



ESTRADA DE FERRO CARAJÁS

PROGRAMA DE MONITORAMENTO E MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE FAUNA – CAMPANHAS 0 e 3 a 10

RELATÓRIO ANUAL 2

São Luís/MA

Junho/2015

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				
Rubem Augusto da Paixão Dornas	Biólogo	Coordenação Técnica	CRBio 70304/04-D	2922966
		Redação e revisão de relatório		
Luziene Conceição de Sousa	Biólogo	Coordenação Logística	CRBio 85119/05-D	5275341
		Redação de relatório		
GEOPROCESSAMENTO				
João Alves da Silva Filho	Geógrafo	Análises espaciais	CREA MG 133103/D	1932888

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>Distribuição espacial dos atropelamentos</i>	<i>10</i>
3.2.2	<i>Análise de sazonalidade</i>	<i>10</i>
3.2.3	<i>Análise de paisagem</i>	<i>11</i>
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1	ESTATÍSTICA DESCRITIVA	12
4.2	ANÁLISE DE SAZONALIDADE	30
4.3	ANÁLISE DE PAISAGEM	30
4.4	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS ATROPELAMENTOS	33
4.4.1	<i>Anfíbios</i>	<i>34</i>
4.4.2	<i>Répteis</i>	<i>38</i>
4.4.3	<i>Aves</i>	<i>38</i>
4.4.4	<i>Mamíferos Selvagens</i>	<i>38</i>
4.4.5	<i>Selvagens e Todos</i>	<i>39</i>
4.4.6	<i>Animais Ameaçados de Extinção</i>	<i>39</i>
4.5	MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE FAUNA	40
4.5.1	<i>Intervenções em OAC</i>	<i>40</i>
4.5.2	<i>Passagens exclusivas para a fauna</i>	<i>41</i>
4.5.3	<i>Outros trechos relevantes</i>	<i>41</i>
4.5.4	<i>Medidas mitigadoras</i>	<i>43</i>
4.5.5	<i>Monitoramento das medidas implantadas</i>	<i>45</i>
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

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.....	11
TABELA 4-1: TABELA-SÍNTESE DOS NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS DA FAUNA ENCONTRADA SOBRE TRILHOS DURANTE A CAMPANHA INICIAL (CI) E DOS ANOS 1 (CAMPANHAS 3 A 6) E 2 (CAMPANHAS 7 A 10) DO PMMAF.	13
TABELA 4-2: RELAÇÃO ENTRE TÁXONS DE VERTEBRADOS E TIPO DE ANIMAL DURANTE AS CAMPANHAS VÁLIDAS DO PMMAF.....	15
TABELA 4-3: TABELA-SÍNTESE DE REGISTROS DE VERTEBRADOS ENCONTRADOS SOBRE TRILHOS DURANTE AS CAMPANHAS VÁLIDAS DO PMMAF, COM RESPECTIVO STATUS DE CONDIÇÃO DO ANIMAL REGISTRADO.	16
TABELA 4-4: TABELA-SÍNTESE DAS OCORRÊNCIAS DE ESPÉCIMES AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO NO ESTADO DO PARÁ, NO BRASIL E GLOBALMENTE (IUCN) ENCONTRADOS MORTOS SOBRE OS TRILHOS DURANTE O PMMAF.	19
TABELA 4-5: TABELA-SÍNTESE DAS OCORRÊNCIAS DE ESPÉCIMES VIVOS ENCONTRADOS SOBRE OS TRILHOS DURANTE O PMMAF.	20
TABELA 4-6: GRUPOS FAUNÍSTICOS E TOTAL DE OCORRÊNCIAS (N) POR TÁXON AO LONGO DAS ATIVIDADES DO PMMAF.	22
TABELA 4-7: NÚMERO DE ATROPELAMENTOS POR 100 HECTARES POR GRUPO DE AMOSTRAGEM E CLASSE DE USO DO SOLO DOMINANTE.	31
TABELA 4-8: GRUPOS DE ANÁLISE E RESPECTIVAS ZONAS CRÍTICAS DE ATROPELAMENTO (ZCAs) NO DECORRER DAS CAMPANHAS DO PMMAF.	33
TABELA 4-9: LISTAGEM DE TÁXONS DE ANFÍBIOS REGISTRADOS ENTRE OS KM DE ZONA DE AGREGAÇÃO DE ATROPELAMENTO, COM RESPECTIVO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS.....	37
TABELA 4-10: PONTOS DE AGREGAÇÃO DE MASTOFAUNA SELVAGEM NA REGIÃO DOS MICROCORREDORES C7, C8 E C9, COM RESPECTIVA CAMPANHA, TÁXON E NÚMERO DE REGISTROS.....	39
TABELA 4-11: CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE RELEVÂNCIA DE QUILOMETRAGENS PROPOSTAS PARA ADOÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS.	41
TABELA 4-12: STATUS DE RELEVÂNCIA DE TRECHO E NECESSIDADE DE ADOÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS A PARTIR DO NÚMERO DE CRITÉRIOS ATENDIDOS.....	41
TABELA 4-13: TABELA-RESUMO REFERENTE ÀS ANÁLISES PARA ADOÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS PARA DIFERENTES CENÁRIOS.....	42
TABELA 4-14: TIPOS DE APARATOS MITIGADORES PROPOSTOS E RESPECTIVAS DESCRIÇÕES.....	43
TABELA 4-15: PONTOS CRÍTICOS COM RESPECTIVOS KM E TIPO DE PASSAGEM A SER INSTALADA.....	44
TABELA 4-16: COMPOSIÇÃO ESPECÍFICA DA ZONA CRÍTICA DE ATROPELAMENTO DIAGNOSTICADA NO ANO 2 (KM 778+757).	45

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4-1: AGREGAÇÃO DE ATROPELAMENTO NOS ANOS 1 E 2 DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO E MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE FAUNA.....	36
FIGURA 4-2: ESQUEMA DA FERROVIA COM PONTO CENTRAL DE ZONA CRÍTICA DE ATROPELAMENTO E DISPOSIÇÃO DOS MÓDULOS DO DISPOSITIVO SONORO DE PROTEÇÃO ANIMAL	44
FIGURA 4-3: SILHUETA DE RAPINANTE EM POSIÇÃO DE ATAQUE A SER TESTADA COMO MEDIDA MITIGADORA.	44

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 4-1: TOTAL DE REGISTROS DE FAUNA ENCONTRADA SOBRE TRILHOS DURANTE AS CAMPANHAS DO PMMAF NA EFC.....	12
GRÁFICO 4-2: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PORCENTAGEM OCORRÊNCIAS POR GRUPO FAUNÍSTICO AO LONGO DAS CAMPANHAS DO PMMAF.	13
GRÁFICO 4-3: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PORCENTAGEM DE REGISTROS POR GRUPO DE VERTEBRADOS TERRESTRES AO LONGO DAS CAMPANHAS DO PMMAF.	14
GRÁFICO 4-4: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RELAÇÃO ENTRE TÁXONS E TIPO DE ANIMAL DURANTE MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA DURANTE A CAMPANHA INICIAL (0) E OS ANOS 1 E 2.....	16
GRÁFICO 4-5: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RELAÇÃO ENTRE TÁXONS E CONDIÇÕES DOS ANIMAIS REGISTRADOS DURANTE AS CAMPANHAS INICIAL E DOS ANOS 1 E 2 DO PMMAF.	17
GRÁFICO 4-6: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS 10 PRINCIPAIS TÁXONS ATROPELADOS DURANTE OS ESTUDOS DO PMMAF.....	18
GRÁFICO 4-7: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS ESPÉCIMES DE MAMÍFEROS DOMÉSTICOS REGISTRADOS NA CAMPANHA INICIAL E ANOS 1 E 2 DO PMMAF.	19
GRÁFICO 4-8: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS INDÍCIOS DOS REGISTROS DO NÃO ATROPELAMENTO DA FAUNA NA EFC DURANTE AS CAMPANHAS DO PMMAF.	30
GRÁFICO 4-9: GRÁFICOS EXIBINDO OS GRUPOS DE ANÁLISE E RESPECTIVAS ZONAS CRÍTICAS DE ATROPELAMENTO NO DECORRER DAS CAMPANHAS DO PMMAF.	35

LISTA DE FOTOS

FOTO 1: REGISTRO VIVO DE TATU-PEBA (<i>EUPHRACTUS SEXCINCTUS</i>).....	22
FOTO 2: REGISTRO VIVO DE COBRA-VERDE (<i>PHILODRYAS OLFERSII</i>).....	22
FOTO 3: <i>LEPTODACTYLUS MACROSTERNUM</i> EM VISTA DORSAL, SEM LESÕES APARENTES.	28
FOTO 4: <i>LEPTODACTYLUS MACROSTERNUM</i> EM VISTA VENTRAL, SEM LESÕES APARENTES.	28
FOTO 5: <i>CANIS FAMILIARIS</i> COM CORDA NO PESCOÇO.	29
FOTO 6: <i>SPILOTES PULLATUS</i> AMARRADO AO TRILHO.	29
FOTO 7: <i>AMPHISBAENA FULIGINOSA</i> APRESENTANDO INJÚRIAS INCOMPATÍVEIS COM OS RODEIROS DO TREM.....	29
FOTO 8: OFERENDA DISPOSTA NA ADJACÊNCIA DA FERROVIA CONTENDO ALIMENTOS E GARRAFAS DE BEBIDAS.....	29

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 devido a estradas 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, todos 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 vertebrado atropelado 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 e 6 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, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10 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. Já as campanhas 3, 4 e 5 foram realizadas no ano de 2013, enquanto que as Campanhas de 6 a 9 foram realizadas em 2014, com a Campanha 10 acontecendo em 2015. 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

3.2 ANÁLISE DOS DADOS

3.2.1 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 10000 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.

3.2.2 ANÁLISE DE SAZONALIDADE

Inicialmente a ferrovia foi dividida em segmentos iguais de quilometragem determinada para cada um dos grupos de análise (anfíbios, répteis, aves, mamíferos, mamíferos de médio e grande porte selvagens, mamíferos de pequeno porte selvagens e mamíferos voadores), objetivando obter um quadro com o menor número possível de trechos sem registros de atropelamento. Em seguida procedeu-se com a contagem dos animais atropelados, dentro das divisões preestabelecidas em cada um dos quatro períodos sazonais, a saber: chuva, transição chuva-seca, seca, transição seca-chuva (Tabela 3-2). Foi aplicado teste de normalidade de Anderson-Darling A no software Past 3.01 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). Em cada grupo de amostragem foi realizada a análise de variância (ANOVA) e respectivo teste de Tukey para dados normais. Para dados não normais, foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney com valores de p corrigidos (Bonferroni). Para o grupo dos mamíferos voadores, como existiam muitos segmentos com ausência de atropelamento desses animais, optou-se por fazer apenas a análise da inferência pela comparação dos intervalos de confiança (95%) entre os períodos sazonais.

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

3.2.3 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 10.1 e dividida em quadrantes de 250 metros de comprimento pela largura da ADA no local. 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 50% 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. A partir desse índice as discussões foram realizadas.

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 nove campanhas do PMMaf realizado na EFC, compreendidas entre junho de 2011 e março de 2015. Verificou-se um total de 15.633 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.

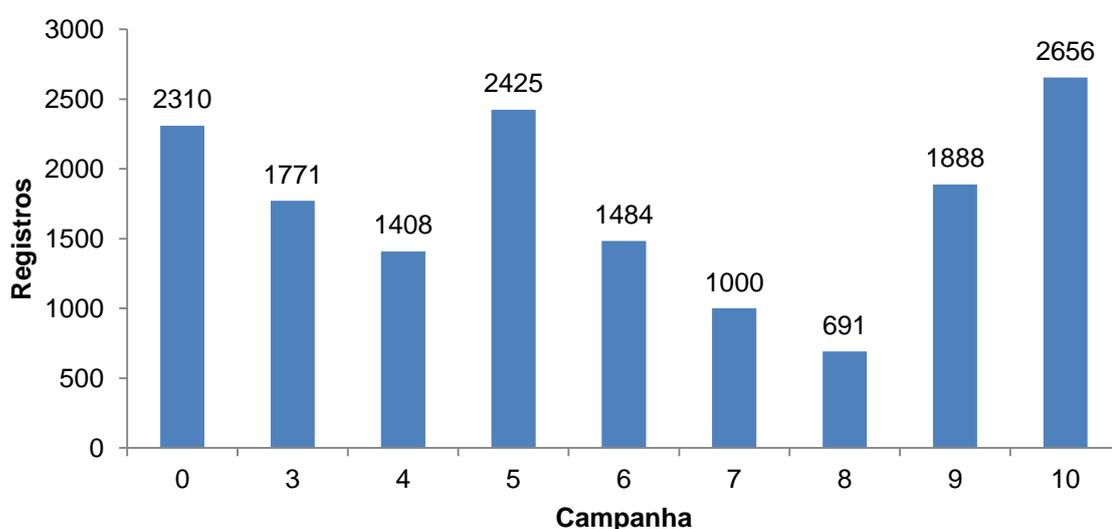


Gráfico 4-1: Total de registros de fauna encontrada sobre trilhos durante as campanhas do PMMaf na EFC.

As campanhas com as maiores ocorrências foram a campanha 10, com 2.656 indivíduos, seguida da campanha 5, com 2.425 espécimes. Por sua vez, a campanha com menor número de registros foi a de número 8, com 691 indivíduos, seguida pelas campanhas 7 e 4, com 1.408 e 1.484 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.

O total de registros da fauna durante as campanhas de monitoramento é apresentado na Tabela 4-1. Percebe-se que na campanha inicial, o maior número de registros foi de mamíferos. As campanhas 3, 4 e 8 apresentaram números aproximados de registros para anfíbios e mamíferos enquanto que as campanhas 5, 6, 7, 9 e 10 catalogaram o maior número de ocorrências para os anfíbios, quando comparado com as demais campanhas.

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

Táxon	Campanha									Total
	CI	3	4	5	6	7	8	9	10	
Anfíbio	683	642	594	1832	1026	454	240	1375	2019	8865
Aracnídeo		14	10	6	11	8	23	22	92	186
Ave	171	140	134	92	64	53	55	86	63	858
Crustáceo	4	17	5	6	4	1	6	3	12	58
Indeterminado	40	6	5							51
Inseto		19			3			3	4	29
Mamífero	949	587	423	278	187	272	253	229	258	3436
Peixe	2									2
Réptil	461	346	237	211	189	212	114	170	208	2148
Total Geral	2310	1771	1408	2425	1484	1000	691	1888	2656	15633

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 atropelamentos de aracnídeos no Ano 2, bem como certa homogeneidade entre os atropelamentos de anfíbios, mamíferos e répteis quando comparados os anos 1 e 2. Com o aumento da eficácia de identificação dos registros, não houve animais indeterminados em termos de classe faunística.

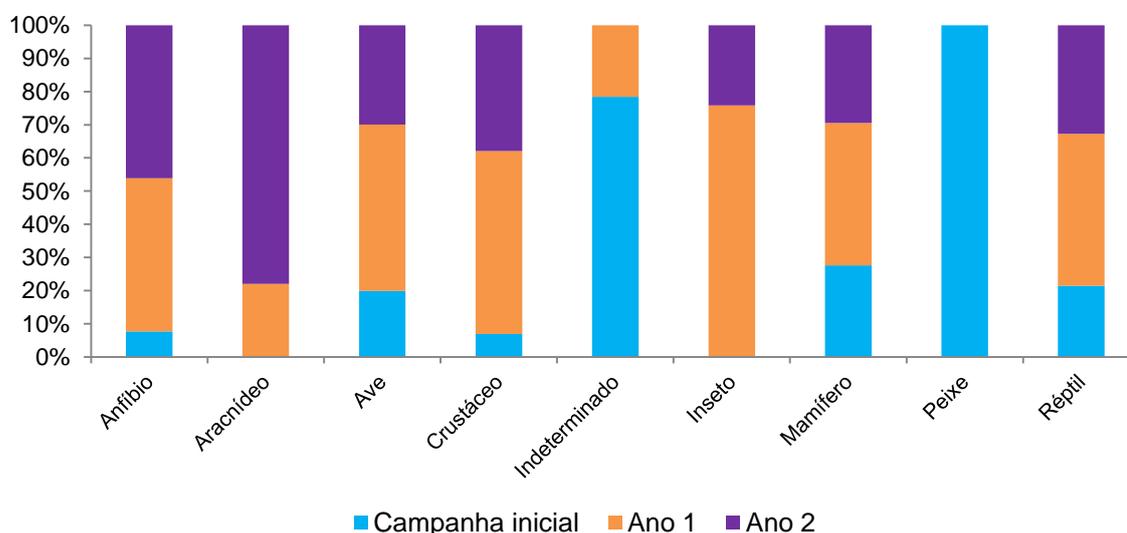


Gráfico 4-2: Representação gráfica da porcentagem de ocorrências por grupo faunístico ao longo das campanhas do PMMaf.

Com base no Gráfico 4-3, dentre o total de vertebrados terrestres identificados pelo menos em nível de classe ($n = 13.043$) registrados nas campanhas dos Anos 1 e 2 (campanhas 3 a 10), é notório que o grupo dos anfíbios foi o de maior ocorrência, com 8.182 indivíduos (63%), seguido de mamíferos com 2.487 (19%) registros, répteis 1.687 (13%) ocorrências e aves com 687 (5%) espécimes registrados.

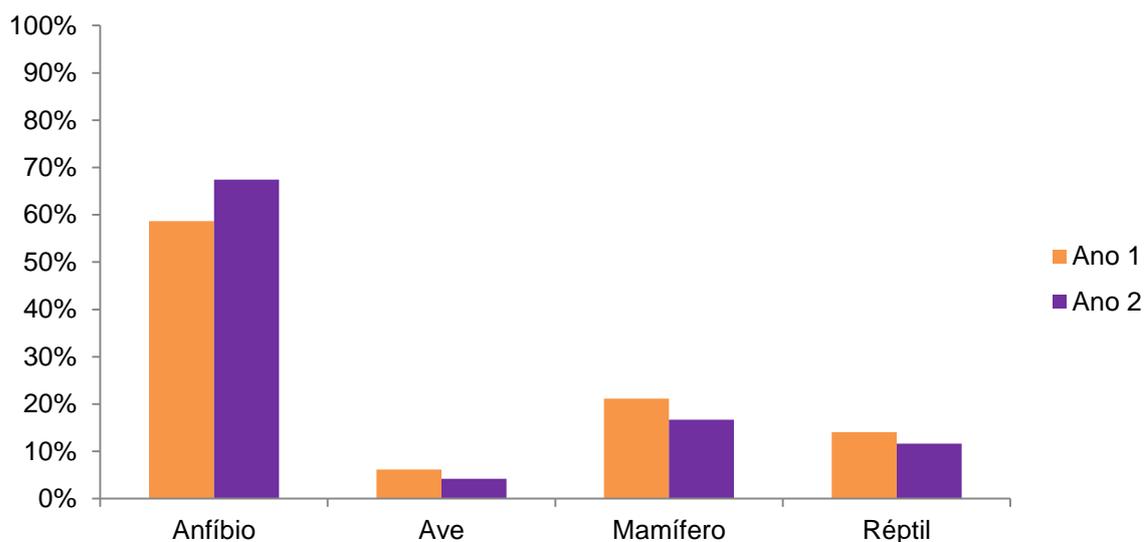


Gráfico 4-3: Representação gráfica da porcentagem de registros por grupo de vertebrados terrestres ao longo das campanhas do PMMaf.

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 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 7.784 (91%) para os selvagens e 805 (9%) domésticos. Um sumário, contendo a correlação entre os táxons e os respectivos tipos de animais, encontra-se na Tabela 4-2.

Tabela 4-2: Relação entre táxons de vertebrados e tipo de animal durante as campanhas válidas do PMMaf.

Ano / Táxon	Doméstico	Selvagem	Indeterminado	Total
Campanha inicial				
Anfíbio		683		683
Réptil		461		461
Ave	5	154	12	171
Mamífero	251	273	425	949
Indeterminado			40	40
Ano 1				
Anfíbio		4094		4094
Réptil		983		983
Ave	16	409	5	430
Mamífero	530	665	280	1475
Indeterminado			11	11
Ano 2				
Anfíbio		4088		4088
Réptil		704		704
Ave	12	242	3	257
Mamífero	362	544	106	1012
Total Geral	1176	13300	882	15358

Os dados da Tabela 4-2 são apontados no Gráfico 4-4, das quais 882 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 882 registros indeterminados, apenas 51 não tiveram sua identificação em pelo menos nível de Classe, sendo classificado então como Vertebrado Indeterminado.

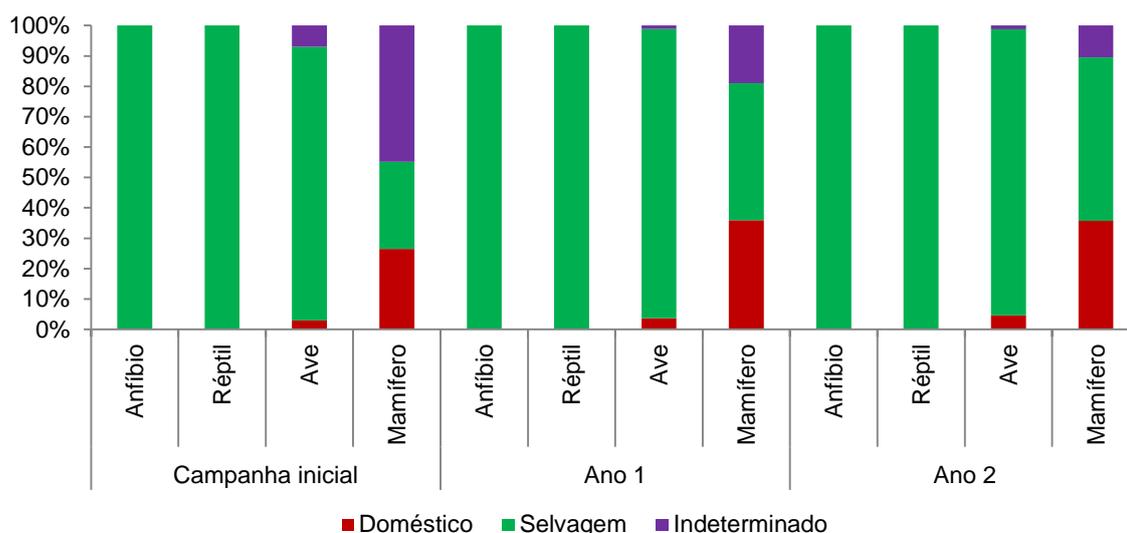


Gráfico 4-4: Representação gráfica da relação entre táxons e tipo de animal durante monitoramento da fauna atropelada durante a campanha inicial (0) e os anos 1 e 2.

Em relação ao tipo de registro dos vertebrados terrestres, 11.505 ocorrências (75%) foram de carcaça e 3.508 (23%) de ossada. A taxa carcaça/ossada foi de 3,28, indicando que houve mais de três 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 67 ocorrências e 146 indivíduos foram avistados vivos percorrendo a linha férrea, em repouso no trilho ou durante travessia. A Tabela 4-3 elenca os tipos de registros em números absolutos por campanha.

Tabela 4-3: 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	631	47			5
Réptil	170	248	43		
Ave	91	78			2
Mamífero	213	730	4	1	1
Indeterminado	10	30			
Ano 1					
Anfíbio	3781	239	4	36	34
Réptil	388	535	42	3	15
Ave	299	122	1	2	6
Mamífero	723	733	11	1	7
Indeterminado	1	9	1		
Ano 2					
Anfíbio	3975	52	4	19	38

Ano / Táxon	Carcaça	Ossada	Carapaça	Ferido	Vivo
Réptil	323	327	19	4	31
Ave	214	40		1	2
Mamífero	686	318	3		5

O Gráfico 4-5 representa visualmente os dados da Tabela 4-3. Na campanha 0, a maior parte dos registros se tratava de ossadas (n = 1.171). A partir da campanha 3 percebe-se maior quantidade de carcaças (n = 983), 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.

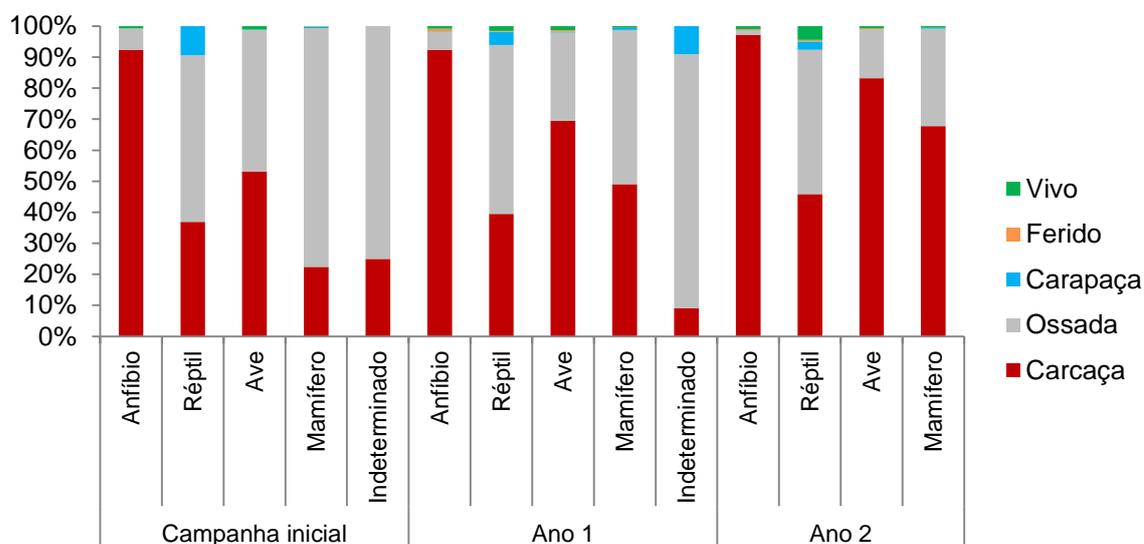


Gráfico 4-5: Representação gráfica da relação entre táxons e condições dos animais registrados durante as campanhas inicial e dos Anos 1 e 2 do PMMaf.

Uma grande eficiência na identificação dos animais é observada nas amostras a partir do conhecimento da fauna da região. O Ano 2 não possui 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, 80,3% pode ser identificado pelo menos em nível de gênero, totalizando 12.552 registros. No que tange aos espécimes de vertebrados terrestres identificados no menor nível taxonômico (espécie) o cômputo atingiu 7.413 indivíduos (48,3%). Essas duas informações corrobora 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

(92,8%). Entretanto, há que se levar em conta a grande abundância de um único gênero de anfíbios, o que pode facilitar a identificação.

Dos 7.413 táxons de vertebrados mortos encontrados sobre os trilhos, identificados ao menor nível taxonômico (espécie), 3.460 são de anfíbios (46,7%), 2.458 espécimes são de mamíferos (33,2%), 857 representam os répteis (11,6%) e 638 indivíduos da avifauna (8,6%). O Gráfico 4-6 ilustra os táxons mais registrados nas nove campanhas realizadas até o momento. O principal animal morto encontrado sobre os trilhos, com 3.219 (20,9%) ocorrências foi *Rhinella* sp., sendo que houve ainda o registro de outros 7 táxons com o gênero *Rhinella*, totalizando 4.380 animais (28,5%). O segundo táxon mais atropelado foi *Leptodactylus macrosternum*, com 811 registros (5,3%). Ao se somarem todos os registros do gênero *Leptodactylus*, chega-se a um total de 1.731 indivíduos (11,3%). Os canídeos também contribuem com grande parte dos registros de atropelamento. O cão-doméstico (*Canis familiaris*) possui 589 ocorrências de morte sobre os trilhos (3,8%), enquanto que o cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) tem 551 registros (3,6%), além de animais não identificados da família Canidae (n = 442; 2,87%), somando 1.582 indivíduos (10,3%). Apenas esses três grupos contribuem com 42,5% do total geral de indivíduos atropelados. O Gráfico 4-6 apresenta os 10 principais táxons atropelados durante os estudos do PMMaf.

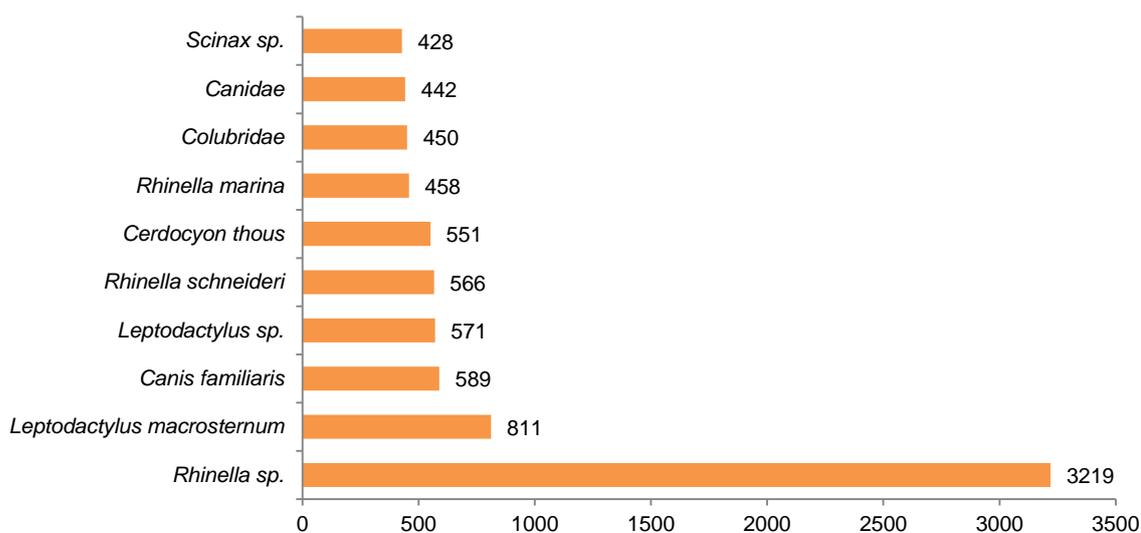


Gráfico 4-6: Representação gráfica dos 10 principais táxons atropelados durante os estudos do PMMaf.

O Gráfico 4-7 apresenta as ocorrências das doze espécies de animais domésticos (n = 1176; 7,5% do total de atropelamentos) registradas até o momento pelo PMMaf. O táxon mais comum é o cão-doméstico (*Canis familiaris*; n = 595; 50,6%), o boi (*Bos taurus*; n = 246; 20,9%), o cavalo (*Equus caballus*; n = 131; 11,1%), o gato-doméstico (*Felis catus*, n = 60; 5,1%) e o porco-doméstico *Sus scrofa* (n = 49, 4,2%).

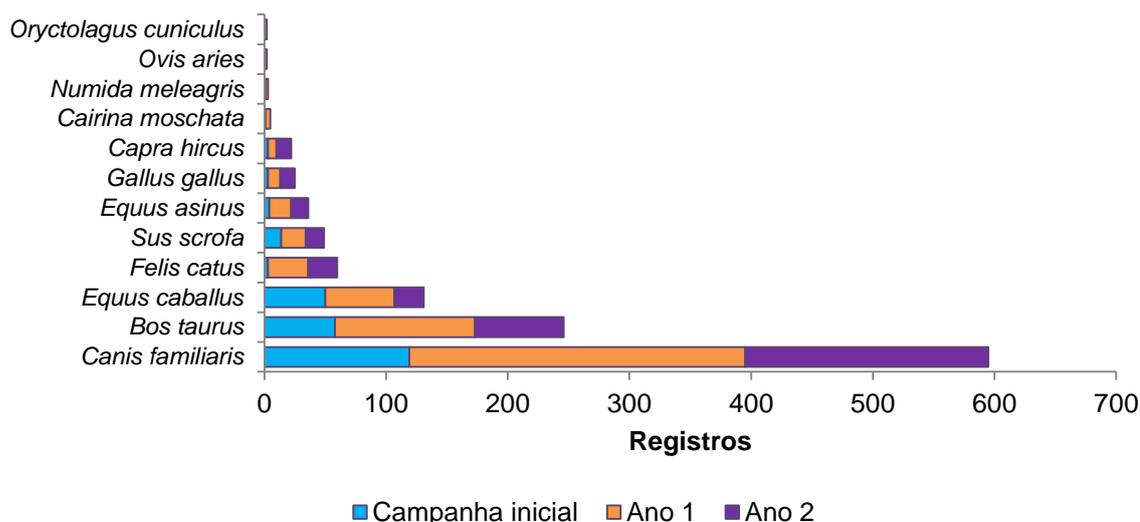


Gráfico 4-7: Representação gráfica dos espécimes de mamíferos domésticos registrados na Campanha inicial e Anos 1 e 2 do PMMaf.

Em relação às espécies ameaçadas de extinção, a Tabela 4-4 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, 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.

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

Espécie	Status de ameaça			Campanha inicial	Ano 1	Ano 2
	PA	MMA	IUCN			
<i>Chelonoidis denticulatus</i>			VU	31	5	1
<i>Pseudoboa nigra</i>	VU				8	14
<i>Penelope pileata</i>		VU	VU		1	2
<i>Leopardus tigrinus</i>		EN	VU		2	
<i>Podocnemis unifilis</i>			VU	2		
<i>Puma yagouaroundi</i>		VU			1	
<i>Salvator merianae</i>	VU				1	
<i>Tayassu pecari</i>		VU	VU	1		

Além do impacto causado pelos atropelamentos na estrada em estudo, foram feitos registros ocasionais de espécimes vivos, descritos na Tabela 4-5. Essas ocorrências evidenciam que a ferrovia nem sempre constitui uma barreira física para dispersão da fauna (Foto 1 e Foto 2).

Tabela 4-5: Tabela-síntese das ocorrências de espécimes vivos encontrados sobre os trilhos durante o PMMaf.

Táxon	Campanha inicial	Ano 1	Ano 2	Total
Anfíbio	5	34	38	77
<i>Amazophrynella minuta</i>			6	6
<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>			1	1
Hylidae	1			1
<i>Hypsiboas cf. geographicus</i>		1		1
<i>Hypsiboas multifasciatus</i>	1	1	1	3
<i>Hypsiboas raniceps</i>		3	2	5
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1	1		2
<i>Leptodactylus macrosternum</i>		7	6	13
<i>Leptodactylus vastus</i>			1	1
<i>Osteocephalus taurinus</i>			7	7
<i>Phyllomedusa hypochondrialis</i>	1	4	6	11
<i>Physalaemus cuvieri</i>			1	1
<i>Pristimantis fenestratus</i>			1	1
<i>Rhinella margaritifera</i>		1		1
<i>Rhinella marina</i>		3		3
<i>Rhinella schneideri</i>		4	1	5
<i>Rhinella</i> sp.		7	2	9
<i>Scinax</i> gr. <i>ruber</i>	1			1
<i>Scinax x-signatus</i>		2	1	3
<i>Trachycephalus typhonius</i>			2	2
Aracnídeo		10	18	28
<i>Acanthoscurria geniculata</i>			3	3
<i>Acanthoscurria natalensis</i>			1	1
<i>Avicularia avicularia</i>			4	4
<i>Avicularia cf. avicularia</i>			1	1
<i>Avicularia</i> sp.			2	2
<i>Nhandu cf. coloratovillosus</i>			4	4
<i>Nhandu vulpinus</i>			2	2
<i>Phoneutria</i> sp.		2		2
Scorpiones			1	1
Theraphosidae		8		8
Ave	2	6	2	10
<i>Caracara plancus</i>		1		1
<i>Cathartes aura</i>		1		1
<i>Columbina minuta</i>			1	1
<i>Coragyps atratus</i>	1			1
<i>Crypturellus tataupa</i>	1			1
<i>Harpia harpyja</i>		1		1
<i>Pitangus sulphuratus</i>		1		1
<i>Rupornis magnirostris</i>			1	1
<i>Tigrisoma lineatum</i>		1		1

Táxon	Campanha inicial	Ano 1	Ano 2	Total
<i>Tyrannus melancholicus</i>		1		1
Crustáceo		2		2
Brachyura		2		2
Inseto		6	3	9
Caelifera			1	1
Insecta		1		1
Lepidoptera		2		2
Mantodea		1		1
Orthoptera		2		2
Phasmatodea			2	2
Mamífero	1	7	5	13
<i>Bradypus variegatus</i>		1	1	2
<i>Canis familiaris</i>	1	3	1	5
<i>Eira barbara</i>		1		1
<i>Euphractus sexcinctus</i>			1	1
<i>Nasua nasua</i>		1	1	2
<i>Pecari tajacu</i>			1	1
<i>Sus scrofa</i>		1		1
Réptil		15	31	46
<i>Amphisbaena alba</i>		2	6	8
<i>Amphisbaena amazonica</i>			1	1
<i>Chelonoidis denticulatus</i>		1		1
<i>Cnemidophorus cryptus</i>			2	2
<i>Erythrolamprus viridis</i>		1		1
<i>Eunectes murinus</i>		1		1
<i>Gonatodes humeralis</i>			1	1
<i>Iguana iguana</i>		2	3	5
<i>Kentropyx calcarata</i>			1	1
<i>Kinosternon scorpioides</i>			1	1
<i>Leptophis ahaetulla</i>		1		1
<i>Mastigodryas boddaerti</i>			1	1
<i>Philodryas olfersii</i>		1	5	6
<i>Phylodrias olfersii</i>		1		1
<i>Polychrus marmoratus</i>		1		1
<i>Rhinoclemmys punctularia</i>		1	2	3
<i>Sibynomorphus mikanii</i>			2	2
<i>Spilotes pullatus</i>			1	1
<i>Stenocercus dumerilii</i>			1	1
<i>Tropidurus hispidus</i>		1	1	2
<i>Tropidurus oreadicus</i>			2	2
<i>Tupinambis teguixin</i>		1		1
<i>Xenodon rabdocephalus</i>		1	1	2
Total Geral	8	80	97	185

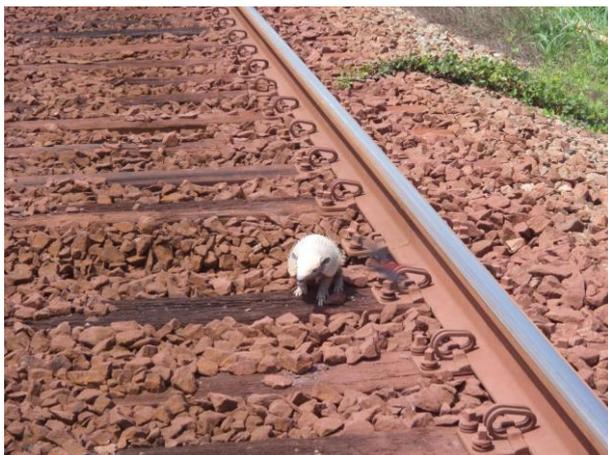


Foto 1: Registro vivo de tatu-peba (*Euphractus sexcinctus*).

Fonte: Ampla

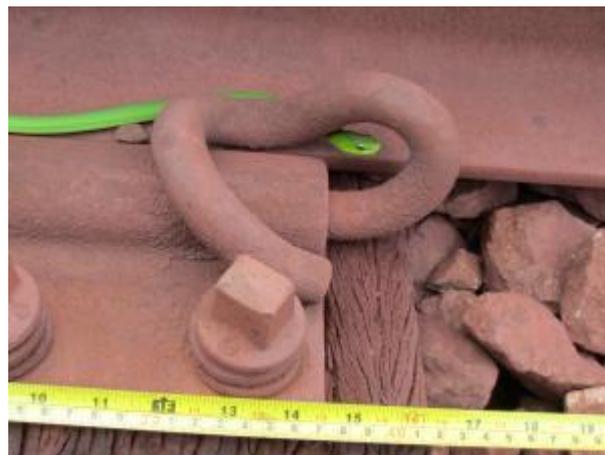


Foto 2: Registro vivo de cobra-verde (*Philodryas olfersii*).

Fonte: Ampla

Em termos qualitativos, a Tabela 4-6 apresenta todos os táxons registrados nas cinco 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. Nos próximos anos de monitoramento com o acréscimo de amostras em cada uma das estações, será possível realizar análises estatísticas que testem a correlação entre a sazonalidade e os atropelamentos.

Tabela 4-6: Grupos faunísticos e total de ocorrências (N) por táxon ao longo das atividades do PMMaf.

Táxon	N	Táxon	N
Anfíbio	8865	<i>Phyllomedusa hypochondrialis</i>	125
<i>Rhinella</i> sp.	3232	<i>Hypsiboas multifasciatus</i>	104
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	829	<i>Scinax ruber</i>	65
<i>Rhinella schneideri</i>	580	<i>Rhinella jimi</i>	65
<i>Leptodactylus</i> sp.	572	<i>Scinax x-signatus</i>	42
<i>Rhinella marina</i>	464	<i>Phyllomedusa</i> sp.	41
<i>Scinax</i> sp.	430	<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	40
Hylidae	424	<i>Rhinella margaritifera</i>	37
<i>Leptodactylus fuscus</i>	276	<i>Physalaemus ephippifer</i>	34
<i>Hypsiboas</i> sp.	224	<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	29
<i>Trachycephalus typhonius</i>	224	<i>Leptodactylus pustulatus</i>	28
Anura	190	<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	24
<i>Scinax</i> gr. <i>ruber</i>	185	<i>Rhaebo guttatus</i>	24
<i>Hypsiboas raniceps</i>	156	<i>Dendropsophus</i> sp.	22
<i>Hypsiboas geographicus</i>	150	Amphibia	21

Táxon	N
<i>Hypsiboas punctatus</i>	19
<i>Rhinella cf. schneideri</i>	18
<i>Rhinella gr. margaritifera</i>	17
<i>Dendropsophus nanus</i>	14
<i>Physalaemus cuvieri</i>	11
<i>Phyllomedusa azurea</i>	11
<i>Leptodactylus vastus</i>	11
<i>Hypsiboas cf. geographicus</i>	9
<i>Leptodactylus hylaedactylus</i>	8
<i>Leptodactylus mystaceus</i>	8
<i>Osteocephalus taurinus</i>	7
<i>Amazophrynella minuta</i>	6
<i>Leptodactylus troglodytes</i>	6
<i>Rhinella mirandaribeiroi</i>	5
<i>Pseudis tocantins</i>	5
<i>Pseudis paradoxa</i>	5
<i>Leptodactylus petersii</i>	4
<i>Osteocephalus leprieurii</i>	4
<i>Dendropsophus minutus</i>	4
<i>Scinax fuscomarginatus</i>	4
<i>Leptodactylus petersii</i>	4
<i>Leptodactylus cf. hylaedactylus</i>	3
<i>Leptodactylus lineatus</i>	3
<i>Phyllomedusa vaillantii</i>	3
<i>Hypsiboas cf. multifasciatus</i>	3
<i>Elachistocleis carvalhoi</i>	2
<i>Scinax nebulosus</i>	2
<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	2
<i>Pristimantis fenestratus</i>	2
<i>Phyllomedusa gr. hypochondrialis</i>	2
<i>Hypsiboas cf. raniceps</i>	2
<i>Phyllomedusa cf. hypochondrialis</i>	2
<i>Hypsiboas boans</i>	2
<i>Eupemphix nattereri</i>	2
<i>Phyllomedusa nordestina</i>	2
<i>Adenomera hylaedactyla</i>	1
<i>Phyllomedusa bicolor</i>	1
<i>Caecilia sp.</i>	1
<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	1
<i>Rhaebo cf. guttatus</i>	1
<i>Hypsiboas lanciformis</i>	1
<i>Dendropsophus branneri</i>	1
<i>Leptodactylus andreae</i>	1
Bufonidae	1
<i>Pristimantis cf. fenestratus</i>	1

Táxon	N
<i>Leptodactylus cf. troglodytes</i>	1
<i>Pipa pipa</i>	1
<i>Allophryne ruthveni</i>	1
<i>Scinax cf. x-signatus</i>	1
<i>Leptodactylus cf. andreae</i>	1
<i>Hypsiboas cf. cinerascens</i>	1
Aracnídeo	186
Theraphosidae	79
<i>Avicularia avicularia</i>	33
<i>Nhandu vulpinus</i>	11
<i>Acanthoscurria geniculata</i>	11
<i>Nhandu sp.</i>	8
<i>Acanthoscurria natalensis</i>	7
<i>Acanthoscurria sp.</i>	7
<i>Phoneutria sp.</i>	5
<i>Avicularia cf. avicularia</i>	4
<i>Acanthoscurria cf. geniculata</i>	4
<i>Avicularia sp.</i>	4
<i>Nhandu cf. coloratovillosus</i>	4
<i>Acanthoscurria cf. natalensis</i>	3
<i>Nhandu coloratovillosus</i>	2
<i>Theraphosa sp.</i>	1
Scorpiones	1
<i>Nhandu cf. vulpinus</i>	1
Mygalomorphae	1
Ave	858
<i>Coragyps atratus</i>	420
Cathartidae	129
<i>Caracara plancus</i>	34
<i>Gallus gallus</i>	25
<i>Hydropsalis albicollis</i>	17
<i>Crotophaga ani</i>	15
Aves	14
<i>Volatinia jacarina</i>	14
Accipitridae	13
<i>Cathartes sp.</i>	10
<i>Rupornis magnirostris</i>	10
Caprimulgidae	7
<i>Ramphocelus carbo</i>	7
<i>Megascops choliba</i>	7
<i>Megascops sp.</i>	6
Falconiformes	5
Passeriformes	5
<i>Pitangus sulphuratus</i>	5
<i>Cairina moschata</i>	5

Táxon	N
<i>Tyto furcata</i>	4
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	4
Galliformes	4
Tyrannidae	4
<i>Cathartes aura</i>	3
<i>Crotophaga major</i>	3
<i>Guira guira</i>	3
<i>Ortalis motmot</i>	3
<i>Sporophila</i> sp.	3
<i>Numida meleagris</i>	3
<i>Tigrisoma lineatum</i>	3
<i>Elaenia</i> sp.	3
<i>Penelope pileata</i>	3
<i>Crypturellus tataupa</i>	3
<i>Tyrannus melancholicus</i>	3
<i>Crypturellus parvirostris</i>	2
Tinamidae	2
<i>Columbina passerina</i>	2
<i>Manacus manacus</i>	2
<i>Athene cunicularia</i>	2
<i>Leptotila</i> sp.	2
<i>Crotophaga</i> sp.	2
<i>Poecilotriccus fumifrons</i>	2
<i>Columbina minuta</i>	2
Phasianidae	2
<i>Tangara palmarum</i>	2
<i>Passer domesticus</i>	2
<i>Turdus</i> sp.	1
Strigidae	1
<i>Columbina squammata</i>	1
<i>Strix huhula</i>	1
<i>Saltator maximus</i>	1
<i>Galbula ruficauda</i>	1
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	1
<i>Forpus xanthopterygius</i>	1
<i>Anhima cornuta</i>	1
<i>Poecilotriccus sylvia</i>	1
<i>Cathartes melambrotus</i>	1
<i>Sporophila</i> cf. <i>nigricollis</i>	1
<i>Myiarchus</i> sp.	1
<i>Dendroplex picus</i>	1
Cracidae	1
<i>Daptrius ater</i>	1
<i>Columbina talpacoti</i>	1
Thraupidae	1

Táxon	N
<i>Ardea alba</i>	1
<i>Amazilia fimbriata</i>	1
<i>Chlorestes notatus</i>	1
Momotidae	1
<i>Sporophila castaneiventris</i>	1
<i>Megarynchus pitangua</i>	1
<i>Nystalus chacuru</i>	1
<i>Crypturellus cinereus</i>	1
<i>Tachyphonus rufus</i>	1
<i>Hydropsalis maculicauda</i>	1
<i>Piaya cayana</i>	1
<i>Pachyrhamphus marginatus</i>	1
Ardeidae	1
<i>Crypturellus</i> sp.	1
<i>Crypturellus soui</i>	1
<i>Taraba major</i>	1
<i>Harpia harpyja</i>	1
<i>Laterallus exilis</i>	1
<i>Jacana jacana</i>	1
Crustáceo	58
Brachyura	47
Portunidae	11
Indeterminado	51
Vertebrata	51
Inseto	29
Insecta	10
Orthoptera	6
Caelifera	5
Brachycera	2
Phasmatodea	2
Lepidoptera	2
Coleoptera	1
Mantodea	1
Mamífero	3436
<i>Canis familiaris</i>	595
<i>Cerdocyon thous</i>	552
Canidae	442
<i>Tamandua tetradactyla</i>	354
Mammalia	265
<i>Bos taurus</i>	246
<i>Equus caballus</i>	131
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	94
<i>Euphractus sexcinctus</i>	75
<i>Didelphis</i> sp.	64
<i>Felis catus</i>	60

Táxon	N
Rodentia	50
<i>Sus scrofa</i>	49
<i>Procyon cancrivorus</i>	46
<i>Dasybus novemcinctus</i>	44
<i>Bradypus variegatus</i>	37
<i>Equus asinus</i>	36
Carnivora	34
<i>Didelphis marsupialis</i>	29
<i>Capra hircus</i>	22
Chiroptera	21
<i>Nasua nasua</i>	19
<i>Dasybus septemcinctus</i>	18
Felidae	17
Dasyproctidae	16
<i>Cuniculus paca</i>	15
Didelphidae	11
Phyllostomidae	11
<i>Dasyprocta</i> sp.	7
<i>Philander</i> sp.	5
<i>Bradypus</i> sp.	4
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	4
<i>Dasybus</i> sp.	4
<i>Marmosa</i> sp.	3
Primates	3
<i>Galictis cuja</i>	3
<i>Thyroptera tricolor</i>	2
<i>Choloepus didactylus</i>	2
<i>Coendou</i> sp.	2
Pilosa	2
<i>Leopardus tigrinus</i>	2
Phyllostominae	2
<i>Conepatus amazonicus</i>	2
<i>Eira barbara</i>	2
<i>Coendou prehensilis</i>	2
<i>Ovis aries</i>	2
<i>Pteronotus</i> sp.	2
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	2
<i>Leopardus pardalis</i>	2
<i>Monodelphis</i> sp.	2
Molossidae	2
Tayassuidae	1
<i>Lonchorhina</i> sp.	1
Carollinae	1
<i>Euphractus</i> sp.	1
Lagomorpha	1

Táxon	N
<i>Felis</i> sp.	1
<i>Tayassu pecari</i>	1
<i>Philander opossum</i>	1
<i>Lontra longicaudis</i>	1
<i>Pecari tajacu</i>	1
<i>Sapajus apella</i>	1
Suidae	1
<i>Cabassous unicinctus</i>	1
Stenodermatinae	1
<i>Puma yagouaroundi</i>	1
Bradypodidae	1
<i>Dasyprocta croconota</i>	1
<i>Artibeus</i> sp.	1
<i>Mesophylla macconnelli</i>	1
<i>Mazama</i> sp.	1
Peixe	2
Pisces	2
Réptil	2148
Colubridae	450
Serpentes	268
Dipsadidae	166
<i>Boa constrictor</i>	119
Alligatoridae	113
<i>Caiman crocodilus</i>	94
<i>Iguana iguana</i>	83
Chironius sp.	67
<i>Tupinambis teguixin</i>	53
<i>Tropidurus hispidus</i>	50
<i>Tropidurus oreadicus</i>	45
<i>Leptodeira annulata</i>	41
<i>Chelonoidis denticulatus</i>	40
Teiidae	32
<i>Chironius carinatus</i>	28
<i>Cnemidophorus cryptus</i>	27
Boidae	27
Reptilia	26
Lacertilia	25
<i>Chelonoidis carbonarius</i>	24
<i>Pseudoboa nigra</i>	22
<i>Bothrops atrox</i>	22
Testudines	20
<i>Chelonoidis</i> sp.	18
<i>Mesoclemmys gibba</i>	17
<i>Spilotes pullatus</i>	16
<i>Amphisbaena alba</i>	12

Táxon	N
<i>Leptophis ahaetulla</i>	12
<i>Tupinambis</i> sp.	11
<i>Philodryas olfersii</i>	11
<i>Phrynops</i> cf. <i>geoffroanus</i>	10
Chelidae	9
<i>Kentropyx calcarata</i>	9
Lacertidae	9
<i>Ameiva ameiva</i>	8
<i>Mastigodryas boddaerti</i>	8
<i>Tropidurus</i> sp.	7
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	7
<i>Phrynops geoffroanus</i>	7
<i>Eunectes murinus</i>	6
<i>Polychrus marmoratus</i>	5
<i>Sibynomorphus mikanii</i>	5
<i>Chironius scurrulus</i>	5
<i>Rhinoclemmys punctularia</i>	5
<i>Corallus hortulanus</i>	5
<i>Dipsas catesbyi</i>	5
<i>Kinosternon scorpioides</i>	5
<i>Helicops angulatus</i>	4
<i>Erythrolamprus reginae</i>	4
<i>Phrynops tuberosus</i>	4
Testudinidae	4
<i>Copeoglossum nigropunctatum</i>	4
<i>Chironius exoletus</i>	4
<i>Cnemidophorus</i> sp.	3
<i>Caiman</i> cf. <i>crocodilus</i>	3
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	3
<i>Bothrops</i> sp.	2
Viperidae	2
<i>Tupinambis</i> cf. <i>teguixin</i>	2
<i>Phylodrias olfersii</i>	2
<i>Paleosuchus trigonatus</i>	2
<i>Podocnemis unifilis</i>	2
<i>Mesoclemmys</i> cf. <i>gibba</i>	2
<i>Drymarchon corais</i>	2
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	2
<i>Xenodon rabdocephalus</i>	2
<i>Hydrodynastes</i> cf. <i>gigas</i>	2
<i>Imantodes cenchoa</i>	2
<i>Amphisbaena fuliginosa</i>	1
Tropiduridae	1
<i>Thamnodynastes</i> cf. <i>pallidus</i>	1
<i>Epicrates cenchria</i>	1

Táxon	N
<i>Erythrolamprus viridis</i>	1
<i>Drymoluber dichrous</i>	1
<i>Micrurus surinamensis</i>	1
<i>Stenocercus dumerilii</i>	1
<i>Hemidactylus</i> sp.	1
<i>Dracaena guianensis</i>	1
<i>Gonatodes humeralis</i>	1
<i>Dipsas pavonina</i>	1
<i>Anolis</i> sp.	1
<i>Dipsas indica</i>	1
<i>Erythrolamprus</i> sp.	1
<i>Mastigodryas</i> cf. <i>boddaerti</i>	1
<i>Thamnodynastes pallidus</i>	1
<i>Pseustes</i> sp.	1
<i>Siphlophis cervinus</i>	1
<i>Crotalus durissus</i>	1
<i>Helicops</i> sp.	1
<i>Mabuya nigropunctata</i>	1
<i>Oxybelis aeneus</i>	1
<i>Liophis taeniogaster</i>	1
<i>Micrurus surinamensis</i>	1
<i>Pseudoboa</i> sp.	1
<i>Thecadactylus rapicauda</i>	1
<i>Philodryas</i> sp.	1
<i>Anilius scytale</i>	1
<i>Siphlophis compressus</i>	1
<i>Amphisbaena amazonica</i>	1
<i>Philodryas argentea</i>	1
<i>Ameiva</i> sp.	1
<i>Pseudoboa</i> cf. <i>nigra</i>	1
<i>Rhinoclemmys</i> cf. <i>punctularia</i>	1
<i>Salvator merianae</i>	1
<i>Tropidurus torquatus</i>	1
Total Geral	15633

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 cinco campanhas iniciais 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 (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.

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 (Gráfico 4-6, Tabela 4-6). Para o caso de acidentes envolvendo mamíferos domésticos de grande porte (e.g. 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 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, 2011). Desta forma, os animais morrem mas não apresentam nenhum tipo de ferimento externo, assim como pode ser observado na Foto 3 e na Foto 4. 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 são 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 3: *Leptodactylus macrosternum* em vista dorsal, sem lesões aparentes.

Fonte: Ampla



Foto 4: *Leptodactylus macrosternum* 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 45 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 habitat 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 5 e Foto 6). Também foi observado que animais serpentiformes, por causarem medo à comunidade, provavelmente são mortos e jogados na ferrovia (Foto 7), uma vez que não há compatibilidade das injúrias com o rodeio dos trens. Ademais, a disposição de oferendas contendo alimentos (Foto 8) 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 5: *Canis familiaris* com corda no pescoço.

Fonte: Ampla



Foto 6: *Spilotes pullatus* amarrado ao trilho.

Fonte: Ampla



Foto 7: *Amphisbaena fuliginosa* apresentando injúrias incompatíveis com os rodeiros do trem.

Fonte: Ampla



Foto 8: Oferenda disposta na adjacência da ferrovia contendo alimentos e garrafas de bebidas.

Fonte: Ampla

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 = 662), 87,6% são caracterizados por carcaças intactas. Dos animais considerados não atropelados por terem suas carcaças intactas, 66,3% 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 = 76; 11,3%). 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 a 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.

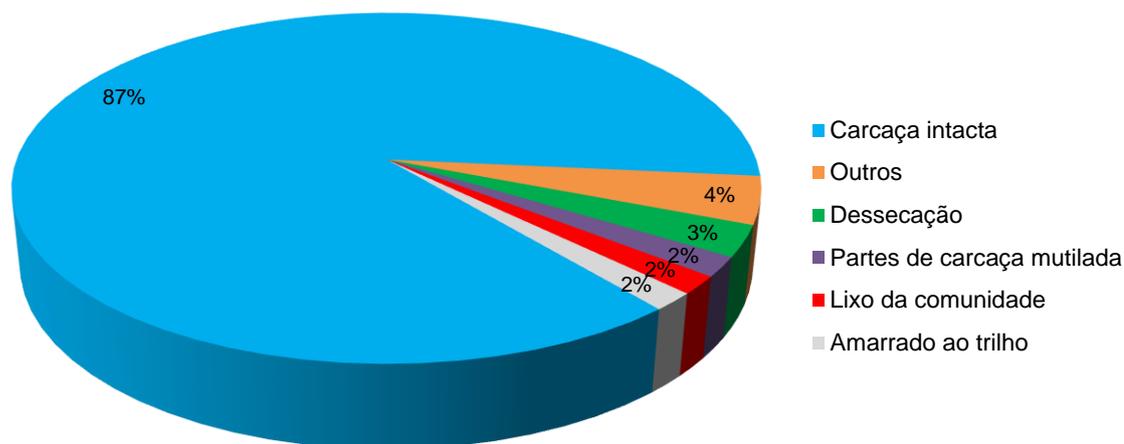


Gráfico 4-8: Representação gráfica dos indícios dos registros do não atropelamento da fauna na EFC durante as campanhas do PMMaf.

4.2 ANÁLISE DE SAZONALIDADE

Dentre os grupos amostrados, apenas a classe dos anfíbios apresentou significância entre os períodos sazonais. A grande abundância de registro desses animais atropelados torna as análises mais acuradas e talvez por isso esse tenha sido o único grupo com resultados significativos. Em relação ao resultado em si, as fases de transição chuva-seca e seca foram significativamente diferente dos períodos de chuva e transição seca-chuva. Tal fato já foi citado pela literatura brasileira, inclusive com a abordagem para o gênero *Rhinella* (ex-*Bufo*), disparadamente o mais registrado na EFC (RODRIGUES et al., 2002). Uma vez que houve apenas dois períodos de cada uma das fases, o incremento da amostra com o acúmulo de informações das subseqüentes campanhas deverá fornecer resultados com maior exatidão.

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 4-7.

Tabela 4-7: Número de atropelamentos por 100 hectares por grupo de amostragem e classe de uso do solo dominante.

Grupo de amostragem	Classe							
	Áreas alagadas	Áreas edificadas	Fragmento florestal	Manguezal	Massa d'água	Pastagem	Sistema viário/solo exposto	Variada
Anfíbios	49,8	344,6	143,2	0,0	14,4	125,0	87,2	139,4
Aves domésticas	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,6	0,0	0,3
Aves indeterminadas	0,0	2,1	0,5	0,0	0,0	0,4	0,0	0,2
Aves selvagens	34,6	6,3	11,1	130,4	7,2	12,7	6,5	13,6
Mamíferos domésticos	27,0	81,9	8,9	0,0	57,5	20,1	8,7	16,4
Mamíferos indeterminados	14,3	46,2	17,6	0,0	43,1	12,3	2,2	11,8
Mamíferos selvagens	16,9	10,5	31,8	65,2	28,7	21,7	4,4	27,9
Mamíferos de médio e grande porte selvagens	16,0	6,3	26,8	65,2	7,2	19,6	4,4	24,8
Mamíferos de pequeno porte selvagens	0,8	4,2	4,5	0,0	0,0	1,5	0,0	2,1
Mamíferos voadores	0,0	0,0	0,5	0,0	21,5	0,6	0,0	0,9
Répteis	50,6	48,3	31,3	0,0	21,5	33,6	6,5	32,2

Alguns resultados chamam bastante a 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 acabam 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 como os mamíferos de pequeno porte apresentaram-se como espécies mais exigentes no quesito ambiental, sua baixa interação com ambientes antrópicos. Por sua vez, os quirópteros (mamíferos voadores de pequeno porte) apresentaram maior afinidade com massas d'água. Tal fato pode ser explicado pelas grandes pontes que a EFC atravessa ao longo de rios. Nesses locais os morcegos costumam fazer 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 ter permeado e sido encontrado sobre os trilhos em vários tipos de classes dominantes.

Em relação às aves selvagens nota-se pela Tabela 4-7 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 consistem 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. Esses 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 habitats seja o principal fator para o elevado valor de atropelamento por hectare das aves nessas áreas.

Outro número que deve ser levado 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 4-8 e o Gráfico 4-9 apresentam os dados referentes às três principais ZCAs diagnosticadas até o momento. O panorama geral de agregação de atropelamento de fauna durante os Anos 1 e 2 do PMMaf podem ser observados 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 4-8: Grupos de análise e respectivas Zonas Críticas de Atropelamento (ZCAs) no decorrer das campanhas do PMMaf.

Campanha	Anfíbios	Répteis	Aves	Mamíferos Selvagens	Selvagens	Todos
Campanha 0	729,420	803,410	62,960	792,370	729,410	729,410
Campanha 0	712,890	80,630	47,110	800,250	712,910	792,410
Campanha 0	734,370	144,160	38,400	409,570	734,370	734,370
Campanha 3	738,400	110,230	216,210	743,340	737,730	216,210
Campanha 3	787,890	105,960	722,860	820,260	782,500	694,830
Campanha 3	295,320	700,370	174,230	694,700	223,720	223,720
Campanha 4	278,790	141,300	746,940	789,240	278,760	278,760
Campanha 4	551,490	732,420	348,430	702,460	551,490	551,490
Campanha 4	528,030	38,060	279,320	763,890	763,520	729,760
Campanha 5	707,870	144,080	668,640	365,730	707,920	707,920
Campanha 5	278,820	174,620	412,240	774,150	278,820	278,820
Campanha 5	312,660	732,270	62,500	708,950	732,020	729,780
Campanha 6	550,770	133,350	137,850	331,320	550,770	550,770
Campanha 6	313,190	156,480	408,680	388,960	313,190	313,190
Campanha 6	653,220	801,650	574,480	457,570	653,220	653,220
Campanha 7	719,820	109,580	140,700	623,160	719,770	719,910
Campanha 7	713,470	730,790	337,110	719,730	713,470	713,470
Campanha 7	759,850	117,060	747,340	758,220	759,860	759,860
Campanha 8	603,750	468,240	171,130	763,790	603,750	603,750
Campanha 8	312,850	157,100	32,580	217,720	312,830	312,830
Campanha 8	315,990	631,660	690,550	761,420	763,790	763,790
Campanha 9	278,960	851,710	202,560	138,440	278,960	278,960

Campanha	Anfíbios	Répteis	Aves	Mamíferos Selvagens	Selvagens	Todos
Campanha 9	235,960	59,720	267,780	760,860	235,960	235,960
Campanha 9	266,150	208,240	143,430	822,640	266,190	266,150
Campanha 10	801,010	697,510	778,550	839,510	801,010	801,010
Campanha 10	696,410	228,020	51,780	696,320	696,400	696,400
Campanha 10	751,090	255,200	378,840	787,200	751,090	751,090

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, os anfíbios, que apesar de terem a maioria de suas agregações de atropelamentos entre os km 700 e 750, possuíram reincidência do diagnóstico de ZCA em apenas uma área dessa quilometragem. As demais áreas de recorrência foram os km 278,790, 278,820 e 278,960 (Campanhas 4, 5 e 9, respectivamente), km 312,660, 313,190 e 312,850 (Campanhas 5, 6 e 8, respectivamente), km 551,490 e 550,770 (Campanhas 4 e 6, respectivamente) e km 712,890 e 713,470 (Campanhas 0 e 7, respectivamente), este último nas adjacências da Terra Indígena Mãe Maria (TIMM). 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.

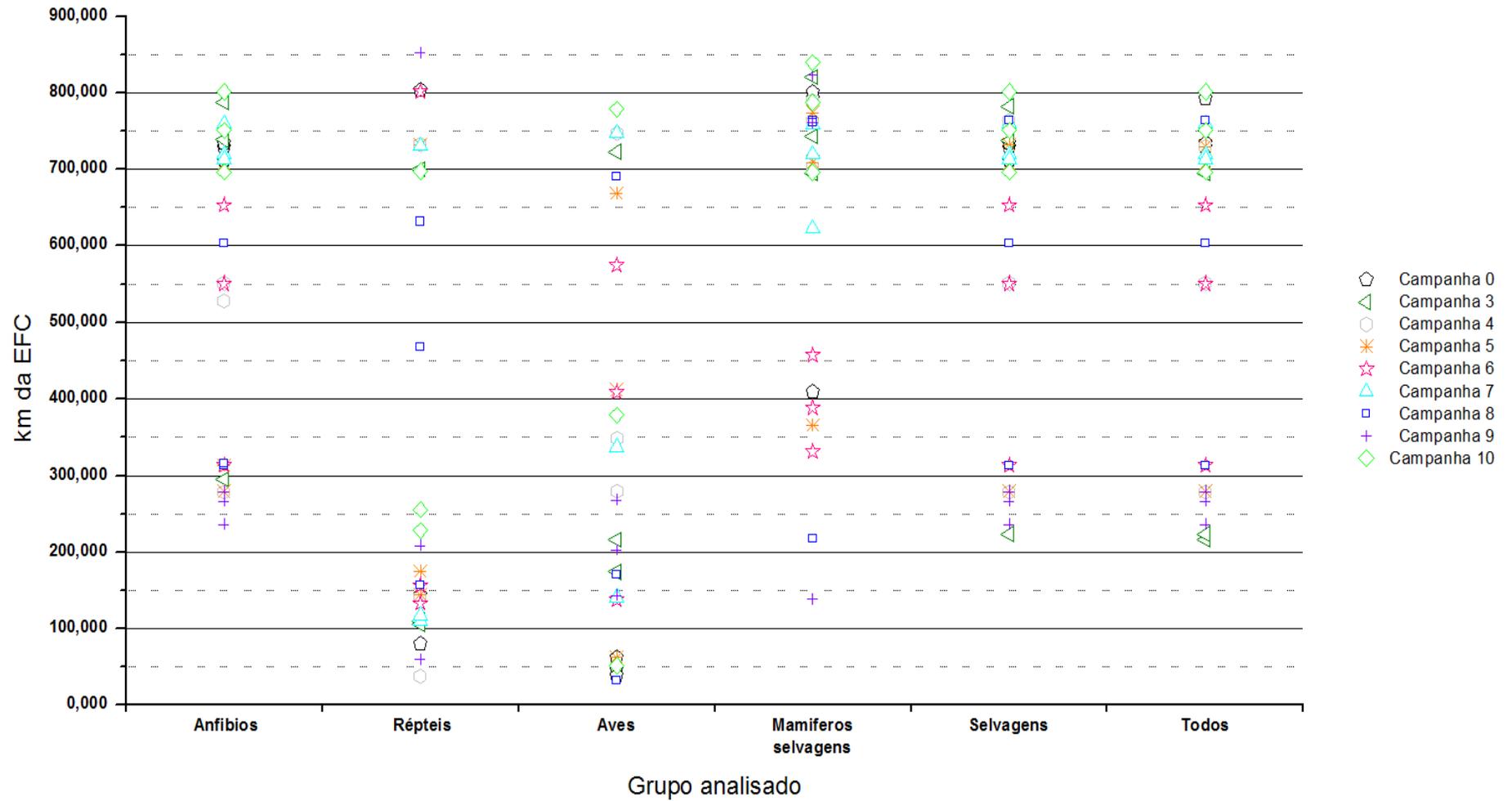


Gráfico 4-9: Gráficos exibindo os grupos de análise e respectivas zonas críticas de atropelamento no decorrer das campanhas do PMMaf.



Figura 4-1

Figura 4-1: Agregação de atropelamento nos Anos 1 e 2 do Programa de Monitoramento e Mitigação de Atropelamento de Fauna

Nas Campanhas 5 e 10 foram diagnosticadas ZCAs nos km 707,870 e 696,410 dentro da TIMM. Ao analisar a listagem de táxons (Tabela 4-9) encontrados numa zona tampão de 2 km de distância 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 4-9: Listagem de táxons de anfíbios registrados entre os km de zona de agregação de atropelamento, com respectivo número de ocorrências.

Campanha	Táxon	N
Campanha 5	<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>Leptodactylus macrosternum</i>	2
	<i>Trachycephalus typhonius</i>	2
	<i>Hypsiboas geographicus</i>	2
	<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
	Campanha 10	Hylidae
<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	

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 110,330 e 109,580, respectivamente), Campanhas 0 e 5 (km 144,160 e 144,080, respectivamente), Campanhas 6 e 8 (km 156,470 e 157,100, respectivamente, além das Campanhas 4 e 5 (km 732,420 e 732,270, respectivamente).

Da listagem de espécies de répteis, aquela que merece maior destaque é *Paleosuchus palpebrosus* (km 143,980, 144,600, 144,700), 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 dois pontos de reincidência de agregação: km 62,960 e 62,500 (Campanhas 0 e 5, respectivamente) e km 746,940 e 747,340 (Campanhas 4 e 7). Vale a pena ressaltar 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. Para este grupo, houve recorrência de ZCA num intervalo tampão de 2 km nos marcos 760,860 e 761,420 (Campanhas 9 e 8 respectivamente) e nas posições 763,790 e 763,890 (Campanhas 8 e 4, respectivamente).

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 uma ZCA para os mamíferos selvagens (km 792,370 – Campanha 0). A área onde esses 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, dois outros pontos foram diagnosticados como ZCA: o km 789,240 (Campanha 4), que está na área de preservação permanente (APP) do Rio das Onças e o km 800,250 (Campanha 0), que já está na parte final do fragmento. A Tabela 4-10 apresenta as ZCAs referentes a esta área, contendo a composição específica e o respectivo número de registros.

Tabela 4-10: 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
791,370 - 793,370	Campanha 0	<i>Cerdocyon thous</i>	3
		<i>Procyon cancrivorus</i>	3
		Primates	1
788,240 - 790,240	Campanha 4	<i>Cerdocyon thous</i>	4
		<i>Procyon cancrivorus</i>	1
799,250 - 801,250	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 todas as

campanhas em conjunto, e, desta forma, também foi ignorada a questão da recorrência entre as campanhas. No total das nove campanhas válidas realizadas até o momento, foram registradas oito espécies ameaçadas de extinção (ver Tabela 4-4), totalizando 69 indivíduos. Trinta por cento (30%) 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. Ademais, em termos de riqueza, essa região possui duas espécies de animais ameaçados. Além do jabuti-tinga (*Chelonoidis denticulatus*) nessa região também ocorreu o atropelamento de três jacupirangas (*Penelope pileata*).

Os km diagnosticados como principais ZCAs de animais ameaçados de extinção no Ano 1 foram, por ordem de intensidade de agregação: 800,090, 803,330, 795,230. Em relação ao Ano 2, excluindo o Ano 1, não houve formação de nenhuma ZCA, o que indica que os registros dos animais ameaçados de extinção foram esparsos ao longo da EFC. Ao se juntar todos os dados de atropelamentos das espécies ameaçadas obtidos durante as atividades do PMMaf, os mesmos pontos de atropelamento são identificados, com a adição de uma nova ZCA no km 792,250. A região desse ponto vem sistematicamente se mostrando como a principal área a serem implantadas medidas mitigadoras de atropelamentos de fauna ao longo do grande fragmento que abrange os Microcorredores supracitados.

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 banqueta em OAC. Para facilitar e sistematizar as análises, cada um dos km foi avaliado por quatro critérios, de acordo com as descrições da Tabela 4-11.

Tabela 4-11: 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 4-12.

Tabela 4-12: 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 4-13.

4.5.3 OUTROS TRECHOS RELEVANTES

Também foram elencados na Tabela 4-13 os trechos diagnosticados como críticos e que não foram contemplados pelas Notas Técnicas referidas no item 4.5.

Tabela 4-13: Tabela-resumo referente às análises para adoção de medidas mitigadoras para diferentes cenários.

Adequação de OAC					
Critério A	Critério B	Critério C	Critério D	km	Total
NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	54+140; 54+640; 55+100; 55+700; 61+100; 66+800; 69+460; 69+960; 94+140; 94+933; 99+257; 100+741; 116+582; 117+531; 121+315; 122+738; 123+532; 130+273; 198+900; 201+100; 274+375; 304+027; 306+940; 340+600; 381+362; 525+900; 579+922; 583+033; 584+700; 587+170; 592+500; 593+100; 611+427; 628+500; 638+410; 676+317; 677+266; 680+532; 704+068; 705+107; 711+439; 716+980; 781+053; 837+500	44
NÃO	NÃO	SIM	NÃO	134+100; 565+638	2
SIM	NÃO	NÃO	NÃO	117+982; 409+474; 622+343; 631+432; 699+429; 709+816	6
SIM	SIM	NÃO	NÃO	63+350; 551+034	2
NÃO	NÃO	SIM	SIM	777+007; 805+824	2
SIM	SIM	NÃO	SIM	144+860	1
SIM	NÃO	SIM	SIM	708+329; 778+757; 791+955	3
SIM	N/A	SIM	SIM	795+408	1
Passagens exclusivas para a fauna (kms simplificados)					
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; 441+000; 483+000; 516+000; 532+800; 555+000; 556+000; 568+700; 578+850; 633+000; 649+000; 705+000; 736+000; 755+000	20
SIM	NÃO	NÃO	NÃO	132+300; 137+100; 349+000; 462+000	4
SIM	SIM	NÃO	NÃO	62+000	1
SIM	NÃO	NÃO	SIM	365+000; 775+000	2
SIM	NÃO	SIM	SIM	695+000 a 712+000	1
Trechos diagnosticados não contemplados pelas Notas Técnicas					
Critério A	Critério B	Critério C	Critério D	km	Total
SIM	N/A	SIM	SIM	800+170; 803+330	2

As intervenções solicitadas da locação 56 até o final da ferrovia não puderam ser analisadas em razão da não realização de amostragem dentro da Flona de Carajás até o presente momento.

4.5.4 MEDIDAS MITIGADORAS

A partir dos resultados obtidos na Tabela 4-13, 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 4-14.

Tabela 4-14: 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 adjacientemente 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.

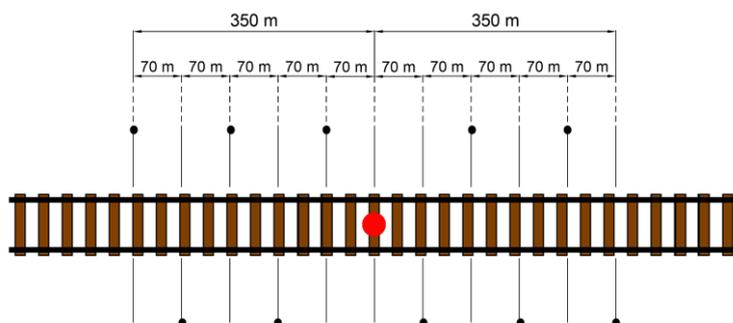


Figura 4-2: Esquema da ferrovia com ponto central de zona crítica de atropelamento e disposição dos módulos do dispositivo sonoro de proteção animal.

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 4-15 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 4-15: 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	A
708+329*	708+330	1, 2	B
778+757	778+760	2	C
791+955	792+370	1, 2	A
795+408	795+330	1,2	A
800+170	800+000	1,2	B
803+330	803+330	1, 2	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 69 ocorrências de fauna (Tabela 4-16) sobre os trilhos, 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.

Tabela 4-16: Composição específica da zona crítica de atropelamento diagnosticada no Ano 2 (km 778+757).

Táxon	N	Táxon	N
Anfíbio	45	Réptil	8
<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	2	<i>Boa constrictor</i>	1
<i>Dendropsophus</i> sp.	2	<i>Caiman crocodilus</i>	1
Hylidae	7	<i>Chelonoidis denticulatus</i>	1
<i>Hypsiboas multifasciatus</i>	2	Colubridae	4
<i>Hypsiboas raniceps</i>	2	<i>Tupinambis teguixin</i>	1
<i>Hypsiboas</i> sp.	1	Ave	10
<i>Leptodactylus fuscus</i>	4	Cathartidae	2
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	1	<i>Coragyps atratus</i>	8
<i>Leptodactylus pustulatus</i>	1	Mamífero	6
<i>Leptodactylus</i> sp.	4	Canidae	2
<i>Rhinella marina</i>	1	<i>Canis familiaris</i>	1
<i>Rhinella</i> sp.	13	<i>Cerdocyon thous</i>	2
<i>Scinax</i> gr. <i>ruber</i>	3	<i>Tamandua tetradactyla</i>	1
<i>Scinax</i> sp.	1		
<i>Trachycephalus typhonius</i>	1		

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, 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. **Estudo Ambiental e Plano Básico Ambiental – EAP/BA - Expansão da Estrada de Ferro Carajás – EFC**. Belo Horizonte, MG: 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.

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.

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.

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

HUMMEL, D. Amphibienschutz durch Geschwindigkeitsbegrenzung - Eine aerodynamische Studie. **Natur und Landschaft**, v. 76, n. 12, p. 530–533, 2011.

LAURANCE, W. F.; GOOSEM, M.; LAURANCE, S. G. W. Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. **Trends in Ecology and 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.

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.** In: V Encontro Brasileiro para o Estudo de Quirópteros. Búzios, RJ: 2010

PÖRTNER, H. . 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.

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

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

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

THORBJARNARSON, J. et al. **Crocodiles: an action plan for their conservation.** Gland, 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.