

**Diagnóstico e Proposição de
Medidas Mitigadoras para
Atropelamento de Fauna - Projeto
RODOFAUNA
RESUMO EXECUTIVO**

Brasília – DF

2013

© 2013 Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal.
Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução parcial ou total deste documento, desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.
A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é da área técnica.

Elaboração, distribuição e informações:

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL (GDF)

Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – Brasília Ambiental (IBRAM)

Superintendência de Estudos, Programas, Monitoramento e Educação Ambiental – SUPEM

Lélia Barbosa de Sá

Coordenação de Estudos, Programas e Monitoramento da Qualidade Ambiental – CODEM
Vandete Inês Maldaner

Gerência de Monitoramento da Qualidade Ambiental e Gestão dos Recursos Hídricos – GEMON - Carlos Henrique Eça D’Almeida Rocha

SEPN 511, Bloco C, Edifício Bittar

Brasília – DF – CEP: 70.750-543

Tel.: (61) 3214-5653

Pesquisa e elaboração:

Almir Picanço de Figueiredo – Analista de Atividades do Meio Ambiente/IBRAM

Fillipe Augusto da Costa Garcia - Analista de Atividades do Meio Ambiente/IBRAM

Leandro da Silva Gregório - Analista de Atividades do Meio Ambiente/IBRAM

Rafaela Castro Fraga – Estagiária/GEMON/IBRAM

Rodrigo Augusto Lima Santos - Analista de Atividades do Meio Ambiente/IBRAM

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	5
2. PROJETO RODOFAUNA	6
2.1 OBJETIVO	6
3. METODOLOGIA	7
3.1 ÁREA DE ESTUDO	7
3.2 AMOSTRAGEM.....	8
3.3 ANÁLISE DOS DADOS	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4.1 RESULTADOS GERAIS.....	9
4.2 HÁBITO	12
4.3 VARIAÇÃO SAZONAL	13
4.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE RODOVIA	13
4.5 ÍNDICE DE HIERARQUIZAÇÃO.....	15
4.6 PADRÕES ESPACIAIS DE ATROPELAMENTO	15
5. MEDIDAS MITIGADORAS	15
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Percursos de amostragem do RODOFAUNA e UC's relacionadas.	8
Figura 2. Distribuição do número de animais atropelados por mês nas cinco unidades de conservação amostradas.	10
Figura 3. Distribuição das taxas de atropelamento (N/km/dia) dos animais atropelados por mês nas três unidades de conservação amostradas.....	11
Figura 4a. Locais de instalação das medidas mitigadoras propostas para BR-020.....	16
Figura 4b. Locais de instalação das medidas mitigadoras propostas para DF-128.....	16
Figura 5. Medidas mitigadoras para a DF-001 no entorno do PNB.....	17
Figura 6. Medidas mitigadoras para a DF-001 no entorno do complexo JBB-RECOR-FAL.	17

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Riqueza de espécies e abundância de indivíduos registrados de cada classe em cada trajeto monitorado.	9
Tabela 2. As 10 espécies mais registradas no Projeto RODOFAUNA.....	10
Tabela 3. Taxa de atropelamento por classe e trajeto monitorado.	11
Tabela 4. Incremento da taxa de atropelamento, entre os diferentes tipos de rodovias, para cada uma das classes: (A) Aves; (B) Mamíferos; (C) Répteis; e (D) Anfíbios.	14
Tabela 5. Distribuição percentual dos atropelamentos por tipo de rodovia para cada classe. .	14

1. INTRODUÇÃO

Os impactos das rodovias sobre as áreas adjacentes são inúmeros, abrangendo aspectos da hidrologia, geomorfologia, distribuição e estrutura de populações, além do aumento da taxa de mortalidade da fauna de vertebrados terrestres em decorrência de colisões.

Existem inúmeros fatores que interferem na mortalidade de fauna nas rodovias, tais como tráfego de veículos, paisagem do local, afugentamento, atração de carniceiros à pista, a capacidade e velocidade de travessia do animal e densidade de indivíduos no entorno (Forman et al., 2003).

O atropelamento de fauna é reconhecido como a principal causa direta de mortalidade de vertebrados, superando outros impactos como a caça (Forman e Alexander, 1998). Segundo dados do trabalho de Dornas et al. (2012) estima-se uma taxa de 8,65 ($\pm$ 26,37) atropelamentos/km/ano no Brasil. Extrapolando esses valores para a malha viária brasileira, 1,7 milhões de quilômetros, isso pode representar cerca de 14,7 ($\pm$ 44,8) milhões de atropelamentos ao ano.

Para a mitigação deste impacto, no geral, existem dois tipos de medidas: as que têm como objetivo modificar os hábitos dos motoristas (placas, semáforos e redutores eletrônico, por exemplo) e aquelas que têm como objetivo modificar os hábitos dos animais como, por exemplo, passagens de fauna (Romin e Bissonette, 1996; Forman et al., 2003). Muitas vezes as medidas mais promissoras são as menos utilizadas graças à falta de pesquisa e/ou por fatores econômicos.

É importante que haja um planejamento pré-construção da rodovia levando em consideração o atropelamento de fauna e a paisagem, o que torna a medida mitigadora estrutural mais econômica do que instalá-la após a rodovia construída (Glista et al., 2009). Entretanto, a realidade da maioria das rodovias brasileiras impõe a necessidade de instalação destas medidas após a construção.

A proposição de medidas de mitigação contra atropelamento de animais, após a construção da estrada, demanda necessariamente a definição de trechos críticos de acidentes. Neste sentido, Bager e Rosa (2010) propuseram um índice para definir trechos prioritários à implantação destas medidas. O índice, denominado Índice de Hierarquização (IH), se baseia na análise de quatro parâmetros: riqueza de espécies alvo (definidas pelos autores), diversidade total de espécies atropeladas, taxa de atropelamento de espécies alvo e presença de espécies ameaçadas, para cada trecho de uma rodovia amostrada.

O IH inova ao considerar características qualitativas dos atropelamentos na análise da definição de locais prioritários para instalação de medidas de mitigação, como valoração da

ocorrência de espécies ameaçadas, a utilização da diversidade de espécies, além da possibilidade de utilizar de conceitos da biologia da conservação como “espécies guarda-chuva” e “espécies bandeira” na definição das “espécies-alvo” da análise. Apesar de enriquecer o embasamento para a definição de trechos prioritários para a mitigação, seus resultados não apresentam precisão para a localização de tais medidas.

Do ponto de vista do planejamento de medidas mitigadoras é importante identificar se a distribuição dos atropelamentos possui agrupamentos significativos e em que escalas eles ocorrem, para, posteriormente, localizar os trechos com maior mortalidade (*Hotspot*). Uma distribuição sem agrupamentos significativos sugere que não existe um local efetivamente com maior mortalidade, dessa forma, a localização de uma medida mitigadora ao atropelamento em qualquer trecho da rodovia teria o mesmo efeito.

2. PROJETO RODOFAUNA

Com o intuito de propor medidas que minimize o impacto das rodovias do Distrito Federal sobre a fauna silvestre, o Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal – “Brasília Ambiental” (IBRAM) desenvolve, desde fevereiro de 2010, o Projeto de Monitoramento e Mitigação dos Impactos de Rodovias à Fauna do Distrito Federal - RODOFAUNA.

2.1 OBJETIVO

O objetivo geral do RODOFAUNA é monitorar o impacto ambiental de rodovias sobre a fauna silvestre, identificando pontos críticos de acidentes a fim de direcionar a adoção de medidas mitigadoras, promovendo ações e estratégias conservacionistas e educativas.

Os objetivos específicos do RODOFAUNA são:

- Identificar trechos de rodovias no Distrito Federal que apresentem alta mortalidade de animais silvestres;
- Avaliar a influência de fatores bióticos e abióticos nas taxas de atropelamento;
- Indicar as medidas de mitigação necessárias para os trechos identificados como críticos para atropelamento de fauna silvestre;
- Analisar a eficácia das diversas medidas de mitigação instaladas e
- Analisar o impacto na fauna afetada pelas intervenções realizadas nas rodovias.

3. METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Foram definidos 130 km de amostragem em três percursos, sendo um no entorno da Estação Ecológica Águas Emendadas - ESECAE, outro no entorno do Parque Nacional de Brasília – PNB e um terceiro no entorno do Jardim Botânico de Brasília (JBB), da Reserva Ecológica do IBGE (RECOR) e da Fazenda Água Limpa (FAL), que para este estudo foi considerado como um conjunto denominado “JBB, RECOR e FAL”.

O percurso no entorno da ESECAE totaliza 51 km, formado por um trecho de 22 km da BR-020 (equivalentes a 11 km de rodovia duplicada), 10 km na DF-128, 10 km na DF-205 e 9 km na DF-345.

Ambos os percursos no entorno do PNB e do conjunto JBB, RECOR e FAL, são na DF-001, o primeiro trata-se de um trecho de 50 km e o segundo de 29 km.

Entre as rodovias monitoradas, todo o trecho da BR-020 (11 km) e 5 km da DF-001 no entorno do JBB são duplicadas com piso de asfalto. Para as análises do projeto, as pistas destes trechos foram individualizadas, visto que o monitoramento é realizado em ambos os sentidos. Assim, os 11 km da BR-020 são contabilizados como 22 km e os 5 km da DF-001, como 10 km.

Existem 10 km na DF-205 e um trecho de aproximadamente 14 km da DF-001, no trajeto do entorno do Parque Nacional de Brasília, que são de pistas simples sem pavimentação. Os demais trechos são de pistas simples asfaltadas.

Estas cinco Unidades de Conservação foram escolhidas para o início das atividades do projeto RODOFAUNA por serem Zonas Núcleo da Reserva da Biosfera do Cerrado no Distrito Federal e por serem margeadas por rodovias de grande fluxo. Na figura 4, abaixo, são identificados os três percursos de amostragem e as Unidades de Conservação que estes percursos margeiam.

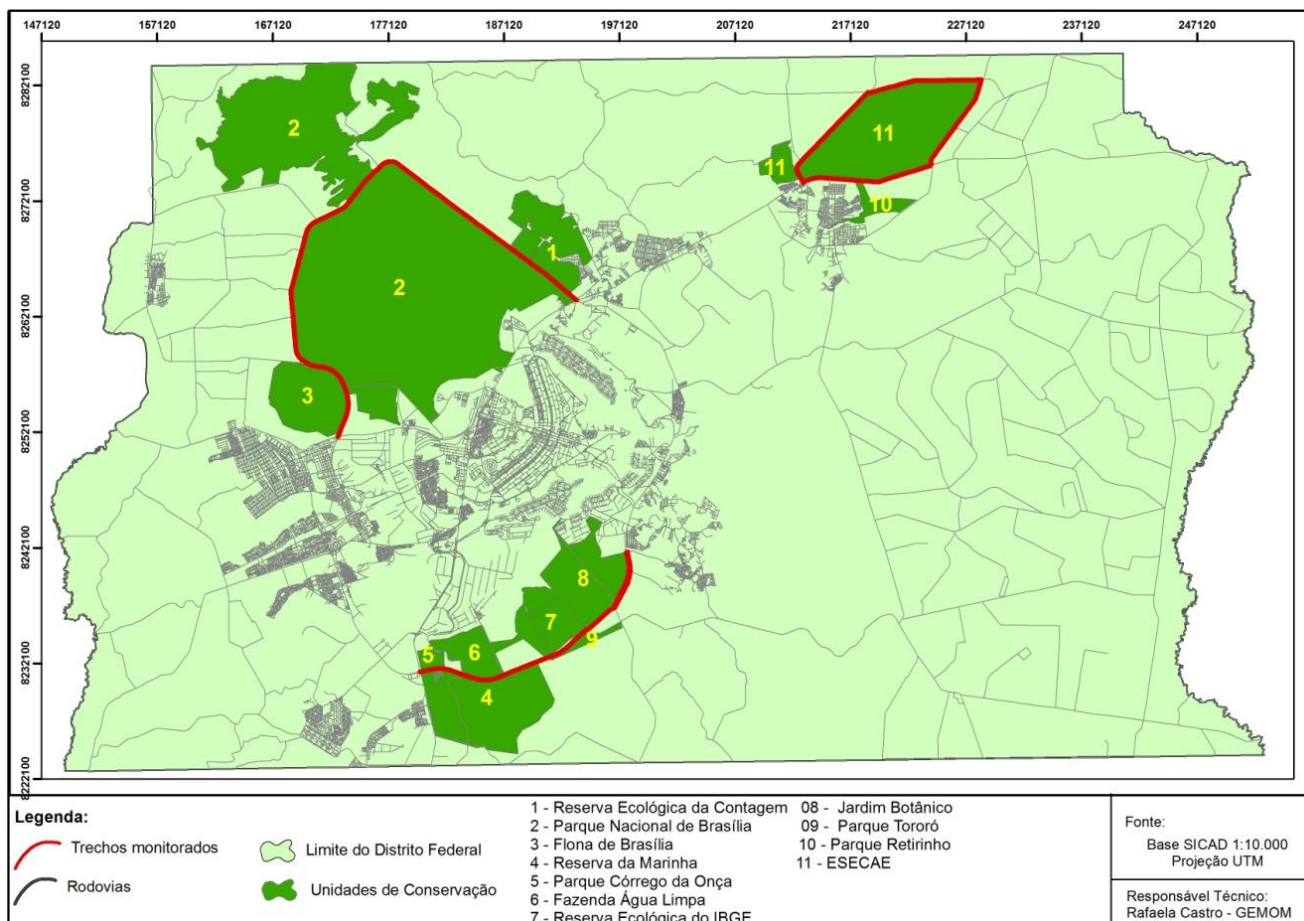


Figura 1. Percursos de amostragem do RODOFAUNA e UC's relacionadas.

3.2 AMOSTRAGEM

As amostragens são realizadas de carro por uma equipe de três observadores com uma frequência de duas vezes por semana. Os trajetos são percorridos a uma velocidade de 50 km/h. Todos os animais encontrados têm sua coordenada geográfica registrada. Os animais são identificados, quando possível, até o nível de espécie e é realizado o registro fotográfico. As carcaças dos animais são sempre retiradas da pista para evitar possível recontagem.

Bager e Rosa (2011) observaram que, para aves, se o objetivo é atingir o total de espécies, monitoramentos semanais por um ano nem sempre são suficientes, sendo necessários dois anos ou mais. Se o objetivo for avaliar as espécies mais atropeladas, monitoramentos mensais por um ano são suficientes para a classe. O mesmo se aplica para os répteis. Já para os mamíferos de médio e grande porte, monitoramentos bimestrais por um ano são suficientes.

Dessa maneira, a metodologia proposta (duas vezes por semana, a 50 km/h, e com três observadores no carro) e o período de coleta de dados (02 anos) mostraram-se adequados para

uma amostragem eficiente e resultados robustos, permitindo assim definir trechos prioritários para mitigação com maior exatidão.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

A metodologia de análise de dados encontra-se detalhadamente explicada no relatório, neste resumo apresentam-se objetivamente os resultados obtidos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 RESULTADOS GERAIS

Entre os meses de abril de 2010 a março de 2012, o Projeto Rodofauna percorreu 25.170 quilômetros de rodovias no DF e registrou 2.324 animais (silvestres e domésticos) atropelados. Dos animais encontrados, 2.009 (86,4%) eram silvestres e 315 (13,6%) eram domésticos. Durante as campanhas do RODOFAUNA foram identificadas carcaças de 124 espécies (114 silvestres e 10 domésticas), 57 famílias e 30 ordens de 04 classes de vertebrados.

Dentre as classes de animais silvestres registrados, aves foi o grupo mais amostrado - com 1.399 registros de atropelamentos (69,6%), distribuídos em 68 espécies; - seguido de répteis, com 287 (14,3%) indivíduos em 23 espécies; mamíferos com 189 (9,4%) em 20 espécies; e anfíbios com 134 (6,7%) em 3 espécies. A tabela 1 mostra o número de espécies e quantidade de animais registrados por unidade amostrada.

Tabela 1. Riqueza de espécies e abundância de indivíduos registrados de cada classe em cada trajeto monitorado.

TRAJETO	Aves		Répteis		Mamíferos		Anfíbios		TOTAL	
	R	N*	R	N*	R	N*	R	N*	R	N*
ESECAE	54	577	19	143	17	115	2	83	92	918
PNB	39	434	14	79	8	9	2	12	63	534
JBB RECOR FAL	45	188	16	65	10	55	1	39	72	347
TOTAL	68	1199	23	287	20	179	3	134	114	1799

*Os dados referentes ao número de indivíduos consideram apenas os identificados ao nível de espécie.

As espécies de animais silvestres que apresentaram maior número de indivíduos atropelados podem ser observadas na tabela 2. Juntas, estas dez espécies representam 66,3% dos indivíduos de espécies silvestres encontrados durante as campanhas do RODOFAUNA.

Tabela 2. As 10 espécies mais registradas no Projeto RODOFAUNA.

<i>Espécie</i>	Nome Popular	TOTAL
<i>Volatinia jacarina</i>	<i>Tiziu</i>	600
<i>Rhinella marina</i>	<i>Sapo</i>	107
<i>Amphisbaena alba</i>	<i>Cobra de duas cabeças</i>	48
<i>Athene cunicularia</i>	<i>Coruja buraqueira</i>	37
<i>Cerdocyon thous</i>	<i>Cachorro do mato</i>	35
<i>Philodryas nattereri</i>	<i>Cobra cipó</i>	35
<i>Caudisona durissa</i>	<i>Cascavel</i>	30
<i>Oxyrhopus guibei</i>	<i>Coral falsa</i>	27
<i>Crotophaga ani</i>	<i>Anu preto</i>	24
<i>Didelphis albiventris</i>	<i>Gambá ou Saruê</i>	24

O número de animais silvestres e domésticos encontrados por mês em cada um dos trechos amostrados pode ser visualizado na Figura 2.

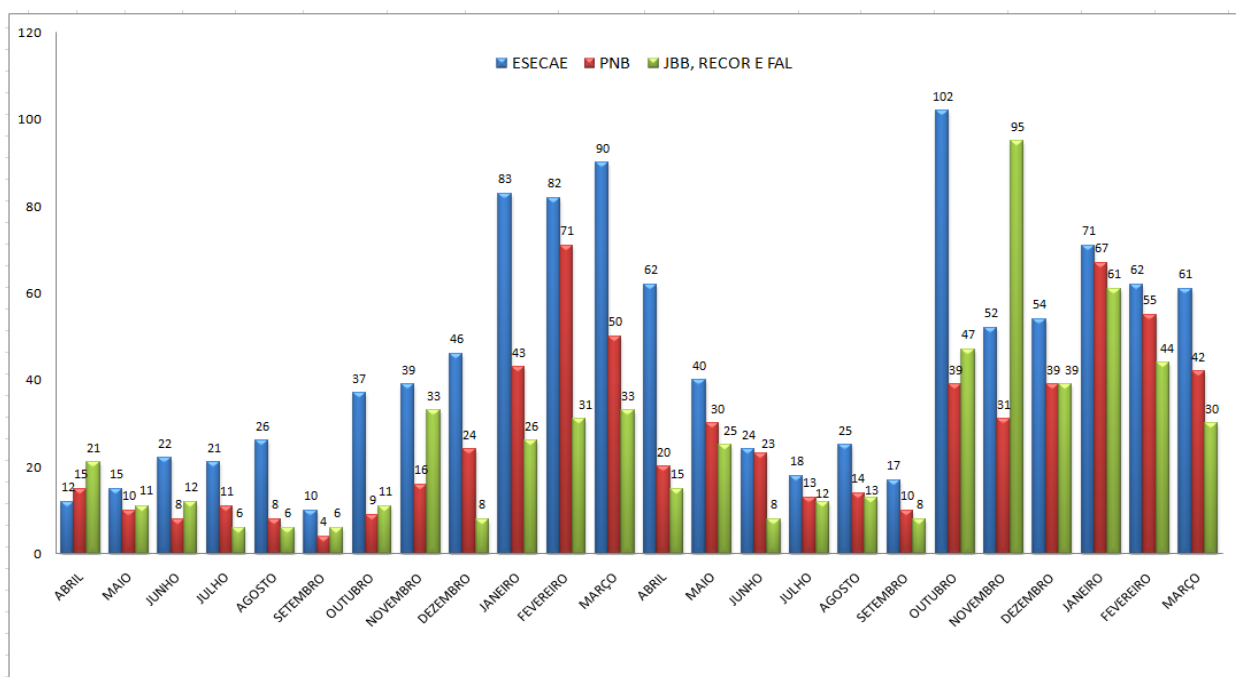


Figura 2. Distribuição do número de animais atropelados por mês nas cinco unidades de conservação amostradas.

Verifica-se que no mês de outubro de 2011 foi registrado o maior número de atropelamentos na ESECAE (102 registros) e para o conjunto JBB-RECOR-FAL foi o mês de novembro de 2011 com 95 registros. Na região do PNB o mês de fevereiro de 2011 foi o que obteve os maiores índices de registro, com 71 atropelamentos.

Para comparar as unidades corrigindo o efeito da quilometragem percorrida e dias de amostragem diferentes para cada UC foi calculado a taxa de atropelamento (N/km/dia). Dessa maneira é possível indicar qual local teve realmente mais incidentes de atropelamento. A taxa

de atropelamento média nos dois anos de estudo, considerando todas as unidades amostradas, foi 0,08 N/km/dia, sendo 0,06 N/km/dia no primeiro ano e 0,1 N/km/dia no segundo. Como o trecho monitorado tem 130 km, significa que morrem em média 10,4 animais por dia no trajeto monitorado. A taxa de atropelamento por mês para cada UC pode ser observada na figura 3.

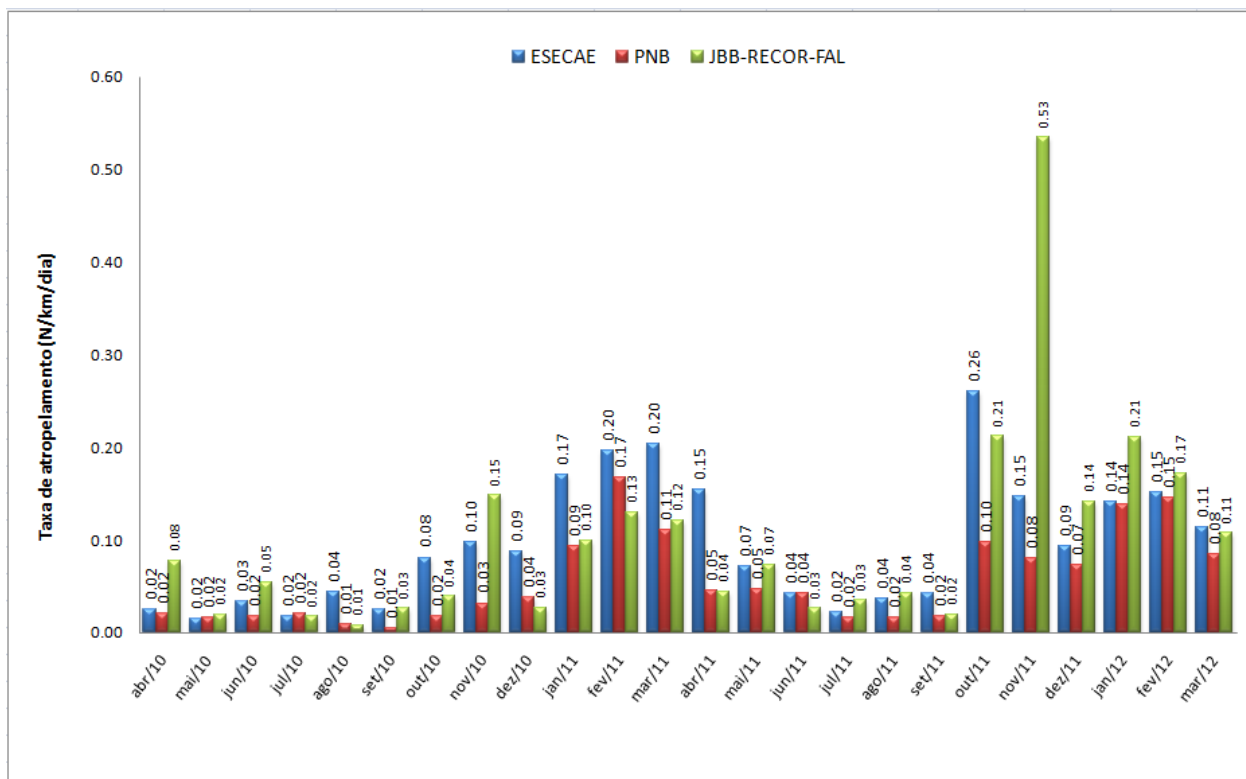


Figura 3. Distribuição das taxas de atropelamento (N/km/dia) dos animais atropelados por mês nas três unidades de conservação amostradas.

O complexo JBB-RECOR-FAL apresentou maior taxa de atropelamento, 0,10 N/km/dia, seguido da ESECAE (0,09 N/km/dia). O PNB apresentou a menor taxa de atropelamento, praticamente a metade das demais unidades amostradas (0,056 N/km/dia).

Considerando todas as unidades, a classe das aves apresentou a maior taxa de atropelamentos (0,17 N/km/dia), seguido dos répteis (0,03 N/km/dia), mamíferos (0,02 N/km/dia) e anfíbios (0,01 N/km/dia). A tabela 3 mostra as taxas de atropelamento para cada classe em cada unidade amostrada no estudo.

Tabela 3. Taxa de atropelamento por classe e trajeto monitorado.

Trajeto	Taxa de atropelamento (N/km/dia) por Classe				
	Aves	Répteis	Mamíferos	Anfíbios	Total
ESECAE	0,05	0,01	0,01	0,009	0,09
PNB	0,04	0,008	0,001	0,001	0,05
JBB RECOR FAL	0,07	0,01	0,009	0,007	0,10
Total	0,17	0,03	0,02	0,01	

Para verificar se houve diferença significativa entre as taxas de atropelamentos entre os diferentes classes (aves, mamíferos, répteis e anfíbios) analisados foi realizada uma análise de variância para dados não paramétricos – Kruskal-Wallis com teste de Dunn *a posteriori*. O teste mostrou que há diferença entre as taxas de atropelamento das aves e mamíferos ($p < 0,05$), répteis ($p < 0,05$) e anfíbios ($p < 0,05$). Também foi encontrada diferença entre répteis e anfíbios ($p < 0,05$). Entre as demais classes não foi encontrada diferença com relação à taxa de atropelamento, ou seja, os incidentes ocorrem de maneira similar entre mamíferos e répteis; mamíferos e anfíbios.

4.2 HÁBITO

As espécies silvestres encontradas e identificadas ao nível de espécie neste estudo foram classificadas quanto hábito em duas modalidades: quanto ao período do dia de maior atividade, em diurnas e noturnas, e quanto ao modo preferencial de locomoção, em aéreo, terrestre e arborícola.

Foram identificados 314 indivíduos de hábito noturno, distribuídos em 26 espécies; e 1.140 de hábito diurno, distribuídos em 87 espécies.

Quanto ao modo de locomoção, verificou-se a ocorrência de 962 indivíduos de locomoção aérea, distribuídos em 63 espécies; 451 indivíduos terrestres, em 45 espécies; e 48 arborícolas, em 6 espécies.

Considerando-se somente as espécies silvestres de hábito diurno identificadas, observou-se a predominância de animais voadores (911 indivíduos e 56 espécies), seguido dos terrestres (182 indivíduos e 26 espécies) e por último os arborícolas (47 indivíduos e 5 espécies).

No caso dos animais silvestres de hábito noturno, a prevalência foi de animais de locomoção terrestre (269 indivíduos e 19 espécies), seguido dos de locomoção aérea (44 indivíduos e 6 espécies) e por último, os arborícolas representados por somente 01 indivíduo.

Em alguns estudos a taxa de atropelamento pode ser maior à noite, pela maior atividade dos animais noturnos, devido à menor visibilidade dos motoristas no caso de eventual colisão e também pela atração de espécies pela iluminação (Outen, 2002).

O presente trabalho teve um resultado diferente, considerando que foi encontrado um maior número de registros de animais diurnos. Tal fato pode ser explicado por uma possível maior abundância de animais diurnos nas áreas de estudo. Outra hipótese é que haja maior taxa de remoção de carcaça no início da manhã, com isso muitos animais noturnos são removidos antes de serem registrado.

Para testar as hipóteses acima são necessários que estudos sobre densidade de espécies sejam conduzidos nas unidades de conservação, além de estudos a cerca da taxa de remoção de carcaças.

4.3 VARIAÇÃO SAZONAL

Os dados obtidos permitem inferir que não há diferença significativa entre a primavera e verão, que representam o período chuvoso no Distrito Federal e nem entre outono e inverno, que englobam os meses seco. Encontrou-se diferença entre o período chuvoso (primavera e verão) e o pico na seca (inverno). Dessa maneira, os resultados mostram que existe diferença significativa de atropelamentos entre os períodos seco e chuvoso, sendo verificado o efeito da sazonalidade nos atropelamentos de fauna.

Ao se analisar se a variação sazonal implica em alteração nas taxas de atropelamento por grupo, foi observado que para aves houve diferença significativa de atropelamento entre o verão e inverno ($p < 0,05$) e entre o verão e o outono ($p < 0,05$).

Para a classe dos répteis foi encontrado diferença entre inverno e primavera ($p < 0,05$) e inverno e verão ($p < 0,05$). Para os anfíbios foi observada diferença entre inverno e primavera ($p < 0,05$) e outono e primavera ($p < 0,05$).

Para mamíferos não foi encontrada diferença entre as estações ($p = 0,12$), demonstrando que para esta classe os atropelamentos ocorrem de forma regular ao longo do ano.

4.4 COMPARAÇÃO ENTRE OS TIPOS DE RODOVIA

Ao se comparar os resultados obtidos por quilômetro, considerando as quatro classes amostradas, com as características das estradas, verificaram-se maiores taxas de atropelamento nas rodovias do tipo “Dupla/Asfalto” (0,23 N/km/dia), seguidas das do tipo “Simples/Asfalto” (0,09 N/km/dia), sendo as do tipo “Simples/Terra” (0,01 N/km/dia), aquelas com menores taxas de atropelamento.

A tabela 4 (“a”, “b”, “c” e “d”), abaixo apresenta o incremento de taxa de atropelamento entre os tipos de rodovia. Para essa tabela foram utilizados somente os dados do tipo de rodovia que apresentaram diferença significativa quando comparadas. Os valores apresentados significam a quantidade de vezes que a taxa de atropelamento no tipo de rodovia expresso na coluna é superior ao da linha.

Tabela 4. Incremento da taxa de atropelamento, entre os diferentes tipos de rodovias, para cada uma das classes: (A) Aves; (B) Mamíferos; (C) Répteis; e (D) Anfíbios.

(A)

Aves	SIMPLES/ASFALTO	DUPLA/ASFALTO
SIMPLES/TERRA	11.85	19.71
SIMPLES/ASFALTO		NS*

(B)

Mamíferos	SIMPLES/ASFALTO	DUPLA/ASFALTO
SIMPLES/TERRA	4.27	42.55
SIMPLES/ASFALTO		9.96

(C)

Répteis	SIMPLES/ASFALTO	DUPLA/ASFALTO
SIMPLES/TERRA	NS*	9.88
SIMPLES/ASFALTO		7.15

(D)

Anfíbios	SIMPLES/ASFALTO	DUPLA/ASFALTO
SIMPLES/TERRA	NS*	85.36
SIMPLES/ASFALTO		15.84

NS* = Não Significativo

As taxas apresentadas na tabela 4 foram convertidas em porcentagem, utilizando-se a somatória delas, para cada classe, como 100%. Desta forma, tem-se o percentual de atropelamentos para cada tipo de rodovia se elas tivessem a mesma quilometragem. Assim, a tabela 5 a seguir apresenta a distribuição percentual das taxas de atropelamento para cada uma das classes de animais divididos pelo tipo de estrada.

Tabela 5. Distribuição percentual dos atropelamentos por tipo de rodovia para cada classe.

Classe	Taxa de Atropelamento (N/km/dia)		
	Simples/Terra	Simples/Asfalto	Dupla/Asfalto
Aves	3,07%	36,39%	60,54%
Mamíferos	2,09%	8,93%	88,98%
Répteis	8,15%	11,27%	80,57%
Anfíbios	1,09%	5,88%	93,03%
Total	4,36%	26,53%	69,12%

Analisando os dados desta tabela, verifica-se que se as quilometragens dos tipos de rodovias fossem iguais, 69,12% dos animais ocorreriam em estradas do tipo “Dupla/Asfalto”, 26,53% nas de tipo “Simples/Asfalto” e somente 4,36% nas de tipo “Simples/Terra”.

Considerando as classes de forma individual, exceto para as aves, todas apresentariam mais de 80% dos atropelamentos em rodovias do tipo “Dupla/Asfalto”.

O presente estudo não teve o objetivo de relacionar as características da paisagem ou das estradas; nem a velocidade e o fluxo de veículos com as taxas de atropelamento. Entretanto, independentemente das causas ou efeitos potencializadores para os atropelamentos, os dados encontrados sugerem uma correlação entre a quantidade de pistas de uma rodovia e o tipo de pavimento com as taxas de atropelamento. No entanto não é possível afirmar que o tipo de rodovia é a causa maior dos atropelamentos. Tal inferência só poderá ser medida quando estudos de paisagem e de tráfego forem incluídos na análise.

4.5 ÍNDICE DE HIERARQUIZAÇÃO

A partir do cálculo do IH identificou-se 15 trechos prioritários ou pontos críticos de atropelamento na ESECAE, 06 no PNB e 04 no JBB-RECOR-FAL. As figuras “a”, “b” e “c” do anexo I a este resumo apresentam, respectivamente, os mapas da ESECAE, PNB e JBB-RECOR-FAL, ilustrando os trechos definidos como prioritários pelo Índice de Hierarquização.

4.6 PADRÕES ESPACIAIS DE ATROPELAMENTO

A partir da análise de agregação de atropelamentos, foram identificados os *hotspots* para as classes estudadas em cada uma das unidades. Para a ESECAE, foram encontrados *hotspots* para todos os grupos analisados, isto é: anfíbios; répteis; mamíferos silvestres terrestres; aves voadoras; aves voadoras sem tiziu e passeriformes não identificados; e mamíferos domésticos.

Para o PNB, foram encontrados *hotspots* significativos somente para os grupos: mamíferos silvestres; aves voadoras; aves voadoras sem tiziu e passeriformes não identificados; e mamíferos domésticos

Para o JBB-RECOR-FAL, foram encontrados *hotspots* somente para os grupos: répteis, aves voadoras e mamíferos domésticos.

Os mapas com os *hotspots* para a ESECAE, o PNB e o JBB-RECOR-FAL encontram-se, respectivamente, nos anexos II, III e IV a resumo.

5. MEDIDAS MITIGADORAS

Baseado na análise comparada entre os mapas com os trechos prioritários para mitigação contra atropelamentos de fauna e os mapas de ocorrência de *hotspots*, são

apresentados a seguir, nas figuras 4 (“a” e “b”), 5 e 6, os mapas com a ilustração da localização das medidas de mitigação propostas, respectivamente, para a ESECAE, o PNB e o JBB-RECOR-FAL.

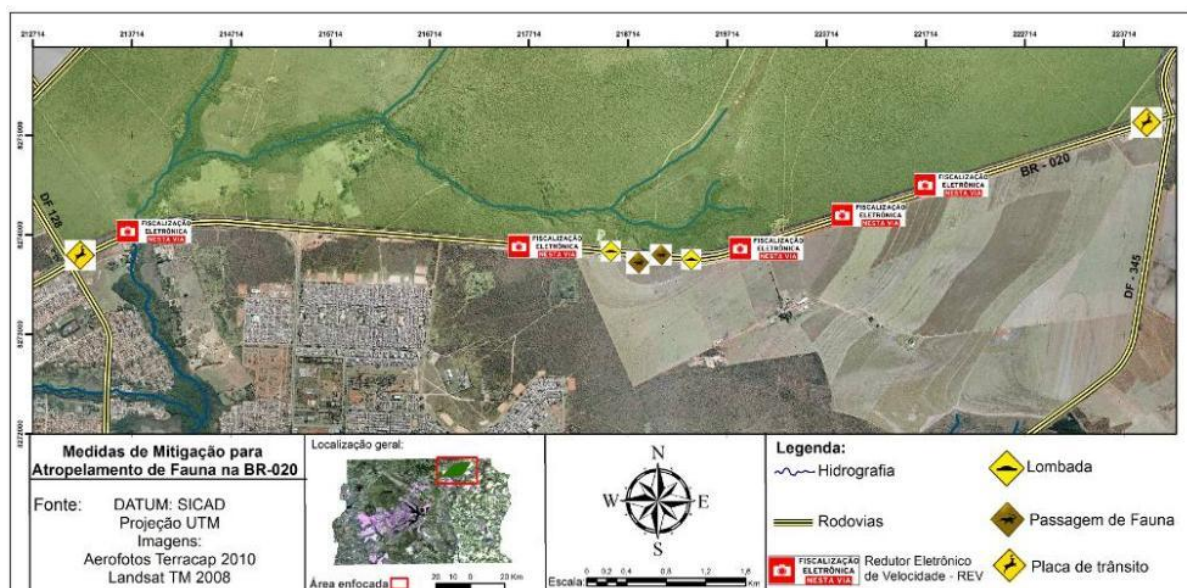


Figura 4a. Locais de instalação das medidas mitigadoras propostas para BR-020.

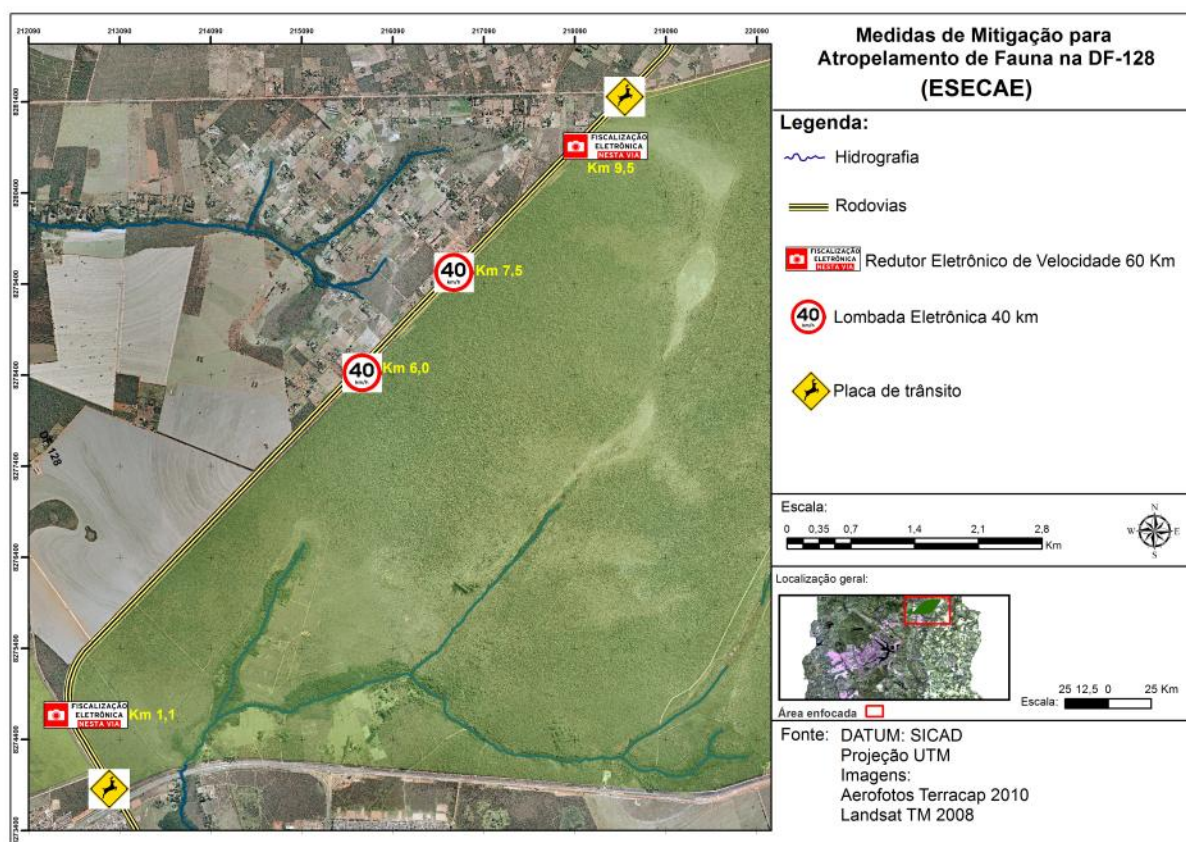


Figura 4b. Locais de instalação das medidas mitigadoras propostas para DF-128.

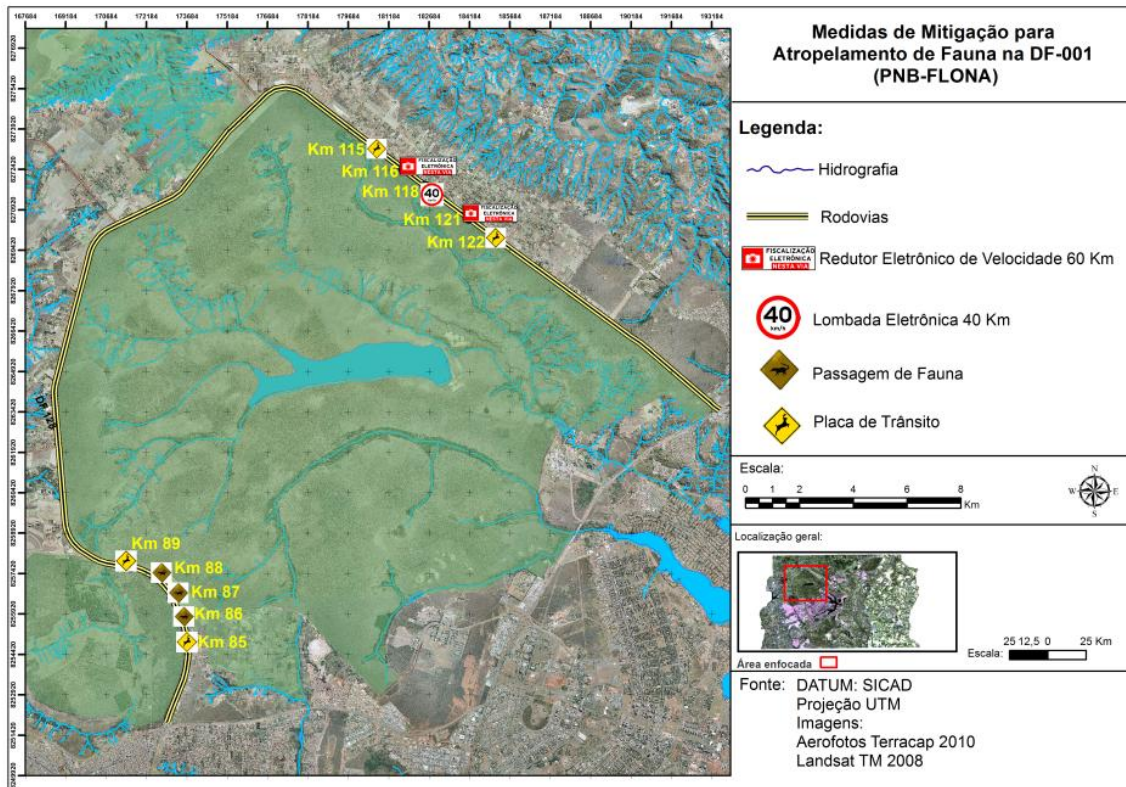


Figura 5. Medidas mitigadoras para a DF-001 no entorno do PNB.

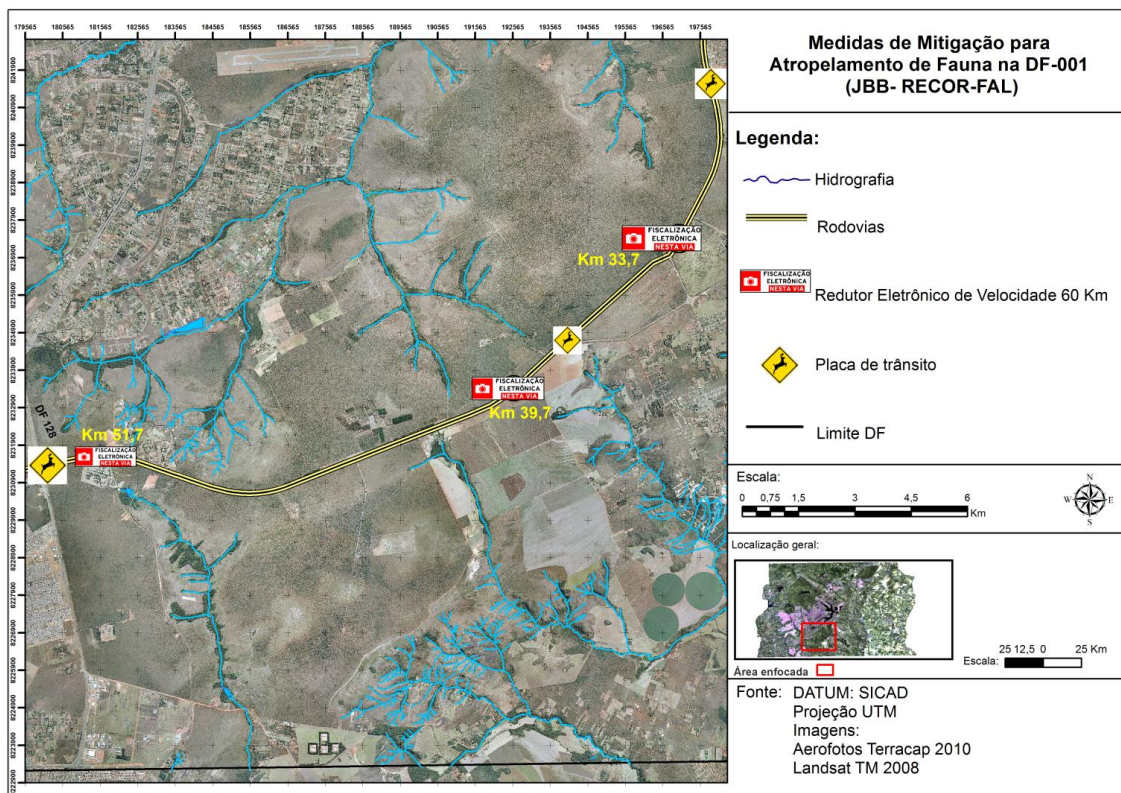


Figura 6. Medidas mitigadoras para a DF-001 no entorno do complexo JBB-RECOR-FAL.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há uma rede de fatores que influenciam no atropelamento de fauna silvestre, tais fatores implicam diretamente em uma alta taxa de mortalidade em alguns trechos que otimizam a ocorrência de incidentes. A relação tráfego e atropelamento de animais na pista é complexa e pode variar caso a caso. O efeito do tráfego não é linear e pode variar conforme fatores espaciais e temporais, dinâmica populacional e comportamento da espécie (Seiler, 2006).

Alguns trabalhos verificaram uma relação direta entre atropelamentos e densidade do tráfego de veículos, com aumento no número de colisões à medida que mais veículos trafegam nas rodovias. Entretanto, o tráfego intenso também aumenta a probabilidade dos animais serem repelidos devido ao ruído gerado pelos veículos e diminuir a frequência de atropelamentos (Seiler, 2006). Algumas espécies somente cruzam a rodovia até um determinado volume de tráfego e até um ponto em que a sensibilidade ao ruído impede a travessia.

A amostragem em trechos de tráfego intenso também pode ser subestimada, pois, nesses locais, segundo alguns autores, há menor permanência das carcaças devido à prensagem sobre o asfalto ou choque com o veículo jogando o animal para fora da pista (Van Lagevelde e Jaarsma, 2004; Hussain et al., 2007).

Devido à complexidade de se analisar os fatores que influenciam no atropelamento de fauna com o objetivo de diminuir seus efeitos, optar pela análise dos locais com maior probabilidade da ocorrência de acidentes para que se instalem medidas que os evitem, parece ser a forma mais eficiente de se tratar o impacto das rodovias na fauna.

Além de prejuízos ecológicos, as colisões com a fauna também geram impactos para os usuários das rodovias. No estudo conduzido por Huijser e colaboradores (2008) foram descritos os custos desses acidentes, que envolvem gastos médicos e consertos de veículos para o usuário, ou gastos com orientações e assistência na pista, bem como reparos na infraestrutura da pista. Dessa maneira, as medidas propostas neste relatório não servirão apenas para garantir a preservação da fauna, mas também para segurança do usuário na pista.

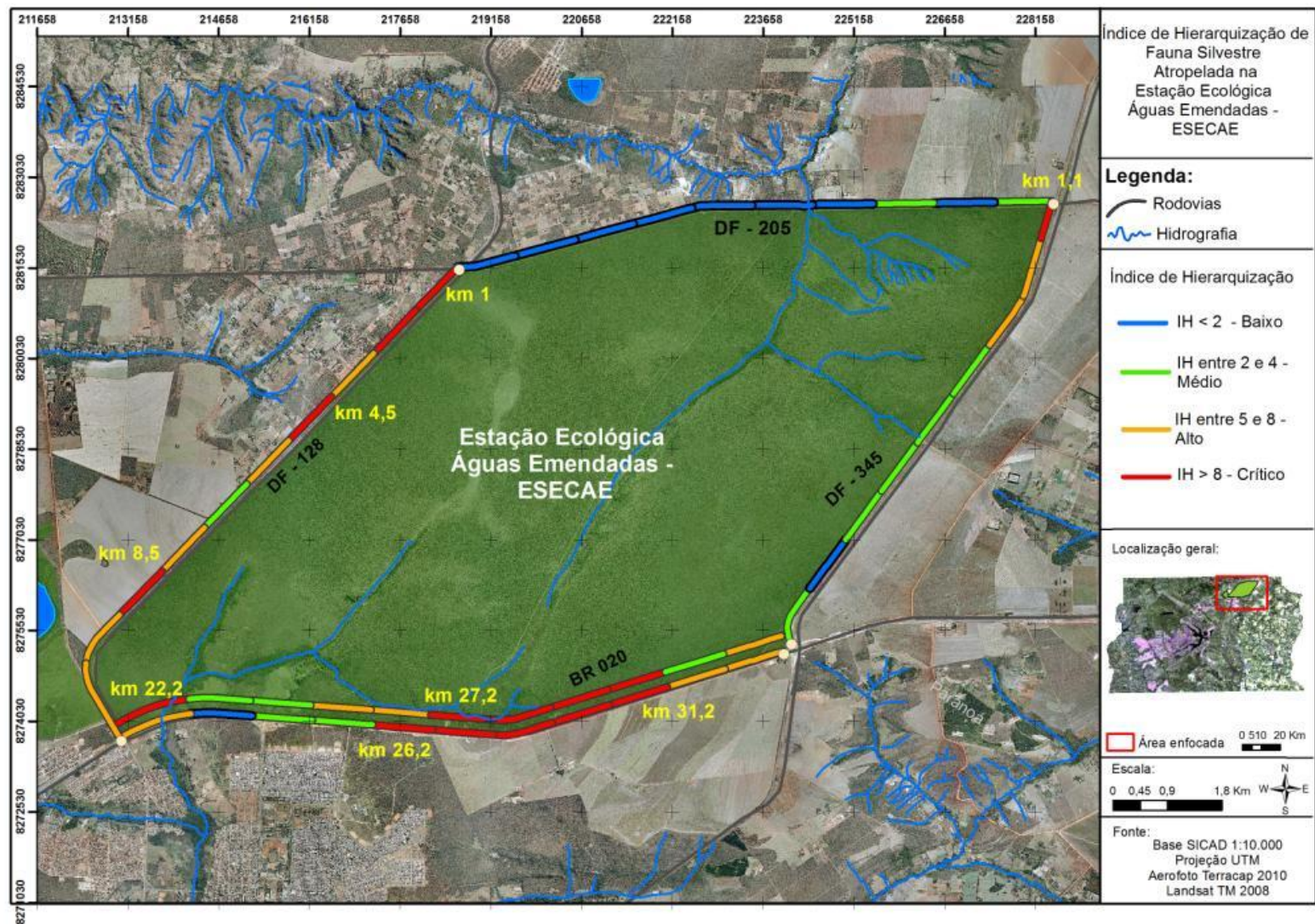
A partir das medidas instaladas, o IBRAM compromete-se com o monitoramento pós-instalação. Esse monitoramento é importante para avaliar a efetividade das medidas instaladas e apresentar a sociedade os resultados das decisões do governo para auxiliar na preservação do meio ambiente e manutenção da biota.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

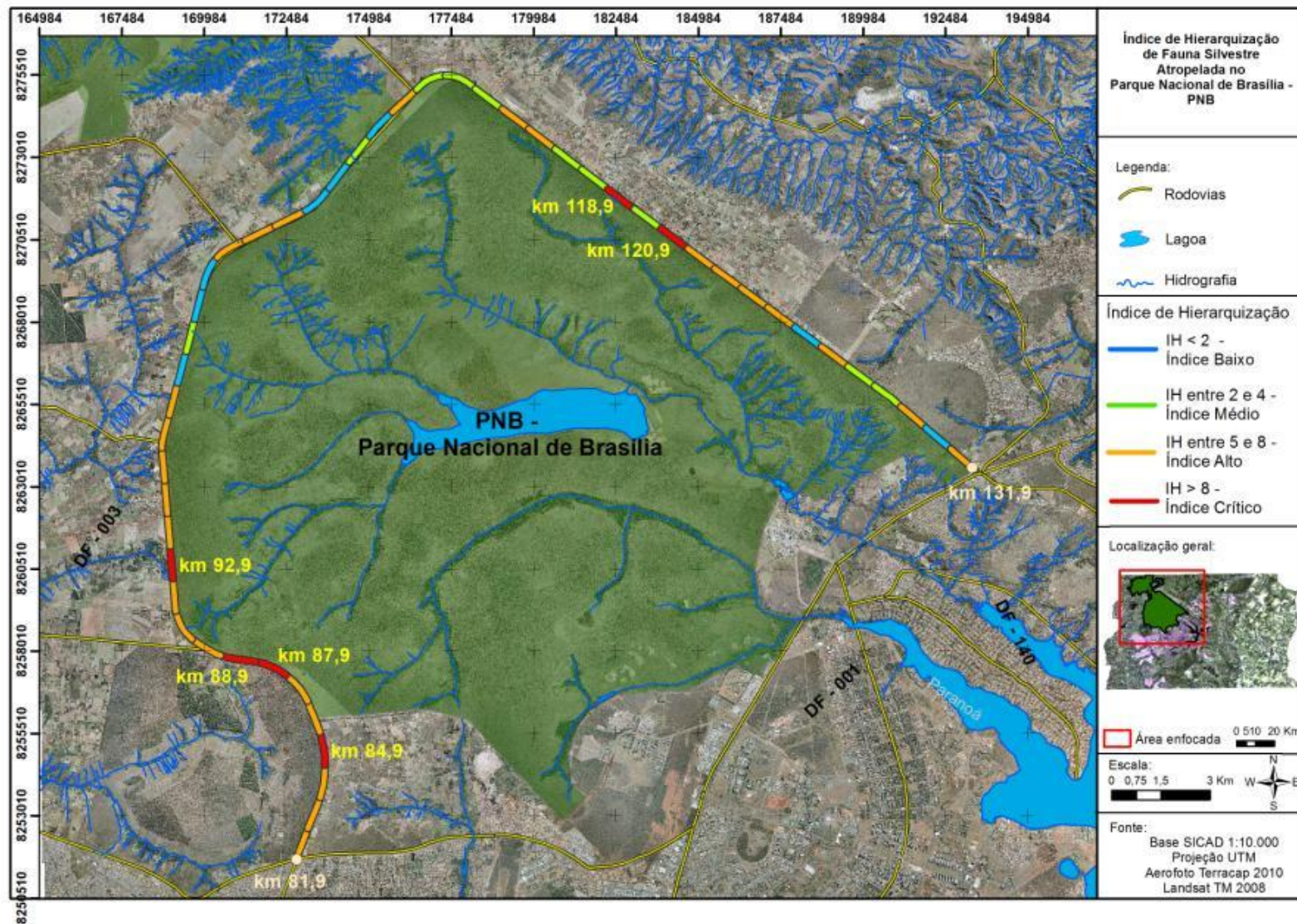
- BAGER, A. E ROSA, C. A. 2010. Priority ranking of road sites for mitigating wildlife roadkill. *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4
- BAGER, A. E ROSA, C. A. 2011. Influence of sampling effort on the estimated richness of Road-killed vertebrate wildlife. *Environmental management*, v. 47, n. 5, p. 851-858
- DORNAS, R. A. P.; KINDEL, A.; BAGER, A.; FREITAS, S. R. 2012. Avaliação da mortalidade de vertebrados em rodovias no Brasil. In: *Ecologia de estradas: tendências e pesquisas* / editor, Alex Bager. – Lavras: Ed. UFLA
- FORMAN, R.T.T. E ALEXANDER, L.E. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 29: 207-231.
- FORMAN, R.T.T., SPERLING, D., BISSONETTE, J.A., CLEVINGER, A.P., CUTSHALL, C.D., DALE, V.H., FAHRIG, L., FRANCE, R., GOLDMAN, C.R., HEANUE, K., JONES, J.A., SWANSON, F.J., TURRENTINE, T., WINTER, T.C. 2003. *Road Ecology; Science and Solutions*. Island Press, Washington DC.
- GLISTA, D. J.; DEVAULT, T. L.; DEWOODY, J. A. 2009. A review of mitigation measures for reducing wildlife mortality on roadways. *Landscape and Urban Planning*, v. 91, p. 1–7,
- HUIJSER, M.P.; MCGOWEN, P.; FULLER, J.; HARDY, A.; KOCIOLEK, A.; CLEVINGER, A. P.; SMITH, O.; AMENT, R. 2008. *Wildlife Vehicle Collision Reduction Study: Report to Congress*. Federal Highway Administration.
- HUSSAIN, A.; ARMSTRONG, J. B.; BROWN, D. B.; HOGLAND, J. 2007. Land-use pattern, urbanization, and deer-vehicle collisions in Alabama. *Human-Wildlife Conflicts*, v. 1, n. 1, p. 89-96
- OUTEN, A. R. The ecological effects of roads lighting. 2002. In: SHERWOOD, B.; CUTLER, D. E. & BURTON, J. A. (Ed.). *Wildlife and roads: the ecological impact*. Imperial College Press, London, p. 133-155
- ROMIN, L.A. E BISSONETTE, J.A. 1996. Deer-vehicle collisions: status of state monitoring activities and mitigation efforts. *Wildlife Society Bulletin* 24, 276–283.
- SEILER, A. E HELLDIN, J.O. 2006. Mortality in wildlife due to transportation. In: DAVENPORT, J. E DAVENPORT, J. L. (eds.) *The ecology of transportation: managing mobility for the environment*. Ireland: University College Cork. p. 165 – 190.
- VAN LAGEVELDE, F. E JAARSMA, C. F. 2004. Using traffic flow theory to model traffic mortality mammals. *Landscape Ecology*, v. 19, n. 8, p. 895-907

ANEXO I

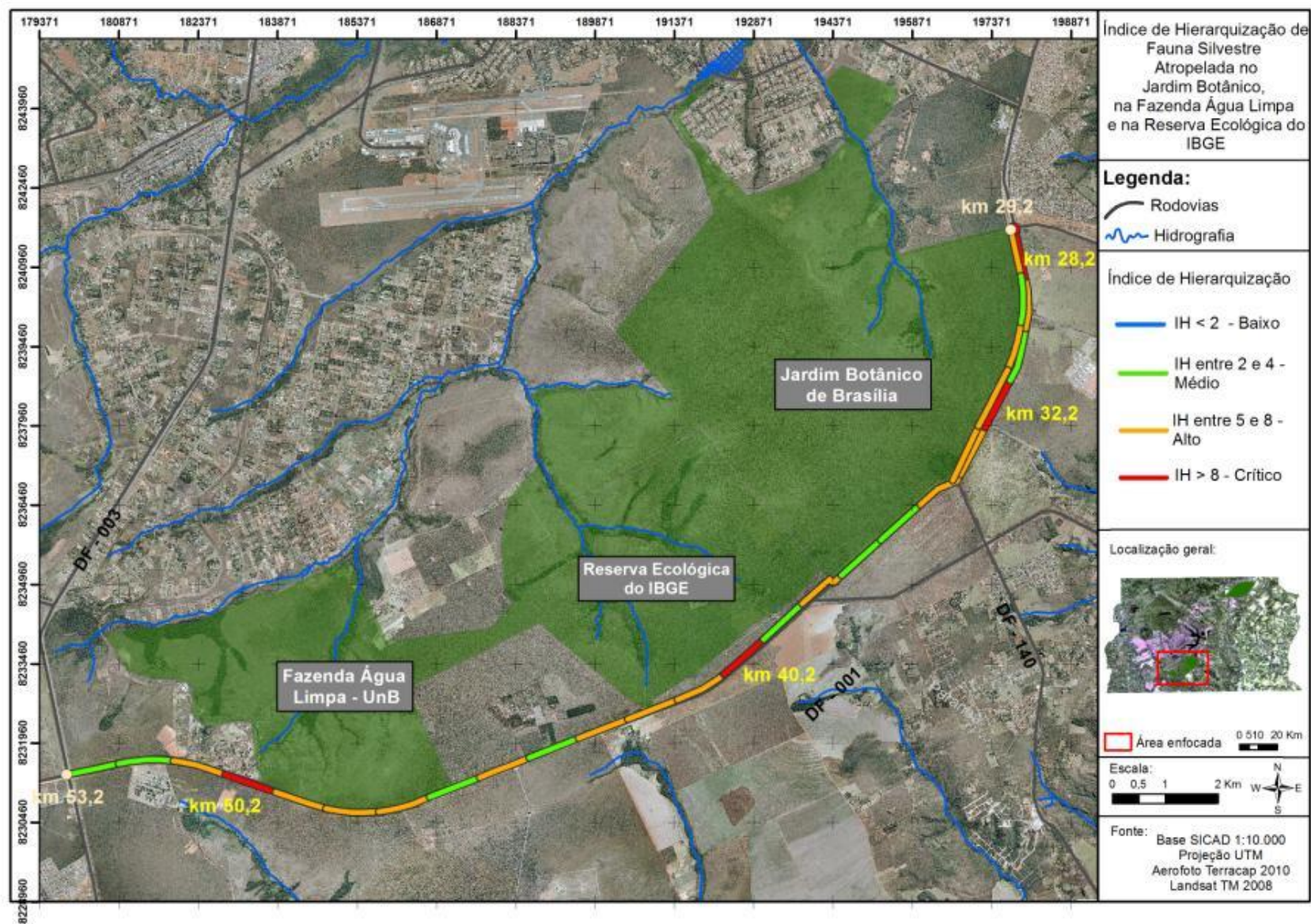
RESULTADO DO ÍNDICE DE HIERARQUIZAÇÃO



Trechos com a classificação segundo o Índice de Hierarquização para a ESECAE



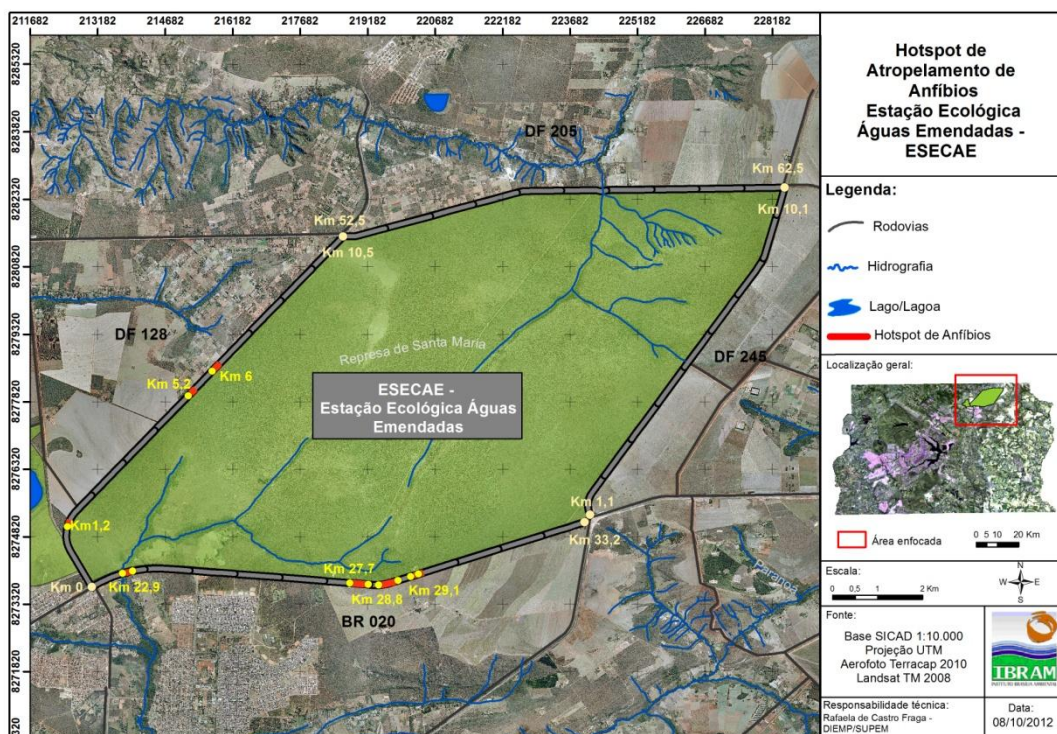
Mapa com demonstração do Índice de Hierarquização no trecho da DF 001 no entorno do PNB.



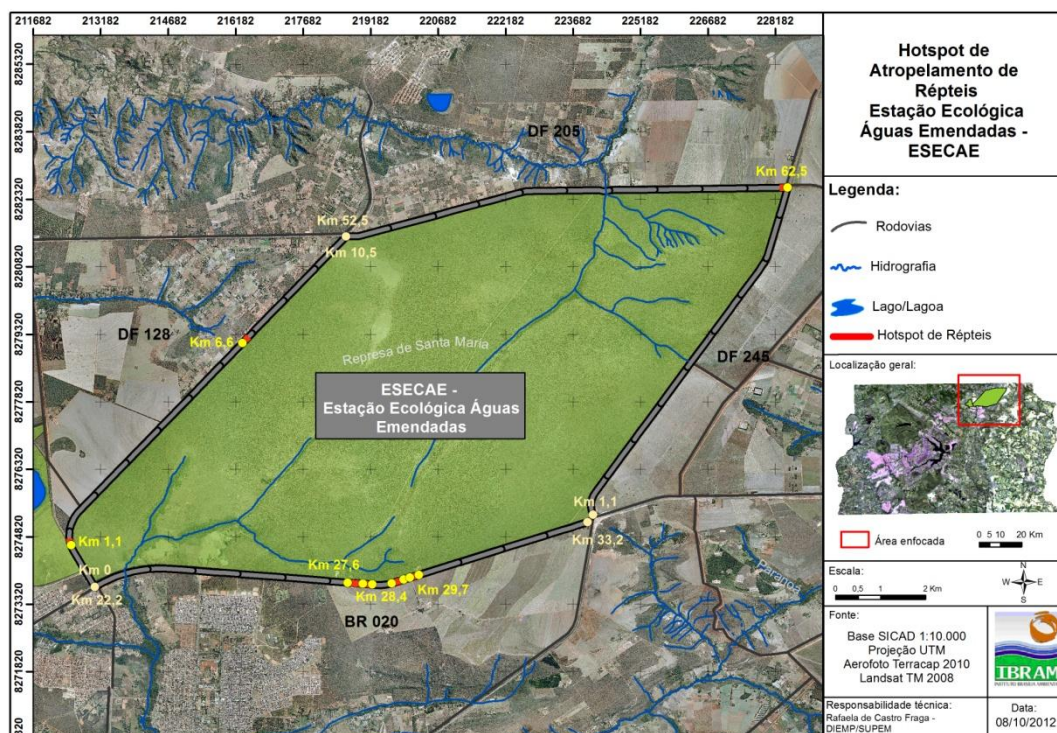
Mapa com demonstração do Índice de Hierarquização no trecho da DF 001 no entorno do JBB-RECOR-FAL

ANEXO II

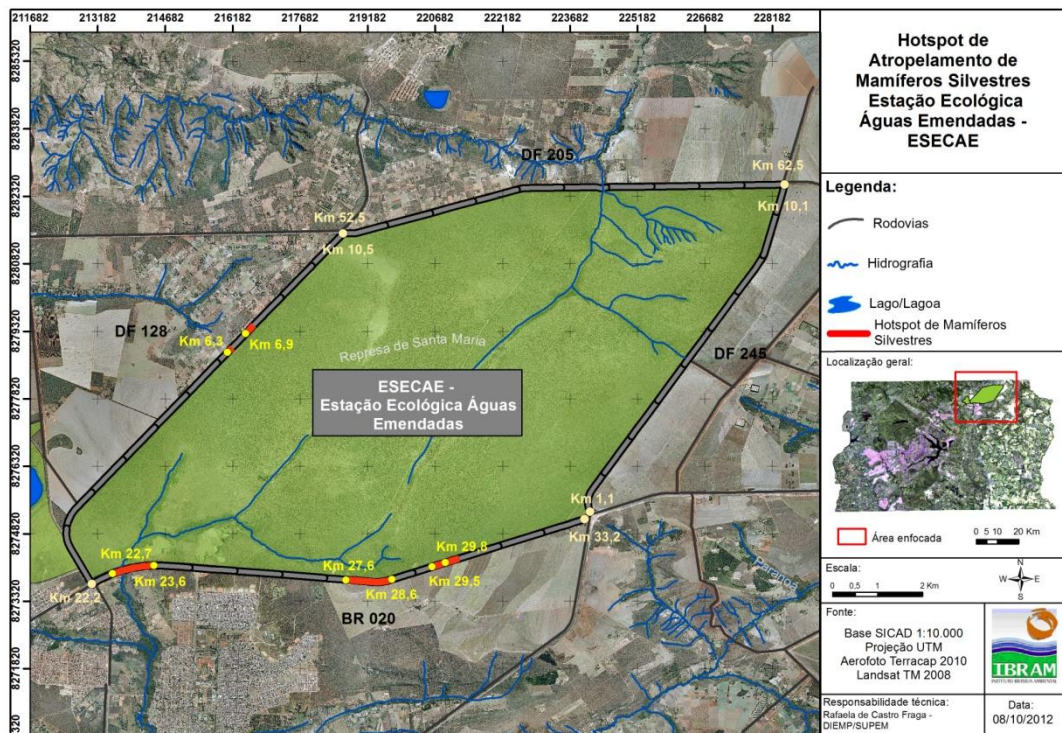
HOTSPOT DE ATROPELAMENTO NA ESECAE



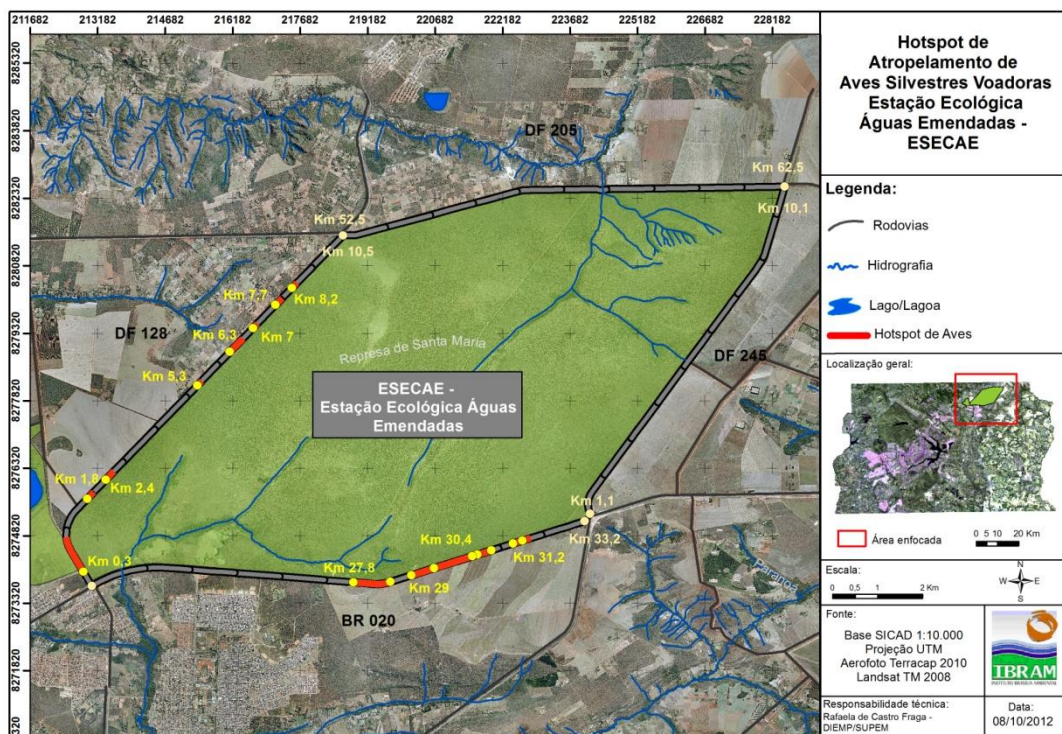
Hotspot de anfíbios na ESECAE



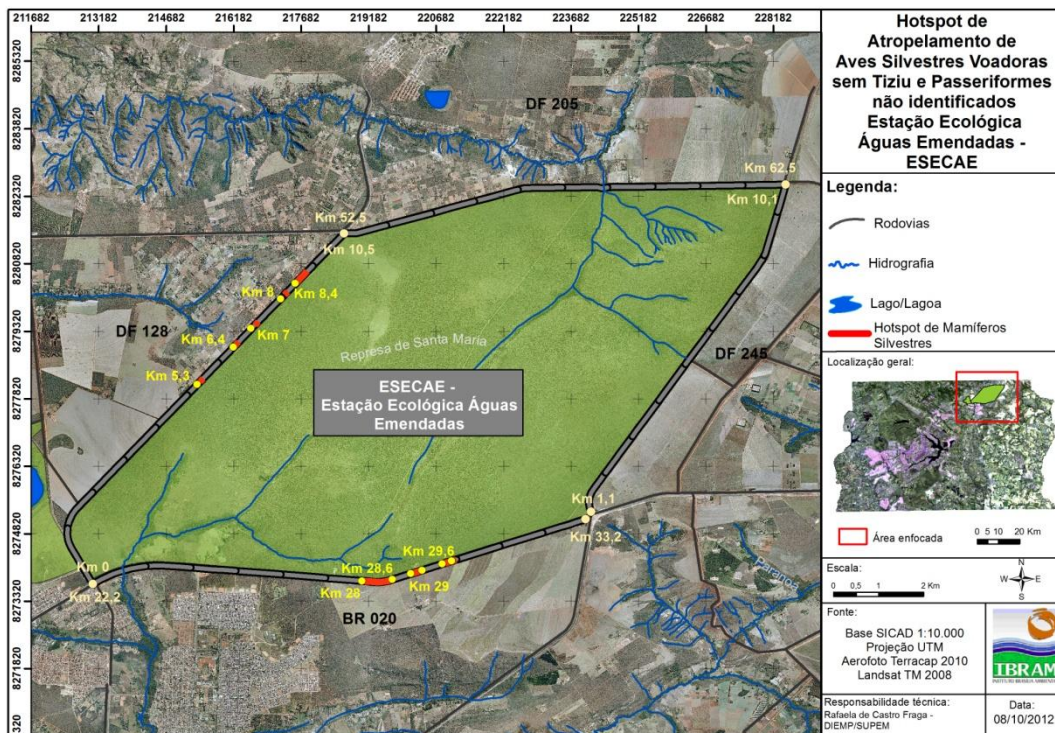
Hotspot de répteis na ESECAE



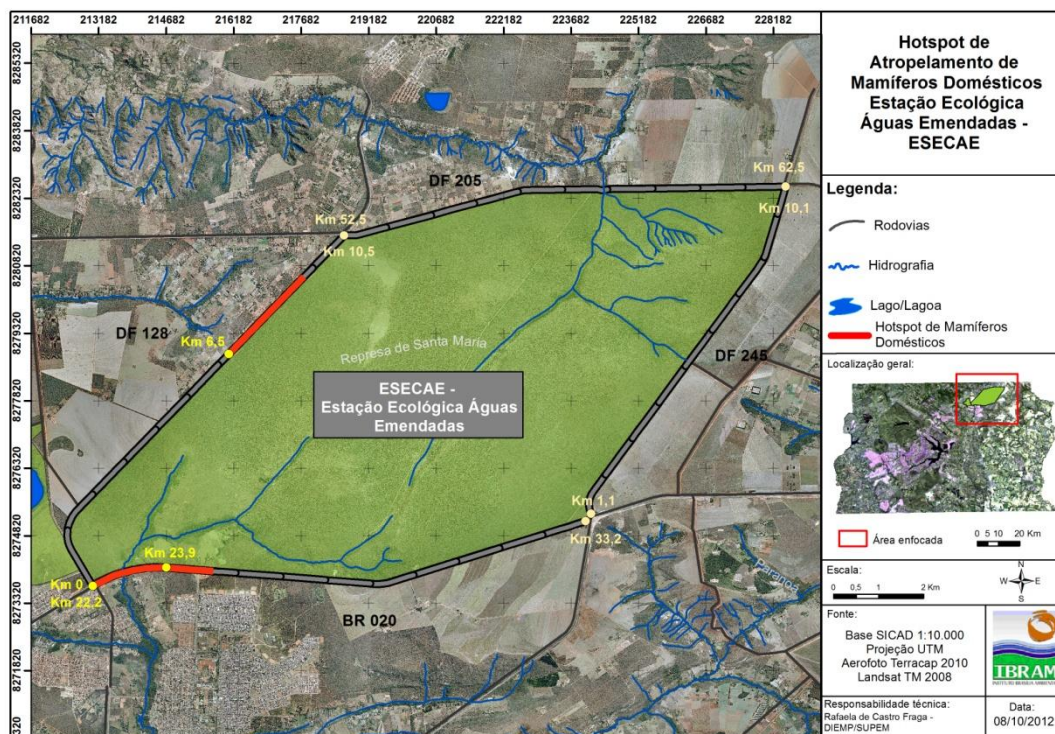
Hotspot de mamíferos silvestres terrestres na ESECAE



Hotspot de aves silvestres voadoras na ESECAE



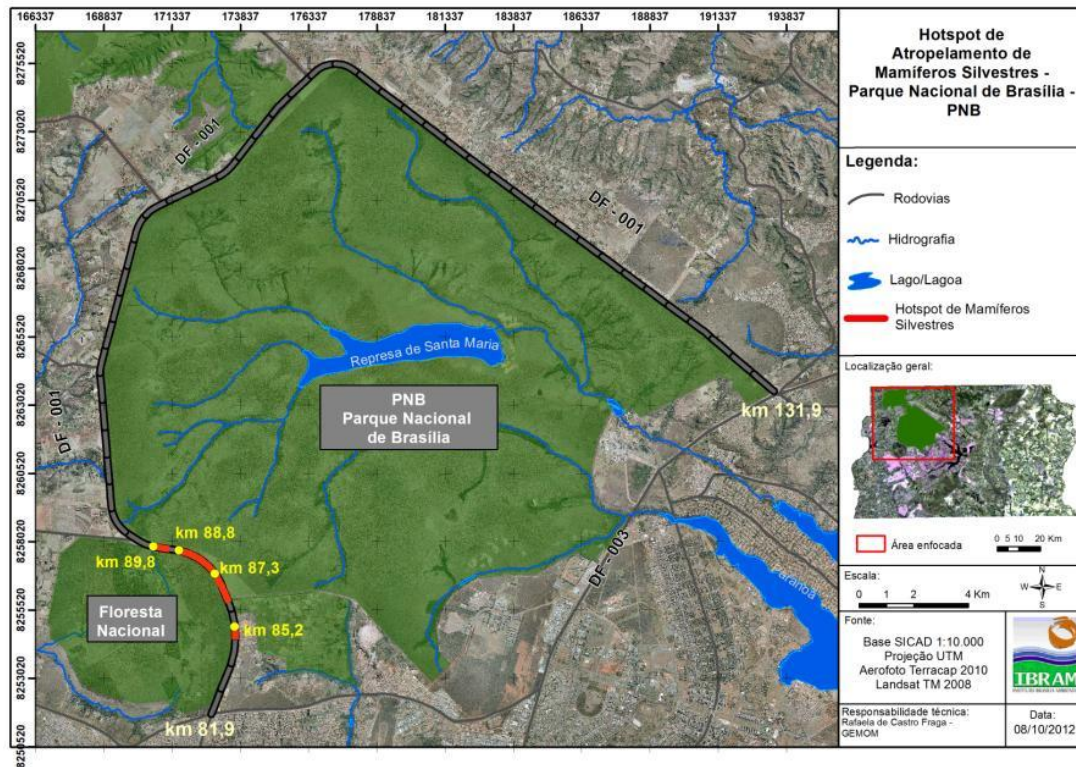
Hotspot de aves silvestres voadoras sem tíziu e passeriformes não identificados na ESECAE



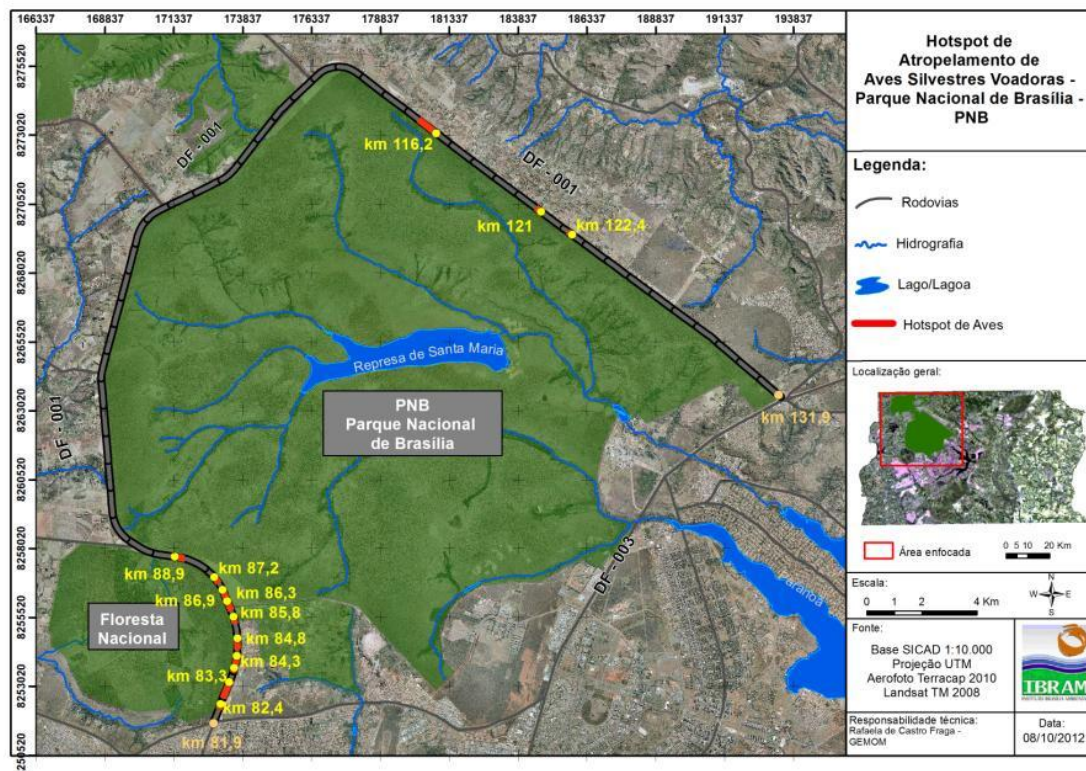
Hotspot de mamíferos domésticos na ESECAE.

ANEXO III

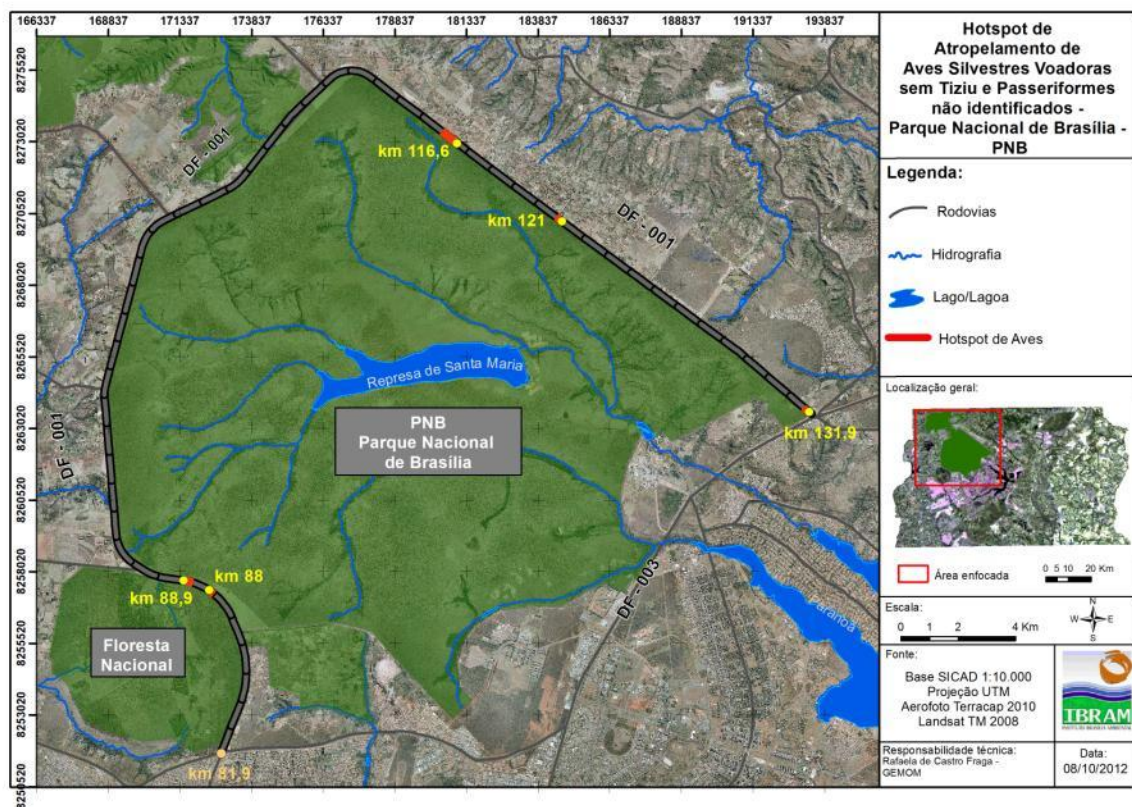
HOTSPOT DE ATROPELAMENTO NO PNB



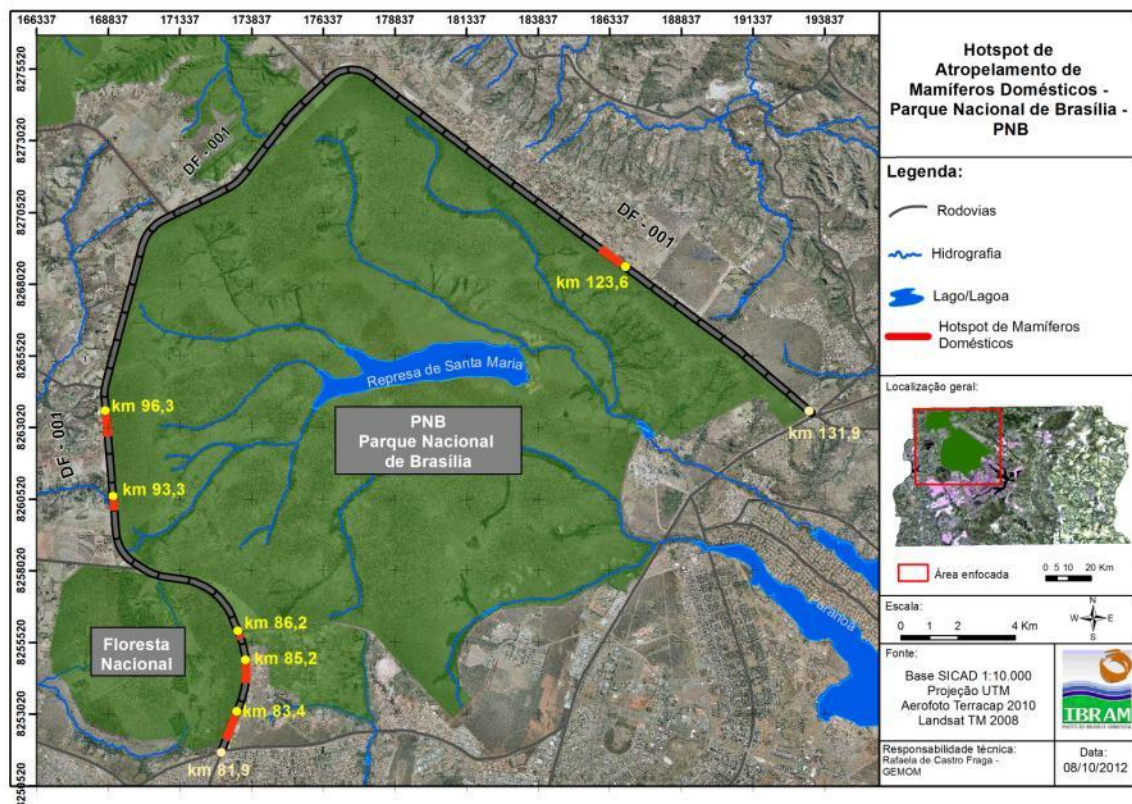
Hotspot de mamíferos silvestres no PNB



Hotspot de aves silvestres voadoras no PNB



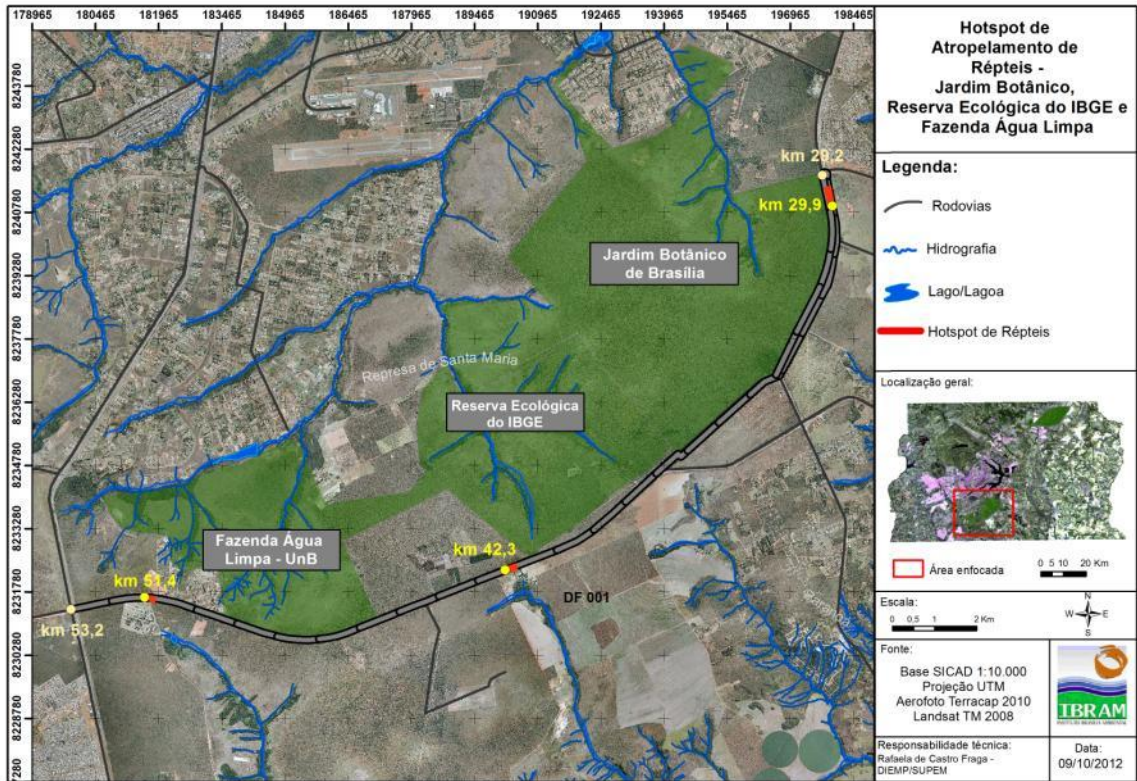
Hotspot de aves silvestres voadoras sem tiziu no PNB



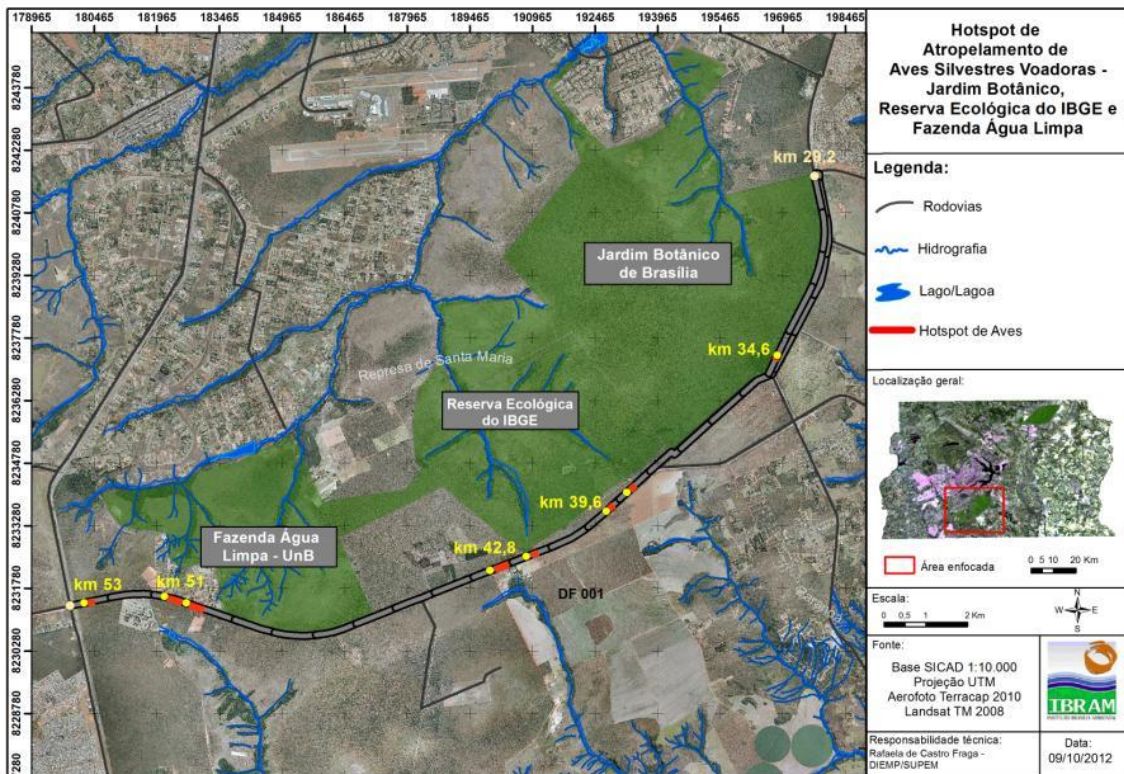
Hotspot de mamíferos domésticos no PNB

ANEXO IV

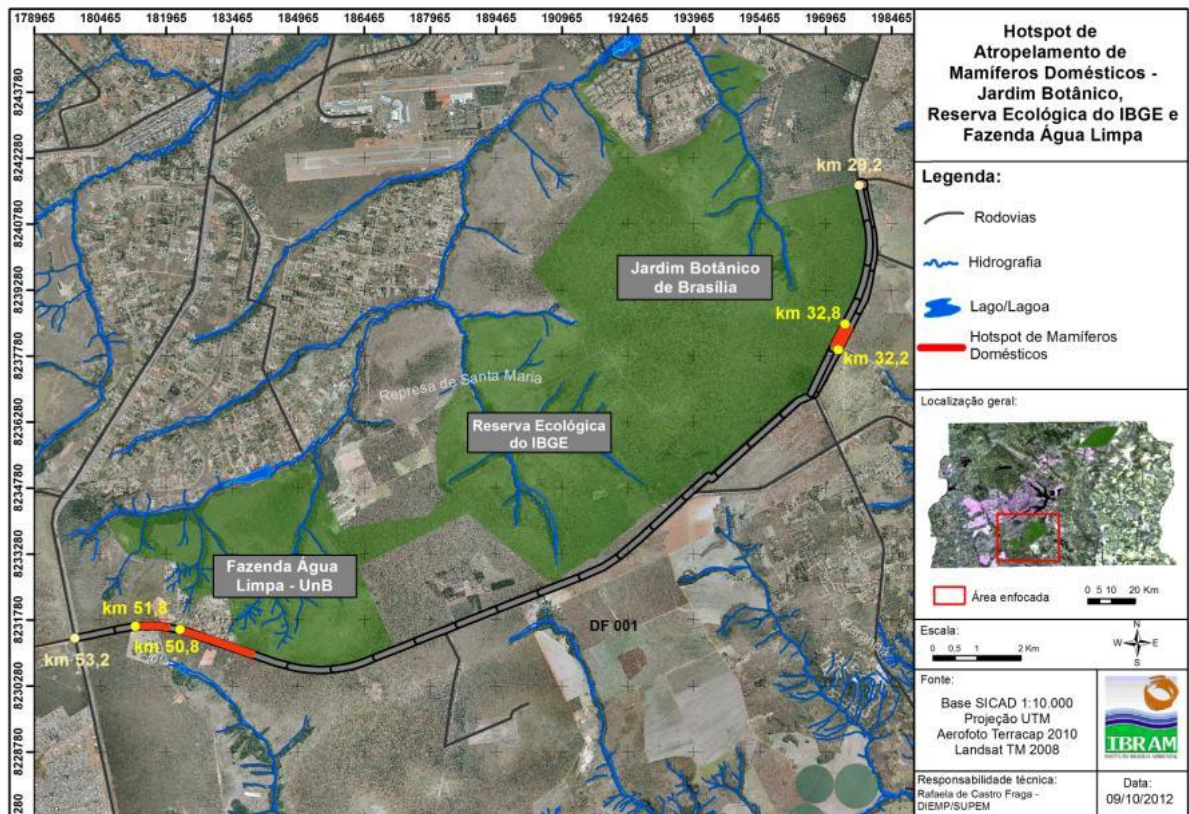
HOTSPOT DE ATROPELAMENTO NO JBB-RECOR-FAL



Hotspot de Répteis no JBB-RECOR-FAL



Hotspot Aves Silvestres Voadoras no JBB-RECOR-FAL



Hotspot mamíferos domésticos no JBB-RECOR-FAL