



## **ESTRADA DE FERRO CARAJÁS**

### **PROGRAMA DE MONITORAMENTO E MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE FAUNA – CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6**

#### **RELATÓRIO ANUAL 1**

**São Luís/MA**

**Junho/2014**

## EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Área profissional	Função	Conselho de Classe	CTF Ibama
<b>COORDENAÇÃO GERAL</b>				
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
<b>COORDENAÇÃO TEMÁTICA</b>				
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		
<b>GEOPROCESSAMENTO</b>				
João Alves da Silva Filho	Geógrafo	Análises espaciais	CREA MG 133103/D	1932888

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS .....</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>8</b>
3.1	COLETA DOS DADOS DE ATROPELAMENTOS.....	8
3.2	ANÁLISE DOS DADOS.....	9
3.2.1	<i>Distribuição espacial dos atropelamentos.....</i>	<i>9</i>
3.2.2	<i>Análise de paisagem.....</i>	<i>10</i>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>11</b>
4.1	ESTATÍSTICA DESCRITIVA .....	11
4.2	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS ATROPELAMENTOS.....	32
4.2.1	<i>Anfíbios.....</i>	<i>33</i>
4.2.2	<i>Répteis.....</i>	<i>36</i>
4.2.3	<i>Aves.....</i>	<i>37</i>
4.2.4	<i>Mamíferos Selvagens.....</i>	<i>37</i>
4.2.5	<i>Selvagens e Todos.....</i>	<i>39</i>
4.2.6	<i>Animais Ameaçados de Extinção.....</i>	<i>39</i>
4.3	ANÁLISE DE PAISAGEM .....	41
4.4	MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE FAUNA.....	43
4.4.1	<i>Intervenções em OAC.....</i>	<i>43</i>
4.4.2	<i>Passagens exclusivas para a fauna.....</i>	<i>44</i>
4.4.3	<i>Outros trechos relevantes.....</i>	<i>45</i>
4.4.4	<i>Medidas mitigadoras.....</i>	<i>45</i>
4.4.5	<i>Monitoramento das medidas implantadas.....</i>	<i>47</i>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>48</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 3-1: CAMPANHAS DO PMMAF E RESPECTIVAS DATAS DE INÍCIO E FIM. ....	9
TABELA 3-2: CLASSES DE USO DO SOLO DEFINIDAS PARA A ANÁLISE DE PAISAGEM DO PMMAF E RESPECTIVA DESCRIÇÃO.....	10
TABELA 4-1: TABELA-SÍNTESE DOS NÚMEROS DE OCORRÊNCIAS DA FAUNA ENCONTRADA SOBRE TRILHOS DURANTE AS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6.....	11
TABELA 4-2: RELAÇÃO ENTRE TÁXONS DE VERTEBRADOS E TIPO DE ANIMAL DURANTE AS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6. ....	13
TABELA 4-3: TABELA-SÍNTESE DE REGISTROS DE VERTEBRADOS ENCONTRADOS SOBRE TRILHOS DURANTE AS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6 COM RESPECTIVO STATUS DE CONDIÇÃO DO ANIMAL REGISTRADO.....	15
TABELA 4-4: TABELA-SÍNTESE DAS OCORRÊNCIAS DE ESPÉCIMES VIVOS ENCONTRADOS SOBRE TRILHOS DURANTE AS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6. ....	23
TABELA 4-5: GRUPOS FAUNÍSTICOS E TOTAL DE OCORRÊNCIAS (N) POR TÁXON AO LONGO DAS CINCO CAMPANHAS DO PMMAF. ....	25
TABELA 4-6: GRUPOS DE ANÁLISE E RESPECTIVOS <i>BLACKSPOTS</i> NO DECORRER DAS CAMPANHAS DO PMMAF. ....	32
TABELA 4-7: <i>BLACKSPOTS</i> RECORRENTES PARA O GRUPO ANFÍBIOS, COM RESPECTIVO TÁXON E NÚMERO DE REGISTROS AO LONGO DAS CAMPANHAS DO PMMAF. ....	35
TABELA 4-8: LISTAGEM DE TÁXONS DE ANFÍBIOS REGISTRADOS ENTRE OS KM 706,870 E 708,870 COM RESPECTIVO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS. ....	36
TABELA 4-9: LISTAGEM DE TÁXONS DE RÉPTEIS REGISTRADOS ENTRE OS KM 143,120 E 145,120 COM RESPECTIVO NÚMERO DE OCORRÊNCIAS. ....	36
TABELA 4-10: TÁXONS DE AVES E RESPECTIVOS NÚMEROS DE REGISTRO EM CADA CAMPANHA DO PMMAF ENTRE OS KM 61,730 E 63,730. ....	37
TABELA 4-11: <i>BLACKSPOTS</i> OCORRENTES DENTRO DA TERRA INDÍGENA MÃE MARIA PARA O GRUPO MAMÍFEROS SELVAGENS, COM RESPECTIVA CAMPANHA, TÁXON E NÚMERO DE REGISTROS AO LONGO DAS CAMPANHAS DO PMMAF.....	38
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.....	38
TABELA 4-13: TÁXONS AMEAÇADOS DE EXTINÇÃO POR CAMPANHA E RESPECTIVO NÚMERO DE REGISTROS. ....	41
TABELA 4-14: NÚMERO DE ATROPELAMENTOS POR 100 HECTARES POR GRUPO DE AMOSTRAGEM E CLASSE DE USO DO SOLO DOMINANTE .....	41
TABELA 4-15: <i>STATUS</i> DE RELEVÂNCIA DE TRECHO E NECESSIDADE DE ADOÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS A PARTIR DO NÚMERO DE CRITÉRIOS ATENDIDOS.....	44
TABELA 4-16: TABELA-RESUMO REFERENTE ÀS ANÁLISES PARA ADOÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS PARA DIFERENTES CENÁRIOS.....	46
TABELA 4-17: PONTOS CRÍTICOS COM RESPECTIVOS KM E TIPO DE PASSAGEM A SER INSTALADA.....	47

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: MAPA CONTENDO OS <i>BLACKSPOTS</i> IDENTIFICADOS PARA O GRUPO “AMEAÇADO DE EXTINÇÃO” E “MAMÍFEROS SELVAGENS”, NA REGIÃO DOS MICROCORREDORES ECOLÓGICOS C7, C8 E C9.....	40
---	----

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: TOTAL DE REGISTROS DE FAUNA ENCONTRADA SOBRE TRILHOS DURANTE AS CAMPANHAS DO PMMAF NA EFC. ....	11
GRÁFICO 2: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PORCENTAGEM OCORRÊNCIAS POR GRUPO FAUNÍSTICO AO LONGO DAS CAMPANHAS DO PMMAF. ....	12
GRÁFICO 3: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA PORCENTAGEM DE REGISTROS POR GRUPO DE VERTEBRADOS TERRESTRES AO LONGO DAS CAMPANHAS DO PMMAF. ....	13
GRÁFICO 4: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RELAÇÃO ENTRE TÁXONS E TIPO DE ANIMAL DURANTE MONITORAMENTO DA FAUNA ATROPELADA DURANTE AS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6.....	15
GRÁFICO 5: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA RELAÇÃO ENTRE TÁXONS E CONDIÇÕES DOS REGISTROS DURANTE AS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6 DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO E MITIGAÇÃO DE ATROPELAMENTO DE FAUNA DA EFC. ....	17
GRÁFICO 6: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DA HERPETOFAUNA EM MENOR NÍVEL TAXONÔMICO (IDENTIFICAÇÃO IMPRECISA), NAS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6. ....	18
GRÁFICO 7: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS ESPÉCIMES DE ANFÍBIOS COM IDENTIFICAÇÃO COMPLETA REGISTRADOS NAS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6.....	19
GRÁFICO 8: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS ESPÉCIMES DE MAMÍFEROS SELVAGENS COM IDENTIFICAÇÃO COMPLETA REGISTRADOS NAS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6. ....	20
GRÁFICO 9: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS ESPÉCIMES DE MAMÍFEROS DOMÉSTICOS COM IDENTIFICAÇÃO COMPLETA REGISTRADOS NAS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6. ....	20
GRÁFICO 10: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS ESPÉCIMES DE RÉPTEIS COM IDENTIFICAÇÃO COMPLETA REGISTRADOS NAS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6.....	22
GRÁFICO 11: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS ESPÉCIMES DE AVES COM IDENTIFICAÇÃO COMPLETA REGISTRADOS NAS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6. ....	23
GRÁFICO 12: REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS INDÍCIOS DOS REGISTROS DO NÃO ATROPELAMENTO DA FAUNA NA EFC DURANTE AS CAMPANHAS 0, 3, 4, 5 E 6. ....	32
GRÁFICO 13: GRÁFICOS EXIBINDO OS GRUPOS DE ANÁLISE E RESPECTIVOS <i>BLACKSPOTS</i> NO DECORRER DAS CAMPANHAS DO PMMAF. ....	34

## LISTA DE FOTOS

FOTO 1: REGISTRO VIVO DO ESPÉCIME <i>CANIS FAMILIARIS</i> . .....	21
FOTO 2: REGISTRO VIVO DO ESPÉCIME <i>RHINOCEMMYS PUNCTULARIA</i> . .....	21
FOTO 3: <i>LEPTODACTYLUS MACROSTERNUM</i> EM VISTA DORSAL, SEM LESÕES APARENTES. ....	30
FOTO 4: <i>LEPTODACTYLUS MACROSTERNUM</i> EM VISTA VENTRAL, SEM LESÕES APARENTES. ....	30
FOTO 5: <i>CANIS FAMILIARIS</i> AMARRADO AO TRILHO. ....	31
FOTO 6: <i>SPILOTES PULLATUS</i> AMARRADO AO TRILHO. ....	31
FOTO 7: <i>AMPHISBAENA FULIGINOSA</i> APRESENTANDO INJÚRIAS INCOMPATÍVEIS COM OS RODEIROS DO TREM. ....	31
FOTO 8: OFERENDA DISPOSTA NA ADJACÊNCIA DA FERROVIA CONTENDO ALIMENTOS E GARRAFAS DE BEBIDAS. ....	31

## 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 e 6 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. Já as campanhas 3, 4 e 5 foram realizadas no ano de 2013, enquanto que Campanha 6 foi realizada em fevereiro de 2014. 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.**

Campanha	Data Início	Data Fim
Campanha 0	10/06/2011	05/08/2011
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

## 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 dos principais trechos de mortalidade na ferrovia foi realizada através de análises *HotSpot* bi-dimensional. Nesta análise, a ferrovia é dividida em segmentos de 50 metros de tamanho. 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 os *blackspots* de mortalidade significativos.

### 3.2.2 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 3-2**) 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 “Nulo”. 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 a fim de se obter um índice. A partir desse índice as discussões foram realizadas.

**Tabela 3-2: Classes de uso do solo definidas para a análise de paisagem do PMMaf e respectiva descrição.**

Classe	Descrição
Agrupamento Arbóreo	Primordialmente pomares e jardins de residências, fazendas e sítios.
Ambiente Agrosilvopastoril	Nessa classe incluem áreas de cultivo, diversos tipos de pasto, além de eucaliptais.
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.
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.
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 cinco campanhas do PMMaf realizado na EFC, compreendidas entre junho e agosto de 2011 e junho a fevereiro de 2014. Verificou-se um total de 9449 espécimes da fauna, sendo 99 invertebrados e 9350 vertebrados, estes pertencentes a 199 táxons distribuídos em quatro classes (Amphibia, Reptilia, Aves e Mammalia, além daqueles vertebrados indeterminados). O Gráfico 1 apresenta o total de ocorrências do monitoramento por campanha.

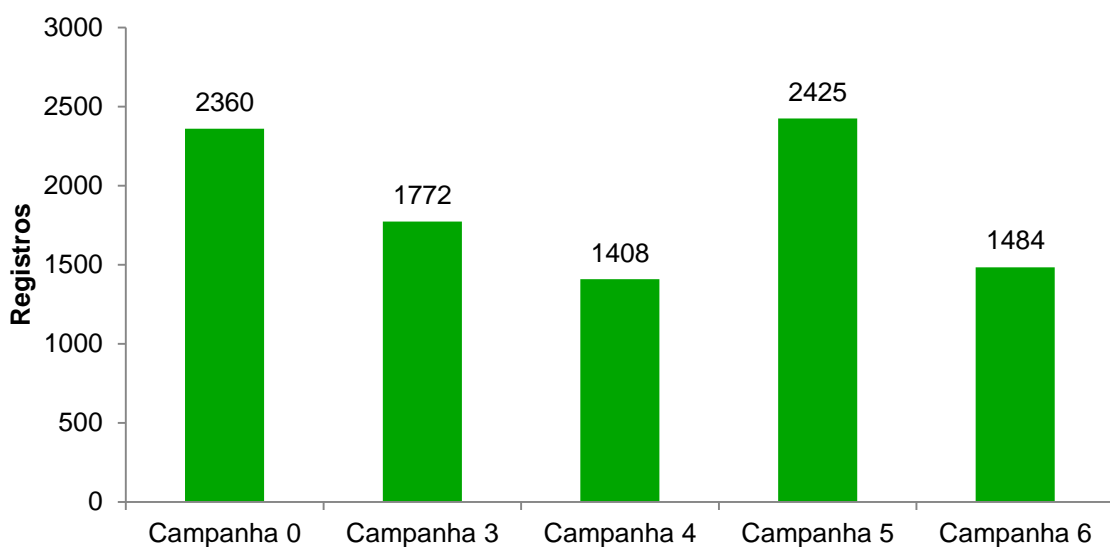


Gráfico 1: Total de registros de fauna encontrada sobre trilhos durante as campanhas do PMMaf na EFC.

As campanhas com as maiores ocorrências foram a campanha 0, com 2360 indivíduos, seguida da campanha 5, com 2425 espécimes. A campanha 3 totalizou 1772 exemplares da fauna, a campanha 6 registrou 1484 indivíduos, ao passo que a campanha 4 catalogou 1485 espécimes. 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 nas cinco campanhas de monitoramento é apresentado na Tabela 4-1. Percebe-se que na campanha inicial, o maior número de registros foi de mamíferos. Em 2013, as campanhas 3 e 4 apresentaram números aproximados de registros para anfíbios e mamíferos e as campanhas 5 e 6 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 as campanhas 0, 3, 4, 5 e 6.**

Táxon	Campanha 0	Campanha 3	Campanha 4	Campanha 5	Campanha 6	Total Geral
Anfíbio	692	643	594	1832	1026	4787

Táxon	Campanha 0	Campanha 3	Campanha 4	Campanha 5	Campanha 6	Total Geral
Aracnídeo		14	10	6	11	41
Ave	176	140	134	92	64	606
Crustáceo	4	17	5	6	4	36
Indeterminado	41	6	5			52
Inseto		19			3	22
Mamífero	976	587	423	278	187	2451
Peixe	2					2
Réptil	469	346	237	211	189	1452
<b>Total Geral</b>	<b>2360</b>	<b>1772</b>	<b>1408</b>	<b>2425</b>	<b>1484</b>	<b>9449</b>

A variação do número de ocorrências dos grupos faunísticos durante os anos pode ser observada no Gráfico 2. O percentual de registros retrocedeu no intervalo entre 2011 e 2014, atingindo 16% do total de ocorrências na ferrovia.

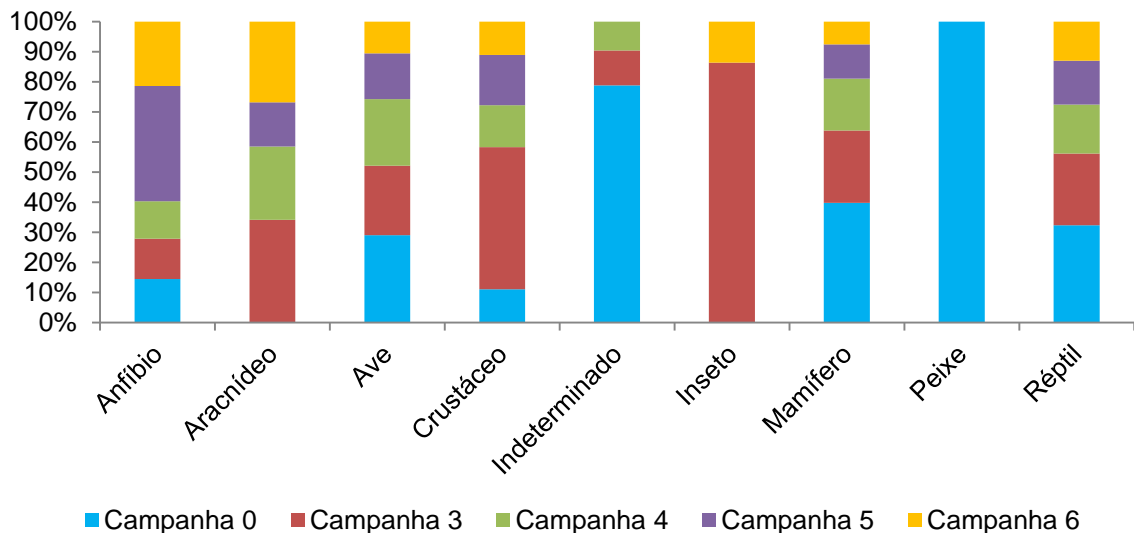


Gráfico 2: Representação gráfica da porcentagem de ocorrências por grupo faunístico ao longo das campanhas do PMMaf.

Com base no Gráfico 3, dentre o total de vertebrados terrestres identificados em nível de classe (n = 9296) registrados nas cinco campanhas, é notório que o grupo dos anfíbios foi o de maior ocorrência, com 4787 indivíduos (51%), seguido de mamíferos com 2451 (26%) registros, répteis 1452 (16%) ocorrências e aves com 606 (7%) espécimes registrados.

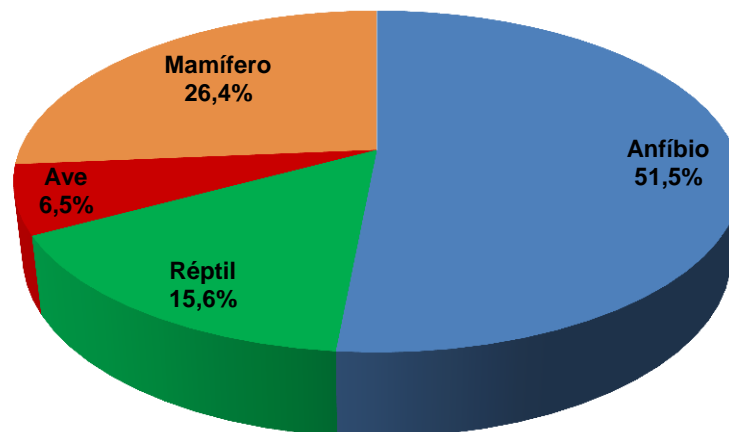


Gráfico 3: Representação gráfica da porcentagem de registros por grupo de vertebrados terrestres ao longo das campanhas do PMMaf.

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. Para os invertebrados existe a 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 7784 (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.

Os dados da Tabela 4-2 são apontados no Gráfico 4, das quais 759 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 759 registros indeterminados, apenas 52 não tiveram sua identificação em pelo menos nível de Classe, sendo classificado então como Vertebrado Indeterminado.

**Tabela 4-2: Relação entre táxons de vertebrados e tipo de animal durante as campanhas 0, 3, 4, 5 e 6.**

Campanha/Táxon	Doméstico	Selvagem	Indeterminado
<b>Campanha 0</b>	<b>259</b>	<b>1610</b>	<b>485</b>
Anfíbio		692	
Réptil		469	
Ave	5	159	12
Mamífero	254	290	432
Indeterminado			41
<b>Campanha 3</b>	<b>245</b>	<b>1344</b>	<b>133</b>

<b>Campanha/Táxon</b>	<b>Doméstico</b>	<b>Selvagem</b>	<b>Indeterminado</b>
Anfíbio		643	
Réptil		346	
Ave	4	132	4
Mamífero	241	223	123
Indeterminado			6
<b>Campanha 4</b>	<b>123</b>	<b>1167</b>	<b>103</b>
Anfíbio		594	
Réptil		237	
Ave	5	128	1
Mamífero	118	208	97
Indeterminado			5
<b>Campanha 5</b>	<b>98</b>	<b>2291</b>	<b>24</b>
Anfíbio		1832	
Réptil		211	
Ave	2	90	
Mamífero	96	158	24
Indeterminado			
<b>Campanha 6</b>	<b>80</b>	<b>1372</b>	<b>14</b>
Anfíbio		1026	
Réptil		189	
Ave	5	59	
Mamífero	75	98	14
Indeterminado			
<b>Total Geral</b>	<b>805</b>	<b>7784</b>	<b>759</b>

Em relação ao tipo de registro dos vertebrados terrestres, 6319 ocorrências (67,6%) foram de carcaça e 2808 (30%) de ossada. A taxa carcaça/ossada foi maior do que 1 ( $n = 2,25$ ), indicando que houve mais registros de carcaças do que de ossadas, o que indica que mais do que o dobro dos animais registrados em campo ainda não tinham atingido total estágio de decomposição. Contudo, ao se analisar apenas a Campanha 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 44 ocorrências e 89 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.

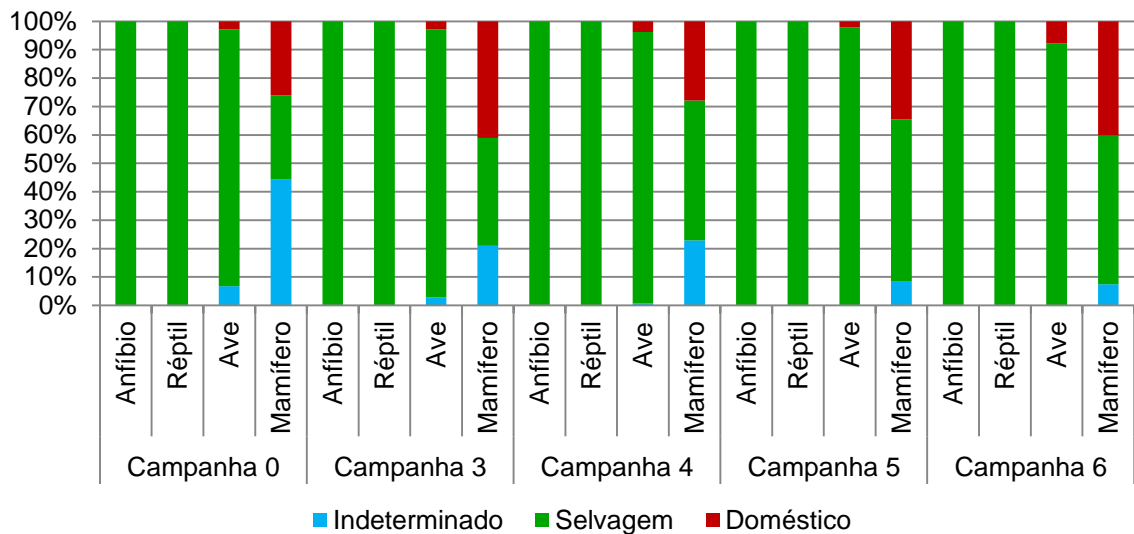


Gráfico 4: Representação gráfica da relação entre táxons e tipo de animal durante monitoramento da fauna atropelada durante as campanhas 0, 3, 4, 5 e 6.

Tabela 4-3: Tabela-síntese de registros de vertebrados encontrados sobre trilhos durante as campanhas 0, 3, 4, 5 e 6 com respectivo status de condição do animal registrado.

Campanha/Táxon	Carcaça	Ossada	Carapaça	Ferido	Vivo
<b>Campanha 0</b>	<b>1126</b>	<b>1169</b>	<b>48</b>	<b>2</b>	<b>9</b>
Anfíbio	639	47		1	5
Réptil	170	254	44		1
Ave	93	81			2
Mamífero	214	756	4	1	1
Indeterminado	10	31			
<b>Campanha 3</b>	<b>970</b>	<b>712</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>10</b>
Anfíbio	574	63		1	5
Réptil	98	216	26	1	5
Ave	84	56			
Mamífero	214	371	2		
Indeterminado		6			
<b>Campanha 4</b>	<b>925</b>	<b>438</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>14</b>
Anfíbio	530	53	2	1	8
Réptil	91	137	5	2	2
Ave	92	39		1	2
Mamífero	211	206	4		2
Indeterminado	1	3	1		
<b>Campanha 5</b>	<b>2060</b>	<b>313</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>20</b>
Anfíbio	1700	110		11	11
Réptil	113	88	6		4
Ave	73	16			3
Mamífero	174	99	3		2
<b>Campanha 6</b>	<b>1238</b>	<b>176</b>	<b>9</b>	<b>25</b>	<b>18</b>
Anfíbio	978	13	2	23	10

Campanha/Táxon	Carcaça	Ossada	Carapaça	Ferido	Vivo
Réptil	86	95	4		4
Ave	50	11	1	1	1
Mamífero	124	57	2	1	3
<b>Total Geral</b>	<b>6319</b>	<b>2808</b>	<b>106</b>	<b>44</b>	<b>71</b>
<b>Total %</b>	<b>67,6</b>	<b>30,0</b>	<b>1,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,8</b>

O Gráfico 5 representa visualmente os dados da Tabela 4-3. Na campanha 0, a maior parte dos registros se tratava de ossadas ( $n = 1171$ ). 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, devido aos monitoramentos que ocorreram em 2011 e 2012, que retiraram parte das ossadas.

Por conta da periodicidade trimestral das campanhas, o número de carcaças maior do que o de ossadas prevaleceu. A campanha 5 apresentou o maior número de carcaças ( $n = 2063$ ) quando comparada com as demais campanhas, fato que pode estar relacionado ao início da estação chuvosa na região (Maranhão e Pará), momento em que há maior movimentação dos animais em decorrência de fatores como a reprodução e disponibilidade de alimento.

Uma grande eficiência na identificação dos animais é observada nas amostras das campanhas 5 e 6. 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, apenas 21,9% dos animais registrados não foram identificados pelo menos em nível de gênero, totalizando 2033 registros. A nível taxonômico de gênero (somadas as espécies identificadas e de identificação imprecisa), dentre os animais com maior número de ocorrências destacam-se os anfíbios *Rhinella* ( $n = 2510$ ; 27,0%) e *Leptodactylus* ( $n = 934$ ; 10,0%).

No que tange aos espécimes de vertebrados terrestres identificados no menor nível taxonômico, mas de diagnóstico impreciso, totalizaram 164 registros, exclusivamente para herpetofauna (147 anfíbios e 17 répteis), correspondendo a apenas 1,8% do total de ocorrências nas cinco campanhas (Gráfico 6). Tal fato indica que a identificação precisa de animais diminutos e com grande quantidade de água em seus corpos possui maior grau de dificuldade, provavelmente devido à perda de caracteres sinapomórficos pelas rápidas condições de decomposição das carcaças.



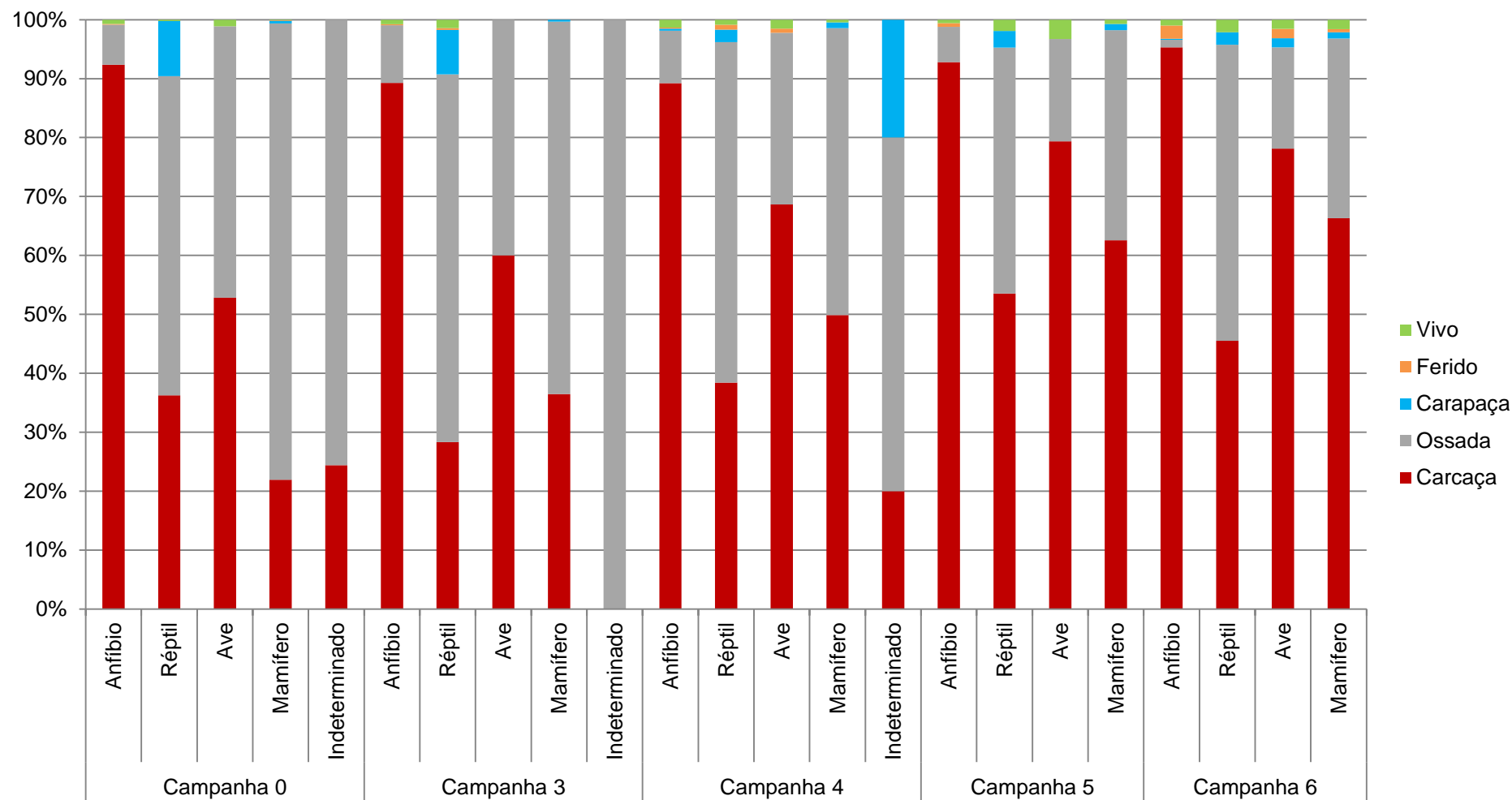


Gráfico 5: Representação gráfica da relação entre táxons e condições dos registros durante as campanhas 0, 3, 4, 5 e 6 do Programa de Monitoramento e Mitigação de Atropelamento de Fauna da EFC.

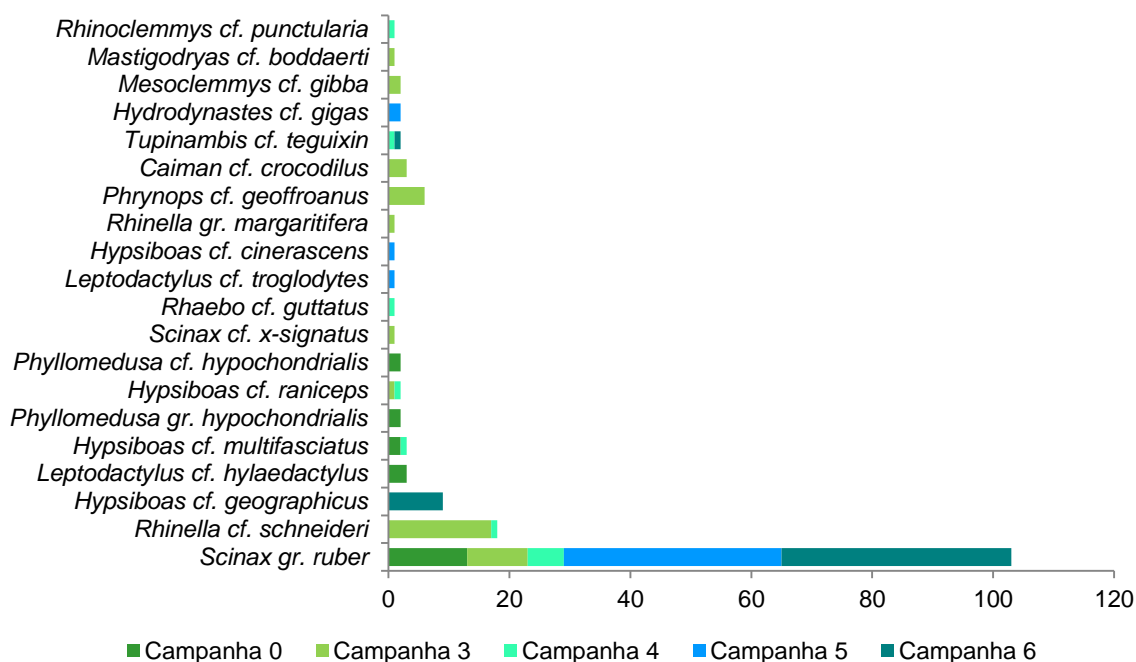


Gráfico 6: Representação gráfica da herpetofauna em menor nível taxonômico (identificação imprecisa), nas campanhas 0, 3, 4, 5 e 6.

Dos 4.363 táxons de vertebrados identificados ao menor nível taxonômico (espécie), 1768 são de anfíbios (40,5%), 1611 espécies são de mamíferos (36,9%), 539 representam os répteis (12,4%) e 445 espécies de aves (10,2%).

Nas cinco campanhas, o Gráfico 7 ilustra os táxons mais registrados para os anfíbios, dentre eles: *Leptodactylus macrosternum* (n = 439; 25%), seguido de *Rhinella schneideri* (n = 374; 21%), *Leptodactylus fuscus* (n = 160; 9%); *Trachycephalus typhonius* (n = 130; 7%); *Phyllomedusa hypochondrialis* (n = 89; 5%), *Hypsiboas raniceps* (n = 75; 4%), *Hypsiboas multifasciatus* (n = 72; 4%), *Rhinella marina* (n = 69; 4%), *Hypsiboas geographicus* (n = 50; 3%), *Rhinella jimi* (n = 48; 3%) e *Scinax x-signatus* (n = 34; 2%).

Dentre os mamíferos selvagens (n = 827), o táxon mais comum foi *Cerdocyon thous* (n = 333; 40%), seguido de *Tamandua tetradactyla* (n = 206; 25%); *Hydrochoerus hydrochaeris* (n = 71; 9%); *Euphractus sexcinctus* (n = 47; 6%); *Dasybus novemcinctus* (n = 31; 4%); *Procyon cancrivorus* (n = 30; 4%); *Bradypus variegatus* (n = 29; 4%); *Didelphis marsupialis* (n = 21; 3%), *Cuniculus paca* (n = 11; 1%) e *Nasua nasua* (n = 11; 1%) (Gráfico 8). Destaque para outros mamíferos registrados, como *Leopardus tigrinus* (n = 2), espécie ameaçada de extinção, classificada na categoria vulnerável (IUCN 2014) e *Leopardus pardalis* (n = 2), também considerado ameaçado (Ibama 2003).

O Gráfico 9 apresenta as ocorrências para mamíferos domésticos (n = 784) mais comuns, tais como, o táxon *Canis familiaris* (n = 395; 50%), *Bos taurus* (n = 175; 22%), *Equus caballus* (n = 108; 14%), *Felis catus* (n = 36; 5%) e *Sus scrofa* (n = 34, 4%).

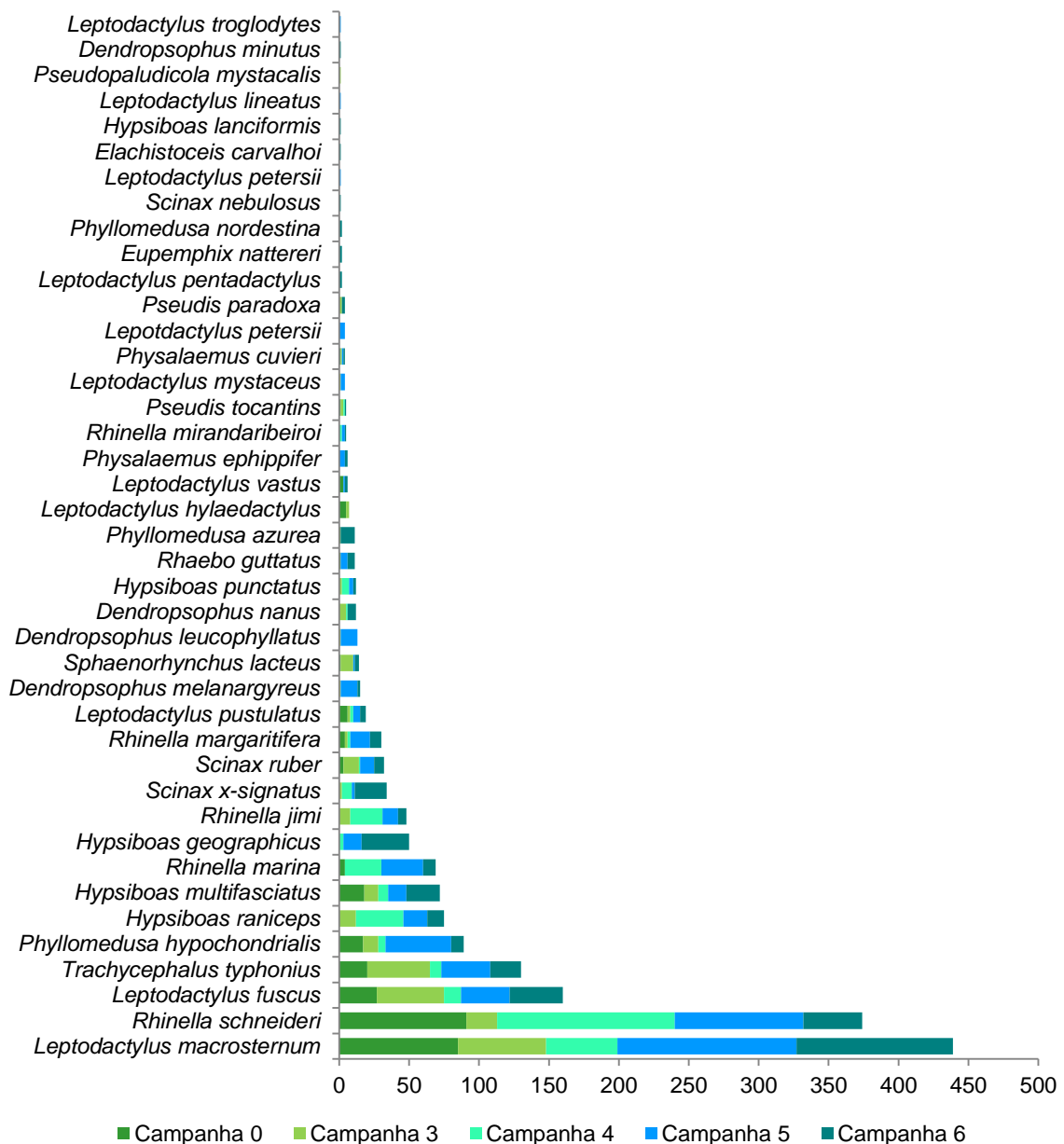


Gráfico 7: Representação gráfica dos espécimes de anfíbios com identificação completa registrados nas campanhas 0, 3, 4, 5 e 6.

O Gráfico 10 demonstra que a maioria dos táxons de répteis registrados foi representado pelas serpentes ( $n = 203$ ), *Boa constrictor* ( $n = 76$ ; 37%), *Leptodeira annulata* ( $n = 26$ ; 13%), *Chironius carinatus* ( $n = 19$ ; 9%), *Spilotes pullatus* ( $n = 11$ ; 5%), *Leptophis ahaetulla* ( $n = 10$ ; 5%), *Pseudoboa nigra* ( $n = 8$ ; 4%) e *Bothrops atrox* ( $n = 8$ ; 4%). Os lagartos ( $n = 189$ ) mais registrados foram *Iguana iguana* ( $n = 59$ ; 31%), seguido de *Tupinambis teguixin* ( $n = 34$ ; 18%), *Tropidurus hispidus* ( $n = 29$ ; 15%), *T. oreadicus* ( $n = 28$ ; 15%) e *Cnemidophorus cryptus* ( $n = 19$ ; 10%). As espécies de quelônios ( $n = 79$ ) de maior ocorrência foram *Chelonoidis denticulata* ( $n = 39$ ; 49%), considerada ameaçada de extinção na categoria vulnerável (IUCN, 2014), *C. carbonaria* ( $n = 14$ ; 18%), *Mesoclemmys gibba* ( $n = 11$ ; 14%) e *Phrynops geoffroanus* ( $n = 5$ ; 6%). As espécies de jacaré ( $n = 63$ ) mais listadas foram *Caiman crocodilus* ( $n = 55$ ; 87%) e *Palaeosuchus palpebrosus* ( $n = 7$ ; 11%).

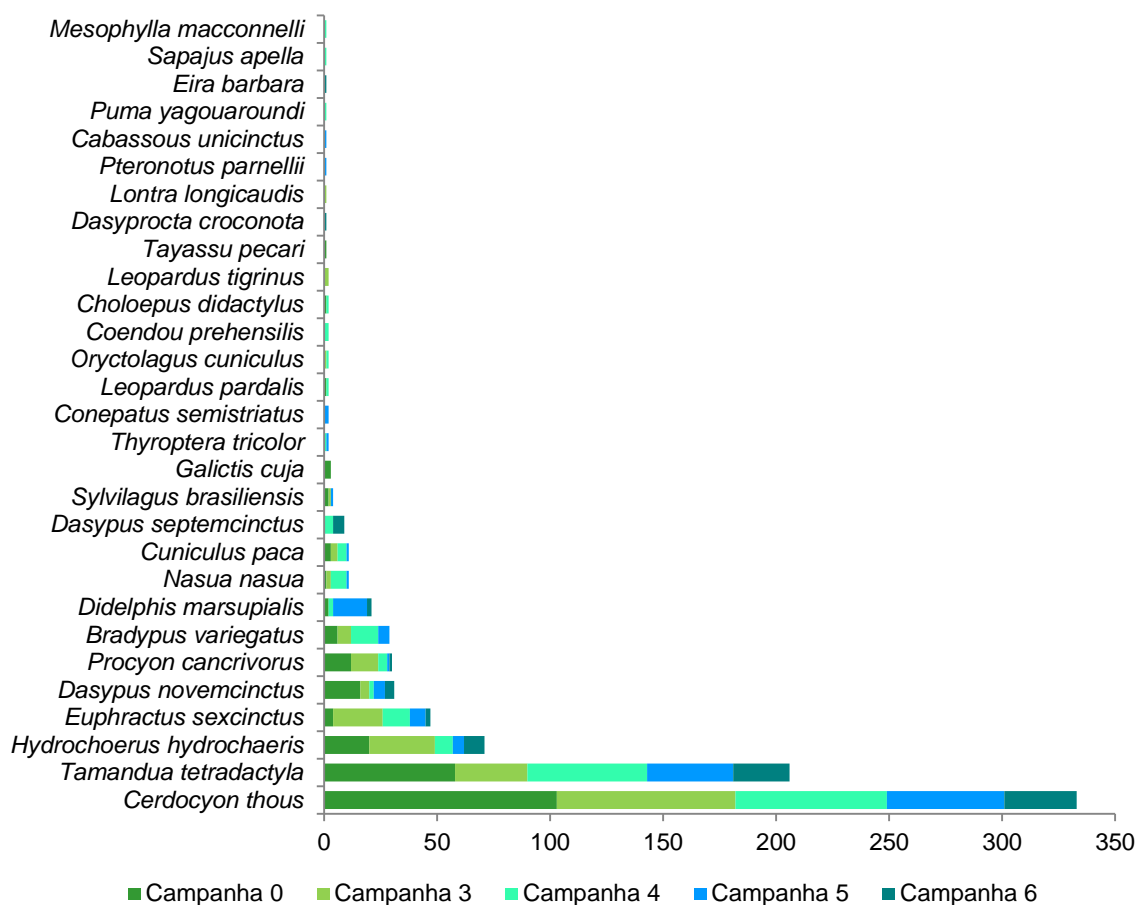


Gráfico 8: Representação gráfica dos espécimes de mamíferos selvagens com identificação completa registrados nas campanhas 0, 3, 4, 5 e 6.

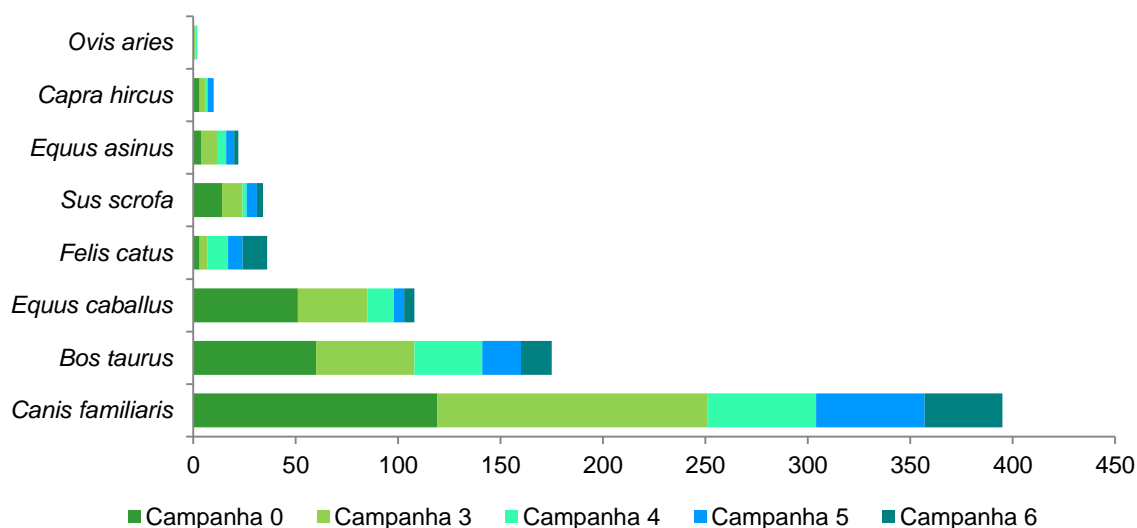


Gráfico 9: Representação gráfica dos espécimes de mamíferos domésticos com identificação completa registrados nas campanhas 0, 3, 4, 5 e 6.

As espécies de aves silvestres (n = 425) mais contabilizadas nas cinco campanhas foram *Coragyps atratus* (n = 301, 71%), *Caracara plancus* (n = 26; 6%), *Hydropsalis albicollis* (n =

12; 3%); *Crotophaga ani* (n = 10; 2%) e *Volatinia jacarina* (n = 10; 2%). As espécies de aves domésticas (n = 18) registradas foram *Gallus gallus* (n = 13; 72%) e *Cairina moschata* (n = 5; 28%) (Gráfico 11).

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



Foto 1: Registro vivo do espécime *Canis familiaris*.

Fonte: Ampla



Foto 2: Registro vivo do espécime *Rhinoclemmys punctularia*.

Fonte: Ampla

Em termos qualitativos, a Tabela 4-5 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.

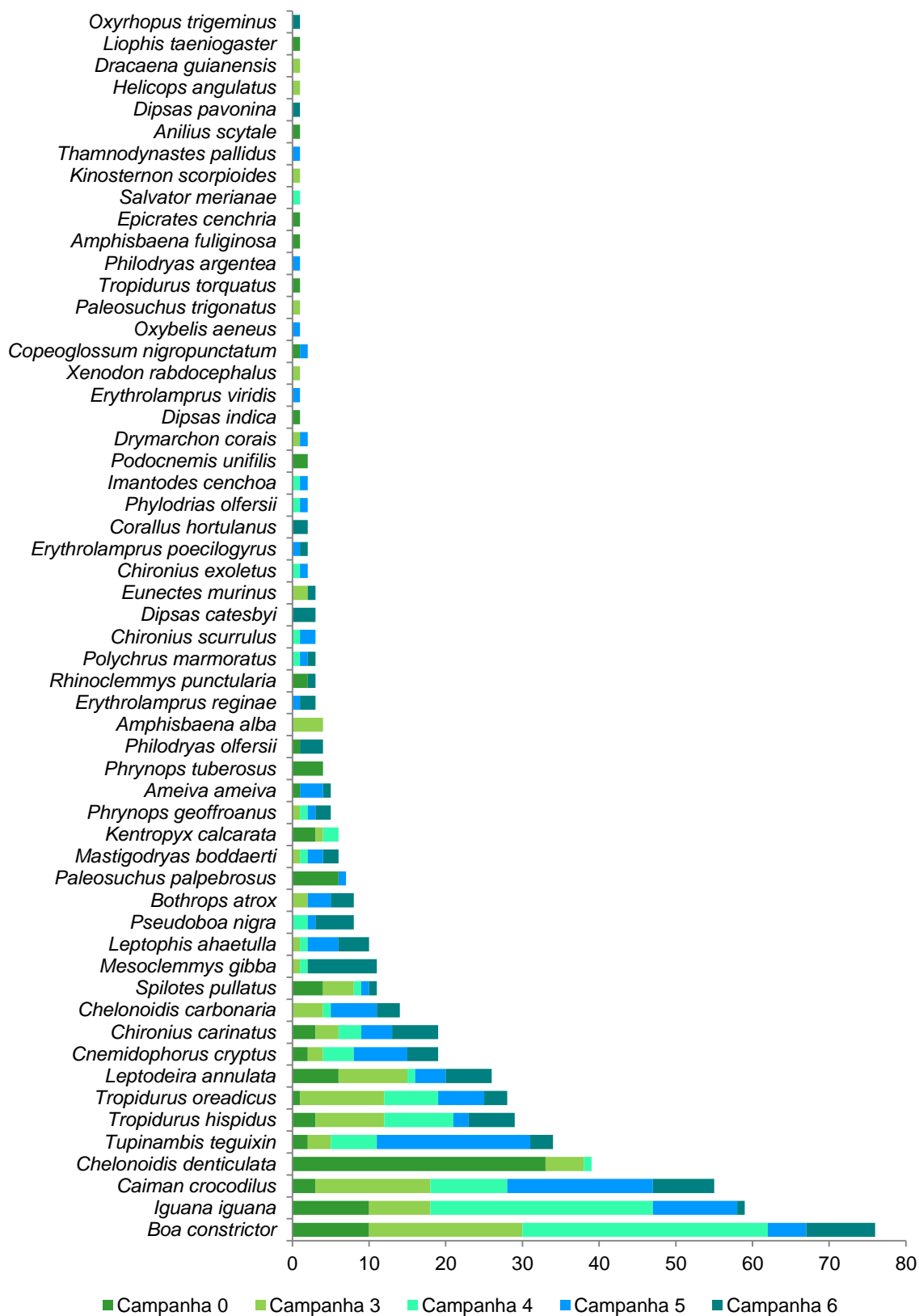


Gráfico 10: Representação gráfica dos espécimes de répteis com identificação completa registrados nas campanhas 0, 3, 4, 5 e 6.

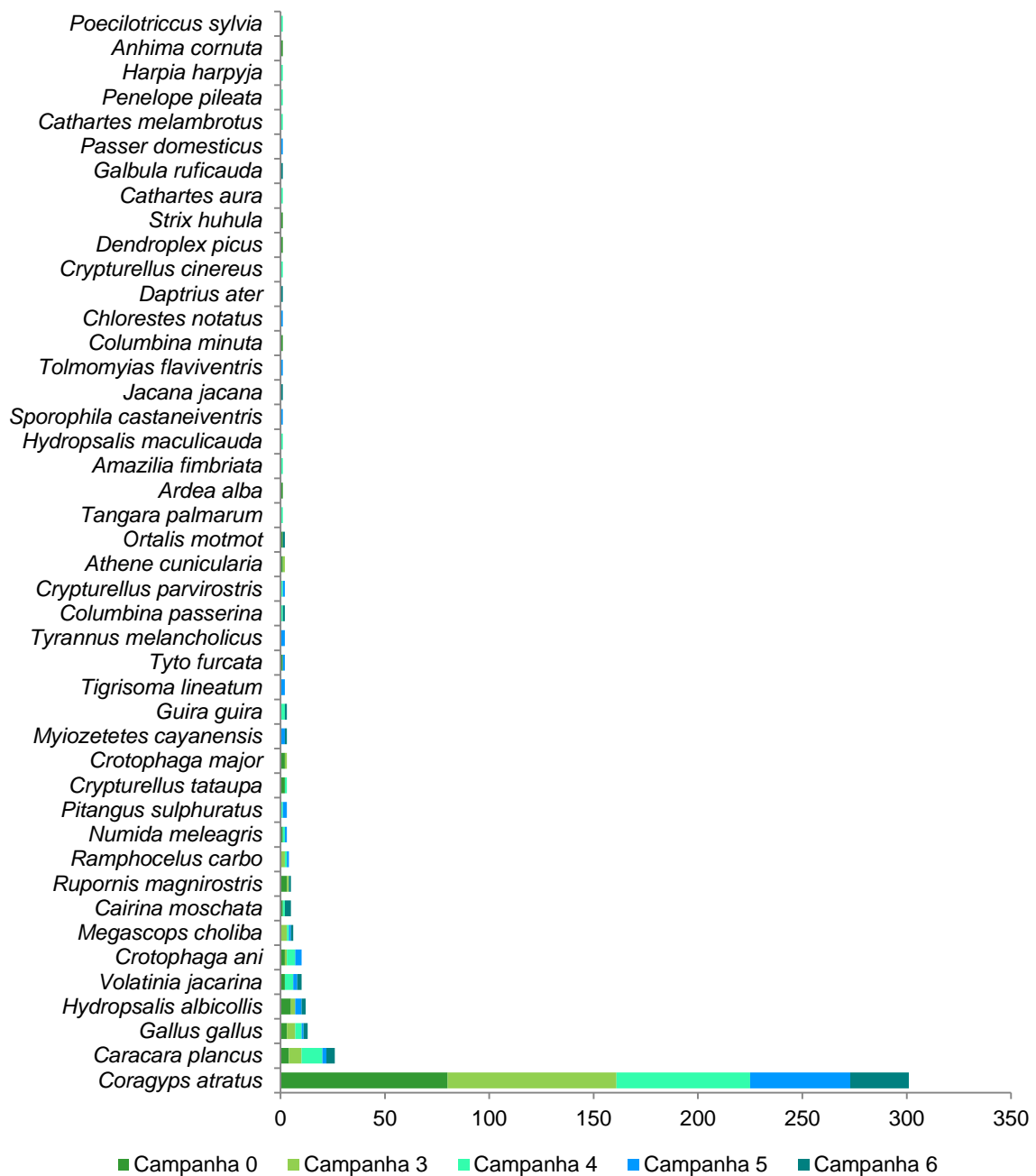


Gráfico 11: Representação gráfica dos espécimes de aves com identificação completa registrados nas campanhas 0, 3, 4, 5 e 6.

Tabela 4-4: Tabela-síntese das ocorrências de espécimes vivos encontrados sobre trilhos durante as campanhas 0, 3, 4, 5 e 6.

Táxon	Campanha 0	Campanha 3	Campanha 4	Campanha 5	Campanha 6	Total
<b>Anfíbio</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>39</b>
Hylidae	1					1
<i>Hypsiboas</i> cf. <i>geographicus</i>					1	1
<i>Hypsiboas multifasciatus</i>	1	1				2
<i>Hypsiboas raniceps</i>			1	1	1	3

Táxon	Campanha 0	Campanha 3	Campanha 4	Campanha 5	Campanha 6	Total
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1	1				2
<i>Leptodactylus macrosternum</i>				3	4	7
<i>Phyllomedusa hypochondrialis</i>	1	2			2	5
<i>Rhinella margaritifera</i>		1				1
<i>Rhinella marina</i>			2	1		3
<i>Rhinella schneideri</i>			4			4
<i>Rhinella</i> sp.				6	1	7
<i>Scinax</i> gr. <i>ruber</i>	1					1
<i>Scinax</i> x-signatus			1		1	2
<b>Aracnídeo</b>		<b>1</b>			<b>9</b>	<b>10</b>
Araneae		1			1	2
Theraphosidae					8	8
<b>Ave</b>	<b>2</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>8</b>
<i>Caracara plancus</i>					1	1
<i>Cathartes aura</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>Tigrisoma lineatum</i>				1		1
<i>Tyrannus melancholicus</i>				1		1
<b>Crustáceo</b>			<b>1</b>		<b>1</b>	<b>2</b>
Brachyura			1		1	2
<b>Inseto</b>		<b>4</b>			<b>2</b>	<b>6</b>
Insecta		1				1
Lepidoptera		2				2
Mantodea		1				1
Orthoptera					2	2
<b>Mamífero</b>	<b>1</b>		<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
<i>Bradypus variegatus</i>			1			1
<i>Canis familiaris</i>	1			2	1	4
<i>Eira barbara</i>					1	1
<i>Nasua nasua</i>			1			1
<i>Sus scrofa</i>					1	1
<b>Réptil</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>16</b>
<i>Amphisbaena alba</i>		2				2
<i>Chelonoidis denticulata</i>		1				1
<i>Erythrolamprus viridis</i>				1		1
<i>Eunectes murinus</i>					1	1
<i>Iguana iguana</i>			1	1		2
Lacertilia	1					1
<i>Leptophis ahaetulla</i>					1	1
<i>Philodryas olfersii</i>				1	1	2
<i>Polychrus marmoratus</i>			1			1
<i>Rhinoclemmys punctularia</i>					1	1



Táxon	Campanha 0	Campanha 3	Campanha 4	Campanha 5	Campanha 6	Total
<i>Tropidurus hispidus</i>		1				1
<i>Tupinambis teguixin</i>				1		1
<i>Xenodon rabdocephalus</i>		1				1
<b>Total Geral</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>89</b>

**Tabela 4-5: Grupos faunísticos e total de ocorrências (N) por táxon ao longo das cinco campanhas do PMMaf.**

Táxon	N	Táxon	N
<b>Anfíbio</b>	<b>4787</b>	<i>Leptodactylus hylaedactylus</i>	7
<i>Rhinella</i> sp.	1965	<i>Leptodactylus vastus</i>	6
<i>Leptodactylus macrosternum</i>	439	<i>Physalaemus ephippifer</i>	6
<i>Rhinella schneideri</i>	374	<i>Rhinella mirandaribeiroi</i>	5
<i>Leptodactylus</i> sp.	286	<i>Pseudis tocantins</i>	5
Hylidae	177	<i>Leptodactylus petersii</i>	4
<i>Scinax</i> sp.	176	<i>Pseudis paradoxa</i>	4
<i>Leptodactylus fuscus</i>	160	<i>Physalaemus cuvieri</i>	4
<i>Trachycephalus typhonius</i>	130	<i>Leptodactylus mystaceus</i>	4
<i>Hypsiboas</i> sp.	127	<i>Hypsiboas</i> cf. <i>multifasciatus</i>	3
<i>Scinax</i> gr. <i>ruber</i>	103	<i>Leptodactylus</i> cf. <i>hylaedactylus</i>	3
Anura	97	<i>Hypsiboas</i> cf. <i>raniceps</i>	2
<i>Phyllomedusa hypochondrialis</i>	89	<i>Leptodactylus pentadactylus</i>	2
<i>Hypsiboas raniceps</i>	75	<i>Phyllomedusa</i> gr. <i>hypochondrialis</i>	2
<i>Hypsiboas multifasciatus</i>	72	<i>Eupemphix nattereri</i>	2
<i>Rhinella marina</i>	69	<i>Phyllomedusa nordestina</i>	2
<i>Hypsiboas geographicus</i>	50	<i>Phyllomedusa</i> cf. <i>hypochondrialis</i>	2
<i>Rhinella jimi</i>	48	<i>Caecilia</i> sp.	1
<i>Scinax x-signatus</i>	34	<i>Leptodactylus</i> cf. <i>troglodytes</i>	1
<i>Scinax ruber</i>	32	<i>Leptodactylus troglodytes</i>	1
<i>Rhinella margaritifera</i>	30	<i>Rhaebo</i> cf. <i>guttatus</i>	1
Amphibia	20	<i>Leptodactylus petersii</i>	1
<i>Leptodactylus pustulatus</i>	19	<i>Hypsiboas</i> cf. <i>cinerascens</i>	1
<i>Rhinella</i> cf. <i>schneideri</i>	18	<i>Scinax nebulosus</i>	1
<i>Dendropsophus melanargyreus</i>	15	<i>Elachistoceis carvalhoi</i>	1
<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	14	<i>Dendropsophus minutus</i>	1
<i>Phyllomedusa</i> sp.	13	<i>Pseudopaludicola mystacalis</i>	1
<i>Dendropsophus leucophyllatus</i>	13	<i>Leptodactylus lineatus</i>	1
<i>Dendropsophus nanus</i>	12	<i>Hypsiboas lanciformis</i>	1
<i>Hypsiboas punctatus</i>	12	<i>Scinax</i> cf. <i>x-signatus</i>	1
<i>Phyllomedusa azurea</i>	11	<i>Rhinella</i> gr. <i>margaritifera</i>	1
<i>Rhaebo guttatus</i>	11	<b>Aracnídeo</b>	<b>41</b>
<i>Dendropsophus</i> sp.	10	Aranea	31
<i>Hypsiboas</i> cf. <i>geographicus</i>	9	Theraphosidae	10

Táxon	N
<b>Ave</b>	<b>606</b>
<i>Coragyps atratus</i>	301
Cathartidae	98
<i>Caracara plancus</i>	26
<i>Gallus gallus</i>	13
<i>Hydropsalis albicollis</i>	12
Aves	11
<i>Volatinia jacarina</i>	10
<i>Crotophaga ani</i>	10
Accipitridae	8
<i>Cathartes</i> sp.	8
<i>Megascops choliba</i>	6
<i>Rupornis magnirostris</i>	5
<i>Cairina moschata</i>	5
Caprimulgidae	5
<i>Ramphocelus carbo</i>	4
Falconiformes	4
Galliforme	4
Tyrannidae	3
<i>Crotophaga major</i>	3
<i>Pitangus sulphuratus</i>	3
<i>Myiozetetes cayanensis</i>	3
<i>Crypturellus tataupa</i>	3
<i>Numida meleagris</i>	3
<i>Megascops</i> sp.	3
Passeriformes	3
<i>Guira guira</i>	3
<i>Tigrisoma lineatum</i>	2
Phasianidae	2
<i>Tyrannus melancholicus</i>	2
<i>Columbina passerina</i>	2
<i>Crypturellus parvirostris</i>	2
<i>Leptotila</i> sp.	2
Tinamidae	2
<i>Athene cunicularia</i>	2
<i>Tyto furcata</i>	2
<i>Ortalis motmot</i>	2
<i>Elaenia</i> sp.	2
<i>Sporophila</i> sp.	1
<i>Daptrius ater</i>	1
<i>Amazilia fimbriata</i>	1
Cracidae	1

Táxon	N
<i>Cathartes melambrotus</i>	1
<i>Myiarchus</i> sp.	1
<i>Strix huhula</i>	1
<i>Anhima cornuta</i>	1
<i>Tolmomyias flaviventris</i>	1
<i>Cathartes aura</i>	1
<i>Galbula ruficauda</i>	1
<i>Chlorestes notatus</i>	1
<i>Sporophila castaneiventris</i>	1
<i>Passer domesticus</i>	1
Strigidae	1
<i>Dendroplex picus</i>	1
<i>Tangara palmarum</i>	1
<i>Penelope pileata</i>	1
<i>Hydropsalis maculicauda</i>	1
<i>Columbina minuta</i>	1
<i>Turdus</i> sp.	1
<i>Crypturellus cinereus</i>	1
<i>Jacana jacana</i>	1
<i>Poecilotriccus sylvia</i>	1
<i>Ardea alba</i>	1
<i>Harpia harpyja</i>	1
<i>Crotophaga</i> sp.	1
<b>Crustáceo</b>	<b>36</b>
Brachyura	36
<b>Indeterminado</b>	<b>52</b>
Vertebrata	52
<b>Inseto</b>	<b>22</b>
Insecta	10
Orthoptera	6
Brachycera	2
Lepidoptera	2
Coleoptera	1
Mantodea	1
<b>Mamífero</b>	<b>2451</b>
<i>Canis familiaris</i>	395
Canidae	382
<i>Cerdocyon thous</i>	333
Mammalia	262
<i>Tamandua tetradactyla</i>	206
<i>Bos taurus</i>	175
<i>Equus caballus</i>	108

Táxon	N
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	71
<i>Euphractus sexcinctus</i>	47
<i>Didelphis</i> sp.	42
<i>Felis catus</i>	36
<i>Sus scrofa</i>	34
Rodentia	33
<i>Dasytus novemcinctus</i>	31
<i>Procyon cancrivorus</i>	30
<i>Bradypus variegatus</i>	29
Carnivora	28
<i>Equus asinus</i>	22
<i>Didelphis marsupialis</i>	21
Dasypodidae	16
Felidae	15
Chiroptera	13
<i>Cuniculus paca</i>	11
<i>Nasua nasua</i>	11
<i>Capra hircus</i>	10
<i>Dasytus septemcinctus</i>	9
Didelphidae	5
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	4
<i>Bradypus</i> sp.	4
<i>Philander</i> sp.	4
Phyllostomidae	4
Pilosa	4
Primates	3
<i>Marmosa</i> sp.	3
<i>Galictis cuja</i>	3
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	2
<i>Choloepus didactylus</i>	2
Phyllostominae	2
<i>Leopardus pardalis</i>	2
<i>Dasytus</i> sp.	2
<i>Leopardus tigrinus</i>	2
<i>Thyroptera tricolor</i>	2
<i>Conepatus semistriatus</i>	2
<i>Dasyprocta</i> sp.	2
Marsupialia	2
<i>Coendou prehensilis</i>	2
Molossidae	2
<i>Coendou</i> sp.	2
<i>Monodelphis</i> sp.	2

Táxon	N
<i>Ovis aries</i>	2
<i>Mazama</i> sp.	1
<i>Felis</i> sp.	1
<i>Sapajus apella</i>	1
<i>Dasyprocta croconota</i>	1
Tayassuidae	1
<i>Mesophylla macconnelli</i>	1
<i>Eira barbara</i>	1
<i>Lonchorhina</i> sp.	1
Suidae	1
<i>Euphractus</i> sp.	1
<i>Lontra longicaudis</i>	1
Bradypodidae	1
<i>Tayassu pecari</i>	1
<i>Pteronotus parnellii</i>	1
<i>Puma yagouaroundi</i>	1
Lagomorpha	1
<i>Cabassous unicinctus</i>	1
<b>Peixe</b>	<b>2</b>
Pisces	2
<b>Réptil</b>	<b>1452</b>
Colubridae	305
Serpentes	269
Alligatoridae	90
<i>Boa constrictor</i>	76
<i>Iguana iguana</i>	59
<i>Caiman crocodilus</i>	55
Dipsadidae	44
<i>Chelonoidis denticulata</i>	39
<i>Chironius</i> sp.	35
<i>Tupinambis teguixin</i>	34
<i>Tropidurus hispidus</i>	29
<i>Tropidurus oreadicus</i>	28
<i>Leptodeira annulata</i>	26
Lacertilia	25
Reptilia	24
<i>Cnemidophorus cryptus</i>	19
Testudines	19
<i>Chironius carinatus</i>	19
Boidae	15
<i>Chelonoidis carbonaria</i>	14
<i>Chelonoidis</i> sp.	14

Táxon	N
<i>Mesoclemmys gibba</i>	11
<i>Spilotes pullatus</i>	11
<i>Leptophis ahaetulla</i>	10
<i>Tupinambis</i> sp.	10
Teiidae	10
Chelidae	8
<i>Pseudoboa nigra</i>	8
<i>Bothrops atrox</i>	8
<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	7
<i>Tropidurus</i> sp.	7
Lacertidae	7
<i>Phrynops</i> cf. <i>geoffroanus</i>	6
<i>Mastigodryas boddaerti</i>	6
<i>Kentropyx calcarata</i>	6
<i>Philodryas olfersii</i>	6
<i>Phrynops geoffroanus</i>	5
<i>Ameiva ameiva</i>	5
<i>Phrynops tuberosus</i>	4
Testudinidae	4
<i>Amphisbaena alba</i>	4
<i>Cnemidophorus</i> sp.	3
<i>Polychrus marmoratus</i>	3
<i>Dipsas catesbyi</i>	3
<i>Erythrolamprus reginae</i>	3
<i>Caiman</i> cf. <i>crocodilus</i>	3
<i>Eunectes murinus</i>	3
<i>Rhinoclemmys punctularia</i>	3
<i>Chironius scurrulus</i>	3
<i>Mesoclemmys</i> cf. <i>gibba</i>	2
<i>Corallus hortulanus</i>	2
<i>Drymarchon corais</i>	2
<i>Chironius exoletus</i>	2
<i>Imantodes cenchoa</i>	2
<i>Hydrodynastes</i> cf. <i>gigas</i>	2
<i>Tupinambis</i> cf. <i>teguixin</i>	2
<i>Erythrolamprus poecilogyrus</i>	2
Viperidae	2
<i>Podocnemis unifilis</i>	2
<i>Anilius scytale</i>	1
<i>Dracaena guianensis</i>	1
<i>Dipsas indica</i>	1
<i>Liophis taeniogaster</i>	1

Táxon	N
<i>Copeoglossum nigropunctatum</i>	2
<i>Anolis</i> sp.	1
<i>Thamnodynastes pallidus</i>	1
<i>Tropidurus torquatus</i>	1
<i>Ameiva</i> sp.	1
<i>Epicrates cenchria</i>	1
<i>Mastigodryas</i> cf. <i>boddaerti</i>	1
<i>Oxyrhopus trigeminus</i>	1
<i>Erythrolamprus viridis</i>	1
<i>Bothrops</i> sp.	1
<i>Pseustes</i> sp.	1
<i>Paleosuchus trigonatus</i>	1
<i>Kinosternon scorpioides</i>	1
<i>Dipsas pavonina</i>	1
<i>Rhinoclemmys</i> cf. <i>punctularia</i>	1
<i>Philodryas argentea</i>	1
<i>Oxybelis aeneus</i>	1
<i>Xenodon rabdocephalus</i>	1
<i>Salvator merianae</i>	1
<i>Helicops angulatus</i>	1
<i>Amphisbaena fuliginosa</i>	1
<i>Philodryas</i> sp.	1
<b>Total Geral</b>	<b>9449</b>

Em relação aos vertebrados terrestres mais comumente associados a áreas paludosas, os anfíbios e répteis são especialmente vulneráveis aos atropelamentos. Segundo Ashley & 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 a estrada para termorregulação (Ashley & Robinson 1996, Vijayakumar et al. 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.

Os mamíferos (domésticos e silvestres) mais comuns registrados no presente monitoramento representam 16% do total das ocorrências. O atropelamento desses animais, principalmente 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 8, Tabela 4-5). Para o caso de acidentes envolvendo mamíferos domésticos de grande porte (e.g. gado bovino e suíno, cavalos, jêgues), estes podem causar perdas econômicas e problemas com as comunidades locais, além do risco de descarrilamento pelas composições.

As ocorrências da maioria das aves são de espécies carniceiras ou oportunistas (n = 441; 72,8%), tais como os urubus e o carcará, animais que podem 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 2001). 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. Pörter (2007) 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 (Pörter 2007). 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, e 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 (Sigríst 2012), sendo assim improvável sua mortalidade por abalroamento. Contudo, uma vez que a ecolocalização só é eficaz para curtas distâncias (Sigríst 2012) sua visão é provavelmente importante para o forrageamento. Desta forma, uma suposição para o atropelamento de morcegos é que os fochos de luz emitidos pela locomotiva facilitam a perseguição de insetos que são atraídos ou repelidos pelos faróis (Laurance et al. 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 24 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 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* amarrado ao trilho.

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: Oferta disposta na adjacência da ferrovia contendo alimentos e garrafas de bebidas.

Fonte: Ampla

O Gráfico 12 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 ( $n = 120$ ), 75% são caracterizados por carcaças intactas. Dos animais considerados não atropelados por terem suas carcaças intactas, 89,2% são anfíbios, o que corrobora a hipótese das mortes por *blowout* ou dessecação. Se somadas as sugestões “Carcaça intacta” e “Dessecação”, o cômputo atinge 84%. 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. Existe ainda a questão relativa ao fator do tempo de permanência das carcaças na ferrovia, que 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. Ademais, a constante manutenção da linha férrea como troca trilhos, dormentes e lastro, podem remover carcaças e ossadas contidas nestes locais.

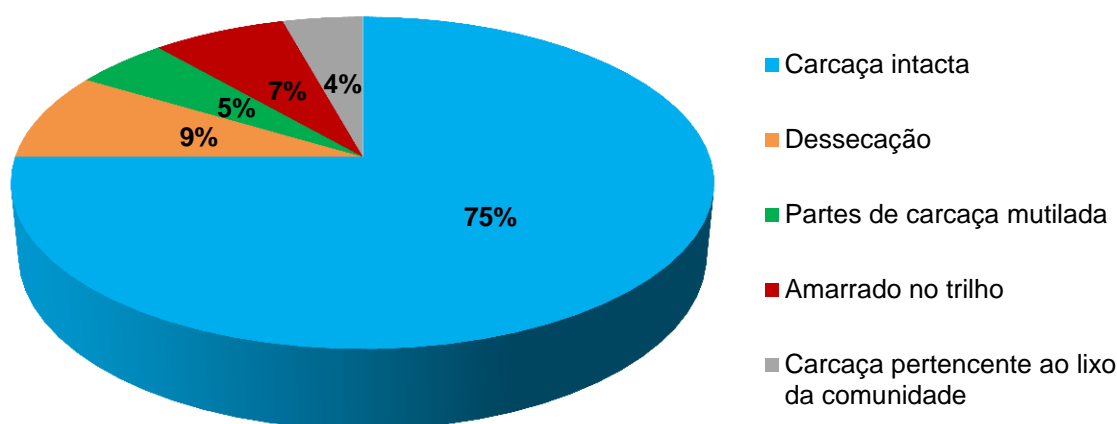


Gráfico 12: Representação gráfica dos indícios dos registros do não atropelamento da fauna na EFC durante as campanhas 0, 3, 4, 5 e 6.

## 4.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS ATROPELAMENTOS

Para as análises de *blackspot* todos os registros válidos de vertebrados terrestres obtidos nas campanhas 0, 3, 4, 5 e 6 foram considerados. 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 4-6 e o Gráfico 13 apresentam os dados referentes aos *blackspots* diagnosticados até o momento.

Tabela 4-6: Grupos de análise e respectivos *blackspots* 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	Anfíbios	Répteis	Aves	Mamíferos Selvagens	Selvagens	Todos
	712,890	80,630	47,110	800,250	712,910	792,410
	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
	787,890	105,960	722,860	820,260	782,500	694,830
	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
	551,490	732,420	348,430	702,460	551,490	551,490
	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
	278,820	174,620	412,240	774,150	278,820	278,820
	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
	313,190	156,480	408,680	388,960	313,190	313,190
	653,220	801,650	574,480	457,570	653,220	653,220

Percebe-se que houve diversos *blackspots* 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.

#### 4.2.1 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 suas agregações de atropelamentos entre os km 700 e 750, possuíram reincidência do diagnóstico de *blackspot* apenas nos km 278,790 e 278,820 (Campanhas 4 e 5, respectivamente), km 312,660 e 313,190 (Campanhas 5 e 6, respectivamente), km 551,490 e 550,770 (Campanhas 4 e 6, respectivamente). Ademais, os três pontos de recorrências se deram em apenas 40% das amostragens até o momento. Nota-se que as reincidências ocorreram apenas entre campanhas próximas e, provavelmente, indicam uma concentração sazonal dos registros de anfíbios. Em relação à distribuição específica nos km de recorrência (Tabela 4-7), verifica-se que os registros consistem em espécies bastante comuns, sem destaques para grupos de interesse conservacionista.

Na Campanha 5 foi diagnosticado um *blackspot* no km 707,870, dentro da Terra Indígena Mãe Maria (TIMM). Ao analisar a listagem de táxons (Tabela 4-8) encontrados numa zona tampão de 2 km de distância do ponto na referida campanha, 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.

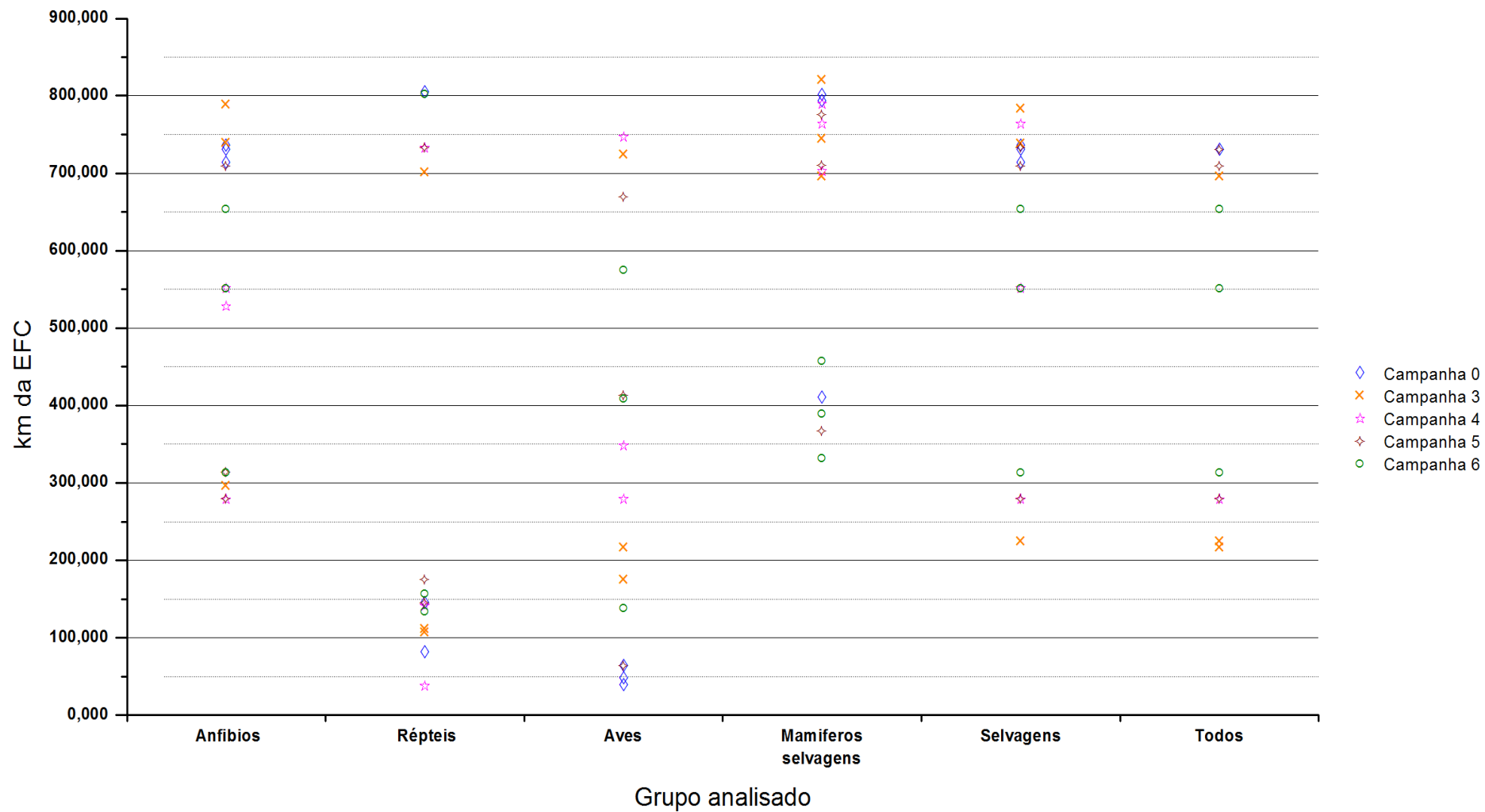


Gráfico 13: Gráficos exibindo os grupos de análise e respectivos *blackspots* no decorrer das campanhas do PMMaf.

**Tabela 4-7: Blackspots recorrentes para o grupo Anfíbios, com respectivo táxon e número de registos ao longo das campanhas do PMMaf.**

km	Campanha	Táxon	N
277,800 - 279,800	Campanha 4	<i>Rhinella schneideri</i>	12
		Hylidae	2
		<i>Hypsiboas raniceps</i>	2
		<i>Leptodactylus macrosternum</i>	2
		<i>Rhinella jimi</i>	2
		<i>Leptodactylus</i> sp.	1
		<i>Scinax x-signatus</i>	1
		<i>Trachycephalus typhonius</i>	1
	Campanha 5	<i>Rhinella</i> sp.	39
		<i>Leptodactylus macrosternum</i>	9
		<i>Leptodactylus</i> sp.	3
		<i>Phyllomedusa hypochondrialis</i>	2
		<i>Scinax ruber</i>	2
		Hylidae	1
		<i>Rhinella schneideri</i>	1
311,920 - 313,920	Campanha 5	<i>Rhinella</i> sp.	24
		<i>Rhinella schneideri</i>	5
		<i>Leptodactylus macrosternum</i>	4
		<i>Leptodactylus</i> sp.	4
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	1
		<i>Sphaenorhynchus lacteus</i>	1
	Campanha 6	<i>Rhinella</i> sp.	11
		<i>Leptodactylus macrosternum</i>	9
		<i>Scinax x-signatus</i>	4
		<i>Leptodactylus</i> sp.	2
		<i>Hypsiboas</i> sp.	1
		<i>Leptodactylus fuscus</i>	1
550,130 - 552,130	Campanha 4	<i>Rhinella schneideri</i>	8
		<i>Rhinella</i> sp.	7
	Campanha 6	<i>Hypsiboas geographicus</i>	13
		<i>Rhinella</i> sp.	5
		Hylidae	1
		<i>Phyllomedusa azurea</i>	1
		<i>Phyllomedusa</i> sp.	1
		<i>Rhinella schneideri</i>	1

**Tabela 4-8: Listagem de táxons de anfíbios registrados entre os km 706,870 e 708,870 com respectivo número de ocorrências.**

Táxon	N
<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

#### 4.2.2 RÉPTEIS

No que tange aos répteis, a maior concentração de agregações encontra-se entre os km 100 e 200, região da Baixada Maranhense. A única recorrência aconteceu nas Campanhas 0 e 5 (km 144,160 e 144,080, respectivamente). A Tabela 4-9 apresenta a listagem de espécies num diâmetro de 2 km a partir da média das quilometragens dos referidos *blackspots*.

**Tabela 4-9: Listagem de táxons de répteis registrados entre os km 143,120 e 145,120 com respectivo número de ocorrências.**

Campanha	Táxon	N
Campanha 0	Testudines	4
	<i>Paleosuchus palpebrosus</i>	3
	<i>Phrynosops tuberosus</i>	3
	Alligatoridae	2
	Serpentes	1
Campanha 3	Chelidae	4
	<i>Phrynosops</i> cf. <i>geoffroanus</i>	3
	<i>Caiman crocodilus</i>	1
	Colubridae	1
Campanha 5	<i>Caiman crocodilus</i>	3
	<i>Leptophis ahaetulla</i>	1
	<i>Tupinambis teguixin</i>	1
	Colubridae	1

Campanha	Táxon	N
Campanha 6	<i>Mesoclemmys gibba</i>	4
	<i>Phrynops geoffroanus</i>	1

Da listagem de espécies de répteis, aquela que merece maior destaque é *Paleosuchus palpebrosus*, 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 1992) e a carência de informações sobre sua história natural é mais um dos fatores que eventualmente afeta a conservação da espécie (Magnusson et al. 1985).

### 4.2.3 AVES

O grupo Aves, por sua vez, não apresentou padrão de agregações. Os pontos de *blackspot* apresentam-se difusos ao longo de toda a ferrovia. Contudo, ainda assim houve um ponto de reincidência de agregação: km 62,960 e 62,500 (Campanhas 0 e 5, respectivamente). Para se analisar a listagem das espécies registradas na área, fez-se o cálculo da média dos pontos de *blackspot* supracitados e a partir desse ponto, gerou-se um *buffer* de 1 km para cada lado. Ao examinar a listagem de espécies (Tabela 4-10) de ocorrência no trecho e campanhas supracitados, conclui-se que apenas *Crypturellus tataupa* não é ave carniceira e, além disso, o animal foi avistado vivo. As demais ocorrências consistem em urubus e uma ave não identificada.

**Tabela 4-10: Táxons de aves e respectivos números de registro em cada campanha do PMMaf entre os km 61,730 e 63,730.**

Campanha	Táxon	N
Campanha 0	<i>Coragyps atratus</i>	5
	Aves NI	1
	<i>Crypturellus tataupa</i>	1
Campanha 5	<i>Coragyps atratus</i>	4

Vale a pena ressaltar o baixo número de registros necessários para formar um *blackspot* para esse grupo. Na Campanha 5, por exemplo, apenas 4 urubus-de-cabeça-preta foram suficientes para configurar uma agregação relevante de ocorrências de fauna. Este fato indica que para o grupo Aves as formações de *blackspot* são frágeis e seria de pouco valor adotar medidas mitigadoras consagradas pela literatura, principalmente para um grupo dotado de habilidade de deslocamento aéreo.

### 4.2.4 MAMÍFEROS SELVAGENS

As análises de *blackspot* revelam uma grande concentração de pontos entre os km 700 e 800, assim como ocorreu com os anfíbios. Contudo, para este grupo, não houve recorrência

de nenhum ponto de agregação de fauna. Ao examinar os marcos quilométricos em que houve agrupamentos, nota-se que nas Campanhas 4 e 5 (km 702,460 e 708,950, respectivamente) foram designados pontos na área em que a ferrovia intercepta a Terra Indígena Mãe Maria. Como já citado anteriormente, não houve persistência das campanhas do PMMaf dentro da TIMM devido à proibição da entrada das equipes em decorrência de questões internas às comunidades indígenas e, portanto, paira a dúvida se a TIMM não teria tido *blackspot* nas amostragens não realizadas. De qualquer forma, percebe-se que a composição taxonômica nesses trechos (Tabela 4-11) apresenta poucos indivíduos, sendo eles de comum encontro na natureza.

**Tabela 4-11: Blackspots ocorrentes dentro da Terra Indígena Mãe Maria para o grupo Mamíferos Selvagens, com respectiva campanha, táxon e número de registros ao longo das campanhas do PMMaf.**

km	Campanha	Táxon	N
701,460 - 703,460	Campanha 4	<i>Euphractus sexcinctus</i>	3
		<i>Bradypus variegatus</i>	1
		<i>Tamandua tetradactyla</i>	1
		<i>Nasua nasua</i>	1
707,950 - 709,950	Campanha 5	<i>Cerdocyon thous</i>	2
		<i>Didelphis</i> sp.	1
		<i>Cuniculus paca</i>	1

Conforme consta do Plano Básico Ambiental (PBA) referente à Expansão da Estrada de Ferro Carajás (Ampla 2011), o local onde se sugeriu ser estudo piloto para algumas das medidas mitigadoras mais frequentemente utilizadas em rodovias de países temperados apresentou um *blackspots* 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 (Figura 1), 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 *blackspot*: 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 4-12 apresenta os *blackspots* 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
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

km	Campanha	Táxon	N
		<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. 2001), 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.

#### 4.2.5 SELVAGENS E TODOS

Os grupos Selvagens e Todos apresentam *blackspots* com grande influência dos resultados dos demais grupos, notadamente os anfíbios. Tal fato era esperado devido 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 de *blackspots* ao longo das campanhas para esses grupos, haja vista que eles são altamente influenciados pelos resultados das agregações dos demais grupos.

#### 4.2.6 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 cinco campanhas válidas realizadas até o momento, foram registradas três espécies ameaçadas de extinção (Tabela 4-13), totalizando 42 indivíduos. Os km diagnosticados como principais *blackspots* de animais ameaçados de extinção foram, por ordem de intensidade de agregação: 800,090, 803,330, 795,230. Conforme discutido anteriormente, esses valores vão de encontro àqueles resultados obtidos para os mamíferos selvagens, apesar de 38 das 42 ocorrências de animais ameaçados de extinção serem de uma espécie de réptil (*Chelonoidis denticulata*). Tal fato corrobora ainda mais a necessidade de implantação de medidas mitigadoras de atropelamentos de fauna ao longo do grande fragmento que abrange os Microcorredores C7, C8 e C9.

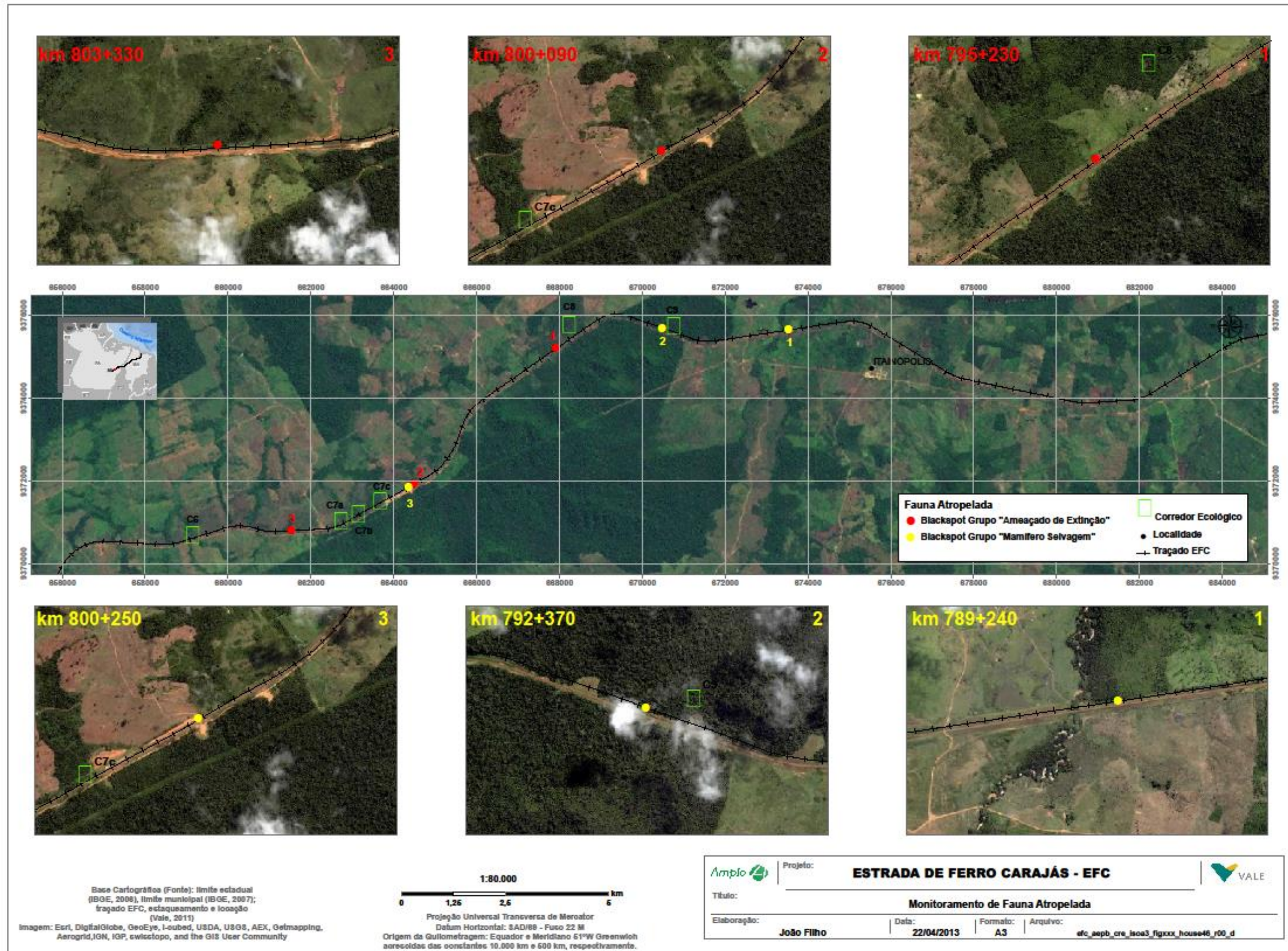


Figura 1: Mapa contendo os *blackspots* identificados para o grupo "Ameaçado de Extinção" e "Mamíferos Selvagens", na região dos Microcorredores Ecológicos C7, C8 e C9.



**Tabela 4-13: Táxons ameaçados de extinção por campanha e respectivo número de registros.**

Táxon	N
<b>Réptil</b>	<b>38</b>
<i>Chelonoidis denticulata</i>	<b>38</b>
Campanha 0	33
Campanha 3	4
Campanha 4	1
<b>Mamífero</b>	<b>4</b>
<i>Leopardus pardalis</i>	<b>2</b>
Campanha 0	1
Campanha 4	1
<i>Leopardus tigrinus</i>	<b>2</b>
Campanha 3	2
<b>Total</b>	<b>42</b>

### 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 4-14.

**Tabela 4-14: Número de atropelamentos por 100 hectares por grupo de amostragem e classe de uso do solo dominante**

Grupo de amostragem	Classe							
	Ambiente Agrosilvo-pastoril	Áreas Alagadas	Áreas Edificadas	Fragmento Florestal	Mangue-zal	Massa d'Água	Sistema Viário/Solo Exposto	NULO
Anfíbios	54,841	13,991	261,719	46,879	0,000	8,136	30,524	51,905
Aves domésticas	0,266	0,000	0,000	0,555	0,000	0,000	0,000	0,164
Aves indeterminadas	0,248	0,000	1,983	0,000	0,000	0,000	0,000	0,082
Aves selvagens	6,011	16,089	5,948	5,270	96,544	0,000	4,361	6,585
Mamíferos domésticos	9,007	6,995	49,568	4,438	0,000	24,408	4,361	8,262
Mamíferos indeterminados	7,216	6,296	25,775	11,373	0,000	32,544	2,907	7,649
Mamíferos selvagens médio e grande porte	8,599	5,596	3,965	15,811	0,000	0,000	2,907	10,635
Mamíferos terrestres pequeno porte	1,170	0,700	1,983	4,161	0,000	0,000	0,000	1,391
Mamíferos voadores pequeno porte	0,195	0,000	0,000	0,277	0,000	24,408	0,000	0,368
Répteis	16,543	15,390	27,758	14,702	0,000	0,000	10,175	15,911

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, haja vista a maior afinidade com os ambientes florestais. Ao se excetuar a classe “Nulo”, percebe-se que a ocorrência de atropelamentos em áreas florestadas chega a ser quase duas vezes maior do que a segunda colocada. 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 apenas três morcegos foram atropelados em áreas com predominância de massa d’água e o alto valor encontrado 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 foram predominantemente 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 4-14 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 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.

### 4.4.1 INTERVENÇÕES EM OAC

Em relação às alterações solicitadas em OAC, com a adoção de uma banquetta interna para passagem seca de fauna, esclarece-se que este tipo de adequação para os atuais dispositivos de drenagem, visto que na época da implantação da EFC, década de 1980, os projetos executivos seguiram padrões que são utilizados mundialmente para o dimensionamento das estruturas hidráulicas.

Basicamente, esse padrão, considera que as OAC trabalhem como canal drenante (sem carga à montante, ou seja, sem acúmulo de água na ‘boca do bueiro’), com um enchimento mínimo de 80% de sua seção transversal, para uma chuva máxima prevista para 25 anos em bueiros tubulares e 50 anos em bueiros celulares, conforme estudos de Tempo de Recorrência dessas chuvas.

Para a altura máxima da lâmina de água nos bueiros, a altura do aterro e as características dos solos são determinantes. Deve-se ressaltar que atualmente o recobrimento dos solos das bacias contribuintes ao longo de toda a ferrovia mudou radicalmente visto que a densa cobertura vegetal de outrora foi substituída em grande parte por pastagens, o que afetou o *run-off*, que é a característica dos solos de reterem água, aumentando significativamente a vazão da entrada nos bueiros.

A metodologia de dimensionamento hidráulico dos bueiros para o Projeto EEFC obedece ao dimensionamento dos dispositivos existentes, volume de água a ser escoado e previsão da ocorrência de chuvas com intensidade máxima, dentro de uma série histórica.

É interessante ressaltar que, baseado em séries históricas de postos pluviométricos instalados na região, a probabilidade de ocorrer chuva com intensidade máxima, que estatisticamente ocorre a cada 25 ou 50 anos, é maior que 95%.

Informa-se que bueiros de menor calibre são utilizados (e.g.: bueiros tubulares) para corpos hídricos intermitentes, visto que a vazão a ser escoada é pequena (drenam bacias de menor

dimensão). Para os cursos d'água perenes, de maior vazão, utilizam-se dispositivos de maior seção de vazão, unitárias ou múltiplas (e.g.: bueiros celulares).

Ratificando o que foi descrito acima, porém em outras palavras, os bueiros que drenam pequenas bacias contribuintes intermitentes ou aqueles que recolhem água dos dispositivos de drenagem superficial, via de regra, possuem pequeno calibre ( $\varphi$  0,80 ou 1,00 m), o que poderia provocar nos animais uma falsa impressão de que a saída é estreita demais para a sua saída do outro lado.

Assim, deve-se ter como ponto de atenção o risco de que a instalação de possíveis banquetas 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.

Com o exposto acima, não será possível atender a demanda do órgão ambiental em relação à implantação, dentro das atuais OAC, dos aparatos de travessia seca do tipo banqueta.

#### 4.4.2 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:

- A) Presença de *blackspot* no trecho;
- B) Recorrência de *blackspot* 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.

#### 4.4.3 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 4.4.

#### 4.4.4 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, dois tipos de passagens de fauna podem ser adotadas:

- A) 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 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.

Tabela 4-16: 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; 117+982; 121+315; 122+738; 123+532; 130+273; 134+100; 198+900; 201+100; 274+375; 304+027; 306+940; 340+600; 381+362; 525+900; 565+638; 579+922; 583+033; 584+700; 587+170; 592+500; 593+100; 595+200; 596+000; 611+427; 622+343; 628+500; 631+432; 638+410; 676+317; 677+266; 680+532; 704+068; 705+107; 711+439; 716+980; 781+053; 806+403; 837+500	49
SIM	NÃO	NÃO	NÃO	409+474; 699+429; 709,816	3
SIM	SIM	NÃO	NÃO	63+350; 551+034	2
NÃO	NÃO	SIM	SIM	777+007; 778+757	2
SIM	SIM	NÃO	SIM	144+860	1
SIM	NÃO	SIM	SIM	708+329; 791+955	2
SIM	N/A	SIM	SIM	795+408; 805+824	1
Passagens exclusivas para a fauna (km's 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; 462+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	21
SIM	NÃO	NÃO	NÃO	132+300; 137+100; 349+000	3
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.

A Tabela 4-17 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 4-17: Pontos críticos com respectivos km e tipo de passagem a ser instalada.**

km crítico	km sugerido para implantação	Tipo de passagem a ser instalada
144+860	144+100	A
708+329*	708+330	B
791+955	792+370	A
795+408	795+330	A
800+170	800+000	B
803+330	803+330	A
805+824	805+820	A

\* Ponto no interior da TI Mãe Maria o qual deverá ser aprovado pela comunidade indígena antes da sua implantação.

#### **4.4.5 MONITORAMENTO DAS MEDIDAS IMPLANTADAS**

Após sua implantação as medidas mitigadoras 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.

## 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amplo Engenharia e Gestão de Projetos (2011). Estudo Ambiental e Plano Básico Ambiental – EA/PBA - Expansão da Estrada de Ferro Carajás – EFC. Belo Horizonte, Amplo Engenharia e Gestão de Projetos Ltda. / Vale. Relatório Técnico.

Ashley, E.P. & Robinson, J.T. (1996). Road mortality of amphibians, reptiles and other wildlife on the long point causeway, Lake Erie, Ontario. *Canadian Field-Naturalist*, 110(3): 403–412.

Bisbal, F. & Ojasti, O. (1980). Nicho trófico del zorro *Cerdocyon thous* (Mammalia, Carnivora). *Acta Biologica Venezuelana*, 10(4): 469-496.

Coelho, I.P., Kindel, A. & Coelho, A.V.P. (2008). Roadkills of vertebrate species on two highways through the Atlantic Forest Biosphere Reserve, southern Brazil. *European Journal of Wildlife Research*, 54: 689-699.

Fahrig, L., Pedlar, J.H., Pope, S.E., Taylor, P.D. & Wegner, J.F. (1995). Effect of road traffic on amphibian density. *Biological Conservation*, 73: 177-182.

Fischer, W.A. (1997). Efeitos da rodovia BR-262 na mortalidade de vertebrados silvestres: síntese naturalística para a conservação da região do pantanal, MS. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS.

Forman, T.T.R. & Alexander, L.E. (1998). Roads and their major ecological effects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29: 207-231.

Gumier-Costa, F. & Sperber, C.F. (2009). Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. *Acta Amazonica*, 39(2): 459–466.

Hummel, D. (2011). Amphibienschutz durch Geschwindigkeitsbegrenzung - Eine aerodynamische Studie. *Natur und Landschaft*, 76(12): 530–533.

Laurance, W.F., Goosem, M., & Laurance, S.G.W. (2009). Impacts of roads and linear clearings on tropical forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(12): 659–669.

Levine, N. (2000). CrimeStat: A Spatial Statistics Program for the Analysis of Crime Incident Locations. Ned Levine & Associates, Annandale, Virginia and National Institute of Justice, Washington DC, USA.

Ibama - Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/179/\\_arquivos/179\\_05122008034002.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008034002.pdf) Acesso em: 12 abr. 2014.

IUCN - Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas. Disponível em: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Acesso em: 12 abr. 2014.



Magnusson, W.E. (1985). *Paleosuchus palpebrosus*. Catalogue of American Amphibians and Reptiles, v.2, p.554-555.

Navas, C.A., Antoniazzi, M.M., Carvalho, J.E., Suzuki, H., & Jared, C. (2007). 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*, 147(3): 647-657.

Novaes, R.L.M., Meneses, L.F., Façanha, A.C.L.; Louro, M.A.S. Cardoso, T.S., Sant'anna, C., Felix, S., Silvarés, R., Siqueira, A.C., Souza, R.F., Dias-de-Oliveira, I.F.C. & Aguiar, M.V.P. (2010). Predação oportunista de morcegos por *Cerdocyon thous* (Carnivora, Canidae) no Sudeste do Brasil. *In: V Encontro Brasileiro para o Estudo de Quirópteros, 2010, Búzios, RJ. Chiroptera Neotropical*, 16(1) Supl.: 29-30.

Pörtner, H. (2002). 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*, 132(4): 739–761.

Rueda-Almonacid, J.V., Carr, J.L., Mittermeier, R.A., Rodríguez-Mahecha, J.V., Mast, R.B., Vogt, R.C., Rhodin, A.G.J., Ossa-Velásquez, J., Rueda, J.N. & Mittermeier, C.G. (2007). Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico. *Conservación Internacional. Serie Guías Tropicales de Campo. Bogotá, D.C. Colombia. 274 pp.*

Sigrist, T. (2012). *Mamíferos do Brasil – Uma Visão Artística. Avis Brasilis: Vinhedo, SP. 443 pp.*

Thorbjarnarson, J., Messel, H., King, F.W. & Ross, J.P. (Ed.). (1992) *Crocodiles: an action plan for their conservation. Gland, Switzerland: IUCN/SSC Crocodile Specialist Group, 136 pp.*

Turci, L.C.B. & Bernarde, P.S. (2009). Vertebrados atropelados na Rodovia Estadual 383 em Rondônia, Brasil. *Biotemas*, 22(1): 121–127.

Vijayakumar, S.P., Vasudevan, K. & Ishwar, N.M. (2001). Herpetofaunal mortality on roads in the Anamalai Hills, Southern Western Ghats. *Hamadryad*, 26(2): 265–272.