

rumo

RUMO MALHA CENTRAL S.A.



Furnarius rufus (joão-de-barro)

SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA
PLANO DE TRABALHO PARA O MONITORAMENTO
DE FAUNA

Malha Central - LI nº 1.152/2017

Out/2020


Ambiental

RUMO MALHA CENTRAL S.A.
CURITIBA – PR

SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO DE FAUNA
Plano de trabalho de monitoramento de fauna
Tramo Central e Sul – LI nº 1.152/2017
Malha Central

Outubro/2020

CONTROLE DE ALTERAÇÕES		
ÍNDICE DE VERSÕES		
VER.	DATA	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS
01	01/10/20	Emissão inicial
Projeto: Execução PBA da LI 1152/2017		CC: 201917902
Requisitos: Licença de Instalação nº 1.152/2017		
Elaboração	Análise crítica	Aprovação
Pedro Kotovicz	Pedro Kotovicz	Fernando Prochmann
Data	Data	Data
01/10/2020	02/10/2020	02/10/2020

<u>1.</u>	<u>IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E EMPRESA</u>	<u>7</u>
	CONSULTORA	7
1.1.	EMPREENDEDOR	7
1.2.	EMPRESA CONSULTORA	8
<u>2.</u>	<u>AVALIAÇÃO DOCUMENTAL</u>	<u>9</u>
<u>3.</u>	<u>INTRODUÇÃO E ANÁLISE HISTÓRICA DOS DADOS</u>	<u>11</u>
<u>4.</u>	<u>OBJETIVOS</u>	<u>31</u>
4.1.	OBJETIVOS PRINCIPAIS	31
4.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
<u>5.</u>	<u>MÉTODOS</u>	<u>32</u>
5.1.	ÁREA DE ESTUDO	32
5.1.1.	UNIDADE AMOSTRAL 1 – OUROESTE	33
5.1.2.	UNIDADE AMOSTRAL 2 – UNIÃO DE MINAS	33
5.1.3.	UNIDADE AMOSTRAL 3 – QUIRINÓPOLIS	34
5.1.4.	UNIDADE AMOSTRAL 4 – RIO VERDE	34
5.1.5.	UNIDADE AMOSTRAL 5 – JANDAIA	34
5.1.6.	UNIDADE AMOSTRAL 6 – CONTROLE	34
5.1.7.	UNIDADE AMOSTRAL 7 – PALMEIRAS DE GOIÁS	35
5.2.	MÉTODOS	44
5.2.1.	CENSO POR TRANSECÇÃO – CT	44
5.2.2.	ARMADILHA FOTOGRÁFICA – AF	45
5.2.3.	ESFORÇO AMOSTRAL	46
5.3.	METAS	47
5.4.	ANÁLISES ESTATÍSTICAS E INDICADORES	47
5.4.1.	RIQUEZA E ABUNDÂNCIA	48
5.4.2.	SUFICIÊNCIA AMOSTRAL	48
5.4.3.	PERFIL DE DIVERSIDADE	49
5.4.4.	ANÁLISE DE SIMILARIDADE	49
5.4.5.	SAZONALIDADE	50
<u>6.</u>	<u>CRONOGRAMA</u>	<u>51</u>
<u>7.</u>	<u>CONSIDERAÇÕES FINAIS</u>	<u>52</u>
<u>8.</u>	<u>REFERÊNCIAS</u>	<u>54</u>
<u>9.</u>	<u>RESPONSABILIDADE</u>	<u>56</u>

10. ANEXOS

57



FIGURA 1 – NÚMERO DE ESPÉCIES PARA CADA GRUPO FAUNÍSTICO REPRESENTADO.	11
FIGURA 2 - CURVA DE RAREFAÇÃO POR DIAS DE AMOSTRAGEM PARA A AVIFAUNA.	12
FIGURA 3 - CURVA DE RAREFAÇÃO POR DIAS DE AMOSTRAGEM PARA OS ANFÍBIOS.	14
FIGURA 4 - CURVA DE RAREFAÇÃO POR DIAS DE AMOSTRAGEM PARA OS RÉPTEIS.	16
FIGURA 5 - CURVA DE RAREFAÇÃO POR DIAS DE AMOSTRAGEM PARA OS QUIRÓPTEROS.	18
FIGURA 6 – PROJEÇÃO DE MICHAELIS-MENTEN PARA A SUFICIÊNCIA AMOSTRAL DOS QUIRÓPTEROS. A LINHA TRACEJADA INDICA O ESFORÇO REALIZADO NAS NOVE CAMPANHAS ANALISADAS.	18
FIGURA 7 - CURVA DE RAREFAÇÃO POR DIAS DE AMOSTRAGEM PARA OS MAMÍFEROS NÃO VOADORES.	21
FIGURA 8 - PROJEÇÃO DE MICHAELIS-MENTEN PARA A SUFICIÊNCIA AMOSTRAL DOS MAMÍFEROS NÃO VOADORES. A LINHA TRACEJADA INDICA O ESFORÇO REALIZADO NAS NOVE CAMPANHAS ANALISADAS.	21
FIGURA 9 - CURVA DE RAREFAÇÃO POR DIAS DE AMOSTRAGEM PARA A ICTIOFAUNA.	24
FIGURA 10 - CURVA DE RAREFAÇÃO POR DIAS DE AMOSTRAGEM PARA OS INVERTEBRADOS TERRESTRES.	24
FIGURA 11 – LOCALIZAÇÃO DAS UNIDADES AMOSTRAIS.	36
FIGURA 12 – DETALHAMENTO DA UNIDADE AMOSTRAL 1 – OUROESTE.	37
FIGURA 13 – DETALHAMENTO DA UNIDADE AMOSTRAL 2 – UNIÃO DE MINAS.	38
FIGURA 14 – DETALHAMENTO DA UNIDADE AMOSTRAL 3 – QUIRINÓPOLIS.	39
FIGURA 15 – DETALHAMENTO DA UNIDADE AMOSTRAL 4 – RIO VERDE.	40
FIGURA 16 – DETALHAMENTO DA UNIDADE AMOSTRAL 5 – JANDAIA	41
FIGURA 17 – DETALHAMENTO DA UNIDADE AMOSTRAL 6 – CONTROLE.	42
FIGURA 18 – DETALHAMENTO DA UNIDADE AMOSTRAL 7 – PALMEIRAS DE GOIÁS.	43



LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ESFORÇO AMOSTRAL A SER EMPREGADO NA EXECUÇÃO DO SUBPROGRAMA.	46
TABELA 2 – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DAS CAMPANHAS.	51



1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E EMPRESA CONSULTORA

1.1. Empreendedor

	Empreendedor
Razão social:	Rumo Malha Central S.A.
CNPJ:	33.572.408/0001-97
Número do CTF IBAMA:	748720
Atividade:	Transporte ferroviário de carga
Endereço:	Avenida Brigadeiro Faria Lima, nº 4100, 15º andar, sala 05, bairro Itaim Bibi, São Paulo, SP.
Telefone:	(19) 3423-8000
Representante legal	Renata Twardowsky Ramalho Bonikowski
CPF:	006.993.609-94
Cargo:	Gerente de licenciamento ambiental
Endereço:	Rua Emílio Bertolini, nº 100, Cajuru, Curitiba, PR. CEP: 82920-030
Telefone	(41) 2141-7149 / (41) 99504-2423

1.2. Empresa consultora

	<p>Empresa responsável</p>
Razão social:	Assessoria Técnica Ambiental Ltda.
Nome fantasia:	Cia Ambiental
CNPJ:	05.688.216/0001-05
Inscrição estadual:	Isenta
Inscrição municipal:	07.01.458.871-0
Registro no CREA-PR:	41043
Número do CTF IBAMA:	2997256
Endereço:	Rua Marechal José Bernardino Bormann, nº 821, Curitiba, PR. CEP: 80.730-350.
Telefone/fax:	(41) 3336-0888
E-mail:	ciaambiental@ciaambiental.com.br
Representante legal, responsável técnico e coordenador geral:	Pedro Luiz Fuentes Dias
CPF:	514.620.289-34
Registro no CREA-PR:	18.299/D
Número do CTF IBAMA:	100593
Coordenador geral e contato:	Fernando do Prado Florêncio
e-mail:	fernando.prado@ciaambiental.com.br
Registro no CRBio:	25892/07-D
Número do CTF IBAMA:	4301535

2. AVALIAÇÃO DOCUMENTAL

Este plano de trabalho está direcionado ao atendimento do programa de proteção à fauna da Ferrovia Malha Central no trecho entre Anápolis – GO e Estrela D’Oeste - SP. O trecho ferroviário atualmente está sob concessão da empresa Rumo Malha Central S.A., subsidiada pela licença de instalação nº 1.152/2017, 1ª retificação, após a transferência de titularidade ocorrida em 21/11/2019 por meio do Despacho Ibama nº 6080812/2019-COTRA/CGLIN/DILIC.

O despacho da transferência de titularidade das licenças de operação nº 1240, e de instalação nº 1152 (trecho analisado no presente documento) se deu depois de analisadas as petições das cartas Rumo nº 232 e 272/GMA/2019 (SEI 5733307 e 6034587, respectivamente), tratativa que foi iniciada em 15/08/2019. Assim, os processos de licenças e autorizações foram vinculados aos autos do processo de licenciamento 02001.005221/2008-55.

Dentro deste contexto de transferência de titularidade e continuidade das atividades, existem pontos a serem reavaliados e discutidos em busca de um reajuste de ações em conjunto com o órgão ambiental licenciador, como a continuidade da aplicação do subprograma de monitoramento de fauna, que visa a implementação, quando necessário, de medidas mitigadoras a várias espécies da fauna ocorrente nas regiões adjacentes à ferrovia.

O subprograma de monitoramento de fauna, subsidiado pela Abio nº 77/2012, 1ª retificação (válida até 06/04/2021), apresenta a execução já confirmada e relatada ao IBAMA por meio de relatórios técnicos, de 15 campanhas de monitoramento de fauna terrestre e ictiofauna, e outras sete campanhas de monitoramento de invertebrados aquáticos. Dessa forma, o presente documento tem por objetivo a proposição de um novo

plano de trabalho para a continuidade do subprograma de monitoramento de fauna no decorrer da fase de instalação da Malha Central. O subprograma será adequado de forma a permanecer válido, do ponto de vista biológico e ecológico, para a análise de impacto e tentativa de mitigação, mesmo com a transição dos trechos da ferrovia de licença de instalação para licença de operação.



3. INTRODUÇÃO E ANÁLISE HISTÓRICA DOS DADOS

Para a contextualização histórica e embasamento estatístico para a alteração do delineamento amostral deste subprograma de monitoramento de fauna foram utilizados dados obtidos a partir de 2015 pelo subprograma aplicado até o presente momento, compreendendo a realização de nove campanhas de monitoramento.

No decorrer dessas nove campanhas foram registradas 365 espécies de aves, 117 espécies de peixes, 64 espécies de mamíferos não voadores e de répteis, 56 espécies de anfíbios e 49 espécies de morcegos, conforme figura a seguir. Para os invertebrados aquáticos foram registrados 77 diferentes táxons, no entanto, devido à dificuldade de identificação em nível de epíteto específico para esses animais, a maior parte deles está classificada apenas como ordem ou família. Percebe-se, portanto, um número elevado de espécies registradas nas áreas adjacentes à ferrovia.

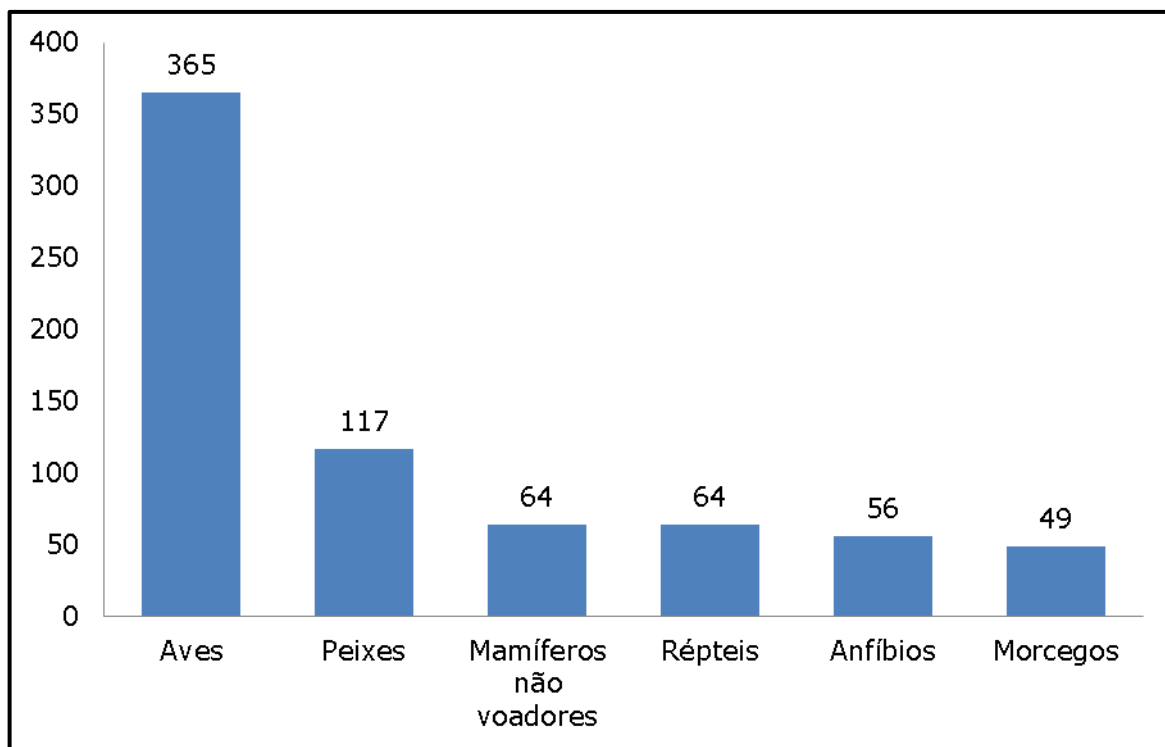


Figura 1 – Número de espécies para cada grupo faunístico representado.

Com o intuito de analisar a suficiência amostral de cada grupo faunístico registrado nessas campanhas de monitoramento foram realizadas curvas de rarefação de Mau's Tao por dia de amostragem. Para a avifauna da região do entorno da ferrovia percebe-se que a suficiência amostral pode ser considerada satisfatória, visto que a curva de rarefação apresenta uma forte tendência à estabilização, de forma a estar bastante próxima do alcance da assíntota (figura 2). Assim, pode-se dizer que mesmo com o aumento dos dias de amostragem, não se espera uma adição considerável de espécies novas de aves.

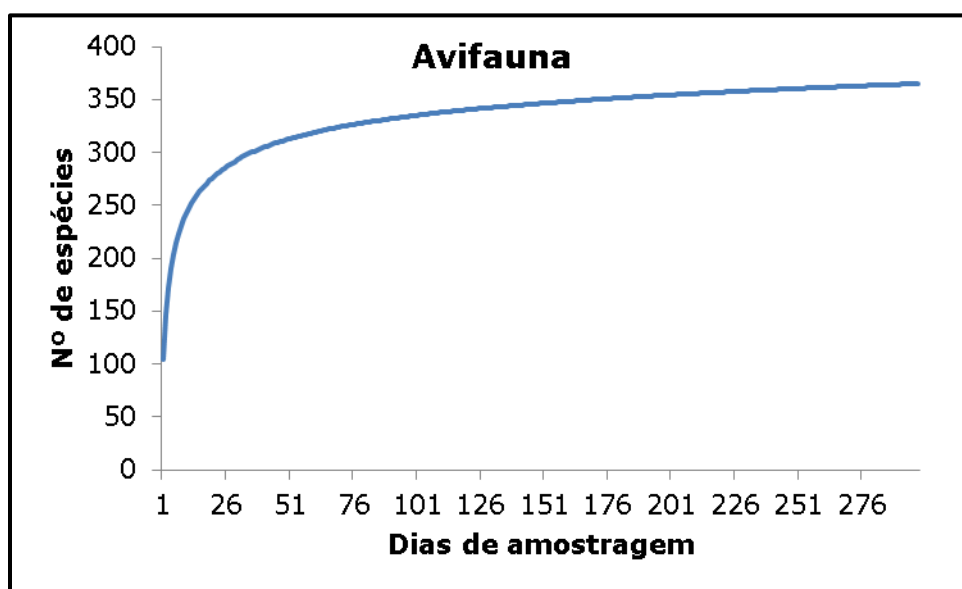


Figura 2 - Curva de rarefação por dias de amostragem para a avifauna.

Adicional a isso, no decorrer das nove campanhas analisadas, foram registrados 88.440 indivíduos, além das 365 espécies já mencionadas. Esse número da abundância foi distribuído de maneira bastante equilibrada e constante entre as campanhas analisadas, tendo na campanha C10 o maior valor da métrica, contemplando 10.028 indivíduos. Além disso, os índices de diversidade – tanto de Simpson quanto de Shannon – demonstram bastante equilíbrio entre as campanhas já executadas. Dessa forma, percebe-se que a instalação do empreendimento não gerou quaisquer distúrbios nas distribuições de

abundância e riqueza entre as campanhas analisadas, demonstrando que, até o presente momento, não se pode afirmar que o empreendimento causou danos na composição da assembleia de aves das áreas adjacentes.

Tabela 1 – Índices de diversidade para a avifauna.

	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15
Riqueza	289	258	284	269	287	275	283	276	271
Abundância	9801	9800	9801	10028	9808	9803	9800	9800	9799
Dominância (D)	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Índice de Simpson	0,990	0,988	0,990	0,988	0,990	0,989	0,990	0,989	0,989
Índice de Shannon	4,972	4,772	4,945	4,842	4,930	4,879	4,954	4,905	4,918
Equitabilidade (J)	0,88	0,86	0,88	0,87	0,87	0,87	0,88	0,87	0,88
Riqueza estimada (Chao-1)	314,9	280,1	326,5	282,8	305,5	290,5	306,3	300,5	283,8

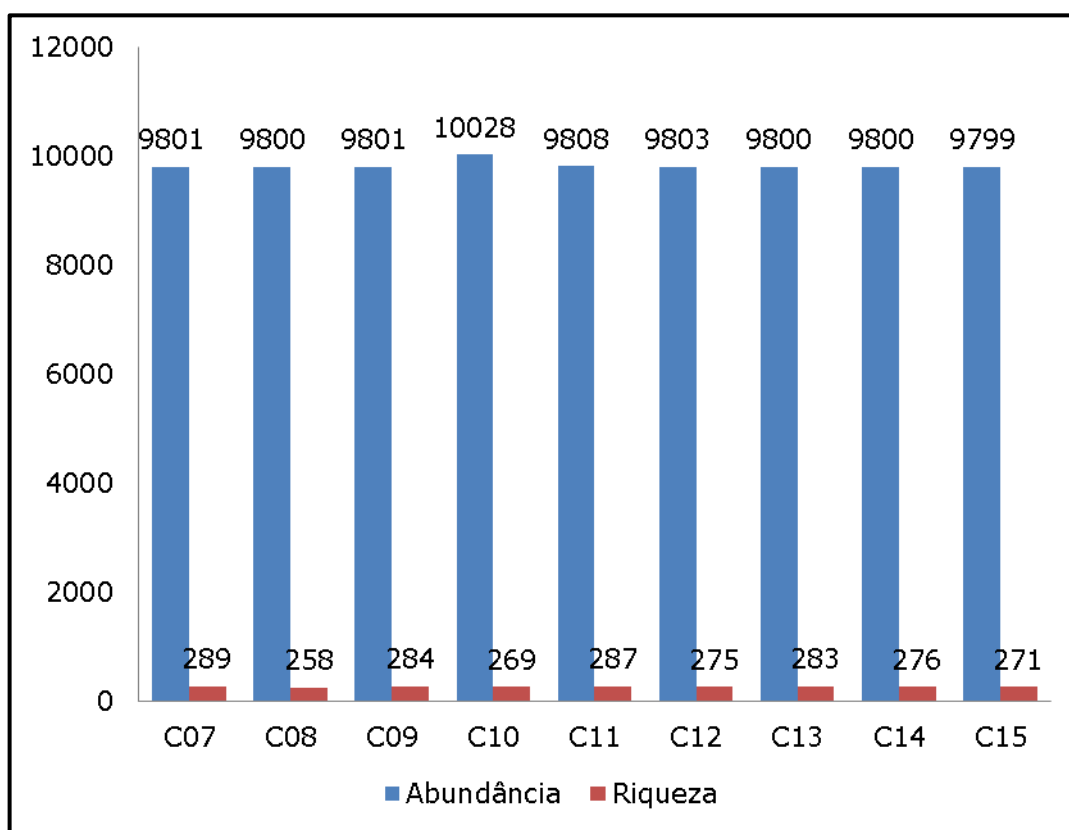


Figura 3 – Distribuição das métricas abundância e riqueza entre as campanhas analisadas.

Para os anfíbios o cenário é bastante semelhante ao apresentado para a avifauna anteriormente, visto que a curva de rarefação encontra-se bastante próxima da estabilização e, por consequência, do alcance da

assíntota, de forma que a suficiência amostral pode ser considerada satisfatória (figura 4). Portanto, ainda que ocorra o aumento do número de dias de amostragem para esse grupo faunístico, não é esperado o registro de um número considerável de novas espécies.

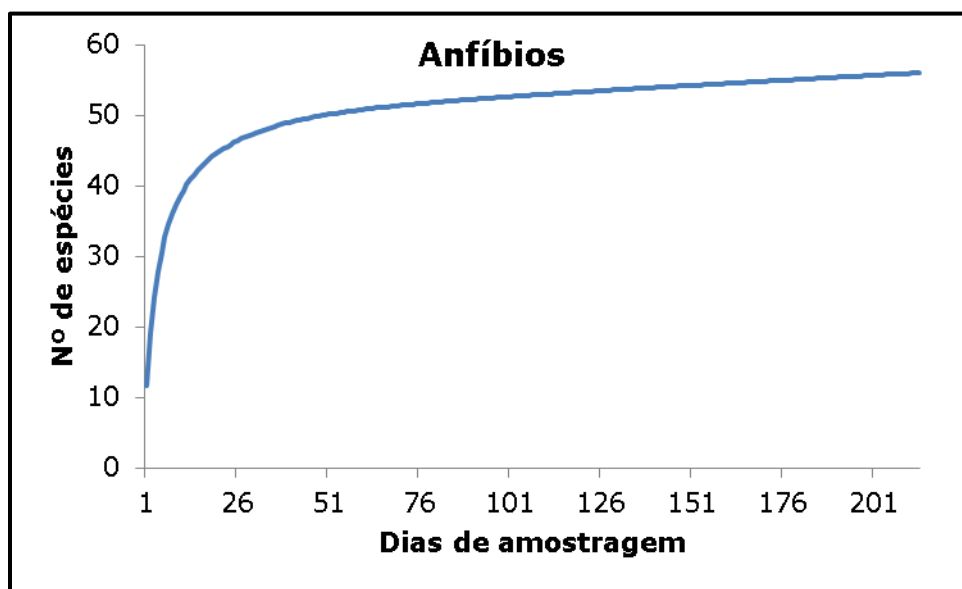


Figura 4 - Curva de rarefação por dias de amostragem para os anfíbios.

Além das 56 espécies de anfíbios registradas, foram contabilizados – no decorrer da execução das nove campanhas analisadas – 4.411 indivíduos. Não foi encontrado um padrão na distribuição da abundância entre as campanhas, de forma que não se observa um decaimento ou um acréscimo dessa métrica conforme as campanhas avançaram. Os índices de diversidade (Simpson e Shannon) também demonstram bastante equilíbrio entre as campanhas, com uma pequena superioridade das campanhas C11 e C13. Dessa forma, entende-se que o empreendimento não alterou de maneira evidente, até o presente momento, a composição da assembleia de anfíbios das áreas adjacentes à ferrovia.

Tabela 2 – Índices de diversidade entre as campanhas para os anfíbios.

	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15
Riqueza	44	35	46	32	42	37	47	38	35
Abundância	491	258	518	282	785	396	1070	386	225
Dominância	0,05	0,06	0,04	0,06	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05
Índice de Simpson	0,950	0,937	0,955	0,941	0,956	0,943	0,955	0,945	0,953
índice de Shannon	3,261	3,127	3,381	3,112	3,335	3,142	3,374	3,191	3,272
Equitabilidade (J)	0,86	0,88	0,88	0,90	0,89	0,87	0,88	0,88	0,92
Estimador Chao-1	47,75	36	49,5	33,5	43,2	38,25	49	39,43	36

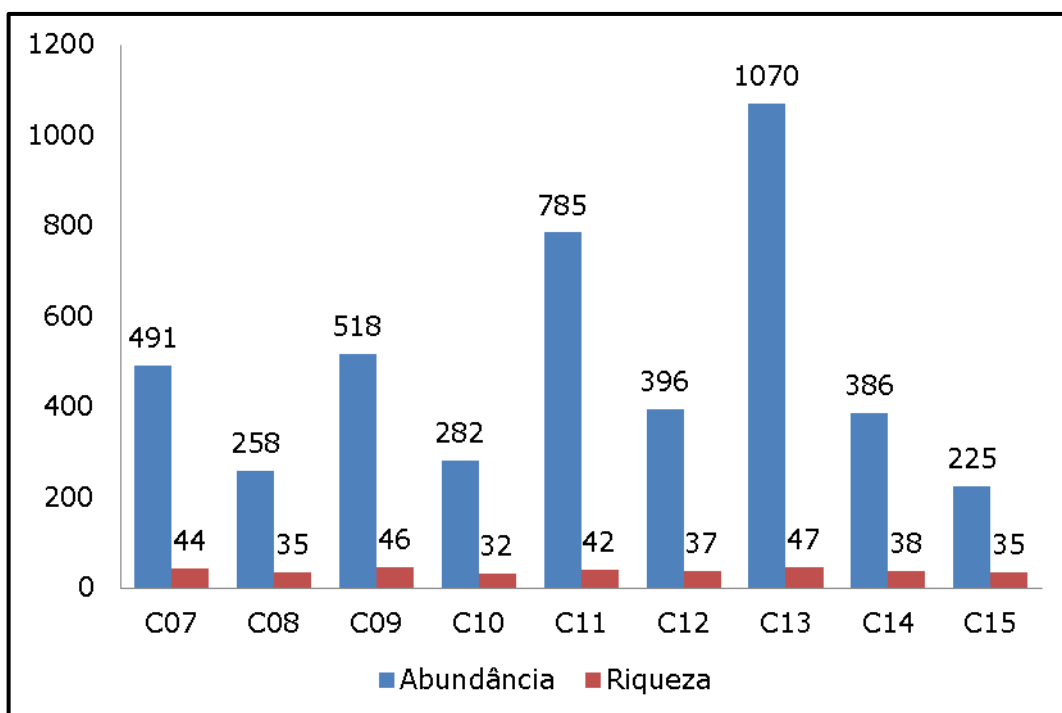


Figura 5 – Distribuição das métricas de abundância e riqueza entre as campanhas para os anfíbios.

Em contrapartida, para os répteis a suficiência amostral não pode ser considerada satisfatória no decorrer dessas nove campanhas de monitoramento analisadas, visto que a curva de rarefação não indica sinais de estabilização breve, de forma que a assíntota ainda não foi atingida (figura 6). No entanto, ressalta-se que foram realizadas mais seis campanhas de monitoramento, em período anterior a 2015, de forma que existem registros de espécies e indivíduos não contabilizados nessa análise que poderiam alterar o formato da curva de rarefação, aproximando de um esforço amostral satisfatório. Além disso,

características ecológicas, morfológicas e fisiológicas (hábitos crípticos e fossoriais, ausência de vocalização, tendência a evitar a aproximação de seres humanos, etc) fazem com que esses animais apresentem baixa conspicuidade, dificultando a visualização pelos métodos aplicados e, conseqüentemente, diminuindo o número de registros. Portanto, para um grupo de difícil visualização em campo a curva de rarefação não ter atingido a assíntota é algo esperado.

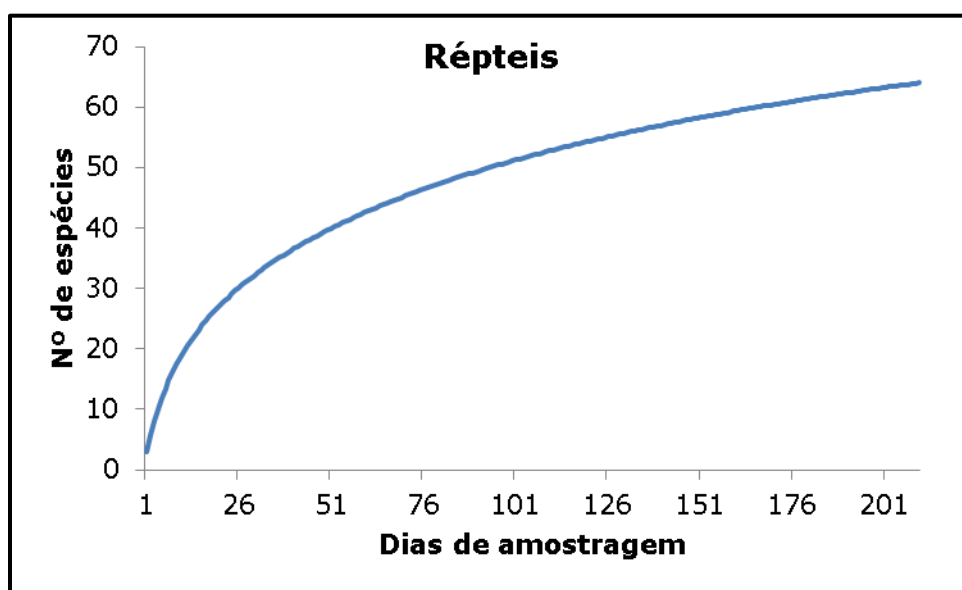


Figura 6 - Curva de rarefação por dias de amostragem para os répteis.

De maneira adicional às 64 espécies de répteis registradas no decorrer das nove campanhas analisadas, registrou-se, também, a presença de 781 indivíduos. Não se observa um padrão na distribuição dos dados de abundância e riqueza entre as campanhas, de forma que não se pode afirmar que exista um aumento ou decaimento dessas métricas em decorrência da instalação do empreendimento. Os índices de diversidade, tanto para Shannon quanto para Simpson, também demonstram bastante equilíbrio entre as campanhas, apontando que nenhuma campanha se sobressai de maneira evidente nas métricas de diversidade biológica.

Tabela 3 - Índices de diversidade entre as campanhas para os répteis.

	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15
Riqueza	20	28	28	25	31	26	34	28	13
Abundância	62	77	82	61	131	84	155	107	22
Dominância (D)	0,09	0,06	0,07	0,08	0,06	0,08	0,07	0,09	0,12
Índice de Simpson	0,913	0,945	0,932	0,919	0,936	0,920	0,931	0,911	0,880
Índice de Shannon	2,666	3,089	2,994	2,823	2,987	2,858	3,041	2,780	2,347
Equitabilidade (J)	0,89	0,93	0,90	0,88	0,87	0,88	0,86	0,83	0,92
Estimador Chao-1	29	33	39	65	49,2	33,86	40,88	50,75	25

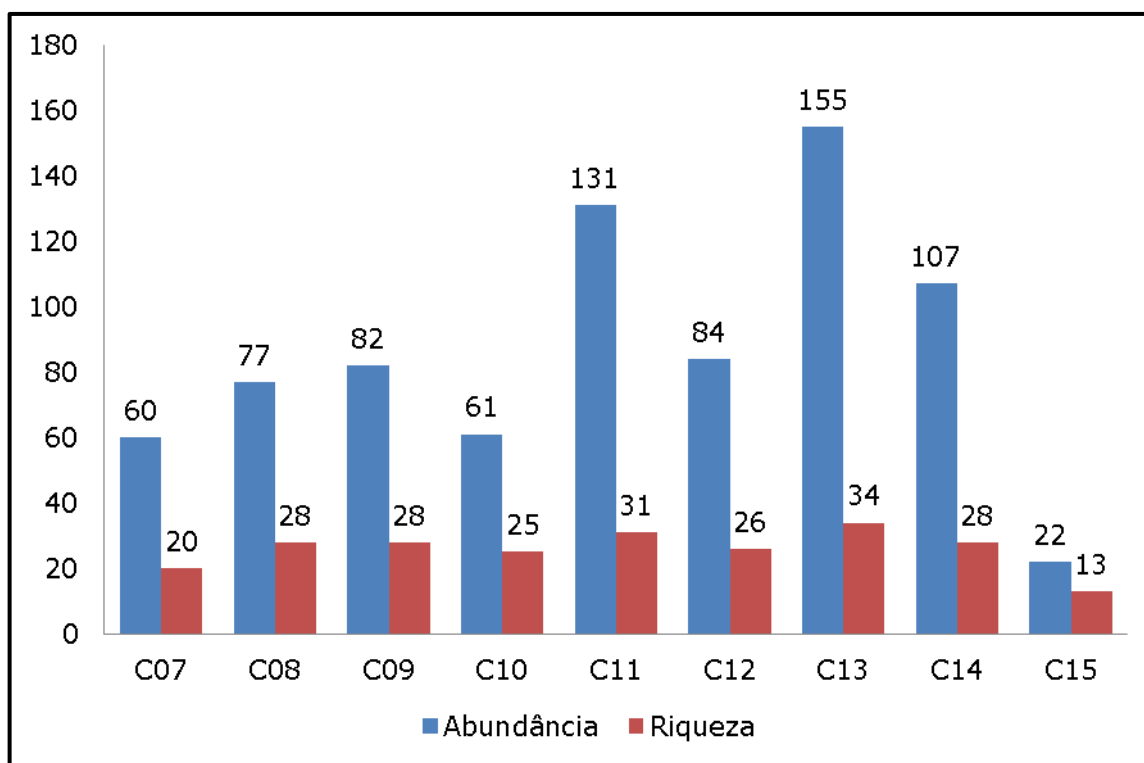


Figura 7 - Distribuição das métricas de abundância e riqueza entre as campanhas para os répteis.

Para a mastofauna alada, correspondente ao grupo dos quirópteros, a suficiência amostral ainda não pode ser considerada satisfatória, pois, embora apresente tendência à estabilização, a curva de rarefação ainda não atingiu a assíntota (figura 8). No entanto, a projeção feita por meio do modelo de Michaelis-Menten indica que por volta do 230º dia de amostragem a suficiência amostral poderá ser considerada satisfatória e, a partir deste ponto, o registro de novas espécies será apenas ocasional (figura 9). Ressalta-se, também, que foram analisados os dados de

apenas nove campanhas, restando outras seis campanhas em que os dados não foram utilizados para as análises aqui apresentadas. Dessa forma, existe a possibilidade de que o esforço amostral já tenha sido atingido, considerando o panorama geral das 15 campanhas executadas até o presente momento.

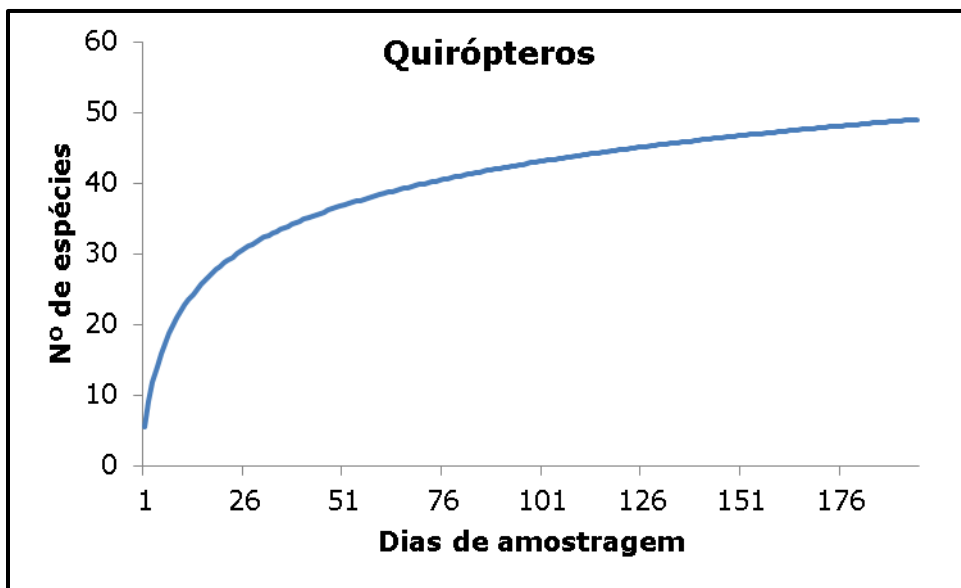


Figura 8 - Curva de rarefação por dias de amostragem para os quirópteros.

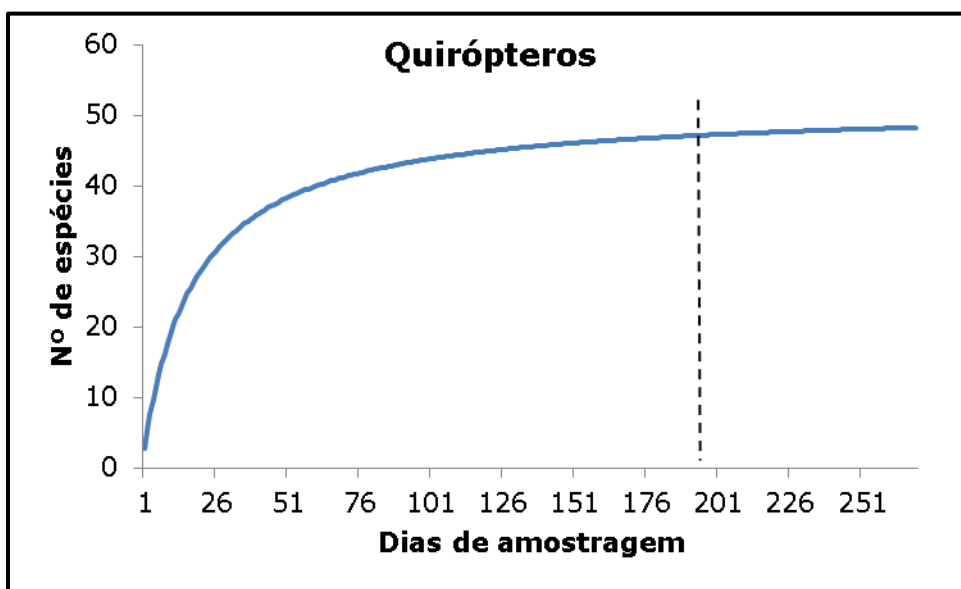


Figura 9 – Projeção de Michaelis-Menten para a suficiência amostral dos quirópteros. A linha tracejada indica o esforço realizado nas nove campanhas analisadas.

Além das 49 espécies de morcegos registradas no decorrer da execução das campanhas analisadas no presente documento foram também registrados 2.795 indivíduos. A distribuição dos valores de abundância e riqueza não apresentou um padrão de decaimento ou acréscimo em decorrência da instalação do empreendimento, visto que não se encontrou um padrão na disposição dessas métricas ao longo da realização das campanhas. Além disso, os índices de diversidade (Shannon e Simpson) demonstram bastante equilíbrio e semelhança entre as campanhas analisadas, com uma pequena superioridade para a campanha C11, mas ainda estatisticamente não significativa.

Tabela 4 - Índices de diversidade entre as campanhas para os morcegos.

	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15
Riqueza	28	27	31	31	30	27	27	29	19
Abundância	327	343	365	304	262	390	344	351	109
Dominância (D)	0,16	0,22	0,11	0,09	0,08	0,11	0,12	0,10	0,18
Índice de Simpson	0,842	0,777	0,893	0,905	0,918	0,894	0,879	0,901	0,822
Índice de Shannon	2,418	2,191	2,647	2,736	2,855	2,577	2,485	2,672	2,285
Equitabilidade (J)	0,73	0,66	0,77	0,80	0,84	0,78	0,75	0,79	0,78
Estimador Chao-1	32,2	31,2	34	37	37	49,5	29,14	30,43	22

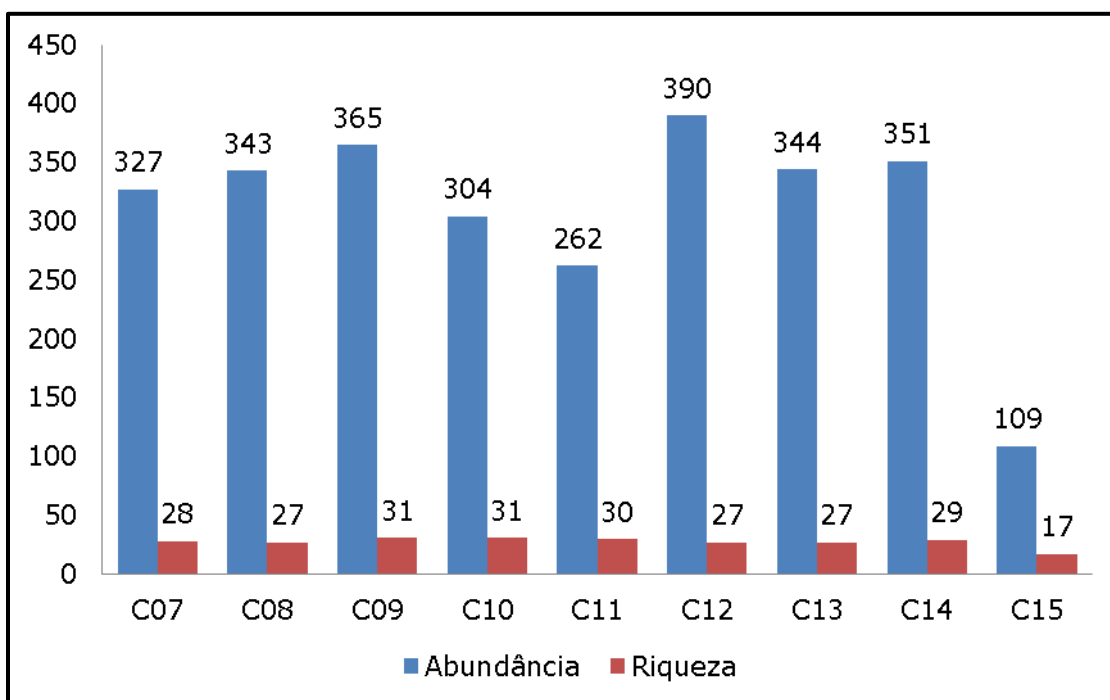


Figura 10 - Distribuição das métricas de abundância e riqueza entre as campanhas para os morcegos.

Situação semelhante ocorre para os mamíferos terrestres não voadores, em que a suficiência amostral também não pode ser considerada satisfatória – ainda que a curva de rarefação apresente breves sinais de estabilização – tendo em vista que a assíntota ainda não foi atingida (figura 11). A projeção feita por meio do modelo de Michaelis-Menten demonstra que a suficiência amostral poderá ser considerada satisfatória a partir do 290º dia de amostragem (figura 12), bastante próximo ao esforço já empregado nessas nove campanhas analisadas.

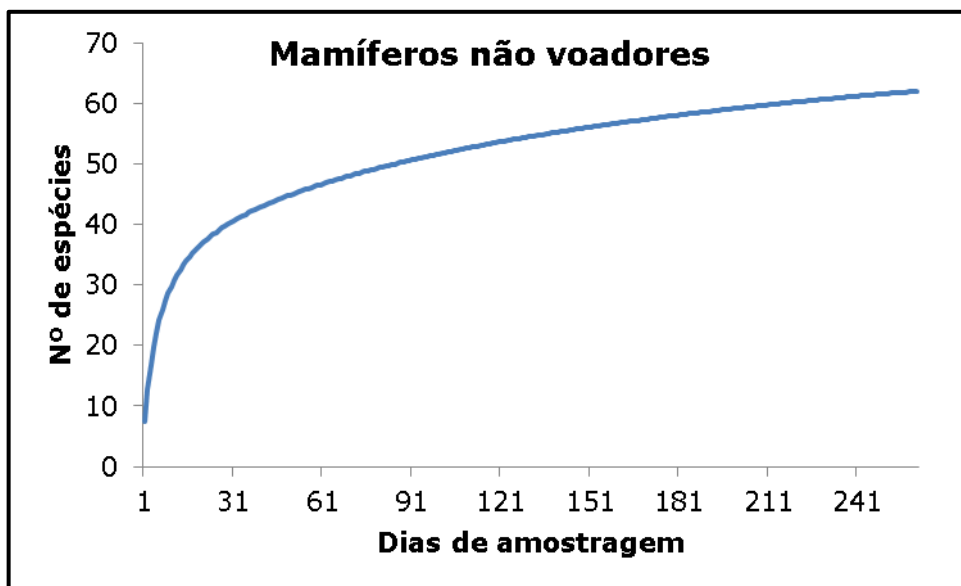


Figura 11 - Curva de rarefação por dias de amostragem para os mamíferos não voadores.

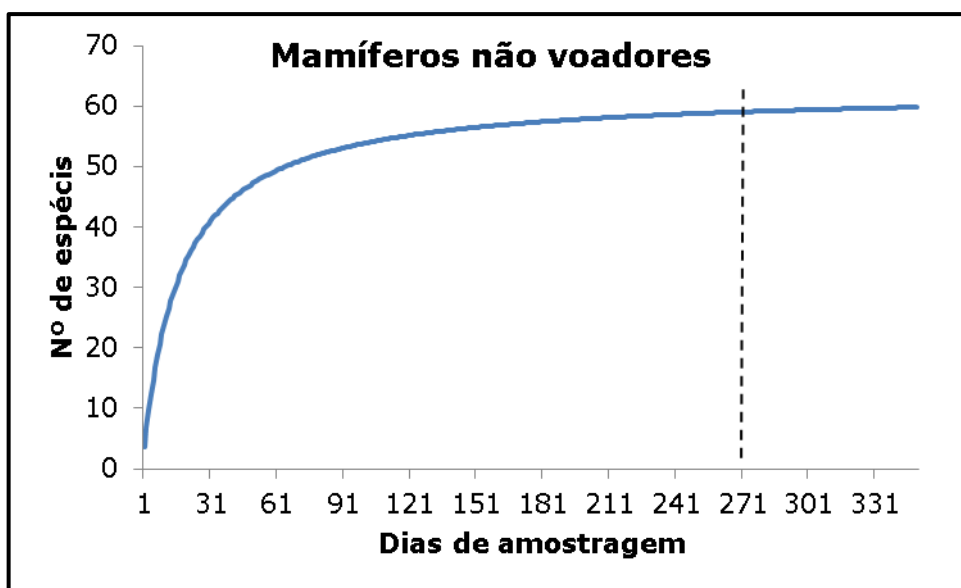


Figura 12 - Projeção de Michaelis-Menten para a suficiência amostral dos mamíferos não voadores. A linha tracejada indica o esforço realizado nas nove campanhas analisadas.

Além das espécies de mamíferos não voadores registradas, foram observados 3.728 indivíduos no decorrer das nove campanhas analisadas no presente relatório. No que tange os índices de diversidade (Shannon e Simpson) se percebeu um grande equilíbrio entre as campanhas, de forma que não se observou um decaimento estatístico da diversidade em

decorrência da instalação do empreendimento. Dentre as nove campanhas analisadas se percebeu uma pequena nas métricas de abundância e riqueza quando se compara as campanhas C07, C08 e C09 com as demais. No entanto, não foram considerados os dados das campanhas C01 a C06, que poderiam demonstrar o panorama geral do comportamento desses índices em decorrência da instalação da ferrovia. Além disso, os índices de diversidade supracitados (Shannon e Simpson), não demonstraram decaimento conforme as campanhas foram executadas.

Tabela 5 - Índices de diversidade entre as campanhas para os mamíferos não voadores.

	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15
Riqueza	41	41	35	30	36	33	31	31	29
Abundância	550	519	517	326	420	426	409	373	188
Dominância (D)	0,08	0,07	0,06	0,07	0,07	0,10	0,10	0,07	0,06
Índice de Simpson	0,917	0,934	0,935	0,931	0,933	0,902	0,901	0,926	0,939
Índice de Shannon	2,972	3,141	3,043	2,941	3,008	2,813	2,820	2,899	3,001
Equitabilidade (J)	0,80	0,85	0,86	0,86	0,84	0,80	0,82	0,84	0,89
Estimador Chao-1	45,67	44,75	35,6	31	38,14	35	32	37	30,25

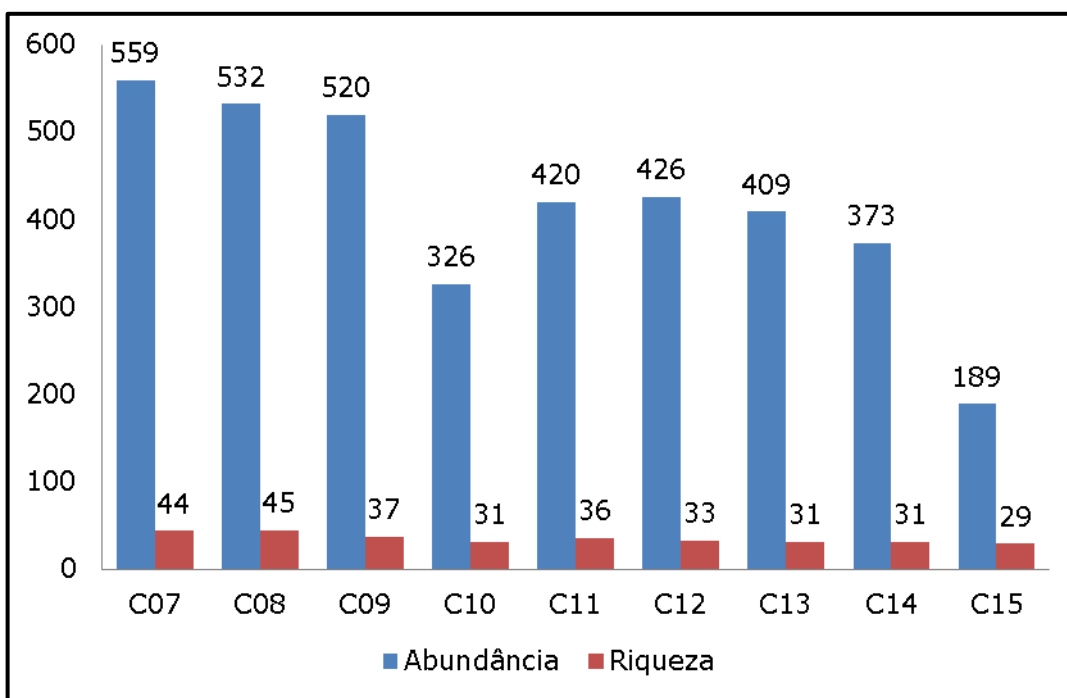


Figura 13 - Distribuição das métricas de abundância e riqueza entre as campanhas para os mamíferos não voadores.

No que tange à biota aquática, nenhum dos grupos faunísticos atingiu a suficiência amostral satisfatória com o conjunto de dados analisados. Tanto a ictiofauna quanto os invertebrados aquáticos apresentaram curvas de rarefação que não apresentam sinais de estabilização, e que se encontram distantes de atingirem as respectivas assíntotas (figura 14 e figura 15). Apesar disso, destaca-se que o conjunto de dados utilizado para a realização das análises considera apenas as campanhas realizadas a partir de 2015, correspondendo a nove campanhas para a ictiofauna e apenas cinco campanhas para os invertebrados aquáticos. Portanto, tendo em vista que foram realizadas campanhas não consideradas nessas análises, existe a possibilidade de que o esforço amostral satisfatório (aquele que corresponde ao registro de 80% das espécies esperadas para a região) possa já ter sido atingido.

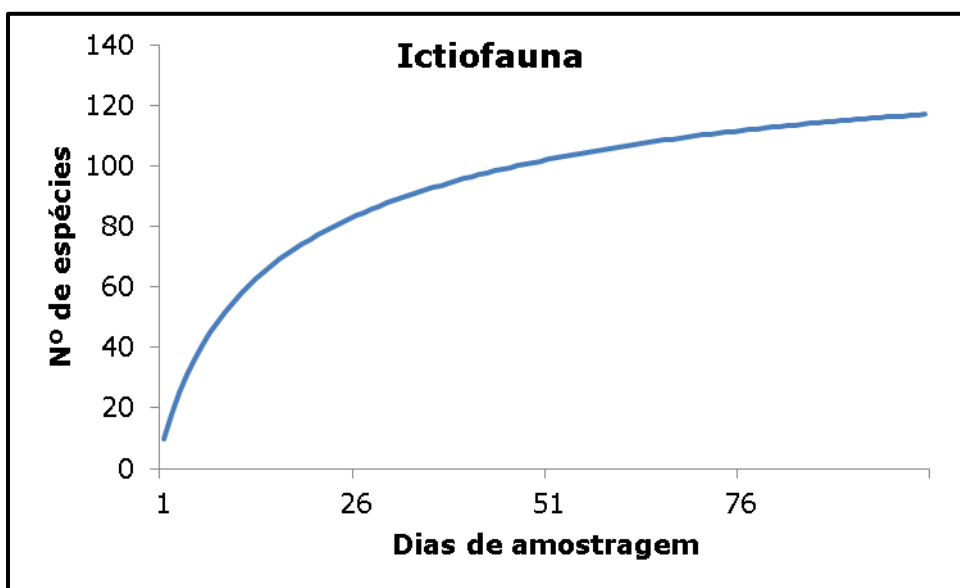


Figura 14 - Curva de rarefação por dias de amostragem para a ictiofauna.

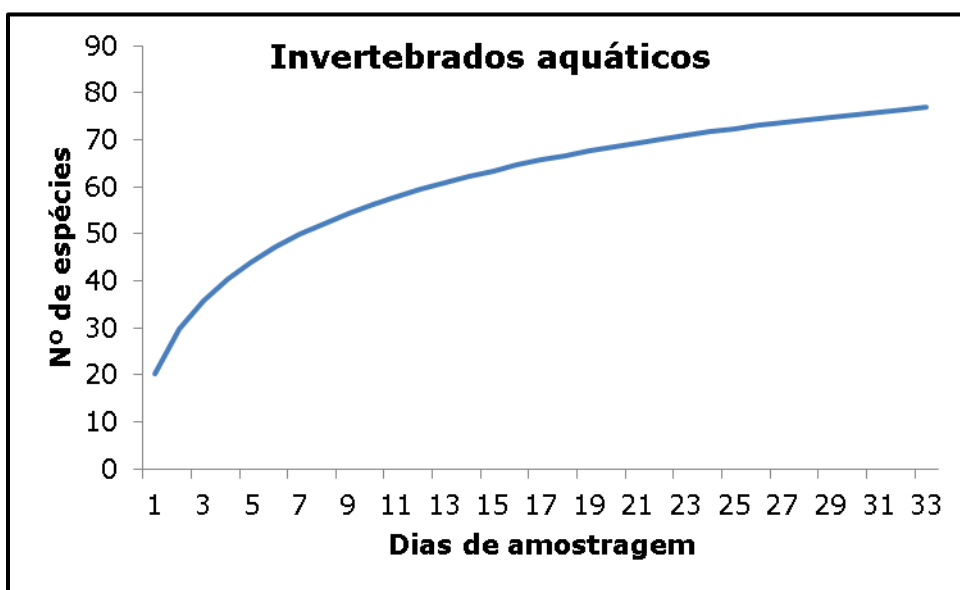


Figura 15 - Curva de rarefação por dias de amostragem para os invertebrados terrestres.

Para a ictiofauna, além das 117 espécies de peixes mencionadas, foram registrados 1.436 indivíduos. Os índices de diversidade (Shannon e Simpson) apontam a campanha C08 como a campanha de maior diversidade biológica, mas, em contrapartida, todas as outras apresentam um grande equilíbrio na distribuição desses índices, de maneira que não podem ser diferenciados estatisticamente. A distribuição desses índices

não indica uma alteração na diversidade biológica em decorrência da instalação do presente empreendimento. No que tange apenas as métricas de abundância e riqueza, também não se observou um padrão de decaimento ou acréscimo devido ao avanço da instalação da ferrovia, visto que esses valores parecem estar distribuídos de maneira estocástica entre as campanhas analisadas. Para os invertebrados aquáticos não foram realizadas análises de diversidade e comparativo entre valores de riqueza e abundância, isso se deve ao fato de que poucos indivíduos foram registrados em nível de epíteto específico, dificultando avaliações de métricas que dependem diretamente dessa classificação (como riqueza, índices de diversidade, entre outros).

Tabela 6 - Índices de diversidade entre as campanhas para a ictiofauna.

	C07	C08	C09	C10	C11	C12	C13	C14	C15
Riqueza	56	66	62	45	52	65	60	55	11
Abundância	147	199	183	104	158	254	187	181	23
Dominância (D)	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,10
Índice de Simpson	0,963	0,971	0,965	0,956	0,956	0,966	0,968	0,966	0,896
Índice de Shannon	3,647	3,862	3,728	3,488	3,496	3,756	3,745	3,651	2,321
Equitabilidade (J)	0,91	0,92	0,90	0,92	0,88	0,90	0,91	0,91	0,97
Estimador Chao-1	76,31	76	78,67	60	88,11	72,56	74,44	69,62	11,6

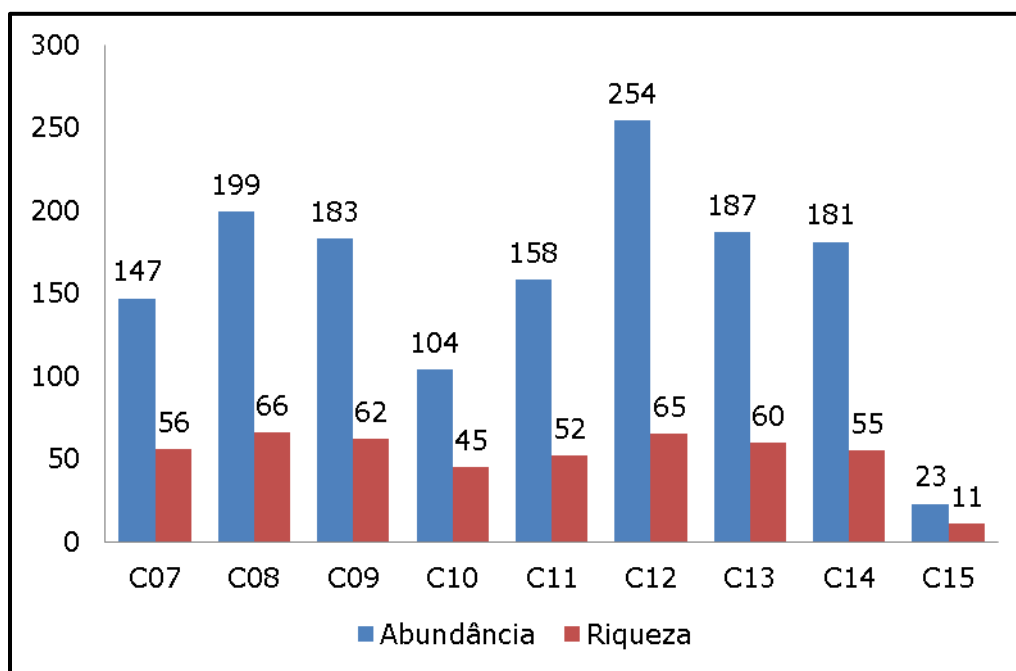


Figura 16 - Distribuição das métricas de abundância e riqueza entre as campanhas para a ictiofauna.

Percebe-se que a suficiência amostral para os grupos de aves e anfíbios já foi atingida, de forma que a continuidade do monitoramento desses animais tende a não trazer a adição de espécies novas para os registros. Considerando o elevado número de campanhas de monitoramento já realizadas (15 no total), a retirada do monitoramento dessas espécies do subprograma de monitoramento de fauna não trará perdas ecológicas e não afetará a avaliação do possível impacto causado pela instalação e futura operação do empreendimento. A amostragem voltada aos répteis, apesar de não ter atingido a suficiência amostral com o conjunto de dados analisados, apresenta um viés bastante específico, visto que se trata da amostragem de um grupo faunístico em que a falta de conspicuidade é reconhecida pela literatura. Dessa forma, a ausência de suficiência amostral satisfatória não necessariamente condiz com ineficiência dos métodos aplicados, além de que o conjunto de dados utilizado neste documento contem apenas dados das nove últimas campanhas realizadas (campanha 07 a campanha 15).

Além disso, percebe-se também que para nenhum dos grupos faunísticos supracitados houve uma relação direta entre alteração dos índices e métricas de diversidade (índice de Shannon, índice de Simpson, riqueza, abundância, etc) com o avanço da instalação do empreendimento. Dessa forma, não se pode afirmar que a malha ferroviária apresenta impacto direto na composição das assembleias de anfíbios, aves, mamíferos e répteis das áreas adjacentes ao empreendimento. Portanto, o resultado da suficiência amostral satisfatória – para a maioria dos grupos faunísticos amostrados – em conjunto com as análises de diversidade, abundância e riqueza indicam que o monitoramento desses grupos de animais já apresenta resultados bastante satisfatórios, sem a necessidade real da continuidade nos mesmos moldes e formatos.

A amostragem da biota aquática, embora não tenha atingido a suficiência amostral satisfatória no conjunto de dados utilizado, não apresenta relação direta com as fases finais de instalação e início da operação do empreendimento, visto que a circulação de trens e vagões tende a não afetar de maneira drástica os organismos aquáticos do entorno imediato da ferrovia, considerando sua operação normal. Portanto, entende-se que a paralisação do monitoramento da biota aquática não traria perdas significativas para a aplicação do subprograma como um todo, visto que esses grupos tendem a não ser afetados com o término da instalação e início da operação do empreendimento.

Sabe-se que os impactos oferecidos por um empreendimento ao ambiente natural variam de acordo com a etapa em que se encontra o projeto, de forma que a ferrovia apresenta determinados impactos quando em instalação e outros impactos distintos quando em operação. Dentro desse contexto, sugere-se uma adequação do subprograma de monitoramento de fauna dos trechos 1, 2 e 3 da Malha Central, no qual os grupos de avifauna, herpetofauna e biota aquática deixarão de ser amostrados e o

foco do subprograma passará a ser no monitoramento de mamíferos de médio e grande porte, especialmente nas espécies bioindicadoras, como *Panthera onca* (onça-pintada), *Tapirus terrestris* (anta), *Puma concolor* (onça-parda), *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), entre outras.

No decorrer das nove campanhas realizadas e analisadas no presente relatório, observou-se a ocorrência de 375 indivíduos das espécies de mamíferos de médio e grande porte consideradas bioindicadoras: *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), *Panthera onca* (onça-pintada), *Puma concolor* (onça-parda) e *Tapirus terrestris* (anta). Dentre as unidades amostrais monitoradas até o presente momento, que sofrerão alguns pequenos ajustes conforme mencionado anteriormente, percebe-se Jandaia como a área amostral de maior abundância desses mamíferos bioindicadores, contemplando 76 indivíduos e quatro das cinco espécies foco do presente estudo. As áreas Quirinópolis e Rio Verde apresentaram grande abundância, contemplando 64 e 61 indivíduos, respectivamente, além de compreenderem também grande riqueza, tendo na unidade Quirinópolis o registro de quatro espécies consideradas bioindicadoras e na unidade Rio Verde o registro de todas as cinco espécies supracitadas. Percebe-se, portanto, um elevado número de registros (considerando riqueza e abundância) de mamíferos bioindicadores de médio e grande porte no decorrer da execução das campanhas.

Tabela 7 - Abundância de cada biondicador entre as unidades amostrais.

	Jandaia	Ouroeste	P. de Goiás - 01	P. de Goiás - 02	Quirinópolis	Rio Verde	U. Minas
<i>C. brachyurus</i>	1	17	7	9	7	5	3
<i>M. tridactyla</i>	21	32	19	19	22	15	11
<i>P. onca</i>	0	0	0	0	0	1	0
<i>P. concolor</i>	11	8	2	9	12	8	4
<i>T. terrestris</i>	43	0	1	9	23	32	24

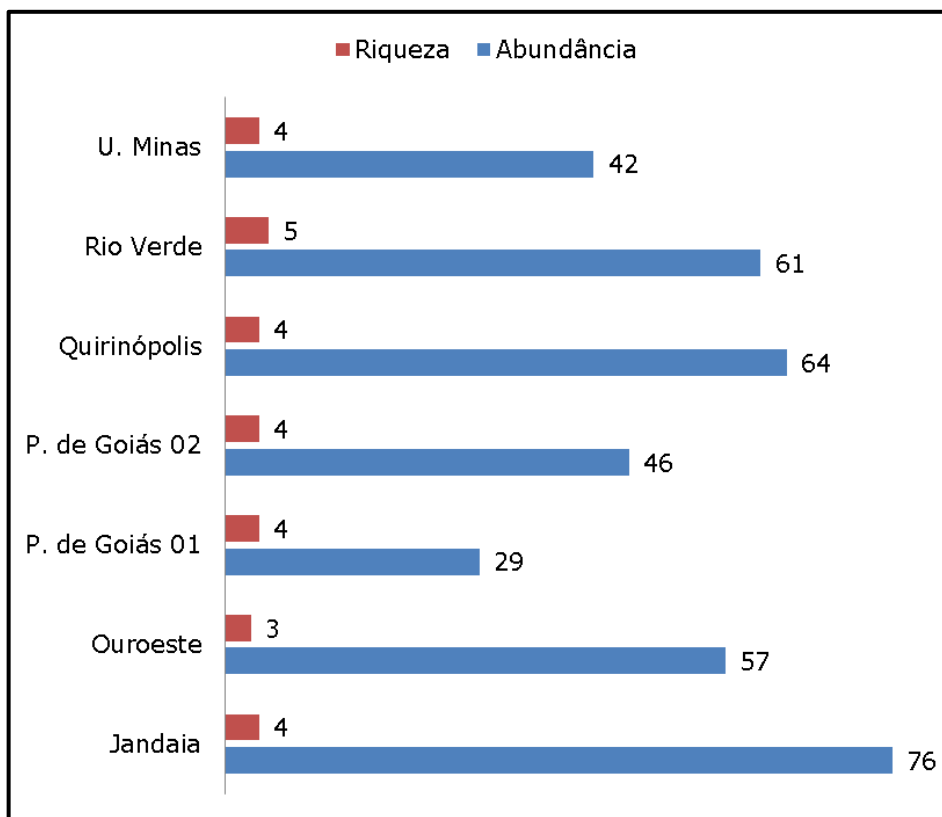


Figura 17 – Distribuição das métricas de riqueza e abundância entre as unidades amostrais considerando apenas as espécies bioindicadoras.

Destaca-se a atuação dos grandes mamíferos como espécies guarda-chuva no ecossistema em que ocupam. Espécies guarda-chuva, a exemplo das espécies supracitadas, são aquelas que apresentam grande área de vida, de forma a contemplar a área de vida de diversas outras espécies e também realizam uma série de interações distintas com indivíduos e espécies diferentes (GREGORINI, 2010). Portanto, ações de cunho conservacionista com foco nas espécies guarda-chuva permitem diretamente a conservação de uma série de outras espécies que habitam os mesmos ambientes utilizados por essas espécies de grande porte (LAMBECK, 1997; SIMBERLOFF, 1998; SERGIO et al., 2008). Além disso, animais como a onça-pintada, puma, lobo-guará, dentre outros mamíferos carnívoros, podem influenciar diretamente também na comunidade vegetal, tendo em vista que costumam preda animais herbívoros (importantes reguladores das populações vegetais) e também podem atuar como dispersores de sementes a longas distâncias (WILSON, 1993;

ROCHA, 2001). Portanto, torna-se clara a importância da manutenção dessas espécies de mamíferos de médio e grande porte.

Destaca-se, também, a atuação desses grandes mamíferos bioindicadores como espécies-bandeira, utilizadas como símbolos para ações de conservação ambiental. Essas espécies, por apresentarem grande apelo visual por conta do grande porte e beleza geral de suas estruturas anatômicas, atuam como um grande atrativo para o público leigo se interessar pelos aspectos conservacionistas, além de atuarem no ecoturismo e também como alternativas bastante interessantes no quesito educação ambiental (MAMEDE e ALHO, 2004; SILVA e MAMEDE, 2005; GREGORINI, 2010). Percebe-se que a importância da conservação e manutenção das populações dos médios e grandes mamíferos extrapola apenas o aspecto ecológico, apresentando também importância educativa e social.

Dessa forma, entende-se que monitorando apenas os mamíferos de médio e grande porte o subprograma estará atendendo ao objetivo de analisar os impactos ambientais oferecidos pelo empreendimento (e, quando necessário, propor medidas mitigadoras) de forma mais específica e condizente com a fase que o empreendimento se encontra. Isso se deve especialmente às características ecológicas desses animais, de apresentarem grande área de vida e alta capacidade locomotiva, estando, portanto, mais sujeitas a atravessar a ferrovia e serem impactadas de maneira negativa. O subprograma poderá, sem sofrer alterações de métodos e delineamento amostral, continuar em aplicação conforme os trechos da Malha Central finalizem o processo de instalação e iniciem a operação efetiva. Sugere-se, nesse momento, a aplicação do novo delineamento amostral por dois anos, em campanhas sazonais que acompanhem as estações de chuva e seca. Apesar disso, o subprograma poderá ser estendido em caso de necessidade após esse período proposto.

4.1. Objetivos principais

O subprograma de monitoramento de fauna, com foco nas espécies de mamíferos bioindicadoras, tem por objetivo a mitigação dos impactos ambientais causados pela instalação e futura operação do empreendimento nessas espécies ameaçadas de extinção. No entanto, a mitigação desses impactos – principalmente risco de atropelamento e fragmentação de habitat – será possível apenas por meio do conhecimento da dinâmica populacional e ecológica dessas espécies, de forma a conhecer os locais de maior concentração e movimentação desses animais bioindicadores.

4.2. Objetivos específicos

- Monitorar os mamíferos bioindicadores terrestres na área de influência do empreendimento e áreas adjacentes;
- Levantar informações que possibilitem avaliar a influência do empreendimento sobre a dinâmica da fauna local;
- Avaliar as possíveis alterações nos padrões da composição local dos grupos avaliados;
- Realizar análises da riqueza (absoluta, estimativa e curvas de rarefação) e abundância das espécies, além de calcular a diversidade e similaridade entre as áreas avaliadas;
- Monitorar o trânsito da fauna entre os lados da ferrovia;
- Estabelecer pontos de maior registro de travessia por parte das espécies;
- Analisar se a fragmentação imposta pela instalação do empreendimento afeta a dinâmica locomotiva dessas espécies;
- Propor medidas de mitigação aos impactos oferecidos pela ferrovia, quando cabível.



5. MÉTODOS

5.1. Área de estudo

Assim como no subprograma de monitoramento de fauna aplicado até o presente momento, para o monitoramento de dos mamíferos de médio e grande porte bioindicadores foram estabelecidas sete diferentes unidades amostrais. Ressalta-se que cinco dessas unidades coincidem diretamente com as áreas já utilizadas no monitoramento das campanhas iniciais do subprograma, com apenas algumas adequações com foco no novo delineamento amostral. As duas áreas que foram alteradas se tratam das unidades Palmeiras de Goiás – Área 01 e Palmeiras de Goiás – Área dois. A primeira delas foi realocada para mais ao norte da malha ferroviária, tendo como objetivo uma área com maior contato direto com a ferrovia, possibilitando uma melhor análise da influência do empreendimento na dinâmica populacional dos mamíferos de médio e grande porte, enquanto a segunda foi alterada para uma área que dista aproximadamente seis quilômetros da ferrovia, de forma a atuar como área controle desse monitoramento.

As alterações nas unidades amostrais ocorreram para melhor adequação do subprograma ao seu objetivo. Parte das áreas monitoradas até o presente momento não apresentava relação espacial direta com a ferrovia, de forma que não havia fragmentação de habitat e risco direto de atropelamento para os animais, então seria bastante difícil estabelecer uma relação direta de causa-efeito com o término da instalação e futura operação do empreendimento. E como uma das etapas desse subprograma de monitoramento de bioindicadores é entender a dinâmica da utilização do habitat dos animais de grande porte – especialmente analisar o quão frequente é a travessia desses animais sob a ferrovia – existiu a necessidade de adequar as áreas de monitoramento para que as novas unidades amostrais sejam diretamente interceptadas pela malha

ferroviária. Dessa forma, existirá o conhecimento sobre a influência ou não do empreendimento no trânsito desses animais de grande importância ecológica.

Além disso, foram utilizadas informações da análise de paisagem e uso do solo para estabelecer as novas unidades amostrais e respectivas alterações. As novas unidades amostrais estabelecidas coincidem diretamente com os fragmentos florestais demarcados como caminhos de menor custo para trânsito de fauna na análise de paisagem e se buscou priorizar aqueles remanescentes florestais que contém pontos de maior probabilidade de travessia de fauna, também embasado pela análise de paisagem já apresentada. Abaixo está apresentado um breve detalhamento acerca de cada unidade amostral estabelecida para esse monitoramento, bem com os mapas de localização de cada uma dessas áreas.

5.1.1. Unidade Amostrai 1 – Ouroeste

Corresponde à unidade Ouroeste do monitoramento executado anteriormente, trata-se de um fragmento florestal de pequeno porte inserido em uma matriz majoritariamente agrícola. Apresenta interceptação direta pela ferrovia.

5.1.2. Unidade Amostrai 2 – União de Minas

Correspondente à unidade União de Minas do monitoramento executado anteriormente, com uma pequena alteração para que a área contemplasse ambos os lados da ferrovia. Trata-se de um fragmento florestal de médio porte, bastante rico em recursos hídricos e áreas alagadas, além de apresentar conectividade razoável com outros remanescentes vegetais da paisagem.

5.1.3. Unidade Amostral 3 – Quirinópolis

Correspondente à unidade Quirinópolis do monitoramento executado anteriormente, com uma pequena alteração para que a área contemplasse ambos os lados da ferrovia. Este fragmento apresenta pequeno porte, mas bastante riqueza em recursos hídricos e áreas alagadas. Está inserido em uma matriz predominantemente agrícola e apresenta conectividade com os poucos fragmentos florestais da paisagem ao redor.

5.1.4. Unidade Amostral 4 – Rio Verde

Corresponde à unidade Rio Verde do monitoramento executado anteriormente. Trata-se de um grande fragmento florestal, interceptado diretamente pela ferrovia, que está inserido em uma matriz agrícola. O fragmento apresenta conectividade elevada com os demais remanescentes vegetais da região.

5.1.5. Unidade Amostral 5 – Jandaia

Correspondente à unidade Jandaia do monitoramento executado anteriormente, com uma pequena alteração para que a área contemplasse ambos os lados da ferrovia. Trata-se de um fragmento de médio porte com abundância de recursos hídricos e áreas alagadas. Está inserido em uma matriz agrícola, mas apesar disso apresenta conectividade com os poucos remanescentes florestais da paisagem.

5.1.6. Unidade Amostral 6 – Controle

Fragmento florestal de médio porte que substitui a antiga unidade amostral Palmeiras de Goiás – Área 02, distando cerca de 10 quilômetros desta. Esse remanescente vegetal dista aproximadamente seis quilômetros da ferrovia, por isso atuará como área controle deste

subprograma de monitoramento. Trata-se de um fragmento inserido em matriz agrícola, mas com elevada conectividade com outros remanescentes florestais importantes da região.

5.1.7. Unidade Amostral 7 – Palmeiras de Goiás

Área que substitui a antiga unidade amostral Palmeiras de Goiás – Área 01, distando aproximadamente três quilômetros ao norte. O fragmento em questão pode ser considerado de médio porte e acompanha a ferrovia paralelamente, além de ser interceptado por ela em determinado ponto. O fragmento apresenta grande conectividade com outros remanescentes florestais da região. A unidade em questão, assim como a antiga unidade Palmeiras de Goiás – Área 01, faz parte da unidade de conservação Serra da Jibaia.

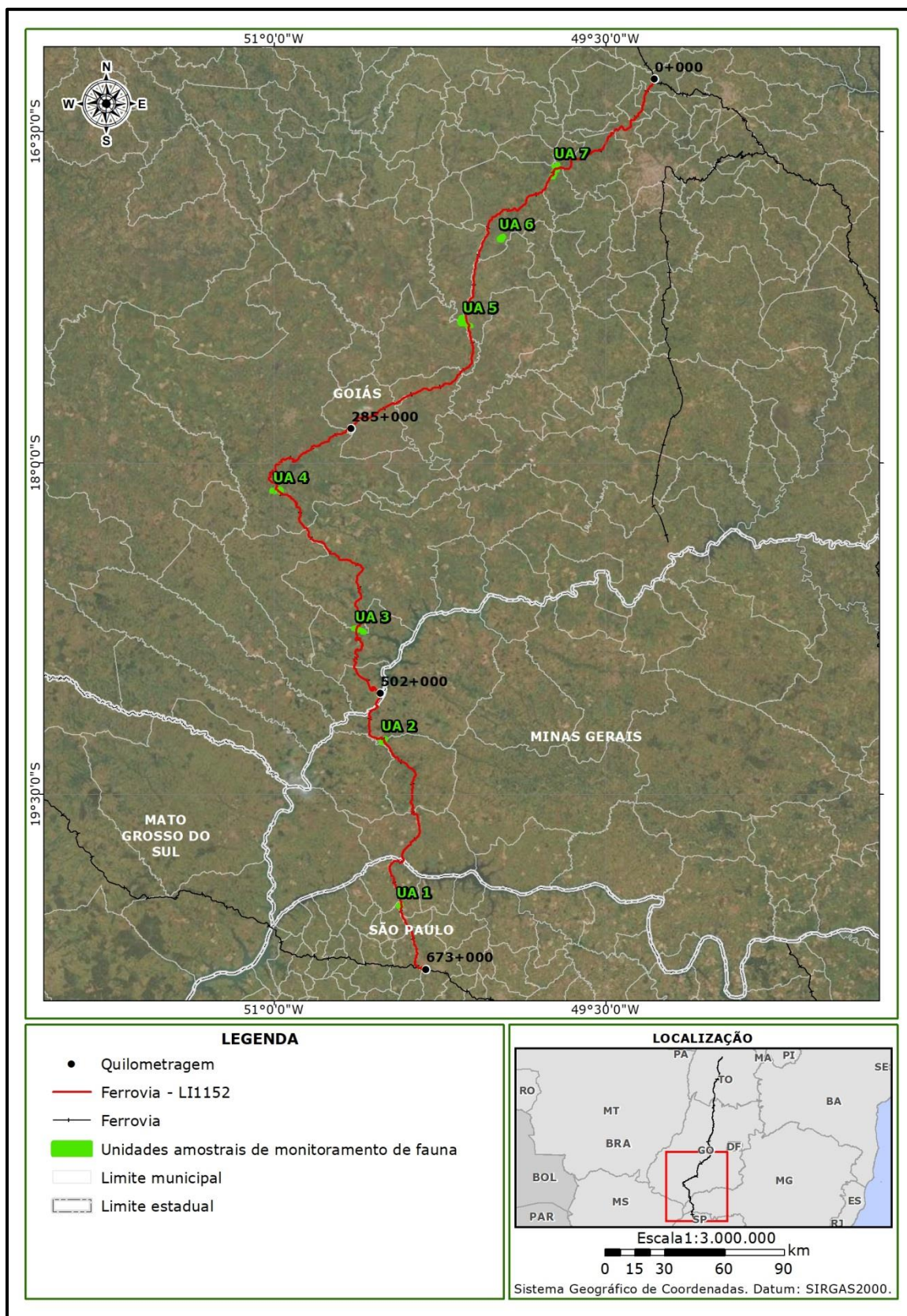


Figura 18 – Localização das unidades amostrais.

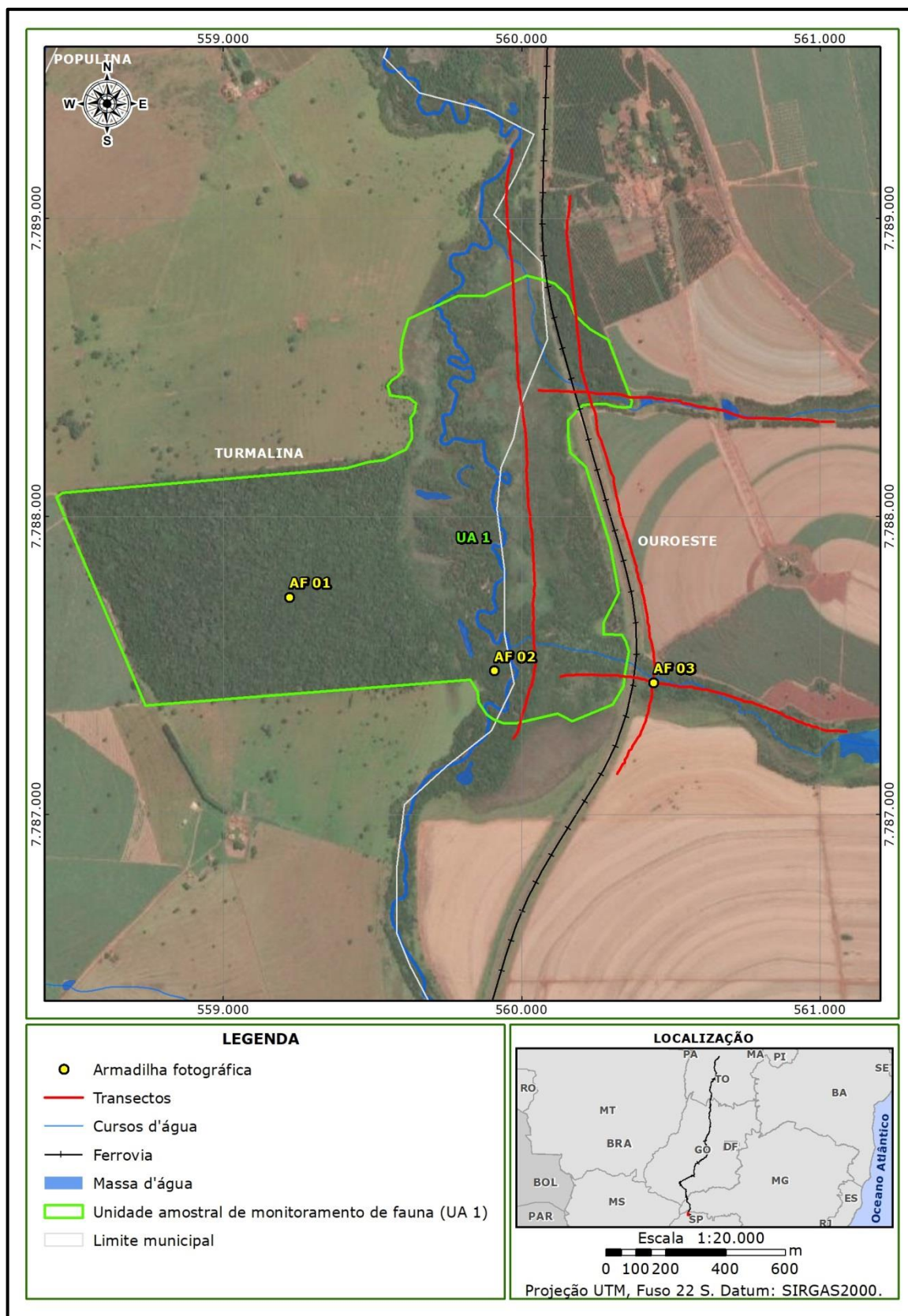


Figura 19 – Detalhamento da Unidade Amostral 1 – Ouroeste.

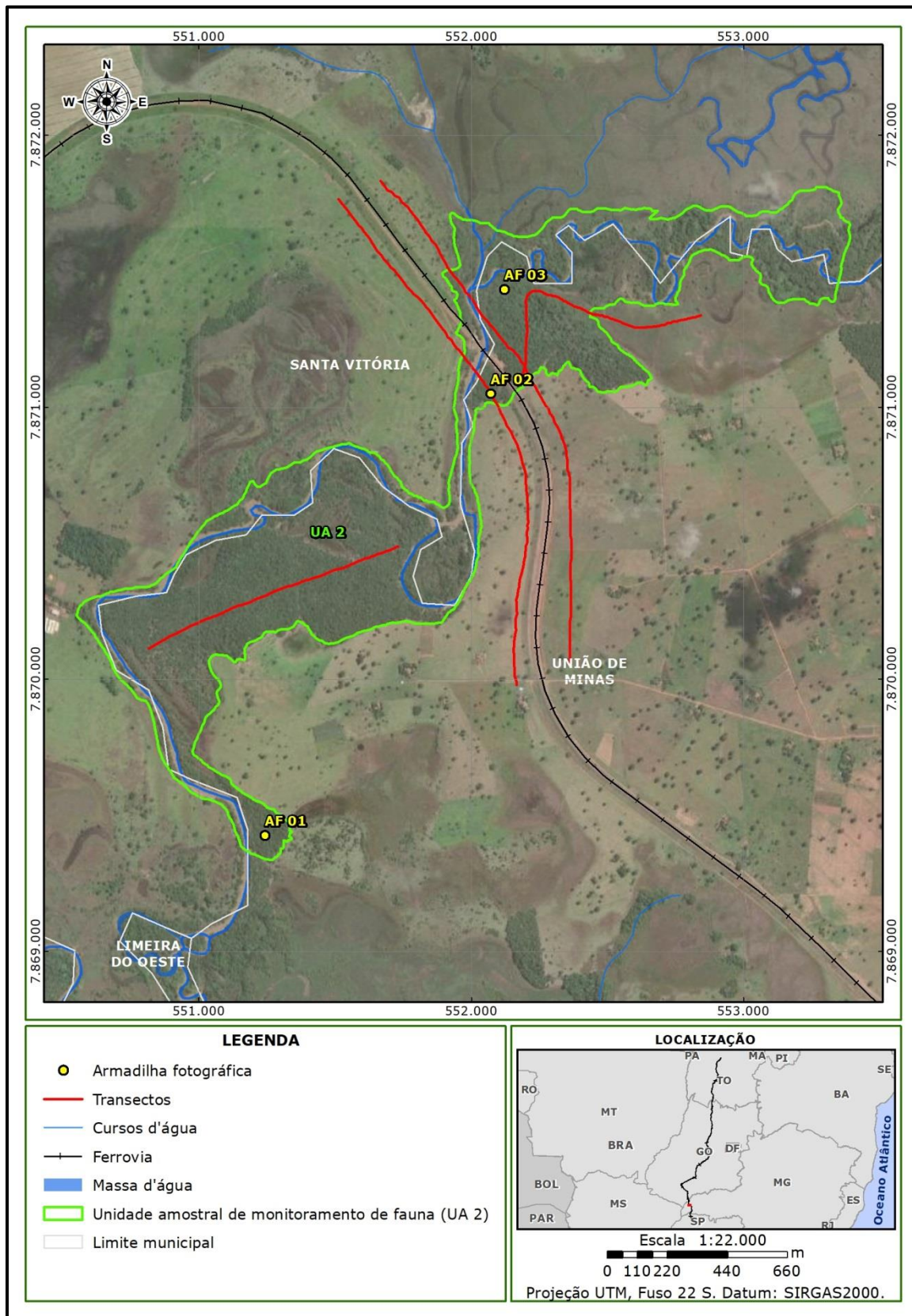


Figura 20 – Detalhamento da Unidade Amostral 2 – União de Minas.

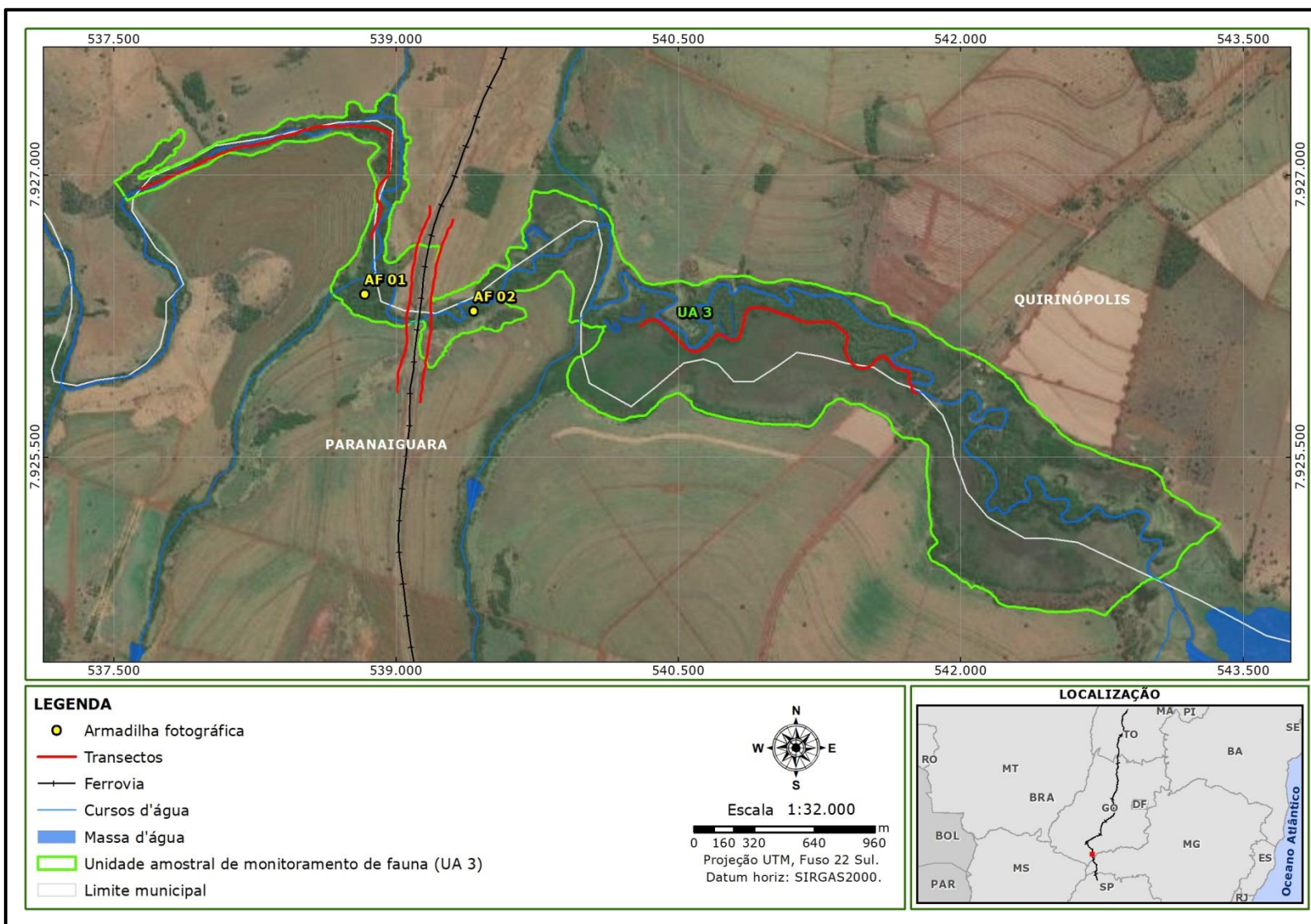


Figura 21 – Detalhamento da Unidade Amostral 3 – Quirinópolis.

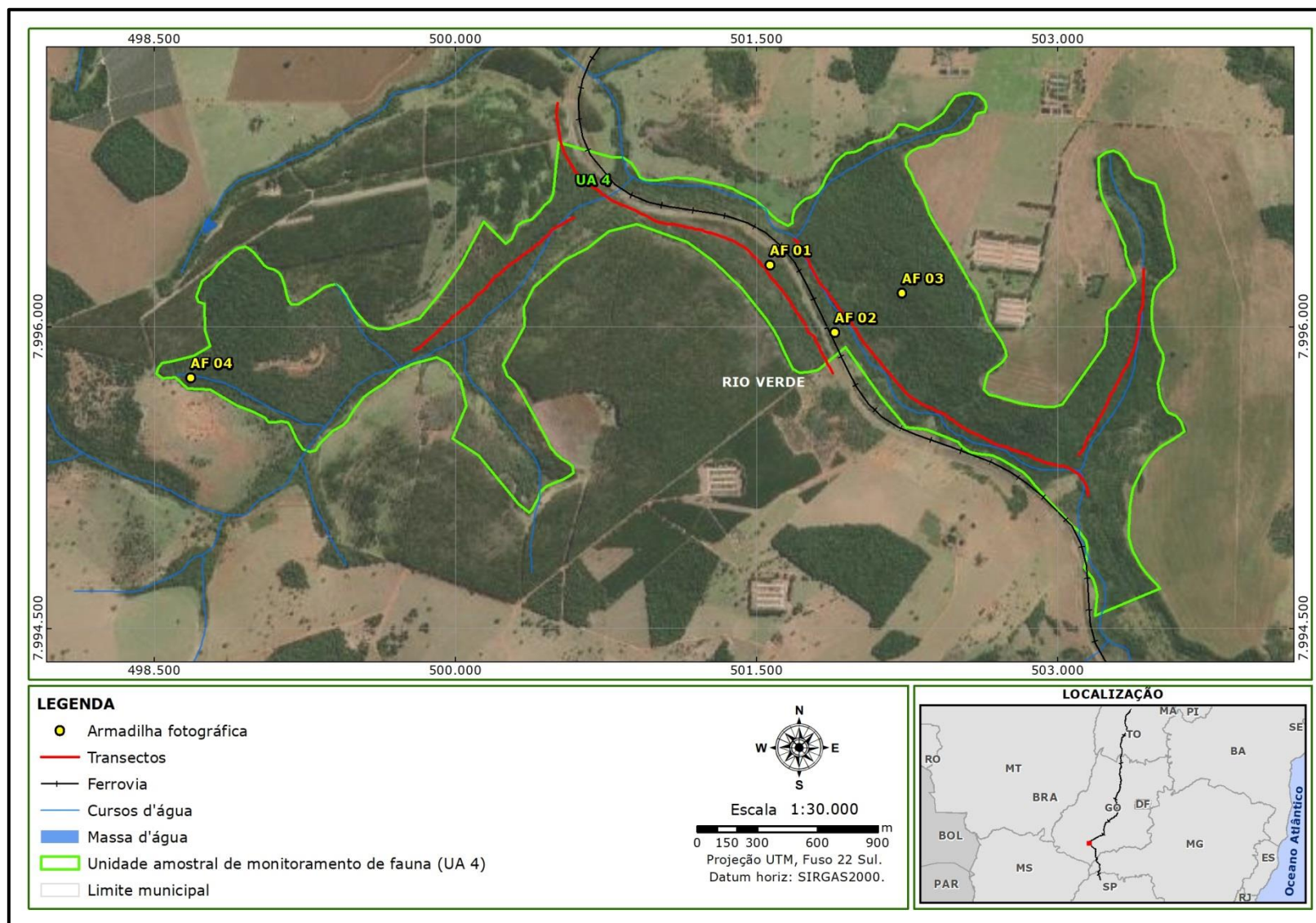


Figura 22 – Detalhamento da Unidade Amostral 4 – Rio Verde.

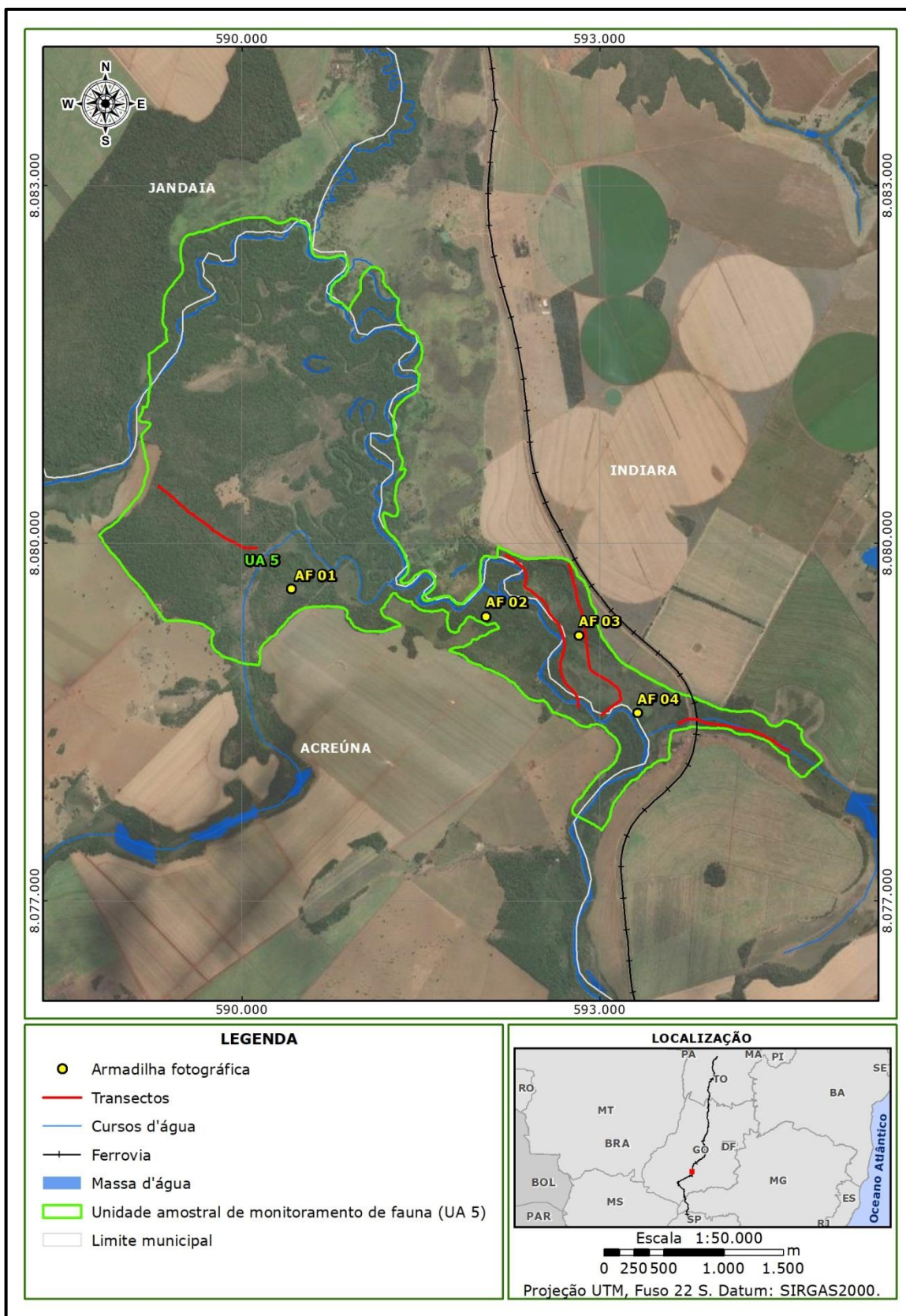


Figura 23 – Detalhamento da Unidade Amostral 5 – Jandaia

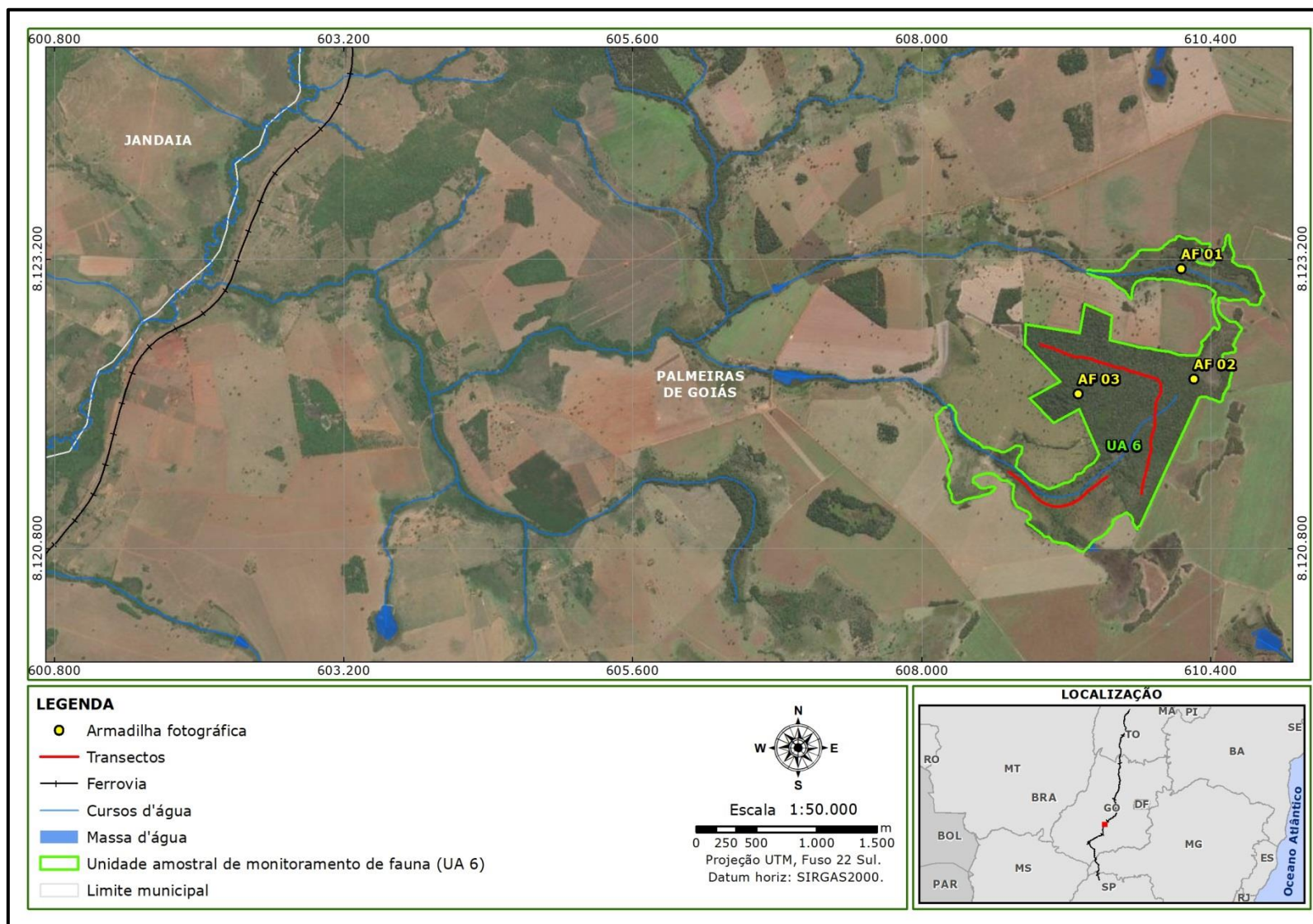


Figura 24 – Detalhamento da Unidade Amostral 6 – Controle.

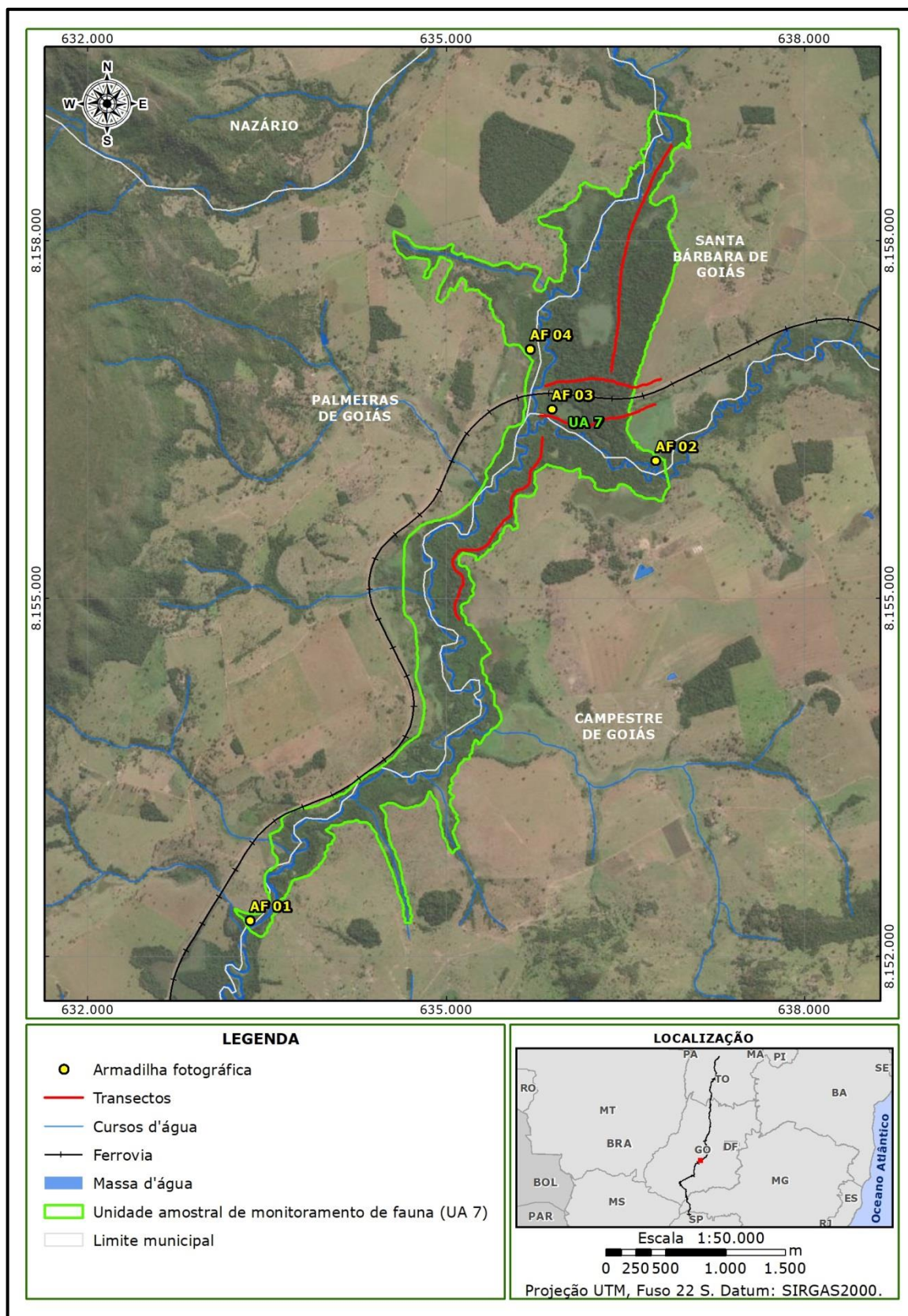


Figura 25 – Detalhamento da Unidade Amostral 7 – Palmeiras de Goiás.

5.2. Métodos

Como existe uma ampla diversidade de mamíferos de médio e grande porte já registradas para as áreas de entorno imediato dos trechos 1, 2 e 3 da Malha Central e essas espécies apresentam características ecológicas, anatômicas, alimentares e fisiológicas bastante diferentes, optou-se por não estabelecer métodos específicos para cada uma dessas espécies. Isso também se deve ao fato de que se preferiu evitar a proposição de métodos interventivos para a amostragem desses animais, visto que seria oferecido risco aos próprios animais e também a demanda de esforços financeiros, materiais e profissionais seria bastante elevada. Dessa maneira, foram estabelecidos métodos não interventivos que já se mostram eficientes na literatura para a amostragem e monitoramento de mamíferos de médio e grande porte: censo por transecção e armadilhas fotográficas.

Ressalta-se que o desenho amostral foi feito especificamente para cada unidade amostral, visto que cada uma apresenta particularidades a respeito da conectividade, matriz de uso do solo, tamanho do fragmento, quantidade do fragmento que é interceptado pela ferrovia, dentre outros fatores. Dessa forma, cada unidade amostral apresenta um delineamento amostral próprio e direcionado para o monitoramento desses mamíferos de grande porte naquele contexto.

5.2.1. Censo por Transecção – CT

Foram estabelecidos, em cada unidade amostral, quatro diferentes transectos. Dois desses transectos apresentam 2 km de comprimento e acompanham paralelamente a malha ferroviária em lados distintos e apresentam o principal objetivo de perceber registros de fezes, pegadas e outros vestígios de mamíferos nos dois lados da ferrovia. Os outros dois transectos, por outro lado, apresentam apenas 1 km de comprimento e

acompanham perpendicularmente a ferrovia, de forma a abordarem o interior de cada fragmento florestal. Ressalta-se que, assim como os outros dois transectos, esses também estão localizados um em cada lado da ferrovia. A figura 19 até figura 25 demonstram a disposição de cada um desses transectos nas respectivas unidades amostrais. Cada transecto será percorrido uma vez ao dia (ida e volta), por sete dias em cada unidade amostral.

Percebe-se que, desta maneira, o esforço consegue compreender a movimentação desses grandes mamíferos nos dois lados da ferrovia, podendo obter informações acerca da travessia de cada uma dessas espécies.

5.2.2. Armadilha Fotográfica – AF

Com o intuito de monitorar constantemente o fluxo faunístico desses animais de grande porte, serão instaladas armadilhas fotográficas (câmeras *trap*) em cada unidade amostral. O número de câmeras instaladas irá variar de unidade para unidade, conforme o tamanho do fragmento florestal de amostragem. Os mapas apresentados em tópico anterior (figura 19 a figura 25) contêm a quantidade e posicionamento de cada armadilha fotográfica a ser instalada. As armadilhas foram posicionadas buscando entender a movimentação desses animais de grande porte, trazendo informações sobre qual a frequência que cada uma dessas espécies atravessa a linha férrea e como elas se dispõem nesses habitats vegetais. Serão utilizadas iscas (bacon, banana, creme de amendoim, essência de baunilha, etc) próximas a cada armadilha fotográfica instalada, com o objetivo de atrair o maior número de animais possível. As armadilhas permanecerão ativas durante sete noites consecutivas em cada unidade amostral.

5.2.3. Esforço amostral

A tabela a seguir apresenta um detalhamento acerca do esforço amostral a ser empregado para cada método aplicado.

Tabela 8 – Esforço amostral a ser empregado na execução do subprograma.

Grupo taxonômico	Método	Local de amostragem	Esforço base	Esforço por unidade	Dia	Unidade amostral	Total
Mastofauna	Censo por transecção - TP	transecto	2 km/transecto/dia	2 transecto/unidade	7 dias	7 unidades	196 km
Mastofauna	Censo por transecção - TG	transecto	4 km/transecto/dia	2 transecto/unidade	7 dias	7 unidades	392 km
Mastofauna	Armadilhas fotográficas	ponto	24h/câmera	4 câmera/unidade	7 dias	7 unidades	4.704 h

* TP: Transecto pequeno (correspondente aos transectos de 1 km estabelecidos em cada unidade); TG: Transecto grande (correspondente aos transectos de 2 km estabelecidos em cada unidade).

5.3. Metas

O subprograma de monitoramento de indicadores apresenta como metas:

- Realizar quatro campanhas semestrais de monitoramento (acompanhando a sazonalidade da região), contemplando dois anos de aplicação do programa, com posterior proposta de revisão e melhoria;
- Apresentar a riqueza e abundância para cada unidade amostral em cada campanha executada;
- Apresentar a curva de suficiência amostral, com base na curva de rarefação de espécies de Mao's Tau, para cada campanha executada;
- Coletar dados que permitam o comparativo da diversidade de espécies entre as unidades amostrais, bem como entre os dois lados da ferrovia de uma mesma unidade amostral para cada campanha realizada;
- Analisar, para cada campanha executada, um comparativo da composição faunística entre os dois lados da ferrovia em cada unidade amostral, de forma a verificar a ocorrência de travessia dos animais foco deste programa;
- Caso necessário, propor ao término das quatro campanhas a implantação e/ou execução de medidas mitigadoras para a conservação das espécies de mamíferos da região.

5.4. Análises estatísticas e indicadores

Abaixo estão descritas as análises estatísticas que serão aplicadas futuramente para indicar a eficiência da execução do programa, bem como para embasar quaisquer possíveis medidas mitigadoras a serem aplicadas.

5.4.1. Riqueza e abundância

Ao final de cada campanha executada neste subprograma de monitoramento serão apresentados os valores absolutos de riqueza (número de espécies) e abundância (número de indivíduos) registrados em cada unidade amostral monitorada. Estes índices, com a evolução no tempo, permitem uma avaliação bastante precisa acerca do possível impacto causado pela operação da ferrovia na composição faunística das áreas adjacentes. Conforme as campanhas forem avançando, poderá existir o comparativo estatístico entre cada campanha executada, por meio de análises como Teste T, Anova, ou outras que se façam necessárias para o conjunto de dados obtido.

5.4.2. Suficiência amostral

O esforço amostral será avaliado mediante curvas de rarefação de espécies (Mao's Tau), neste caso visando demonstrar graficamente o quanto cada módulo amostral e/ou método encontram-se próximos ou distantes de atingir a assíntota (i.e., o número máximo de espécies estimado para cada área).

A fim de permitir uma extrapolação das distribuições espécie/amostra será utilizado também o modelo de extrapolação de Michaelis-Menten. Este estimador permite prever o ponto de estabilização e observar onde a suficiência amostral será atingida (COLWELL, CODDINGTON, 1994). Os cálculos foram realizados por meio do programa PAST 4.0 (HAMMER et al., 2001).

Dessa forma, existirá uma métrica estatística que avalia diretamente a eficiência do programa e dos métodos aplicados, tendo em vista que métodos mais eficientes apresentarão esforço amostral satisfatório de maneira mais rápida.

5.4.3. Perfil de diversidade

A comparação das diversidades entre as unidades amostrais será realizada por intermédio da análise de perfis de diversidade, buscando reforçar o entendimento sobre as diversidades de espécies. Os perfis de diversidade compõem análises comparativas que abrangem desde espécies raras até as comuns, resultando em um gráfico que apresenta valores de diversidade e equitabilidade variando simultaneamente. A análise será realizada pelo programa PAST 3.22 (HAMMER et. al., 2001), que utiliza a série exponencial de Rényi, a qual tem como parâmetro α :

$$\exp(H_\alpha) = \exp\left(\frac{1}{1-\alpha} \ln \sum_{i=1}^s p_i^\alpha\right)$$

Para $\alpha=0$ esta função dá o número total de espécies (equivalente à riqueza), $\alpha=1$ (no limite) dá um índice proporcional ao índice de Shannon, enquanto $\alpha=2$ dá um índice que se comporta como o índice de Simpson.

Deste modo poderá existir um comparativo entre as unidades amostrais monitoradas, indicando quais delas apresentam os maiores ou menores valores de diversidade biológica. Além disso, essa análise poderá fornecer um indicativo e um comparativo entre os lados da ferrovia de uma mesma unidade amostral, indicando se em um determinado lado existe um maior valor de diversidade ou não.

5.4.4. Análise de similaridade

O índice de similaridade será calculado pelo escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS), utilizando Morisita como forma de abordar os dados de abundância e riqueza. A análise será realizada utilizando o software PAST 4.0 (HAMMER et al., 2001).

Essa análise apresenta bastante importância para o cumprimento dos objetivos deste subprograma de monitoramento de bioindicadores, uma vez que poderá apresentar, de maneira estatística, um comparativo entre os dois lados da ferrovia de uma mesma unidade amostral. Dessa forma, existirá o conhecimento acerca da semelhança da composição faunística entre os lados da ferrovia, além de um forte indicativo do trânsito de animais cruzando a malha ferroviária, visto que uma composição bastante equivalente entre os dois lados da linha indicará que esses animais circulam livremente pela região.

5.4.5. Sazonalidade

O efeito da sazonalidade nas populações dos médios e grandes mamíferos monitoradas será estabelecido conforme a disposição dos conjuntos de dados, podendo variar desde a aplicação de uma análise de rarefação por indivíduo a comparativos de riqueza, abundância, índices de diversidade, equitabilidade, dominância, entre outros. Contudo, vale ressaltar que os resultados dessas análises dependerão diretamente da quantidade de campanhas realizadas.

O subprograma de monitoramento de fauna com foco nos mamíferos bioindicadores tem previsão inicial de dois anos de execução, contemplando campanhas sazonais nos períodos seco e chuvoso, de forma a atender campanhas semestrais. O relatório final apresentará os resultados consolidados e proposições acerca das ações futuras relacionadas ao programa, para avaliação do Ibama.

Tabela 9 – Cronograma de execução das campanhas.

Ação	Meses																												
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
Alteração de autorização de captura, coleta e transporte de material biológico (Abio)	■																												
Execução das campanhas de monitoramento							■							■							■							■	
Entrega de relatórios semestrais										■						■						■							
Relatório final																													■



7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Reforça-se, mais uma vez, que a medidas mitigadoras e conservacionistas para o grupo dos médios e grandes mamíferos apresenta resultados positivos diretos para uma série de outros animais e espécies, tendo em vista que os grandes mamíferos apresentam a característica de serem espécies guarda-chuva. Dessa forma, o monitoramento apenas dessas espécies, com o intuito final de propor medidas mitigadoras em caso de detecção de um impacto ocasionado pela ferrovia, será o suficiente para resguardar os demais grupos faunísticos não amostrados diretamente por este subprograma. Portanto, justifica-se a retirada do monitoramento de anfíbios, aves, peixes e répteis.

Outro ponto a ser destacado é o fato de que grande parte dos grupos faunísticos amostrados nas 15 campanhas de monitoramento já executadas apresentou suficiência amostral satisfatória, de forma que a continuidade do monitoramento tenderia a não trazer informações de novas espécies na região do entorno imediato da ferrovia. Dessa forma, a retirada da amostragem desses animais não trará quaisquer consequências negativas do ponto de vista ecológico da análise da influência do empreendimento no ambiente natural a qual está inserido.

Além disso, ressalta-se a aplicação de métodos apenas não interventivos para o monitoramento dessas espécies de mamíferos, buscando equilíbrio entre os impactos aos espécimes, qualidade dos resultados e compatível esforço financeiro, material e humano. Buscando atender ao monitoramento das espécies de mamíferos, foram propostos métodos gerais e não interventivos que já apresentaram resultados eficientes na literatura científica e acadêmica.

Por fim, espera-se que com a aplicação dos métodos supracitados para o monitoramento dos mamíferos de médio e grande porte bioindicadores da região exista a construção do panorama geral da dinâmica de movimentação desses animais que, reconhecidamente, apresentam ampla área de vida. Dessa maneira, com o conhecimento da composição e comportamento locomotivo de cada uma das espécies, poderá se ter um entendimento dos riscos e impactos oferecidos ou não pela instalação e futura operação do empreendimento – tendo em vista que esses processos causam fragmentação de hábitat e, quando em operação, oferecem riscos altos de atropelamento. E, em caso de existir um impacto efetivo nessas espécies tão importantes para o funcionamento do ecossistema como um todo, o subprograma em questão estará munido de um volume ainda maior de informações para propor a execução de medidas mitigadoras e/ou conservacionistas para essas espécies.



8. REFERÊNCIAS

GREGORINI, M.Z. Distribuição da onça-pintada (Carnivora: Felidae) ao longo de uma paisagem antropizada: implicações para o manejo e conservação da espécie. Dissertação apresentada à Universidade de Goiás. **Universidade de Goiás**, 2010.

LAMBECK, R.J. Focal species: A multi-species umbrella for nature conservation. **Conservation Biology**; 849-856. 1997.

MAMEDE, S.B.; ALHO, C.J.R. Turismo de contemplação de mamíferos do Pantanal: alternativa para o uso sustentável da fauna. Em: IV Simpósio sobre Recursos Naturais e Sócio-econômicos do Pantanal. **Anais, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)-Pantanal**, Corumbá, Brasil. 2004.

ROCHA, V.J. Ecologia de Mamíferos de médio e grande porte do Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, PR. Tese apresentada ao setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná requisitos para obtenção do título de Doutor em Zoologia, 2001.


SERGIO, F.; NEWTON, I.; MARCHESI, L.; PEDRINI, P. Ecologically justified charisma: preservation of top predators delivers biodiversity conservation. **Journal of Applied Ecology**; 1-7. 2006.

SILVA, M.B.; MAMEDE, S.B. Grupos de observadores de aves e mamíferos como estratégia para a conservação da biodiversidade do Cerrado. Pp. 55-58, em: **I Congresso regional de educação ambiental para a conservação do Cerrado**. Quirinópolis - GO, 2005.


SIMBERLOFF, D. Flagships, umbrellas, and keystones: is single-species management passi in the landscape era? **Biological Conservation**; 247-257. 1998.

WILLSON, M. F. Mammals as seed-dispersal mutualists in North America. **Copenhagen OIKOS**, 67:159-176. 1993.

9. RESPONSABILIDADE

	Responsabilidade pela elaboração do documento
	<p>Razão social: Assessoria Técnica Ambiental Ltda. Nome fantasia: Cia Ambiental CNPJ: 05.688.216/0001-05 Endereço: Rua Marechal José Bernardino Bormann, nº 821, Batel Curitiba, PR. CEP: 80.730-350. Telefone/fax: (41) 3336-0888 E-mail: ciaambiental@ciaambiental.com.br Registro do CREA: PR-41043</p>

<p>Coordenação de fauna Titulação profissional: Registro profissional/visto: Telefone: E-mail:</p>	<p>Fernando do Prado Florêncio Biólogo, msc. ecologia e conservação 64219/07-D (41) 3336-0888 fernando.prado@ciaambiental.com.br</p>
--	--



Fernando do Prado Florêncio
Biólogo/Msc. CRBio 64219/07-D
(Coordenação de fauna)

Anexo 01 – ART e CTF;

Anexo 02 – Arquivos vetoriais.