe-se que a alta abundância desses animais nesses habitat seja o principal fator para o elevado valor de atropelamento por hectare das aves nessas áreas.

Outros números que devem ser levados em consideração são aqueles dos animais em que não foi possível completa identificação e terminaram por serem enquadrados no *status* “indeterminado”. Ao se analisar os números, percebe-se que tanto para os mamíferos quanto para as aves indeterminadas, há altos valores nas classes de uso do solo correspondentes a Áreas Edificadas. Esse fato indica que a maioria dos registros obtidos elencados como “indeterminados” devem ser tratar de animais domésticos.

4.4 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS ATROPELAMENTOS

Para as análises de agregação de atropelamento foram considerados todos os registros válidos de vertebrados terrestres obtidos nas campanhas realizadas pelo PMMaf. Para o grupo dos mamíferos não foram levados em conta os animais domésticos, haja vista que não são relevantes em termos conservacionistas e a grande quantidade de animais desse tipo poderia gerar um viés nos cálculos estatísticos. O grupo “Selvagens” e o grupo “Todos” também fizeram parte das análises. O primeiro consiste em todos os animais selvagens somados, independentemente do grupo faunístico, enquanto que o grupo Todos agrega os animais domésticos e os Selvagens. A Tabela 4-10 apresenta os dados referentes às três principais ZCAs diagnosticadas até o momento. O panorama geral de agregação de atropelamento de fauna durante os anos de amostragem do PMMaf pode ser observado na Figura 4-1.

Percebe-se que houve diversas ZCAs na região de Marabá, entre os km 700 e 800. Apesar de a região apresentar-se intensamente fragmentada em vários locais da ferrovia, nessa área há vários locais em que a paisagem ainda reserva grandes fragmentos de floresta ombrófila densa, além de a EFC interceptar vários cursos d’água das importantes bacias do Tocantins e Itacaiúnas.

Tabela 4-10: Grupos de análise e respectivas Zonas Críticas de Atropelamento (ZCAs) no decorrer das campanhas do PMMaf.

Ano	Campanha	Anfíbios	Répteis	Aves	Mamíferos selvagens	Selvagens	Todos
0	0	728,920	802,910	62,460	791,870	728,910	728,910
0	0	712,390	80,130	46,610	799,750	712,410	791,910
0	0	733,870	143,660	37,900	409,070	733,870	733,870

Ano	Campanha	Anfíbios	Répteis	Aves	Mamíferos selvagens	Selvagens	Todos
1	3	733,400	109,730	215,710	742,840	737,230	215,710
1	3	787,390	105,460	722,360	819,760	782,000	694,330
1	3	294,820	699,870	173,730	694,200	223,220	223,220
1	4	278,290	140,800	746,440	788,740	278,260	278,260
1	4	550,990	731,920	347,930	701,960	550,990	550,990
1	4	527,530	37,560	278,820	763,390	763,020	729,260
1	5	707,370	143,580	668,140	365,230	707,420	707,420
1	5	278,320	174,120	411,740	773,650	278,320	278,320
1	5	312,160	731,770	62,000	708,450	731,520	729,280
1	6	550,270	132,850	137,350	330,820	550,270	550,270
1	6	312,690	155,980	408,180	388,460	312,690	312,690
1	6	652,720	801,150	573,980	457,070	652,720	652,720
2	7	719,320	109,080	140,200	622,660	719,270	719,410
2	7	712,970	730,290	336,610	719,230	712,970	712,970
2	7	759,350	116,560	746,840	757,720	759,360	759,360
2	8	603,250	467,740	170,630	763,290	603,250	603,250
2	8	312,350	156,600	32,080	217,220	312,330	312,330
2	8	315,490	631,160	690,050	760,920	763,290	763,290
2	9	278,460	851,210	202,060	137,940	278,460	278,460
2	9	235,460	59,220	267,280	760,360	235,460	235,460
2	9	265,650	207,740	142,930	822,140	265,690	265,650
2	10	800,510	697,010	778,050	839,010	800,510	800,510
2	10	695,910	227,520	51,280	695,820	695,900	695,900
2	10	750,590	254,700	378,340	786,700	750,590	750,590
3	11	312,630	312,420	223,650	442,130	312,360	312,360
3	11	205,780	664,980	371,620	447,550	293,610	293,700
3	11	517,920	201,810	540,040	412,370	205,780	205,780
3	12	169,270	119,070	194,820	609,820	194,800	194,810
3	12	278,710	171,610	672,960	816,190	672,960	36,130
3	12	677,510	796,080	841,680	644,320	704,800	324,670
3	13	550,690	143,940	168,790	521,800	550,690	550,690
3	13	655,120	614,620	56,480	806,130	655,120	655,120
3	13	615,260	762,070	722,830	491,770	615,220	615,220
3	14	169,650	863,690	137,190	390,780	169,690	169,690
3	14	790,210	144,070	152,930	185,520	790,210	790,210
3	14	157,740	134,990	390,750	318,440	157,740	157,740

Ano	Campanha	Anfíbios	Répteis	Aves	Mamíferos selvagens	Selvagens	Todos
4	15	718,970	741,320	64,590	803,190	718,970	718,970
4	15	263,750	602,450	412,580	701,430	263,750	263,750
4	15	61,170	639,840	260,730	469,830	61,170	61,170
4	16	407,120	805,100	600,890	789,170	600,890	600,890
4	16	364,670	730,030	565,950	273,200	407,120	407,120
4	16	337,350	669,740	78,710	706,140	364,670	336,570
4	17	728,769	155,950	64,651	791,366	728,772	728,739
4	17	278,629	734,068	76,447	793,056	722,675	722,675
4	17	722,675	730,103	56,738	169,034	278,625	278,624
4	18	696,998	366,338	41,545	704,450	697,003	697,004
4	18	871,773	880,191	272,880	694,722	871,767	871,768
4	18	712,149	869,947	574,791	879,168	694,923	694,916

4.4.1 ANFÍBIOS

Foram consideradas reincidências de locais de agregação de fauna aqueles pontos em que houve um intervalo máximo de 2 km entre um ponto e outro. Em assim sendo, cabe destaque uma zona de recorrência de fatalidade em cinco campanhas (4, 5, 9, 12, 17) na região do km 278,500. Este local é, aparentemente, preferencial para a reprodução das espécies mais abundantes de anfíbios. A área está intimamente relacionada com a comunidade de Mineirinho, em Alto Alegre do Pindaré/MA, que apresenta diversos tipos de matrizes, tais como áreas alagadas, massa d'água, área urbana e alguns fragmentos florestais. Em relação à distribuição específica nos km de recorrência, verifica-se que os registros consistem em espécies bastante comuns, sem destaques para grupos de interesse conservacionista.

Nas Campanhas 5, 10 e 18, foram diagnosticadas ZCAs nos km 707,370, 695,910 e 697,000 dentro da TIMM. Ao analisar a listagem de táxons (Tabela 4-11) encontrados numa zona tampão de 2 km de diâmetro do ponto central de cada uma das ZCAs, verifica-se que os animais registrados são primordialmente de grupos comuns, sem nenhum destaque para táxons de conservação, mesmo estando dentro de um dos fragmentos considerados dos mais importantes ao longo da EFC.

Tabela 4-11: Listagem de táxons de anfíbios registrados nas ZCAs ocorrentes dentro da TIMM, com respectivo número de ocorrências.

Campanha	Táxon	N
Campanha 5 (km 707,370)	<i>Scinax</i> sp.	8
	<i>Scinax</i> gr. <i>ruber</i>	7
	<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	4
	<i>Hypsiboas</i> sp.	4
	<i>Rhinella</i> sp.	3
	Hylidae	3
	<i>Hypsiboas raniceps</i>	3
	<i>Trachycephalus typhonius</i>	2
	<i>Hypsiboas geographicus</i>	2

Campanha	Táxon	N
	<i>Leptodactylus</i> sp.	2
	<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	2
	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	2
	<i>Physalaemus ephippifer</i>	1
	<i>Phyllomedusa hypochondrialis</i>	1
	<i>Rhinella marina</i>	1
	<i>Leptodactylus macrosternum</i>	1
Campanha 10 (km 695,910)	Hylidae	52
	<i>Scinax</i> sp.	24
	<i>Scinax</i> gr. <i>ruber</i>	9
	<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	9
	<i>Leptodactylus</i> sp.	9
	<i>Physalaemus ephippifer</i>	8
	<i>Rhinella marina</i>	8
	<i>Osteocephalus taurinus</i>	7
	<i>Hypsiboas</i> sp.	5
	Anura	3
	<i>Phyllomedusa</i> sp.	2
	<i>Scinax ruber</i>	1
	Amphibia	1
	<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	1
	<i>Phyllomedusa hypochondrialis</i>	1
<i>Hypsiboas multifasciatus</i>	1	
Campanha 18 (km 697,000)	<i>Rhinella</i> sp.	14
	<i>Scinax ruber</i>	12
	<i>Scinax</i> sp.	5
	<i>Engystomops freibergi</i>	4
	<i>Hypsiboas</i> sp.	3
	<i>Dendropsophus minutus</i>	2
	<i>Physalaemus ephippifer</i>	2
	Anura	1
	Hylidae	1
	<i>Hypsiboas multifasciatus</i>	1
	<i>Leptodactylus</i> sp.	1
	<i>Osteocephalus leprieurii</i>	1
	<i>Trachycephalus typhonius</i>	1



Figura 4 1:
Agregação das cam

Figura 4-1: Agregação das campanhas válidas do Programa de Monitoramento e Mitigação de Atropelamento de Fauna

4.4.2 RÉPTEIS

No que tange aos répteis, a maior concentração de agregações encontra-se entre os km 100 e 200, região da Baixada Maranhense. Os locais de recorrência de ZCAs aconteceram nas Campanhas 3 e 7 (km 109,730 e 109,080, respectivamente), Campanhas 0, 5, 13 e 14 (km 143,660, 143,580, 143,940 e 144,070 respectivamente), Campanhas 6, 8 e 17 (km 155,980, 156,600 e 155,950, respectivamente), além das Campanhas 4, 5, 7, 16 e 17 (km 731,920, 731,770, 730,290, 730,030 e 730,103, respectivamente).

Da listagem de espécies de répteis, aquela que merece maior destaque é o jacaré-coroa (*Paleosuchus palpebrosus* - km 143,480, 144,100, 144,200), que apesar de ser uma espécie que ocorre no Amazonas, regiões da Colômbia, Equador, Peru, nordeste da Bolívia, Venezuela, Brasil, Guiana e Suriname (RUEDA-ALMONACID et al., 2007), é uma das espécies de jacarés menos conhecida pelos pesquisadores (THORBJARNARSON et al., 1992) e a carência de informações sobre sua história natural é mais um dos fatores que eventualmente afeta a conservação da espécie (MAGNUSSON, 1985).

4.4.3 AVES

O grupo Aves, por sua vez, não apresentou padrão de agregações. As zonas críticas de atropelamento apresentam-se difusas ao longo de toda a ferrovia. Contudo, ainda assim houve alguns pontos de reincidência de agregação: km 62,460 e 62,000 (Campanhas 0 e 5, respectivamente), km 64,590 e 64,651 (Campanhas 15 e 17, respectivamente) km 137,350 e 137,190 (Campanhas 6 e 14, respectivamente), km 722,360 e 722,830 (Campanhas 3 e 13, respectivamente) e km 746,940 e 747,340 (Campanhas 4 e 7, respectivamente). Cabe destacar o baixo número de registros necessários para formar uma ZCA para esse grupo. Na Campanha 5, por exemplo, apenas 4 urubus-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) foram suficientes para configurar uma agregação relevante de ocorrências de fauna atropelada. Este fato indica que para o grupo Aves as formações das ZCA são frágeis e seria de pouco valor adotar medidas mitigadoras consagradas pela literatura, principalmente para um grupo dotado de habilidade de deslocamento aéreo.

4.4.4 MAMÍFEROS SELVAGENS

As análises das ZCA revelam uma grande concentração de pontos entre os km 700 e 800, assim como ocorreu com os anfíbios. Conforme consta do Plano Básico Ambiental (PBA) referente à Expansão da Estrada de Ferro Carajás (AMPLO, 2011), o local onde se sugeriu ser estudo piloto para algumas das medidas mitigadoras mais frequentemente utilizadas em rodovias de países temperados apresentou duas ZCA para os mamíferos selvagens (km 791,870 e 791,366 – Campanha 0 e 17, respectivamente). A área onde estes pontos estão próximos ou inclusos consiste em um grande remanescente de Floresta Ombrófila Densa em estágio médio, que é margeado pelo lado direito da ferrovia desde seu início, do km 790,790 até o km 791,700. A partir desse ponto até o km 793,690 a ferrovia configura um corredor

ecológico, denominado no PBA como Microcorredor C9). Posteriormente o fragmento passa a ser flanqueado apenas pelo lado esquerdo da ferrovia até o km 802,830, e formando outros dois corredores ecológicos (Microcorredores C7 e C8). Ainda com influência desse remanescente, outros pontos foram diagnosticados como ZCA: o km 788,740 (Campanha 4) e o km 789,170 (Campanha 16), que estão na área de preservação permanente (APP) do Rio das Onças e os km 799,750 (Campanha 0) e 793,056 (Campanha 17). A Tabela 4-12 apresenta as ZCAs referentes a esta área, contendo a composição específica e o respectivo número de registros.

Tabela 4-12: Pontos de agregação de mastofauna selvagem na região dos Microcorredores C7, C8 e C9, com respectiva campanha, táxon e número de registros.

km	Campanha	Táxon	N
787,740 - 789,740	Campanha 4	<i>Cerdocyon thous</i>	4
		<i>Procyon cancrivorus</i>	1
788,170 - 790,170	Campanha 16	<i>Procyon cancrivorus</i>	3
		<i>Cerdocyon thous</i>	2
		<i>Tamandua tetradactyla</i>	1
790,360 - 792,360	Campanha 17	<i>Dasyprocta</i> sp.	2
		Chiroptera	1
		<i>Tamandua tetradactyla</i>	1
		Primates	1
790,870 - 792,870	Campanha 0	<i>Cerdocyon thous</i>	3
		<i>Procyon cancrivorus</i>	3
		Primates	1
792,050 - 794,050	Campanha 17	<i>Tapirus terrestris</i>	1
		<i>Tamandua tetradactyla</i>	1
		<i>Cerdocyon thous</i>	1
		<i>Lontra longicaudis</i>	1
798,750 - 800,750	Campanha 0	<i>Cerdocyon thous</i>	5
		<i>Tamandua tetradactyla</i>	1

Percebe-se pelas tabelas acima, a grande quantidade de registros de *C. thous* (cachorro-do-mato). Esse animal é frequentemente registrado como sendo dos mais vitimados por atropelamento, inclusive na região Amazônica (GUMIER-COSTA; SPERBER, 2009; TURCI; BERNARDE, 2009). Segundo Fischer (1997), o caso de atropelamento de animais oportunistas/generalistas tal como *C. thous*, que pode ser necrófago (BISBAL; OJASTI, 1980 apud NOVAES et al., 2010), é um daqueles em que a própria estrada se torna local de alimentação para os animais. O cachorro-do-mato é um daqueles “limpadores” da estrada e apresentam maiores concentrações em áreas de grande incidência de atropelamentos.

4.4.5 SELVAGENS E TODOS

Os grupos Selvagens e Todos apresentam ZCAs com grande influência dos resultados dos demais grupos, notadamente os anfíbios. Tal fato era esperado graças aos altos valores de intensidade de agregação encontrados para o grupo Anfíbios em decorrência da morte dos

animais em explosão reprodutiva logo após as primeiras chuvas do ano. De toda sorte, não é recomendável fazer a análise de recorrência dos ZCAs ao longo das campanhas para esses grupos, haja vista que eles são altamente influenciados pelos resultados das agregações dos demais grupos.

4.4.6 ANIMAIS AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO

A fim de estabelecer medidas mitigadoras, optou-se por realizar uma análise específica para animais ameaçados de extinção, entendendo que esse conjunto poderá fornecer melhores resultados em termos conservacionistas. Como o número de ocorrências desse grupo é baixo, optou-se por fazer uma análise dos animais ameaçados que englobasse o conjunto de todas as campanhas e, desta forma, também foi ignorada a questão da recorrência entre as campanhas. No total das dezessete campanhas válidas realizadas até o momento, foram registradas quatorze espécies ameaçadas de extinção (ver Tabela 4-5), totalizando 81 indivíduos. Cabe ressaltar que a coruja-preta (*Strix huhula*), espécie identificada como ameaçada, tem apenas a subespécie do sudeste do Brasil como ameaçada, reduzindo para 13 o número efetivo de espécies mortas nos trilhos. Aproximadamente trinta e cinco por cento (n = 28) dos registros de animais ameaçados de extinção se localizaram entre os km 790 e 810 da EFC, na região que abrange os fragmentos dos Microcorredores C7, C8 e C9. Além do jabuti-tinga (*Chelonoidis denticulatus*) nessa região também ocorreu o atropelamento de jacupirangas (*Penelope pileata*), tatu-canastra (*Priodontes maximus*), queixada (*Tayassu pecari*) e anta (*Tapirus terrestris*) (Tabela 4-13).

Tabela 4-13: Espécies ameaçadas de extinção na região dos Microcorredores C7, C8 e C9, com respectivo número de registros.

Espécie	N
<i>Chelonoidis denticulatus</i>	22
<i>Penelope pileata</i>	2
<i>Priodontes maximus</i>	1
<i>Tayassu pecari</i>	1
<i>Tapirus terrestris</i>	1

Ao se juntar todos os dados obtidos acerca de espécies ameaçadas encontradas sobre os trilhos durante as atividades do PMMaf, as principais de ZCA também se encontram na região dos Microcorredores C7, C8 e C9). Essa região vem sistematicamente se mostrando como a principal área a serem implantadas medidas mitigadoras de atropelamentos de fauna ao longo da Estrada de Ferro Carajás.

4.5 MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE FAUNA

As Notas Técnicas 168/2012, 000124/2013 e o Parecer Técnico 7325, todas emitidas pela COTRA/CGTMO/DILIC/IBAMA, versaram sobre a necessidade de intervenções em obras de arte corrente (OAC) e passagens exclusivas de fauna com o objetivo de mitigação de atropelamentos animais.

A partir dos documentos supracitados e com os resultados obtidos durante as quatro primeiras campanhas válidas do PMMaf, foi possível realizar análises para avaliação das demandas solicitadas bem como a viabilidade de cada uma delas.

4.5.1 INTERVENÇÕES EM OAC

Em relação às alterações solicitadas em OAC, com a adoção de uma banquetta interna para passagem seca de fauna, esclareceu-se no Relatório Anual 1 que a instalação desses aparatos nas atuais OAC poderão diminuir a sua capacidade de vazão prevista em projeto e, conseqüentemente, aumentar o risco de alagamento ao lado da plataforma ferroviária – aumentando os riscos de colapso da infraestrutura ferroviária – além do possível aumento do nível de água (NA) da região do entorno da ferrovia. Posto isso, não é possível atender a demanda do órgão ambiental em relação à implantação, dentro das atuais OAC, dos aparatos de travessia seca do tipo banquetta.

4.5.2 PASSAGENS EXCLUSIVAS PARA A FAUNA

No que tange às passagens exclusivas para a fauna, os dados obtidos pelo PMMaf foram cruzados com cada um dos km listados nos documentos supracitados, incluindo aquelas quilometragens onde havia indicação pelo órgão ambiental para a implantação de banquetta em OAC. Para facilitar e sistematizar as análises, cada um dos km foi avaliado por quatro critérios, de acordo com as descrições da Tabela 4-14.

Tabela 4-14: Critérios de avaliação de relevância de quilometragens propostas para adoção de medidas mitigadoras.

Critério	Descrição
A	Presença de ZCA no trecho
B	Recorrência de ZCA no trecho ao longo das campanhas (no caso das análises em que houve a soma de registros para todas as campanhas, esse item recebeu N/A)
C	Presença no trecho de registro de animais ameaçados de extinção sobre os trilhos
D	Interesse conservacionista do trecho, baseado na composição específica dos animais encontrados sobre os trilhos

A partir desses parâmetros, estabeleceu-se um padrão de relevância para cada um dos trechos, dependendo do número de critérios, e a respectiva necessidade de implantação de medidas mitigadoras no local, conforme a Tabela 4-15.

Tabela 4-15: Status de relevância de trecho e necessidade de adoção de medidas mitigadoras a partir do número de critérios atendidos.

Número de critérios atendidos	Relevância do trecho	Necessidade de implantação de medida mitigadora
0 ou 1	Pequena	A ser reavaliada no decorrer das próximas campanhas
2	Média	A ser reavaliada no decorrer das próximas campanhas
3 ou 4	Crítica	Imediata

A sumarização das informações obtidas por intermédio das análises de relevância de adoção de medidas mitigadoras referentes aos km solicitados para adequação de OAC e passagens exclusivas de fauna encontram-se na Tabela 4-16.

4.5.3 OUTROS TRECHOS RELEVANTES

Também foram elencados na Tabela 4-16 os trechos diagnosticados como críticos e que não foram contemplados pelas Notas Técnicas referidas no item 4.5.

Tabela 4-16: Tabela-resumo dos km propostos para adoção de medidas mitigadoras e respectiva avaliação por critérios.

Adequação de OAC					
Critério A	Critério B	Critério C	Critério D	km	Total
NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	54+140; 54+640; 55+100; 61+100; 66+800; 69+460; 69+960; 94+140; 94+933; 99+257; 100+741; 117+531; 117+982; 121+315; 122+738; 123+532; 130+273; 198+900; 274+375; 304+027; 306+940; 340+600; 381+362; 525+900; 565+638; 579+922; 583+033; 584+700; 592+500; 593+100; 611+427; 628+500; 638+410; 676+317; 680+532; 716+980; 781+053; 837+500	38
NÃO	NÃO	SIM	NÃO	587+170	1
SIM	NÃO	NÃO	NÃO	55+700; 63+350; 116+582; 134+100; 201+100; 409+474; 622+343; 631+432; 677+266; 699+429; 704+068; 705+107; 709+816	13
SIM	SIM	NÃO	NÃO	551+034; 711+439	2
NÃO	NÃO	SIM	SIM	777+007	1
SIM	NÃO	SIM	SIM	708+329; 778+757; 795+408	3
SIM	SIM	NÃO	SIM	144+860	1
SIM	SIM	SIM	SIM	791+955	1
Passagens exclusivas para a fauna (km simplificado)					
Critério A	Critério B	Critério C	Critério D	km	Total
NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	24+900; 121+500; 130+000; 214+000; 396+000; 420+000; 430+000; 462+000; 483+000; 516+000; 532+800; 556+000; 555+000; 568+700; 578+850; 633+000; 649+000; 736+000; 755+000	19
SIM	NÃO	NÃO	NÃO	132+300; 349+000; 705+000	3
SIM	SIM	NÃO	NÃO	62+000; 137+100	2
SIM	NÃO	NÃO	SIM	365+000; 441+000; 775+000	3
SIM	SIM	SIM	SIM	695+000	1
Trechos diagnosticados não contemplados pelas Notas Técnicas					
Critério A	Critério B	Critério C	Critério D	km	Total
SIM	N/A	SIM	SIM	799,810; 802,910	2

As intervenções solicitadas da locação 56 não foram analisadas em razão de ter havido apenas uma amostragem dentro da Flona de Carajás até o presente momento.

4.5.4 MEDIDAS MITIGADORAS

A partir dos resultados obtidos na Tabela 4-16, procedeu-se com a análise de viabilidade de implantação de medidas mitigadoras no que diz respeito às características do terreno e outras questões de engenharia. Além disso, foi analisada a composição específica de cada um dos trechos designados como críticos para tomada de decisão em relação à melhor escolha do leiaute da medida mitigadora a ser adotada. Chegou-se à conclusão de que para a fauna diagnosticada nos locais críticos, três tipos de aparatos mitigadores de fauna podem ser adotados, conforme descrição da Tabela 4-17.

Tabela 4-17: Tipos de aparatos mitigadores propostos e respectivas descrições.

Código	Tipo	Descrição
A	Passagem inferior	Passagem inferior tipo túnel circular de concreto de aproximadamente 90 cm de diâmetro, contendo internamente substrato arenoso com brita, visando principalmente a travessia de répteis e anfíbios. Na metade do túnel, no local entre as duas linhas, deve ser instalada caixa tipo boca de lobo para entrada de luz natural. Em conjunto com o túnel, deverá haver a adoção de cercas-guia elaboradas com arame liso, com 500 m de comprimento para cada lado travessia subterrânea, com 45 graus de ângulo para direcionamento dos animais. A cada 150 m deve haver uma porta de uma via para os animais conseguirem sair da ferrovia no infortúnio de ficarem presos do lado de dentro das cercas A cerca deverá ter 2,4 m de altura a partir do solo, estilo alambrado, com mourões de concreto ou madeira a cada 5,0 m, sendo os 40 cm iniciais compostos por uma base, também em concreto ou madeira, para evitar a fuga para dentro dos limites da ferrovia.
B	Passagem inferior	Passagem inferior tipo box retangular em concreto com 2,5 m de altura por 3,0 m de largura, ornamentado internamente por cipós e galhos, visando principalmente a travessia de mamíferos de pequeno e médio porte. Na metade do túnel, no local entre as duas linhas, deve ser instalada caixa tipo boca de lobo para entrada de luz natural. Em conjunto com a passagem, deverá haver a adoção de cercas-guia com 500 m de comprimento para cada lado da travessia subterrânea, com 45 graus de ângulo para direcionamento dos animais. A cada 150 m deve haver uma porta de uma via para os animais conseguirem sair da ferrovia no infortúnio de ficarem presos do lado de dentro das cercas. A cerca deverá ter 2,4 m de altura a partir do solo, estilo alambrado, com mourões de concreto ou madeira a cada 5,0 m, sendo os 40 cm iniciais compostos por uma base, também em concreto ou madeira, para evitar a fuga para dentro dos limites da ferrovia.
C	Dispositivo sonoro	Dispositivo sonoro de proteção animal do tipo UOZ-1 (BABIŃSKA-WERKA et al., 2015). O sistema funciona por intermédio de módulos cilíndricos (110 cm de altura x 30 cm de diâmetro) montados em uma base de concreto e dispostos a cada 70 metros em lados alternados adjacente à ferrovia. Através de controles automatizados, num intervalo pré-determinado de 30 segundos a 3 minutos antes de o trem alcançar o local dos módulos, o dispositivo emite diversos sons de animais em situações de alarme ou perigo. Sugere-se que para fins de testes em ambientes tropicais e com vocalizações de animais ocorrentes em território nacional, os módulos sejam instalados em 10 unidades a partir do centro da ZCA, em dois trechos de 350 m, com 5 unidades cada, num total de abrangência de 700 m (Figura 4-2).

Além das três medidas supracitadas, é sugerida também a aplicação de outra possível solução, ainda não testada em termos mundiais. A prevenção seria aplicar um decalque à frente das locomotivas com a silhueta de uma ave de rapina em posição de ataque (Figura

4-3). Uma vez que os animais não reconhecem o trem como um inimigo natural, é possível que o decalque, aliado à movimentação do trem, surta efeito em parte da comunidade faunística que utiliza a ferrovia como território, deixando o seu leito momentos antes da passagem da composição.

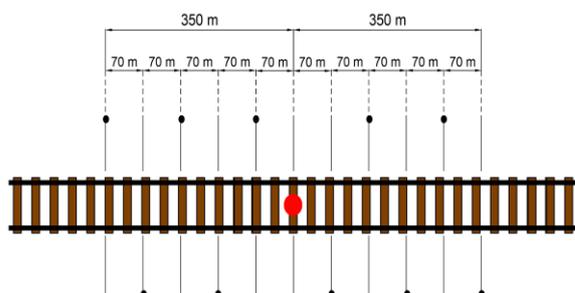


Figura 4-2: Esquema da ferrovia com ponto central de zona crítica de atropelamento e disposição dos módulos do dispositivo sonoro de proteção animal.

Legenda: Ponto vermelho: ponto central da zona crítica de atropelamento; ponto negro: módulos do dispositivo sonoro de proteção.



Figura 4-3: Silhueta de rapinante em posição de ataque a ser testada como medida mitigadora.

Fonte: <http://multigfx.com/>

A Tabela 4-18 faz um resumo dos trechos críticos diagnosticados durante as análises executadas no PMMaf, contendo igualmente os km sugeridos para a implantação das medidas mitigadoras, de acordo com a viabilidade de engenharia, bem como o tipo de passagem de fauna a ser instalada.

Tabela 4-18: Pontos críticos com respectivos km e tipo de passagem a ser instalada.

km crítico	km sugerido para implantação	Ano de sugestão	Tipo de medida a ser adotada
144+860	144+100	1, 2, 3, 4	A
708+329*	708+330	1, 2, 3, 4	B
778+757	778+760	2, 3, 4	C
791+955	792+370	1, 2, 3, 4	A
795+408	795+330	1, 2, 3, 4	A
799+810	800+000	1, 2, 3, 4	B
803+330	803+330	1, 2, 3, 4	A
805+824	805+820	1	-

* Ponto no interior da TI Mãe Maria, que deverá ter aprovação pela comunidade indígena antes da sua implantação.

Para o ano 2 foi revisado o ponto do km 805+824, que apesar de ter havido registro de atropelamento de espécie ameaçada de extinção e de interesse conservacionista, não contribui significativamente com os demais fatores. Por sua vez, o km 778+757, que era ponto de atenção no Ano 1, passou a ser ponto crítico no Ano 2. Nesse ponto houve diversas ocorrências de fauna sobre os trilhos somando-se todas as campanhas válidas, uma ZCA de aves (de baixa intensidade e composta por urubus) e o registro de atropelamento de uma

espécie ameaçada de extinção (jabuti-tinga - *Chelonoidis denticulatus*). Em razão da riqueza e diversidade de espécies nesse local, decidiu-se nesse ponto por testar o método de mitigação do tipo sonoro.

4.5.5 MONITORAMENTO DAS MEDIDAS IMPLANTADAS

Após sua implantação as medidas mitigadoras do tipo passagem de fauna disporão de uma armadilha fotográfica em cada entrada das passagens de fauna de modo a atestar a eficácia, até mesmo para a continuidade de adoção dessas medidas em outros pontos da ferrovia. Ressalta-se que há poucos estudos avaliando a eficiência de passagens de fauna em climas tropicais, sendo utilizadas metodologias consagradas em países de clima temperado. A partir da instalação das câmeras deverá haver uma equipe designada para realizar a checagem mensal do funcionamento das armadilhas fotográficas, retirada e substituição de pilhas, bem como troca de cartões de memória.

As medidas mitigadoras que estão sendo inicialmente propostas neste relatório poderão fornecer resultados sobre a redução das taxas de atropelamento pós-mitigação comparando as frequências de atropelamento antes e após a implantação dos aparatos de mitigação. Com a adoção das armadilhas fotográficas em cada extremidade das passagens de fauna será possível avaliar a manutenção da conectividade do habitat, através do fluxo de uma mesma espécie atravessando por ambos os lados da ferrovia, assim como verificar a conservação do fluxo gênico, por exemplo, pela análise da travessia de machos de determinada espécie durante estações reprodutivas.

No que tange ao monitoramento do dispositivo sonoro de proteção animal e da adoção da silhueta à frente das composições, estes deverão ser feitos em conjunto. Basicamente, três composições serão escolhidas para a aplicação do decalque e outras três serão controle, sem o decalque. Essas 6 locomotivas disporão de câmeras do tipo GoPro ou outro sistema de vigilância por vídeo de alta qualidade, instaladas no interior da cabine, que deverão filmar viagens, idas e voltas para posteriormente se proceder com análise minuciosa que determinará o tempo de fuga dos trilhos, tanto dos locais onde existem os aparatos sonoros quanto a presença ou ausência da silhueta à frente do trem. Durante os trabalhos corriqueiros do PMMaf, no caso de a equipe detectar animais vivos próximo ao local de instalação dos módulos sonoros, os técnicos serão orientados a parar e aguardar a passagem da composição seguinte, de modo a registrar o comportamento dos indivíduos em relação à aproximação da locomotiva.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMPLO ENGENHARIA E GESTÃO DE PROJETOS. **Estudo Ambiental e Plano Básico Ambiental – EA/PBA - Expansão da Estrada de Ferro Carajás – EFC**. Belo Horizonte, Brasil: Amplo Engenharia e Gestão de Projetos, 2011.

ASHLEY, E. P.; ROBINSON, J. T. Road mortality of amphibians, reptiles and other wildlife on the long point causeway, Lake Erie, Ontario. **Canadian Field-Naturalist**, v. 110, n. 3, p. 403–412, 1996.

BABIŃSKA-WERKA, J. et al. Effectiveness of an acoustic wildlife warning device using natural calls to reduce the risk of train collisions with animals. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 38, p. 6–14, 2015.

BISBAL, F.; OJASTI, O. Nicho trófico del zorro *Cerdocyon thous* (Mammalia, Carnivora). **Acta Biologica Venezuelana**, v. 10, n. 4, p. 469–496, 1980.

COEMA/PA - CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução Coema nº 54 de 24 de outubro de 2007. Homologa a lista de espécies da flora e da fauna ameaçadas no Estado do Pará**, 2007.

COSTA, H. C.; BÉRNILS, R. S. Répteis brasileiros: Lista de espécies. **Herpetologia Brasileira**, v. 3, n. 3, p. 75–93, 2014.

DORNAS, R. A. P. **Lista Atualizada e Consolidada de Mamíferos do Brasil**. Disponível em: <<http://taxeus.com.br/lista/3035>>. Acesso em: 14 jan. 2017.

FAHRIG, L. et al. Effect of road traffic on amphibian density. **Biological Conservation**, v. 73, n. 3, p. 177–182, 1995.

FISCHER, W. A. **Efeitos da rodovia BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do pantanal, MS**. Campo Grande, MS: Dissertação de Mestrado, 1997.

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.

GASTWIRTH, J. L. et al. **lawstat: Tools for Biostatistics, Public Policy, and Law**, 2017. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=lawstat>>

GROSS, J.; LIGGES, U. **nortest: Tests for Normality**, 2015. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=nortest>>

GUMIER-COSTA, F.; SPERBER, C. F. Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 459–466, 2009.

HUMMEL, D. Amphibienschutz durch Geschwindigkeitsbegrenzung - Eine aerodynamische Studie. **Natur und Landschaft**, v. 76, n. 12, p. 530–533, 2001.

IUCN - INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2016-3**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 14 jan. 2017.

LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M. W.; LAURANCE, S. G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 24, n. 12, p. 659–669, 2009.

MAGNUSSON, W. E. *Paleosuchus palpebrosus*. **Catalogue of American Amphibians and Reptiles**, v. 2, p. 554–555, 1985.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Portaria nº 444, de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçada de Extinção**, 2014.

MORALES, M. et al. **sciplot: Scientific Graphing Functions for Factorial Designs**, 2012. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/package=sciplot>>

NAVAS, C. A. et al. Physiological basis for diurnal activity in dispersing juvenile *Bufo granulosus* in the Caatinga, a Brazilian semi-arid environment. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 147, n. 3, p. 647–657, 2007.

NOVAES, R. L. M. et al. Predação oportunista de morcegos por *Cerdocyon thous* (Carnivora, Canidae) no Sudeste do Brasil. **Chiroptera Neotropical**, v. 16, n. 1 (Supl), p. 29–30, 2010.

PAGLIA, A. P. et al. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. **Occasional Papers in Conservation Biology**, v. 6, p. 1–76, 2012.

PIACENTINI, V. DE Q. et al. Annotated checklist of the birds of Brazil by the Brazilian Ornithological Records Committee. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 2, p. 91–298, 2015.

PÖRTNER, H. O. Climate variations and the physiological basis of temperature dependent biogeography: systemic to molecular hierarchy of thermal tolerance in animals. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 132, n. 4, p. 739–761, 2002.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing** Vienna, Austria, 2017. Disponível em: <<https://www.r-project.org/>>

RODRIGUES, F. H. G. et al. **Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Águas Emendadas, DF**. III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. **Anais...**Fortaleza, CE: 2002

RUEDA-ALMONACID, J. V. et al. **Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico**. Bogotá, Colômbia, Colômbia: Conservación Internacional. Serie Guías Tropicales de Campo, 2007.

SEGALLA, M. V. et al. Brazilian Amphibians: List of Species. **Herpetologia Brasileira**, v. 3, n. 2, p. 37–48, 2014.

SIGRIST, T. **Mamíferos do Brasil – Uma Visão Artística**. Vinhedo, SP, Brasil: Avis Brasilis, 2012.

THORBJARNARSON, J. et al. **Crocodiles: an action plan for their conservation**. Gland, Suíça, Suíça: IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, 1992.

TURCI, L. C. B.; BERNARDE, P. S. Vertebrados atropelados na Rodovia Estadual 383 em Rondônia, Brasil. **Biotemas**, v. 22, n. 1, p. 121–127, 2009.

VIJAYAKUMAR, S. P.; VASUDEVAN, K.; ISHWAR, N. M. Herpetofaunal mortality on roads in the Anamalai Hills, Southern Western Ghats. **Hamadryad**, v. 26, n. 2, p. 265–272, 2001.