



VOLUME III



FUNDAÇÃO
renova

RELATÓRIO ANUAL
AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA DA FAUNA E FLORA TERRESTRE NA
BACIA DO RIO DOCE, MG/ES

Maio 2020

RELATÓRIO ANUAL

AVALIAÇÃO ECOLÓGICA RÁPIDA DA FAUNA E FLORA TERRESTRE NA BACIA DO RIO DOCE, MG/ES

REVISÃO 3

VOLUME III

Belo Horizonte / 2020

**INSTITUIÇÃO RESPONSÁVEL POR ESTE DOCUMENTO
BICHO DO MATO MEIO AMBIENTE LTDA.**

CNPJ	08.314.527/0001-00
Endereço	Rua Perdigão Malheiros 222 - Coração de Jesus Belo Horizonte – MG - CEP 30380-234
Diretora Técnica	Edeltrudes Maria Valadares Calaça Câmara (Tudy Câmara) Bióloga MSc. CRBio 8619/4-D
Contato	(31) 3312-4374 / tudy@bichodomato.net.br

FUNDAÇÃO RENOVA

CNPJ	25.135.507/0001-83
Endereço	Avenida Getúlio Vargas, 671 – Térreo, Bairro Funcionários, Belo Horizonte – MG
Responsável pelo Projeto	Juliana Oliveira Lima
Contato	0800 031 2303
E-mail	juliana.lima@fundacaorenova.org

EQUIPE RESPONSÁVEL POR ESTE DOCUMENTO¹

Profissional	Formação	Atividades
Edeltrudes M. V. C. Câmara	Bióloga MSc. Zoologia, CRBio 08.619/4D	Coordenação Geral
Diogo Loretto Medeiros	Biólogo Dr. Ecologia, CRBio 38.477-02	Coordenação do Projeto
Valéria Cristina Chaves Barbosa	Geógrafa MSc., CREA 12355D	Coordenação do Meio Físico
Átilla Ferreguetti	Biólogo MSc. Ecologia, CRBio 111658/D	Especialista RAPELD e coordenador de Campo
Fernanda Coelho de Souza	Engenheira Florestal	Especialista RAPELD e coordenadora de Campo
Thiago Almeida Dias	Engenheiro Civil, CREA MG-174076/D	Coordenação de Topografia
Luiz Eduardo Dias	Engenheiro Agrônomo, PhD – Prof. Titular	Responsável Técnico pela Análise de Fertilidade
Cristiane Castañeda	Engenheira geóloga, PhD em Geociências,	Coordenação Edafologia

¹ ARTs dos profissionais são apresentadas no **Anexo 1**.

CREA 61700D		
Rafael de Quevedo Giraldi Costa	Engenheiro Ambiental – CREA MG 246650/LP	Relatórios meio físico
Júlia Círia	Geóloga MSc.	Júlia Círia
Natália Bichara	Arquiteta e Engenheira Civil	Apoio a Coordenação e Gestão do Projeto
Ana Paula Silva	Bióloga, CRBio 104541/4D	Coordenação da Flora
Tatiana Andrade Lima Guimarães Alves	Bióloga, MSc., CRBio 44155/04D	Coordenação de Logística
Alex Silva	Biólogo, CRBio 093422/04D	Coordenador de Campo - Frente em Minas Gerais
Pedro Ramiro	Geógrafo	Coordenação de Campo - Frente no Espírito Santo
Cristiane Angélica	Técnica em Segurança	SSO
Rafael Liberal	Geógrafo, CREA 109037/D	Geoprocessamento
Valdionor Gomes	Geógrafo	Geoprocessamento
Flaviana Freitas	Comunicóloga	Formatação/Editoração
Rodolfo Cristiano Martins Santos	Biólogo, CRBio 076814/04D	Mastofauna pequeno porte
João Marcelo Rocha Biagini	Biólogo, CRBio 080847/04D	Mastofauna Pequeno Porte
Pollyanna Alves de Barros	Bióloga, MSc., CRBio 112865/04D	Mastofauna Pequeno Porte
Cristiane Casar Coelho Damas	Bióloga, DSc., CRBio 016253/04D	Mastofauna Médio e Grande Porte
Beatris Felipe Rosa	Bióloga, CRBio 82937/01D	Mastofauna Médio e Grande Porte
Gislene Rocha	Bióloga, CRBio 057804/04D	Mastofauna Médio e Grande Porte
Gisele Mendes Lessa Del Giudice	Bióloga, DSc. Zoologia, CRBio 013159/04D	Coordenação Mastofauna Pequeno Porte
Fábio de Carvalho Falcão	Biólogo, DSc., CRBio 046444/RS	Coordenação, Mastofauna Morcegos
Sérgio Lage	Biólogo, CRBio 78077/02	Campo Mastofauna Morcegos
Tatiana Rodrigues	Bióloga, CRBio 104103/04D	Campo Mastofauna Morcegos

Guilherme Henrique Silva De Freitas	Biólogo, DSc. Zoologia, CRBio 062537/04D	Coordenação Avifauna
Lilian Mariana Costa	Bióloga, DSc. Ecologia, CRBio 062279/04D	Coordenação Avifauna
Fagner Daniel Teixeira	Biólogo, MSc., CRBio 098742/04D	Campo Avifauna
Wallace Correa	Biólogo, CRBio 104985/04D	Campo Avifauna
Gefferson Guilherme Rodrigues Silva	Biólogo, CRBio 098768/04D	Campo Avifauna
Thiago de Oliveira Souza	Biólogo, CRBio 076145/04D	Campo Avifauna
Thiago Silva Soares	Biólogo, DSc. Zoologia, CRBio 42201/02D	Coordenação, Campo Herpetofauna
Rodrigo Gomes Tinoco	Biólogo, CRBio 087621/04D	Campo Herpetofauna
Barbara Larissa Ferreira Vitorino	Bióloga, CRBio 093733/04D	Campo Herpetofauna
Fernanda Cesconetto	Bióloga, CRBio 115129/02	Campo Herpetofauna
Leonardo Machado	Biólogo, MSc., CRBio 044213/04D	Campo Herpetofauna
Amanda del Maestro	Bióloga, CRBio 115306/02	Campo Herpetofauna
André Felipe Barreto- Lima	Biólogo, DSc. Zoologia, CRBio 027540/04D	Coordenação Crocodilianos
Iago Ornellas	Biólogo, MSc., CRBio 2115248	Campo Crocodilianos
Thiago Marcial De Castro	Biólogo, CRBio 48324/02D	Campo Crocodilianos
Elizangela Silva De Brito	Bióloga, DSc., CRBio 054159/RS	Coordenação Testudíneos
Elaine Campinhos	Bióloga, CRBio 111551/02	Campo Testudíneos
Laura Braga de Oliveira	Bióloga, DSc. Ecologia, CRBio 049754/04D	Coordenação Borboletas
Diogo França Bráulio	Biólogo, MSc., CRBio 062775/04D	Identificação Taxonômica - ES
Gloria Ramos Soares	Bióloga, MSc. Ecologia,	Identificação Taxonômica - MG

	CRBio 070486/04D	
Holbiano Saraiva de Araújo	Biólogo, CRBio 013368/04D	Campo Borboletas
Rosana Maria Pereira Rocha	Bióloga, CRBio 098938/04D	Campo Borboletas
Alexia Estefânia Furtado Fernandes	Biólogo, CRBio 112331/04D	Campo Borboletas
Roselaini Mendes Do Carmo Da Silveira	Bióloga, CRBio 044495/04D	Coordenação Abelhas
Frederico Dutra Kirst	Biólogo, CRBio 112317/04D	Identificação Taxonômica
Paula Caetano Zama	Bióloga, CRBio 037232/04D	Identificação Taxonômica
Bruna Karen Pinheiro Costa	Bióloga, CRBio 112538/04D	Campo Abelhas
Ricardo Greco	Biólogo, CRBio 112529/04P	Campo Abelhas
Adão Júnior	Biólogo, CRBio 112912/04D	Campo Abelhas
Filipe M. França	Biólogo, CRBio 112960-04D	Coordenação Besouros
Julius Cerqueira	Biólogo, CRBio 112674/04D	Identificação Taxonômica
Wallace Beiroz Imbrosio da Silva	Biólogo, DSc., CRBio 071583/04D	Campo Besouros
André Luiz Tavares	Biólogo, CRBio 93670/04D	Campo Besouros
Agnis Cristiane de Souza	Bióloga, CRBio 104035/04D	Campo Besouros
Wesley Duarte Da Rocha	Biólogo, DSc., CRBio 049331/RS	Coordenação Formigas
Antônio Cesar Medeiros de Queiroz	Biólogo, CRBio 112614/04D	Identificação Taxonômica
Filipe Pola Vargas	Biólogo, CRBio 65944/02D	Campo Formigas
José Eduardo Teixeira Falcon	Biólogo, CRBio 102329/02D	Campo formigas
Maria Olivia Dourado Sanna - dirige	Bióloga, CRBio 049331/RS	Campo Formigas

Henrique Paprocki	Biólogo, DSc., CRBio 016104/04D	Coordenação Insetos Aquáticos
Fabiana Criste Massariol	Bióloga, DSc., CRBio 111429/02D	Campo Insetos Aquáticos
Alison Costa	Biólogo, CRBio 098289/04D	Campo Insetos Aquáticos
Larissa Moreira Silva	Bióloga, CRBio 117414/04-D	Identificação Taxonômica
Keyla Cruz	Bióloga, CRBio 91568/02	Campo Insetos Aquáticos

SUMÁRIO

ÍNDICE DE QUADROS	xii
ÍNDICE DE TABELAS.....	xvii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xix
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xxi
ÍNDICE DE FOTOS	xxxiv
ÍNDICE DE MAPAS.....	xxxv
APRESENTAÇÃO.....	xxxvi
1. DEUTEROSTOMIA, FILO CHORDATA, SUPERCLASSE TETRAPODA.....	37
1.1. CLASSE AMPHIBIA, Subclasse Lissamphibia, CLASSE REPTILIA, Ordem Squamata.....	37
1.1.1. Introdução	37
1.1.2. Objetivos específicos.....	38
1.1.3. Material e métodos	38
1.1.3.1. Períodos de estudo	38
1.1.3.1. Área de estudo	40
1.1.3.2. Procedimentos de campo	40
1.1.3.1. Tombamento do material testemunho	43
1.1.3.1. Análise dos dados	44
1.1.3.1.1. Dados secundários da Bacia Hidrográfica do rio Doce	44
1.1.3.1.2. Sucesso amostral.....	44
1.1.4. Resultados	44
1.1.4.1. Resultados – Análises integradas.....	44
1.1.4.2. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce – AMPHIBIA	52
1.1.4.2.1. Diagnóstico da Área de Estudo – Anfíbios.....	52
1.1.4.3. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce – SQUAMATA	69
1.1.4.3.1. Diagnóstico Área de Estudo	70
1.1.4.4. Metais Pesados	83
1.1.4.5. Táxons de interesse para a conservação	97
1.1.5. Conclusões e recomendações.....	98
1.1.5.1. Perguntas a serem respondidas pelo monitoramento	101
1.2. CLASSE MAMMALIA	104
1.2.1. Ordens Rodentia e Didelphimorphia	104
1.2.1.1. Introdução	104
1.2.1.2. Objetivos específicos.....	106
1.2.1.3. Material e métodos	106
1.2.1.3.1. Dados secundários da Bacia Hidrográfica do rio Doce	106

1.2.1.3.2.	Procedimentos de campo	107
1.2.1.3.3.	Identificação Taxonômica e Tombamento de amostras	111
1.2.1.3.4.	Análise dos dados	112
1.2.1.4.	Resultados	114
1.2.1.4.1.	Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce	114
1.2.1.4.1.	Diagnóstico na Área de Estudo	116
1.2.1.4.1.	Resultados – Análise padronizada	127
1.2.1.4.2.	Metais pesados	135
1.2.1.5.	Conclusões e recomendações	154
1.2.1.5.1.	Perguntas a serem respondidas pelo monitoramento	157
1.2.2.	Ordem Chiroptera	159
1.2.2.1.	Introdução	159
1.2.2.2.	Objetivos específicos	161
1.2.2.3.	Material e métodos	161
1.2.2.3.1.	Período de estudo	161
1.2.2.3.2.	Procedimentos de campo	162
1.2.2.3.1.	Tombamento do material testemunho	169
1.2.2.3.2.	Análise dos dados	169
1.2.2.4.	Resultados	171
1.2.2.4.1.	Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce	171
1.2.2.4.2.	Diagnóstico Ambiental da Área de estudo	174
1.2.2.4.3.	Resultados integrados	191
1.2.2.4.4.	Metais pesados	198
1.2.2.4.5.	Táxons de interesse para a conservação	209
1.2.2.5.	Conclusões e recomendações	210
1.2.2.5.1.	Perguntas a serem respondidas pelo monitoramento	213
1.2.3.	Mamíferos de médio e grande porte	215
1.2.3.1.	Introdução	215
1.2.3.2.	Objetivos específicos	217
1.2.3.3.	Material e métodos	217
1.2.3.3.1.	Período de estudo	217
1.2.3.3.2.	Procedimentos metodológicos	218
1.2.3.3.3.	Análise de dados	221
1.2.3.4.	Distribuição geográfica	224
1.2.3.5.	Resultados	224
1.2.3.5.1.	Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce	224
1.2.3.5.2.	Diagnóstico Área de Estudo	224
1.2.3.5.3.	Táxons de Interesse para a Conservação	258
1.2.3.6.	Conclusões e recomendações	262

1.2.3.6.1.	Perguntas a serem respondidas pelo monitoramento	266
1.3.	CLASSE REPTILIA, Ordem Testudines.....	269
1.3.1.	Introdução	269
1.3.2.	Objetivos específicos.....	270
1.3.3.	Material e métodos	270
1.3.3.1.	Dados secundários da Bacia Hidrográfica do rio Doce	271
1.3.3.2.	Dados primários	271
1.3.3.3.	Análise de dados	275
1.3.4.	Resultados	275
1.3.4.1.	Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce	275
1.3.4.1.	Diagnóstico na Área de Estudo	276
1.3.4.1.1.	Análise Comparativa – Territórios Hidrográficos (alto, médio e baixo rio Doce)	279
1.3.4.2.	Metais Pesados	283
1.3.4.3.	Táxons de interesse para a conservação	288
1.3.5.	Conclusões e recomendações.....	288
1.4.	CLASSE REPTILIA, Ordem Crocodylia	295
1.4.1.	Introdução	295
1.4.2.	Objetivos específicos.....	297
1.4.3.	Material e métodos	298
1.4.3.1.	Dados secundários da Bacia Hidrográfica do rio Doce	298
1.4.3.2.	Período de estudo	298
1.4.3.3.	Área de Estudo.....	299
1.4.3.3.1.	Procedimentos de campo	299
1.4.3.3.2.	Tombamento do material testemunho	301
1.4.3.4.	Análise de dados	301
1.4.3.4.1.	Status de conservação	301
1.4.4.	Resultados	301
1.4.4.1.	Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce	301
1.4.4.2.	Diagnóstico da Área de Estudo	303
1.4.4.3.	Táxons de interesse para a conservação	304
1.4.4.4.	Metais pesados	307
1.4.5.	Conclusões e recomendações.....	309
1.5.	CLASSE AVES.....	313
1.5.1.	Introdução	313
1.5.2.	Objetivos específicos.....	314
1.5.3.	Material e métodos	315
1.5.3.1.	Área de estudo	316

1.5.3.2.	Procedimentos de campo	316
1.5.3.2.1.	Censos por Pontos de Escuta	317
1.5.3.2.2.	Amostragem de aves noturnas	319
1.5.3.2.3.	Redes-neblina	319
1.5.3.2.4.	Amostragem por Listas de Mackinnon.....	324
1.5.3.2.5.	Amostragens de aves associadas a ambientes úmidos.....	325
1.5.3.2.6.	Procedimentos de laboratório	326
1.5.3.2.7.	Tombamento do material testemunho	326
1.5.3.3.	Análise dos dados	326
1.5.3.3.1.	<i>Status</i> de conservação	328
1.5.3.3.2.	Sucesso amostral	329
1.5.3.3.3.	Dados secundários da Bacia Hidrográfica do rio Doce	329
1.5.4.	Resultados	330
1.5.4.1.	Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce	330
1.5.4.2.	Diagnóstico na Área de Estudo	330
1.5.4.2.1.	Bloco Amostral 1a – Restinga, Vegetação Costeira.....	336
1.5.4.2.2.	Bloco Amostral 1b – Ombrófila densa costeira.	341
1.5.4.2.3.	Bloco Amostral 2 – FESD	345
1.5.4.2.4.	Bloco Amostral 3 – FESD	348
1.5.4.2.5.	Bloco Amostral 4 – FESD	351
1.5.4.1.	Resultados – Análises padronizadas	354
1.5.4.1.1.	Modelos Lineares Generalizados	354
1.5.4.1.2.	NMDS.....	364
1.5.4.1.	Metais Pesados	376
1.5.4.2.	Táxons de interesse para a conservação	388
1.5.5.	Conclusões e recomendações.....	388
2.	CONCLUSÕES GERAIS.....	395
3.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	400
4.	ÍNDICE REMISSIVO.....	431

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1. Períodos de campo para o estudo de Herpetofauna durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	39
Quadro 2. Esforço amostral por método usado na amostragem da Herpetofauna durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	39
Quadro 3. Riqueza, abundância e diversidade (índice de Shannon) de Anfíbios coletados em cada BA, estação, Abordagem (<i>Parcelas Terrestres</i> , <i>Parcelas Ripárias</i> ou ilhas [PT, PR, I, respectivamente]) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	53
Quadro 4. Estimadores de riqueza para a amostragem de Anfíbios nas <i>Parcelas Terrestres</i> e <i>Ripárias</i> do BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	55
Quadro 5. Estimadores de riqueza para a amostragem de Anfíbios na BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	58
Quadro 6. Estimadores de riqueza para a amostragem de Anfíbios no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	62
Quadro 7. Estimadores de riqueza para a amostragem do BA3 de Anfíbios durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	67
Quadro 8. Estimadores de riqueza para a amostragem de Anfíbios do BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	69
Quadro 9. Estimadores de riqueza para toda a amostragem de Répteis durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	70
Quadro 10. Riqueza, abundância e diversidade (índice de Shannon) dos Répteis coletados em cada BA, por estação e Abordagem (<i>Parcelas Terrestres</i> , <i>Ripárias</i> ou <i>Ilhas</i> [PT, PR e I]) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	72
Quadro 11. Estimadores de riqueza para a amostragem de Répteis nas <i>Parcelas Terrestres</i> do BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	74
Quadro 12. Estimadores de riqueza para a amostragem de Répteis nas Abordagens do BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	77
Quadro 13. Resultado de estimadores de riqueza para a amostragem no BA2 de Répteis durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	80
Quadro 14. Estimadores de riqueza para a amostragem no BA3 de Répteis durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	80
Quadro 15. Espécimes da herpetofauna coletados e analisados quanto a concentração de metais pesados analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	83
Quadro 16. Concentrações de metais pesados nos tecidos da herpetofauna terrestre, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	88

Quadro 17. Concentrações de metais pesados por amostra nos tecidos da herpetofauna terrestre, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Todas as concentrações em mg*kg ⁻¹ .	95
Quadro 18. Resumo quantitativo das distâncias em relação ao rio Doce e variáveis de uso e cobertura do solo de influência para a Herpetofauna durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	100
Quadro 19. Esforço amostral e sucesso de captura, por método de amostragem, para pequenos mamíferos não voadores durante as campanhas do estudo de Avaliação de Impactos Ambientais e Monitoramento da Fauna e Flora Terrestres nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.	117
Quadro 20. Espécimes de pequenos mamíferos coletados e analisados quanto a concentração de metais pesados analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), em seus fígados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	136
Quadro 21. Concentrações de metais pesados nos tecidos de pequenos mamíferos, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Todas as concentrações em mg*kg ⁻¹ .	140
Quadro 22. Concentrações de metais pesados por amostra nos tecidos de pequenos mamíferos, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Todas as concentrações em mg*kg ⁻¹ .	150
Quadro 23. Resumo quantitativo das distâncias em relação ao rio Doce e variáveis de uso e cobertura do solo de influência para pequenos mamíferos não voadores durante as campanhas do estudo de Avaliação de Impactos Ambientais e Monitoramento da Fauna e Flora Terrestres nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.	155
Quadro 24. Períodos de campo para o estudo de quirópteros durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	162
Quadro 25. Esforço amostral por módulo/BA empregado durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	164
Quadro 26. Resumo descritivo das duas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Abordagens para as quais não obtivemos dados não estão representadas.	175
Quadro 27. Espécies de Chiroptera registradas para o BA1a durante o primeiro ano, 2018-2019, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	177
Quadro 28. Espécies de Chiroptera registradas para o BA1b durante o primeiro ano, 2018-2019, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	180
Quadro 29. Espécies de Chiroptera registradas para o BA2 durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	183
Quadro 30. Espécies de Chiroptera registradas para o BA3 durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	186
Quadro 31. Espécies de Chiroptera registradas para o BA4 durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	190

Quadro 32. Relação entre riqueza de morcegos e a distância do rio Doce para as <i>Parcelas Terrestres</i> em cada BA amostrado nas duas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho sinalizam relações significativas; em laranja indicam tendências.	191
Quadro 33. Espécimes de morcegos coletados e analisados quanto a concentração de metais pesados em seus fígados, através de espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	199
Quadro 34. Concentrações de metais pesados nos tecidos de morcegos, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	202
Quadro 35. Concentrações de metais pesados por amostra dos tecidos de morcegos, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	207
Quadro 36. Períodos de campo para o estudo de mamíferos de médio e grande porte durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	218
Quadro 37. Espécies da mastofauna de médio e grande porte registradas por <i>busca ativa</i> , <i>Distance Sampling</i> e <i>armadilhas fotográficas</i> nas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	225
Quadro 38. Riqueza, número de registros e diversidade, por BA, obtidos para as espécies de mamíferos de médio e grande porte registradas no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	228
Quadro 39. Espécies da mastofauna de médio e grande porte ameaçadas de extinção registradas durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	260
Quadro 40. Resumo quantitativo das distâncias em relação ao rio Doce e variáveis de uso e cobertura do solo de influência para mamíferos de médio e grande porte durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	264
Quadro 41. Períodos de campo da campanha para o estudo de Testudines aquáticos e semiaquáticos durante a campanha de seca, de julho a outubro de 2018, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	271
Quadro 42. Lista dos Testudines aquáticos e semiaquáticos registrados para BHRD e de potencial ocorrência durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	278
Quadro 43. Concentrações de metais pesados nos tecidos (sanguíneo e muscular) de 12 indivíduos de <i>Phrynops geoffroanus</i> , analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	284
Quadro 44. Concentrações de metais pesados nos tecidos (sanguíneo e muscular) de 12 indivíduos de <i>Phrynops geoffroanus</i> , analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho sugerem altas concentrações dos respectivos metais.	285
Quadro 45. Concentrações de metais pesados por amostra e trecho do rio Doce, nos tecidos (sanguíneo e muscular) de 12 indivíduos de <i>Phrynops geoffroanus</i> , analisados por espectroscopia de massa com plasma	

indutivamente acoplado (ICP-MS), coletados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Todas as concentrações em $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.	287
Quadro 46. Períodos de campo para o estudo de Crocodylia durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	299
Quadro 47. Esforço amostral por método e número de espécimes registros em cada unidade amostral durante o estudo de jacarés-de-papo-amarelo (<i>Caiman latirostris</i>) da Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	304
Quadro 48. Indivíduos registrados durante as campanhas de monitoramento do jacaré-do-papo-amarelo (<i>Caiman latirostris</i>), Família Alligatoridae, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	305
Quadro 49. Períodos de amostragens para o monitoramento de Aves, durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Estação seca realizada em 2018 e chuvosa, em 2019.	315
Quadro 50. Esforço Amostral de <i>Pontos de Escuta</i> por abordagem e por campanha durante o monitoramento de Aves, no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	318
Quadro 51. Esforço amostral para o monitoramento da Avifauna por <i>Pontos de Escuta</i> noturno do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	319
Quadro 52. Esforço Amostral obtidos pelo método de <i>redes-neblina</i> , por estação, no monitoramento de Aves, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	323
Quadro 53. Esforço Amostral obtidos por abordagem pelo método de <i>redes-neblina</i> durante o monitoramento de Aves, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	323
Quadro 54. Esforço Amostral empregado usando <i>Listas de Mackinnon</i> , por estação, durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	324
Quadro 55. Esforço Amostral empregado usando <i>Listas de Mackinnon</i> por abordagem, durante o monitoramento de Aves, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	324
Quadro 56. Categorias de habitat definidas para o Monitoramento de Aves do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	327
Quadro 57. Categorias alimentares (guildd trófica) definidas para o monitoramento de Aves, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	328
Quadro 58. Sucesso de captura (indivíduos/horas*rede e indivíduos/ $\text{m}^2\cdot\text{h}$) obtidos por abordagem (<i>Parcelas Terrestres</i> , <i>Ripárias</i> , <i>Ilhas</i> e Lagoas PERD) no monitoramento de Aves do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	329
Quadro 59. Estatísticas resultantes da análise de modelos (GLM) para avaliar a influência da distância do rio na riqueza de aves no BA1a, <i>Parcelas Terrestres</i> , nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	355
Quadro 60. Estatísticas resultantes da análise de modelos (GLM) para avaliar a influência da distância do rio na riqueza de aves no BA1b, <i>Parcelas Terrestres</i> e <i>Ripárias</i> , nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	356

Quadro 61. Estatísticas resultantes da análise de modelos (GLM) para avaliar a influência da distância do rio na riqueza de aves no BA2, <i>Parcelas Terrestres</i> e <i>Ripárias</i> , nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	358
Quadro 62. Estatísticas resultantes da análise de modelos (GLM) para avaliar a influência da distância do rio na riqueza de aves no BA3, para <i>Parcelas Terrestres</i> e <i>Ripárias</i> nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	360
Quadro 63. Riqueza de aves e a distância do rio Doce com dados agrupados para o BA4 (GLM), para <i>Parcelas Terrestres</i> e <i>Ripárias</i> nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	362
Quadro 64. Concentrações de metais pesados nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	379
Quadro 65. Concentrações de metais pesados por amostra e BA nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Todas as concentrações em mg*kg ⁻¹	384
Quadro 66. Espécies da Fauna ameaçada de extinção identificadas pelo estudo de Avaliação de Impacto Sobre as Espécies Terrestres Ameaçadas de Extinção (GOLDER ASSOCIATES, 2016) que foram registradas durante as duas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	396

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Modelos Lineares Generalizados (GLM) gerados para as amostras da herpetofauna coletadas nas <i>Parcelas Terrestres</i> e <i>Parcelas Ripárias</i> nos BA durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Modelos gerados a partir da riqueza de espécies por BA em função da distância para o leito do rio Doce. Valores em vermelho: relação significativa; valores em laranja sinalizam tendência.	46
Tabela 2. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies da herpetofauna por BA nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho: relação significativa; valores em laranja sinalizam tendência.	47
Tabela 3. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies da herpetofauna por BA nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho: relação significativa; valores em laranja sinalizam tendência.	48
Tabela 4. Índice de diversidade de <i>Shannon-Wiener</i> (H') e de equitabilidade de <i>Pielou</i> (J) para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores, por Bloco Amostral e abordagem, amostrados nas <i>Parcelas Terrestres</i> e <i>Ripárias</i> no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	118
Tabela 5. Modelos Lineares Generalizados gerados para as amostras de pequenos mamíferos não voadores coletados nas <i>Parcelas Terrestres</i> e <i>Parcelas Ripárias</i> nos Blocos Amostrais (BA) do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Modelos gerados a partir da riqueza de espécies por BA em função da distância para o leito do rio Doce. Valores em vermelho: relação significativa.	127
Tabela 6. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos não voadores por BA nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.	131
Tabela 7. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos não voadores por BA nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.	132
Tabela 8. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de Chiroptera por BA nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos, em laranja mostram tendências.	192
Tabela 9. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de Chiroptera por BA nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos, em laranja mostram tendências.	193
Tabela 10. GLM da relação entre riqueza de mamíferos de médio e grande porte e a variável distância do rio com dados agrupados para o BA1a, e estações climáticas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	230

Tabela 11. GLM da relação entre riqueza de mamíferos de médio e grande porte e a variável distância do rio entre estações climáticas para o BA1b, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	234
Tabela 12. GLM da relação entre riqueza de mamíferos de médio e grande porte e a variável distância do rio entre estações climáticas para o BA2, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	241
Tabela 13. GLM da relação entre riqueza de mamíferos de médio e grande porte e a variável distância do rio entre estações climáticas para o BA3, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	246
Tabela 14. GLM da relação entre riqueza de mamíferos de médio e grande porte e a variável distância do rio entre estações climáticas para o BA4, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	255
Tabela 15. Parâmetros fixos utilizados no Modelo Linear Misto Generalizado (GLMM) para relacionar a abundância de <i>Phrynosoma geoffroanus</i> às variáveis da paisagem (territórios hidrológicos – TH), como a distância da UA ao rio Doce, a altitude e a cidade mais próxima, ou da interação (representado por *) entre o TH com as variáveis citadas, componentes do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Resultados em vermelho sinalizam valores significativos.	282
Tabela 16. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de aves por BA nas <i>Parcelas Terrestres</i> , utilizando os métodos de <i>Pontos de Escuta</i> e <i>Listas de Mackinnon</i> , durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.	364
Tabela 17. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de aves por BA nas <i>Parcelas Terrestres</i> , utilizando o método de captura em <i>redes-neblina</i> , durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.	365
Tabela 18. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de aves por BA nas <i>Parcelas Ripárias</i> , utilizando os métodos de <i>Pontos de Escuta</i> e <i>Listas de Mackinnon</i> , durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.	366
Tabela 19. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de aves por BA nas <i>Parcelas Ripárias</i> , utilizando o método de captura em <i>redes-neblina</i> , durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.	367

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. (A) Termohigrômetro; (B) Armadilha de interceptação do tipo <i>pitfall</i> montada em “Y”; (C) Armadilha de interceptação do tipo Funil; (D) Profissional fazendo amostragem de herpetofauna diurna. Fotos feitas durante estação chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	41
Figura 2. Armadilhas <i>Sherman</i> (A) e <i>gaiola</i> (B) instaladas no sub-bosque para captura de pequenos mamíferos em uma das parcelas dos módulos RAPELD instalados para o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	108
Figura 3. Brincos metálicos numerados (a esquerda) usados para a marcação individual de pequenos mamíferos capturados (a direita) durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Fonte: <i>National Band & Tag Company Inc.</i> (https://nationalband.com/lab-animal-tags).	111
Figura 4. Contenção física de pequenos mamíferos capturados para aferição de medidas e características morfológicas externas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	111
Figura 5. Relação entre a riqueza de espécies de pequenos mamíferos não voadores registradas nas <i>Parcelas Terrestres</i> , e a distância do rio Doce para os Blocos Amostrais 1a (A), BA1b (B), BA2 (C) e BA3 (D) BA4 (E) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	129
Figura 6. Relação entre a riqueza de espécies de pequenos mamíferos não voadores registradas nas <i>Parcelas Ripárias</i> , e a distância do rio Doce para os Blocos Amostrais 1b (A), BA3 (B), BA4 (C) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Para os Blocos Amostrais 1a e 2 não havia dados suficientes para os testes.	130
Figura 7. Ordenação por NMDS das comunidades de pequenos mamíferos não voadores capturadas nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Dados em função da distância do município mais próximo, barragem de Fundão, rio Doce, Unidade de Conservação mais próxima, <i>uso antrópico</i> , ambientes aquáticos, degradação ambiental, e áreas naturais. A. BA1a, B. BA1b, C. BA2, D. BA3, E. BA4.	133
Figura 8. Ordenação por NMDS das comunidades de pequenos mamíferos não voadores capturadas nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Dados em função da distância do município mais próximo, barragem de Fundão, rio Doce, Unidade de Conservação mais próxima, <i>uso antrópico</i> , ambientes aquáticos, degradação ambiental, e áreas naturais. A. BA1b, B. BA3, C. BA4. Para os Blocos Amostrais 1a e 2 não havia dados suficientes para os testes.	134
Figura 9. Montagem das <i>redes-neblina</i> (A) e <i>redes-neblina</i> (B) armadas em uma parcela do Protocolo RAPELD, durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	163
Figura 10. Procedimentos de captura e medição dos morcegos capturados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. A - Morcego capturado na <i>redes-neblina</i> ; B - Aferição da massa corporal; C - Aferição do tamanho da orelha; D - Aferição do tamanho do antebraço.....	166

Figura 11. Procedimentos de medição dos morcegos capturados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. A - Aferição do tamanho do pé; B - Anilha usada para marcar individualmente; C - Morcego anilhado para marcação individual.	167
Figura 12. busca ativa por abrigos diurnos de Chiroptera durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. A – Busca em abrigos diurnos naturais; B - redes-neblina armadas em abrigos diurnos antrópicos.	168
Figura 13. Relação entre a riqueza de espécies de Chiroptera registradas nas <i>Parcelas Terrestres</i> , e a distância do rio Doce para os Blocos Amostrais 1a (A), BA1b (B), BA2 (C) e BA3 (D) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. ...	194
Figura 14. Relação entre a riqueza de espécies Chiroptera registradas nas <i>Parcelas Ripárias</i> , e a distância do rio Doce para os Blocos Amostrais 1b (A), BA3 (B), BA4 (C) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Para os Blocos Amostrais 1a e 2 não havia dados suficientes para os testes.	195
Figura 15. Ordenação por NMDS das comunidades de Chiroptera capturadas nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Dados em função da distância do município mais próximo, barragem de Fundão, rio Doce, Unidade de Conservação mais próxima, <i>uso antrópico</i> , ambientes aquáticos, degradação ambiental, e áreas naturais. A. BA1a, B. BA1b. C. BA2. Para os Blocos Amostrais 3 e 4 não havia dados suficientes para os testes.	196
Figura 16. Ordenação por NMDS das comunidades de Chiroptera capturadas nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Dados em função da distância do município mais próximo, barragem de Fundão, rio Doce, Unidade de Conservação mais próxima, <i>uso antrópico</i> , ambientes aquáticos, degradação ambiental, e áreas naturais. A. BA1b. B. BA3, C. BA4. Para o Blocos Amostrais 1a não havia dados suficientes para os testes.	196
Figura 17. Relação entre a concentração de ferro nas amostras de <i>Carollia perspicillata</i> analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) e a distância do rio Doce nos diferentes Blocos Amostrais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	201
Figura 18. Transecto diurno (A) e noturno (B) realizados para o registro da mastofauna de médio e grande porte durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	219
Figura 19. Armadilhas <i>funnel traps</i> utilizadas para captura de Testudines aquáticos e semiaquáticos durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As armadilhas foram instaladas nas margens dos corpos d'água amostrados nas Áreas Afetadas e Não Afetadas. A e B – Instalação e revisão das armadilhas; C e D – armadilhas instaladas.	272
Figura 20. Procedimento metodológico aplicado nos Testudines capturados durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. A e B – biometria dos espécimes capturados; C – instalação do <i>microchip</i> na perna posterior esquerda; D – soltura dos espécimes após biometria, sexagem e instalação do <i>microchip</i> no mesmo local de captura.	274

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Riqueza de espécies da Herpetofauna, em função da distância do rio Doce, para as <i>Parcelas Ripárias</i> do BA1b, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	45
Gráfico 2. Riqueza de espécies da Herpetofauna, em função da distância do rio Doce, para as <i>Parcelas Ripárias</i> do BA3, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	45
Gráfico 3. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	49
Gráfico 4. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	49
Gráfico 5. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA4 e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	50
Gráfico 6. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	50
Gráfico 7. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	51
Gráfico 8. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	51
Gráfico 9. Anfíbios registrados em cada BA durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	54
Gráfico 10. Curva de rarefação para os Anfíbios capturados durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	54
Gráfico 11. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios das <i>Parcelas Terrestres</i> do BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	56
Gráfico 12. Anfíbios registrados no BA1a nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	57
Gráfico 13. Anfíbios registrados no BA1a nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	57
Gráfico 14. Anfíbios registrados no BA1b nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	59

Gráfico 15. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	59
Gráfico 16. Anfíbios registrados no BA1b nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	60
Gráfico 17. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios das <i>Parcelas Ripárias</i> do BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	60
Gráfico 18. Anfíbios registrados no BA2 nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	61
Gráfico 19. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios nas <i>Parcelas Terrestres</i> do BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	62
Gráfico 20. Anfíbios registrados no BA2 nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	63
Gráfico 21. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios nas <i>Parcelas Ripárias</i> do BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	63
Gráfico 22. Anfíbios registrados no BA3 nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	64
Gráfico 23. Anfíbios registrados no BA3 nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	65
Gráfico 24. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios das <i>Parcelas Terrestres</i> do BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	65
Gráfico 25. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios das <i>Parcelas Ripárias</i> do BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	66
Gráfico 26. Anfíbios registrados no BA4 nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	67
Gráfico 27. Anfíbios registrados no BA4 nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	68
Gráfico 28. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios nas <i>Parcelas Terrestres</i> do BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	68

Gráfico 29. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios das <i>Parcelas Ripárias</i> do BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	69
Gráfico 30. Répteis registrados em cada BA durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	71
Gráfico 31. Curva de rarefação de toda amostragem de Répteis durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	71
Gráfico 32. Répteis registrados no BA1a nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	73
Gráfico 33. Curva de rarefação da amostragem de Répteis nas <i>Parcelas Ripárias</i> do BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	73
Gráfico 34. Répteis registrados no BA1b nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	75
Gráfico 35. Répteis registrados no BA1b nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	75
Gráfico 36. Répteis registrados no BA1b nas <i>Ilhas</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	76
Gráfico 37. Curva de rarefação da amostragem de Répteis das <i>Parcelas Terrestres</i> do BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	76
Gráfico 38. Curva de rarefação da amostragem de Répteis das <i>Parcelas Ripárias</i> do BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	77
Gráfico 39. Répteis registrados no BA2 nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	78
Gráfico 40. Curva de rarefação da amostragem de Répteis das <i>Parcelas Terrestres</i> do BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	79
Gráfico 41. Répteis registrados no BA2 nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	79
Gráfico 42. Répteis registrados no BA3 nas <i>Parcelas Terrestres</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	81

Gráfico 43. Curva de rarefação da amostragem de Répteis das <i>Parcelas Terrestres</i> do BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	81
Gráfico 44. Répteis registrados no BA3 nas <i>Parcelas Ripárias</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.	82
Gráfico 45. Curva de rarefação da amostragem de Répteis das <i>Parcelas Ripárias</i> do BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.	82
Gráfico 46. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas <i>Parcelas Terrestres</i> no BA1a estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	119
Gráfico 47. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas <i>Parcelas Terrestres</i> no BA1b estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	121
Gráfico 48. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas <i>Parcelas Ripárias</i> no BA1b estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	121
Gráfico 49. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas <i>Parcelas Terrestres</i> no BA2 estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	122
Gráfico 50. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas <i>Parcelas Terrestres</i> no BA3 estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	124
Gráfico 51. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas <i>Parcelas Ripárias</i> no BA3 estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	124
Gráfico 52. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas <i>Parcelas Terrestres</i> no BA4 estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	126
Gráfico 53. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas <i>Parcelas Ripárias</i> no BA4 estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	126
Gráfico 54. Concentração de ferro nas amostras de tecidos de pequenos mamíferos por BA obtidos durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	137
Gráfico 55. Concentração de ferro nas amostras de tecidos de <i>Marmosa murina</i> , analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), e sua relação com a distâncias do local de captura para o rio Doce. Amostras obtidas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	138
Gráfico 56. Concentração de ferro nas amostras de tecidos de <i>Marmosa paraguayana</i> , analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), e sua relação com a distâncias do local de captura para o rio Doce. Amostras obtidas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	139

Gráfico 57. Riqueza de espécies por família de Chiroptera, de ocorrência confirmada ou potencial para a <i>BHRD</i> , do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	172
Gráfico 58. Curva de acumulação de espécies (A) e curva de rarefação de espécies (B; $\pm 95\%$) de Chiroptera para o BA1a, capturados durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	176
Gráfico 59. Curva de acumulação de espécies (A) e curva de rarefação de espécies (B; $\pm 95\%$) de Chiroptera para o BA1b, capturados durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	179
Gráfico 60. Curva de acumulação de espécies (A) e curva de rarefação de espécies (B; $\pm 95\%$) de Chiroptera para o BA2, capturados durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	182
Gráfico 61. Curva de acumulação de espécies (A) e curva de rarefação de espécies (B; $\pm 95\%$) de Chiroptera para o primeiro ano do BA3 (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	185
Gráfico 62. Curva de acumulação de espécies (A) e curva de rarefação de espécies (B; $\pm 95\%$) de Chiroptera capturados para o BA4, durante a estação chuvosa de 2019, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	189
Gráfico 63. Concentração máxima de ferro nas amostras de tecidos de morcegos por BA, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), obtidos durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	199
Gráfico 64. Média e desvio padrão da concentração de ferro nas amostras de tecidos de <i>C. perspicillata</i> , analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), por BA obtidos durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	200
Gráfico 65. Ordens de mamíferos de médio e grande porte registradas durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	226
Gráfico 66. Registros da mastofauna de médio e grande porte obtidos por <i>busca ativa</i> e <i>Distance Sampling</i> nas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	227
Gráfico 67. Registros da mastofauna de médio e grande porte obtidos por <i>armadilhas fotográficas</i> durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	227
Gráfico 68. Distribuição das espécies da mastofauna de médio e grande porte registradas por tipo de locomoção, durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	229
Gráfico 69. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por <i>armadilhas fotográficas</i> para a mamíferos de médio e grande porte no BA1a estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	231
Gráfico 70. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por <i>armadilhas fotográficas</i> , em função da distância do rio Doce para as <i>Parcelas Terrestres</i> do BA1a, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.	231

Gráfico 71. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA1a (<i>armadilhas fotográficas</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	232
Gráfico 72. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por <i>busca ativa</i> para a mamíferos de médio e grande porte no BA1a do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	233
Gráfico 73. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por <i>armadilhas fotográficas</i> para a mamíferos de médio e grande porte no BA1b do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	235
Gráfico 74. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (por <i>armadilhas fotográficas</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	236
Gráfico 75. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por <i>armadilhas fotográficas</i> , em função da distância do rio Doce para as <i>Parcelas Terrestres</i> do BA1b, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.....	236
Gráfico 76. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (por <i>armadilhas fotográficas</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	237
Gráfico 77. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por <i>busca ativa</i> para a mamíferos de médio e grande porte no BA1b do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	238
Gráfico 78. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (<i>busca ativa</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	238
Gráfico 79. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por <i>busca ativa</i> , em função da distância do rio Doce para as <i>Parcelas Terrestres</i> do BA1b, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.	239
Gráfico 80. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (por <i>busca ativa</i>) e variáveis ambientais nos estados de MG e ES.....	240
Gráfico 81. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por <i>armadilhas fotográficas</i> para a mamíferos de médio e grande porte no BA2 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	242
Gráfico 82. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (por <i>armadilhas fotográficas</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	242

Gráfico 83. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por <i>armadilhas fotográficas</i> , em função da distância do rio Doce para as <i>Parcelas Terrestres</i> do BA2, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.....	243
Gráfico 84. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (por <i>armadilhas fotográficas</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	244
Gráfico 85. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por <i>busca ativa</i> para a mamíferos de médio e grande porte no BA2 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	245
Gráfico 86. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (<i>busca ativa</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	245
Gráfico 87. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (<i>busca ativa</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	246
Gráfico 88. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por <i>armadilhas fotográficas</i> para a mamíferos de médio e grande porte no BA3 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	248
Gráfico 89. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por <i>armadilhas fotográficas</i> , em função da distância do rio Doce para as <i>Parcelas Ripárias</i> do BA3, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.	248
Gráfico 90. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (<i>armadilhas fotográficas</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	249
Gráfico 91. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por <i>armadilhas fotográficas</i> , em função da distância do rio Doce para as <i>Parcelas Terrestres</i> do BA3, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.....	249
Gráfico 92. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (por <i>armadilhas fotográficas</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	250
Gráfico 93. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por <i>busca ativa</i> para a mamíferos de médio e grande porte no BA3 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	251
Gráfico 94. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por <i>busca ativa</i> , em função da distância do rio Doce para as <i>Parcelas Ripárias</i> do BA3, nas estações seca e chuvosa do estudo de	

Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança	252
Gráfico 95. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por <i>busca ativa</i> , em função da distância do rio Doce para as <i>Parcelas Terrestres</i> do BA3, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.	252
Gráfico 96. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (por <i>busca ativa</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	253
Gráfico 97. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (<i>busca ativa</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	254
Gráfico 98. Curva de acumulação de espécies para o método de amostragem por <i>armadilhas fotográficas</i> para a mamíferos de médio e grande porte no BA4 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	256
Gráfico 99. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por <i>armadilhas fotográficas</i> , em função da distância do rio Doce para as <i>Parcelas Ripárias</i> do BA4, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.	256
Gráfico 100. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por <i>armadilhas fotográficas</i> , em função da distância do rio Doce para as <i>Parcelas Terrestres</i> do BA4, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.	257
Gráfico 101. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA4 (<i>armadilhas fotográficas</i>) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	257
Gráfico 102. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por <i>busca ativa</i> para a mamíferos de médio e grande porte no BA4 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	258
Gráfico 103. Número de indivíduos de <i>Phrynops geoffroanus</i> capturados por TH durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	279
Gráfico 104. Relação entre o número de indivíduos de <i>Phrynops geoffroanus</i> capturados e a distância do rio Doce durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	282
Gráfico 105. Número de indivíduos de <i>Phrynops geoffroanus</i> capturados nas UA e distância do rio Doce durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	283
Gráfico 106. Frequência acumulativa do número de indivíduos de <i>Phrynops geoffroanus</i> capturados nas duas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	289

Gráfico 107. Frequência das famílias de aves registradas (>10 espécies) durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	331
Gráfico 108. Habitat preferencial das espécies de Aves registradas no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	332
Gráfico 109. Guilda trófica das espécies de Aves registradas no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	332
Gráfico 110. Níveis de sensibilidade atribuído às espécies de Aves registradas no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	334
Gráfico 111. Riqueza e abundância relativa obtidas nas estações seca e chuvosa para as espécies de Aves registradas no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	335
Gráfico 112. Riqueza e abundância obtidas para as espécies de Aves registradas por BA, no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	336
Gráfico 113. Ranqueamento decrescente do Índice Pontual de Abundância (IPA) das espécies de aves registradas por <i>Pontos de Escuta</i> no BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	337
Gráfico 114. Ranqueamento decrescente do Índice de Frequência nas Listas (IFL) das espécies de aves registradas por <i>Listas de Mackinnon</i> no BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	338
Gráfico 115. Curva de acumulação de espécies para <i>Pontos de Escuta</i> no BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	339
Gráfico 116. Curva de acumulação de espécies para <i>Listas de Mackinnon</i> no BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. ...	340
Gráfico 117. Curva de acumulação de espécies para <i>redes-neblina</i> no BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	340
Gráfico 118. Ranqueamento decrescente do Índice Pontual de Abundância (IPA) das espécies de aves registradas por <i>Pontos de Escuta</i> no BA1b (N > 10 ind.) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	341
Gráfico 119. Ranqueamento decrescente do Índice de Frequência nas Listas (IFL) das espécies de aves registradas por <i>Listas de Mackinnon</i> no BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	343
Gráfico 120. Curva de acumulação de espécies para <i>Pontos de Escuta</i> no BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	344
Gráfico 121. Curva de acumulação de espécies para <i>Listas de Mackinnon</i> no BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. ...	344
Gráfico 122. Curva de acumulação de espécies para <i>redes-neblina</i> no BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	345
Gráfico 123. Ranqueamento decrescente do Índice Pontual de Abundância (IPA) das espécies de aves registradas por <i>Pontos de Escuta</i> no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	346
Gráfico 124. Ranqueamento decrescente do Índice de Frequência nas Listas (IFL) das espécies de aves registradas por <i>Listas de Mackinnon</i> no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	346

Gráfico 125. Curva de acumulação de espécies para <i>Pontos de Escuta</i> no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	347
Gráfico 126. Curva de acumulação de espécies para <i>Listas de Mackinnon</i> no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. ...	347
Gráfico 127. Curva de acumulação de espécies para <i>redes-neblina</i> no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	348
Gráfico 128. Ranqueamento decrescente do Índice Pontual de Abundância (IPA) das espécies de aves registradas por <i>Pontos de Escuta</i> no BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	349
Gráfico 129. Ranqueamento decrescente do Índice de Frequência nas Listas (IFL) das espécies de aves registradas por <i>Listas de Mackinnon</i> no BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	349
Gráfico 130. Curva de acumulação de espécies para <i>Pontos de Escuta</i> no BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	350
Gráfico 131. Curva de acumulação de espécies para <i>Listas de Mackinnon</i> no BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. ...	350
Gráfico 132. Curva de acumulação de espécies para <i>redes-neblina</i> no BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	351
Gráfico 133. Ranqueamento decrescente do Índice Pontual de Abundância (IPA) das espécies de aves registradas por <i>Pontos de Escuta</i> no BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	352
Gráfico 134. Ranqueamento decrescente do Índice de Frequência nas Listas (IFL) das espécies de aves registradas por <i>Listas de Mackinnon</i> no BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	352
Gráfico 135. Curva de acumulação de espécies para <i>Pontos de Escuta</i> no BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	353
Gráfico 136. Curva de acumulação de espécies para <i>Listas de Mackinnon</i> no BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. ...	353
Gráfico 137. Curva de acumulação de espécies para <i>redes-neblina</i> no BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	354
Gráfico 138. Riqueza de aves e distância do rio Doce no BA1a durante as estações seca e chuvosa (<i>Pontos de Escuta, Listas de Mackinnon - Parcelas Terrestres</i>) do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado = intervalo de confiança.	355
Gráfico 139. Riqueza de aves e distância do rio Doce no BA1b durante as estações seca e chuvosa (<i>Pontos de Escuta, Listas de Mackinnon - Parcelas Terrestres</i>), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado = intervalo de confiança.	357
Gráfico 140. Riqueza de aves e distância do rio Doce no BA1b durante as estações seca e chuvosa (<i>Pontos de Escuta, Listas de Mackinnon - Parcelas Ripárias</i>), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	357
Gráfico 141. Riqueza de aves e distância do rio Doce no BA2 durante as estações seca e chuvosa (<i>Pontos de Escuta, Listas de Mackinnon - Parcelas Ripárias</i>), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	359

Gráfico 142. Relação entre riqueza de aves e a distância do rio Doce no BA2 durante as estações seca e chuvosa (<i>redes-neblina - Parcelas Ripárias</i>) do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	359
Gráfico 143. Riqueza de aves e a distância do rio Doce nas estações seca e chuvosa (<i>Pontos de Escuta e Listas de Mackinnon - Parcelas Ripárias</i>) no BA3, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	361
Gráfico 144. Riqueza de aves e a distância do rio Doce nas estações seca e chuvosa (<i>redes-neblina - Parcelas Ripárias</i>) no BA3, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	361
Gráfico 145. Relação entre riqueza de aves e a distância do rio Doce no BA4 durante as estações seca e chuvosa (<i>Pontos de Escuta e Listas de Mackinnon - Parcelas Ripárias</i>) do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	363
Gráfico 146. Relação entre riqueza de aves e a distância do rio Doce no BA4 durante as estações seca e chuvosa (<i>redes-neblina - Parcelas Ripárias</i>) do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	363
Gráfico 147. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA1a (<i>Pontos de Escuta e Listas de Mackinnon</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	368
Gráfico 148. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (<i>Pontos de Escuta e Listas de Mackinnon</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	369
Gráfico 149. Ordenação NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (<i>Pontos de Escuta e Listas de Mackinnon</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	370
Gráfico 150. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (<i>redes-neblina</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	370
Gráfico 151. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (<i>Pontos de Escuta e Listas de Mackinnon</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	371
Gráfico 152. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (<i>redes-neblina</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	371
Gráfico 153. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (<i>Pontos de Escuta e Listas de Mackinnon</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	372
Gráfico 154. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (<i>redes-neblina</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	372

Gráfico 155. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (<i>Pontos de Escuta</i> e <i>Listas de Mackinnon</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	373
Gráfico 156. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (<i>redes-neblina</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	373
Gráfico 157. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (<i>Pontos de Escuta</i> e <i>Listas de Mackinnon</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	374
Gráfico 158. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Ripárias</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (<i>redes-neblina</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	374
Gráfico 159. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA4 (<i>Pontos de Escuta</i> / <i>Listas de Mackinnon</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	375
Gráfico 160. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA4 (<i>redes-neblina</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	375
Gráfico 161. Ordenação por NMDS das <i>Parcelas Terrestres</i> em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA4 (<i>Pontos de Escuta</i> e <i>Listas de Mackinnon</i>) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	376
Gráfico 162. Diagrama <i>boxplot</i> com as concentrações de chumbo detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. A linha vermelha sinaliza nível de alerta para aves, com base na literatura.	378
Gráfico 163. Diagrama <i>boxplot</i> com as concentrações de arsênio detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	382
Gráfico 164. Diagrama <i>boxplot</i> com as concentrações de cádmio detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	382
Gráfico 165. Diagrama <i>boxplot</i> com as concentrações de cobre detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	382
Gráfico 166. Diagrama <i>boxplot</i> com as concentrações de cromo detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	382
Gráfico 167. Diagrama <i>boxplot</i> com as concentrações de ferro detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	383

Gráfico 168. Diagrama *boxplot* com as concentrações de manganês detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.383

Gráfico 169. Diagrama *boxplot* com as concentrações de mercúrio detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.383

Gráfico 170. Diagrama *boxplot* com as concentrações de zinco detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.383

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Armadilha do tipo <i>gaiola</i> instalada no chão para captura de pequenos mamíferos em uma das parcelas RAPELD instalados para o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	107
Foto 2. Armadilha <i>Sherman</i> posicionada em armação de madeira de plataforma usada para captura de pequenos mamíferos arborícolas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	110
Foto 3. Armadilha de interceptação e queda (<i>pitfall traps</i>) para captura de pequenos mamíferos, utilizadas em conjunto com a amostragem da Herpetofauna, em uma das parcelas dos módulos RAPELD instalados para o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	110
Foto 4. Indivíduo de <i>Carollia perspicillata</i> registrado durante a campanha de seca, de julho a outubro de 2018, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	181
Foto 5. Indivíduo de <i>Glossophaga soricina</i> registrado durante a campanha de seca, de julho a outubro de 2018, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	188
Foto 6. Indivíduo de <i>Desmodus rotundus</i> capturado na estação seca, de julho a outubro de 2018, durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	209
Foto 7. <i>busca ativa</i> por vestígios da mastofauna de médio e grande porte, durante a primeira campanha do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	220
Foto 8. Modelo de <i>armadilha fotográfica</i> utilizada para o registro da mastofauna de médio e grande porte (esquerda), e exemplo de posicionamento (direita) de na Área de Estudo , durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	222
Foto 9. Indivíduos adultos de muriqui (<i>Brachyteles hypoxanthus</i>) registrados durante a primeira campanha, na estação seca, de julho a outubro de 2018, durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	261
Foto 10. <i>Ponto de Escuta</i> aplicado em parcela do módulo 15T, estação seca, durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	318
Foto 11. <i>Redes-neblina</i> instaladas para a captura de Aves durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	320
Foto 12. Espécime de ave capturado e marcado com anilha numerada de metal durante a campanha de seca do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	321
Foto 13. <i>Redes-neblina</i> instaladas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	325

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Abundância de <i>Phrynops geoffroanus</i> nas UA no alto, médio e baixo rio Doce nas UA amostradas durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.....	281
Mapa 2. Sugestão de novas UA para Testudines em ilhas e lagos marginais ao longo do rio Doce para futuras campanhas de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.	292

APRESENTAÇÃO

A **Bicho do Mato Meio Ambiente Ltda.** apresenta neste documento o **Relatório Técnico anual relativo às duas primeiras campanhas da Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES**. Este relatório é parte integrante das ações para o estudo de avaliação dos impactos das áreas afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão, na mina de Germano da **Samarco Mineração S.A.**, que integra o chamado Complexo de Alegria, situado no distrito de Santa Rita Durão do município de Mariana, no estado de Minas Gerais.

Este Relatório Técnico, assim como os demais documentos componentes do estudo de **Avaliação dos Impactos e Monitoramento de Populações e Comunidades da Fauna Terrestre nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo** tem como finalidade atender a Notificação IBAMA 678322-E e a Cláusula 168 do Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC; IBAMA, 2016), celebrado em 02 de março de 2016, que estabelece programas com o objetivo de desenvolver planos e procedimentos em resposta aos impactos ambientais resultantes do rompimento da barragem. Assim, ficou determinado, em plano de trabalho específico, que Avaliação Ecológica Rápida seria feita usando o protocolo de estudo modular conhecido como RAPELD, união das siglas e conceitos aplicados no protocolo RAP (*Rapid Assessment Surveys Program*) e PELD (Programa de Pesquisa Ecológica de Longa Duração) para estudo da biodiversidade (MAGNUSSON et al., 2005).

O monitoramento está sendo realizado aplicando os conjuntos de protocolos RAPELD, em 108 parcelas, instaladas no ambiente terrestre, em áreas ripárias e em ilhas fluviais do rio Doce, distribuídas em módulos instalados em diferentes áreas para representar a diversidade estrutural e heterogeneidade ambiental em toda a extensão do rio. Este Relatório traz as análises de dados resultantes do primeiro ano completo de coleta de dados para o monitoramento da fauna e flora nos módulos RAPELD, segundo os objetivos dispostos nos Pareceres Técnicos 1/2017-COREC/CGBIO/DBFLO de 08 de maio de 2017, e 15/2017-COREC/CGBIO/DBFLO de 11 de setembro de 2017 (IBAMA-COREC, 2017a, 2017b).

1. DEUTEROSTOMIA, FILO CHORDATA, SUPERCLASSE TETRAPODA

1.1. CLASSE AMPHIBIA, Subclasse Lissamphibia, CLASSE REPTILIA, Ordem Squamata

1.1.1. Introdução

A herpetofauna, apesar de ser um agrupamento de dois clados distintos compreendendo o grupo dos répteis e dos anfíbios, é tradicionalmente estudada em conjunto devido à semelhanças em hábitos, habitats e microhabitats, período reprodutivo *i.e.*, o de maior atividade e utilização análoga de vários dos mesmos métodos de coleta (VITT; CALDWELL, 2014). Nos ecossistemas, anuros e répteis possuem importância para manutenção do ambiente (VITT; CALDWELL, 2014). Por exemplo, os primeiros servem como alimento para muitos organismos, principalmente por serem animais bifásicos, possuindo o estágio inicial da vida aquático e, na maioria das vezes, o estágio adulto terrestre, servindo de base alimentar para vários predadores em potencial nas diferentes fases de suas vidas (BERTOLUCI et al., 2009; CONDEZ; SAWAYA; DIXO, 2009). Além disso, anfíbios possuem a pele permeável e são sensíveis a variações ambientais, tornando-os excelentes indicadores da qualidade ambiental (BLAUSTEIN, 1994; BLAUSTEIN et al., 2001). São também fonte de compostos biologicamente ativos, usados em pesquisas farmacológicas (ANDRIAMAHARAVO et al., 2010; RODRIGUEZ et al., 2011; SAPORITO et al., 2011).

O grupo dos répteis, além das pequenas espécies, situadas em variadas posições tróficas (serpentes, lagartos e quelônios), inclui predadores de níveis tróficos superiores, como os crocodilianos e algumas serpentes (RODRIGUES, 2005; VANZOLINI, 1972). Dessa forma, o controle e manutenção do equilíbrio da comunidade onde estão inseridos ocorre transversalmente na cadeia alimentar, desde do controle de pragas, vetores de doenças à predação de outros vertebrados de grande porte. Por isso, o conhecimento da diversidade deste grupo é importante para o entendimento de sistemas biológicos de interesse humano.

A **BHrD** é um importante artefato natural que serve à nossa sociedade de variadas formas, histórica e culturalmente para as populações de Minas Gerais e Espírito Santo. A bacia serve a todos, sobretudo anfíbios e alguns répteis aquáticos, que possuem dependência do mesmo para seu ciclo de vida, além da necessidade de hidratação (VITT; CALDWELL, 2014). O curso do rio não traça diretrizes apenas de necessidades fisiológicas, mas também desenha a história natural, distribuição e especiação de

diversas espécies da herpetofauna (CABANNE; SANTOS; MIYAKI, 2007; THOMÉ et al., 2014; TONINI; COSTA; CARNAVAL, 2013). Por todos esses motivos, existem focos de pesquisas pontuais de entendimento sobre a herpetofauna ao longo de toda a bacia (FEIO; CARAMASCHI, 2002; FEIO; FERREIRA, 2005; FERREIRA; DANTAS; TONINI, 2012; RIEVERS, 2010). Respostas sobre os impactos sofridos após o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, porém, exigem também entendimento global da herpetofauna regional e local.

1.1.2. Objetivos específicos

- Identificar os impactos e respostas para Squamata e Amphibia;
- Entender os efeitos da distância do rio Doce outros elementos da paisagem sobre a riqueza e composição de espécies de Squamata e Amphibia;
- Definir táxons focos que foram mais afetados, e identificar espécies indicadoras da herpetofauna;
- Determinar áreas prioritárias e processos ecológicos que serão objeto de monitoramento de longo prazo para a herpetofauna;

1.1.3. Material e métodos

1.1.3.1. Períodos de estudo

A coleta de dados foi feita em três campanhas, uma no período seco (julho a setembro de 2018) e duas durante o período chuvoso (novembro a dezembro de 2018, e janeiro a março de 2019). Ao todo foram totalizados 403 dias de amostragem, dividida em três métodos: funil, *Pitfall* e *busca ativa*. Um total de oito herpetólogos junto a seus auxiliares de campo foram responsáveis pelo estudo em 19 unidades amostrais (UA), *i.e.*, em módulos continentais ou em ilhas da **BHRD**. A captura e/ou coleta de todos os exemplares dos grupos taxonômicos alvo estão autorizadas, sendo legalmente amparadas legalmente pela licença nº 06/2018-CGBIO/DBFLO. Cada unidade amostral foi amostrada durante cinco noites consecutivas, totalizando 152 dias na estação seca (**Quadro 1**) e 163 dias de amostragem efetiva nas campanhas das chuvas (**Quadro 2**).

Quadro 1. Períodos de campo para o estudo de Herpetofauna durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Equipes	Biólogos	Período	Pontos amostrados
1	Fernanda Cesconetto e Rodrigo Fink	03/07 à 02/08/2018	7T, 10T, 11T, 12T
2	Thiago Soares e Fernanda Cesconetto	28/08 à 29/09/2018	1T, 2T, 5T, 4T, 1p1IF, 2p1IF
3	Rodrigo Fink e Amanda del Maestro	07/09 à 30/09/2018	6T, 8T, 15T
4	Bárbara Vitorino e Leonardo Machado	06/07 à 31/07/2018	22T, 23T, 17T
5	Bárbara Vitorino e Leonardo Machado	13/08 à 29/08/2018	1PrPC, 1PrPS, 2PrPS, 3PrPS, 14T
6	Bárbara Vitorino e Rodrigo Tinoco	04/09 à 30/09/2018	18TA, 18TB, 20T
7	Bárbara Vitorino e Leonardo Machado	15/01 à 11/02/2019	15T, 14T, 12T
8	Alex da Silva e Amanda Del Maestro	15/01 à 10/02/2019	18TB, 18TA, 20T1PR, 5PR PERD
9	Thiago Soares e Fernanda Cesconetto	22/01 à 22/02/2019	4TA, 4TC, 4T, 4TB, 4TD, 5T, 2T, 1T, 7T
10	Leonardo Machado e Alex da Silva	18/02 à 04/03/2019	11T, 10T
11	Bárbara Vitorino e Rodrigo Tinoco	18/02 à 13/03/2019	PC, PS, 9I, 17T
12	Thiago Soares e Fernanda Cesconetto	06/03 à 18/03/2019	6T, 8T
13	Alex da Silva e Amanda Del Maestro	14/03 à 30/03/2019	22T, 23T

Quadro 2. Esforço amostral por método usado na amostragem da Herpetofauna durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Módulo	Esforço amostral			
	Nº parcelas	Funis (noites*parcelas)	pitfall (noites*parcelas)	busca ativa (noites*parc.*horas)
Ilhas da Foz	4	22	18	16
1T	6	33	27	24
2T	12	66	54	48
4T	13	73	57	52
5T	6	33	27	24
6T	10	55	45	40
1P7I	2	11	9	8
7T	8	44	36	32
8T	10	55	45	40
9T	6	30	30	24
10T	12	66	54	48

Módulo	Esforço amostral			
	Nº parcelas	Funis (noites*parcelas)	<i>pitfall</i> (noites*parcelas)	<i>busca ativa</i> (noites*parc.*horas)
11T	10	55	45	40
12T	6	34	26	24
13T	5	27	23	20
14T	13	72	58	52
15T	13	71	59	52
17T	8	44	36	32
18T	12	67	53	48
20T	15	82	68	60
22T	14	77	35	28
23T	18	99	45	36
1PrPC	3	16	14	12
1p9I	1	6	0	0
PS	5	28	22	20
1Pr PERD	4	22	18	16
Total	217	1193	909	800

1.1.3.1. Área de estudo

As UAs estão localizadas a jusante da barragem de Fundão, em Mariana, MG, até a foz do rio Doce, em Linhares (ES; **Volume I, Mapa 1**). A área faz parte do domínio morfoclimático da Mata Atlântica e está localizada na Região Hidrográfica Atlântico Sudeste, mais especificamente na **BHrD**.

1.1.3.2. Procedimentos de campo

A amostragem da herpetofauna foi realizada em parcelas padronizadas em extensão (250 m) e posicionamento em relevo (detalhes em **Relatório Técnico de Topografia – RT-18-103**). Os anfíbios, contemplando as ordens Anura e Gymnophiona, e os escamados (Squamata), contemplando anfisbênios, lagartos e serpentes foram amostrados por meio de transecção ao longo das parcelas utilizando o método de *busca ativa* por amostragem visual e auditiva. Cada parcela era amostrada por durante uma hora nos períodos crepuscular e/ou noturno, entre às 17:00h e 21:00h. No início da procura em cada parcela ou trilha foram medidas a temperatura e umidade relativa do ar com um termohigrômetro (**Figura 1A**), sendo anotado a hora de cada medição.

As parcelas foram percorridas lentamente com paradas a cada 5 ou 10 m para *busca ativa* em todos os estratos da vegetação e no solo. Os indivíduos foram localizados

visualmente ou pela audição de vocalizações, no caso específico de machos de anfíbios anuros. Os dados de temperatura e umidade do ar e hora de término da amostragem foram tomados ao final do percurso de cada parcela. Também foi realizada amostragem por armadilhas de captura, por meio das armadilhas de interceptação-e-queda (*pitfall traps*; ENGE, 2001; GREENBERG; NEARY; HARRIS, 1994) e por meio de armadilha do tipo funil. Os *pitfalls* foram instalados ao final de cada parcela seguindo-se o desenho de “Y”, onde quatro baldes de 60 L foram enterrados com suas aberturas rentes ao solo, distando 8 m entre si. Os baldes foram interligados por lonas de 0,5 m de altura (cercas-guia; **Figura 1B**).



Figura 1. (A) Termohigrômetro; (B) Armadilha de interceptação do tipo *pitfall* montada em “Y”; (C) Armadilha de interceptação do tipo Funil; (D) Profissional fazendo amostragem de herpetofauna diurna. Fotos feitas durante estação chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Para evitar a mortandade de exemplares capturados nos baldes, estes tiveram o fundo furado para evitar o acúmulo de água e o óbito por afogamento. Para evitar morte por superaquecimento, ou mesmo hipotermia, os *pitfalls* eram vistoriados duas vezes ao dia. Quando instalados em área aberta, foi colocado dentro de cada balde um pedaço de isopor atravessado por pequenos palitos de madeira não pontiagudos e um saco plástico perfurado contendo em seu interior um algodão umedecido com água para que os animais se abriguem do sol, evitando a desidratação. O pedaço de isopor também pode servir como apoio no caso de alagamento dos baldes pela água acumulada no próprio solo, que pode entrar pelos furos no fundo.

Adicionalmente, em cada parcela junto aos *pitfalls*, foram instalados conjuntos de armadilhas de funil duplo (*double-ended funnel traps*; GREENBERG; NEARY; HARRIS, 1994; WALDEZ; MENIN; VOGT, 2013). Ao longo da amostragem, dentre as diferentes campanhas e grupos de biólogos envolvidos, a quantidade de funis duplos variou em três a seis unidades instaladas em cada conjunto de *pitfalls*. Cada funil duplo possui 1 m de comprimento e aberturas circulares de 5 cm de diâmetro, e eram instalados junto a cada cerca-guia do sistema de armadilhas de interceptação-e-queda (**Figura 1C**).

A *busca ativa* foi realizada de acordo com o número de parcelas por módulo. Deste modo, embora módulos com três parcelas permanecessem em atividade por cinco dias para amostragem passiva de herpetofauna pelas armadilhas de captura, o método *busca ativa* era realizado em três dias e noites. Não obstante, cada parcela era amostrada no período noturno de um mesmo dia, *i.e.*, foi despendido um dia exato por parcela (**Figura 1D**).

Espécimes encontrados atropelados durante o deslocamento das equipes também foram registrados, coletados quando encontrados em boas condições de preservação, para serem utilizados nas análises ou depositados em coleção científica como espécimes-testemunho do estudo. Espécimes registrados por terceiros, quando foram passíveis de identificação e eram acompanhados com dados completos de coleta (data, local, coordenada, coletor entre outros), foram aproveitados nas análises.

Quanto ao esforço amostral, a amostragem noturna de *busca ativa* era realizada entre 18:00h e 21:00h, sempre por 2 técnicos e 2 auxiliares, 1h de amostragem por UA. Deste modo, o esforço amostral foi de 1 hora [noturno] * 4 observadores, totalizando 4 horas de por UA (**Quadro 2**). Este esforço amostral representa o ideal e o planejando durante a campanha, porém ele não foi 100% executado, principalmente por causa de

intempéries. Tanto os funis quando os *Pitfalls* permaneciam abertos concomitantemente durante cinco dias de amostragem por parcela. Ambas as armadilhas de captura eram checadas diariamente durante o período matutino. Ao término da amostragem, os baldes eram tampados e os funis retirados, reinstalados na campanha seguinte.

Para cada animal avistado, foi anotado a data, o sítio (parcela; UA), a hora, a trilha, o ponto na trilha (piquete), quanto à distância do observador até o animal e, quando identificada, a espécie. Todos os indivíduos capturados nas diferentes metodologias foram individualizados por meio da ablação de artelhos, remoção de escamas e/ou inserção subcutânea de implantes visíveis de elastômeros (*visible implant elastomer* – VIE, NAUWELAERTS; COECK; AERTS, 1999; PENNEY et al., 2001), pesados, medidos em seu comprimento rostro-anal (em mm) e soltos no local de captura (seguindo normas do CONCEA, MCTIC, 2018). Também foram coletados espécimes testemunhos e amostras de tecido da maioria das espécies registradas. A coleta de espécimes testemunhos é a melhor e única forma de se conferir credibilidade científica a um estudo que envolve o inventário de espécies. Os espécimes coletados foram anestesiados e mortos em lidocaína 5%, fixados em formalina 10% e preservados em álcool etílico 70% (MCTIC, 2018). Alguns espécimes coletados tiveram seus tecidos congelados para avaliação da concentração de metais pesados. Apenas espécies que não puderam ser identificadas em campo, *i.e.*, que pertencem à grupos de taxonomia complexa, que necessitam de comparações com espécimes já tombados em coleções científicas, foram coletados em até dois indivíduos.

A nomenclatura taxonômica segue as Listas Brasileiras de Anfíbios e Répteis (COSTA; BÉRNILS, 2018; SEGALLA et al., 2019). Para avaliar o *status* de conservação das espécies registradas foram consultadas listas de espécies ameaçadas de extinção em níveis regional, nacional e global (**Volume I, Item 5.7**) e pela *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* – CITES, que considerada as ameaçadas pelo comércio ilegal de animais silvestres, constando em diferentes apêndices que as separam entre nacionalmente e globalmente ameaçadas (CITES, 2018).

1.1.3.1. Tombamento do material testemunho

Foram coletados espécimes testemunhos e amostras de tecido da maioria das espécies registradas. Os padrões metodológicos para a concentração de metais pesados e elementos traço encontram-se detalhados no **Volume I, item 7.** Os espécimes

coletados que não foram enviados para análise de concentração de metais pesados estão em processo de preparo para depósito na Coleção de Vertebrados do Museu de Ciências da PUC, MG.

1.1.3.1. Análise dos dados

1.1.3.1.1. Dados secundários da Bacia Hidrográfica do rio Doce

Realizamos uma busca através do sistema *SpeciesLink* por registros de espécies para todos os municípios do Espírito Santo e Minas Gerais que fazem parte da **BHRD**. Com um bom grau de confiança, esta prospecção nos permite obter uma lista de espécies de ocorrência conhecida para toda a região da bacia hidrográfica. Essa lista foi a utilizada como método comparativo de dados secundários. A lista final possui 314 espécies, identificadas em 91 municípios do Espírito Santo e Minas Gerais (**APÊNDICE 29**).

1.1.3.1.2. Sucesso amostral

O sucesso amostral foi calculado a partir de análises comparativas da diversidade de cada BA e em cada abordagem (*Parcelas Ripárias* ou *Terrestres*). Usamos o Índice de Diversidade de Shannon-Wiener separadamente para répteis e anfíbios para cada UA ou abordagem exemplificada acima. Curvas de rarefação foram feitas para análise do desempenho amostral e comparadas com estimativas de riqueza *Jackknife 1*. Além disso, comparamos aos dados secundários compilados via *SpeciesLink*. As análises estatísticas foram realizadas no Software R (R CORE TEAM, 2018).

1.1.4. Resultados

1.1.4.1. Resultados – Análises integradas

A distância do rio Doce explicou a riqueza de espécies encontrada apenas em dois casos, ambos em *Parcelas Ripárias*. Esperava-se encontrar um efeito negativo dessas variáveis caso o rio tivesse prejudicado o ecossistema e/ou incapacitando a manutenção das populações que dependem dele. As únicas relações encontradas foram no BA1b durante a estação seca, que mostrou uma relação positiva de aumento da riqueza de espécie com a aproximação do rio (**Gráfico 1**), e no BA3, também positivamente relacionado, mas apenas na estação de chuvas (**Gráfico 2, Tabela 1**). No primeiro caso, pode ser uma resposta do hábito de vida dos animais, que buscam ambientes mais

úmidos em épocas de estiagem. No BA3, esta pode ser a influência local da diversidade de espécies encontradas no PERD.

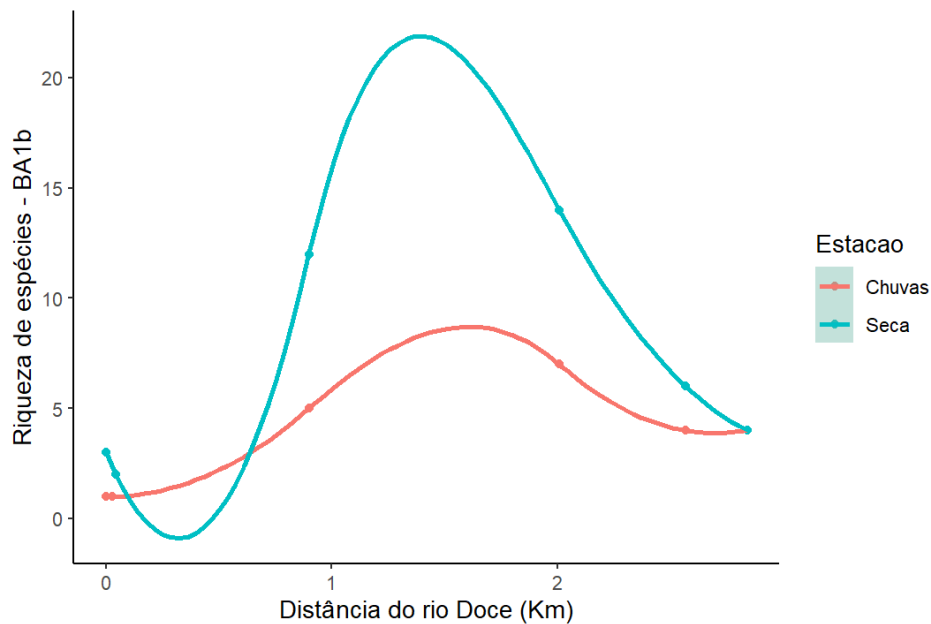


Gráfico 1. Riqueza de espécies da Herpetofauna, em função da distância do rio Doce, para as *Parcelas Ripárias* do BA1b, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

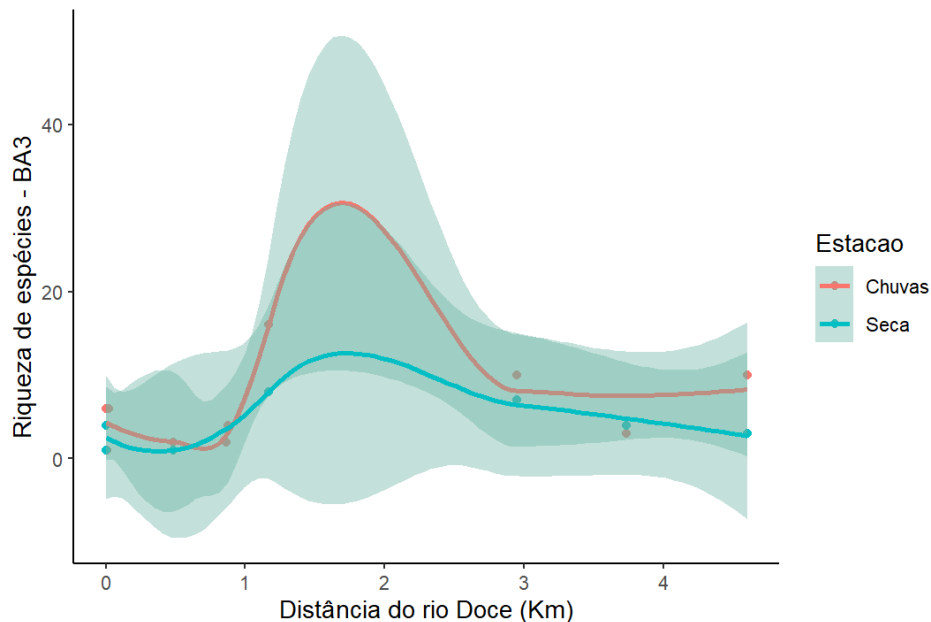


Gráfico 2. Riqueza de espécies da Herpetofauna, em função da distância do rio Doce, para as *Parcelas Ripárias* do BA3, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Tabela 1. Modelos Lineares Generalizados (GLM) gerados para as amostras da herpetofauna coletadas nas *Parcelas Terrestres* e *Parcelas Ripárias* nos BA durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Modelos gerados a partir da riqueza de espécies por BA em função da distância para o leito do rio Doce. Valores em vermelho: relação significativa; valores em laranja sinalizam tendência.

Bloco Amostral – Estação do ano	Estimativa	Erro padrão	Graus de liberdade	z	p
<i>Parcelas Terrestres</i>					
Intercepto	1,0495	0,0748	147	14,029	<2E-16 *
BA1a – Chuva ¹	-0,011	0,0294	147	-0,373	0,7095
BA1a – Seca ¹	0,0161	0,0210	147	0,767	0,4432
BA1b – Chuva ¹	-0,0232	0,0777	147	-0,299	0,7652
BA1b – Seca ¹	0,0004	0,0635	147	0,006	0,9950
BA2 – Chuva ¹	-0,0149	0,0646	147	-0,230	0,8178
BA2 – Seca ¹	-0,3564	0,2018	147	-1,766	0,0774
BA3 – Chuva ¹	0,0704	0,0528	147	1,334	0,1822
BA3 – Seca ¹	-0,0796	0,0706	147	-1,126	0,2600
BA4 – Chuva ¹	-0,1881	0,1281	147	-1,469	0,1418
BA4 – Seca ¹	-0,9483	0,6456	147	-1,469	0,1419
<i>Parcelas Ripárias</i>					
Intercepto	1,4331	0,1144	42	12,524	<2E-16 *
BA1a – Chuva ²	0,0326	0,0854	42	0,382	0,7023
BA1a – Seca ²	NA	NA	42	NA	NA
BA1b – Chuva ²	0,0599	0,1135	42	0,524	0,6003
BA1b – Seca ²	0,2645	0,0922	42	2,868	0,0041 *
BA2 – Chuva ²	-0,0576	0,1667	42	-0,346	0,7291
BA2 – Seca ²	-0,1264	0,1910	42	-0,661	0,5084
BA3 – Chuva ²	0,1773	0,0602	42	2,946	0,0032 *
BA3 – Seca ²	0,0249	0,0762	42	0,327	0,7440
BA4 – Chuva ²	-0,4998	0,2561	42	-1,951	0,0510
BA4 – Seca ²	-0,4596	0,4706	42	-0,977	0,3288

Legenda: ¹ – Família Poisson: Null deviance: 200,73; Residual deviance: 185,86; AIC: 606,58. ² – Família Poisson: Null deviance: 98,093; Residual deviance: 72,455; AIC: 228,26. p – nível de significância: * - p < 0,05.

O NMDS mostrou associações com diversos fatores analisados, e de forma diferente em cada UA. Nas *Parcelas Terrestres*, a composição das comunidades esteve associada a todas as variáveis analisadas no BA1b, exceto a distância do município mais próximo (**Tabela 2, Gráfico 3**). No BA3, apenas as variáveis de presença de ambientes aquáticos (uso aquático) e distância da barragem de Fundão não estiveram relacionadas a variação das comunidades entre as campanhas realizadas (**Tabela 2, Gráfico 4**). No BA4, a composição da comunidade esteve associada a presença de habitats naturais (**Tabela 2, Gráfico 5**).

Já em *Parcelas Ripárias* a comunidade do BA1b mostrou-se associada a *distância do município* e habitats naturais (*uso natural*; **Tabela 3, Gráfico 6**), no BA2 todas as variáveis ligadas à distância foram significativas e apenas os habitats naturais (*uso natural*), das variáveis de uso e ocupação do solo, esteve relacionada a variação da

comunidade de herpetofauna (**Tabela 3, Gráfico 7**). No BA3, a *distância da barragem* e habitat com *uso antrópico* foram as variáveis relevantes (**Tabela 3, Gráfico 8**). As outras variáveis não foram relevantes na estruturação das comunidades da herpetofauna amostrada nos outros BA.

Tabela 2. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies da herpetofauna por BA nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho: relação significativa; valores em laranja sinalizam tendência.

Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA1b				
Município	-0,3525	0,9358	0,6014	0,017 *
Barragem	-0,2689	0,9632	0,7897	0,001 *
Rio Doce	0,0123	0,9999	0,6862	0,004 *
UC	-0,5671	0,8237	0,5450	0,030 *
Uso antrópico	0,2539	-0,9672	0,8701	0,001 *
Uso aquático	0,7903	-0,6128	0,3577	0,128
Uso degradado	0,3626	-0,9319	0,8018	0,002 *
Uso natural	-0,3525	0,9358	0,6014	0,017 *
BA2				
Município	0,6699	-0,7424	0,2428	0,8333
Barragem	0,0478	-0,9989	0,6254	0,4000
Rio Doce	-0,1553	-0,9879	0,7936	0,2333
UC	0,1207	0,99268	0,7843	0,2000
Uso antrópico	-0,1482	0,9890	0,5101	0,6000
Uso aquático	-0,0336	0,9994	0,6425	0,3667
Uso degradado	0,0444	-0,9990	0,6295	0,4000
Uso natural	0,6699	-0,7424	0,2428	0,8333
BA3				
Município	-0,0003	-1,0000	0,3736	0,014 *
Barragem	0,00031	1,0000	0,3720	0,020 *
Rio Doce	-0,0034	0,99999	0,0156	0,870
UC	0,0001	1,0000	0,3619	0,017 *
Uso antrópico	-0,0003	-1,0000	0,3929	0,008 *
Uso aquático	-0,0004	-1,0000	0,3779	0,021 *
Uso degradado	0,0003	1,0000	0,2029	0,153
Uso natural	-0,0003	-1,0000	0,3736	0,014 *
BA4				
Município	0,85481	0,5180	0,2549	0,612
Barragem	-0,9130	-0,4081	0,7503	0,084
Rio Doce	0,07570	0,9971	0,3487	0,415
UC	-0,9483	-0,3173	0,4101	0,343
Uso antrópico	0,9300	0,3675	0,7900	0,033 *
Uso aquático	-0,9357	-0,3528	0,4085	0,292
Uso degradado	-0,5987	-0,8001	0,5037	0,250
Uso natural	0,8548	0,5190	0,2549	0,612

Legenda: p – nível de significância; * $p < 0,05$. Município – distância ao centro urbano mais próximo; Barragem – Distância até a barragem de Fundão; Rio Doce – Distância até o leito do rio Doce; UC – Distância até a Unidade de Conservação mais próxima; *Uso antrópico* – Categoria de uso do solo categorizada como zonas urbanas e similares; *Aquático* – Cobertura de ambientes aquáticos; *Uso degradado* – Áreas de cobertura e uso do solo de ambientes degradados pela atividade humana; *Natural* – Áreas de cobertura fitofisionômica natural.

Tabela 3. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies da herpetofauna por BA nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho: relação significativa; valores em laranja sinalizam tendência.

Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA1a				
Município	-0,0005	1,0000	0,0381	0,858
Barragem	0,00003	1,0000	0,2673	0,078
Rio Doce	-0,000002	-1,0000	0,1336	0,315
UC	-0,0001	-1,0000	0,2690	0,084
Uso antrópico	-0,00001	-1,0000	0,0785	0,588
Uso aquático	-0,0001	-1,0000	0,3034	0,061
Uso degradado	0,0005	-1,0000	0,0316	0,873
Uso natural	-0,0005	1,0000	0,0381	0,858
BA1b				
Município	0,5012	-0,8653	0,0915	0,048 *
Barragem	0,6595	0,7518	0,0320	0,369
Rio Doce	-0,8046	-0,5938	0,0574	0,151
UC	-0,4602	0,8878	0,0121	0,674
Uso antrópico	-0,3607	-0,9327	0,0071	0,809
Uso aquático	-0,7965	-0,6046	0,0283	0,397
Uso degradado	-0,4287	-0,9035	0,0195	0,552
Uso natural	0,5007	-0,8656	0,1027	0,033 *
BA2				
Município	-0,00001	-1,0000	0,4751	0,004 *
Barragem	0,0002	1,0000	0,3091	0,032 *
Rio Doce	0,0004	1,0000	0,4826	0,004 *
UC	-0,0003	-1,0000	0,5257	0,002 *
Uso antrópico	-0,0003	-1,0000	0,1528	0,244
Uso aquático	-0,0223	0,9998	0,0656	0,671
Uso degradado	0,0005	1,0000	0,1251	0,276
Uso natural	-0,00001	-1,0000	0,4751	0,004 *
BA3				
Município	0,98364	-0,18014	0,1278	0,148
Barragem	-0,85188	0,52374	0,4106	0,001 *
Rio Doce	0,67826	-0,73482	0,0094	0,784
UC	-0,70566	0,70855	0,0602	0,491
Uso antrópico	0,83676	-0,54757	0,3084	0,001 *
Uso aquático	0,99202	-0,12609	0,0486	0,406
Uso degradado	-0,83295	0,55335	0,1228	0,212
Uso natural	0,98559	-0,16917	0,1349	0,132
BA4				
Município	0,23391	-0,97226	0,2424	0,443
Barragem	0,86477	-0,50217	0,4045	0,207
Rio Doce	-0,73593	-0,67706	0,0548	0,838
UC	-0,73412	0,67903	0,2446	0,411
Uso antrópico	-0,92874	0,37072	0,1602	0,543
Uso aquático	0,72675	-0,68690	0,4426	0,158
Uso degradado	0,92033	-0,39115	0,5257	0,095
Uso natural	0,43296	-0,90141	0,2032	0,510

Legenda: p – nível de significância; * $p < 0,05$. Município – distância ao centro urbano mais próximo; Barragem – Distância até a barragem de Fundão; Rio Doce – Distância até o leito do rio Doce; UC – Distância até a Unidade de Conservação mais próxima; *Uso antrópico* – Categoria de uso do solo categorizada como zonas urbanas e similares; *Aquático* – Cobertura de ambientes aquáticos; *Uso degradado* – Áreas de cobertura e uso do solo de ambientes degradados pela atividade humana; *Natural* – Áreas de cobertura fitofisionômica natural.

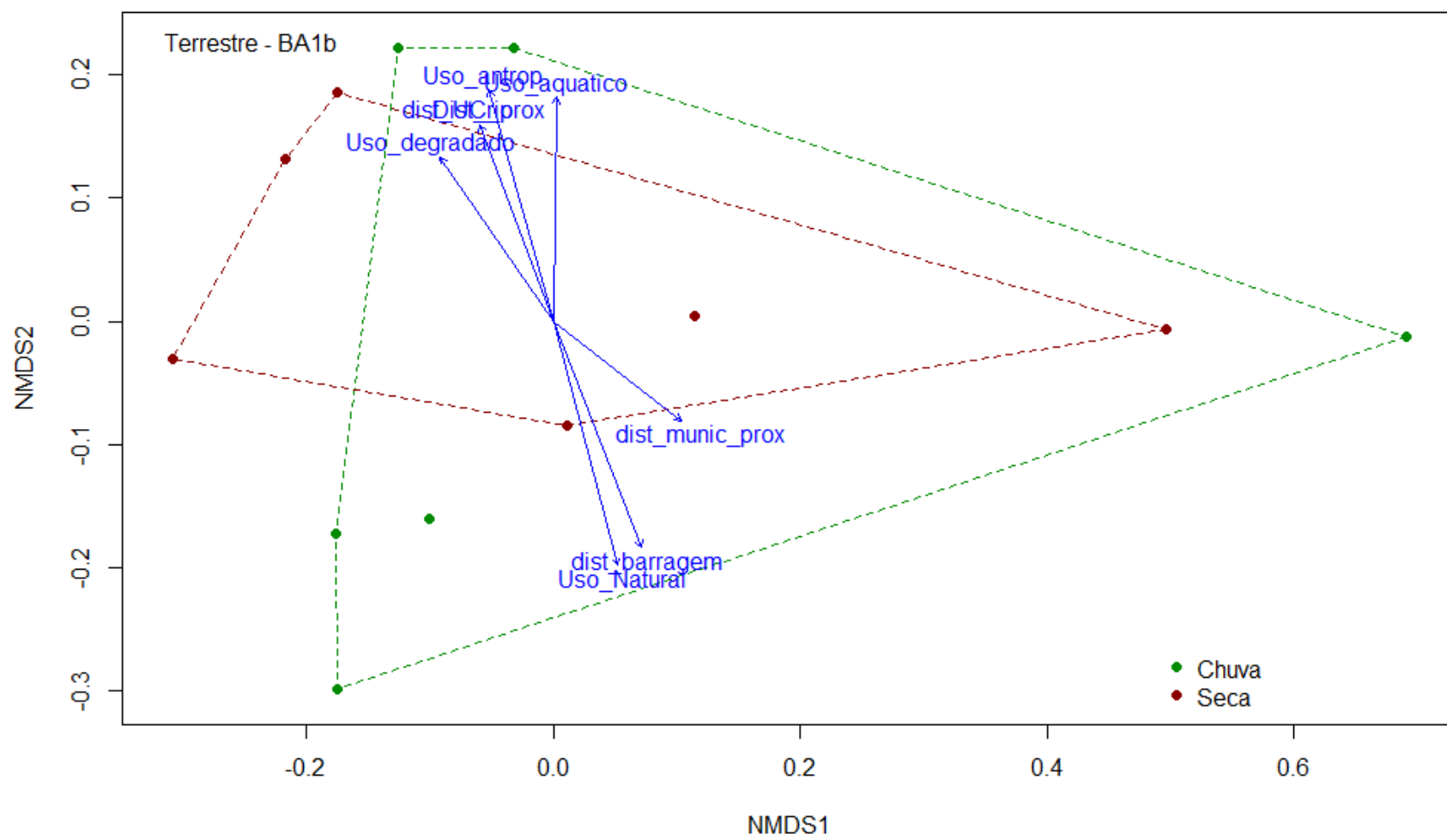


Gráfico 3. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

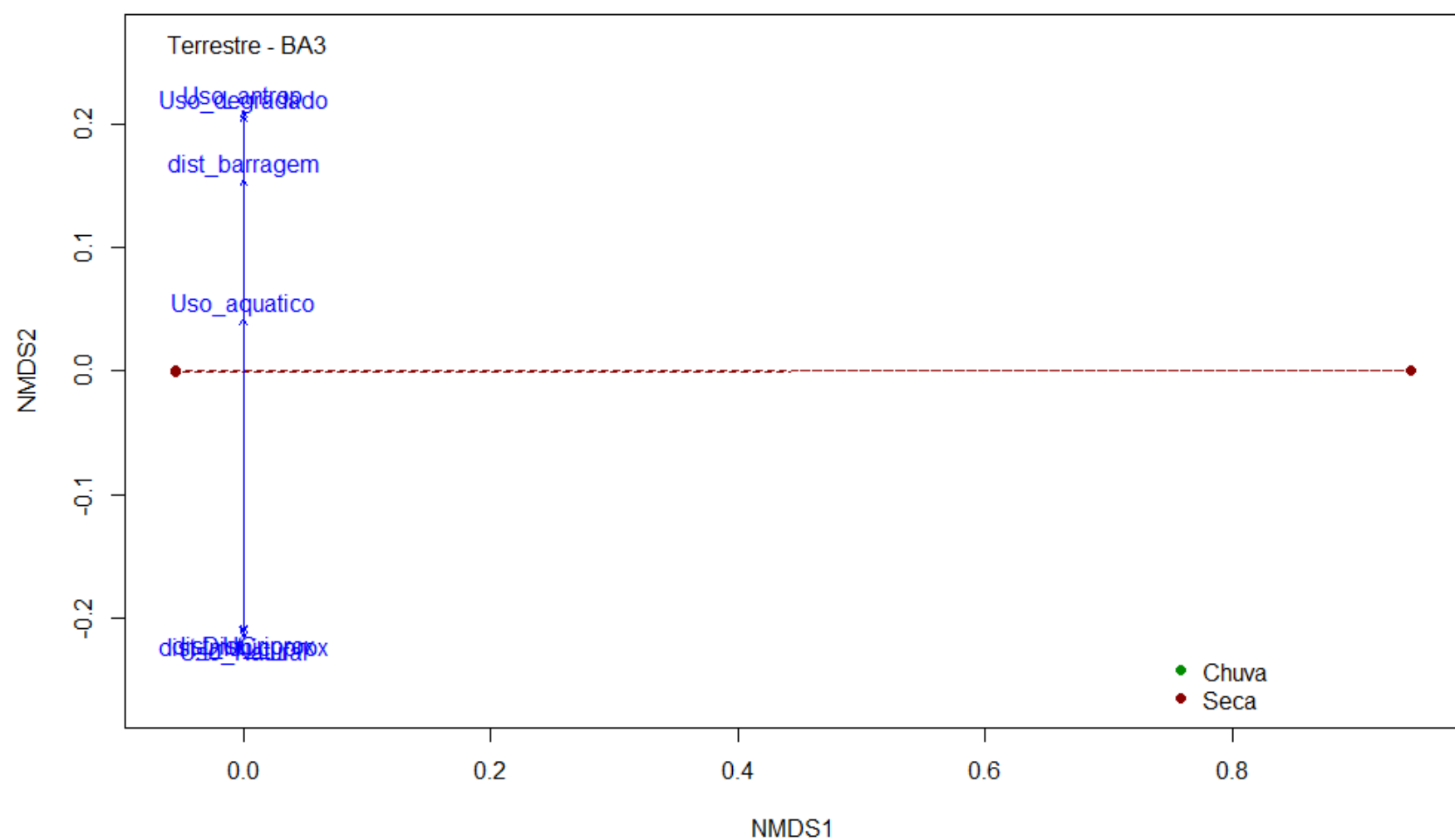


Gráfico 4. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

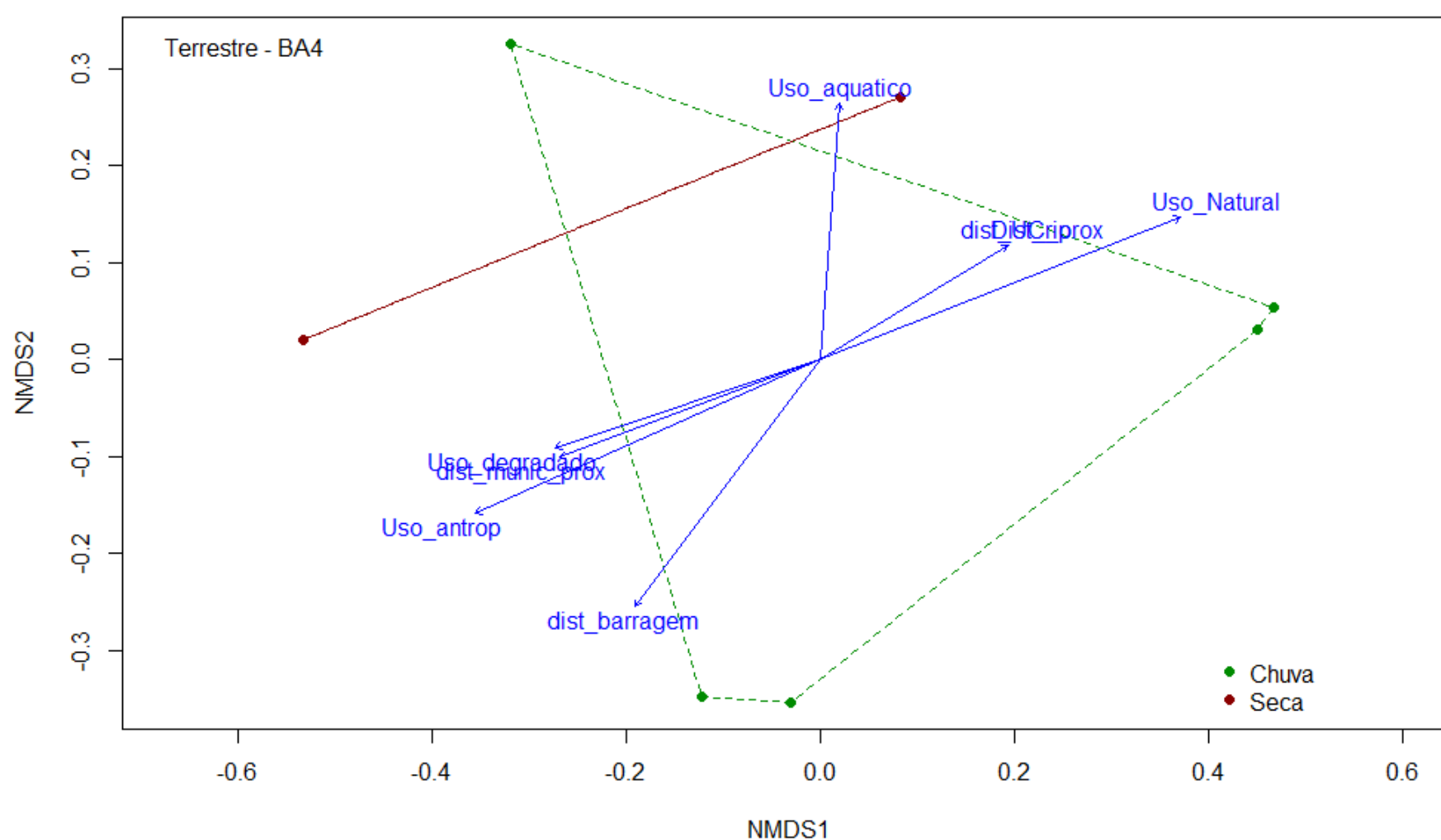


Gráfico 5. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA4 e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

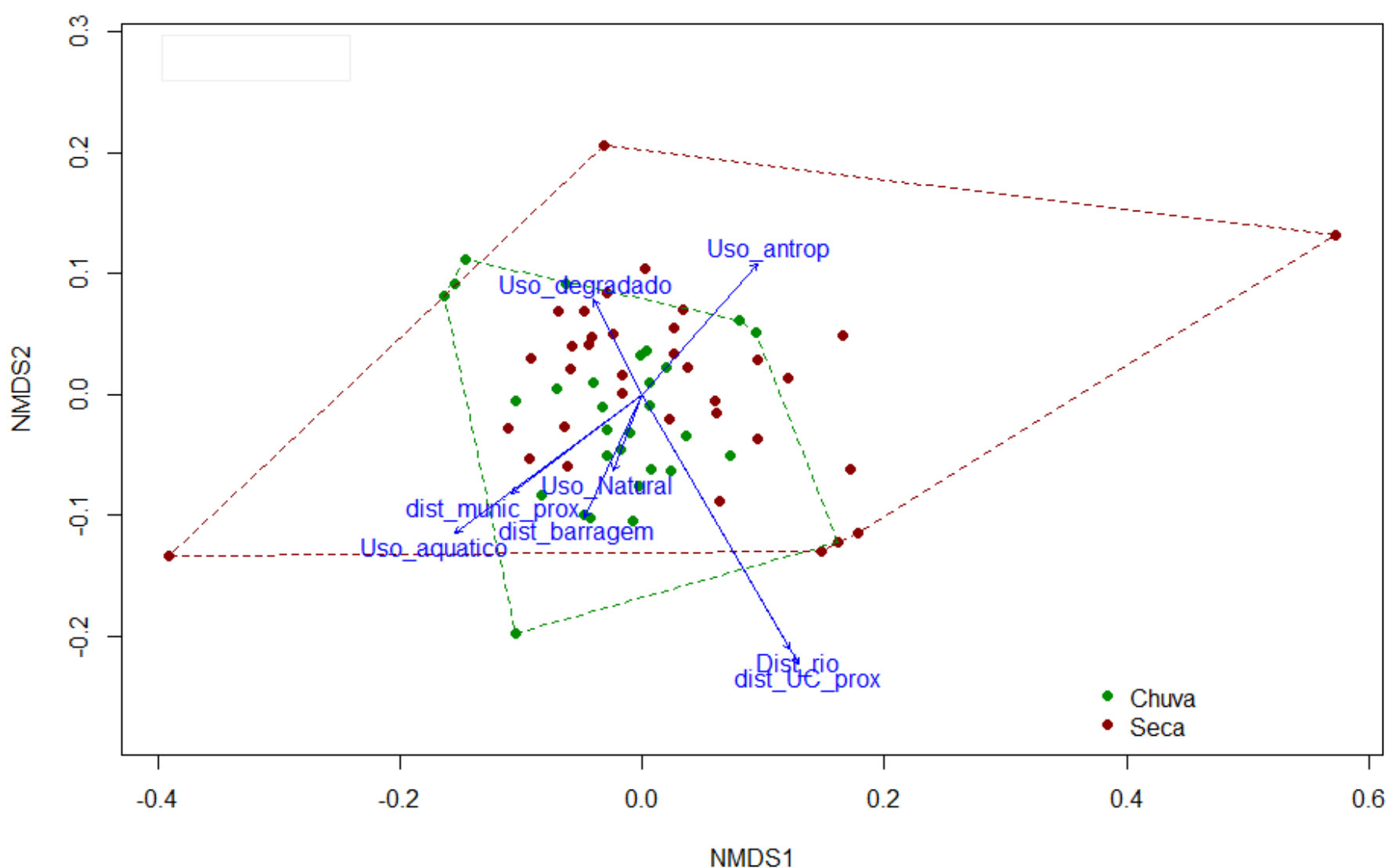


Gráfico 6. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

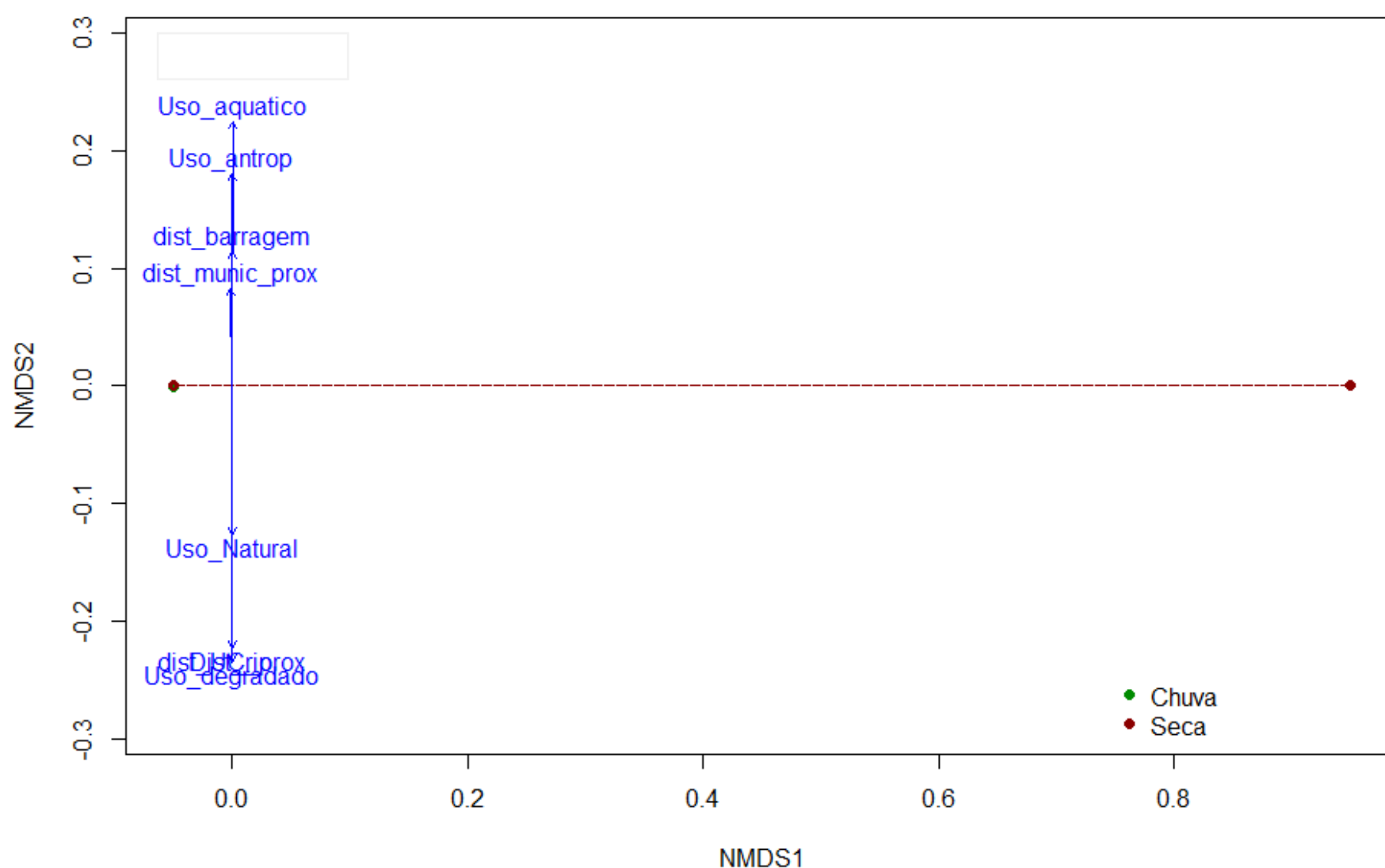


Gráfico 7. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

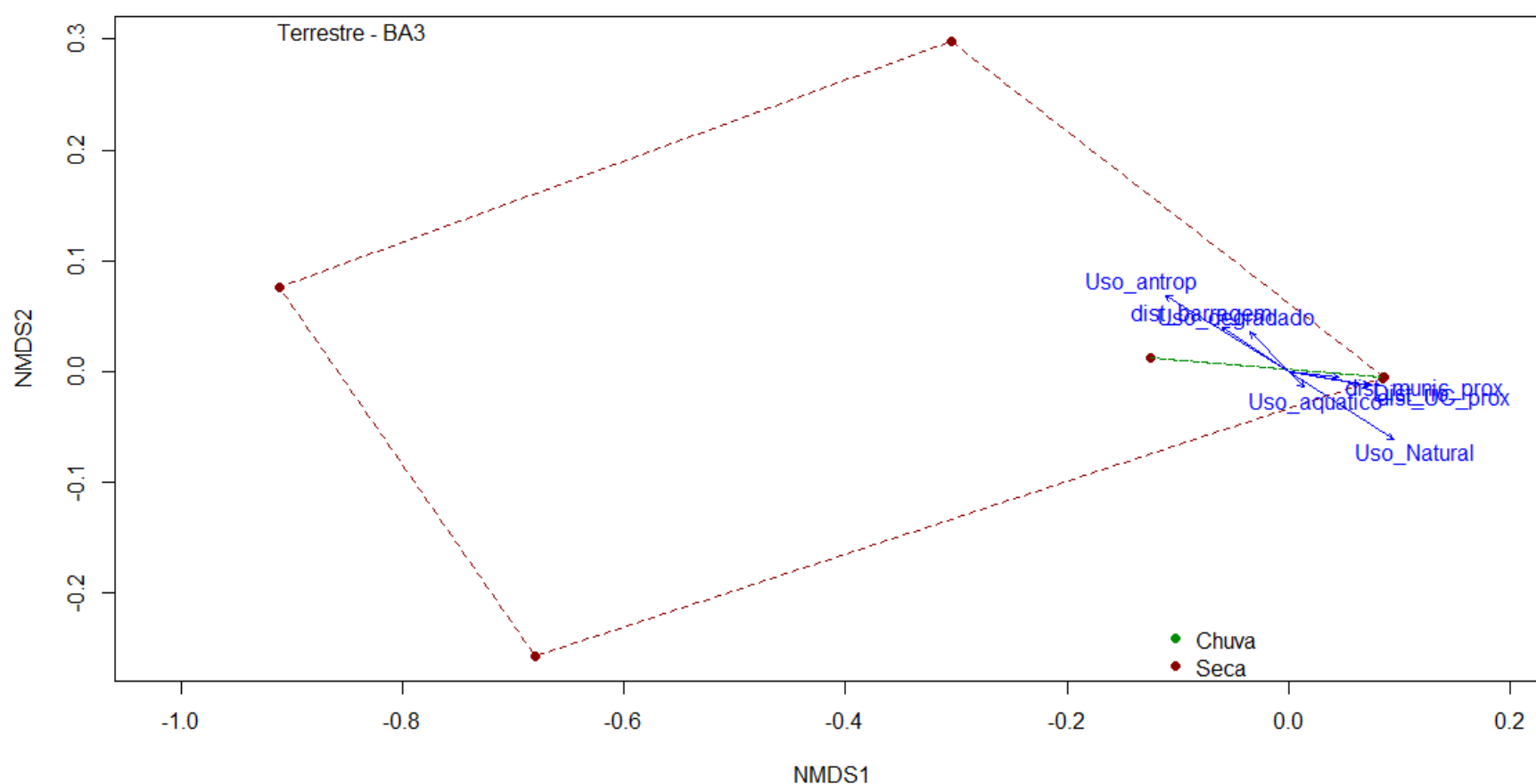


Gráfico 8. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies da Herpetofauna registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.1.4.2. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce – AMPHIBIA

A bibliografia acadêmica não contempla listas e inventários da herpetofauna que ocorrem ao longo da Bacia Hidrográfica do rio Doce, apenas estudos pontuais sobre a herpetofauna ao redor do rio Doce, normalmente com guildas ou táxons específicos (ASSIS, 2007; BERTOLUCI et al., 2009; FEIO; FERREIRA, 2005; RIEVERS, 2010). Dessa forma, o atual estudo é pioneiro nesta região em complexidade, métodos empregados e táxons amostrados concomitantemente. Usamos, portanto, os registros contidos no sistema *SpeciesLink* para determinar uma lista de potenciais ocorrências.

Um total de 210 espécies de anfíbios tiveram algum ponto de ocorrência descrito em 70 cidades diferentes na **BHRD**. Dentro da lista de espécies de anfíbios que ocorrem dentro da **BHRD** encontramos um total de dez espécies ameaçadas de extinção. A IUCN classificou *Dendrophryniscus carvalhoi* e *Chiasmocleis lacrimae* como “Em Perigo” e *Dasypops schirchi* e *Euparkerella tridactyla* como “Vulneráveis”. Em nível nacional, o ICMBio considera duas espécies ameaçadas, dentro do *status* de “Vulnerável”, *Scinax duartei* e *Physalaemus maximus*. Na lista de espécies ameaçadas do Espírito Santo *Cycloramphus fuliginosus* é classificada como “Criticamente em perigo”, *Phrynomedusa marginata* como “Em Perigo” e *Dendropsophus ruschii* e *Megaelosia apuana* como “Vulneráveis”. Além disso, 30 espécies são classificadas com DD.

1.1.4.2.1. Diagnóstico da Área de Estudo – Anfíbios

Obtivemos uma riqueza amostral de 9 famílias de anuros, e 64 espécies (**Gráfico 9**). Esta diversidade está inserida em 1000 animais identificados durante as expedições (**Quadro 3**). A **Área de Estudo** ainda se apresenta subamostrada, sendo corroborada pela ausência de estabilidade na curva do coletor (**Gráfico 10**). A estimativa de riqueza global foi de 67 (± 4) espécies (*Jackknife 1*). A família Leptodactylidae foi a mais abundante, com um total de 236 indivíduos, seguido de Hylidae (N = 155). Na Mata Atlântica, este padrão de representatividade tem sido observado por diversos pesquisadores em quase todos os estudos neste bioma. As espécies da família Hylidae possuem alta plasticidade, variados hábitos de vida e modos reprodutivos. São, geralmente, arborícolas e podem ocupar tanto áreas florestadas, quanto áreas abertas (WELLS, 2007). O mesmo para a família Leptodactylidae, que já foi uma das famílias de maior número em espécies, hoje, após revisão taxonômica, teve suas espécies distribuídas em outras famílias (GRANT et al., 2006), não deixando de ser uma das mais representativas em estudos populacionais de anfíbios na Mata Atlântica.

Quadro 3. Riqueza, abundância e diversidade (índice de Shannon) de Anfíbios coletados em cada BA, estação, Abordagem (*Parcelas Terrestres*, *Parcelas Ripárias* ou ilhas [PT, PR, I, respectivamente]) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Bloco Amostral	Estação	Abordagem	Riqueza	Abundância	Diversidade
A4	Seca 2018	PT	2	3	0,635
		PR	6	6	1,792
	Chuvas 2019	PT	4	6	1,242
		PR	9	19	1,951
BA3	Seca 2018	PT	9	29	1,825
		PR	15	68	1,975
	Chuvas 2019	PT	5	38	0,901
		PR	14	110	1,753
BA2	Seca 2018	PT	0	0	0
		PR	3	7	0,956
	Chuvas 2019	PT	3	3	1,010
		PR	4	9	1,273
BA1b	Seca 2018	PT	20	97	2,672
		PR	20	56	2,653
		I	4	9	1,311
	Chuvas 2019	PT	5	17	1,231
		PR	0	0	0
		I	0	0	0
BA1a	Seca 2018	PT	12	40	2,207
		PR	0	0	0
	Chuvas 2019	PT	15	42	2,411
		PR	8	9	2,043

Os anfíbios, principalmente anuros, possuem uma alta diversidade ecológica, e amostragem das comunidades é facilmente enviesada por metodologias de coletas, ou explosões reprodutivas. Dentro dos dados de Leptodactylidae podemos observar a predominância de uma espécie que responde por quase 40% da amostra, *Physalaemus curvieri*, que possui 98 espécimes identificados em apenas uma UA (**APÊNDICE 30**). Apesar de menos abundante, a diversidade de Hylidae em florestas tropicais é mais elevada que de outras famílias. Usualmente a *busca ativa* favorece o encontro desse grupo de anuros (FEIO; FERREIRA, 2005; FERREIRA et al., 2019; IZECKSOHN; DE CARVALHO, 2001; POMBAL JR; GORDO, 2004; SILVA-SOARES; SCHERRER, 2013). Dessa forma para melhor representação da comunidade aconselho o aumento da metodologia de *busca ativa*. Outro dado relevante é a maior diversidade nas *Parcelas Ripárias* (**Quadro 3**).

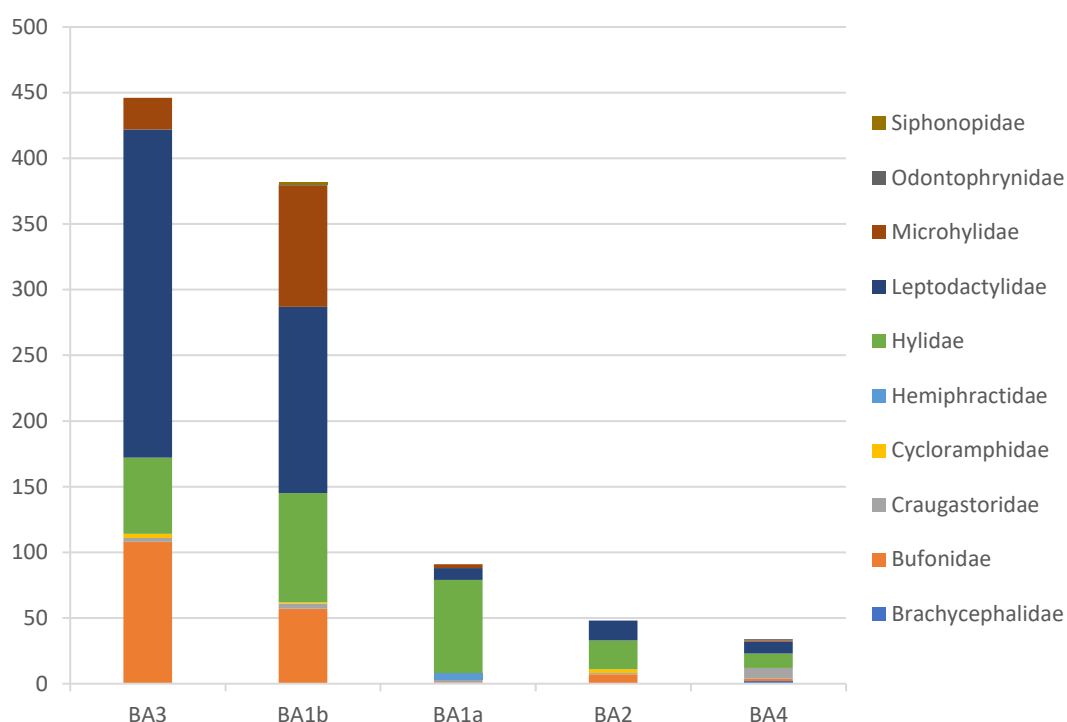


Gráfico 9. Anfíbios registrados em cada BA durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

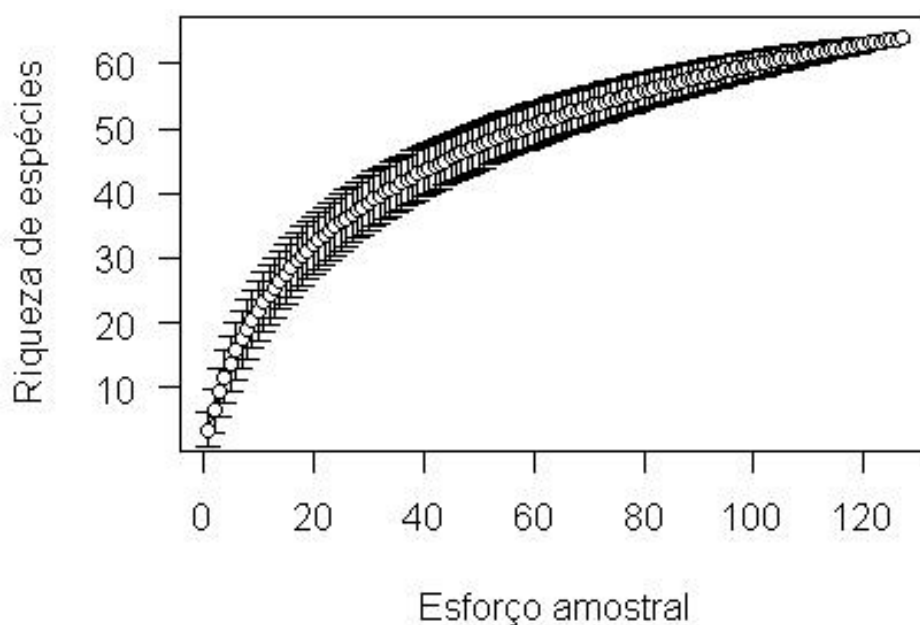


Gráfico 10. Curva de rarefação para os Anfíbios capturados durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

De forma geral, os modelos de GLM não mostram influência da distância do rio Doce na riqueza de espécies encontradas. A única relação encontrada foi no BA1b na estação seca em *Parcelas Ripárias* e a comunidade do BA3 na estação de chuvas nas *Parcelas Ripárias* que mostraram uma relação positiva de aumento da riqueza de espécie com a aproximação do rio.

1.1.4.2.1.1. Bloco Amostral 1a – Restinga, Vegetação Costeira

A região mostrou possuir uma amostragem próxima do ideal, com número de espécies dentro do desvio padrão da estimativa de riqueza para ambas abordagens. A curva de rarefação quase se estabiliza corroborando a um esforço suficiente (**Quadro 4, Gráfico 11**). A curva de rarefação feita para *Parcelas Ripárias* se comportou como uma reta.

Quadro 4. Estimadores de riqueza para a amostragem de Anfíbios nas *Parcelas Terrestres* e *Ripárias* do BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

	Observado	Jackknife 1
<i>Parcelas Terrestres</i>		
Resultado	20	19
Desvio padrão	NA	3
<i>Parcela Ripárias</i>		
Resultado	8	8
Desvio padrão	NA	4

Foram identificados 91 espécimes dentro do BA1a, distribuídas em seis famílias (**Gráfico 12**). A predominância de hilídeos no esforço amostral é comum em coletas em florestas tropicais, pois essa família possui alta diversidade e diversas espécies com reprodução explosiva (DONNELLY; GUYER, 1994; MAGESKI et al., 2016; NARVAES; BERTOLUCI; RODRIGUES, 2009; SALLES; SILVA-SOARES, 2010). De acordo com a classificação de PEIXOTO (PEIXOTO, 1995), observa-se também, nas *Parcelas Terrestres*, a presença de espécies de anfíbios bromelígenas (*Phyllodytes luteolus*) e bromelícola (*Aparasphenodon bruno*). Diversas espécies utilizam bromélias como local

de abrigo ou forrageio (bromelícolas) e outras também como ambiente reprodutivo (bromelígenas). Essas duas espécies são dois dos anuros mais abundantes em restingas do Espírito Santo justamente devido à essa íntima associação com as bromélias (**Gráfico 13**).

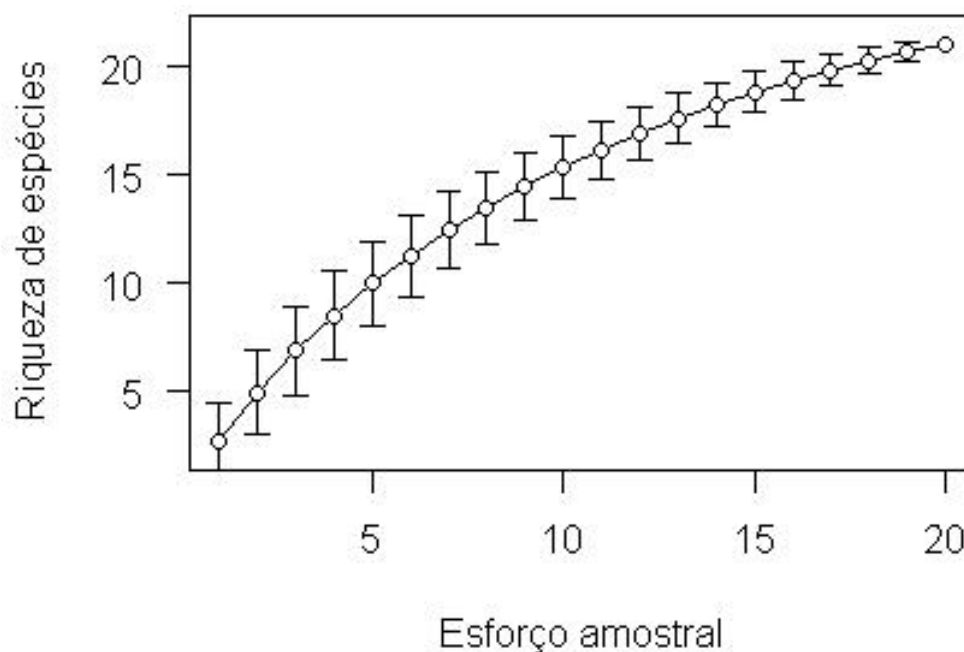


Gráfico 11. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios da das *Parcelas Terrestres* do BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

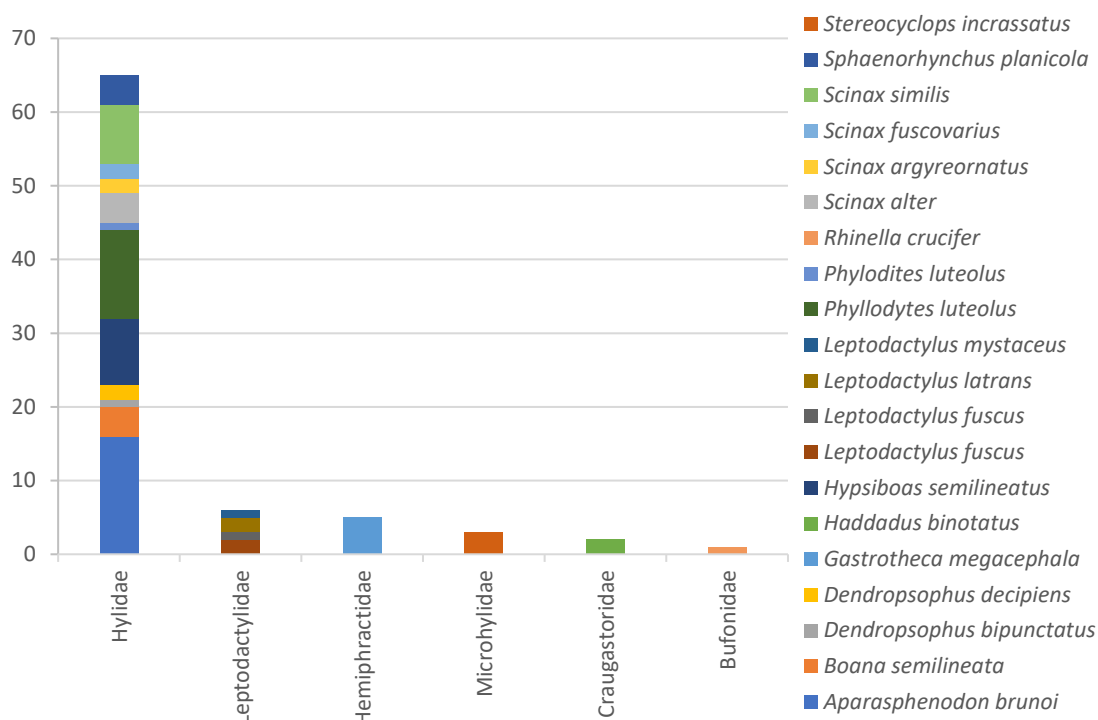


Gráfico 12. Anfíbios registrados no BA1a nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

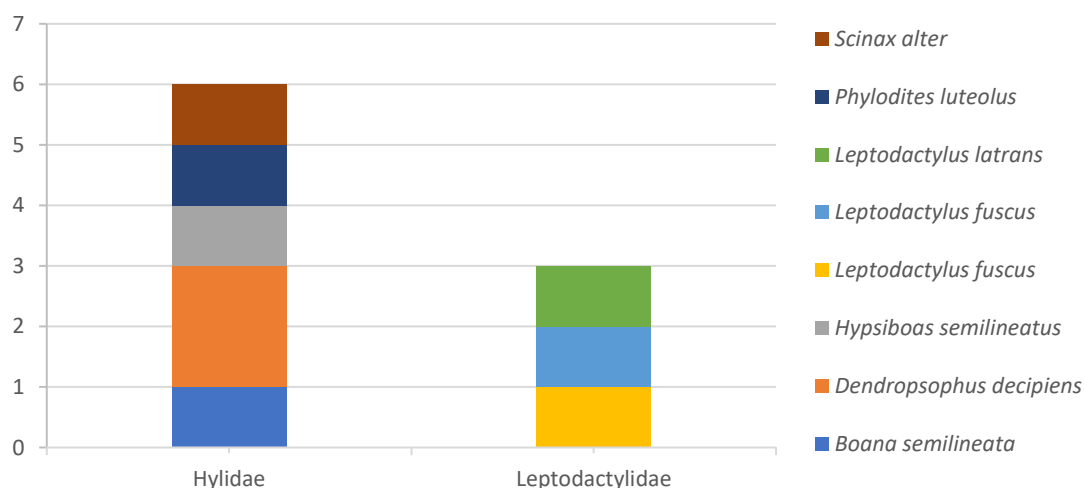


Gráfico 13. Anfíbios registrados no BA1a nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

1.1.4.2.1.2. Bloco Amostral 1b – Ombrófila densa costeira

As *Parcelas Terrestres* do BA1b tiveram o segundo maior sucesso de captura ($N = 184$; **Gráfico 14**), com 32 espécies de 8 famílias diferentes. E mesmo próximo da estabilidade a curva de rarefação é possível observar que ainda falta, embora poucos, alguns novos registros de espécies para alcançar a estabilidade (**Gráfico 15**) corroborado pela estimativa de riqueza, que calcula 1 a 5 espécies a mais do que o encontrado (**Quadro 5**). As únicas UA que apresentaram relação entre a distância do rio e a riqueza de espécies, positiva entre a riqueza de espécies e proximidade do rio, foram as *Parcelas Terrestres* na estação seca. A família Leptodactylidae e Bufonidae, as mais abundantes na área durante as duas estações (**APÊNDICE 31**), são grupos que possuem resistência a zonas antropizadas e alteradas (DE L. BIONDA et al., 2018; DURÉ; KEHR; SCHAEFER, 2009; MATAVELLI et al., 2014; MEDINA; PONSSA; ARÁOZ, 2016). Isto pode estar associado à utilização do método de amostragem de armadilha do tipo *pitfall*, que normalmente possuem maior sucesso de captura para Bufonidae e Leptodactylidae. As *Parcelas Ripárias* apresentaram menor abundância e riqueza de espécies de anfíbios (56 anuros, de 22 espécies e 4 famílias; **Gráfico 16**). O padrão encontrado demonstra o esperado para espécies da família Hylidae, uma vez que estes, de forma geral, dependem de corpos d'água para reprodução mais que outras famílias Neotropicais. Dessa forma a maior riqueza e abundância dessa família em coletas próximas a corpos d'água é esperado (DONNELLY; GUYER, 1994). A curva de rarefação e os estimadores de riqueza demonstram um esforço amostral próximo do ideal, sendo calculado a existência de no máximo 5 espécies (**Gráfico 17, Quadro 5**).

Quadro 5. Estimadores de riqueza para a amostragem de Anfíbios na BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

	Observado	Jackknife 1
<i>Parcelas Terrestres</i>		
Resultado	32	33
Desvio padrão		4
<i>Parcela Ripárias</i>		
Resultado	22	22
Desvio padrão	NA	5

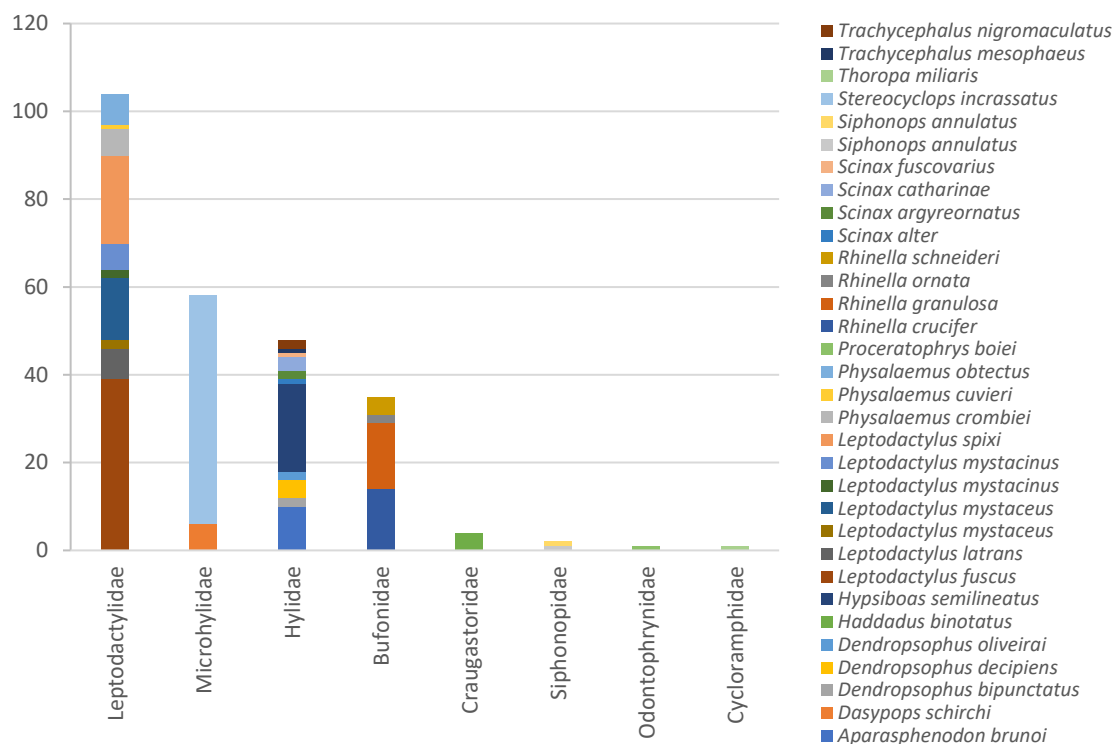


Gráfico 14. Anfíbios registrados no BA1b nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

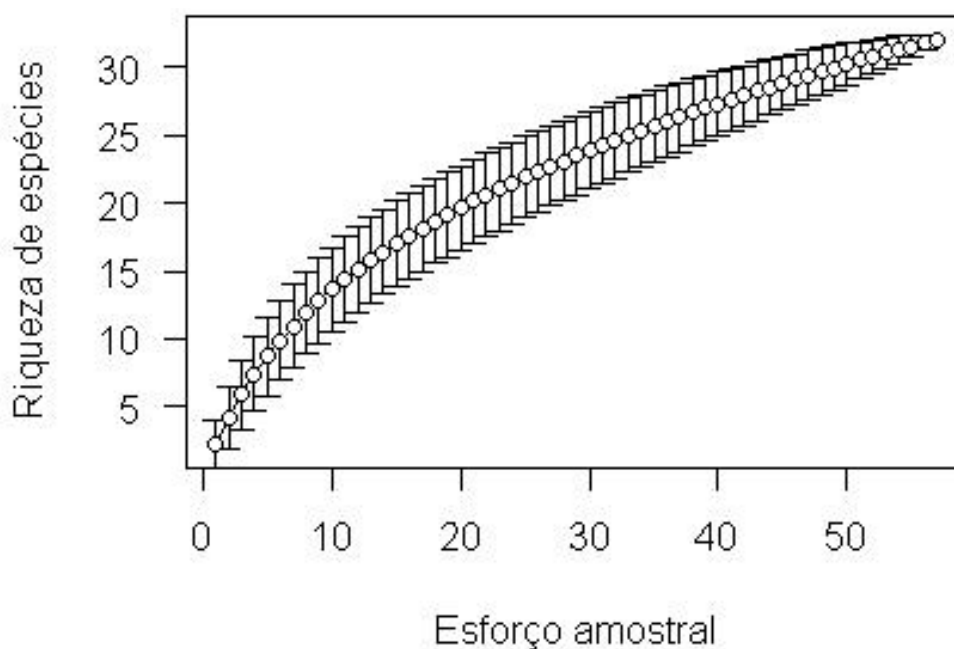


Gráfico 15. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

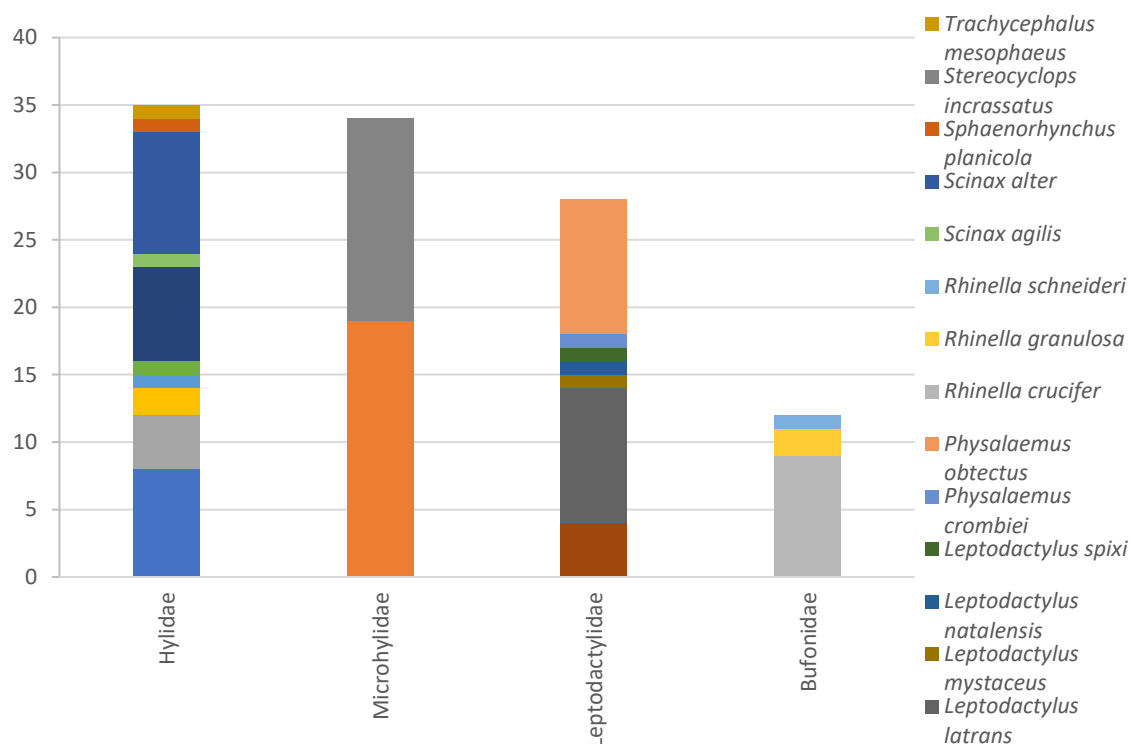


Gráfico 16. Anfíbios registrados no BA1b nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

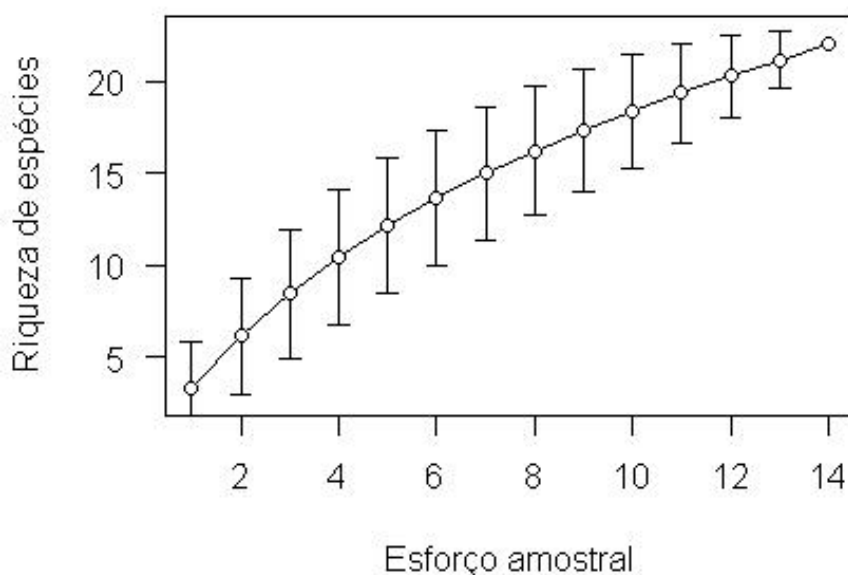


Gráfico 17. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios das *Parcelas Ripárias* do BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

1.1.4.2.1.3. Bloco Amostral 2 – FESD

O BA2 foi a área com o segundo menor sucesso amostral, apenas 48 indivíduos. Nas *Parcelas Terrestres* 13 espécies divididas em 5 famílias foram identificadas, totalizando 30 indivíduos (**Gráfico 18**). A curva de rarefação não se estabilizou e o estimador de riqueza calcula entre 6 e 8 espécies a mais nos lugares amostrados (**Gráfico 19**). Nas *Parcelas Ripárias* foram encontrados 18 espécimes (5 espécies, 3 famílias). Como no BA1b, a família Hylidae foi a mais abundante e diversa (3 das 5 espécies encontradas; 10 indivíduos; **Gráfico 20**). Como para as *Parcelas Terrestres* a curva e rarefação não estabilizou (**Quadro 6, Gráfico 21**).

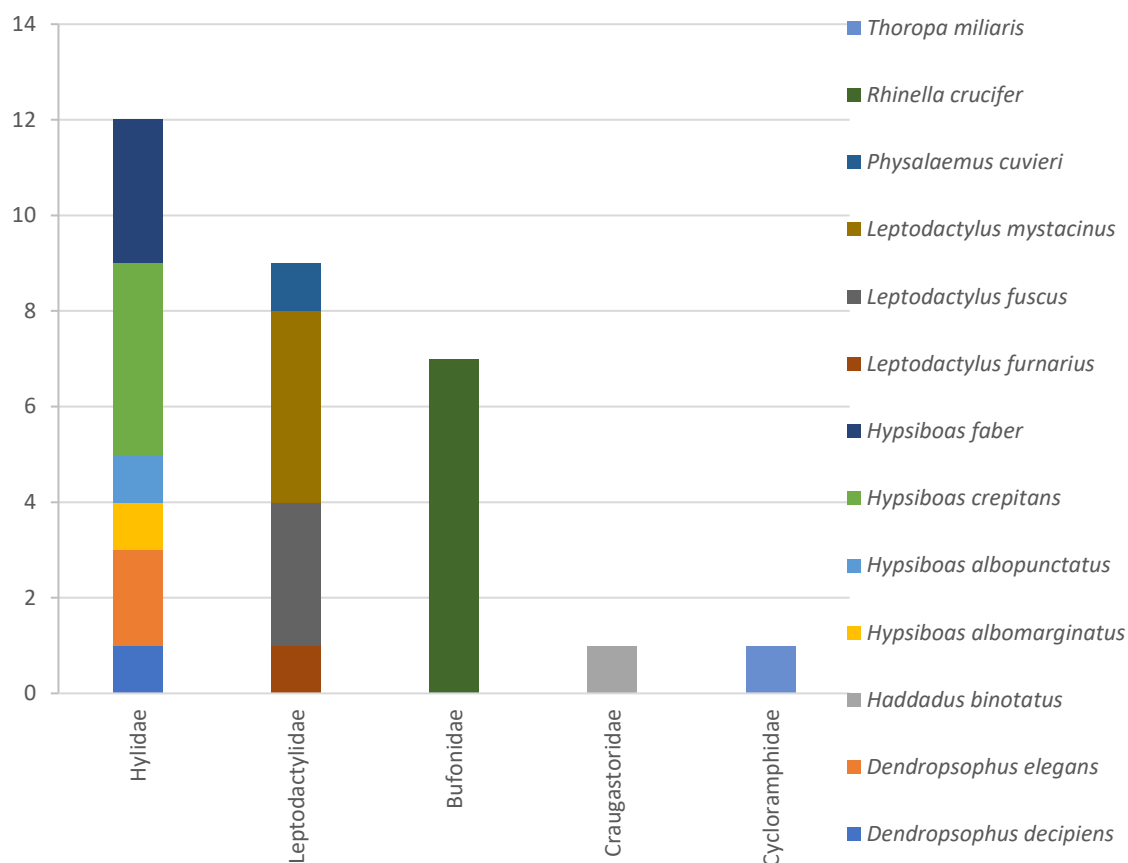


Gráfico 18. Anfíbios registrados no BA2 nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias

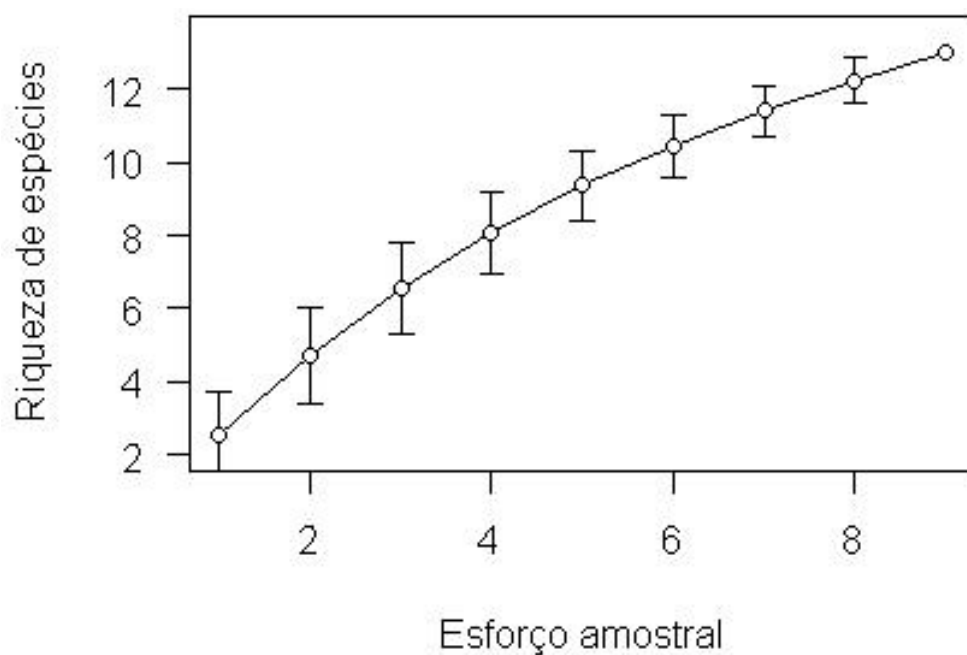


Gráfico 19. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios nas *Parcelas Terrestre* do BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

Quadro 6. Estimadores de riqueza para a amostragem de Anfíbios no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

	Observado	Jackknife 1
<i>Parcelas Terrestres</i>		
Resultado	13	19
Desvio padrão		2
<i>Parcela Ripárias</i>		
Resultado	5	7
Desvio padrão	NA	1

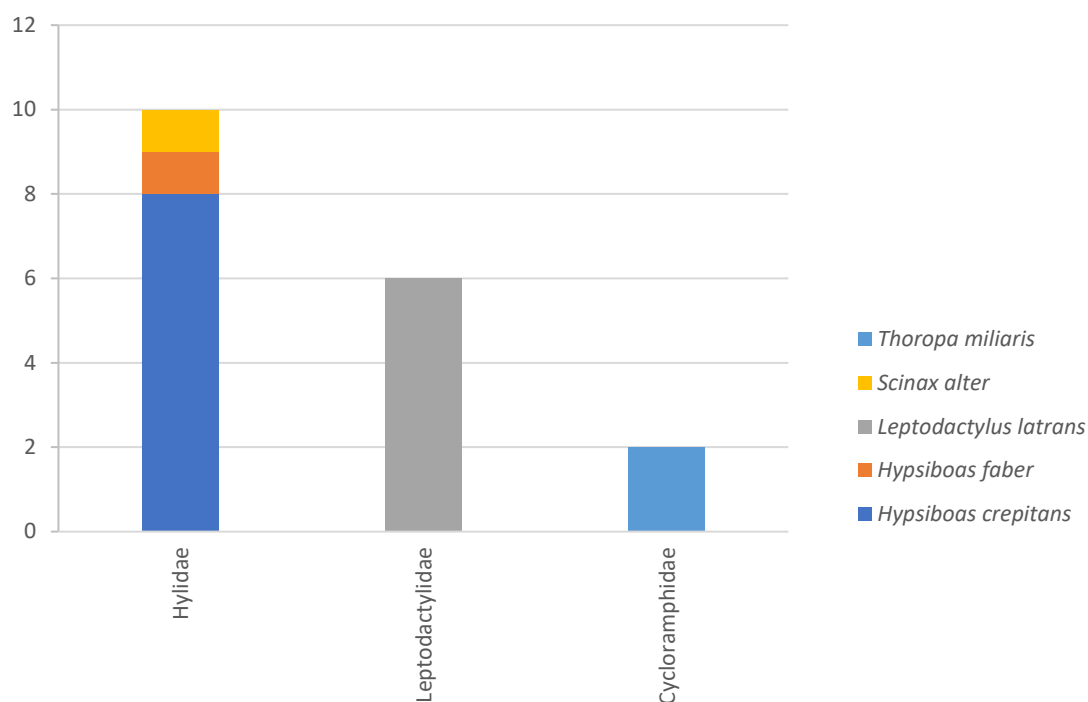


Gráfico 20. Anfíbios registrados no BA2 nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

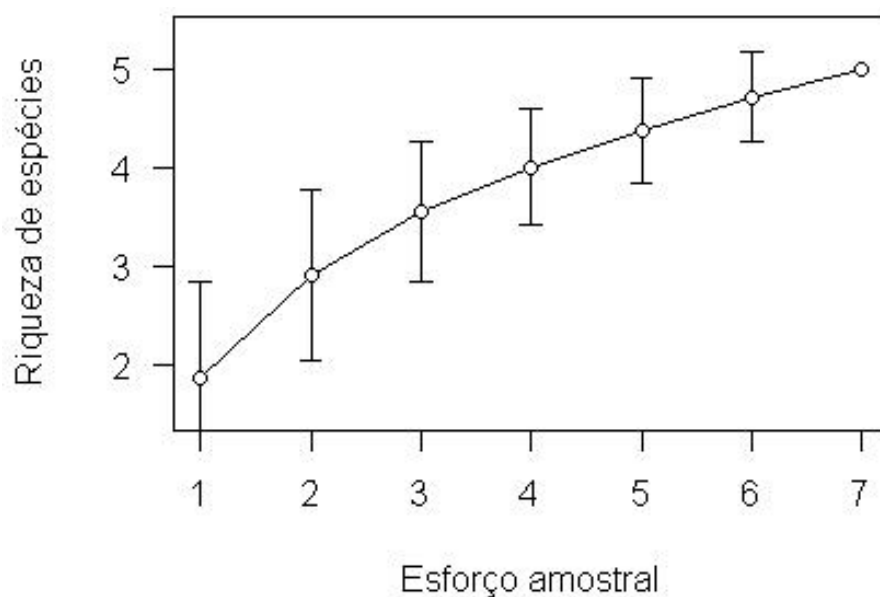


Gráfico 21. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios nas *Parcelas Ripárias* do BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

1.1.4.2.1.4. Bloco Amostral 3 – FESD

Está foi a área com o maior número de indivíduos capturados (443, de 31 espécies e 6 famílias; **Gráfico 22**, **Gráfico 23**). O grande sucesso amostral nesse bloco está relacionado a coletas feitas dentro do Parque Estadual do Rio Doce (PERD), responsável por 96% dos indivíduos (N = 431), com dominância de *Physalaemus curvieri* (N = 192; 43%). Mesmo com este alto número de capturas, as curvas de rarefação tanto para as *Parcelas Terrestres* (**Quadro 7**, **Gráfico 24**) quanto para *Parcelas Ripárias* (**Gráfico 25**) não estabilizaram. O guia de anfíbios do PERD (FEIO et al., 1998) lista 38 espécies de anfíbios, aproximadamente 55% do que foi amostrado até o momento. As *Parcelas terrestres* apresentaram uma abundância muito grande das espécies *Rhinella ornata* e *Physalaemus curvieri*; a segunda também encontrada em grande número nas *Parcelas Ripárias*, provavelmente devido ao tipo de reprodução explosiva dessas espécies (WELLS, 2007), concentrando muitos indivíduos em uma pequena área durante o período reprodutivo.

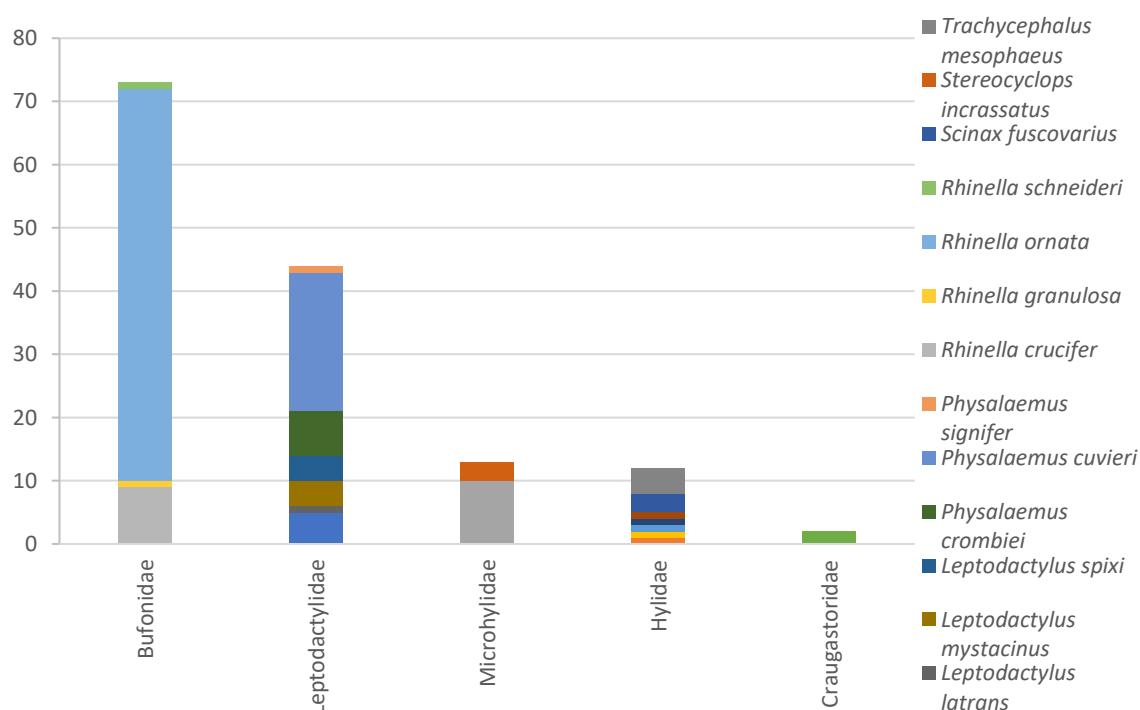


Gráfico 22. Anfíbios registrados no BA3 nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

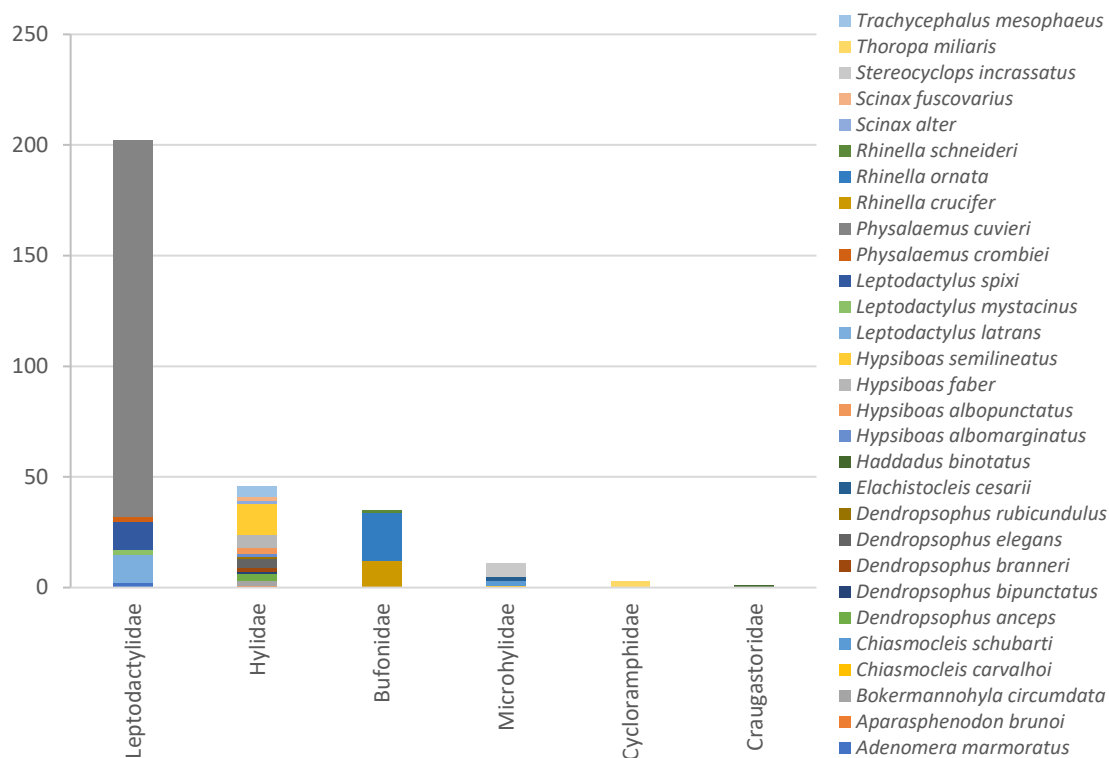


Gráfico 23. Anfíbios registrados no BA3 nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

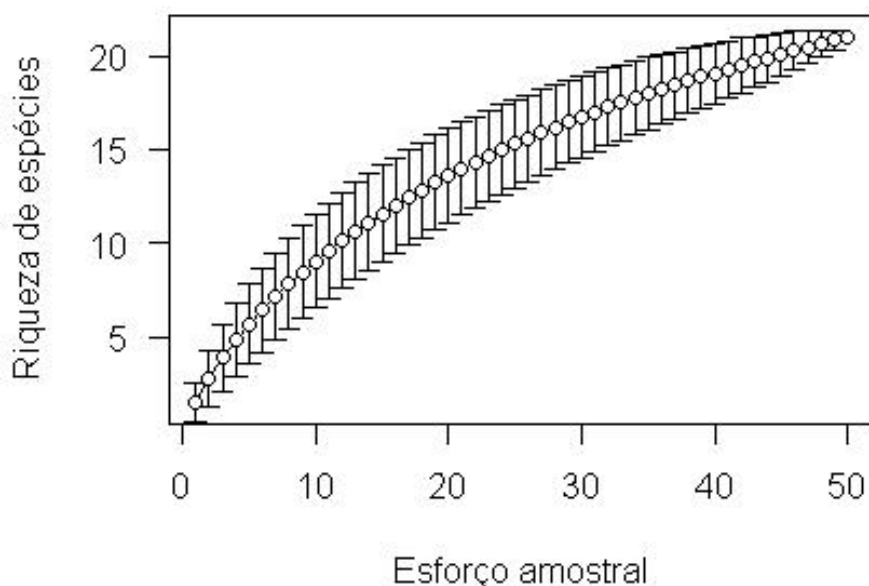


Gráfico 24. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios das *Parcelas Terrestres* do BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

Nas *Parcelas ripárias* a família Hylidae foi a mais diversa e abundante (46 indivíduos, 14 espécies, ignorando o viés causado por *Physalaemus curvieri*), seguindo o que encontramos para BA2, BA1a e *Parcelas Ripárias* do BA1b. Este BA talvez seja o que mais represente uma comunidade de anfíbios a ser utilizada como “controle”. O Parque Estadual do Rio Doce é o maior fragmento de Mata Atlântica dentro da **BHRD**. O entendimento da comunidade dentro do Parque, da zona de amortecimento e da zona de contato com o rio Doce pode ser um dos caminhos para identificar e medir os efeitos do rompimento da barragem.

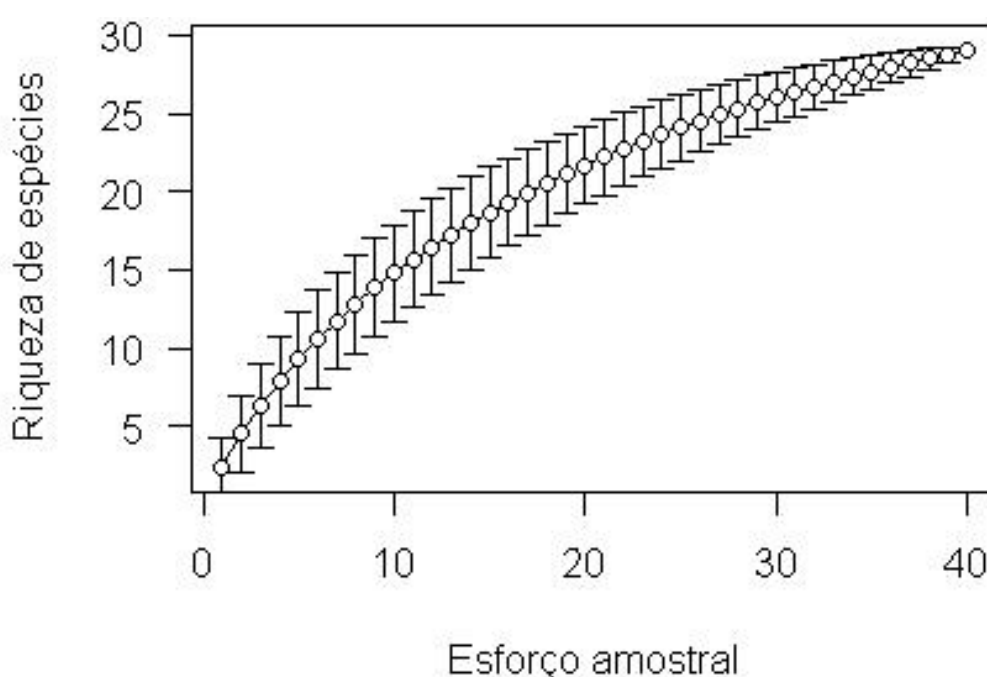


Gráfico 25. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios das *Parcelas Ripárias* do BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

Quadro 7. Estimadores de riqueza para a amostragem do BA3 de Anfíbios durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

	Observado	Jackknife 1
<i>Parcelas Terrestres</i>		
Resultado	21	29
Desvio padrão		3
<i>Parcelas Ripárias</i>		
Resultado	29	38
Desvio padrão		3

1.1.4.2.1.5. Bloco Amostral 4 – FESD

Capturamos 34 espécimes de 17 espécies e 7 famílias. Destas, 5 espécies e 9 indivíduos foram registrados nas *Parcelas Terrestres* (**Gráfico 26**), e 25 anuros, de 15 espécies foram registradas nas *Parcelas Ripárias* (**Gráfico 27**). As curvas de rarefação não se estabilizaram (**Gráfico 28**, **Gráfico 29**) e a estimativa de riqueza calcula subestimativa, mais evidente nas *Parcelas Ripárias* (**Quadro 8**).

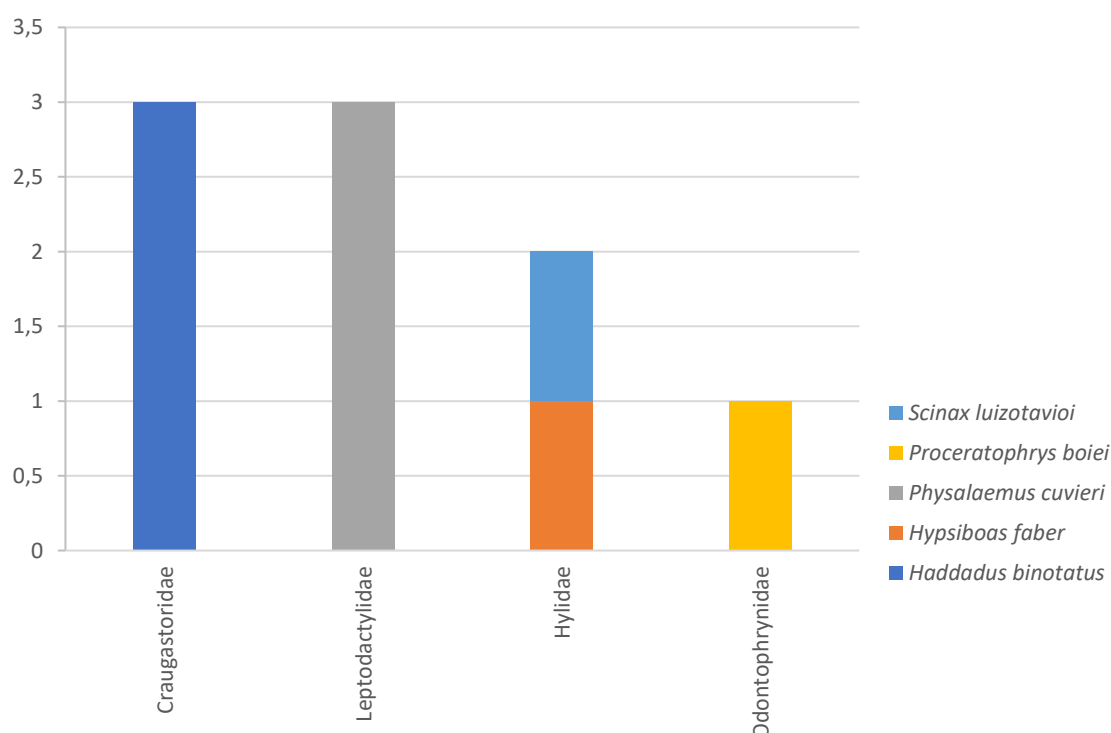


Gráfico 26. Anfíbios registrados no BA4 nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

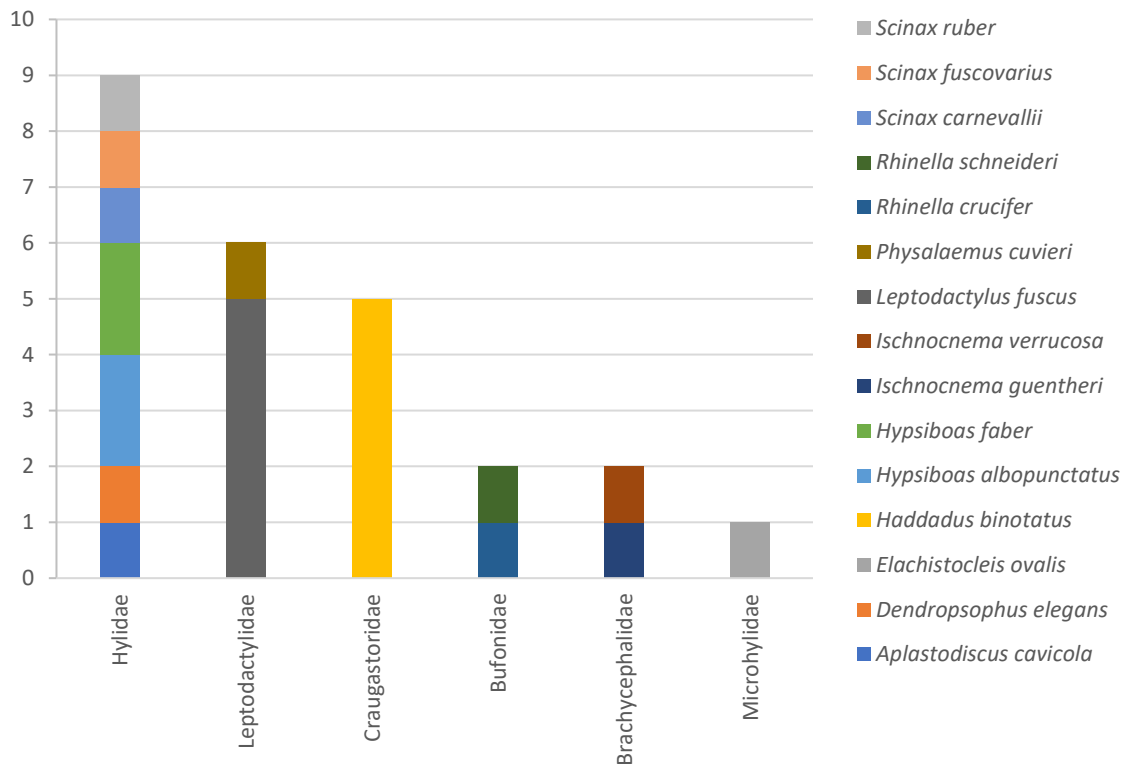


Gráfico 27. Anfíbios registrados no BA4 nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

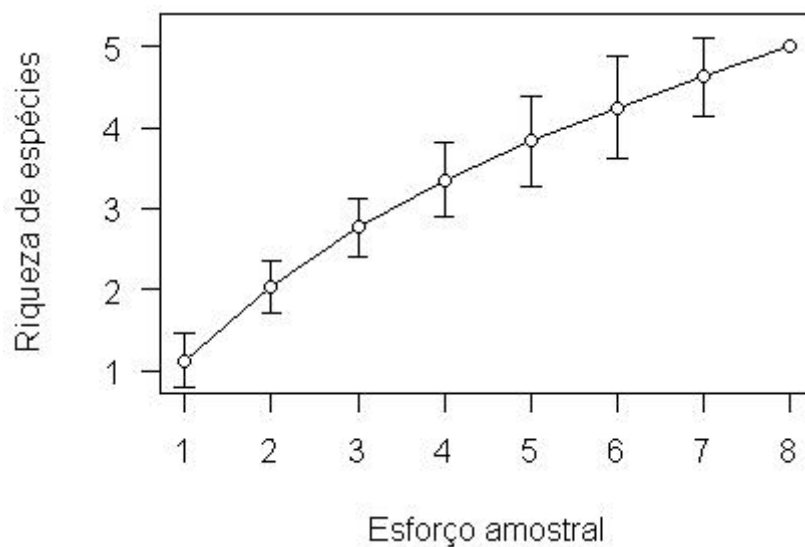


Gráfico 28. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios nas *Parcelas Terrestres* do BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

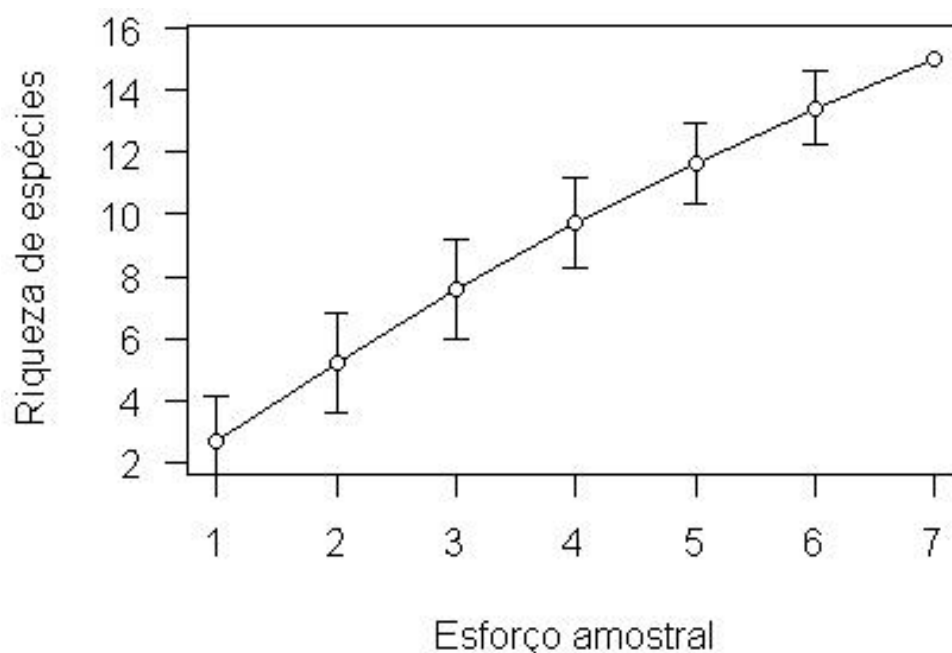


Gráfico 29. Curva de rarefação da amostragem de Anfíbios das *Parcelas Ripárias* do BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

Quadro 8. Estimadores de riqueza para a amostragem de Anfíbios do BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

	Observado	Jackknife 1
<i>Parcelas Terrestres</i>		
Resultado	5	7
Desvio padrão		1
<i>Parcelas Ripárias</i>		
Resultado	15	24
Desvio padrão		2

1.1.4.3. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce – SQUAMATA

Assim como para Amphibia, executamos busca por dados secundários no *SpeciesLink*, apesar de alguns estudos pontuais terem sido feitos na região (BÉRNILS et al., 2014; BERTOLUCI et al., 2009; FEIO; CARAMASCHI, 2002). Assim como nos anfíbios existe a possibilidade de registros históricos, o que ampliaria artificialmente a lista para a

região. Consideramos, porém, que os erros são exceções e qualquer localização ou espécie suspeita para essas situações foi excluída.

Obtivemos uma lista de ocorrências para a **BHRD (APÊNDICE 29)** que inclui 123 espécies, de 22 famílias. Dentre elas, *Tantilla boipiranga* e *Heterodactylus lundii* são classificadas pela IUCN como Vulneráveis. Em nível nacional, *Placosoma cipoense* possui o *status* de “Em Perigo” e Vulnerável pelo estado de Minas Gerais, *Ameivula nativo* é considerado “Em Perigo” nacionalmente e *Lachesis muta* como Vulnerável no estado do Espírito Santo.

1.1.4.3.1. Diagnóstico Área de Estudo

Registramos 423 indivíduos, de 37 espécies (**Gráfico 30, APÊNDICE 30**). Comparando com os dados compilados da **BHRD**, temos aproximadamente 27% das espécies coletadas. *A priori* pode parecer um número diminuto em relação ao total, porém a compilação de dados feita para a Bacia inteira contempla dados de todas as fitofisionomias e durante décadas de coletas. Ainda assim, a amostragem que realizamos ainda é relativamente pequena, como mostrado pelas curvas do coletor (**Quadro 9, Quadro 10**) e estimadores da riqueza de espécies, ambos mostrando alto número de possíveis espécies a serem encontradas (**Gráfico 31**).

Quadro 9. Estimadores de riqueza para toda a amostragem de Répteis durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

	Observado	Jackknife 1
Resultado	37	55
Desvio padrão		4

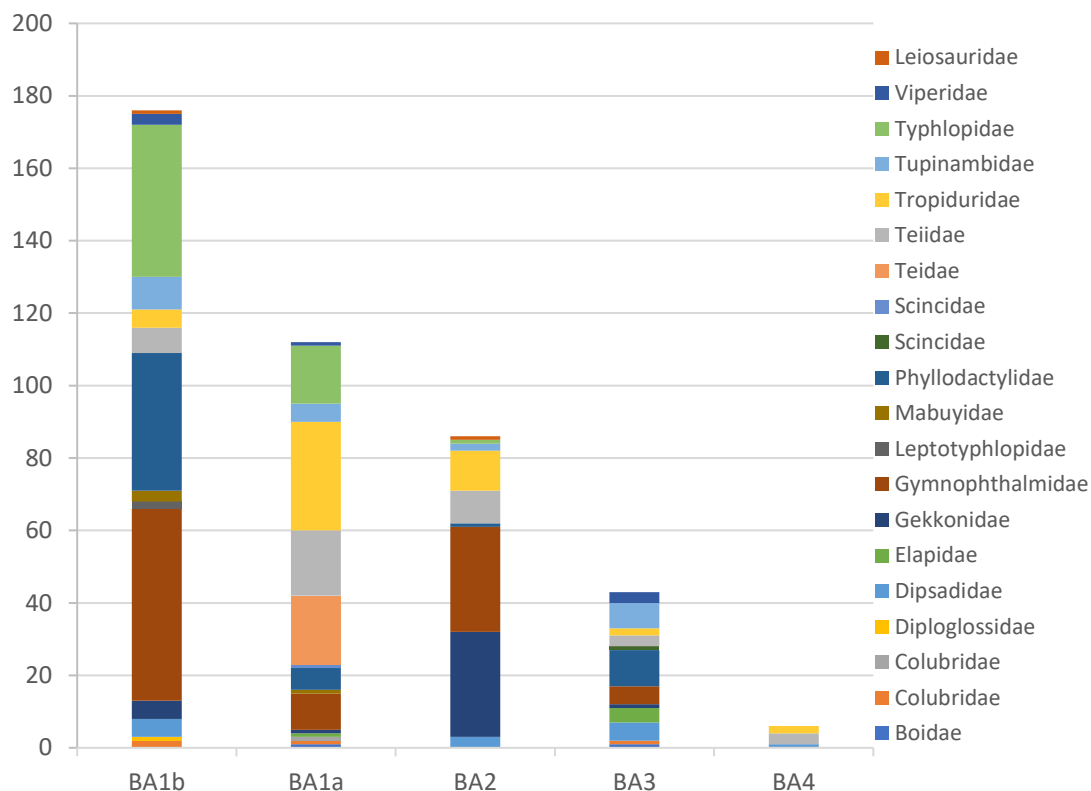


Gráfico 30. Répteis registrados em cada BA durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

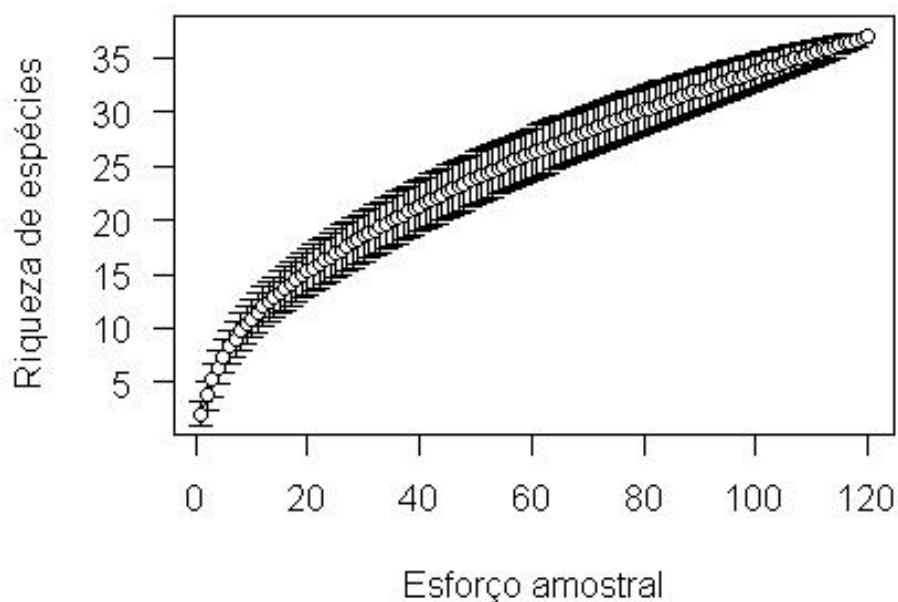


Gráfico 31. Curva de rarefação de toda amostragem de Répteis durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

Quadro 10. Riqueza, abundância e diversidade (índice de Shannon) dos Répteis coletados em cada BA, por estação e Abordagem (*Parcelas Terrestres*, *Ripárias* ou *Ilhas* [PT, PR e I]) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Bloco Amostral	Estação	Abordagem	Riqueza	Abundância	Diversidade
BA4	Seca 2018	PT	2	2	0,693
		PR	1	1	0
	Chuvas 2019	PR	2	3	0,636
BA3	Seca 2018	PT	6	7	1,748
		PR	4	7	1,277
	Chuvas 2019	PT	4	5	1,332
		PR	8	10	2,025
		I	2	3	0,636
BA2	Seca 2018	PT	4	29	1,273
		PR	1	1	0
	Chuvas 2019	PT	5	27	1,277
		PR	5	5	1,609
BA1b	Seca 2018	PT	11	82	1,751
		PR	6	19	1,667
		I	3	7	1,004
	Chuvas 2019	PT	6	18	1,648
		PR	7	41	1,628
BA1a	Seca 2018	PT	0	0	-
		PR	0	0	-
		I	0	0	-
	Chuvas 2019	PT	12	70	1,874
		PR	1	1	0

1.1.4.3.1.1. Bloco Amostral 1a – Restinga, Vegetação Costeira

Capturamos 112 espécimes de 15 espécies e 15 famílias (**Gráfico 32**). Apenas um espécime foi capturado em *Parcelas ripárias*, *Mabuya agilis*. As espécies encontradas são típicas de ambiente Restinga, todas já reportadas para a região (CASTRO; SILVA-SOARES, 2016). Este tipo de ambiente possui uma variabilidade de nichos menor que florestas Ombrófilas e condições climáticas mais acentuadas. Em adição, por serem formações recentes possui um baixo nível de endemismo associado a estes ambientes, e também uma baixa diversidade porém com alta abundância (CARVALHO; ARAÚJO; SILVA, 2007; CASTRO; SILVA-SOARES, 2016; DIAS; ROCHA, 2014; RIBEIRO; MELO JUNIOR, 2016; ROCHA et al., 2005).

A curva de rarefação junto com o estimador de riqueza calcula um déficit amostral na área, reforçando a necessidade de mais amostragens nessa UA (**Gráfico 33, Quadro 11**).

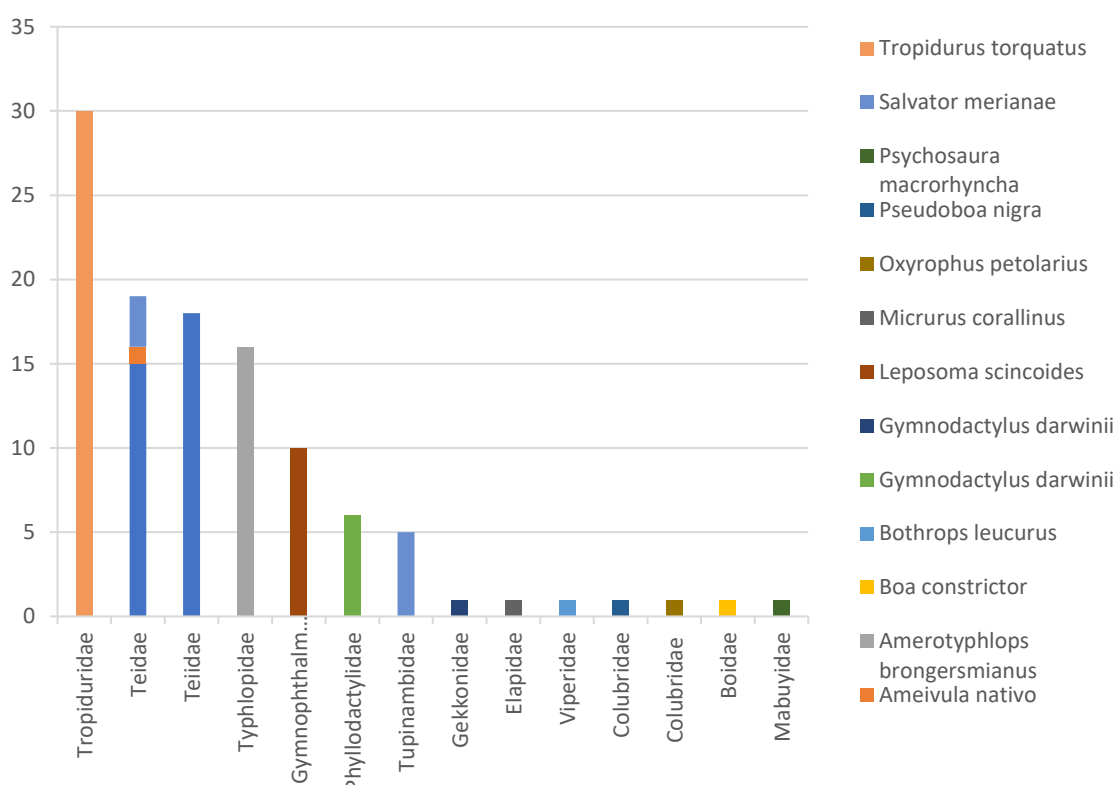


Gráfico 32. Répteis registrados no BA1a nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

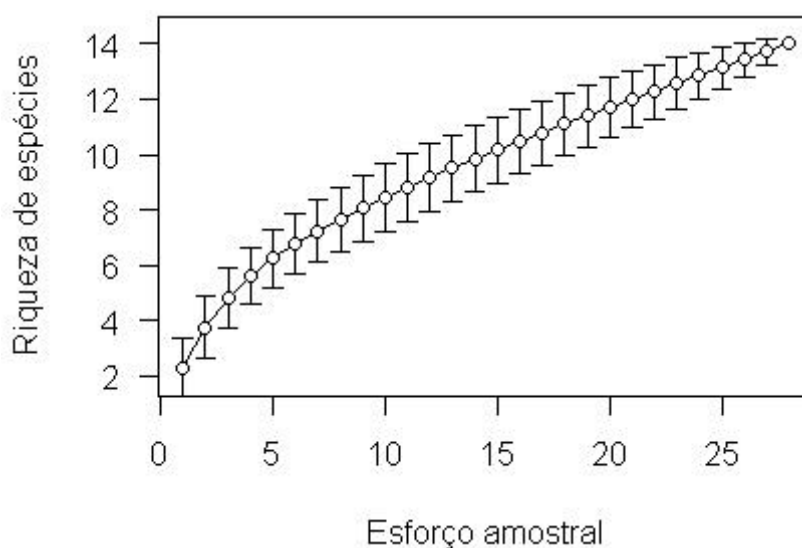


Gráfico 33. Curva de rarefação da amostragem de Répteis nas *Parcelas Ripárias* do BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

Apesar do número de espécie parecer baixo e a curva não ter estabilizado (**Gráfico 33**), com poucas coletas ela irá estabilizar. As estimativas de riqueza calculam entre duas a três espécies para amostrar toda diversidade do BA (**Quadro 11**).

Quadro 11. Estimadores de riqueza para a amostragem de Répteis nas *Parcelas Terrestres* do BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

	Observado	Jackknife 1
Resultado	14	21
Desvio padrão		2

1.1.4.3.1.2. Bloco Amostral 1b – Ombrófila densa costeira

Este foi o BA com o maior número de indivíduos capturados (176 espécimes; 18 espécies; **Gráfico 34**, **Gráfico 35**, **Gráfico 36**). Das 20 famílias amostradas em todos os BA, 14 foram encontradas neste. A curva de rarefação deste BA para *Parcelas Terrestres* foi a que mais se aproximou da estabilização (**Gráfico 37**). São estimadas apenas 2 a 7 espécies a mais que o registrado nas *Parcelas Terrestres* (**Quadro 12**).

As *Parcelas Ripárias* se comportaram de forma semelhante as *Parcelas Terrestres* com uma curva quase estabilizada (**Gráfico 38**), sendo calculado até três espécies para a estabilização de acordo com as estimativas de riqueza (**Quadro 12**). Foram encontrados 24 espécimes divididas em 9 espécies. As parcelas em *Ilhas* possuíam 12 animais capturados (**Gráfico 36**), de 2 famílias. Devido ao baixo N amostral, a curva de rarefação foi irresoluta, e os estimadores de riqueza mostram um baixo número de espécies estimada (**Quadro 12**).

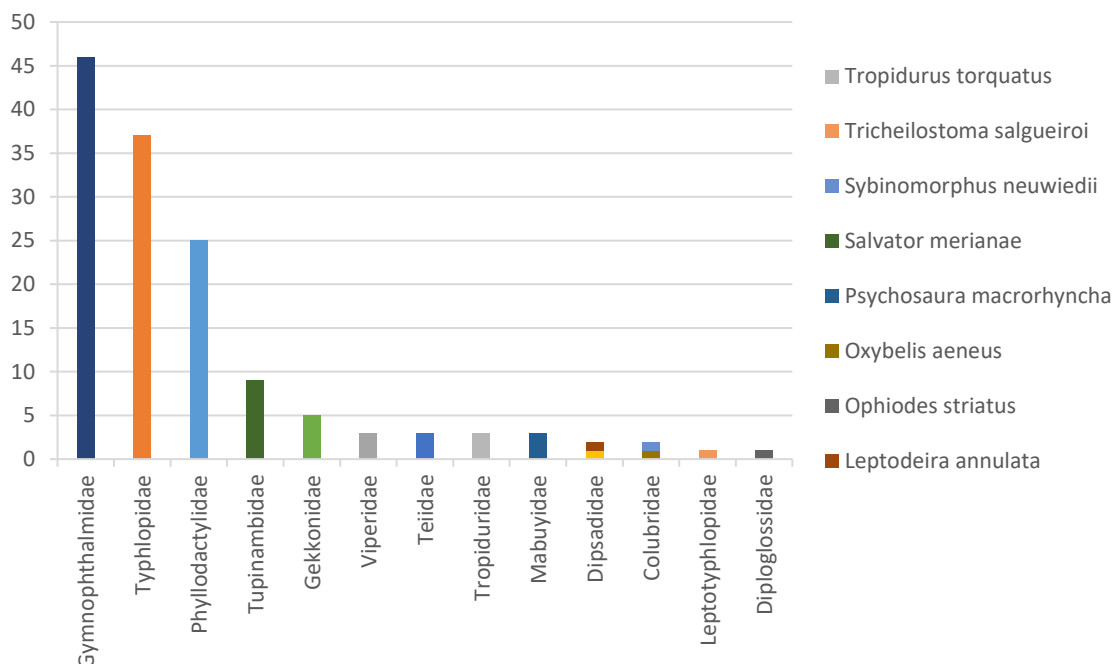


Gráfico 34. Répteis registrados no BA1b nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

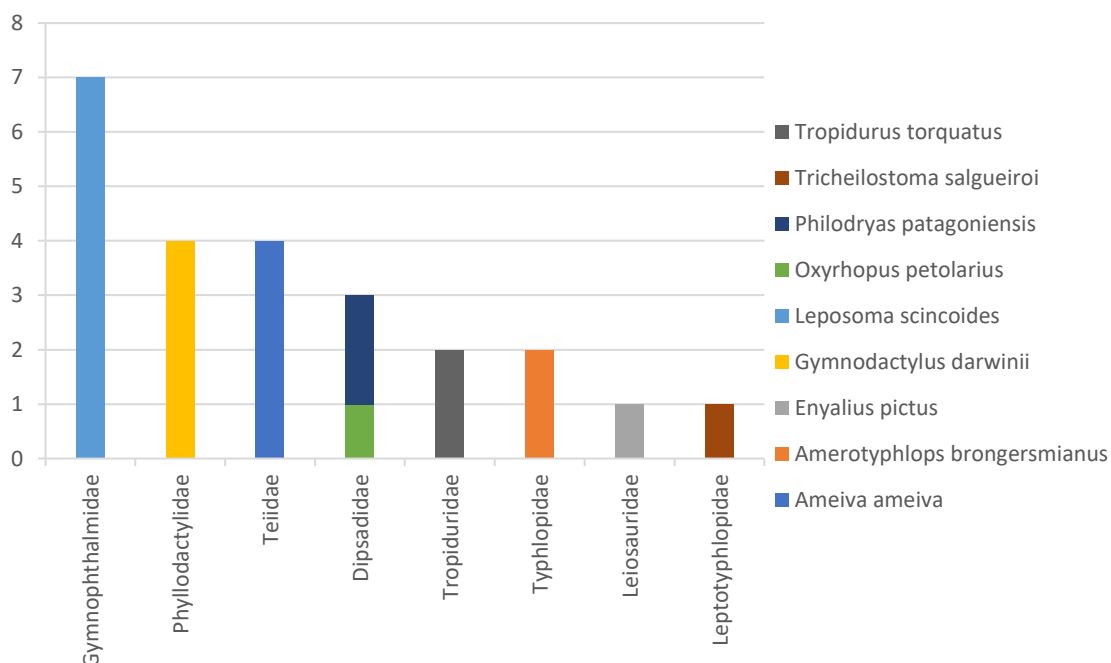


Gráfico 35. Répteis registrados no BA1b nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

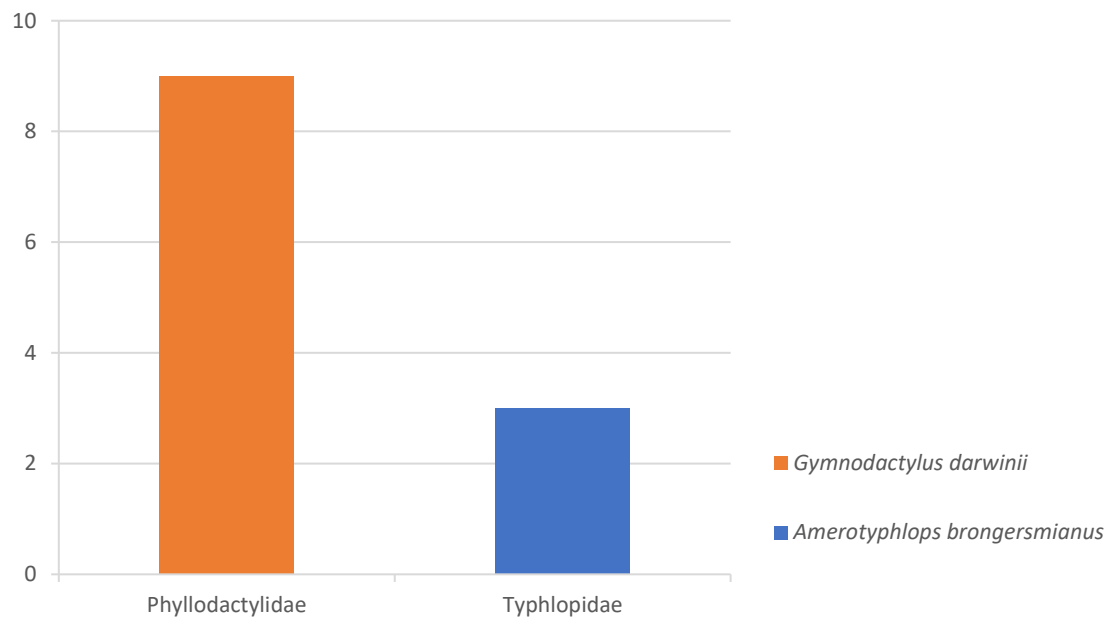


Gráfico 36. Répteis registrados no BA1b nas *Ilhas* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

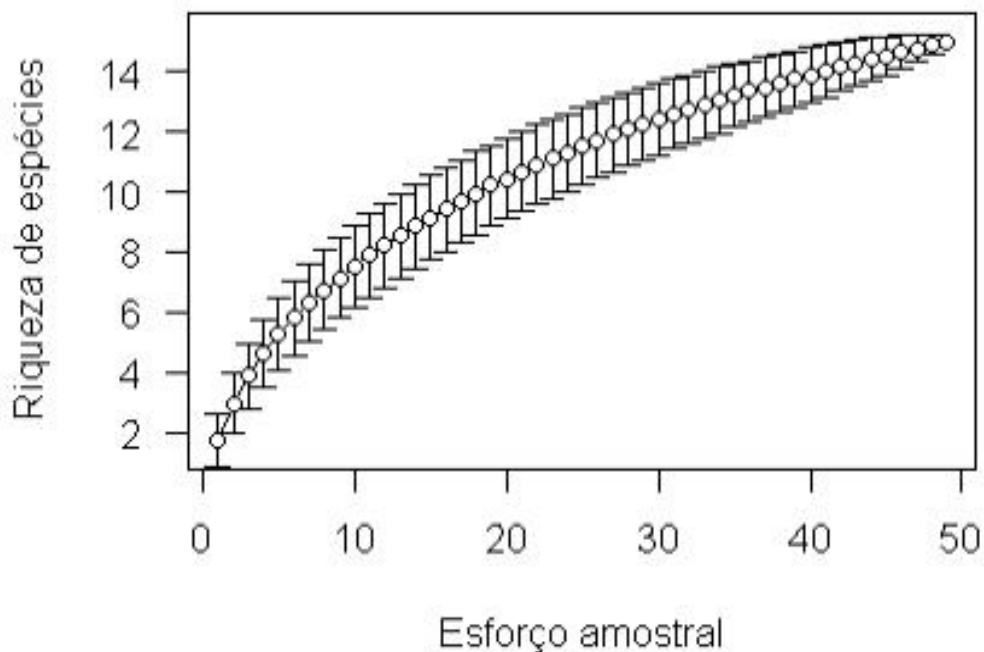


Gráfico 37. Curva de rarefação da amostragem de Répteis das *Parcelas Terrestres* do BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

Quadro 12. Estimadores de riqueza para a amostragem de Répteis nas Abordagens do BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

	Observado	Jackknife 1
<i>Parcelas Terrestres</i>		
Resultado	15	20
Desvio padrão		2
<i>Parcelas Ripárias</i>		
Resultado	9	11
Desvio padrão		1
<i>Ilhas</i>		
Resultado	2	2
Desvio padrão		1

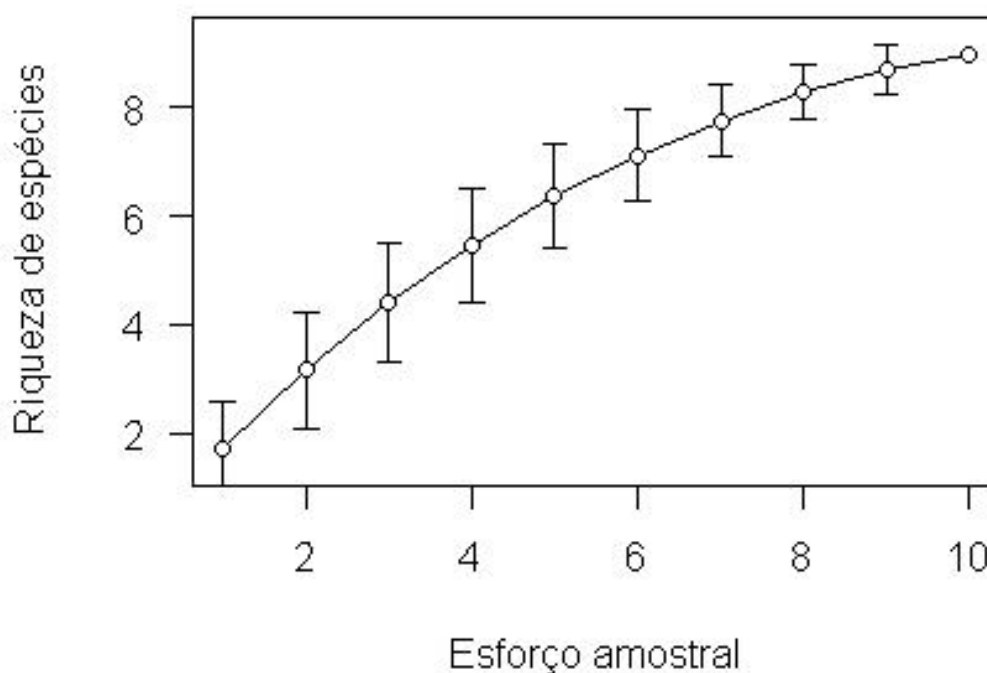


Gráfico 38. Curva de rarefação da amostragem de Répteis das *Parcelas Ripárias* do BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

1.1.4.3.1.3. Bloco Amostral 2 – FESD

Registramos 75 espécimes nas *Parcelas Terrestres* (8 espécies, 8 famílias), com predominância de *Micrablepharus maximiliani* (N = 28), seguido de *Hemidactylus mabouia* (N = 26; **Gráfico 39**). A curva de rarefação e estimadores de riqueza mostraram que esta amostragem subestima a quantidade total de espécies da área, necessitando mais 3 a 5 espécies para a estabilidade (**Gráfico 40, Quadro 13**). Já as *Parcelas Ripárias* não possuíam amostras suficientes para o cálculo da curva de rarefação. Um total de 7 família e 7 espécies foram coletadas nas *Parcelas Ripárias* (**Gráfico 41**), estimando que existam mais espécies a serem identificadas (**Quadro 13**).

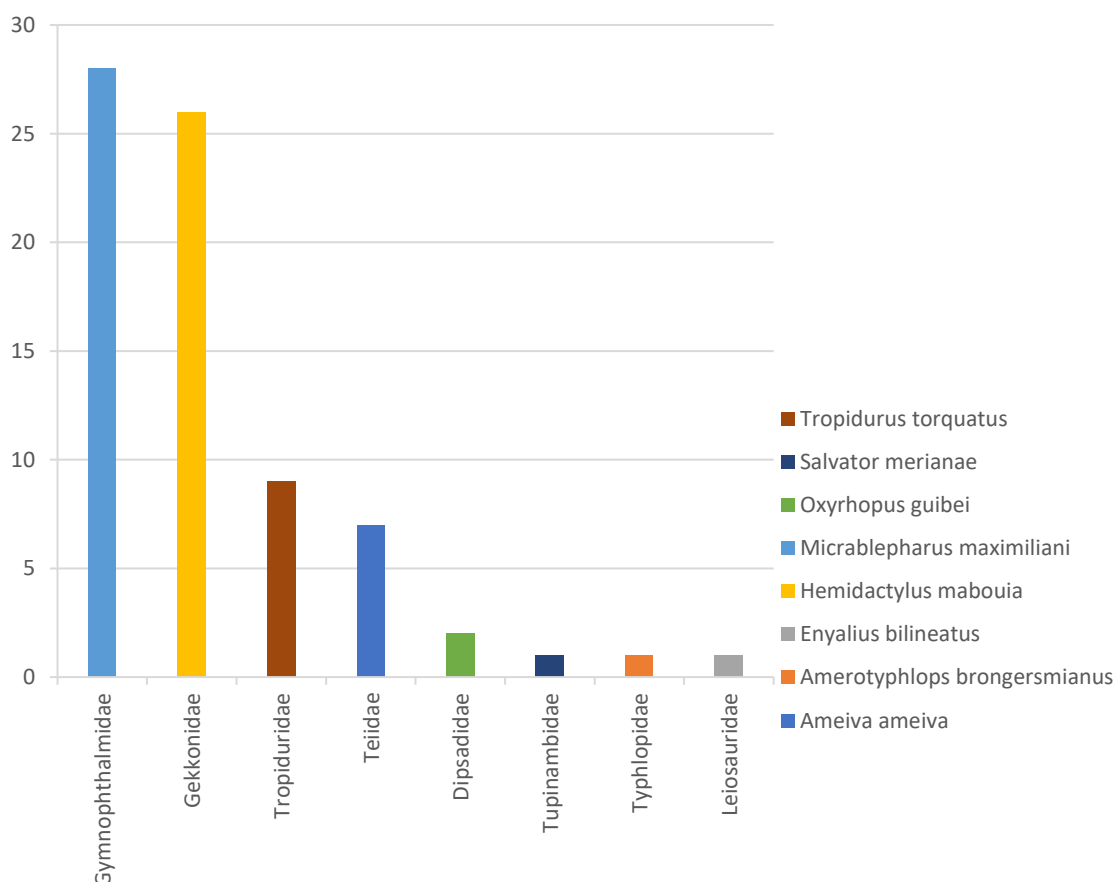


Gráfico 39. Répteis registrados no BA2 nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

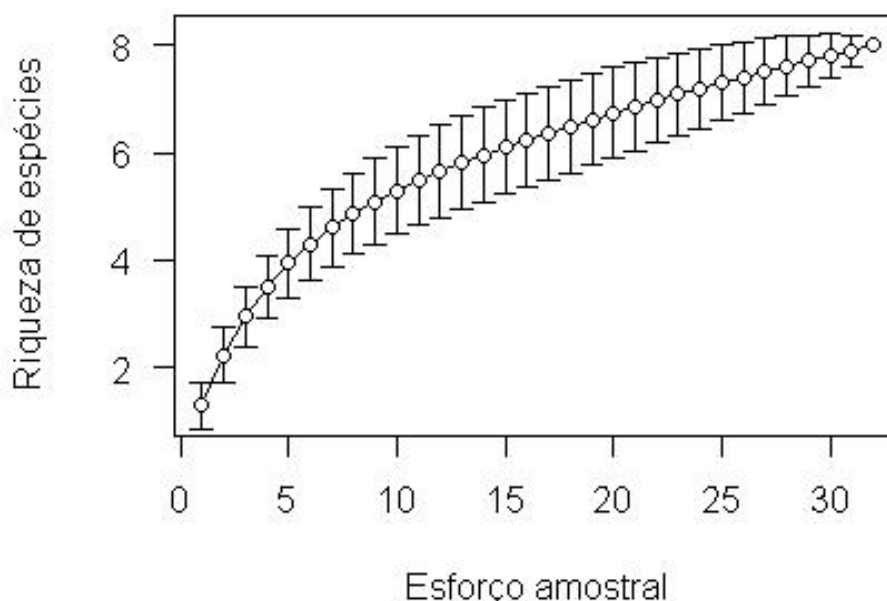


Gráfico 40. Curva de rarefação da amostragem de Répteis das *Parcelas Terrestres* do BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

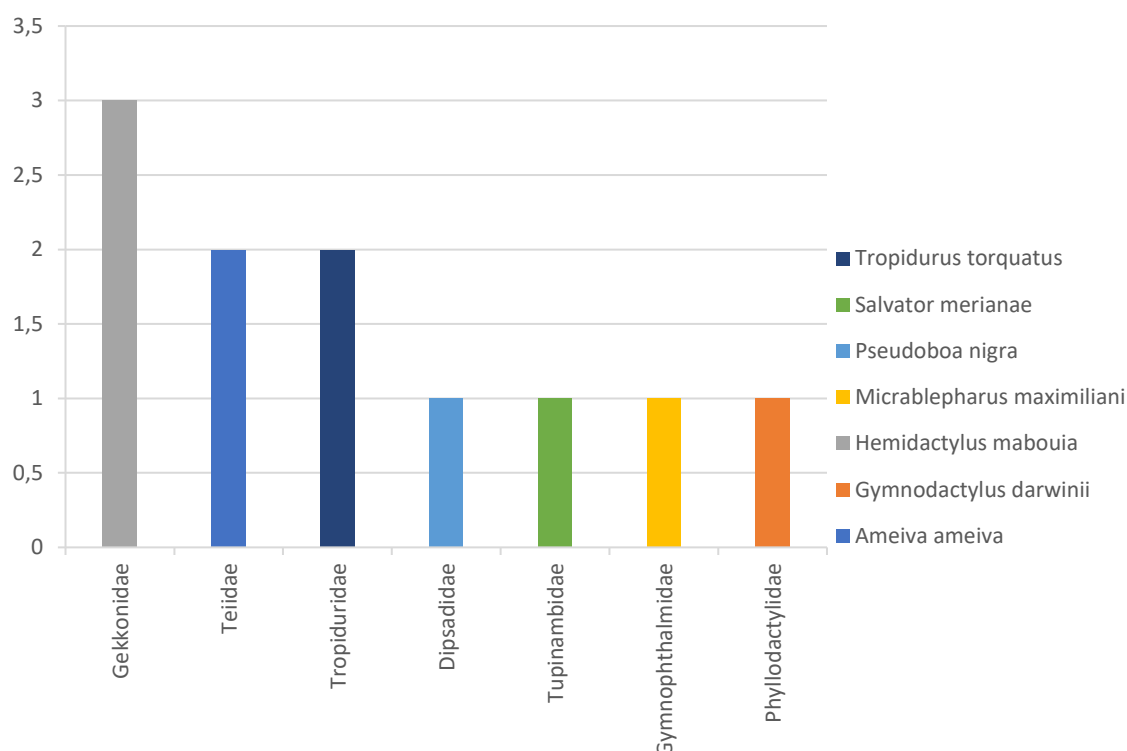


Gráfico 41. Répteis registrados no BA2 nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

Quadro 13. Resultado de estimadores de riqueza para a amostragem no BA2 de Répteis durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

	Observado	Jackknife 1
<i>Parcelas Terrestres</i>		
Resultado	8	11
Desvio padrão		2
<i>Parcelas Ripárias</i>		
Resultado	7	10
Desvio padrão		1

1.1.4.3.1.4. Bloco Amostral 3 – FESD

Registramos 20 organismos nas *Parcelas Terrestres*, de 9 espécies e 8 famílias e oito espécies (**Gráfico 42**). A curva de rarefação mostrou um número amostral ainda insuficiente para a estabilidade, assim como os estimadores de riqueza que calculam uma riqueza maior que a observada (**Gráfico 43, Quadro 14**). As *Parcelas Ripárias* por sua vez mostram uma riqueza e abundância maior a que as *Parcelas Terrestres*, onde 17 animais foram encontrados de 9 famílias e 10 espécies (**Gráfico 44**). Estimadores de riqueza calculam mais espécies que o observado e a curva de rarefação não estabilizou, podendo inferir insuficiência amostral (**Gráfico 45, Quadro 14**). As parcelas em ilhas possuíram apenas duas espécies coletadas, dois *Ameiva ameiva* e um *Erythrolamprus poecilogyrus*, das famílias Teiidae e Dipsadidae, respectivamente.

Quadro 14. Estimadores de riqueza para a amostragem no BA3 de Répteis durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

	Observado	Jackknife 1
<i>Parcelas Terrestres</i>		
Resultado	9	14
Desvio padrão		2
<i>Parcelas Ripárias</i>		
Resultado	10	17
Desvio padrão		2

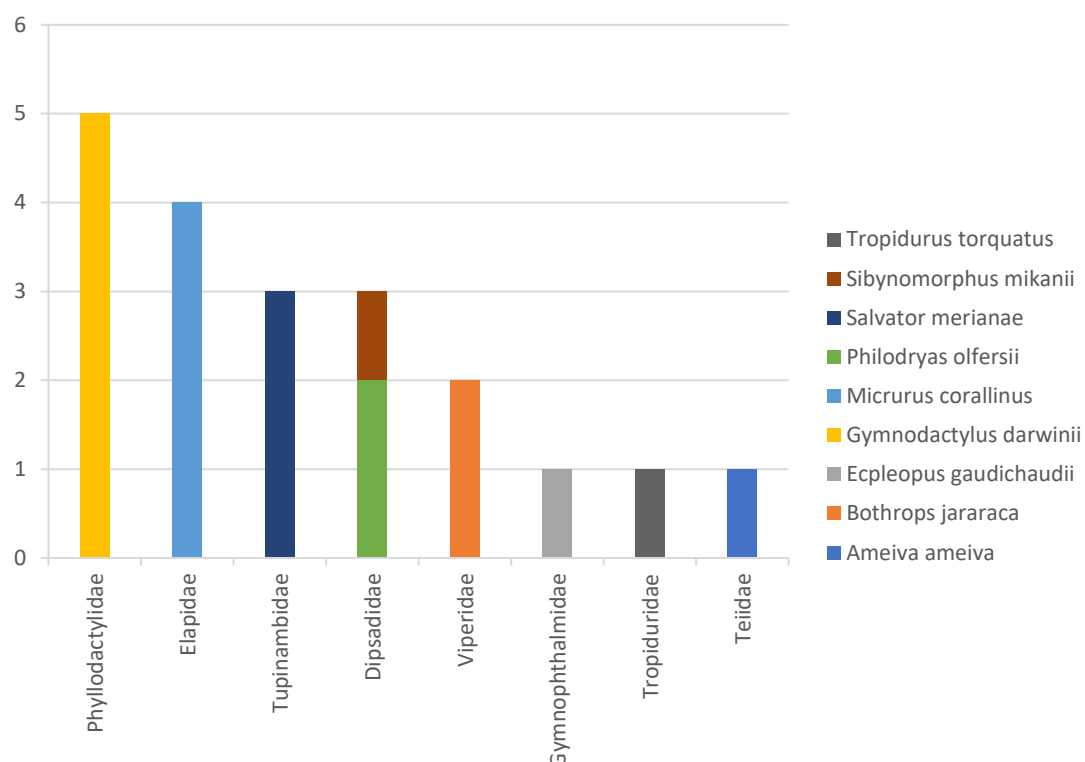


Gráfico 42. Répteis registrados no BA3 nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

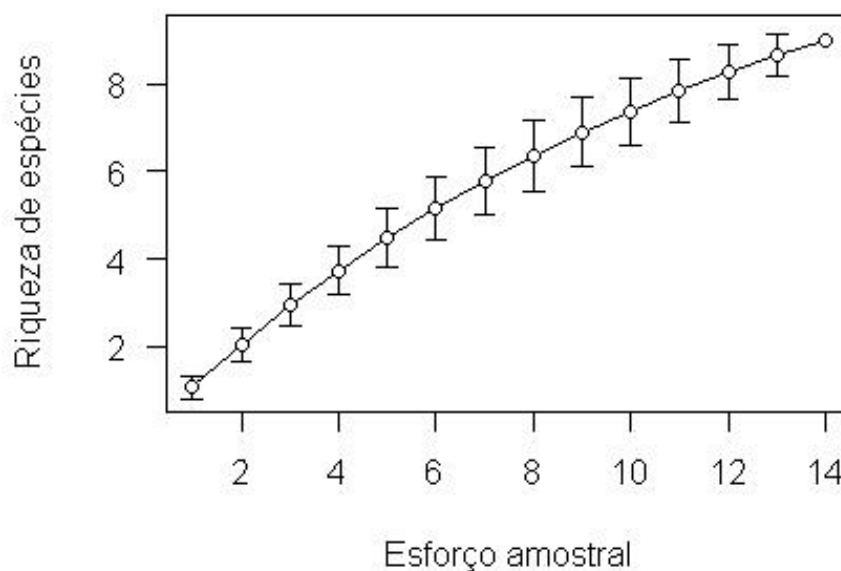


Gráfico 43. Curva de rarefação da amostragem de Répteis das *Parcelas Terrestres* do BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

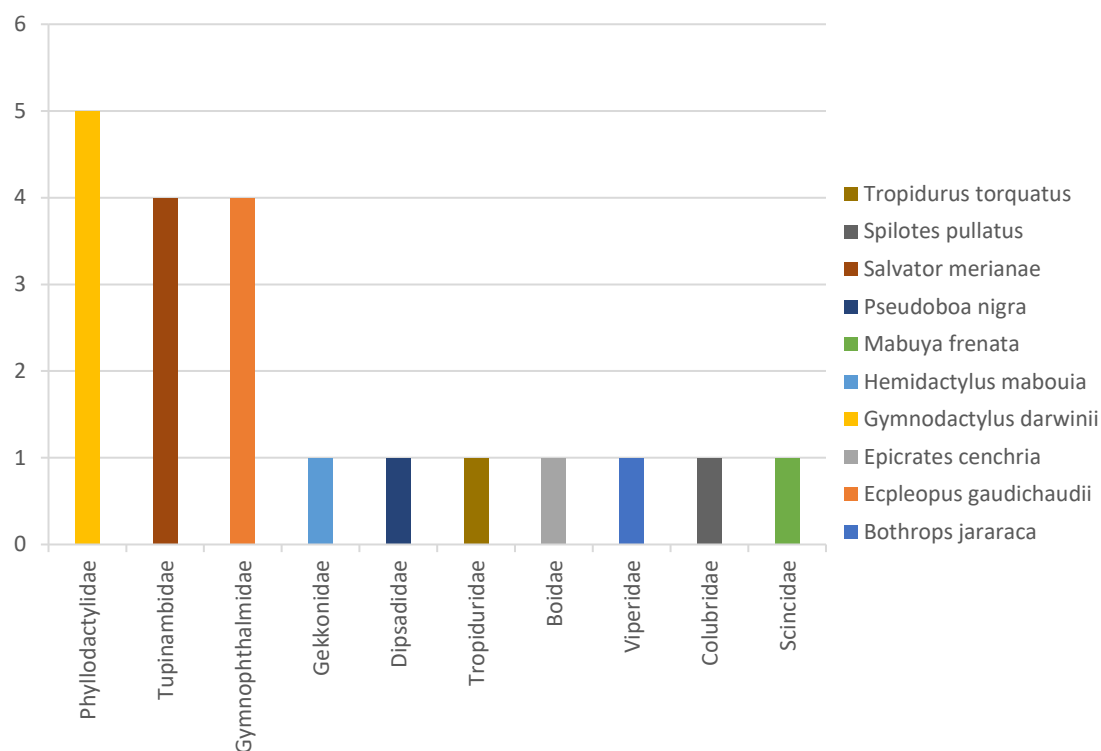


Gráfico 44. Répteis registrados no BA3 nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As cores indicam o N absoluto de espécimes por famílias.

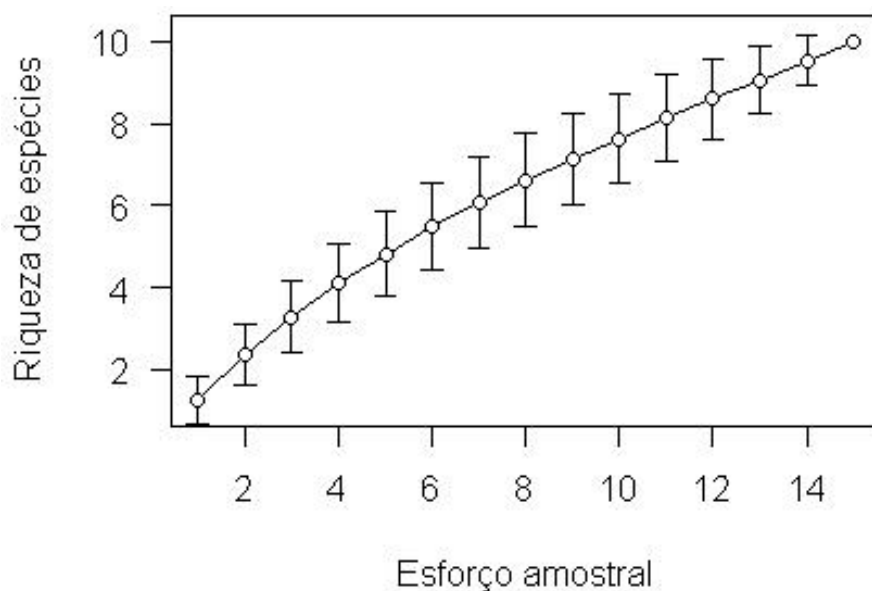


Gráfico 45. Curva de rarefação da amostragem de Répteis das *Parcelas Ripárias* do BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. O Esforço amostral representa dias de amostragem.

1.1.4.3.1.5. Bloco Amostral 4 – FESD

A amostragem do BA4 foi o que contemplou o menor número de espécies (N =6), sendo 3 indivíduos (*Tropidurus torquatus*, *Ameiva ameiva* e *Echinanthera cephalomaculata*) nas *Parcelas Terrestres* e 1 *Tropidurus torquatus* e 2 *Ameiva ameiva* nas *Parcelas Ripárias*. Devido ao baixo número amostral não foi possível análises de estimativa de riqueza ou curva de rarefação.

1.1.4.4. Metais Pesados

Utilizamos amostras de 12 indivíduos da herpetofauna para analisar a concentração de metais pesados. Os indivíduos pertencem a 8 espécies, 5 da ordem Anura, 1 da ordem Gymnophiona e outras 2 da ordem Squamata (**Quadro 15**). Todos os indivíduos fazem parte dos BA1a e BA1b, ambos localizados no baixo rio Doce.

Quadro 15. Espécimes da herpetofauna coletados e analisados quanto a concentração de metais pesados analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Táxon / Bloco Amostral	BA1a	BA1b	Total
Anura	6	2	8
Bufonidae			
<i>Rhinella crucifer</i>	1		1
Hylidae			
<i>Boana semilineata</i>	1		1
Leptodactylidae			
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1		1
<i>Leptodactylus mystacinus</i>		1	1
Microhylidae			
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	3	1	4
Gymnophiona		1	1
Siphonopidae			
<i>Siphonops annulatus</i>		1	1
Squamata		3	3
Gymnophthalmidae			
<i>Leposoma scincoides</i>		2	2
Typhlopidae			
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>		1	1
Total	6	6	12

Quanto a representatividade da amostra, as espécies coletadas para as análises de metais pesados no BA1a representam 26,66%% da riqueza do Bloco. Quanto às guildas reprodutivas de que fazem parte as espécies amostradas: *Leptodactylus fuscus*, a rã-assobiadeira, e *Rhinella crucifer*, o sapo-cururu, são terrícolas e reproduzem-se em lagos ou brejos herbáceos rasos, com menos de 1 m de profundidade; *Stereocyclops incrassatus*, a rã-do-aguaceiro, é terrícola e de reprodução explosiva, se reproduzindo sazonalmente em poças temporárias formadas pelas fortes chuvas que iniciam o período chuvoso; *Boana semilineata*, a perereca-dormideira, é arborícola e reproduz em lagos acima de 1 m de profundidade (HADDAD et al., 2013). No Ba1b, as espécies coletadas representam 27,78% da riqueza, e também abrangeram espécies de diferentes guildas reprodutivas e substratos (CASTRO; SILVA-SOARES, 2016; HADDAD et al., 2013): a cobra-da-terra *Amerotyphlops brongersmianus* (serpente) e a cecília *Siphonops annulatus* (cobra-cega, Ordem Gymnophiona) são fossoriais e habitam as galerias subterrâneas do subsolo das áreas amostradas, sendo mais avistadas quando essas galerias são alagadas; o lagarto semifossorial *Leposoma scincoides* habita a serrapilheira das matas e cabrucas; a rã *Leptodactylus mystaceus*, espécie terrícola que também ocupa o mesmo ambiente que o lagarto supracitado e se reproduz em lagos rasos de água parada; e novamente, *S. incrassatus*, como supramencionado em BA1a.

A análise dos nove metais pesados exigidos pelo Parecer Técnico 01/2017 (IBAMA-COREC, 2017a) revelou a presença branda da maioria dos metais na maioria das espécies, mas também a presença de metais acima dos níveis de alerta para 3 das 8 espécies para o chumbo (**Quadro 16, Quadro 17**). Além do chumbo, todas as espécies apresentaram valores acima dos níveis referência para o cobre, e 3 delas também apresentaram valores acima para o zinco. Não existem estudos específicos que determinem os níveis máximos dos variados metais na fisiologia das espécies que amostramos, mas é plausível usar os níveis reconhecidos para outros organismos do mesmo grupo. Outra ressalva a se fazer é em relação ao tipo de exposição aos metais. Nos artigos usados como referência, a avaliação ocorreu através de exposição aguda aos diversos níveis de concentração dos metais. Isto é diferente do que reconhecemos como a situação mais comum que deve ser encontrada em campo pelas espécies que coletamos, em situação de influência crônica dos compostos. A consequência direta e importante disto é que a exposição constante a vários destes metais podem não causar os mesmos efeitos de uma exposição aguda, pois a análise também avalia metais que são essenciais à fisiologia dos organismos. Isto é, expostos a níveis relativamente

elevados, mas de forma gradual e constante pode permitir que o metabolismo de cada organismo proceda eliminando o excesso do metal, ou que estoque em estruturas de seus corpos como forma de bioindisponibiliza-los, como em estruturas queratinozas e similares, evitando colapso fisiológico ou malformações, quando em estágio embrionário de desenvolvimento.

O chumbo (Pb) é um poluente ambiental amplamente distribuído e que representa alto risco toxicológico. E este metal pesado foi encontrado acima dos níveis de referência de toxicidade em três ordens da herpetofauna: um anfíbio Anura, a rã *L. mystacinus*, um anfíbio Gymnophiona, a cobra-cega *S. annulatus*, e um réptil Lacertilia, o lagartinho da espécie *L. scincoides*. Todos os três são espécies associadas ao solo, sendo a rã e o lagarto terrícolas e a cobra-cega fossorial. A exposição ao chumbo pode resultar em efeitos adversos significativos para vários sistemas orgânicos. Não é acumulado homogeneamente dentro do corpo. Em vez disso, circula por todo o corpo e é distribuído por vários compartimentos fisiologicamente diferentes (ARRIETA et al., 2004). Como demonstrado por CHEN et al. (2006), altas concentrações de chumbo nas fases larvais (i.e. girinos) inibiram o desenvolvimento de *Rana pipiens*, que foi significativamente mais lento nos estágios iniciais. A maioria dos girinos de *R. pipiens* desenvolveram curvatura na coluna vertebral, que foi associada ao comportamento anormal da natação. Deste modo, a velocidade máxima de natação desses girinos foi significativamente menor do que em grupos não afetados (CHEN; GROSS; KARASOV, 2006). Anormalidades de desenvolvimento e comportamentais em anfíbios podem aumentar a suscetibilidade à predação (BRIDGES, 1999b) e comprometer a competição por recursos (BRIDGES, 1999a).

O zinco (Zn) foi o menos tóxico quando testado em girinos de *Microhyla ornata* e comparado ao mercúrio, cádmio, bronze, e manganês (JAYAPRAKASH RAO; MADHYASTHA, 1987). A rã-do-aguaceiro *S. incrassatus*, espécie terrícola que possui reprodução explosiva, reproduzindo em poças temporárias formadas pelas primeiras chuvas de verão, e de girinos de rápido desenvolvimento (HADDAD et al., 2013), foi o único anfíbio que apresentou níveis elevados de zinco. As duas espécies pertencem à mesma família e possuem o mesmo modo reprodutivo explosivo, embora ocorram em continentes distintos. Embora o zinco tenha sido o menos tóxico desses metais testados, altas dosagens tanto crônica quanto aguda em desovas ocasionaram em uma alta taxa de mortalidade (SPENCE et al., 2016). Em desovas mais desenvolvidas, os girinos eclodiam prematuramente e em um menor estágio de desenvolvimento. Essa eclosão

precoce também pode afetar significativamente a sobrevivência da vida adulta, porque assim como para o chumbo, larvas pequenas e menos desenvolvidas são mais suscetíveis à predação e competição (BRIDGES, 1999a, 1999b), poluição (COOKE, 1979), além de reduzir o aprendizado dos comportamentos alimentares (WARKENTIN, 1995, 1999). Ainda, adultos submetidos a exposições agudas de altas concentrações de zinco tiveram aumento do hormônio Corticosterona, um glicocorticoide associado a estresses fisiológicos (SPENCE et al., 2016).

Quanto ao cobre (Cu), todos os indivíduos analisados de anfíbios tiveram concentrações acima dos níveis de referência de toxicidade encontrados, similar ao estudo de KAPLAN & YOH (1961). Segundo os autores, o cobre à 0,1 g possui toxicidade o suficiente para matar girinos de *Rana pipiens*. Um estudo mais recente demonstrou que o efeito tóxico em níveis de cobre de 10 g, 25 g e 50 g são letais à embriões de *Bufo bufo* (DMITRIEVA, 2018). Os níveis de Cu encontrados no presente estudo (mínimo de 0,7 g em *L. fuscus* à máxima de 5,6 g em *S. annulatus*) superam o nível de referência de KAPLAN & YOH (1961) e estão dentro dos níveis de letalidade propostos por DMITRIEVA (2018).

Estudos que determinem os níveis de segurança de metais pesados para répteis são incomuns, sendo mais comumente estudados os répteis aquáticos como quelônios e crocodilianos (BURGER et al., 2009; FRANZELLITTI et al., 2004). Para répteis escamados – cobras, lagartos, anfisbênios –, essa informação é escassa. Não é possível usar os mesmos parâmetros utilizados para anfíbios devidos suas características morfológicas, como a presença de escama no corpo dos répteis, e ciclo de vida sem a fase larval livre-natante que a maioria dos anfíbios possui.

Malformações morfológicas visíveis externamente são algumas das deformidades mais comuns em anuros (BALLENGÉE; SESSIONS, 2009), sendo considerados como resultado de várias possíveis causas teratogênicas, *i.e.*, derivadas de agentes que podem causar danos durante o desenvolvimento embrionário. São causas descritas a radiação UV-B (BLAUSTEIN et al., 1997), infestação parasitária por trematódeos (JOHNSON, 1999; KIESECKER, 2002), micróbios ou outras doenças (SESSIONS; RUTH, 1990), poluentes ambientais, seja por pesticidas (LANNOO, 2008; OUELLET et al., 1997), ou, nosso foco neste estudo, os metais pesados, como o chumbo, identificado como causador de efeitos crônicos (malformações e mortalidade) em girinos (HUANG; DUAN; JI, 2014).

Vários relatos de anormalidades morfológicas em anfíbios têm sido documentados na literatura envolvendo gêneros de diferentes famílias com diferentes usos de habitat em todo o mundo (FERREIRA et al., 2014; MAHAPATRA; MOHANTY-HEJMADI; CHAINY, 2001; PIHA; PEKKONEN; MERILÄ, 2006; SILVA-SOARES; MÔNICO, 2017). No estado do Espírito Santo não é diferente, havendo inúmeros recentes relatos de diferentes áreas do Espírito Santo nos municípios de Santa Teresa (MÔNICO; SILVA-SOARES; CLEMENTE-CARVALHO, 2016; MÔNICO; SILVA-SOARES; KOCH, 2019), Linhares (ALVES, J., MÔNICO, A.T., VASCONCELOS, L., SILVA-SOARES, 2018), e em outros municípios com base dados não publicados (A. T. MÔNICO & T. SILVA-SOARES, *comunicação pessoal*). Embora sejam registros comuns na área, a minoria dos registros que fizemos em campo se referem a indivíduos com malformações.

Quadro 16. Concentrações de metais pesados nos tecidos da herpetofauna terrestre, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Metal / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. mg*kg ⁻¹	Média mg*kg ⁻¹	Desvio Padrão	Máx. mg*kg ⁻¹	Valor de referência mg*kg ⁻¹
Arsênio						
BA1a						-
Anura						
Bufonidae						
Rhinella crucifer	1				0,01	
Hylidae						
Boana semilineata	1				0,01	
Leptodactylidae						
Leptodactylus fuscus	1				0,01	
Microhylidae						
Stereocyclops incrassatus	3	0,012	0,012	0,000	0,01	
BA1b						
Anura						
Leptodactylidae						
Leptodactylus mystacinus	1				0,08	
Microhylidae						
Stereocyclops incrassatus	1				0,03	
Gymnophiona						
Siphonopidae						
Siphonops annulatus	1				0,27	
Squamata						
Gymnophthalmidae						
Leposoma scincoides	2	0,079	0,129	0,070	0,18	
Typhlopidae						
Amerotyphlops brongersmianus	1				0,09	
Cádmio						
BA1a						0,54 ¹
Anura						
Bufonidae						
Rhinella crucifer	1				0,01	
Hylidae						

Metal / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. mg*kg ⁻¹	Média mg*kg ⁻¹	Desvio Padrão	Máx. mg*kg ⁻¹	Valor de referência mg*kg ⁻¹
<i>Boana semilineata</i>	1				0,01	
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1				0,01	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	3	0,010	0,010	0,000	0,01	
BA1b						
Anura						
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	1				0,03	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	1				0,02	
Gymnophiona						
Siphonopidae						
<i>Siphonops annulatus</i>	1				0,09	
Squamata						
Gymnophthalmidae						
<i>Leposoma scincoides</i>	2	0,035	0,057	0,031	0,08	
Typhlopidae						
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	1				0,05	
Chumbo						
BA1a						
Anura						
Bufonidae						
<i>Rhinella crucifer</i>	1				0,04	
Hylidae						
<i>Boana semilineata</i>	1				0,04	
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1				0,08	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	3	0,034	0,036	0,001	0,04	
BA1b						
Anura						
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	1				0,19	

0,1²

Metal / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. mg*kg ⁻¹	Média mg*kg ⁻¹	Desvio Padrão	Máx. mg*kg ⁻¹	Valor de referência mg*kg ⁻¹
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	1				0,06	
Gymnophiona						
Siphonopidae						
<i>Siphonops annulatus</i>	1				0,16	
Squamata						
Gymnophthalmidae						
<i>Leposoma scincoides</i>	2	0,149	0,219	0,099	0,29	
Typhlopidae						
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	1				0,09	
Cobre						
BA1a						
Anura						
Bufonidae						
<i>Rhinella crucifer</i>	1				2,97	
Hylidae						
<i>Boana semilineata</i>	1				1,82	
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1				0,73	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	3	0,833	1,194	0,324	1,46	
BA1b						0,1 ²
Anura						
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	1				1,27	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	1				1,25	
Gymnophiona						
Siphonopidae						
<i>Siphonops annulatus</i>	1				5,60	
Squamata						
Gymnophthalmidae						
<i>Leposoma scincoides</i>	2	2,870	5,790	4,130	8,71	
Typhlopidae						

Metal / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. mg*kg ⁻¹	Média mg*kg ⁻¹	Desvio Padrão	Máx. mg*kg ⁻¹	Valor de referência mg*kg ⁻¹
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	1				3,48	
Cromo						
BA1a						
Anura						
Bufonidae						
<i>Rhinella crucifer</i>	1				0,02	
Hylidae						
<i>Boana semilineata</i>	1				0,02	
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1				0,01	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	3	0,020	0,062	0,038	0,09	
BA1b						
Anura						4,72 ³
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	1				0,16	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	1				0,06	
Gymnophiona						
Siphonopidae						
<i>Siphonops annulatus</i>	1				0,05	
Squamata						
Gymnophthalmidae						
<i>Leposoma scincoides</i>	2	0,079	0,193	0,161	0,31	
Typhlopidae						
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	1				0,06	
Ferro						
BA1a						
Anura						
Bufonidae						
<i>Rhinella crucifer</i>	1				17,60	-
Hylidae						
<i>Boana semilineata</i>	1				35,50	
Leptodactylidae						

Metal / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. mg*kg ⁻¹	Média mg*kg ⁻¹	Desvio Padrão	Máx. mg*kg ⁻¹	Valor de referência mg*kg ⁻¹
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1				24,20	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	3	39,100	49,500	15,164	66,90	
BA1b						
Anura						
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	1				182,00	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	1				25,00	
Gymnophiona						
Siphonopidae						
<i>Siphonops annulatus</i>	1				18,30	
Squamata						
Gymnophthalmidae						
<i>Leposoma scincoides</i>	2	39,500	97,250	81,671	155,00	
Typhlopidae						
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	1				22,70	
Manganês						
BA1a						
Anura						
Bufonidae						
<i>Rhinella crucifer</i>	1				9,66	
Hylidae						
<i>Boana semilineata</i>	1				7,75	
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1				4,24	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	3	2,270	3,567	1,449	5,13	
BA1b						
Anura						
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	1				5,38	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	1				3,76	

16,62⁴

Metal / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. mg*kg ⁻¹	Média mg*kg ⁻¹	Desvio Padrão	Máx. mg*kg ⁻¹	Valor de referência mg*kg ⁻¹
Gymnophiona						
Siphonopidae						
<i>Siphonops annulatus</i>	1				1,52	
Squamata						
Gymnophthalmidae						
<i>Leposoma scincoides</i>	2	1,610	2,675	1,506	3,74	
Typhlopidae						2,04 ⁴
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	1				1,47	
 Mercúrio						
BA1a						
Anura						
Bufonidae						
<i>Rhinella crucifer</i>	1				0,01	
Hylidae						2,04 ⁴
<i>Boana semilineata</i>	1				0,01	
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1				0,01	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	3	0,014	0,028	0,020	0,05	
BA1b						
Anura						
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	1				0,05	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	1				0,01	
Gymnophiona						
Siphonopidae						
<i>Siphonops annulatus</i>	1				0,05	
Squamata						
Gymnophthalmidae						
<i>Leposoma scincoides</i>	2	0,028	0,054	0,036	0,08	
Typhlopidae						
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	1				0,05	

Metal / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. mg*kg ⁻¹	Média mg*kg ⁻¹	Desvio Padrão	Máx. mg*kg ⁻¹	Valor de referência mg*kg ⁻¹
Zinco						
BA1a						
Anura						
Bufonidae						
<i>Rhinella crucifer</i>	1				11,20	
Hylidae						
<i>Boana semilineata</i>	1				18,00	
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus fuscus</i>	1				11,20	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	3	18,600	28,933	9,319	36,70	
BA1b						
Anura						24,06 ⁴
Leptodactylidae						
<i>Leptodactylus mystacinus</i>	1				23,50	
Microhylidae						
<i>Stereocyclops incrassatus</i>	1				14,50	
Gymnophiona						
Siphonopidae						
<i>Siphonops annulatus</i>	1				24,00	
Squamata						
Gymnophthalmidae						
<i>Leposoma scincoides</i>	2	19,000	22,450	4,879	25,90	
Typhlopidae						
<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	1				29,60	

Valores de referência segundo: 1- (JAMES; LITTLE, 2003); 2 - (CHEN; GROSS; KARASOV, 2006); 3 - (NATALE; BASSO; RONCO, 2000); 4 - (JAYAPRAKASH RAO; MADHYASTHA, 1987).

Quadro 17. Concentrações de metais pesados por amostra nos tecidos da herpetofauna terrestre, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Todas concentrações em mg*kg⁻¹.

Rótulos de Linha	Ordem	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercúrio	Zinco
8025772	Anura									
	Microhylidae									
	<i>Stereocyclops incrassatus</i>	0,01	0,01	0,04	1,29	0,07	39,10	3,30	0,02	31,50
8025775	Anura									
	Hylidae									
	<i>Boana semilineata</i>	0,01	0,01	0,04	1,82	0,02	35,50	7,75	0,01	18,00
8025779	Anura									
	Bufonidae									
	<i>Rhinella crucifer</i>	0,01	0,01	0,04	2,97	0,02	17,60	9,66	0,01	11,20
8025786	Anura									
	Microhylidae									
	<i>Stereocyclops incrassatus</i>	0,01	0,01	0,04	1,46	0,09	66,90	5,13	0,05	36,70
8025789	Anura									
	Microhylidae									
	<i>Stereocyclops incrassatus</i>	0,01	0,01	0,03	0,83	0,02	42,50	2,27	0,01	18,60
8025796	Anura									
	Leptodactylidae									
	<i>Leptodactylus fuscus</i>	0,01	0,01	0,08	0,73	0,01	24,20	4,24	0,01	11,20
8025824	Anura									
	Leptodactylidae									
	<i>Leptodactylus mystacinus</i>	0,08	0,03	0,19	1,27	0,16	182,00	5,38	0,05	23,50

Rótulos de Linha	Ordem	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercurio	Zinco
8025960	Squamata									
	Typhlopidae									
	<i>Amerotyphlops brongersmianus</i>	0,09	0,05	0,09	3,48	0,06	22,70	1,47	0,05	29,60
8025980	Anura									
	Microhylidae									
	<i>Stereocyclops incrassatus</i>	0,03	0,02	0,06	1,25	0,06	25,00	3,76	0,01	14,50
8025999	Gymnophiona									
	Siphonopidae									
	<i>Siphonops annulatus</i>	0,27	0,09	0,16	5,60	0,05	18,30	1,52	0,05	24,00
8026030	Squamata									
	Gymnophthalmidae									
	<i>Leposoma scincoides</i>	0,08	0,08	0,29	8,71	0,08	39,50	1,61	0,08	19,00
8026050	Squamata									
	Gymnophthalmidae									
	<i>Leposoma scincoides</i>	0,18	0,03	0,15	2,87	0,31	155,00	3,74	0,03	25,90

1.1.4.5. Táxons de interesse para a conservação

Dentro dos anfíbios encontradas neste estudo não foram identificadas espécies categorizadas como ameaçadas nas listas de espécies ameaçadas da IUCN, do ICMBio, ou nas estaduais do Espírito Santo ou Minas Gerais. Considerando que as espécies ameaçadas ou estejam restritas a pequenas áreas, ou possuem uma população pequena, podemos considerar o encontro dessas espécies, quando não através de campanhas direcionadas, raras e ocasionais. Dessa forma sugere-se a identificação de áreas alvos para proteção dessas espécies ou utilização espécies guarda-chuva. A proteção de guildas de comportamento reprodutivo pode ser uma alternativa para conservação de espécies ameaçadas. Como por exemplo, as espécies: *Megaelosia apuana*, *Phrynomedusa marginata*, *Physalaemus maximus*, *Cycloramphus fuliginosus* e *Dendropsophus ruschii* – todas são espécies registradas secundariamente e consideradas ameaçadas por alguma das listas vermelhas supracitadas – se reproduzem em pequenos riachos limpos no interior de florestas bem preservadas. Protegendo e monitorando tanto os riachos quanto espécies que possuem esta ecologia, como: *Ololygon carnevallii*, *Proceratophrys* sp., e *Aplastodiscus cavicola*, indiretamente se protege outros grupos de espécies mais vulneráveis. Neste contexto, sugerimos o estudo aprofundado de espécies que funcionem como guarda-chuvas de conservação dentro da Bacia Hidrográfica do rio Doce para as espécies categorizadas como ameaçadas: *Bokermannohyla circumdata*, *Gastrotheca megacephala*, *Haddadus binotatus*, *Ololygon carnevallii*, *Proceratophrys* sp., e *Aplastodiscus cavicola*.

Em Squamata, foi identificado uma espécie presente na lista de espécies ameaçadas do ICMBio: *Ameivula nativo*. Um lagarto endêmico da região de baixada da Mata Atlântica, presente em zonas de interesse mobiliário (CASTRO; SILVA-SOARES, 2016). Apesar de ser um grande potencial de interesse para a conservação, por sobreviver apenas próximo à faixa litorânea, estudos acerca dessa espécie não responderão a questões sobre o impacto do rompimento. Os táxons que foram abundantes em todos os BA são as espécies mais generalistas ou a associadas a ambientes antropizados. Dentre elas podemos citar quatro lagartos abundantes e de fácil estudo. *Ameiva ameiva* também conhecido como calango verde, é um lagarto de médio porte que possui uma ampla distribuição por todo território brasileiro com exceção da região Sul (CASTRO; SILVA-SOARES, 2016). Sua ecologia é bem estudada e é um animal de fácil encontro e captura.

A lagartixa-da-mata *Gymnodactylus darwinii* é um lagarto de pequeno porte, também de fácil encontro e captura, porém possui distribuição restrita ao se aproximar do cerrado, próximo a BA4. *Salvator marinae* é um lagarto de grande porte, um dos maiores da América do Sul, abundante tanto em habitats antropizados como em zonas conservadas, sendo importante ressaltar sua inclusão no apêndice II da CITES. Não obstante, e juntamente à serpente *Boa constrictor*, devido ao grande porte que atingem, e pelo apreço às suas carnes para alimentação, couros, para evitar danos às criações de aves, e até exploração como animais de estimação pelos humanos, ambos são frequentemente caçados em regiões rurais (CASTRO; SILVA-SOARES, 2016). Não obstante, tanto o teiú quanto a jiboia encontram-se listados no Apêndice II da CITES (CITES, 2018), que classificam as espécies ameaçadas pelo tráfico ilegal, comércio esse que pode chegar a movimentar de 10 a 20 bilhões de dólares por ano (WEBSTER, 1997). Sua distribuição transpassa toda a área **BHrD**, possui também técnicas de captura de fácil execução e baixo custo.

Por último *Tropidurus torquatus* é uma espécie de médio porte, que possui ampla distribuição por toda a área da **BHrD**. Possivelmente é a espécie melhor adaptada à ambientes antropizados, possuindo uma abundância muito alta em cidades. Os táxons supracitados não possuem interesse para a conservação, visto que, estes não são considerados como ameaçados de extinção. No entanto, estes são candidatos para estudos com metais pesados, viabilidade populacional e outros efeitos que o rompimento da barragem possa ter ocasionado. Dessa forma, sugere-se a utilização dessas espécies, para o entendimento dos efeitos do rompimento e posterior extrapolação para outros grupos. Outro grupo de importância para a conservação são os animais peçonhentos como as serpentes popularmente conhecida por jararaca e coral-verdadeira, respectivamente *Bothrops jararaca* e *Micrurus corallinus*, as quais possuem grande importância médica.

1.1.5. Conclusões e recomendações

Apesar do imenso esforço amostral executado durante as duas campanhas, os resultados ainda são limitados. Não há uniformidade nas UA, o número de *Parcelas Terrestres* é muito superior ao de *Parcelas Ripárias* ou em *Ilhas*. Recomendamos que ao menos haja investimento diferencial de tempo de esforço entre essas UA, embora o ideal fosse ter mais UA nas *Parcelas Ripárias* e *Ilhas*, ainda mais considerando que boa parte dos organismos do grupo são altamente dependentes da água.

Enquanto que pelo levantamento de dados secundários registramos a provável ocorrência de espécies-chave (ameaçadas, raras, endêmicas, etc.), o levantamento primário registrou basicamente apenas espécies de baixo potencial conservacionista, abundantes e não ameaçadas. Em geral, todas as curvas de rarefação mostraram acentuada inclinação, sem qualquer sinal de estabilização para todas as áreas, o que significa que muitas espécies serão registradas com a continuação do esforço de campo. Mesmo assim, existem anfíbios e répteis que dificilmente serão registrados por possuírem hábitos de vida que não serão avaliados pelos métodos empregados atualmente no estudo, como anfíbios de dossel, fossoriais ou exclusivamente aquáticos. As espécies capturadas e que possuem abundância relativamente alta e estão amplamente distribuídas na **Área de Estudo** são candidatos para a avaliação das concentrações de metais pesados, viabilidade populacional e outros efeitos que o rompimento da barragem possa ter ocasionado.

Com o aumento do esforço, esperamos o registro de espécies relevantes para conservação. Por exemplo, para Squamata registramos 14 das 28 espécies por um só indivíduo. A maioria destas também não é rara nem de interesse para conservação. Essa dificuldade de registro, e consequentemente, de monitoramento desse grupo, se dá, em parte, pela divisão do tempo de esforço para o uso e revisão de muitos métodos de amostragem. Esses animais são mais facilmente registrados por *busca ativa*, mas o tempo de esforço relativo do método durante a campanha é relativamente baixo.

As *Parcelas Ripárias*, mais ligadas ao ambiente aquático, foram as áreas mais diversas, principalmente em Hylidae, a família mais especiosa na região neotropical. Mesmo assim, a abordagem de avaliação padronizada, usando a distância do rio Doce como preditor da riqueza de espécies não detectou alterações dessa variável para a herpetofauna da região, à exceção do BA1b e BA3, cada um em uma estação (**Quadro 18**). Nesta avaliação o impedimento de acesso às áreas do BA4 em duas das três campanhas que realizamos não permite que possamos tirar conclusões para a zona supostamente mais afetada, no município de Mariana, MG.

Ao relacionarmos os dados da composição e abundância de espécies de cada uma das comunidades ao longo dos BA, curiosamente a proximidade e cobertura de ambientes aquáticos não foi relevante para a estruturação das comunidades (**Quadro 18**), mas em quase todos os BA, a cobertura e/ou distância de ambientes naturais se opôs como influência às variáveis ligadas ao uso e ocupação humano do espaço. A influência dessas variáveis se deu de maneira razoavelmente homogênea nos BA, desde Mariana,

MG, até Linhares, ES, o que nos faz crer que a análise captou uma resposta das comunidades ao processo histórico de uso e ocupação da **BHrD**, ao menos até esse momento, indistinguível do impacto gerado pelo rompimento da barragem de Fundão.

Quadro 18. Resumo quantitativo das distâncias em relação ao rio Doce e variáveis de uso e cobertura do solo de influência para a Herpetofauna durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Abordagem / Bloco Amostral	BA4	BA3	BA2	BA1b	BA1a
Distância do rio Doce (m)					
<i>Parcelas Ripárias</i>	-	1.000	-	500	-
<i>Parcelas Terrestres</i>	-	-	-	-	-
Uso e cobertura do solo - Composição de espécies					
<i>Parcelas Ripárias</i>		Barragem Uso antrópico	Município Barragem Rio Doce UC Uso natural	Município Uso natural	
<i>Parcelas Terrestres</i>	Uso antrópico	Município Barragem UC Uso antrópico Uso aquático Uso degradado Uso natural		Município Barragem Rio Doce UC Uso antrópico Uso degradado Uso natural	

Portanto, ainda não é possível responder se houve e quais os impactos para as espécies da herpetofauna. Há ajustes a serem feitos nos métodos e o delineamento amostral, como por exemplo, o aumento do esforço em *busca ativa*, tanto no período diurno quanto noturno. A *busca ativa* permite encontrar todo o tipo de anfíbio e réptil enquanto os métodos de captura passiva estão voltados à capturar somente a herpetofauna de terrícola ou semifossorial, habitante da serrapilheira e/ou que não possua, no caso dos anfíbios, discos adesivos que permitam escalar e fugir das armadilhas ou, no caso dos répteis, serpentes de grande porte que as permitam entrar e sair das armadilhas.

Não obstante, recomendamos ou a intensificação do esforço amostral em *Parcelas Ripárias*, áreas essas associadas com ambientes paludícolas que são justamente os que a herpetofauna está mais intimamente relacionada. Todavia, ambientes paludícolas de grande porte, como a calha principal do rio Doce, tributários largos, grande lagoas e afins, não correspondem necessariamente ao habitat ideal para anfíbios e répteis. Esse

grupo pode ser encontrado nas margens e bordas desses ‘grandes’ habitats, mas o foco para o encontro e estudo dos mesmos deveriam estar no que podemos chamar aqui de subambientes paludícolas, *i.e.*, brejos, pequenos lagos, pequenos rios, riachos em áreas abertas e florestadas, várzeas, açudes, todos preferencialmente com densa vegetação ou em beira de mata. Estes seriam os ambientes ideais para o monitoramento do impacto da lama de rejeitos em cima da fauna de anfíbios e répteis. Contudo, de áreas adjacentes, próximas ao rio Doce, e que possivelmente tenha tido alguma interferência da lama em si.

Devem ser considerados como indicadores para a sequência do monitoramento, o grupo dos anfíbios anuros, pois em geral são mais susceptíveis às mudanças ambientais por suas características morfológicas e fisiológicas. Especificamente àquelas espécies de anuros que utilizam habitats paludícolas lênticos (*e.g.*, brejos, lagos, lagoas, açudes). Todavia, esses ambientes devem possuir conexão com o rio Doce e ter sido afetado pela lama de rejeito. Recomendamos o uso do método de *busca ativa*, inclusive para ampliar a busca por indivíduos com malformações, tanto nos adultos (polidactilia, ectrodactilia, braquidactilia), quanto em girinos, onde as malformações estão geralmente presentes na boca. Estes grupos também devem ser foco de avaliação de metais pesados, bem como espécies que ocorrem nesses ambientes ao longo do rio Doce, com ou sem malformações: família Hylidae (espécies do gênero *Boana*, *Dendropsophus* e *Scinax*), Bufonidae (*Rhinella* spp.) e Leptodactylidae (*Leptodactylus* spp. e *Physalaemus* spp.).

1.1.5.1. Perguntas a serem respondidas pelo monitoramento

No Parecer Técnico nº 01/2017, os órgãos ambientais levantaram oito perguntas principais que são o foco do presente estudo. Após o primeiro ano de avaliação ecológica rápida da herpetofauna ao longo do rio Doce e seus tributários, foi possível avaliar se tais questões são factíveis de serem respondidas ou não. Abaixo estão as questões com seus respectivos comentários.

1) Qual o impacto do evento sobre as espécies da fauna terrestre e aquática?

A ausência de estudos de robustos compreendendo a fauna de anfíbios e répteis do rio Doce, desenvolvidos a priori ao rompimento da barragem dificulta responder qual seria o maior impacto a herpetofauna terrestre (considerando que a aquática – quelônios e crocodilianos – estão sendo tratados separadamente. Todavia, a maior parte dos anfíbios anuros e gimnofionos, assim como os répteis escamados Lacertílios e

Serpentes, tendem a habitar habitats mais diminutos quando em comparação com o rio Doce em si. A maior parte da herpetofauna está associada à brejos, lagoas de borda ou interior de mata, pequenos córregos de borda, interior de mata ou mesmo de áreas abertas, enfim, microambientes diferentes do cenário que é encontrado às margens do rio Doce. Nessa premissa, não há previsão de espécies que possam ter sido diretamente afetadas por habitarem exclusivamente o leito do rio Doce. Paralelamente, também não é possível detectar mudanças na composição de espécies de fauna terrestre afetadas pelo desastre da calha principal. Salientamos a enorme necessidade de se investigar essas outras espécies que habitam esses ambientes marginais que foram também afetados pela lama de rejeitos.

2) Houve acumulação de metais nas diferentes espécies e no solo?

Houve acumulação de metais em algumas espécies, porém, exclusivamente de anfíbios. Duas das oito espécies analisadas apresentaram níveis elevados para o chumbo; uma espécie de anfíbio também apresentou valor acima para o zinco e todas as espécies de anfíbios apresentaram valores acima dos níveis referência para o cobre (Cu). Considerando o amplo esforço amostral e abundância encontrada durante as amostragens, os anfíbios adultos analisados provavelmente não estão sujeitos à grandes concentrações de agentes teratogênicos na Área de Estudo. Entretanto, é importante dar atenção aos girinos ou aos jovens dessas espécies, buscando por malformações e verificar-se suas possíveis causas. Sugerimos o foco na análise de indivíduo de áreas ripárias, principalmente àquelas diretamente acometidas pela lama de rejeito de minério. Isto seria possível de fazer estudado lagoas adjacentes ao rio Doce, de forma pareada, tanto as que possuem conexão direta com o rio como as que ficam na mesma região e estão isoladas. É importante também dar atenção a verificação da presença de anomalias nos indivíduos capturados, e em eventual presença, os espécimes devem ser coletados e analisados quanto à presença de metais pesados.

3) Até qual distância do rio Doce a acumulação de metais foi observada?

Considerando que somente foram analisados espécimes dos pontos amostrais denominados BA1a e BA1b, não é possível avaliar até qual distância do rio Doce a acumulação de metais foi observada, nem como os metais pesados estão circulando nas cadeias.

4) Como os metais pesados estão circulando nas cadeias?

Não é possível avaliar essa questão com o delineamento amostral exigido. Seria necessário um estudo mais abrangente e específico para responder tal pergunta, mapeando uma ou mais cadeias para estabelecer as relações e só então avaliar a acumulação e eventual transferência de metais entre níveis.

5) Como as taxas de ocupação das diferentes espécies são afetadas pelas distâncias de rios, bordas, estradas e ferrovias, e aspectos físicos e químicos?

Não possuímos áreas no delineamento amostral exigido que sejam representativas destes tratamentos, que por si só não possuem significado para avaliar o rompimento de uma barragem de rejeitos de mineração. A distância do rio foi diretamente avaliada e está separadamente apresentada nos resultados, sendo, portanto, uma etapa cumprida.

6) Áreas protegidas por Unidades de Conservação (UC) e aquelas fora de UC são semelhantes em termos de estruturas de comunidades ou são complementares?

Não há delineamento amostral dedicado a responder esta questão. De modo geral são complementares, algo já esperado, mas não amostramos de forma representativa áreas fora de UCs que sejam passíveis de análise quando aos impactos no rio Doce. Portanto, esta questão não pode ser respondida da forma que o monitoramento está estruturado.

7) Como se dará a recolonização das áreas que foram restauradas?

Nenhuma parcela amostrada para herpetofauna se encontra em áreas restauradas ou em restauração. Deste modo, não é possível responder como se dará a recolonização dessas áreas.

8) É possível detectar mudanças na composição de espécies de fauna terrestre afetadas pelo desastre?

Não há estudos pretéritos sobre a herpetofauna habitante da calha principal do rio Doce e não possuímos áreas de amostragem determinadas e dedicadas a esta pergunta. Portanto, esta pergunta não possui potencial de resposta nem em curto quanto em longo prazo.

1.2. CLASSE MAMMALIA

1.2.1. Ordens Rodentia e Didelphimorphia

1.2.1.1. Introdução

Mamíferos da ordem Rodentia com peso corporal médio inferior a 1 kg (famílias Cricetidae e Echimyidae), juntamente com os marsupiais didelfídeos, constituem o grupo dos pequenos mamíferos não voadores (CHIARELLO, 2000). Apesar de morfologicamente e filogeneticamente distintos, habitats e hábitos alimentares semelhantes são fatores que influenciam na formação de comunidades ricas e diversas (DELICIELLOS, 2016; LIMA et al., 2010; MACEDO et al., 2007; VIEIRA et al., 2009). No Brasil, há 701 espécies de mamíferos registradas até o momento, sendo 55 da ordem Didelphimorphia e 196 de pequenos roedores (PAGLIA et al., 2012). Entre estas, 22 espécies de marsupiais e 78 de pequenos roedores ocorrem no bioma Mata Atlântica, totalizando 100 espécies de pequenos mamíferos não voadores (PAGLIA et al., 2012).

A composição da comunidade dos mamíferos de pequeno porte é considerada indicadora das condições da biota de uma área (CAREY; JOHNSON, 1995). É relevante ferramenta para o estudo da conservação devido à ampla diversidade e riqueza dos animais, grau de endemismo do grupo, intensa estratificação vertical, à alta fecundidade e à baixa mobilidade das populações (BONVICINO; LINDBERGH; MAROJA, 2002). Além disso, o grupo tem papel significativo nos diferentes níveis tróficos, influenciando a composição e a diversidade da flora através da predação de sementes e frutos e da polinização (CÁCERES, 2002; CHARLES-DOMINIQUE et al., 1981), auxiliando no controle de invertebrados terrestres (e.g. CARVALHO et al., 1999) e fazendo parte da dieta de mesopredadores, sejam eles répteis, aves ou outros mamíferos (HANSKI et al., 2001; KREBS, 1996). Dessa maneira, eles trazem respostas rápidas de processos ambientais que estejam ocorrendo em um determinado ambiente (ou seja, são importantes bioindicadores) (AL SAYEGH PETKOVŠEK; KOPUŠAR; KRYŠTUFEK, 2014; BONVICINO; LINDBERGH; MAROJA, 2002; TALMAGE; WALTON, 1991; TOCCHET, 2009). Portanto, são grupos-base para a avaliação de áreas diretamente afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão, ocorrido em novembro de 2015.

A **BHRD** está inserida no bioma Atlântico e sofre com o desmatamento, a fragmentação e o elevado depósito de dejetos e rejeitos em seu curso d'água (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2016; FELIPPE et al., 2016). O conhecimento da fauna e da flora da bacia é de certo modo bastante restrito àquele disponibilizado pelas UCs existentes na área

e provenientes de alguns projetos de pesquisa, como fica evidente pelo extenso levantamento de informações secundárias apresentadas neste documento. Nos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, há 346 UCs, das quais delas estão na Mata Atlântica e 37, por sua vez, nos domínios da **BHRD** (MMA, 2011). Menos de um terço das UCs da bacia (11 UCs) possui Plano de Manejo: duas em Minas Gerias (Área de Proteção Ambiental Santana do Paraíso e Parque Estadual do Rio Doce [PERD]) e as outras nove no Espírito Santo (Área de Proteção Ambiental Conceição da Barra, Área de Proteção Ambiental de Praia Mole, Floresta Nacional de Goytacazes, Floresta Nacional de Rio Preto, Parque Estadual de Itaúnas, Parque Natural Municipal do Aricanga Waldemar Devens, Reserva Biológica de Comboios, Reserva Biológica de Sooretama e Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim) (MMA, 2011).

Dos 11 Planos de Manejo existentes, cinco não incluíram a lista de pequenos mamíferos não voadores (Área de Proteção Ambiental Santana do Paraíso, Floresta Nacional de Goytacazes, Floresta Nacional de Rio Preto, Reserva Biológica de Comboio e Reserva Biológica de Sooretama). Os outros apontam para a ocorrência de nove espécies da ordem Didelphimorphia e 13 espécies de pequenos roedores, contabilizando 19 espécies de pequenos mamíferos não voadores. De acordo com a área de distribuição das espécies de pequenos mamíferos, ocorrem ao longo da **BHRD** 13 espécies de marsupiais e 38 de pequenos roedores, totalizando 51 espécies de pequenos mamíferos não voadores (MELO; SPONCHIADO, 2012; PATTON et al., 2015).

A maioria dos pequenos mamíferos possui hábito cursorial ou arborícola, mas há espécies diretamente relacionadas à água (*i.e.*, de hábito semiaquático) e semifossoriais, habitantes de regiões ripárias e que estão diretamente sujeitas ao impacto do rompimento da barragem. Além de contaminar o rio Doce, os rejeitos destruíram o ambiente ripário entre a barragem de Fundão e a de Candonga, afetando potencialmente também a fauna. Trechos a jusante de Candonga foram diretamente impactados pela deposição de rejeitos, mas não de forma mecânica. Como habitantes desses ambientes, os pequenos mamíferos estão sujeitos à perda de habitat e ao decréscimo populacional, que por sua vez podem desencadear outros efeitos na teia alimentar, causar diminuição de recursos e comprometer a polinização e a dispersão de sementes. Outro efeito indireto potencial é o aumento da competição em comunidades vizinhas, provocado pela migração de pequenos mamíferos provenientes da área atingida.

Apesar da importância ecológica do grupo, há lacunas de conhecimento sobre a mastofauna de pequeno porte não voadora da **BHrD**. Antes do rompimento da barragem em Bento Rodrigues, em 2015, o conhecimento dos pequenos mamíferos não voadores era restrito, concentrado nas UCs da região. Ainda assim, os pequenos mamíferos apresentam alta taxa de endemismo nesse bioma. Desta maneira, esse estudo aborda a composição dos pequenos mamíferos não voadores ao longo do Rio Doce, buscando entender os efeitos do rompimento da barragem de Fundão sobre o grupo.

1.2.1.2. Objetivos específicos

- Caracterizar a comunidade de pequenos mamíferos não voadores da **BHrD**;
- Definir quais e como os impactos afetam os táxons monitorados;
- Comparar a comunidade de pequenos mamíferos não voadores quanto à sua riqueza e composição em relação à distância do rio Doce para cada BA;
- Definir espécies de pequenos mamíferos indicadoras das áreas prioritárias e processos ecológicos que serão objeto de monitoramento de longo prazo em programas específicos (após o primeiro ano de avaliação).

1.2.1.3. Material e métodos

1.2.1.3.1. Dados secundários da Bacia Hidrográfica do rio Doce

Os dados secundários deste grupo de mamíferos foram obtidos a partir dos Planos de Manejo das seis UCs de Minas Gerais e do Espírito Santo inseridas nos municípios pertencentes à **BHrD**, quais sejam: PERD (IEF, 2019); Área de Proteção Ambiental Conceição da Barra (IEMA, 2013); Área de Proteção Ambiental de Praia Mole (IEMA, 2011); Parque Estadual de Itaúnas (IEMA, 2004); Parque Natural Municipal do Aricanga Waldemar Devens (IEMA, 2009); e Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim (IEMA, 2010a).

Além disso, a lista de espécies de potencial ocorrência foi construída com base nos registros reportados pela literatura especializada ou pela consulta direta aos mapas de distribuição conhecida para cada espécie, desde que coincidentes com a área da **BHrD** (EISENBERG; REDFORD, 1999; GARDNER, 2008; IEF, 2019; IEMA, 2004, 2009, 2010b, 2011, 2013; MELO; SPONCHIADO, 2012; PATTON et al., 2015; PATTON; PARDIÑAS; D'ELÍA, 2015; VOSS; DÍAZ-NIETO; JANSÁ, 2018). Por fim, foram

consultados o banco de dados do sistema de *SpeciesLink* para todas as espécies de Rodentia e Didelphimorphia em todos os municípios da **BHRD**.

1.2.1.3.2. Procedimentos de campo

Para a amostragem das espécies de pequenos mamíferos não voadores, foi adotado o método de captura-marcação-recaptura (GENTILE; FERNANDEZ, 1999; PRADEL, 1996), por meio do uso de armadilhas de captura viva (*live traps*). Para isso, utilizaram-se armadilhas dos modelos *gaiola* de arame galvanizado (tipo gancho, ca. 32 x 15 x 15 cm) e *Shermans* (25 x 8 x 9 cm). No total, foram amostradas 103 parcelas pertencentes a 19 módulos, compreendendo ambientes distribuídos entre os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Durante as duas campanhas de campo, foram encontradas dificuldades e restrições de acesso a diversas áreas, detalhadas anteriormente (**Volume I, Item 5.2**), que limitaram, de certo modo, o esforço e sucesso de amostragem.

Em cada parcelas de 250 m, foram instalados 25 postos de captura, distantes 10 m entre si e próximos ao corredor central. Cada posto recebeu uma armadilha, alternando-se entre uma *gaiola* no solo e uma *Sherman* no sub-bosque (**Foto 1, Figura 2**).



Foto 1. Armadilha do tipo *gaiola* instalada no chão para captura de pequenos mamíferos em uma das parcelas RAPELD instalados para o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.



Figura 2. Armadilhas *Sherman* (A) e *gaiola* (B) instaladas no sub-bosque para captura de pequenos mamíferos em uma das parcelas dos módulos RAPELD instalados para o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Todas as parcelas foram armadilhadas a partir do piquete de 10 m e, em todos os casos, o armadilhamento da primeira parcela foi com uma armadilha tipo *gaiola* no chão ao pé desta marcação. Além dessas, também foram instaladas cinco armadilhas do tipo *Sherman* no dossel a cada 50 m (**Foto 2**), com base em uma modificação do modelo de GRAIPEL; ASTÚA DE MORAES (2004). Em alguns casos, o ambiente amostrado não oferecia as condições adequadas para a instalação da armadilha no dossel. Com isso, estas armadilhas passaram a compor o armadilhamento presente no sub-bosque e, quando esta instalação também não foi possível devido à ausência desse estrato, a *Sherman* foi colocada no solo, independente da outra armadilha já instalada no mesmo

posto de captura. A alternância das armadilhas em estratos diferentes visa à captura de espécies com diferentes hábitos locomotores, *i.e.*, terrestres, arborícolas e escansoriais (ASTÚA et al., 2006; FONSECA; KIERULFF, 1988; MOURA, 1999). As armadilhas foram iscadas com banana, pasta de amendoim, sardinha e fubá ou farinha de milho ou canjiquinha para atração de espécies de diferentes hábitos alimentares. Elas foram vistoriadas todas as manhãs e as iscas repostas após cada captura ou sempre que necessário (iscas estragadas, com formigas ou ausentes).

Os pequenos mamíferos não voadores também foram amostrados por meio das armadilhas de interceptação e queda (*pitfall traps*), utilizadas em conjunto com a amostragem da herpetofauna (**Foto 3**). Os *pitfall traps* foram instalados ao final de cada parcela para não interferirem nas coletas dentro da parcela, seguindo-se o desenho de Y (formato radial) (CATLING; BURT; KOOYMAN, 1997), onde quatro baldes de 60 litros foram enterrados com suas bocas rentes ao solo, distantes 8 m entre si. Os baldes foram interligados por lonas de 0,5 m de altura (cercas-guia).

A amostragem teve a duração de cinco noites consecutivas, totalizando esforço amostral de 170 armadilhas-noite por parcela e 17.510 armadilhas-noite nas 103 parcelas (*pitfalls* incluídas). Os indivíduos capturados foram sexados marcados com brincos numerados (**Figura 3**) e tiveram as registrados a massa corporal (em gramas) o comprimento das seguintes medidas (em milímetros): cabeça-corpo, cauda, pata posterior com e sem garra e orelha (**Figura 4**).

Para a identificação da condição reprodutiva, consideraram-se as categorias grávida, lactante ou inativa para as fêmeas e presença ou ausência de testículos escrotados para os machos. Para os roedores, a classe etária foi definida entre infante, juvenil ou adulto com base no tamanho dos indivíduos. Para os marsupiais, foram utilizadas as classes dentárias para definição da classe de desenvolvimento dos indivíduos (MACEDO et al., 2006). Todos estes dados foram registrados em planilhas padronizadas para cada espécime capturado, onde também foram anotados o estrato e o tipo da armadilha de captura. Após este procedimento, os animais foram soltos no mesmo local de captura. Espécimes coletados de acordo com a autorização do Ibama nº 10/2018 CGBIO/DBFLO foram taxidermizados e depositados na coleção de Mastozoologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, mediante apresentação de carta de aceite da instituição depositária.



Foto 2. Armadilha *Sherman* posicionada em armação de madeira de plataforma usada para captura de pequenos mamíferos arborícolas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.



Foto 3. Armadilha de interceptação e queda (*pitfall traps*) para captura de pequenos mamíferos, utilizadas em conjunto com a amostragem da Herpetofauna, em uma das parcelas dos módulos RAPELD instalados para o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.



Figura 3. Brincos metálicos numerados (a esquerda) usados para a marcação individual de pequenos mamíferos capturados (a direita) durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Fonte: *National Band & Tag Company Inc.* (<https://nationalband.com/lab-animal-tags>).



Figura 4. Contenção física de pequenos mamíferos capturados para aferição de medidas e características morfológicas externas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.1.3.3. Identificação Taxonômica e Tombamento de amostras

A identificação do *status* taxonômico dos exemplares e a lista de espécies de pequenos mamíferos não voadores esperadas para a **BHrD** foram embasadas em MELO & SPONCHIADO (2012) para a ordem Didelphimorphia, com exceção do gênero *Philander* (VOSS; DÍAZ-NIETO; JANSÁ, 2018), e PATTON et al. (2015) para a ordem

Rodentia, com exceção do gênero *Oecomys* (SUÁREZ-VILLOTA et al., 2017). Os espécimes com identificação incerta para espécie (cf.) foram alocados na mesma espécie a que se referem. Os espécimes identificados apenas até o nível genérico não foram contabilizados na riqueza das espécies, sendo considerados apenas para o cálculo da abundância.

O preparo do material testemunho de todas as amostras já coletadas foi feito em campo, seguindo as condutas atuais de biossegurança (KELT; HAFNER, 2010). Os animais foram mortos seguindo as normas vigentes no Brasil (MCTIC, 2018), preparados por taxidermista treinado para Depósito nas Coleções de Vertebrados do Museu de Ciências da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e na Coleção de Vertebrados da Universidade Federal de Viçosa/MG.

1.2.1.3.4. Análise dos dados

Para as análises quantitativas dos dados, as 103 parcelas ao longo do Rio Doce foram divididas em três abordagens, de acordo com a influência pressuposta do impacto (segundo SÁNCHEZ, 2015) nas áreas em função da proximidade do rio. As parcelas pertencentes às *Áreas Afetadas* estão próximas da calha e das margens do rio Doce, desde Bento Rodrigues até Regência, e das planícies inundadas, próximas à foz no Espírito Santo. Assim, os dados dos pequenos mamíferos foram analisados qualitativa e quantitativamente por segmento amostrado.

1.2.1.3.4.1. Esforço amostral e sucesso de captura

O esforço amostral foi calculado como o número de armadilhas multiplicado pelo número de trilhas, parcelas e blocos amostrais. O sucesso de captura foi calculado pela divisão do número de registros (capturas) pelo esforço amostral, tanto por campanha quanto total (*i.e.*, considerando-se as duas campanhas).

1.2.1.3.4.2. Riqueza, abundância e índices ecológicos

A organização dos dados brutos e a elaboração dos gráficos foram feitas no *software* Microsoft Excel®. A comunidade de pequenos mamíferos foi analisada através de parâmetros como riqueza e abundância. A riqueza observada foi determinada como o número de espécies e a abundância, como o número de indivíduos de cada espécie. Já a estimativa da riqueza para a área foi feita com base na curva de acumulação de

espécies, elaborada no *software* EstimateS 9.1 (COLWELL, 2016) e com a utilização do estimador não paramétrico *Jackknife* de 1ª ordem.

Além da riqueza e abundância, foram utilizados como parâmetros de avaliação da comunidade para cada ambiente os índices de equitabilidade e diversidade. A diversidade foi determinada através do índice de *Shannon-Wiener* (H'). Depois de calculados os valores do H' para cada área, um valor de equidade foi calculado através do Índice de *Pielou* (J'), que varia entre zero e um, de maneira que quanto mais o valor se aproxima de um, mais homogênea é a distribuição do número de indivíduos entre as espécies. Ambos os índices foram calculados no *software* Microsoft Excel®.

1.2.1.3.4.3. Espécies raras, bioindicadoras, ameaçadas e endêmicas

A **Área de estudo** e a **BHRD** como um todo foram avaliados qualitativamente quanto à comunidade de pequenos mamíferos registrada nos módulos, assim como em relação às espécies de potencial ou sabida ocorrência para os municípios.

Foram definidas como raras as espécies de pequenos mamíferos não voadores com pequena área de distribuição e baixa abundância (GASTON, 1994). Quanto às espécies bioindicadoras, entre as distintas definições, foram consideradas como aquelas utilizadas para caracterizar o ambiente e/ou avaliar as condições ou mudanças ambientais (HEINK; KOWARIK, 2010). Assim, a presença e a condição das populações de pequenos mamíferos não voadores de hábito semiaquático e semifossorial foram selecionadas como indicadores das condições ambientais, visto serem grupos diretamente afetados pelo evento de rompimento da barragem do Fundão.

O *status* de ameaça das espécies de pequenos mamíferos não voadores foi obtido em nível internacional (IUCN, 2019a), nacional (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018a) e estadual (COPAM, 2010; PASSAMANI; MENDES, 2007). Por fim, o grau de endemismo das espécies foi definido como a ocorrência exclusiva na Mata Atlântica (PAGLIA et al., 2012).

1.2.1.4. Resultados

1.2.1.4.1. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce

Registramos a ocorrência de 47 espécies pequenos mamíferos não voadores na **BHRD** (**APÊNDICE 32**). Destas, 34 pertencem à ordem Rodentia, abrangendo as famílias Cricetidae (24 espécies), Echimyidae (oito espécies), Sciuridae (uma espécie) e Caviidae (uma espécie). As 13 espécies restantes pertencem à ordem Didelphimorphia, Família Didelphidae, incluindo as subfamílias Didelphinae (12 espécies) e Caluromyinae (uma espécie). Dessa maneira, a riqueza de espécies de pequenos mamíferos não voadores estimada para a **BHRD** corresponde a 47% das espécies para a Mata Atlântica e a 16% das espécies brasileiras para esse grupo (PAGLIA et al., 2012).

Das espécies de ocorrência potencial para **BHRD**, os roedores *Abramomya ruschii*, *Akodon montensis*, *Blarinomys breviceps*, *Calomys cerqueirai*, *Hylaeamys laticeps*, *Rhagomys rufescens*, *Euryzygomatomys spinosus*, *Trinomys graciosus*, *T. paratus* e *Trinomys setosus* (N = 10) e os marsupiais *Chironectes minimus*, *Monodelphis iheringi* e *Monodelphis scalops* (N = 3) são consideradas espécies raras.

Quanto ao endemismo, 18 espécies (38,29%; 13 roedores [nove Cricetidae e quatro Echimyidae] e 5 marsupiais) das espécies de pequenos mamíferos de potencial ocorrência na **BHRD** são endêmicas da Mata Atlântica. As espécies de pequenos mamíferos não voadores de hábito semiaquático – *Holochilus brasiliensis*, *Nectomys squamipes* e *Chironectes minimus* (N = 3) – e aquelas de hábito semifossorial – *Abramomya ruschii*, *Blarinomys breviceps*, *Oxymycterus dasytrichus* e *Euryzygomatomys spinosus* (N = 4) – foram consideradas indicadoras das condições ambientais no rio Doce, pois possuem habitat diretamente afetado pelos rejeitos. Além destas, também foram consideradas indicadoras 10 espécies de distribuição restrita nos municípios dentro da **BHRD**, quais sejam: *Akodon montensis*, *Blarinomys breviceps*, *Calomys cerqueirai*, *Holochilus brasiliensis*, *Hylaeamys laticeps*, *Nectomys squamipes*, *Oxymycterus dasytrichus*, *Rhagomys rufescens*, *Kannabateomys amblyonyx* e *Trinomys graciosus*.

Na lista de potencial ocorrência para pequenos mamíferos não voadores na **BHRD**, há sete espécies com algum nível de ameaça reconhecido atualmente, sendo cinco espécies de roedores e duas de marsupiais. Na lista de mamíferos ameaçados de Minas Gerais, há apenas duas espécies de mamíferos de pequeno porte ameaçadas – um

roedor, *Abrawayaomys ruschii*, e um didelfídeo, *Chironectes minimus* – ambas classificadas como vulneráveis (VU). Estas mesmas espécies são classificadas na categoria criticamente em perigo (CR) na lista do Espírito Santo. Além delas, estão listados na mesma categoria de ameaça o roedor equimídeo *Kannabateomys amblyonyx* e o marsupial *Monodelphis scalops*. Somente *Rhipidomys tribei* é considerado em alguma categoria de ameaça de extinção em nível nacional. Esta é uma espécie de roedor arborícola recentemente descrita, com distribuição restrita e ameaçada pela fragmentação (DE ANDRADE COSTA et al., 2011). A *International Union for Conservation of Nature* (IUCN, 2019a) aponta somente para duas espécies de pequenos mamíferos não voadores ameaçadas na região do rio Doce, *Hylaeamys laticeps* e *Rhagomys rufescens*, classificadas como quase ameaçadas (NT). Por outro lado, quatro espécies – o sigmodontíneo *Rhipidomys tribei*, dois equimídeos (*Phyllomys lamarum* e *Trinomys paratus*) e um didelfídeo (*Monodelphis iheringi*) – estão na categoria deficiente em dados (DD) de acordo com esta lista. Todas as outras espécies que constam nas listas mineira, espírito-santense e brasileira em algum nível de ameaça estão classificadas na lista vermelha da IUCN como pouco preocupantes (LC). Por fim, o roedor cricetídeo *Calomys cerqueirai*, uma espécie descrita em 2010 e registrada em apenas quatro localidades (três em Minas Gerais e uma no Espírito Santo), não foi inserida em nenhuma das listas de animais ameaçados. COLOMBI & FAGUNDES (2015) apontam-na como uma espécie deficiente em dados (DD).

Das 37 Unidades de Conservação da **BHRD**, 11 possuem Plano de Manejo, mas somente seis delas apresentam levantamentos de pequenos mamíferos não voadores, quais sejam: o Parque Estadual do Rio Doce (PERD, MG); a Reserva do Desenvolvimento Municipal Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim (ES); o Parque Estadual de Itaúnas (ES); o Parque Natural Municipal do Aricanga Waldemar (ES); a Área de Proteção Ambiental de Praia Mole (ES); e a Área de Proteção Ambiental Conceição da Barra (ES) (MMA, 2007). Os registros de pequenos mamíferos não voadores para essas UCs são escassos. Os Planos de Manejo do Parque Estadual de Itaúnas, do Parque Natural Municipal Aricanga Waldemar e da Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra apresentam somente marsupiais na listagem de pequenos mamíferos não voadores. O PERD é a maior UC da **BHRD** em Minas Gerais; este Parque Estadual apresenta o maior número de registros desse grupo de mamíferos, com 17 espécies das 47 estimadas para a bacia. Somente duas espécies de roedores (*Blarinomys breviceps* e *Trinomys paratus*) e um marsupial (o didelfídeo *Marmosa murina*) ocorrem em outras UCs e não ocorrem no PERD.

Além do reduzido número de UCs na bacia e do baixo número de inventários de pequenos mamíferos não voadores nessas UCs, há problemas taxonômicos nas listas de pequenos mamíferos não voadores. Por exemplo, alguns espécimes foram identificados somente em nível de gênero na lista da Área de Proteção Ambiental de Praia Mole, como *Akodon* sp. e *Trinomys* sp. Ainda nesta UC e na Reserva do Desenvolvimento Municipal Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim, alguns espécimes foram identificados como *Oryzomys* sp. Essa identificação está desatualizada, pois em 2010 este gênero foi dividido em outros 10, impossibilitando uma identificação confiável, a menos que o espécime seja reavaliado (WEKSLER; PERCEQUILLO; VOSS, 2006). Nessa Reserva, foi identificado o roedor *Akodon serrensis*; porém, atualmente, esta espécie é conhecida como *Castoria angustidens*, e é improvável que seja ali encontrada devido à baixa altitude da localidade (PARDIÑAS et al., 2016). Na lista de pequenos mamíferos não voadores do PERD, há quatro espécies com a taxonomia desatualizada, sejam elas: (i) *Calomys laucha*, identificada como *C. tener*; (ii) *Oecomys trinitatis*, renomeada para *O. catherinae*; (iii) *Oxymycterus roberti*, que pode ser um exemplar de *O. dasytrichus* ou *O. delator*; e (iv) *Oryzomys capito*, hoje conhecido como *Hylaeamys laticeps* (PATTON et al., 2015). No PERD há um didelfídeo identificado como *Marmosa (Micoureus) demerarae*; porém, o limite de distribuição dessa espécie mais ao sul está no estado da Bahia, cidade de Aritaguá (GARDNER, 2008). Assim, há duas possibilidades: ou a espécie é *Marmosa (Micoureus) paraguayana*, ou este é um registro de ampliação da distribuição da espécie, o que é pouco provável.

1.2.1.4.1. Diagnóstico na Área de Estudo

Durante as amostragens realizadas nas duas campanhas do Programa de Monitoramento de Fauna, foram registradas 28 espécies de pequenos mamíferos não voadores, sendo 11 espécies de marsupiais didelfídeos (Ordem Didelphimorphia, Família Didelphidae) das subfamílias Caluromyinae (N = 1) e Didelphinae (N = 10), e 16 espécies roedores (Ordem Rodentia) das Famílias Cricetidae (N = 15) e Muridae (N = 1). Considerando-se a sazonalidade, foram registradas 22 espécies na estação chuvosa (11 marsupiais e 11 roedores) e 23 na estação seca (10 marsupiais e 13 roedores; **APÊNDICE 33**). Dessas espécies, 21 (ca. 45%) foram registradas pelo levantamento de dados secundários para a **BHrD**, treze espécies são consideradas raras (ca. 62 %) e ca. 40% (n = 18) são endêmicas da Mata Atlântica.

O esforço de captura, tanto na estação seca quanto na de chuva, foi de 5.361 armadilhas-noite para gaiolas, 6.349 armadilhas-noite para *Shermans* e 1.718

armadilhas-noite para *pitfall traps*, em um total de 10.722, 12.698 e 3.436 armadilhas-noite no total, respectivamente (**Quadro 19**). O número de capturas total (em ambas as estações do ano) foi maior para armadilhas do tipo *Sherman* (N = 295), seguido das armadilhas do tipo *gaiola* (N = 288) e, por fim, *pitfall traps* (N = 61; **Quadro 19**), seguindo o padrão da estação de chuva. O sucesso amostral total (i.e., considerando-se o somatório das duas estações) foi maior para armadilhas do tipo *gaiola* (2,69%), seguidas das armadilhas *Sherman* (2,32%) e *pitfall traps* (1,78%; **Quadro 19**), seguindo o padrão de ambas as estações.

Quadro 19. Esforço amostral e sucesso de captura, por método de amostragem, para pequenos mamíferos não voadores durante as campanhas do estudo de Avaliação de Impactos Ambientais e Monitoramento da Fauna e Flora Terrestres nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo

Método	Esforço Amostral	Nº de Capturas	Sucesso de Captura
Seca			
<i>gaiola</i>	5.361 armadilhas-noite	188	3,51%
<i>Sherman</i>	6.349 armadilhas-noite	181	2,85%
<i>Pitfall Trap</i>	1.718 armadilhas-noite	36	2,10%
Chuva			
<i>gaiola</i>	5.361 armadilhas-noite	100	1,87%
<i>Sherman</i>	6.349 armadilhas-noite	114	1,80%
<i>Pitfall Trap</i>	1.718 armadilhas-noite	25	1,46%
Total			
<i>gaiola</i>	10.722 armadilhas-noite	288	2,69%
<i>Sherman</i>	12.698 armadilhas-noite	295	2,32%
<i>Pitfall Trap</i>	3.436 armadilhas-noite	61	1,78%

As 28 espécies de pequenos mamíferos não voadores foram registradas em 984 ocasiões, sendo 644 capturas por métodos específicos para este grupo. Os 340 registros restantes foram feitos por armadilhas fotográficas, método utilizado no estudo de mamíferos de médio e grande portes e, portanto, considerados como registros ocasionais. Estes dados, portanto, não serão utilizados nas análises estatísticas de pequenos mamíferos não voadores devido à imprecisão de identificação taxonômica.

Das 644 capturas de pequenos mamíferos não voadores, 414 foram de marsupiais e 230 de roedores. Quanto à sazonalidade, foram feitas 239 capturas na estação chuvosa

(Didelphimorphia = 149 e Rodentia = 90) e 405 na estação seca (Didelphimorphia = 265 e Rodentia = 140). As armadilhas de captura viva tiveram o maior número de registros, tanto para roedores (N = 198, sendo 96 em *Shermans* e 102 em *gaiolas*) quanto para marsupiais (N = 385, sendo 199 em *Shermans* e 186 em *gaiolas*).

A maior diversidade foi observada na *Parcela Terrestre* do Bloco Amostral 1b ($H' = 2,28$), seguida da *Parcela Ripária* do Bloco Amostral 3 ($H' = 1,99$). Já a menor diversidade foi registrada na *Parcela Terrestre* do Bloco Amostral 2 ($H' = 0,95$). Quanto ao índice de equitabilidade de Pielou, o maior valor foi observado na *Parcela Ripária* do Bloco Amostral 1b ($J = 0,9$), seguida da *Parcela Terrestre* do Bloco Amostral 1b ($J = 0,81$) e o menor valor, na *Parcela Terrestre* do Bloco Amostral 2 ($J = 0,59$; **Tabela 4**).

Tabela 4. Índice de diversidade de *Shannon-Wiener* (H') e de equitabilidade de *Pielou* (J) para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores, por Bloco Amostral e abordagem, amostrados nas *Parcelas Terrestres* e *Ripárias* no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Bloco Amostral/Abordagem	Shannon-Wiener (H')	Pielou (J)
BA1a PT	1,1582	0,6464
BA1b PT	2,1282	0,8064
BA1b PR	1,7519	0,9003
BA2 PT	0,9476	0,5888
BA3 PT	1,5991	0,6235
BA3 PR	1,9944	0,7776
BA4 PT	1,4624	0,6655
BA4 PR	1,6244	0,7812

1.2.1.4.1.1. Bloco Amostral 1a

Foram registradas seis espécies de pequenos mamíferos não voadores no BA1a, sendo quatro da Ordem Didelphimorphia e duas da Ordem Rodentia. Estas espécies foram amostradas em 86 registros, sendo 81 Didelphimorphia e 5 Rodentia.

Considerando-se a sazonalidade, foi registrado o mesmo número de espécies nas duas estações (N = 5). Na estação chuvosa, três das espécies registradas são da Ordem Didelphimorphia e duas da Ordem Rodentia. Já na estação seca, registraram-se 4 Didelphimorphia e 1 Rodentia. Por fim, quanto ao número de registros, na estação

chuvosa foram feitos 20 registros (16 Didelphimorphia e 4 Rodentia) e na estação seca, 66 registros (65 Didelphimorphia e 1 Rodentia).

Quanto ao método amostral, 5 espécies foram registradas em armadilhas do tipo *gaiola* (4 Didelphimorphia e 1 Rodentia), 2 espécies em armadilhas do tipo *Sherman* (ambas Didelphimorphia) e 1 em *pitfall traps* (Rodentia). Em número de registros, 50 foram feitos em *gaiolas* (49 Didelphimorphia e 1 Rodentia), 32 em *Shermans* (Didelphimorphia) e 4 em *pitfall traps* (Rodentia, Cricetidae).

A curva do coletor para as amostras obtidas nas *Parcelas Terrestres* deste BA não mostrou sinais de estabilização (**Gráfico 46**). Não foi possível gerar curvas de acúmulo de espécies para as *Parcelas Ripárias* por falta de registros de espécimes para esta abordagem.

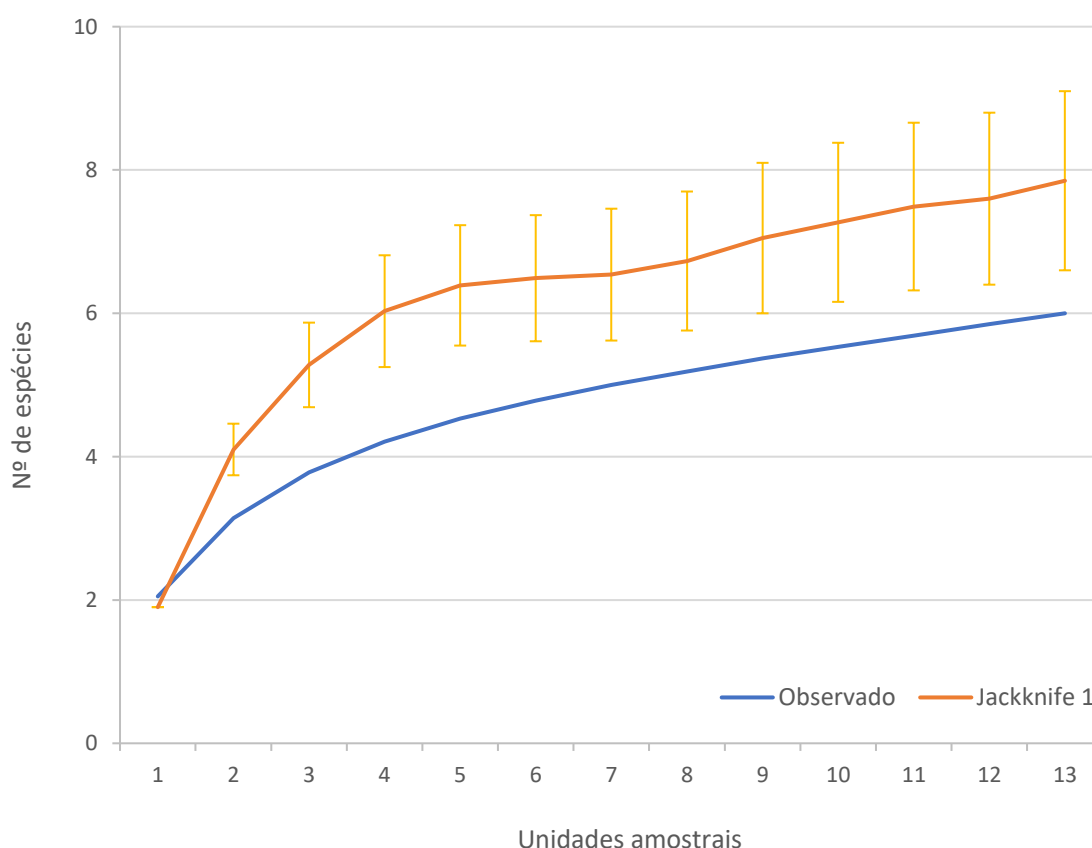


Gráfico 46. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas *Parcelas Terrestres* no BA1a estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.1.4.1.2. Bloco Amostral 1b

Foram registradas 14 espécies de pequenos mamíferos não voadores, sendo 7 da Ordem Didelphimorphia (Família Didelphidae) e 7 da Ordem Rodentia (6 da Família Cricetidae e 1 da Família Muridae). Estas espécies foram amostradas em 147 registros, sendo 127 Didelphidae e 20 Rodentia (13 Cricetidae e 7 Muridae).

Considerando-se a sazonalidade, foram registradas 7 espécies na estação chuvosa (5 Didelphimorphia e 2 Rodentia) e 14 na estação seca (7 Didelphimorphia e 7 Rodentia). Quanto ao número de registros, 28 registros foram feitos na estação chuvosa (26 Didelphimorphia e 2 Rodentia) e na estação seca, 119 registros (101 Didelphimorphia e 18 Rodentia).

Quanto ao método amostral, foram registradas 11 espécies em *gaiolas* (6 Didelphimorphia e 5 Rodentia), 9 em *Shermans* (6 Didelphimorphia e 3 Rodentia) e 9 em *pitfall traps* (5 Didelphimorphia e 4 Rodentia). Quanto ao número de registros, 69 foram feitos em armadilhas do tipo *gaiola* (58 Didelphimorphia e 11 Rodentia), 64 em *Sherman* (61 Didelphimorphia e 3 Rodentia) e, por fim, 14 em *pitfall traps* (8 Didelphimorphia e 6 Rodentia).

A curva do coletor para as amostras obtidas nas *Parcelas Terrestres* deste BA não mostrou sinais de estabilização (**Gráfico 47**), embora as estimativas de espécies tenham já atingido assíntota. Isto quer dizer que nas próximas campanhas o número de espécies estimado para o esforço e métodos empregados devem amostrar uma parcela muito próximo do total da comunidade de pequenos mamíferos para este BA. As curvas geradas para as *Parcelas Ripárias* não mostram sinais de estabilização, principalmente por causa do baixo sucesso amostral nessas parcelas (**Gráfico 48**).

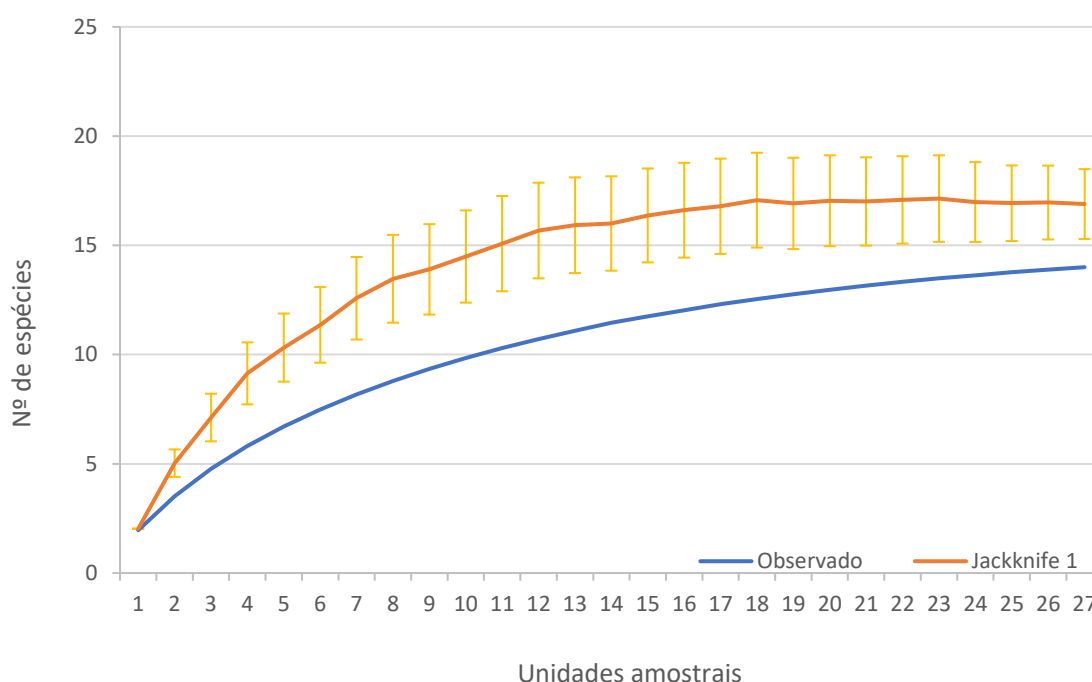


Gráfico 47. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas *Parcelas Terrestres* no BA1b estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

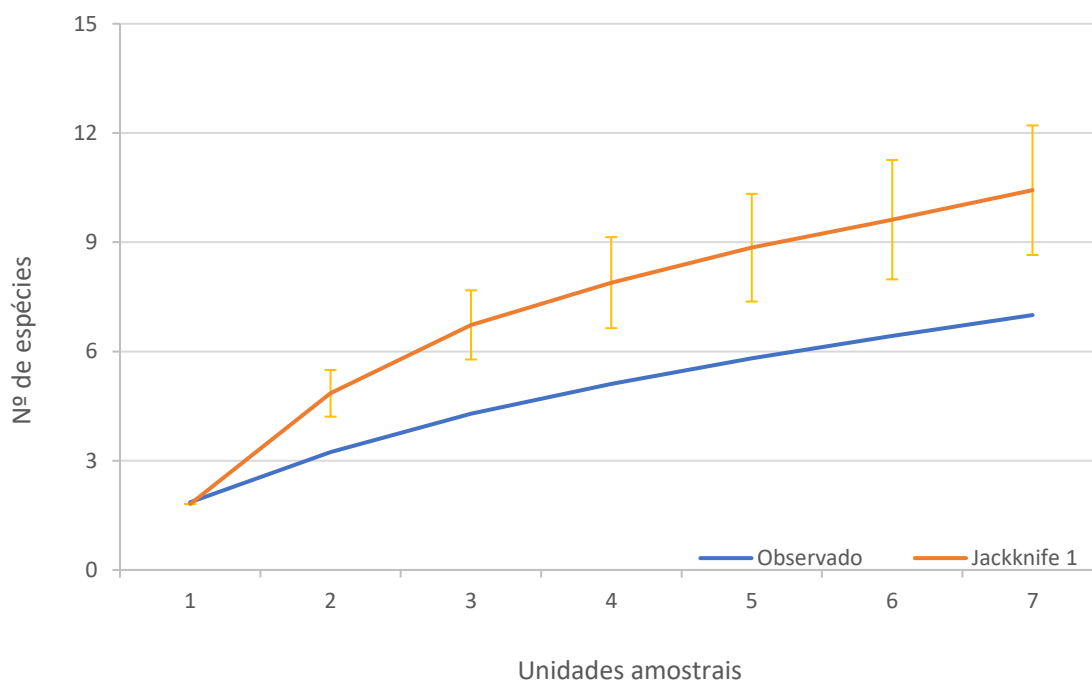


Gráfico 48. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas *Parcelas Ripárias* no BA1b estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.1.4.1.3. Bloco Amostral 2

Foram registradas 9 espécies de pequenos mamíferos não voadores, sendo 4 da Ordem Didelphimorphia (Família Didelphidae) e 5 da Ordem Rodentia (todos Cricetidae). Estas espécies foram amostradas em 77 registros, sendo 42 da Ordem Didelphimorphia e 35 da Ordem Rodentia.

Sazonalmente, foram registradas 6 espécies na estação chuvosa (2 Didelphimorphia e 4 Rodentia) e 6 na estação seca (3 Didelphimorphia e 3 Rodentia). Quanto ao número de registros, 43 registros foram feitos na estação chuvosa (13 Didelphimorphia e 30 Rodentia) e 34 na estação seca (29 Didelphimorphia e 5 Rodentia). Quanto ao método amostral, 7 espécies foram registradas em armadilhas do tipo *gaiola* (4 Didelphimorphia e 3 Rodentia), 6 em *Shermans* (2 Didelphimorphia e 4 Rodentia) e 5 em *pitfalls* (2 Didelphimorphia e 3 Rodentia). Em número de registros, 30 foram feitos em *gaiolas* (14 Didelphimorphia e 16 Rodentia), 38 em *Shermans* (23 Didelphimorphia e 15 Rodentia) e 9 em *pitfalls* (2 Didelphimorphia e 3 Rodentia). A curva do coletor para as amostras obtidas nas *Parcelas Terrestres* deste BA não mostrou sinais de estabilização (**Gráfico 49**). Não foi possível gerar curvas de acúmulo de espécies para as *Parcelas Ripárias* por falta de registros de espécimes para esta abordagem.

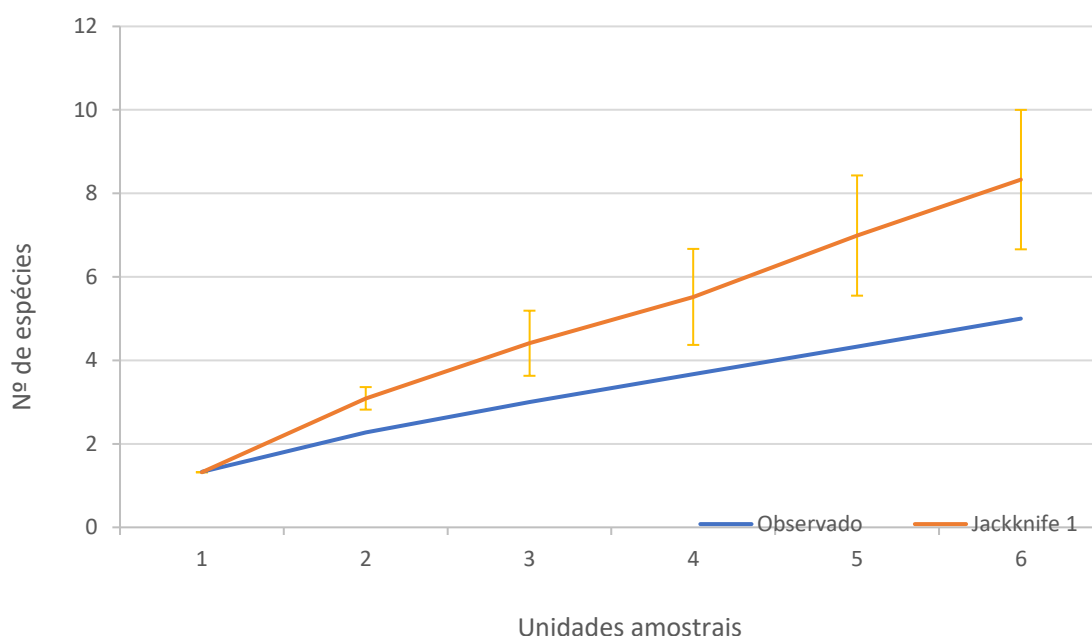


Gráfico 49. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas *Parcelas Terrestres* no BA2 estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.1.4.1.4. Bloco Amostral 3

Foram registradas 16 espécies de pequenos mamíferos não voadores, sendo 10 da Ordem Didelphimorphia (Família Didelphidae) e 6 da Ordem Rodentia (5 da Família Cricetidae e 1 da Família Muridae). Estas espécies foram amostradas em 233 registros, sendo 146 da Ordem Didelphimorphia (Família Didelphidae) e 87 da Ordem Rodentia (81 Cricetidae e 6 Muridae).

Sazonalmente, foram registradas 15 espécies na estação chuvosa (10 Didelphimorphia e 5 Rodentia) e 11 na seca (6 Didelphimorphia e 5 Rodentia). Quanto ao número de registros, na estação chuvosa foram feitos 120 registros (89 Didelphimorphia e 31 Rodentia) e 113 na estação seca (57 Didelphimorphia e 56 Rodentia).

Quanto ao método amostral, 10 espécies foram registradas em armadilhas do tipo *gaiola* (6 Didelphimorphia e 4 Rodentia), 10 em *Sherman* (6 Didelphimorphia e 4 Rodentia) e, por fim, 12 em *pitfall traps* (6 Didelphimorphia e 6 Rodentia). Em número de registros, 120 foram feitos em *gaiolas* (60 Didelphimorphia e 60 Rodentia), 94 em *Shermans* (76 Ordem Didelphimorphia e 18 Rodentia) e 19 em *pitfall traps* (10 Didelphimorphia e 9 Rodentia).

A curva do coletor para as amostras obtidas nas *Parcelas Terrestres* deste BA não mostrou sinais de estabilização (**Gráfico 50**). Ao contrário, a curva de estimativa de espécies gerada para as *Parcelas Ripárias* mostra estabilização, embora a curva de espécies observada ainda não tenha chegado ao mesmo patamar (**Gráfico 51**). Isto quer dizer que nas próximas campanhas o número de espécies estimado para o esforço e métodos empregados devem amostrar uma parcela muito próximo do total da comunidade de pequenos mamíferos para este BA.

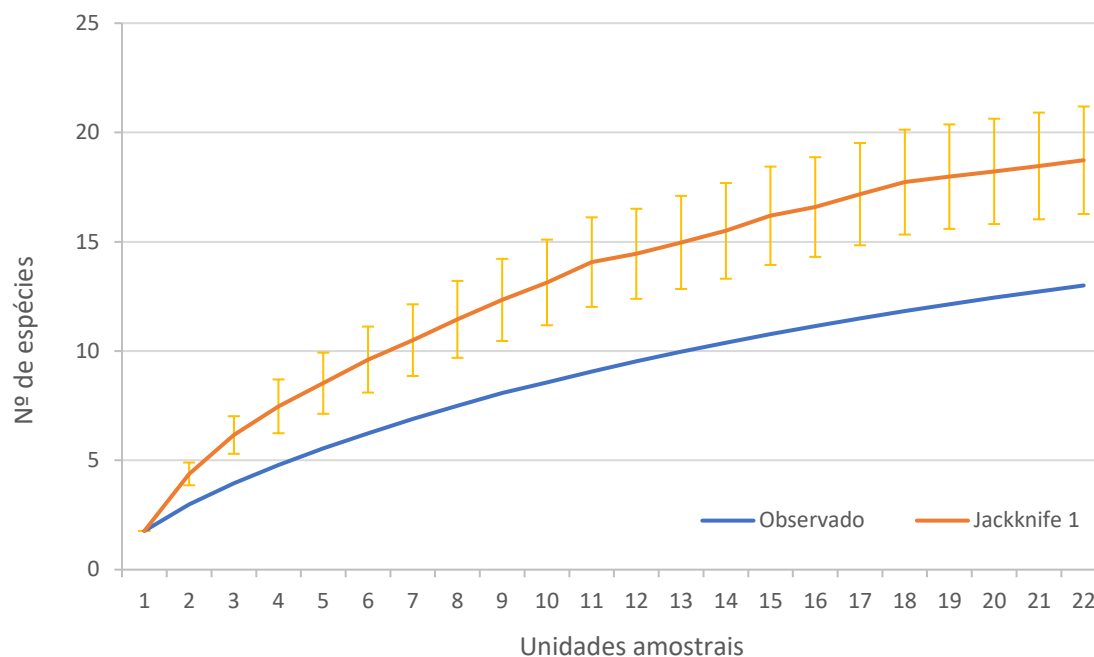


Gráfico 50. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas *Parcelas Terrestres* no BA3 estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

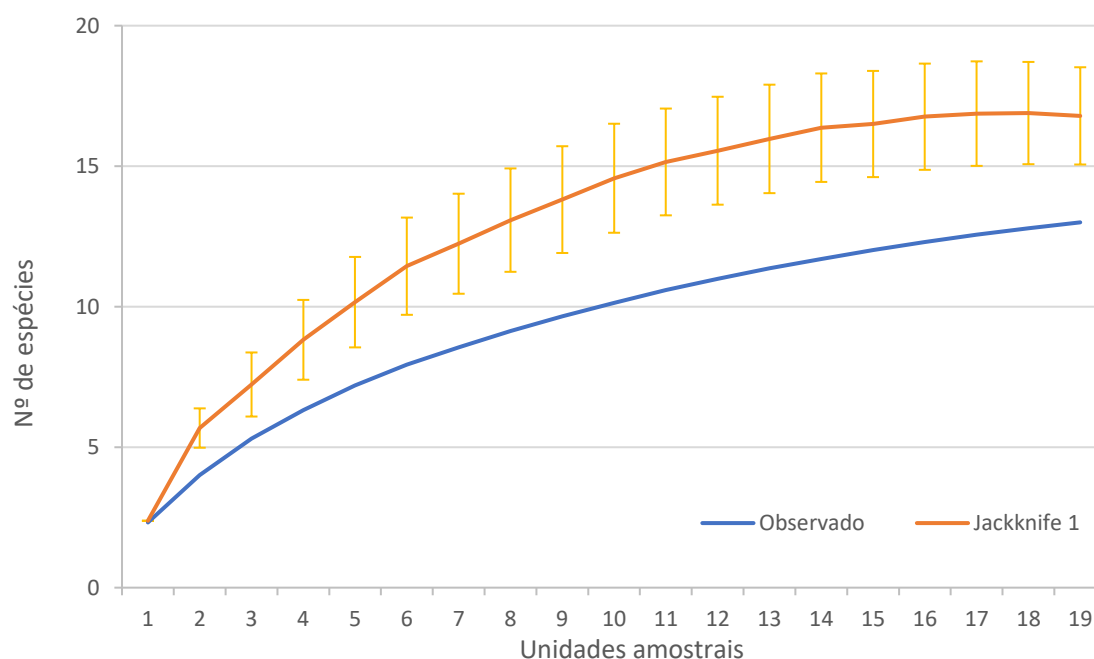


Gráfico 51. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas *Parcelas Ripárias* no BA3 estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.1.4.1.5. Bloco Amostral 4

Foram registradas 11 espécies de pequenos mamíferos não voadores, sendo 5 da Ordem Didelphimorphia (Família Didelphidae) e 6 da Ordem Rodentia (Família Cricetidae). Estas espécies foram amostradas em 101 registros, sendo 18 da Ordem Didelphimorphia e 83 da Ordem Rodentia.

Considerando-se a sazonalidade, foram feitos 28 registros na estação chuvosa (5 Didelphimorphia e 23 Rodentia) e 73 na estação seca (13 Didelphimorphia e 60 Rodentia). Estes registros equivalem a 7 espécies na estação chuvosa (2 Didelphimorphia e 5 Rodentia) e 8 espécies na estação seca (5 Didelphimorphia e 3 Rodentia).

Quanto ao método amostral, 8 espécies foram registradas em armadilhas do tipo *gaiola* (3 Didelphimorphia e 5 Rodentia), 7 em *Sherman* (2 Didelphimorphia e 5 Rodentia) e, por fim, 6 em *pitfall traps* (2 Didelphimorphia e 4 Rodentia). Em número de registros, 19 foram feitos em *gaiolas* (5 Didelphimorphia e 14 Rodentia), 67 em *Shermans* (7 Ordem Didelphimorphia e 60 Rodentia) e 15 em *pitfall traps* (6 Didelphimorphia e 9 Ordem Rodentia).

A curva do coletor para as amostras obtidas nas *Parcelas Terrestres* deste BA não mostrou sinais de estabilização (**Gráfico 52**), tampouco para as curvas geradas para as *Parcelas Ripárias* (**Gráfico 53**), principalmente por causa do baixo número de indivíduos capturados em ambas as abordagens deste BA, causado pela interdição do acesso ao BA ainda durante a primeira campanha, na estação seca de 2018.

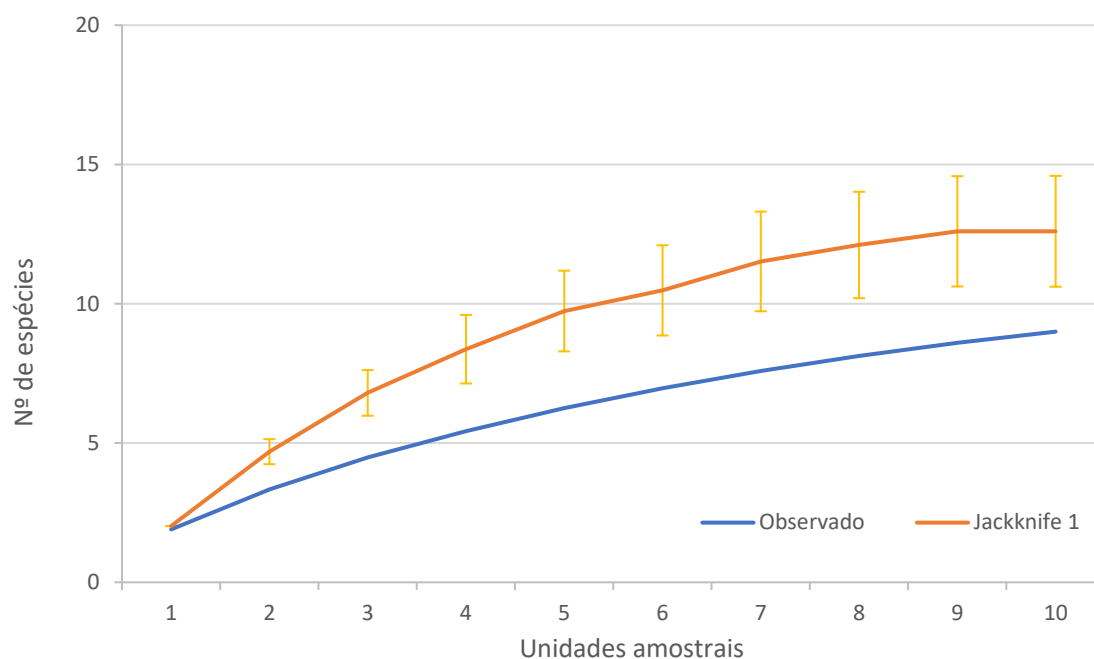


Gráfico 52. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas *Parcelas Terrestres* no BA4 estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

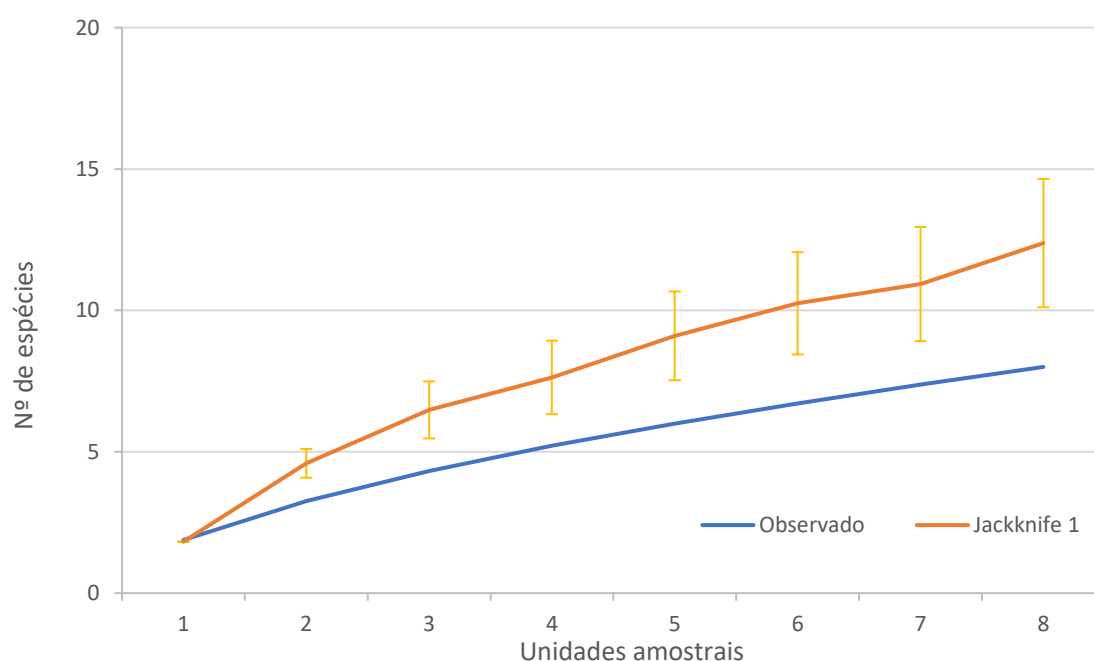


Gráfico 53. Curva de acumulação de espécies para a comunidade de pequenos mamíferos não voadores amostradas nas *Parcelas Ripárias* no BA4 estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.1.4.1. Resultados – Análise padronizada

Foram realizados testes de Modelos Lineares Generalizados (GLM; **Tabela 5**) e Escalonamento Multidimensional Não Métrico (NMDS) para verificar se há relação entre a riqueza, abundância de indivíduos e composição de espécies de pequenos mamíferos não voadores (PMNV) e (i) a distância ao leito do rio Doce e (ii) as variáveis do uso do solo em todos os Blocos Amostrais (BA). Essas análises estatísticas indicam se as eventuais relações são positivas ou negativas e seu potencial de ter relação com o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, MG.

Nenhum dos Blocos Amostrais apresentou relações significativas entre a riqueza de pequenos mamíferos e a distância em relação ao rio Doce – nem para *Parcelas Terrestres* (*Goodness of fit* – $p = 0,832$, $PseudoR^2 = 0,15426491$, *Overdispersion* = 0.3643591; **Tabela 5; Figura 5**), tampouco para *Parcelas Ripárias* (*Goodness of fit*: $p = 0,857$, $PseudoR^2 = 0,12807756$, *Overdispersion* = 0,48172; **Tabela 5; Figura 6**).

Tabela 5. Modelos Lineares Generalizados gerados para as amostras de pequenos mamíferos não voadores coletados nas *Parcelas Terrestres* e *Parcelas Ripárias* nos Blocos Amostrais (BA) do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Modelos gerados a partir da riqueza de espécies por BA em função da distância para o leito do rio Doce. Valores em vermelho: relação significativa.

Bloco Amostrai – Estação do ano	Estimativa	Erro padrão	Graus de liberdade	z	p
<i>Parcelas Terrestres</i>					
Intercepto	0,6599	0,1432	77	4,609	<0,0001
BA1a – Chuva*	0,004	0,0341	77	0,117	0,907
BA1a – Seca*	0,0034	0,0335	77	0,102	0,919
BA1b – Chuva*	-0,1318	0,1446	77	-0,911	0,362
BA1b – Seca*	-0,0493	0,1291	77	-0,381	0,703
BA2 – Chuva*	NA	NA	77	NA	NA
BA2 – Seca*	-0,0735	0,1593	77	-0,461	0,644
BA3 – Chuva*	0,0749	0,0839	77	0,892	0,372
BA3 – Seca*	-0,132	0,124	77	-1,064	0,287
BA4 – Chuva*	-0,0829	0,1855	77	-0,447	0,655
BA4 – Seca*	0,1000	0,1202	77	0,832	0,405
<i>Parcelas Ripárias</i>					
Intercepto	0,8654	0,1638	35	5,283	<0,0001
BA1a – Chuva**	SD	SD	35	SD	SD
BA1a – Seca**	SD	SD	35	SD	SD

Bloco Amostral – Estação do ano	Estimativa	Erro padrão	Graus de liberdade	z	p
BA1b – Chuva**	NA	NA	35	NA	NA
BA1b – Seca**	-0,139461	0,189	35	-0,738	0,460
BA2 – Chuva**	NA	NA	35	NA	NA
BA2 – Seca**	-0,2780	0,3204	35	-0,868	0,385
BA3 – Chuva**	-0,0098	0,1090	35	-0,090	0,928
BA3 – Seca**	-0,0395	0,1148	35	-0,344	0,731
BA4 – Chuva**	-0,2346	0,2093	35	-1,121	0,262
BA4 – Seca**	-0,2042	0,5484	35	-0,372	0,710

Legenda: * Família Poisson: *Null deviance*: 32,582. *Residual deviance*: 27,556. AIC: 239,48; ** Família Poisson: *Null deviance*: 20,270; *Residual deviance*: 17,674; AIC: 122,85; p – nível de significância; NA – não se aplica; SD – sem dados.

Com relação aos resultados obtidos através do NMDS para a composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos não voadores, a maioria das variáveis analisadas não explica a variação da composição e abundância das comunidades entre estações (**Tabela 6, Tabela 7**). Para as *Parcelas Terrestres*, apenas a presença de ambientes aquáticos (*Uso aquático*) esteve positivamente relacionada às comunidades de pequenos mamíferos no BA1a. Além disso, no BA2, a presença de áreas de uso e cobertura do solo naturais (*Uso natural*) esteve também positivamente relacionada à estruturação das comunidades (**Tabela 6, Figura 7C**). Em relação às *Parcelas Ripárias*, apenas a distância da barragem de Fundão esteve positivamente relacionada com a comunidade de pequenos mamíferos não voadores (**Figura 8C**).

Figura 5. Relação entre a riqueza de espécies de pequenos mamíferos não voadores registradas nas *Parcelas Terrestres*, e a distância do rio Doce para os Blocos Amostrais 1a (A), BA1b (B), BA2 (C) e BA3 (D) BA4 (E) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

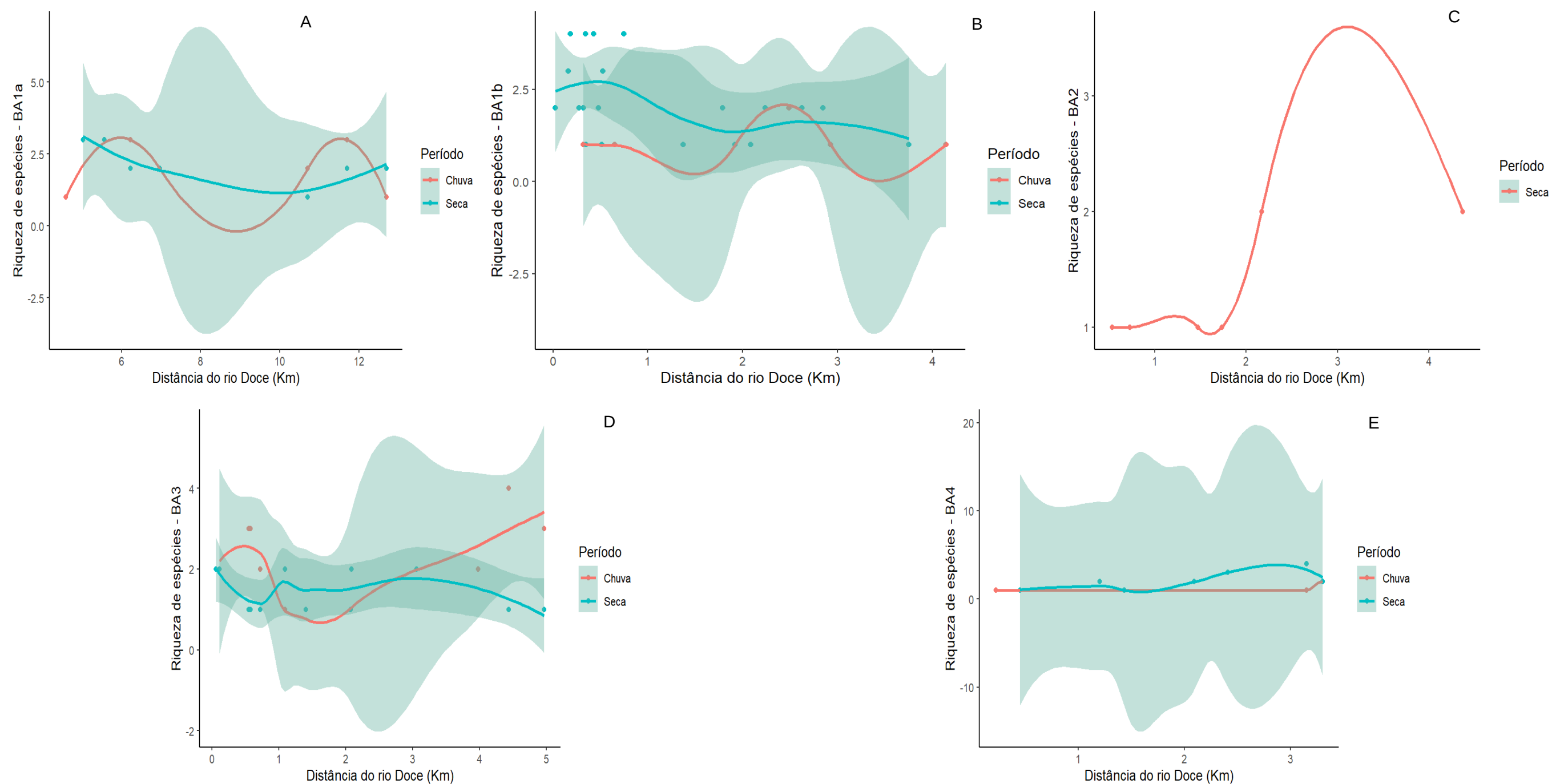


Figura 6. Relação entre a riqueza de espécies de pequenos mamíferos não voadores registradas nas *Parcelas Ripárias*, e a distância do rio Doce para os Blocos Amostrais 1b (A), BA3 (B), BA4 (C) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Para os Blocos Amostrais 1a e 2 não havia dados suficientes para os testes.

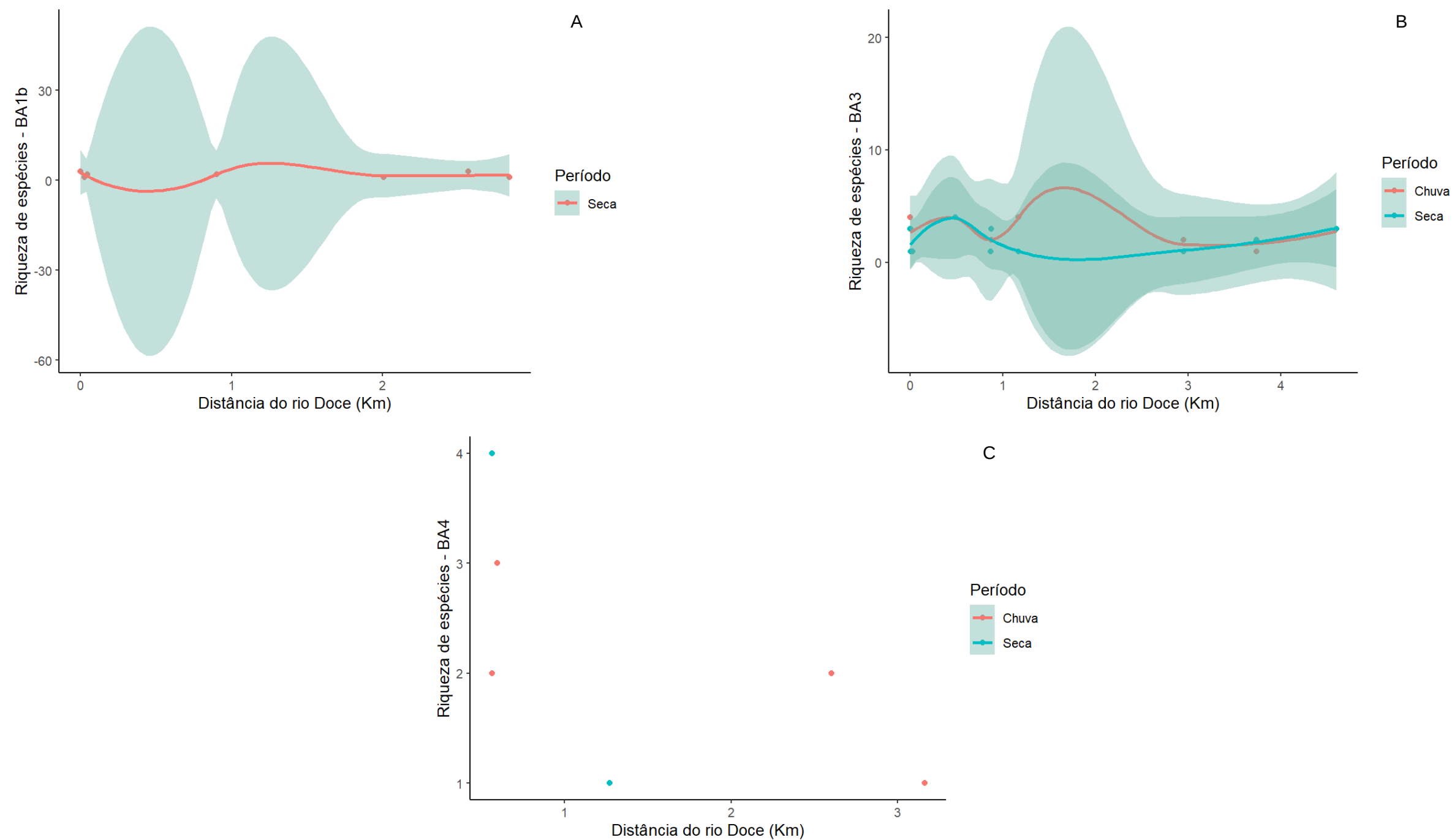


Tabela 6. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos não voadores por BA nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.

Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA1a				
Município	0,0003	-1,0000	0,2331	0,311
Barragem	0,0004	1,0000	0,2819	0,153
Rio Doce	-0,0004	-1,0000	0,2998	0,131
UC	-0,0001	1,0000	0,2119	0,317
<i>Uso antrópico</i>	-0,0004	1,0000	0,1427	0,528
<i>Uso aquático</i>	0,0010	1,0000	0,6133	0,024 *
<i>Uso degradado</i>	0,0156	0,9999	0,7737	0,078
<i>Uso natural</i>	-0,0001	-1,0000	0,1210	0,573
BA1b				
Município	-0,006	-0,99998	0,0117	0,850
Barragem	0,0007	-1,0000	0,0459	0,685
Rio Doce	-0,0007	1,0000	0,0595	0,461
UC	0,0001	1,0000	0,0460	0,539
<i>Uso antrópico</i>	-0,0026	1,0000	0,0840	0,360
<i>Uso aquático</i>	-0,0071	0,99997	0,0072	0,929
<i>Uso degradado</i>	0,002	1,0000	0,0021	0,977
<i>Uso natural</i>	0,0025	-1,0000	0,0625	0,557
BA2				
Município	0,5541	-0,8325	0,35	0,601
Barragem	-0,6610	0,7504	0,9009	0,228
Rio Doce	0,6212	0,7837	0,227	0,5528
UC	-0,3944	-0,919	0,8610	0,1167
<i>Uso antrópico</i>	-0,8201	0,5723	0,8780	0,0889
<i>Uso aquático</i>	-0,6393	0,769	0,9154	0,1222
<i>Uso degradado</i>	0,5422	-0,8402	0,9218	0,1361
<i>Uso natural</i>	0,9379	-0,3469	0,8438	0,0222 *
BA3				
Município	-0,2148	0,9767	0,0651	0,532
Barragem	-0,6433	-0,7656	0,0338	0,690
Rio Doce	-0,8826	-0,4702	0,0393	0,668
UC	-0,6628	-0,7488	0,0239	0,348
<i>Uso antrópico</i>	0,2082	-0,9781	0,0121	0,834
<i>Uso aquático</i>	0,7631	-0,6463	0,0761	0,589
<i>Uso degradado</i>	0,9821	-0,1882	0,0885	0,506
<i>Uso natural</i>	-0,5979	0,8015	0,0238	0,794
BA4				
Município	0,0001	1,0000	0,3839	0,169
Barragem	0,0006	1,0000	0,3035	0,332
Rio Doce	-0,0010	-1,0000	0,3998	0,192
UC	0,0000	0,0000	0,0000	1,000
<i>Uso antrópico</i>	0,0005	1,0000	0,1774	0,541
<i>Uso aquático</i>	-0,0002	-1,0000	0,3974	0,175
<i>Uso degradado</i>	0,0001	1,0000	0,4292	0,155
<i>Uso natural</i>	-0,0003	-1,0000	0,3052	0,313

Legenda: p – nível de significância; * $p < 0,05$. Município – distância ao centro urbano mais próximo; Barragem – Distância até a barragem de Fundão; Rio Doce – Distância até o leito do rio Doce; UC – Distância até a Unidade de Conservação mais próxima; *Uso antrópico* – Categoria de uso do solo categorizada como zonas urbanas e similares; *Aquático* – Cobertura de ambientes aquáticos; *Uso degradado* – Áreas de cobertura e uso do solo de ambientes degradados pela atividade humana; *Natural* – Áreas de cobertura fitofisionômica natural.

Tabela 7. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de pequenos mamíferos não voadores por BA nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.

Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA1b				
Município	-0,0931	0,9957	0,0294	0,963
Barragem	0,3810	0,9246	0,4543	0,300
Rio Doce	0,6631	-0,7486	0,1463	0,746
UC	-0,8229	-0,5682	0,0772	0,884
<i>Uso antrópico</i>	-0,5	-0,8660	0,6859	0,107
<i>Uso aquático</i>	-0,0389	-0,9992	0,5564	0,211
<i>Uso degradado</i>	-0,9711	-0,2388	0,2926	0,490
<i>Uso natural</i>	0,4829	0,8757	0,6848	0,109
BA3				
Município	0,8887	-0,4586	0,2801	0,078
Barragem	-0,9058	-0,4237	0,1261	0,360
Rio Doce	0,5201	-0,8541	0,1206	0,338
UC	-0,2485	-0,9686	0,2045	0,145
<i>Uso antrópico</i>	-0,9995	0,0326	0,2232	0,146
<i>Uso aquático</i>	-0,4993	-0,8664	0,0967	0,444
<i>Uso degradado</i>	-0,7968	0,6042	0,1761	0,206
<i>Uso natural</i>	0,9907	-0,1361	0,2273	0,138
BA4				
Município	-0,7775	0,6289	0,2669	0,305
Barragem	-0,9098	0,4151	0,6001	0,023 *
Rio Doce	-0,9034	-0,4288	0,1240	0,654
UC	0,0000	0,0000	0,0000	1,000
<i>Uso antrópico</i>	-0,9952	0,0976	0,5174	0,064
<i>Uso aquático</i>	0,4272	-0,9041	0,3546	0,240
<i>Uso degradado</i>	-0,4987	0,8668	0,1714	0,480
<i>Uso natural</i>	0,9649	-0,2625	0,4368	0,121

Legenda: p – nível de significância; * $p < 0,05$. Município – distância ao centro urbano mais próximo; Barragem – Distância até a barragem de Fundão; Rio Doce – Distância até o leito do rio Doce; UC – Distância até a Unidade de Conservação mais próxima; *Uso antrópico* – Categoria de uso do solo categorizada como zonas urbanas e similares; *Aquático* – Cobertura de ambientes aquáticos; *Uso degradado* – Áreas de cobertura e uso do solo de ambientes degradados pela atividade humana; *Natural* – Áreas de cobertura fitofisionômica natural.

Figura 7. Ordenação por NMDS das comunidades de pequenos mamíferos não voadores capturadas nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Dados em função da distância do município mais próximo, barragem de Fundão, rio Doce, Unidade de Conservação mais próxima, *uso antrópico*, ambientes aquáticos, degradação ambiental, e áreas naturais. **A.** BA1a, **B.** BA1b, **C.** BA2, **D.** BA3, **E.** BA4.

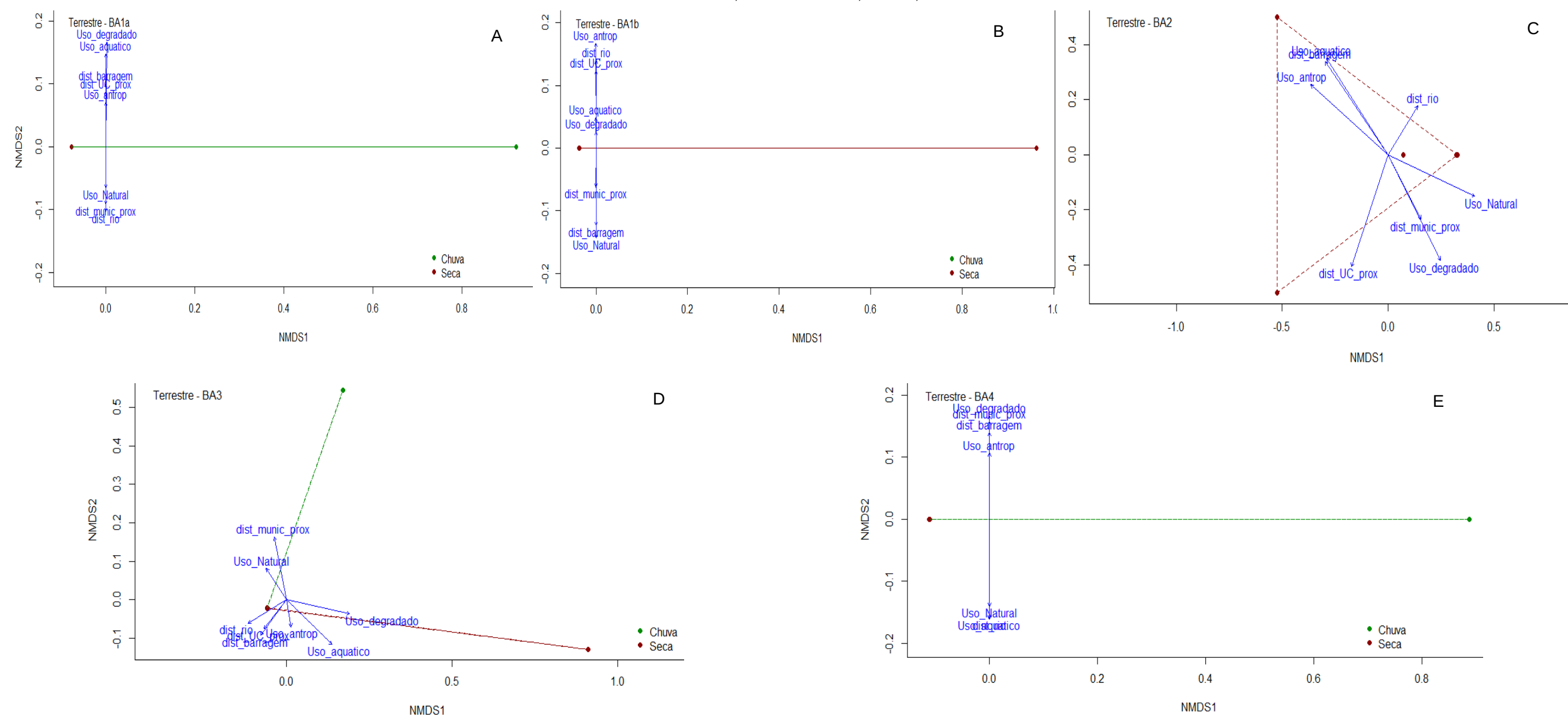
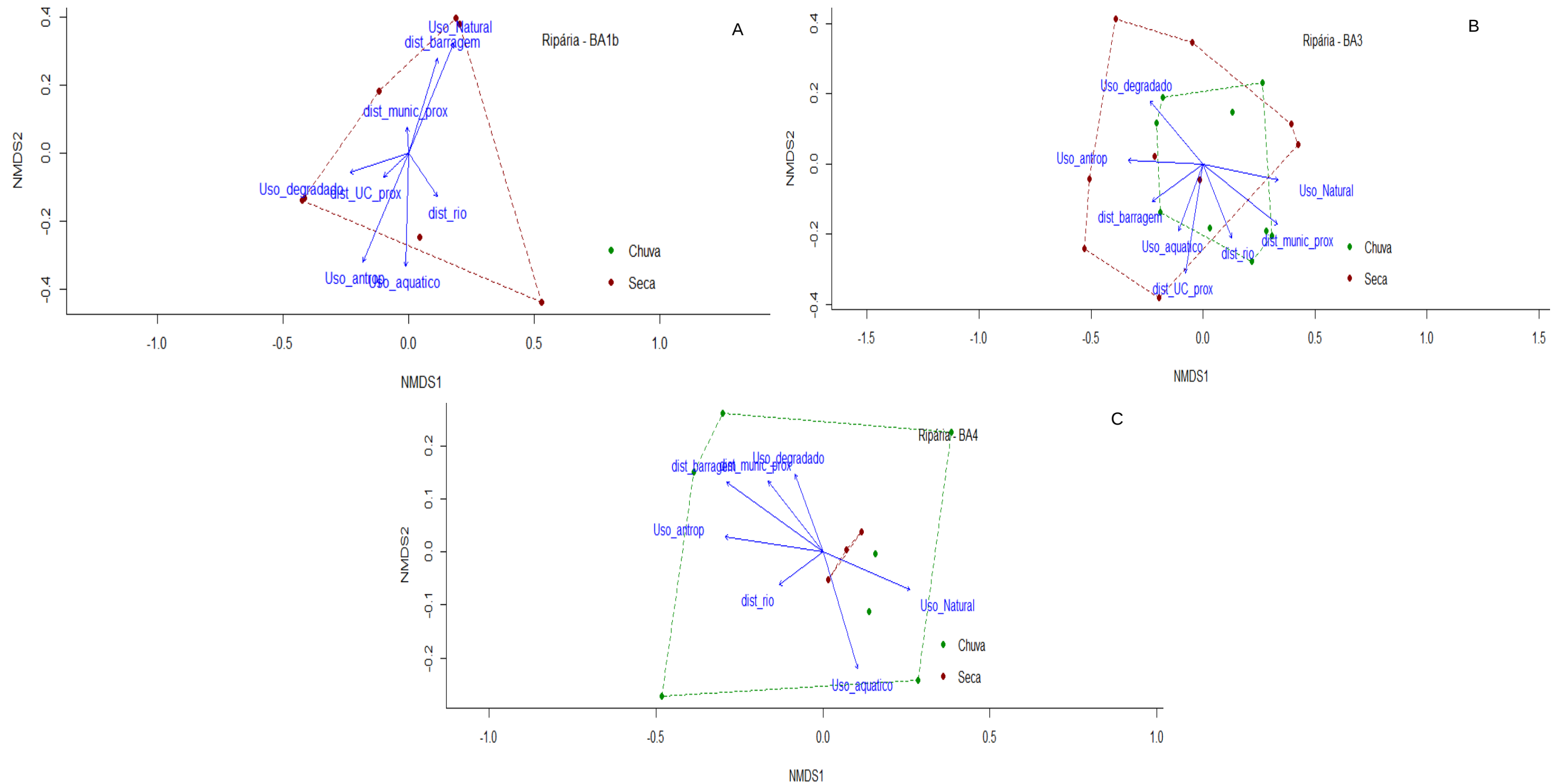


Figura 8. Ordenação por NMDS das comunidades de pequenos mamíferos não voadores capturadas nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Dados em função da distância do município mais próximo, barragem de Fundão, rio Doce, Unidade de Conservação mais próxima, *uso antrópico*, ambientes aquáticos, degradação ambiental, e áreas naturais. **A.** BA1b. **B.** BA3. **C.** BA4. Para os Blocos Amostrais 1a e 2 não havia dados suficientes para os testes.



1.2.1.4.2. Metais pesados

Analizamos amostras de 80 indivíduos pertencentes a 21 espécies de pequenos mamíferos (13 espécies de roedores e 8 espécies de marsupiais; **Quadro 20**). Para a maioria das áreas e espécies o número de indivíduos amostrado foi baixo (1 a 3 indivíduos apenas para 18 espécies). Dos nove metais pesados analisados nas amostras, há níveis de risco determinados para dois desses elementos: ferro (Fe) e zinco (Zn). Todos os valores de referência utilizados são provenientes de estudos realizados com roedores em experimentos de laboratório (AN et al., 2014; BEYER; MEADOR, 2011; COMMITTEE ON MEDICAL AND BIOLOGICAL EFFECTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS, 1977a; CORNELL UNIVERSITY, 1994; EICKHOLT; WHITE, 1965; GWIAZDA; LUCCHINI; SMITH, 2007; KATZ; SALEM, 1993). Não há estudos de bioensaios utilizando espécies de marsupiais como modelo de estudo, como também mamíferos de vida livre. As amostras analisadas que apresentaram níveis de risco correspondem a 14 táxons (**Quadro 21**; sendo oito roedores e seis marsupiais):

Roedores

- *Akodon cursor* (Fe, onívoro/granívoro, BA3 e BA4);
- *Calomys* sp. (Fe e Zn, onívoro/granívoro, BA1a, BA2, BA4);
- *Delomys sublineatus* (Fe, onívoro/granívoro, BA3);
- *Nectomys squamipes* (Fe, onívoro/piscívoro, BA1a, BA1b, BA3);
- *Nectomys* cf. *squamipes* (Fe e Zn, onívoro/piscívoro, BA1a, BA1b, BA3);
- *Oecomys catherinae* (Fe, onívoro/granívoro, BA3);
- *Rattus rattus* (Fe, onívoro, BA1b);
- *Rhipidomys* cf. *mastacalis* (Fe, onívoro/granívoro, BA1b, BA3).

Marsupiais

- *Caluromys philander* (Fe, frugívoro, BA1b);
- *Didelphis aurita* (Fe, onívoro BA1a);
- *Marmosa murina* (Fe, onívoro/insetívoro, BA1a, BA1b);
- *M. paraguayana* (Fe, onívoro/insetívoro, BA1a, BA1b);
- *Marmosops incanus* (Fe, onívoro/insetívoro, BA3);
- *Monodelphis americana* (Fe, insetívoro, BA4).

Observamos picos de concentrações de ferro nos tecidos dos pequenos mamíferos para a região de Linhares, no BA1a e BA1b, especialmente para os marsupiais *Marmosa murina* e *M. paraguayana* (**Gráfico 54**) e zinco para os roedores *Calomys* sp. e *Nectomys* cf. *squamipes* (**Quadro 21, Quadro 22**). Apenas para as duas espécies de marsupiais temos amostras em número suficiente para cada um dos BA que permitem afirmações mais seguras sobre o padrão de distribuição das concentrações dos diferentes metais. Ao comparar os dados obtidos nos tecidos dos pequenos mamíferos com a predominância das concentrações dos metais nos solos da **Área de Estudo**, observamos um padrão similar para o zinco (**Volume I, Gráfico 23**) e invertido para o ferro (**Volume I, Gráfico 10**).

Quadro 20. Espécimes de pequenos mamíferos coletados e analisados quanto a concentração de metais pesados analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), em seus fígados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Táxon / Bloco Amostral	BA1a	BA1b	BA2	BA3	BA4	Σ
Didelphimorphia	23	22		3	2	50
<i>Caluromys philander</i>		3				3
<i>Didelphis aurita</i>	1					1
<i>Gracilinanus agilis</i>					1	1
<i>Gracilinanus microtarsus</i>				1		1
<i>Marmosa murina</i>	16	14				30
<i>Marmosa paraguayana</i>	6	5				11
<i>Marmosops incanus</i>				2		2
<i>Monodelphis americana</i>					1	1
Rodentia	3	5	10	7	5	30
<i>Akodon cursor</i>				1	2	3
<i>Calomys</i> sp.	2		9		1	12
<i>Cerradomys subflavus</i>			1			1
<i>Delomys sublineatus</i>				1		1
<i>Nectomys</i> cf. <i>squamipes</i>		2				2
<i>Nectomys squamipes</i>	1			2		3
<i>Oecomys catherinae</i>				1		1
<i>Oligoryzomys nigripes</i>					1	1
<i>Oligoryzomys</i> sp.		1		1		2
<i>Oxymycterus</i> sp.					1	1
<i>Rattus rattus</i>		1				1
<i>Rhipidomys</i> cf. <i>mastacalis</i>		1				1
<i>Rhipidomys mastacalis</i>				1		1
Total	26	27	10	10	7	80

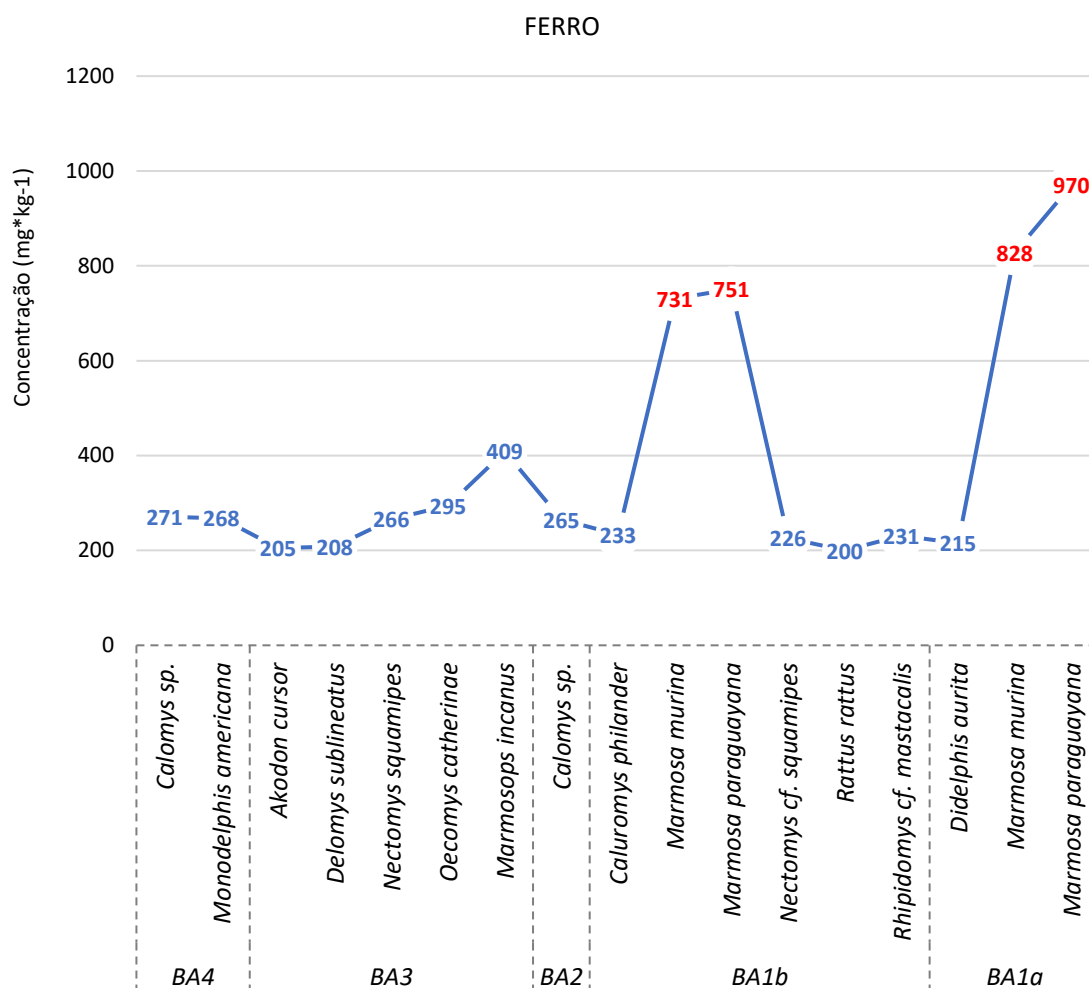


Gráfico 54. Concentração de ferro nas amostras de tecidos de pequenos mamíferos por BA obtidos durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

A toxicose por ferro geralmente decorre de ingestão aguda (e não gradual) de quantidades excessivas deste elemento e, principalmente, através de alimentos (a ingestão através da água é menos grave). Quando se estabelece um quadro de sobrecarga de ferro nos tecidos, a capacidade de ligação com este elemento é excedida e os níveis de ferro reativo (livre) causam danos peroxidativos, especialmente no fígado (órgão cujos tecidos foram utilizados nas análises deste estudo). Um dos fatores que influenciam a tolerância ao ferro é a forma de ingestão: a entrada pela dieta permite maior tolerância a altos níveis diários de ferro por um organismo do que a ingestão pela água. Em parte, isso pode ser explicado pela interação do ferro com outros elementos. Por exemplo, a ingestão de altos níveis de cálcio reduz a toxicidade do ferro e, também,

a ingestão de cobalto, cobre, manganês e zinco reduzem a absorção de ferro. Por outro lado, a quantidade de ferro no alimento consumido pelos animais depende do tipo de solo em que as plantas crescem. Assim, têm maior potencial de intoxicação as espécies que apresentam hábitos herbívoros em sua dieta, como as onívoras/granívoras e onívoras/frugívoras.

Neste estudo, picos de ferro foram observados na espécie *Marmosa murina* no BA1a e BA1b, seguida de *M. paraguayanus* nestes mesmos Blocos Amostrais, sendo que o valor de cada espécie em BA1a foi maior que o respectivo valor em BA1b. Ambas as espécies são semi-arborícolas e possuem hábitos alimentares onívoro/insetívoro, o que representa evidência de que a circulação e acúmulo desse metal nesses organismos possui dinâmica própria e não relacionada a distância do rio Doce, pois as concentrações de ferro nas amostras de ambas as espécies não possuem relação com a distância do rio (**Gráfico 55** e **Gráfico 56**).

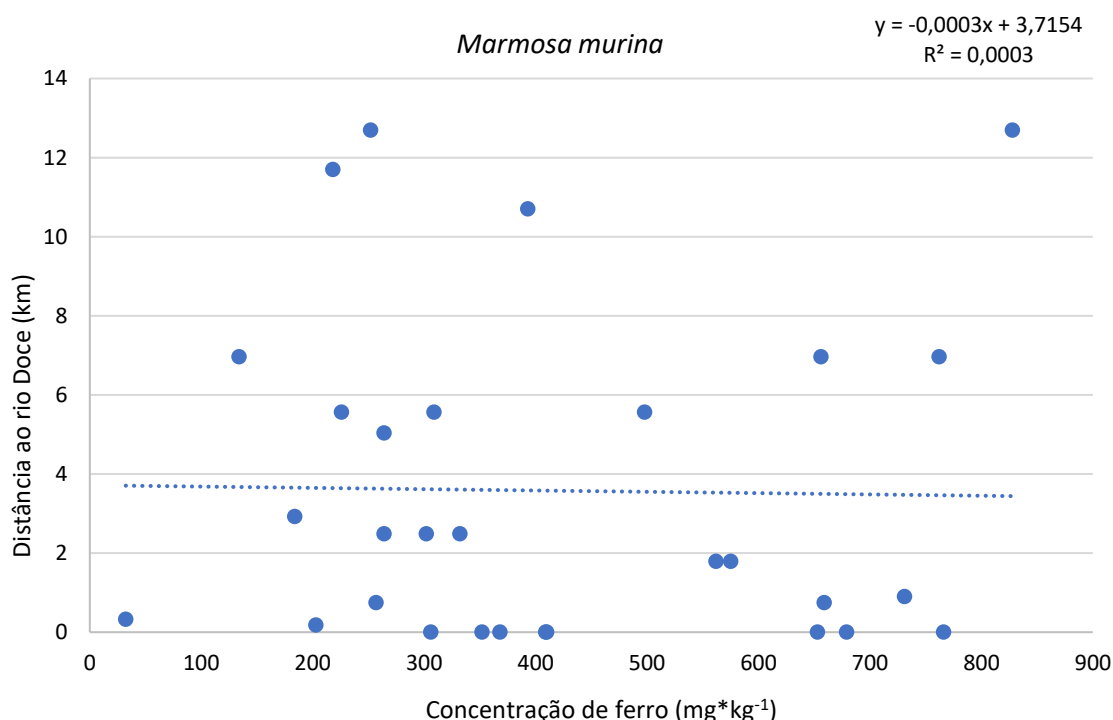


Gráfico 55. Concentração de ferro nas amostras de tecidos de *Marmosa murina*, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), e sua relação com a distâncias do local de captura para o rio Doce. Amostras obtidas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

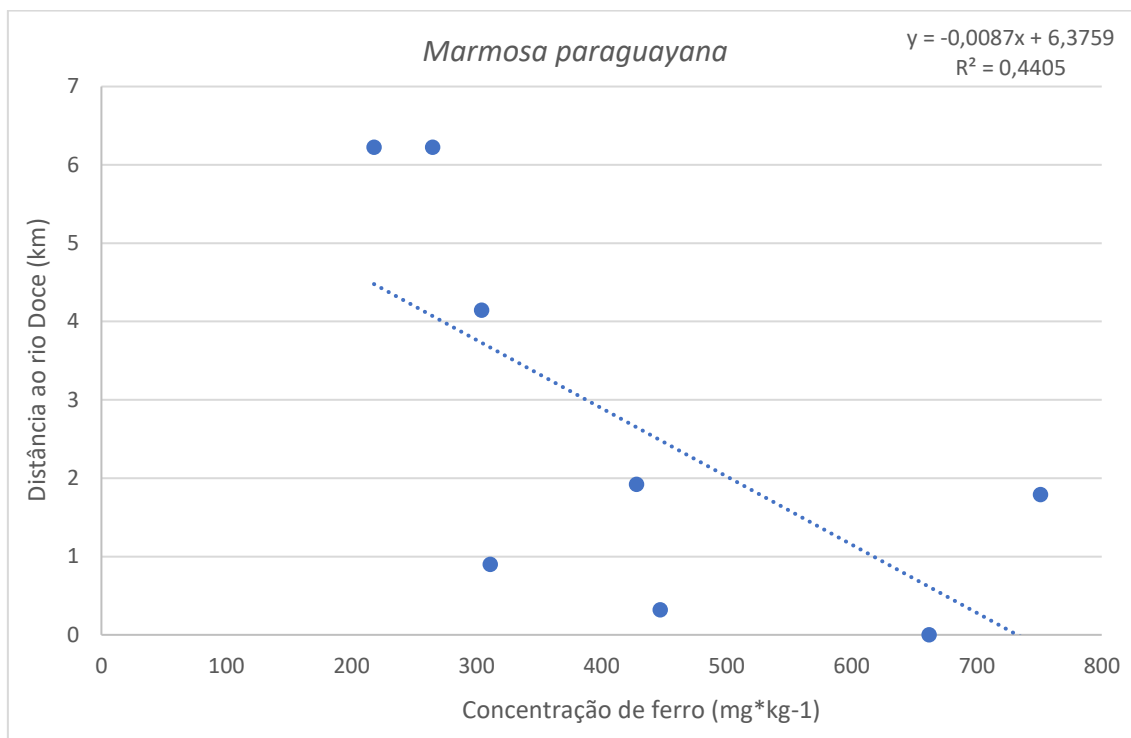


Gráfico 56. Concentração de ferro nas amostras de tecidos de *Marmosa paraguayana*, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), e sua relação com a distância do local de captura para o rio Doce. Amostras obtidas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

O acúmulo de zinco nas células quebra as funções de moléculas essenciais, como proteínas, enzimas e o próprio DNA, levando à toxicose. Esta, por sua vez, ocasiona redução na ingestão de alimentos e queda na taxa de crescimento, entre outros sinais da afecção. Apesar de apresentar efeitos negativos para diversas espécies, o zinco causa toxicidade relativamente baixa em mamíferos, e particularmente os ratos exibem tolerância considerável à alta ingestão desse elemento. A toxicidade ocorre, geralmente, pela ingestão de alimentos e, secundariamente, através da água e do ar. Conforme mencionado acima, o zinco interfere na toxicidade do ferro. Este elemento apresentou níveis de risco para as espécies *Nectomys cf. squamipes* e *Calomys sp.*, as quais também apresentaram níveis de risco para ferro. Essas duas espécies com níveis de risco para zinco apresentaram valores máximos de ferro maiores do que as outras espécies de roedores, o que pode ser evidência dessa interação dos metais no metabolismo desses organismos.

Quadro 21. Concentrações de metais pesados nos tecidos de pequenos mamíferos, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Todas as concentrações em mg*kg⁻¹.

Metal	Bloco Amostral	Guilda trófica	Táxon	N amostral	Mín.	Média	Desvio padrão	Máx.	Valor de Referência
Arsênio	BA1a	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys</i> sp.	2	0,05	0,05	0,01	0,06	214,0 ¹
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	16	0,03	0,12	0,1	0,33	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	6	0,05	0,23	0,23	0,64	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	1	-	-	-	0,15	
		5 - Onívoro	<i>Didelphis aurita</i>	1	-	-	-	0,05	
	BA1b	1 - Frugívoro	<i>Caluromys philander</i>	3	0,05	0,06	0,01	0,07	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Oligoryzomys</i> sp.	1	-	-	-	0,04	
			<i>Rhipidomys</i> cf. <i>mastacalis</i>	1	-	-	-	0,05	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	14	0,03	0,28	0,52	1,69	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	5	0,05	0,05	0,01	0,07	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys</i> cf. <i>squamipes</i>	2	0,05	0,05	0	0,05	
		5 - Onívoro	<i>Rattus rattus</i>	1	-	-	-	0,15	
	BA2	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys</i> sp.	9	0,03	0,04	0,01	0,06	
			<i>Cerradomys subflavus</i>	1	-	-	-	0,05	
			<i>Akodon cursor</i>	1	-	-	-	0,05	
			<i>Delomys sublineatus</i>	1	-	-	-	0,05	
	BA3	2 - Onívoro/granívoro	<i>Oecomys catherinae</i>	1	-	-	-	0,04	
			<i>Oligoryzomys</i> sp.	1	-	-	-	0,04	
			<i>Rhipidomys mastacalis</i>	1	-	-	-	0,05	
			<i>Gracilinanus microtarsus</i>	1	-	-	-	0,14	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosops incanus</i>	2	0,05	0,08	0,04	0,11	
			<i>Nectomys squamipes</i>	2	0,05	0,05	0	0,05	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	2	0,05	0,05	0	0,05	

Metal	Bloco Amostral	Guilda trófica	Táxon	N amostral	Mín.	Média	Desvio padrão	Máx.	Valor de Referência
Cádmio	BA4	2 - Onívoro/granívoro	<i>Akodon cursor</i>	2	0,03	0,08	0,08	0,14	105,0 ²
			<i>Calomys sp.</i>	1	-	-	-	0,11	
			<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1	-	-	-	0,18	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus agilis</i>	1	-	-	-	0,23	
			<i>Monodelphis americana</i>	1	-	-	-	0,32	
		6 - Insetívoro	<i>Oxymycterus sp.</i>	1	-	-	-	0,06	
	BA1a	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	2	0,05	0,05	0,01	0,06	
			<i>Marmosa murina</i>	16	0,03	0,05	0,02	0,12	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa paraguayana</i>	6	0,03	0,05	0,01	0,05	
			<i>Nectomys squamipes</i>	1	-	-	-	0,05	
		5 - Onívoro	<i>Didelphis aurita</i>	1	-	-	-	0,05	
		1 - Frugívoro	<i>Caluromys philander</i>	3	0,05	0,05	0	0,05	
			<i>Oligoryzomys sp.</i>	1	-	-	-	0,04	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Rhipidomys cf. mastacalis</i>	1	-	-	-	0,05	
			<i>Marmosa murina</i>	14	0,04	0,06	0,04	0,18	
	BA1b	3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa paraguayana</i>	5	0,05	0,05	0	0,05	
			<i>Nectomys cf. squamipes</i>	2	0,05	0,05	0	0,05	
		5 - Onívoro	<i>Rattus rattus</i>	1	-	-	-	0,05	
			<i>Calomys sp.</i>	9	0,03	0,04	0,01	0,06	
	BA2	2 - Onívoro/granívoro	<i>Cerradomys subflavus</i>	1	-	-	-	0,05	
			<i>Akodon cursor</i>	1	-	-	-	0,05	
			<i>Delomys sublineatus</i>	1	-	-	-	0,05	
			<i>Oecomys catherinae</i>	1	-	-	-	0,04	
	BA3	2 - Onívoro/granívoro	<i>Oligoryzomys sp.</i>	1	-	-	-	0,04	
			<i>Rhipidomys mastacalis</i>	1	-	-	-	0,05	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus microtarsus</i>	1	-	-	-	0,09	

Metal	Bloco Amostral	Guilda trófica	Táxon	N amostral	Mín.	Média	Desvio padrão	Máx.	Valor de Referência
Chumbo	BA4	4 - Onívoro/piscívoro	<i>Marmosops incanus</i>	2	0,05	0,06	0,01	0,07	15,0 ²
			<i>Nectomys squamipes</i>	2	0,05	0,05	0	0,05	
			<i>Akodon cursor</i>	2	0,03	0,03	0,01	0,04	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	1	-	-	-	0,10	
			<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1	-	-	-	0,04	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus agilis</i>	1	-	-	-	0,04	
			<i>Monodelphis americana</i>	1	-	-	-	0,03	
		6 - Insetívoro	<i>Oxymycterus sp.</i>	1	-	-	-	0,03	
	BA1a	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	2	0,23	0,25	0,02	0,26	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	16	0,05	0,41	0,98	4,06	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	6	0,09	0,17	0,07	0,29	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	1	-	-	-	0,15	
		5 - Onívoro	<i>Didelphis aurita</i>	1	-	-	-	0,18	
	BA1b	1 - Frugívoro	<i>Caluromys philander</i>	3	0,06	0,1	0,05	0,15	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Oligoryzomys sp.</i>	1	-	-	-	0,17	
			<i>Rhipidomys cf. mastacalis</i>	1	-	-	-	0,14	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	14	0,05	0,12	0,07	0,26	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	5	0,09	0,2	0,14	0,44	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys cf. squamipes</i>	2	0,07	0,12	0,07	0,17	
		5 - Onívoro	<i>Rattus rattus</i>	1	-	-	-	0,13	
	BA2	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	9	0,04	0,17	0,13	0,46	
			<i>Cerradomys subflavus</i>	1	-	-	-	0,15	
			<i>Akodon cursor</i>	1	-	-	-	0,08	
	BA3	2 - Onívoro/granívoro	<i>Delomys sublineatus</i>	1	-	-	-	0,26	
			<i>Oecomys catherinae</i>	1	-	-	-	0,05	
			<i>Oligoryzomys sp.</i>	1	-	-	-	0,20	

Metal	Bloco Amostral	Guilda trófica	Táxon	N amostral	Mín.	Média	Desvio padrão	Máx.	Valor de Referência
Cobre	BA4	3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Rhipidomys mastacalis</i>	1	-	-	-	0,08	30,0 ³
			<i>Gracilinanus microtarsus</i>	1	-	-	-	0,16	
			<i>Marmosops incanus</i>	2	0,1	0,14	0,05	0,17	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	2	0,05	0,06	0,01	0,06	
			<i>Akodon cursor</i>	2	0,07	0,16	0,13	0,26	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	1	-	-	-	1,22	
			<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1	-	-	-	0,05	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus agilis</i>	1	-	-	-	0,04	
			<i>Monodelphis americana</i>	1	-	-	-	0,54	
		6 - Insetívoro	<i>Oxymycterus sp.</i>	1	-	-	-	0,07	
	BA1a	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	2	5,31	7,33	2,86	9,35	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	16	2,88	7,22	2,48	11,00	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	6	4,23	6,99	2,66	10,80	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	1	-	-	-	7,39	
		5 - Onívoro	<i>Didelphis aurita</i>	1	-	-	-	7,67	
		1 - Frugívoro	<i>Caluromys philander</i>	3	6,62	7,41	1,25	8,86	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Oligoryzomys sp.</i>	1	-	-	-	6,77	
			<i>Rhipidomys cf. mastacalis</i>	1	-	-	-	6,71	
	BA1b	3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	14	4,48	6,82	2,37	13,10	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	5	4,62	6,33	1,38	7,87	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys cf. squamipes</i>	2	6,5	7,2	0,99	7,90	
		5 - Onívoro	<i>Rattus rattus</i>	1	-	-	-	6,80	
			<i>Calomys sp.</i>	9	3,67	8,11	3,92	15,80	
	BA2	2 - Onívoro/granívoro	<i>Cerradomys subflavus</i>	1	-	-	-	5,95	
	BA3	2 - Onívoro/granívoro	<i>Akodon cursor</i>	1	-	-	-	6,78	
			<i>Delomys sublineatus</i>	1	-	-	-	7,27	

Metal	Bloco Amostral	Guilda trófica	Táxon	N amostral	Mín.	Média	Desvio padrão	Máx.	Valor de Referência
Cromo	BA4	3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Oecomys catherinae</i>	1	-	-	-	6,03	50,0 ⁴
			<i>Oligoryzomys</i> sp.	1	-	-	-	11,80	
			<i>Rhipidomys mastacalis</i>	1	-	-	-	6,09	
			<i>Gracilinanus microtarsus</i>	1	-	-	-	13,80	
			<i>Marmosops incanus</i>	2	7,66	9,43	2,5	11,20	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	2	5,04	5,46	0,59	5,88	
			<i>Akodon cursor</i>	2	7,23	9,42	3,09	11,60	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys</i> sp.	1	-	-	-	20,10	
			<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1	-	-	-	5,81	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus agilis</i>	1	-	-	-	6,34	
			<i>Monodelphis americana</i>	1	-	-	-	22,50	
			<i>Oxymycterus</i> sp.	1	-	-	-	6,95	
	BA1a	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys</i> sp.	2	0,07	0,07	0	0,07	
			<i>Marmosa murina</i>	16	0,03	0,08	0,1	0,45	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa paraguayana</i>	6	0,03	0,07	0,05	0,16	
			<i>Nectomys squamipes</i>	1	-	-	-	0,08	
		5 - Onívoro	<i>Didelphis aurita</i>	1	-	-	-	0,10	
	BA1b	1 - Frugívoro	<i>Caluromys philander</i>	3	0,05	0,06	0,01	0,08	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Oligoryzomys</i> sp.	1	-	-	-	0,07	
			<i>Rhipidomys</i> cf. <i>mastacalis</i>	1	-	-	-	0,05	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	14	0,03	0,06	0,02	0,10	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	5	0,05	0,06	0,02	0,09	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys</i> cf. <i>squamipes</i>	2	0,08	0,08	0	0,08	
			<i>Rattus rattus</i>	1	-	-	-	0,10	
	BA2	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys</i> sp.	9	0,04	0,07	0,02	0,11	
			<i>Cerradomys subflavus</i>	1	-	-	-	0,05	

Metal	Bloco Amostral	Guilda trófica	Táxon	N amostral	Mín.	Média	Desvio padrão	Máx.	Valor de Referência
Ferro	BA3	2 - Onívoro/granívoro	<i>Akodon cursor</i>	1	-	-	-	0,19	160,0 ⁵
			<i>Delomys sublineatus</i>	1	-	-	-	0,07	
			<i>Oecomys catherinae</i>	1	-	-	-	0,08	
			<i>Oligoryzomys</i> sp.	1	-	-	-	0,06	
			<i>Rhipidomys mastacalis</i>	1	-	-	-	0,08	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus microtarsus</i>	1	-	-	-	0,09	
			<i>Marmosops incanus</i>	2	0,04	0,05	0	0,05	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	2	0,05	0,07	0,02	0,08	
			<i>Akodon cursor</i>	2	0,05	0,05	0	0,06	
	BA4	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys</i> sp.	1	-	-	-	0,23	
			<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1	-	-	-	0,07	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus agilis</i>	1	-	-	-	0,04	
			<i>Monodelphis americana</i>	1	-	-	-	0,11	
		6 - Insetívoro	<i>Oxymycterus</i> sp.	1	-	-	-	0,08	
			<i>Calomys</i> sp.	2	143	144	1,41	145,00	
	BA1a	3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	16	134	463,44	228,73	828,00	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	6	218	554,83	278,44	970,00	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	1	-	-	-	144,00	
			<i>Didelphis aurita</i>	1	-	-	-	215,00	
		1 - Frugívoro	<i>Caluromys philander</i>	3	168	209,67	36,17	233,00	
	BA1b	2 - Onívoro/granívoro	<i>Oligoryzomys</i> sp.	1	-	-	-	108,00	
			<i>Rhipidomys</i> cf. <i>mastacalis</i>	1	-	-	-	231,00	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	14	32,2	369,23	197,17	731,00	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	5	304	448,2	181,46	751,00	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys</i> cf. <i>squamipes</i>	2	102	164	87,68	226,00	
			<i>Rattus rattus</i>	1	-	-	-	200,00	
		5 - Onívoro							

Metal	Bloco Amostral	Guilda trófica	Táxon	N amostral	Mín.	Média	Desvio padrão	Máx.	Valor de Referência
Manganês	BA2	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	9	57,2	114,4	60,62	265,00	200,0 ⁶
			<i>Cerradomys subflavus</i>	1	-	-	-	45,80	
			<i>Akodon cursor</i>	1	-	-	-	205,00	
			<i>Delomys sublineatus</i>	1	-	-	-	208,00	
	BA3	2 - Onívoro/granívoro	<i>Oecomys catherinae</i>	1	-	-	-	295,00	
			<i>Oligoryzomys sp.</i>	1	-	-	-	155,00	
			<i>Rhipidomys mastacalis</i>	1	-	-	-	120,00	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus microtarsus</i>	1	-	-	-	155,00	
			<i>Marmosops incanus</i>	2	249	329	113,14	409,00	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	2	156	211	77,78	266,00	
			<i>Akodon cursor</i>	2	143	146,5	4,95	150,00	
	BA4	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	1	-	-	-	271,00	
			<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1	-	-	-	105,00	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus agilis</i>	1	-	-	-	68,20	
			<i>Monodelphis americana</i>	1	-	-	-	268,00	
		6 - Insetívoro	<i>Oxymycterus sp.</i>	1	-	-	-	91,80	
	BA1a	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	2	0,61	1,19	0,82	1,77	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	16	1,43	3,71	2,13	10,90	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	6	2,35	3,12	0,84	4,26	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	1	-	-	-	5,39	
		5 - Onívoro	<i>Didelphis aurita</i>	1	-	-	-	2,27	
	BA1b	1 - Frugívoro	<i>Caluromys philander</i>	3	0,94	1,15	0,3	1,49	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Oligoryzomys sp.</i>	1	-	-	-	0,78	
			<i>Rhipidomys cf. mastacalis</i>	1	-	-	-	0,74	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	14	1,63	3,59	1,25	6,27	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	5	2,06	2,56	0,51	3,15	

Metal	Bloco Amostral	Guilda trófica	Táxon	N amostral	Mín.	Média	Desvio padrão	Máx.	Valor de Referência
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys cf. squamipes</i>	2	1,32	1,46	0,2	1,60	
		5 - Onívoro	<i>Rattus rattus</i>	1	-	-	-	1,24	
	BA2	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	9	0,64	2,11	1,41	5,18	
			<i>Cerradomys subflavus</i>	1	-	-	-	0,85	
			<i>Akodon cursor</i>	1	-	-	-	1,17	
			<i>Delomys sublineatus</i>	1	-	-	-	1,60	
			<i>Oecomys catherinae</i>	1	-	-	-	3,07	
	BA3	2 - Onívoro/granívoro	<i>Oligoryzomys sp.</i>	1	-	-	-	2,60	
			<i>Rhipidomys mastacalis</i>	1	-	-	-	1,47	
			<i>Gracilinanus microtarsus</i>	1	-	-	-	2,36	
			<i>Marmosops incanus</i>	2	3,57	4,68	1,56	5,78	
			<i>Nectomys squamipes</i>	2	0,6	1,14	0,76	1,67	
	BA4	2 - Onívoro/granívoro	<i>Akodon cursor</i>	2	2,07	2,77	0,99	3,47	
			<i>Calomys sp.</i>	1	-	-	-	12,60	
			<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1	-	-	-	1,74	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus agilis</i>	1	-	-	-	1,06	
			<i>Monodelphis americana</i>	1	-	-	-	18,80	
	BA1a	2 - Onívoro/granívoro	<i>Oxymycterus sp.</i>	1	-	-	-	0,41	
			<i>Calomys sp.</i>	2	0,05	0,05	0,01	0,06	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	16	0,03	0,1	0,1	0,46	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	6	0,03	0,05	0,01	0,05	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	1	-	-	-	0,05	
		5 - Onívoro	<i>Didelphis aurita</i>	1	-	-	-	0,05	
		1 - Frugívoro	<i>Caluromys philander</i>	3	0,05	0,05	0	0,05	
	BA1b	2 - Onívoro/granívoro	<i>Oligoryzomys sp.</i>	1	-	-	-	0,04	
			<i>Rhipidomys cf. mastacalis</i>	1	-	-	-	0,05	

Metal	Bloco Amostral	Guilda trófica	Táxon	N amostral	Mín.	Média	Desvio padrão	Máx.	Valor de Referência
	BA2	3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	14	0,03	0,05	0,01	0,08	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	5	0,05	0,05	0	0,05	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys cf. squamipes</i>	2	0,05	0,05	0	0,05	
			5 - Onívoro	<i>Rattus rattus</i>	1	-	-	-	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	9	0,03	0,04	0,01	0,06	
			<i>Cerradomys subflavus</i>	1	-	-	-	0,05	
			<i>Akodon cursor</i>	1	-	-	-	0,05	
			<i>Delomys sublineatus</i>	1	-	-	-	0,05	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Oecomys catherinae</i>	1	-	-	-	0,04	
			<i>Oligoryzomys sp.</i>	1	-	-	-	0,04	
	<i>Rhipidomys mastacalis</i>		1	-	-	-	0,05		
	<i>Gracilinanus microtarsus</i>		1	-	-	-	0,23		
	BA3	3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosops incanus</i>	2	0,05	0,91	1,21	1,77	
			<i>Nectomys squamipes</i>	2	0,05	0,05	0	0,05	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Akodon cursor</i>	2	0,03	0,04	0,01	0,04	
			<i>Calomys sp.</i>	1	-	-	-	0,05	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1	-	-	-	0,04	
			3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus agilis</i>	1	-	-	-	
		6 - Insetívoro		<i>Monodelphis americana</i>	1	-	-	-	
			<i>Oxymycterus sp.</i>	1	-	-	-	0,03	
	Zinco	BA1a	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys sp.</i>	2	26,1	74,55	68,52	
3 - Onívoro/Insetívoro			<i>Marmosa murina</i>	16	9,9	45,02	15,93	82,70	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	6	22,9	38,83	17,38	61,90	
4 - Onívoro/piscívoro			<i>Nectomys squamipes</i>	1	-	-	-	55,50	
BA1b		5 - Onívoro	<i>Didelphis aurita</i>	1	-	-	-	49,60	
		1 - Frugívoro	<i>Caluromys philander</i>	3	45	65,7	25,44	94,10	

Metal	Bloco Amostral	Guilda trófica	Táxon	N amostral	Mín.	Média	Desvio padrão	Máx.	Valor de Referência
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Oligoryzomys</i> sp.	1	-	-	-	12,40	
			<i>Rhipidomys</i> cf. <i>mastacalis</i>	1	-	-	-	58,70	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Marmosa murina</i>	14	16,5	40,19	14,45	63,00	
			<i>Marmosa paraguayana</i>	5	17	24,38	6,57	33,10	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys</i> cf. <i>squamipes</i>	2	37,4	83,2	64,77	129,00	
		5 - Onívoro	<i>Rattus rattus</i>	1	-	-	-	33,50	
	BA2	2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys</i> sp.	9	16,8	55,53	60,62	197,00	
			<i>Cerradomys subflavus</i>	1	-	-	-	31,10	
			<i>Akodon cursor</i>	1	-	-	-	33,90	
			<i>Delomys sublineatus</i>	1	-	-	-	56,00	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Oecomys catherinae</i>	1	-	-	-	26,50	
	BA3		<i>Oligoryzomys</i> sp.	1	-	-	-	28,80	
			<i>Rhipidomys mastacalis</i>	1	-	-	-	25,30	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus microtarsus</i>	1	-	-	-	40,00	
			<i>Marmosops incanus</i>	2	36,7	63,8	38,33	90,90	
		4 - Onívoro/piscívoro	<i>Nectomys squamipes</i>	2	34,3	40,9	9,33	47,50	
			<i>Akodon cursor</i>	2	25,6	27,5	2,69	29,40	
		2 - Onívoro/granívoro	<i>Calomys</i> sp.	1	-	-	-	61,30	
	BA4		<i>Oligoryzomys nigripes</i>	1	-	-	-	34,30	
		3 - Onívoro/Insetívoro	<i>Gracilinanus agilis</i>	1	-	-	-	33,80	
			<i>Monodelphis americana</i>	1	-	-	-	56,50	
		6 - Insetívoro	<i>Oxymycterus</i> sp.	1	-	-	-	54,80	

Valores de referência segundo: 1- (COMMITTEE ON MEDICAL AND BIOLOGICAL EFFECTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS, 1977b); 2 - (BEYER; MEADOR, 2011); 3 - (CORNELL UNIVERSITY, 1994); 4 - (KATZ; SALEM, 1993); 5 - (EICKHOLT; WHITE, 1965); 6 - (GWIAZDA; LUCCHINI; SMITH, 2007); 7 - (AN et al., 2014).

Quadro 22. Concentrações de metais pesados por amostra nos tecidos de pequenos mamíferos, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Todas as concentrações em mg*kg⁻¹.

Código da Amostra	Ordem	Espécie	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercúrio	Zinco
8025475	Didelphimorphia	<i>Marmosops incanus</i>	0,11	0,07	0,17	11,20	0,04	409,00	5,78	0,05	36,70
8025483	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	1,27	0,05	0,12	7,98	0,05	410,00	3,97	0,05	63,00
8025554	Rodentia	<i>Oligoryzomys sp.</i>	0,04	0,04	0,20	11,80	0,06	155,00	2,60	0,04	28,80
8025555	Rodentia	<i>Rhipidomys mastacalis</i>	0,05	0,05	0,08	6,09	0,08	120,00	1,47	0,05	25,30
8025556	Didelphimorphia	<i>Gracilinanus microtarsus</i>	0,14	0,09	0,16	13,80	0,09	155,00	2,36	0,23	40,00
8025557	Rodentia	<i>Nectomys cf. squamipes</i>	0,05	0,05	0,17	7,90	0,08	226,00	1,60	0,05	129,00
8025558	Rodentia	<i>Akodon cursor</i>	0,14	0,04	0,26	11,60	0,06	143,00	3,47	0,04	29,40
8025560	Rodentia	<i>Oecomys catherinae</i>	0,04	0,04	0,05	6,03	0,08	295,00	3,07	0,04	26,50
8025561	Didelphimorphia	<i>Marmosops incanus</i>	0,05	0,05	0,10	7,66	0,05	249,00	3,57	1,77	90,90
8025564	Rodentia	<i>Delomys sublineatus</i>	0,05	0,05	0,26	7,27	0,07	208,00	1,60	0,05	56,00
8025566	Didelphimorphia	<i>Caluromys philander</i>	0,07	0,05	0,06	6,76	0,08	233,00	1,01	0,05	45,00
8025567	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,11	0,10	1,22	20,10	0,23	271,00	12,60	0,05	61,30
8025568	Rodentia	<i>Nectomys squamipes</i>	0,05	0,05	0,05	5,04	0,05	156,00	1,67	0,05	34,30
8025569	Rodentia	<i>Nectomys squamipes</i>	0,05	0,05	0,06	5,88	0,08	266,00	0,60	0,05	47,50
8025570	Didelphimorphia	<i>Marmosa paraguayana</i>	0,22	0,05	0,09	4,23	0,05	586,00	2,35	0,05	27,30
8025571	Didelphimorphia	<i>Caluromys philander</i>	0,05	0,05	0,08	6,62	0,06	168,00	0,94	0,05	94,10
8025572	Didelphimorphia	<i>Marmosa paraguayana</i>	0,11	0,05	0,22	4,86	0,05	628,00	2,60	0,05	59,10
8025573	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,24	0,12	0,26	10,20	0,45	368,00	3,62	0,05	40,80
8025574	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,05	0,05	0,13	2,88	0,07	226,00	3,60	0,09	32,50
8025575	Rodentia	<i>Akodon cursor</i>	0,05	0,05	0,08	6,78	0,19	205,00	1,17	0,05	33,90
8025576	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,14	0,03	0,19	9,99	0,11	498,00	3,94	0,08	82,70
8025578	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,10	0,05	0,17	9,51	0,06	264,00	3,46	0,06	57,20

Código da Amostra	Ordem	Espécie	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercúrio	Zinco
8025580	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	1,69	0,05	0,05	7,56	0,10	306,00	3,83	0,05	61,80
8025581	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,06	0,06	0,23	9,35	0,07	143,00	0,61	0,06	26,10
8025582	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,05	0,05	4,06	4,67	0,07	309,00	1,61	0,05	36,10
8025583	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,12	0,05	0,05	4,80	0,10	409,00	2,79	0,05	45,00
8025584	Didelphimorphia	<i>Marmosa paraguayana</i>	0,64	0,05	0,18	8,86	0,05	662,00	2,86	0,05	36,10
8025585	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,11	0,05	0,22	6,23	0,10	653,00	3,66	0,05	52,60
8025587	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,03	0,03	0,15	7,53	0,03	656,00	4,50	0,06	58,40
8025588	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,24	0,05	0,17	7,47	0,05	762,00	2,88	0,14	43,00
8025589	Didelphimorphia	<i>Marmosa paraguayana</i>	0,29	0,05	0,14	8,14	0,16	970,00	4,26	0,05	61,90
8025591	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,05	0,05	0,26	5,31	0,07	145,00	1,77	0,05	123,00
8025594	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,38	0,05	0,10	5,89	0,09	352,00	3,71	0,05	46,30
8025612	Rodentia	<i>Oligoryzomys sp.</i>	0,04	0,04	0,17	6,77	0,07	108,00	0,78	0,04	12,40
8025613	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,05	0,18	0,09	4,90	0,10	32,20	1,91	0,05	38,30
8025614	Rodentia	<i>Nectomys cf. squamipes</i>	0,05	0,05	0,07	6,50	0,08	102,00	1,32	0,05	37,40
8025616	Rodentia	<i>Rhipidomys cf. mastacalis</i>	0,05	0,05	0,14	6,71	0,05	231,00	0,74	0,05	58,70
8025617	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,05	0,09	0,08	4,48	0,05	203,00	4,84	0,05	45,20
8025618	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,04	0,04	0,24	10,40	0,08	76,10	0,64	0,04	111,00
8025619	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,03	0,03	0,15	5,58	0,04	124,00	1,56	0,03	19,60
8025621	Rodentia	<i>Akodon cursor</i>	0,03	0,03	0,07	7,23	0,05	150,00	2,07	0,03	25,60
8025622	Rodentia	<i>Cerradomys subflavus</i>	0,05	0,05	0,15	5,95	0,05	45,80	0,85	0,05	31,10
8025623	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,03	0,03	0,04	3,67	0,05	74,30	2,15	0,03	197,00
8025624	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,04	0,06	0,46	4,08	0,07	109,00	5,18	0,04	31,80
8025625	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,03	0,03	0,08	6,09	0,06	117,00	2,34	0,03	50,00
8025627	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,05	0,05	0,05	15,80	0,05	57,20	1,16	0,05	19,70
8025628	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,05	0,05	0,17	7,86	0,06	102,00	1,00	0,05	25,10
8025629	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,05	0,05	0,15	7,95	0,09	265,00	3,34	0,05	16,80

Código da Amostra	Ordem	Espécie	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercúrio	Zinco
8025630	Rodentia	<i>Calomys sp.</i>	0,06	0,06	0,16	11,60	0,11	105,00	1,63	0,06	28,80
8025634	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,06	0,06	0,09	8,03	0,06	257,00	3,07	0,05	35,10
8025635	Didelphimorphia	<i>Marmosa paraguayana</i>	0,07	0,05	0,13	4,62	0,06	751,00	2,99	0,05	21,50
8025636	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,29	0,05	0,15	5,16	0,05	766,00	3,23	0,05	48,70
8025637	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,33	0,05	0,09	6,83	0,06	679,00	2,25	0,05	48,60
8025638	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,06	0,05	0,08	6,84	0,05	575,00	4,63	0,05	22,20
8025639	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,05	0,05	0,09	4,88	0,05	659,00	4,11	0,05	47,60
8025640	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,07	0,05	0,15	7,03	0,05	828,00	10,90	0,46	55,60
8025642	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,05	0,05	0,05	4,99	0,05	562,00	3,05	0,05	45,90
8025643	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,05	0,05	0,05	5,53	0,05	252,00	2,93	0,16	26,50
8025644	Rodentia	<i>Oligoryzomys nigripes</i>	0,18	0,04	0,05	5,81	0,07	105,00	1,74	0,04	34,30
8025645	Didelphimorphia	<i>Marmosa paraguayana</i>	0,06	0,05	0,09	7,42	0,09	311,00	2,51	0,05	33,10
8025646	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,05	0,05	0,10	4,99	0,05	731,00	2,71	0,05	47,00
8025655	Rodentia	<i>Oxymycterus sp.</i>	0,06	0,03	0,07	6,95	0,08	91,80	0,41	0,03	54,80
8025819	Didelphimorphia	<i>Monodelphis americana</i>	0,32	0,03	0,54	22,50	0,11	268,00	18,80	0,48	56,50
8025851	Didelphimorphia	<i>Gracilinanus agilis</i>	0,23	0,04	0,04	6,34	0,04	68,20	1,06	0,07	33,80
8026171	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,09	0,04	0,18	11,00	0,04	393,00	3,81	0,05	42,30
8026172	Didelphimorphia	<i>Caluromys philander</i>	0,05	0,05	0,15	8,86	0,05	228,00	1,49	0,05	58,00
8026173	Didelphimorphia	<i>Marmosa paraguayana</i>	0,05	0,03	0,29	10,80	0,03	218,00	2,53	0,03	22,90
8026174	Rodentia	<i>Nectomys squamipes</i>	0,15	0,05	0,15	7,39	0,08	144,00	5,39	0,05	55,50
8026178	Didelphimorphia	<i>Marmosa paraguayana</i>	0,05	0,05	0,44	7,87	0,05	447,00	3,15	0,05	29,20
8026180	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,05	0,05	0,18	6,50	0,05	264,00	4,24	0,05	16,50
8026183	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,03	0,09	0,26	13,10	0,07	184,00	6,27	0,08	47,00
8026185	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,03	0,03	0,23	5,66	0,03	134,00	1,43	0,03	9,90
8026187	Didelphimorphia	<i>Marmosa paraguayana</i>	0,05	0,05	0,15	5,27	0,05	428,00	2,06	0,05	21,10
8026190	Didelphimorphia	<i>Marmosa paraguayana</i>	0,05	0,05	0,19	6,48	0,05	304,00	2,07	0,05	17,00

Código da Amostra	Ordem	Espécie	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercúrio	Zinco
8026191	Didelphimorphia	<i>Didelphis aurita</i>	0,05	0,05	0,18	7,67	0,10	215,00	2,27	0,05	49,60
8026192	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,03	0,04	0,15	5,65	0,03	302,00	1,63	0,03	22,50
8026193	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,05	0,03	0,25	11,00	0,03	218,00	4,80	0,08	40,40
8026195	Didelphimorphia	<i>Marmosa paraguayana</i>	0,05	0,05	0,13	5,03	0,11	265,00	4,10	0,05	25,70
8026196	Rodentia	<i>Rattus rattus</i>	0,15	0,05	0,13	6,80	0,10	200,00	1,24	0,05	33,50
8026208	Didelphimorphia	<i>Marmosa murina</i>	0,04	0,04	0,24	9,71	0,08	332,00	2,34	0,04	24,20

1.2.1.5. Conclusões e recomendações

A caracterização da comunidade de pequenos mamíferos não voadores da **BHRD** mostrou que 47 espécies deste grupo têm ocorrência potencial para a região, sendo 34 roedores e 13 marsupiais. Destas, 10 espécies têm distribuição restrita à bacia e sete têm hábitos de vida estreitamente relacionados aos habitats afetados pelos impactos (três semiaquáticas e quatro semifossoriais), sendo, portanto, consideradas bioindicadoras. Como tratado abaixo, as espécies registradas em campo não são bons indicadores de qualidade ambiental por serem generalistas e não associadas aos ambientes supostamente mais afetados. O monitoramento será mais bem-sucedido em responder alguma questão sobre os impactos do rompimento da barragem se o foco for pontual em áreas sabidamente afetadas, majoritariamente no BA4.

Quanto à estimativa da riqueza na área, obtida a partir de curvas de acumulação de espécies, a maioria dos Blocos Amostrais não apresentou estabilização nas respectivas curvas. Com isso, espera-se que as futuras campanhas de amostragem, com a continuação do Programa de Monitoramento, aumentem o número de espécies ainda não registradas, complementando a lista de espécies ocorrentes na região. Para dois BA em *Parcelas Ripárias*, não houve nenhum registro. Espera-se, portanto, que os primeiros registros nestes dois locais sejam obtidos nas próximas campanhas de campo, incrementando a lista de espécies registradas.

Quanto aos dados secundários sobre os pequenos mamíferos na **BHRD** há profundas lacunas no conhecimento da fauna presente em boa parte das UCs da Bacia. Há a necessidade de (i) revisão, atualização e inclusão dos inventários de pequenos mamíferos dos Planos de Manejo de seis UCs que não incluem esses dados a seu inventário; (ii) elaboração de Plano de Manejo nas 26 UCs que não o possuem, já prevendo a inclusão do inventário de pequenos mamíferos não voadores. Os dados produzidos pelo presente estudo são fonte relevante de fomento desta deficiência e pode ser usada como subsídio local para a gestão da biodiversidade das UCs

Mesmo com o grande esforço de coleta em campo, o baixo sucesso de captura obtido para os pequenos mamíferos não voadores não permitiu que qualquer padrão observado para a riqueza de espécies fosse relacionado à proximidade ou não do leito do rio Doce. A relação entre a riqueza de pequenos mamíferos e a distância para o rio Doce não foi significativa para nenhum dos BA (**Quadro 23**). O baixo sucesso de captura é um padrão bem conhecido na literatura para o grupo, e discutido em uma série de

estudos que avaliam métodos de captura para otimizar o sucesso (e.g., BELANT; WINDELS, 2007; BRESSIANI, 2008; LORETTO, 2012; MENGAK; GUYNN JR., 1987; TEW; TODD; MACDONALD, 1994). Portanto, do ponto de vista prático em relação ao sucesso amostral, seria necessário ao menos mais um ciclo sazonal completo de amostragem seja executado. Porém, é provável que, em geral, a maioria dos BA continue apresentando sucesso amostral abaixo do necessário para que os testes estatísticos empregados sejam capazes de captar respostas causais entre as variáveis analisadas.

Quanto à análise de NMDS, de maneira geral, a variação na composição e abundância das espécies das comunidades avaliadas não foi explicada pelas variáveis de uso e ocupação do solo (**Quadro 23**). Somente em três casos o tipo de ambiente influenciou essa estruturação da comunidade entre as duas campanhas analisadas. Primeiro, para as *Parcelas Ripárias* do BA4, a distribuição da comunidade foi influenciada pela distância da Barragem. Em segundo lugar, a presença de áreas de uso e cobertura do solo naturais influenciou a comunidade nas *Parcelas Terrestres* do BA2. Por fim, a presença de ambientes aquáticos influenciou a comunidade nas *Parcelas Terrestres* do BA1a (**Quadro 23**). Como a única resposta que pode nos ajudar a aprender sobre esse sistema biológico esteve presente no BA de maior interesse (BA4), por sua proximidade a barragem que rompeu, é relevante que os esforços seguintes sejam pensados para atacar diretamente a questão da distância da barragem nesta localidade.

Quadro 23. Resumo quantitativo das distâncias em relação ao rio Doce e variáveis de uso e cobertura do solo de influência para pequenos mamíferos não voadores durante as campanhas do estudo de Avaliação de Impactos Ambientais e Monitoramento da Fauna e Flora Terrestres nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Abordagem / Bloco Amostral	BA4	BA3	BA2	BA1b	BA1a
Distância do rio Doce (m)					
<i>Parcelas Ripárias</i>	-	-	-	-	-
<i>Parcelas Terrestres</i>	-	-	-	-	-
Uso e cobertura do solo – Composição de espécies					
<i>Parcelas Ripárias</i>	Barragem	-	-	-	-
<i>Parcelas Terrestres</i>	-	-	Natural	-	Aquático

Alternativamente, como o sucesso amostral foi baixo na maioria dos BA, é possível que a amostragem completa durante um segundo ciclo sazonal seja prolífica para reavaliar a influência dos indicadores escolhidos. Dessa nova tentativa retirariamos as variáveis mais relevantes para a estruturação das comunidades avaliadas e, para estas variáveis, ajustariamos o programa de avaliação focado na questão da distância para a barragem, que os dados atuais já mostram e para a qual já estamos sugerindo um programa específico. Se mesmo após dois anos de coleta de dados as comunidades de pequenos mamíferos continuarem a não mostrar qualquer resposta a variáveis que podem estar ligadas ao impacto decorrente do rompimento da barragem de Fundão na escala de avaliação estabelecida atualmente, será recomendável que este programa em específico seja suprimido, e os esforços e capital humano e financeiro correspondentes sejam realocados para outros Programas que se mostrarem mais prolíficos.

Durante as duas primeiras campanhas do Programa de Monitoramento, as espécies que registramos são as que comumente são amostradas em estudos semelhantes e têm hábito de vida essencialmente terrestres. Não obtivemos sucesso com o uso de armadilhas no dossel que justifique sua manutenção no restante do monitoramento, pois o método é demorado em aplicação e foca esforço de captura em espécies essencialmente frugívoras (CHARLES-DOMINIQUE, 1983; CHARLES-DOMINIQUE et al., 1981; LORETTO, 2012). Sua dependência dessa fonte de alimentos (e ambiente essencialmente florestal) torna a identificação de impactos do rompimento da barragem de Fundão, majoritariamente sobre o sistema aquático, ainda mais indireta e de demonstração mais improvável ainda para esta guilda de organismos.

Adicionalmente ao programa específico que desenvolva um experimento de campo delineado para avaliar a questão da distância da barragem sobre as comunidades de pequenos mamíferos, é importante que as espécies que têm maior potencial de bioindicador sejam alvo de foco da continuação do programa de avaliação dos impactos sobre a biodiversidade. Isto implicaria, portanto, na mudança de foco, das espécies essencialmente terrestres e métodos de captura correspondentes para o investimento na captura de espécies semiaquáticas e semifossoriais nas áreas potencialmente mais afetadas. O foco deveria ser, por exemplo, *Chironectes minimus*, um marsupial semiaquático (BRESSIANI, 2008; GALLIEZ et al., 2009), *Nectomys squamipes*, um roedor de mesmo hábito (LIMA, 2009; LIMA; PINHO; FERNANDEZ, 2015), e *Blarinomys breviceps*, um roedor semifossorial (DELICIELLOS et al., 2012; MATSON; ABRAYAYA, 1977).

1.2.1.5.1. Perguntas a serem respondidas pelo monitoramento

No Parecer Técnico nº 01/2017, os órgãos ambientais levantaram oito perguntas principais que são o foco do presente estudo. Após o primeiro ano de avaliação ecológica rápida dos pequenos mamíferos não voadores ao longo do rio Doce e seus tributários, foi possível avaliar se tais questões são factíveis de serem respondidas ou não. Abaixo estão as questões com seus respectivos comentários.

1) Qual o impacto do evento sobre as espécies da fauna terrestre e aquática?

Há grande deficiência no delineamento amostral atual do estudo. Por isso não inclui áreas essenciais para medir algum impacto e sua eventual recuperação. Portanto, os resultados referentes aos pequenos mamíferos não voadores não nos informam sobre impactos do rompimento da barragem de Fundão. Capturamos basicamente o conjunto de espécies generalistas esperado para qualquer estudo a ser desenvolvido na Mata Atlântica, tanto em áreas conservadas quanto degradadas.

2) Houve acumulação de metais nas diferentes espécies e no solo?

Em 21 espécies analisadas, pertencentes a quase todas as guildas tróficas dos pequenos mamíferos não voadores, apenas o ferro e o zinco estiveram acima de valores de referência determinados em estudos de laboratório e em regime agudo de dosagem. Como toda a região da **BHRD** é rica em minerais, especialmente o ferro, é de se esperar que todos os solos da região e organismos associados possuam muito desse metal em seus organismos, como de fato nossos dados mostram. Ferro e zinco se mostram presentes, mas não conhecemos as possíveis influências ou toxicidade dos mesmos na fisiologia dos organismos analisados porque estes estão sob ação crônica e constante dos metais, em oposição aos estudos de laboratório que testam regimes agudos de contaminação. Não observamos indivíduos com malformações ou qualquer indício morfológico que indicasse intoxicação por qualquer substância. Além disso, para as espécies que possuímos mais amostras, as concentrações desses metais não possuem relação com a distância do rio Doce, deixando claro que o regime de exposição aos metais que compõe o solo regional não está atrelado ou depende do que ocorre no rio Doce.

3) Até qual distância do rio Doce a acumulação de metais foi observada?

Para *M. paraguayana* observamos elevados níveis de ferro tanto a 2 km quanto a 5 km do rio Doce. Para *M. murina* observamos elevados níveis de ferro ao lado do rio Doce,

em *Parcela Ripária* adjacente ao rio, e também a 12 km de distância. Para as espécies que apresentaram elevados níveis de zinco não possuímos amostras suficientes para avaliar a relação com a distância do rio Doce.

4) Como os metais pesados estão circulando nas cadeias?

Não é possível responder a essa pergunta, pois não há metodologia específica no presente estudo que permita tal avaliação.

5) Como as taxas de ocupação das diferentes espécies são afetadas pelas distâncias de rios, bordas, estradas e ferrovias, e aspectos físicos e químicos?

Esta pergunta não faz sentido para a avaliação de impactos para os pequenos mamíferos não voadores porque não há sequer áreas de amostragem que sejam representativas destes tratamentos, que por si só não possuem significado para avaliar o rompimento de uma barragem de rejeitos de mineração. A distância do rio foi diretamente avaliada por este e todos os demais grupos da fauna e está separadamente apresentada nos resultados, sendo, portanto, uma etapa cumprida.

6) Áreas protegidas por Unidades de Conservação (UC) e aquelas fora de UC são semelhantes em termos de estruturas de comunidades ou são complementares?

De modo geral são complementares, algo já esperado. No entanto, não temos um delineamento amostral dedicado a responder esta questão, que também não é relevante para entender os impactos sofridos pela biota terrestre após o rompimento da barragem de Fundão.

7) Como se dará a recolonização das áreas que foram restauradas?

Nenhuma parcela amostrada se encontra em áreas restauradas, por isso, não existe a possibilidade de responder essa pergunta.

8) É possível detectar mudanças na composição de espécies de fauna terrestre afetadas pelo desastre?

Nenhuma parcela amostrada se encontra em áreas diretamente afetadas, i.e., no BA4 dentro da chamada “Área Ambiental 1”. Todas as demais áreas de amostragem estão situadas em UCs e outros remanescentes florestais. Como tal, não são diretamente afetadas por um desastre essencialmente de consequências aquáticas e praticamente circunscritos ao rio Doce e sua calha. Por isso, não acredito que existe a possibilidade de responder essa pergunta, a despeito dos programados 10 anos de monitoramento.

1.2.2. Ordem Chiroptera

1.2.2.1. Introdução

Atualmente, a ordem Chiroptera – morcegos – possui mais de 1.300 espécies conhecidas (VOIGT; KINGSTON, 2016), sendo a segunda mais diversa ordem de mamíferos, superada apenas pela ordem Rodentia (SIMMONS, 2005; WILSON; REEDER, 2005). Os quirópteros desempenham papéis fundamentais no ambiente, atuando tanto na predação de artrópodes e vertebrados (HUMPHREY; BONACCORSO; ZINN, 1983) quanto na dispersão de sementes e pólen (FLEMING; HEITHAUS, 1981; KALKO; HERRE; HANDLEY, 1996; PALMEIRIM; GORCHOY; STOLESON, 1989; SAZIMA; BUZATO; SAZIMA, 1999).

A proporção de morcegos na fauna brasileira é expressiva. Das 701 espécies de mamíferos atualmente conhecidos no país, são 182 morcegos, pertencentes a nove famílias (NOGUEIRA et al., 2019a), que contribuem de forma notável com a riqueza e diversidade da mastofauna de vários ecossistemas neotropicais (DA SILVA et al., 2001; MARES et al., 1981; MARINHO-FILHO; GASTAL, 2000). O Brasil abriga ca. 15% da riqueza de morcegos do mundo, equalizando com a Colômbia, país que também possui diversidade expressiva desses mamíferos (ALBERICO et al., 2000).

O estado de Minas Gerais abriga pelo menos 83 espécies de morcegos, distribuídos em sete famílias, um dos mais ricos do sudeste brasileiro (GREGORIN et al., 2016; GREGORIN; LOUREIRO, 2011; GREGORIN; TAHARA; BUZZATO, 2012; TAVARES et al., 2010; VELAZCO et al., 2014). O estado do Espírito Santo possui 77 espécies de morcegos, distribuídos em oito famílias (HOPPE; DITCHFIELD, 2014; PIMENTA, 2013). Este grupo de mamíferos é representativo tanto em número de espécies como em número de espécimes para a **BHrD** (AGUIAR; MARINHO-FILHO, 2004; FALCÃO; REBÊLO; TALAMONI, 2003; LORENZUTTI; ALMEIDA, 2006a; NASCIMENTO; STUMPP; LESSA, 2013a; PERACCHI; NOGUEIRA; LIMA, 2011; PIMENTA, 2013; ROCHA, 2015; SILVA; PERINI; OLIVEIRA, 2005).

O levantamento de mamíferos é indispensável nas análises e diagnósticos que compõem estudos de impacto ambiental (ZANZINI, 2008). A qualidade de habitat é um fator de influência na composição das comunidades de morcegos, e a fragmentação e isolamento de habitats são ameaças à biodiversidade regional e global, podendo causar impactos severos a fauna, alterações nas comunidades ou até mesmo extinções locais

(VOIGT; KINGSTON, 2016). Embora estes fatores influenciem diretamente a composição da quiropteroфаuna, pequenos fragmentos também são fundamentais para a manutenção das comunidades, pois podem ser usados como refúgio, abrigos, área de alimentação ou área de colonização (BIANCONI; MIKICH; PEDRO, 2004).

Algumas espécies são mais sensíveis às mudanças ambientais que outras. As primeiras podem sofrer declínio significativo após perturbações (FENTON et al., 1992). Outras são afetadas positivamente, ou parecem não sofrer efeito da fragmentação (GORRESEN; WILLIG; STRAUSS, 2005), e algumas conseguem persistir em ambientes altamente antropizados (TRAJANO, 1984). Entretanto, a maioria dos morcegos responde às alterações ambientais e fragmentação do habitat, o que permite associar ao grupo a condição de indicadores dessas alterações (AGUIRRE et al., 2003; BERNARD, 2001; COSSON; PONS; MASSON, 1999; DE JONG, 1995; ESTRADA; COATES-ESTRADA; MERITT, 1993; FENTON et al., 1992; GORRESEN; WILLIG, 2004; GORRESEN; WILLIG; STRAUSS, 2005; MEDELLÍN; EQUIHUA; AMIN, 2000).

Por serem animais noturnos, os morcegos passam todo o dia em abrigos, locais selecionados cuidadosamente, pois é neles que atividades vitais para o seu sucesso reprodutivo acontecem, tais como digestão, descanso, acasalamento, cuidado parental (KUNZ, 1982). Adicionalmente, os abrigos diurnos oferecem proteção contra adversidades climáticas e predação (KUNZ, 1982), e podem ser cavernas e cavidades como minas, fendas em rochas, ocos de árvores, ninhos de aves ou cupins, abrigos na vegetação e estruturas construídas pelo homem (KUNZ; LUMSDEN, 2003). Essas características fazem dos morcegos bons indicadores de qualidade ambiental nos neotrópicos (FENTON et al., 1992; MEDELLÍN; EQUIHUA; AMIN, 2000) e, portanto, alvo monitoramento em estudos de avaliação de impactos ambientais.

De modo geral as hipóteses que norteiam este estudo são:

- Menor riqueza, diversidade e equitabilidade de espécies em ambientes impactados, quando comparados a ambientes não impactados diretamente; os primeiros seriam detectáveis através do registro de comunidade de quirópteros com alta dominância de espécies generalistas;
- As guildas de espécies mais sensíveis aos impactos antrópicos são os carnívoros e os insetívoros catadores e, portanto, espera-se que em ambientes impactados sejam as primeiras guildas de espécies a apresentarem redução populacional e a serem extintas localmente.

- Por fim, é possível que a ingestão de metais através de uma cadeia trófica contaminada tenha efeitos negativos sobre a dinâmica populacional, aumentando as taxas de mortalidade ou diminuindo o recrutamento de indivíduos.

1.2.2.2. Objetivos específicos

- Avaliar e descrever os impactos do rompimento da barragem de Fundão sobre a quiropterofauna ao longo do rio Doce;
- Realizar, no primeiro ano de atividades, uma avaliação ecológica rápida para avaliar a estrutura e a biomassa, composição e abundância de espécies da quiropterofauna;
- Definir espécies indicadoras, áreas prioritárias e processos ecológicos que serão objeto de monitoramento de longo prazo em programas específicos;
- Definir quais e como os impactos afetam a quiropterofauna.

1.2.2.3. Material e métodos

1.2.2.3.1. Período de estudo

A campanha da estação seca foi realizada entre 02 de julho e 11 de outubro de 2018, em 83 noites de amostragem (**Quadro 24**). Durante a campanha não foi possível acessar os módulos do BA4, no município de Mariana, MG, devido aos riscos de integridade em função das condições adversas dos terrenos; determinação do setor de Segurança do Trabalho da Fundação RENOVA (**Volume I, Item 5.2**). A campanha de chuva foi realizada entre janeiro e abril de 2019, em 72 noites de amostragem (**Quadro 24**). Durante essa campanha não foi possível amostrar a parcela 5T3p no distrito de Regência por ausência de autorização para acesso e, as parcelas IF1p, 1I2p. As parcelas 7T2p; 6T (1p, 2p, 3p 4p) e 11T (1p, 2p, 3p e 4p) não foram amostradas devido a ocorrência de acidente de trabalho com o biólogo especialista em quiropterofauna Sergio B. Lage. As demais áreas que não puderam ser visitadas estão descritas anteriormente.

As parcelas 1T (1p, 2p) e 7T3p do BA1 município de Linhares, ES e as parcelas 18TA (1p, 2p, 3p) e 18TB (1pr, 2pr) pertencente ao BA3 no Parque Estadual do Rio Doce (PERD), MG, não foram acessadas devido a suspensão das atividades pela **Fundação RENOVA** em decorrência do rompimento da barragem de Brumadinho, MG. As parcelas

22T2p, do módulo 23T (2p, 3p, 5p) do BA4 no município de Mariana, MG, não foram acessadas devido aos riscos à integridade das equipes de campo em função das condições adversas do relevo.

Quadro 24. Períodos de campo para o estudo de quirópteros durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Equipes	Período	Dias amostrados
Sergio B. Lage	Julho/2018 (08, 09, 12-15, 17, 19-24, 26-29, 31)	18
	Setembro/2018 (08-18)	11
Michael Bruno	Agosto/2018 (08-14, 17, 19-24, 31)	15
	Setembro/2018 (01, 03-05, 07)	5
Augusto M. e Gomes	Agosto/2018 (08-14, 16, 19-24)	13
	Setembro/2018 (04, 05, 07)	3
Tatiana R. de Jesus	Agosto/2018 (28, 30, 31)	3
	Setembro/2018 (01-15)	15
Sergio B. Lage	17/01 a 28/02/2019	28
	Janeiro/2019 (24, 25, 29, 30, 31)	5
Tatiana R. de Jesus	Fevereiro/2019 (01-10, 12-14)	14
	Março/2019 (01, 02, 04, 07-16, 18,19, 21-30)	25
Total de noites de amostragem		155

1.2.2.3.2. Procedimentos de campo

1.2.2.3.2.1. Redes-neblina

Usamos *redes-neblina* (*mist nets*) no sub-bosque para interceptação dos indivíduos durante o voo (STRAUBE; BIANCONI, 2002). As redes foram instaladas e abertas nas *Parcelas Terrestres* (250 m) que acompanham a curva de nível do fragmento florestal e *Parcelas Ripárias* ao longo do rio Doce e em seus tributários (unidade amostrais; UA). Estas últimas, de mesmo tamanho, acompanham a margem do leito a uma distância de 1,5 m (**Figura 9**). As campanhas realizadas resultaram em um esforço amostral final de 301.887 m²*hora (**Quadro 25**). O esforço amostral segue a equação:

$$EC = (A) * (T) * (N)$$

onde: A = área da rede (comprimento x altura); T = tempo de exposição (horas); N = número de redes (STRAUBE; BIANCONI, 2002).

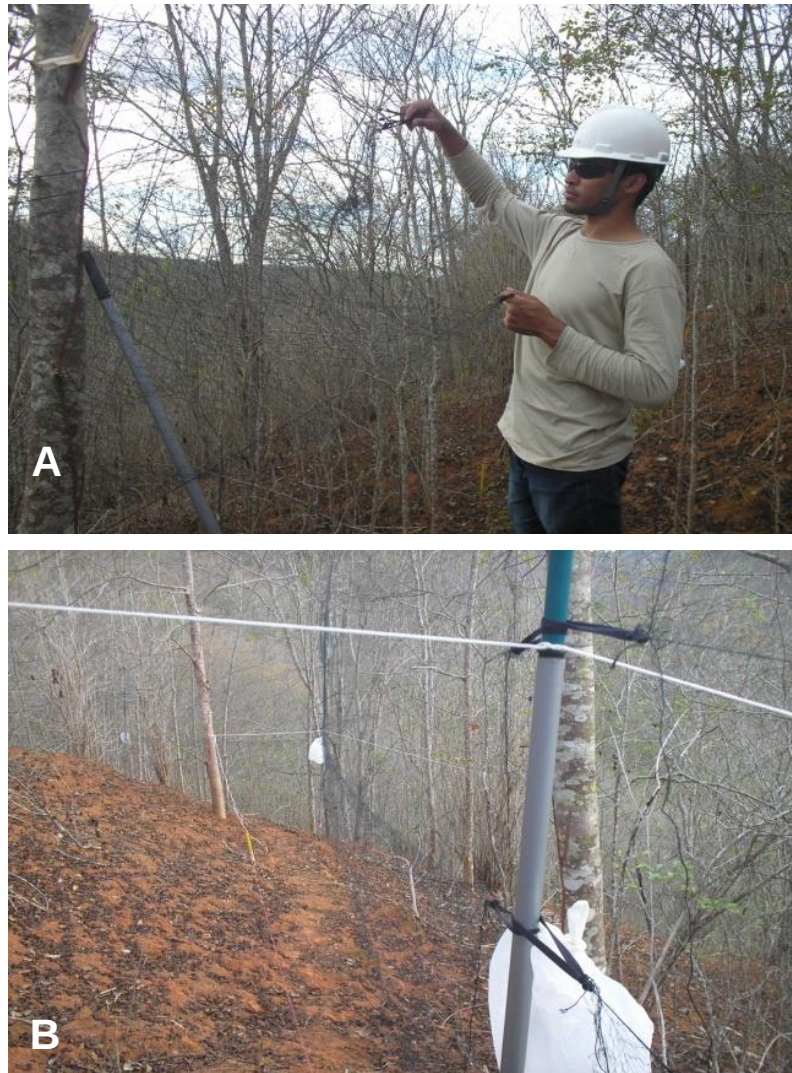


Figura 9. Montagem das *redes-neblina* (A) e *redes-neblina* (B) armadas em uma parcela do Protocolo RAPELD, durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Em cada UA foram utilizadas de 13 a 15 *redes-neblina*, dependendo das condições de terreno. Cada rede possuía 9 x 3 m e malha de 32 mm, e foram instaladas no final da tarde e permaneceram abertas entre 17:30h /18:00h e 23:30h /00:00h. As vistorias ocorreram a cada 20 min para, no caso de capturas, evitar ferimentos aos animais e danos às redes. Os exemplares capturados eram colocados em sacos de pano individuais para registro dos seguintes dados (**Figura 10**):

- Comprimento do antebraço (AN) – medida da articulação úmero-rádio e ulna até a articulação dos ossos da ulna com os metacarpos;
- Comprimento do pé – articulação do tarso com tíbia até a ponta da garra mais longa;
- Comprimento da orelha – medida desde a chanfradura ventral até a ponta da orelha;
- Unidade amostral (localidade, área de amostragem, coordenada geográfica);
- Condições climáticas (chuvoso ou não) e fase da lua;
- Condição reprodutiva e estágio de desenvolvimento: 1. Filhotes: indivíduos carregados pelas mães; 2. Jovens: indivíduos voando por si, com pelagem juvenil, menores que os adultos e com as articulações das asas não totalmente ossificadas; 3. Machos adultos: indivíduos com as articulações totalmente ossificadas, com testículos escrotados (sexualmente ativos) ou com testículos abdominais; 4. Fêmeas adultas: indivíduos com as articulações totalmente ossificadas, sem indicação externa de gravidez ou lactação; 5. Fêmeas adultas lactantes: indivíduos com mamas desenvolvidas, sem pelos ao redor das mamas e com secreção de leite; 6. Fêmeas adultas grávidas: com feto detectável por palpação do abdômen;
- Observações diversas: presença de filhote, ectoparasita, etc.

Quadro 25. Esforço amostral por módulo/BA empregado durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Bloco Amostral	Parcelas amostradas	Σ Redes	Esforço amostral (m ² .hora)
BA1a	12	156	25.272
Chuvvas	4	52	8.424
Seca	8	104	16.848
BA1b	54	706	113.319
Chuvvas	16	208	32.643
Seca	38	498	80.676
BA2	22	304	46.440
Chuvvas	13	169	24.570
Seca	9	135	21.870
BA3	42	574	92.637
Chuvvas	18	234	37.557
Seca	24	340	55.080
BA4	12	156	24.219
Chuvvas	12	156	24.219
Total Geral	142	1.896	301.887

Os dados foram aferidos utilizando paquímetro (0,01 mm de precisão) e pesados com dinamômetros manuais (50 g, 100 g ou 300 g). A maioria dos indivíduos capturados

foram identificados em campo e receberam uma anilha numerada de alumínio, colocada no pescoço através de coleiras plásticas, modelo GI-5000 (**Figura 11**) (ESBÉRARD; DAEMON, 1999). Após este procedimento, os animais foram fotografados e soltos no mesmo local da captura.

Para a identificação taxonômica foram utilizadas diferentes chaves de identificação de quirópteros (ALBUJA VITERI, 1982; CATZEFLIS, 2008; GREGORIN; TADDEI, 2002; LIM; ENGSTROM, 2001; LÓPEZ-BAUCELLS et al., 2016; PERACCHI; NOGUEIRA; LIMA, 2011; REIS et al., 2007, 2013). A coleta de material testemunho foi feita com os espécimes não identificados em campo, que foram mortos seguindo as normas mais recentes (CONCEA, 2018), preparados em via úmida com formol a 10% e, após 48 horas, conservados em álcool etílico a 70° gl (VIZOTTO; TADDEI, 1973). Este material está em laboratório para identificação e tombo na coleção de Chiroptera do Museu de Ciências Naturais PUC – MG. Os indivíduos foram mortos com aplicação de anestésicos intramuscular em dosagem superior à relação entre a massa corporal e o poder de ação do fármaco, para que a analgesia causasse parada cardíaca e respiratória após indução de inconsciência (CONCEA, 2018; CUBAS; SILVA; CATÃO-DIAS, 2007).

1.2.2.3.2.2. Busca por abrigos diurnos

A *busca ativa* por abrigos diurnos foi realizada de forma complementar ao levantamento por *redes-neblina*, sendo um dado qualitativo e que teve como objetivo registrar as espécies de morcegos durante o período diurno. Os locais foram identificados por características que os indicassem como adequados para albergar quirópteros, não sendo padronizado um esforço específico ao método, e sim com base em análise exploratória do ambiente. Os locais que apresentavam características potenciais como abrigos e aqueles locais que possuíam a presença de quirópteros foram registrados. Após a identificação de um abrigo, foram armadas *redes-neblina* na entrada do mesmo para captura no momento da saída dos animais ou uso *puçá* (**Figura 12**). Apenas um indivíduo de *Carollia perspicillata* foi capturado desta forma, na estação chuvosa, e passou pelos mesmos procedimentos de identificação e triagem descrita em seção anterior.

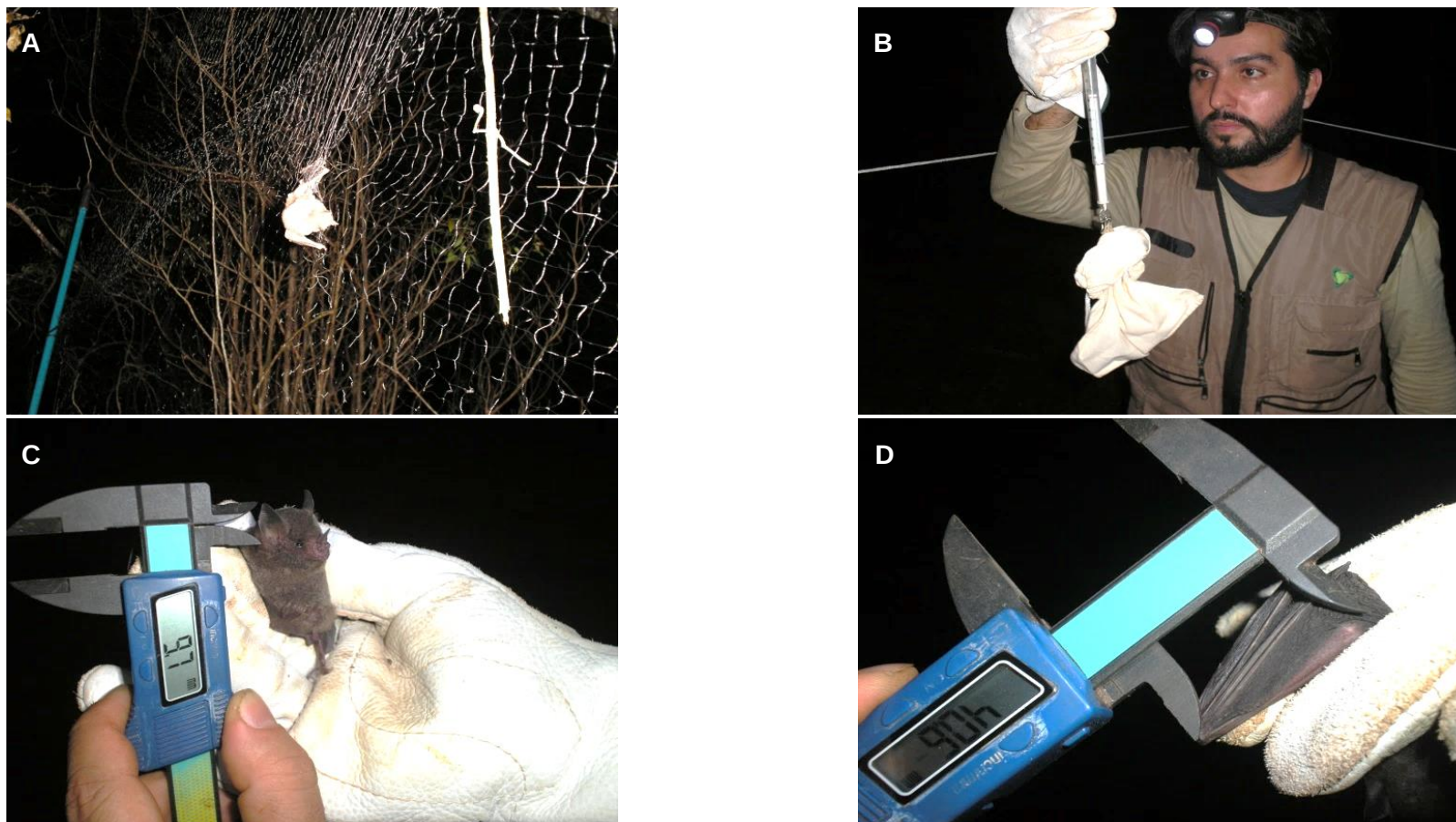


Figura 10. Procedimentos de captura e medição dos morcegos capturados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. A - Morcego capturado na *redes-neblina*; B - Aferição da massa corporal; C - Aferição do tamanho da orelha; D - Aferição do tamanho do antebraço.

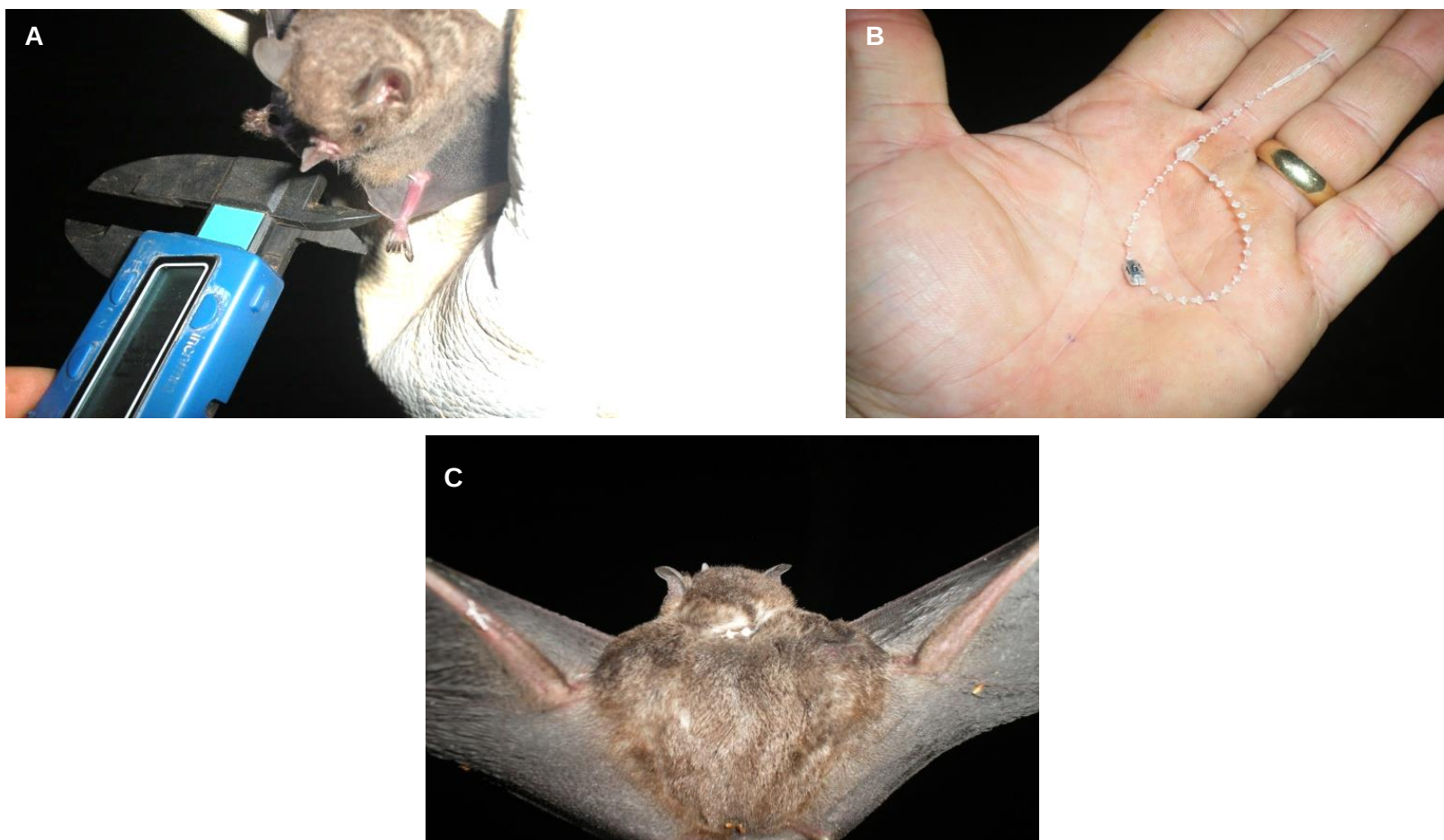


Figura 11. Procedimentos de medição dos morcegos capturados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. A - Aferição do tamanho do pé; B - Anilha usada para marcar individualmente; C - Morcego anilhado para marcação individual.



Figura 12. *busca ativa* por abrigos diurnos de Chiroptera durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. A – Busca em abrigos diurnos naturais; B - *redes-neblina* armadas em abrigos diurnos antrópicos.

1.2.2.3.1. Tombamento do material testemunho

Os espécimes não identificados em campo e aqueles que foram coletados para material testemunho estão em preparo para depósito e tombamento na coleção de Chiroptera do Museu de Ciências Naturais PUC – MG (Museu de Ciências Naturais Endereço: R. Dom José Gaspar, 290, Coração Eucarístico, Belo Horizonte).

1.2.2.3.2. Análise dos dados

1.2.2.3.2.1. Dados secundários da Bacia Hidrográfica do rio Doce

Os dados secundários utilizados para a caracterização da quiropterofauna de potencial ocorrência nas áreas afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão, tem como base informações disponíveis em literatura técnica e científica. Consultamos as bases de dados do *Scopus* e Google Acadêmico, usando as palavras-chaves / expressões: “Parque Estadual do Rio Doce”, “quirópteros em Minas Gerais” e “Espírito Santo”, “morcegos”, tanto em português quanto em inglês. Adicionalmente, realizamos busca no repositório do *SpeciesLink* para os registros de espécimes de morcegos já depositados em coleções científicas e que tenham origem nos municípios da **BHrD**.

Para análise destes dados levamos em consideração as listas de espécies de morcegos disponíveis na literatura da região da **BHrD** (**APÊNDICE 34**). De modo geral, espera-se que a riqueza de espécies na região deve ser alta, pois a **BHrD** ainda conta com UCs em seus limites, como exemplo: Reserva Biológica de Sooretama, Região de Aimorés / Itueta, PERD, Região de Ouro Preto e Serra do Caraça, Rio Barra Nova/Mariricu até o Rio Barra Seca e Rio Barra Seca até o Rio Riacho.

1.2.2.3.2.2. Status de conservação

As espécies foram classificadas segundo o *Status de Conservação* determinado pelas listas oficiais brasileiras de espécies ameaçadas em âmbito estadual e nacional, mas também mundial (**Volume I, Item 5.7**). Os hábitos alimentares foram determinados seguindo bibliografia especializada (BREDT; SILVA, 1998; PERACCHI; NOGUEIRA; LIMA, 2011; REIS et al., 2007, 2011, 2013), assim como a classificação taxonômica e os nomes populares (NOGUEIRA et al., 2014; REIS et al., 2007; SIMMONS, 2005).

1.2.2.3.2.3. Análise de dados primários

Duas abordagens gerais de análise de dados para todos os grupos taxonômicos foram utilizadas: Modelos Lineares Generalizados (GLM), para analisar a resposta da riqueza de espécies em função da distância do rio Doce, e o Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) para investigar a relação entre a composição e abundância de espécies em função do uso do solo (**Volume I, Item 6.3**), distância do rio Doce, da barragem de Fundão, de centros urbanos mais próximos e de UCs.

O cálculo dos índices de diversidade, da curva do coletor e da curva de rarefação, foi feito usando apenas os resultados obtidos a partir das capturas de morcegos em *redes-neblina*, separadamente para cada BA e Abordagem (*Parcelas Terrestres, Ripárias e Ilhas*). Os parâmetros utilizados foram: estimativa da riqueza de espécies – Chao 1 (CHAO, 1987; COLWELL; CODDINGTON, 1994; GOTELLI; COLWELL, 2001; HELTSHE; FORRESTER, 1983) – e da diversidade – índices de Shannon, Simpson e equitabilidade (BROWER; ZAR, 1977; MAGURRAN; MCGILL, 2011; SHANNON, 1948). O cálculo da riqueza (S) de Chao 1 se baseia em espécies raras, com apenas uma ou duas capturas, para estimar a riqueza real. $S_{Chao1} = S_{obs} + \frac{a^2}{2b}$, onde a é o número de espécies com apenas uma captura e b espécies com duas capturas. Quanto mais espécies únicas na amostra, maior será o valor da estimativa (CHAO, 1987; COLWELL; CODDINGTON, 1994; GOTELLI; COLWELL, 2001).

A frequência de ocorrência representa número de indivíduos capturados por espécie em relação ao total de indivíduos na amostra. A diversidade foi calculada usando o índice de Shannon (SHANNON, 1948), que expressa a incerteza de se predizer a qual espécie pertence um indivíduo escolhido ao acaso em uma amostra com S espécies e N indivíduos. Quanto maior a incerteza, maior a diversidade. Na prática, os valores variam entre 1,5 e 3,5 e só raramente ultrapassam 4,5 (MAGURRAN; MCGILL, 2011). O Índice de dominância de Simpson mede a probabilidade de dois indivíduos, selecionados ao acaso, pertencerem à mesma espécie (BROWER; ZAR, 1977). Uma comunidade com maior diversidade terá uma menor dominância, que varia de zero a um. O índice de equitabilidade (E') é um componente da diversidade de Shannon, que indica como os indivíduos estão distribuídos na amostra. A Equitabilidade leva em conta a riqueza e o número de indivíduos de cada espécie, e varia entre zero e um (MAGURRAN; MCGILL, 2011). Os índices de diversidade, equitabilidade e curvas de rarefação foram calculados no programa PAST (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001). As análises foram realizadas por BA e, quando possível ($N > 30$), foram separadas por Abordagem e estação do ano.

1.2.2.4. Resultados

1.2.2.4.1. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce

Encontramos 15 artigos científicos e/ou textos acadêmicos produzidos sobre o grupo em análise para os municípios da Bacia Hidrográfica. Foram analisadas as listas de espécies de quirópteros dos municípios:

Minas Gerais

(1) Reserva Serra do Caraça (FALCÃO; REBÊLO; TALAMONI, 2003); (2) Município de Governador Valadares (AGUIAR; MARINHO-FILHO, 2004); (3) Município de Caratinga (AGUIAR; MARINHO-FILHO, 2004); (4) Município de Itabira (SILVA; PERINI; OLIVEIRA, 2005); (5) Município de Caratinga (LIMA et al., 2005); (6) Município de Viçosa (NASCIMENTO; STUMPP; LESSA, 2013b); (7) Município de Caratinga (ROCHA, 2015); (8) Parque Estadual do Rio Doce - PERD (OLIVEIRA, 2013); (9) PERD (TAVARES, 2014); (10) Município de Belo Horizonte (BRUNO, 2014); (11) Município de Ouro Preto (ROSADA et al., 2015); (12) PERD (GREGORIN et al., 2016); (13) PERD (VELAZCO et al., 2014).

Espírito Santo

(14) Município de Linhares (LORENZUTTI; ALMEIDA, 2006b); (15) Município de Vitória (OPREA et al., 2009); (16) Município de Linhares (PERACCHI; NOGUEIRA; LIMA, 2011); (17) Reserva Biológica de Sooretama (PIMENTA, 2013).

Consideramos apenas as espécies determinadas até o nível específico. Registramos a ocorrência de 84 espécies de quirópteros para a **BHrD**, distribuídas em sete famílias e 13 subfamílias (**APÊNDICE 35**), 46,2% das espécies registradas para o Brasil (N = 182; NOGUEIRA et al., 2019b). A família Phyllostomidae foi a de maior número de espécies (N = 51), seguida das famílias Vespertilionidae e Molossidae (12 e 11 espécies, respectivamente; **Gráfico 57**). A maioria das espécies registradas são de ampla distribuição geográfica e de hábitos relativamente generalistas, ocorrendo em mais de um estado e/ou bioma, inclusive presentes em áreas antropizadas (BRUNO, 2014; REIS et al., 2007). No entanto, há registros de espécies mais raras e sensíveis, como *Lonchophylla bokermanni*, endêmica do Brasil (PAGLIA et al., 2012) e associada à habitats preservados (REIS et al., 2013).

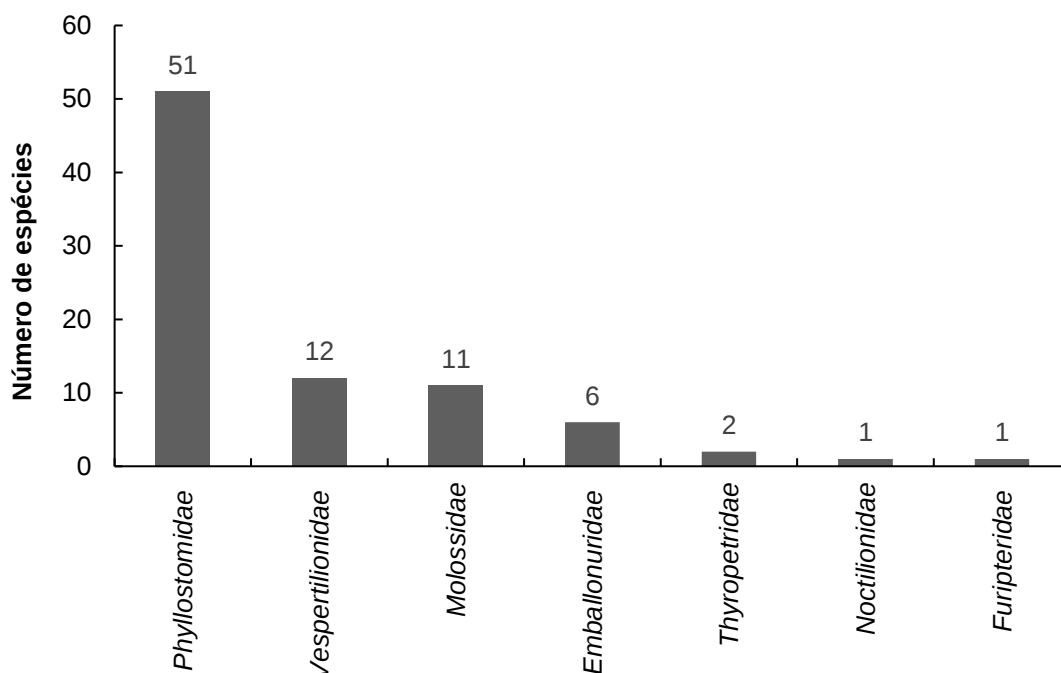


Gráfico 57. Riqueza de espécies por família de Chiroptera, de ocorrência confirmada ou potencial para a **BHRD**, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Além das espécies registradas a partir de dados de literatura, mais 11 foram registradas exclusivamente através dos registros no *SpeciesLink* e podem, potencialmente, ocorrer na região: *Eumops auripendulus*, *Lasiurus cinereus*, *Lichonycteris degener*, *Lonchophylla peracchii*, *Lophostoma silvicolum*, *Mimon bennettii*, *Noctilio albiventris*, *Nyctinomops aurispinosus*, *Peropteryx kappleri*, *Phylloderma stenops*, *Phyllostomus elongatus*.

1.2.2.4.1.1. Espécies ameaçadas de extinção

Oito espécies de ocorrência confirmada ou potencial para a **BHRD** são classificadas em alguma categoria de ameaça, de acordo com as listas oficiais de espécies ameaçadas, em nível estadual, nacional e internacional. Em Minas Gerais, 4 spp. estão na lista oficial de espécies ameaçadas: *Diaemus youngii* (VU), *Glyphonycteris sylvestris* (VU), *Choeroniscus minor* (EN) e *Lonchophylla bokermanni* (EN). No Espírito Santo, 4 spp. estão na lista oficial: *Lampronycteris brachyotis* (VU), *Micronycteris hirsuta* (VU), *Choeroniscus minor* (VU) e *Carollia brevicauda* (VU). A lista de espécies ameaçadas de

extinção em nível nacional registrada *Lonchorhina aurita* (VU), e em âmbito global, *Lonchophylla bokermanni* (EN).

Em geral, essas espécies são as mais exigentes e sensíveis a alterações ambientais. Com o desmatamento, para a criação de pasto e áreas de lavoura, as áreas de alimentação e abrigo das respectivas espécies estão desaparecendo, reduzindo assim as suas populações. Catástrofes pontuais podem ter impacto severo sobre essas pequenas populações. Portanto, a recuperação de habitats degradados dentro da **BHRD**, ações de educação ambiental nas populações rurais são medidas essenciais para proteção dessas espécies de morcegos.

1.2.2.4.1.2. Distribuição das espécies

As 84 espécies registradas por dados secundários apresentam distribuição geográfica em mais de um bioma (PAGLIA et al., 2012). Algumas delas, como *Artibeus lituratus*, *Artibeus planirostris*, *Sturnira lilium*, possuem alta plasticidade e tolerância aos efeitos de degradação e fragmentação de habitat (SANTOS et al., 2008), e podem inclusive persistir em ambientes urbanos (REIS et al., 2007). Duas espécies são endêmicas do Brasil (*Platyrrhinus recifinus* [frugívoro] e *Lonchophylla bokermanni* [nectarívoro]) (PAGLIA et al., 2012). *Platyrrhinus recifinus* habita regiões de Mata Atlântica e Cerrado, mas já foi registrada em áreas alteradas (REIS et al., 2013). Observada com frequência em brejos de altitude na Caatinga, abriga-se em abrigos de três a 10 indivíduos principalmente ocos de árvore (REIS et al., 2013). *Lonchophylla bokermanni* é geralmente associada à habitats preservados (REIS et al., 2013), abriga-se em grutas e forma colônia de dois a 10 indivíduos; forrageia solitariamente (REIS et al., 2013).

De todas as espécies registradas apenas *Desmodus rotundus* pode ser considerada como espécie de valor econômico. É uma espécie de hábito hematófago e é altamente adaptada a modificações antrópicas, tendo no gado bovino sua principal fonte alimentar. É vetor potencial de transmissão da raiva (REIS et al., 2011), causando prejuízos aos criadores de bovinos e equinos. Essa perda econômica resulta em ações indiscriminadas, que envenenam ou destroem abrigos, e acabam atingindo outras espécies de morcegos que são importantes para o equilíbrio ecológico, como as frugívoras, nectarívoras e/ou insetívoras (REIS et al., 2011). Algumas espécies de quirópteros são consideradas bioindicadoras de qualidade ambiental (FENTON et al., 1992), pois apesar de serem altamente adaptáveis e abundantes, decrescem rapidamente em ambientes que são perturbados (NOWAK et al., 1994).

A espécie da família Phyllostomidae são normalmente usadas como indicadores ambientais por serem negativamente afetadas pela ação antrópica (FENTON et al., 1992). Das 182 espécies de morcegos de ocorrência conhecida no Brasil (NOGUEIRA et al., 2019b), 93 delas pertencem à esta família (REIS et al., 2011). Algumas guildas tróficas, como a dos carnívoros e insetívoros catadores, são especialmente afetadas. A partir dos registros secundários, as subfamílias Lonchorhininae, Glyphonycterinae e Micronycterinae também podem ser usadas como bioindicadoras devido à sua baixa taxa de captura, principalmente em ambientes alterados, pequeno deslocamento para forrageamento, especificidade alimentar, comportamental e de escolha de abrigo (FENTON et al., 1992; FLEMING; HOOPER; WILSON, 1972; KALKO, 1998), sobre as quais alterações no ambiente podem afetar sua permanência.

Quanto à presença de morcegos nas áreas prioritárias para a conservação (MMA, 2007), destacamos as UCs: Reserva Biológica de Sooretama e PERD (OLIVEIRA, 2013; PIMENTA, 2013; TAVARES, 2014), pois podem atuar como área “fonte” para subpopulações menores na paisagem da **BHrD**. As espécies encontradas nas áreas protegidas (CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA, 2002) podem se dispersar para as proximidades da **Área do Estudo**, seja para colonizar ou como refúgio em deslocamentos para outros remanescentes florestais, pois a paisagem da Bacia é antropizada e fragmentada (**Volume I, Item 5.10**).

1.2.2.4.2. Diagnóstico Ambiental da Área de estudo

Foram realizadas 850 capturas, de 831 indivíduos de 32 espécies, pertencentes a 4 famílias, sendo 537 capturas na estação seca (26 spp.) e 313 na chuvosa (24 spp.; **Quadro 26**). Dezenove indivíduos de cinco espécies (*Artibeus lituratus*, *A. obscurus*, *Carollia perspicillata*, *C. brevicauda* e *Glossophaga soricina*) foram recapturados (**APÊNDICE 35**). Analisamos a **Área de Estudo** em 4 Blocos Amostrais (BA) devido a diferenças de domínios vegetacionais, altitude e outras variáveis ambientais de escala regional. Suficiência amostral (curva do coletor e de rarefação), riqueza, diversidade e demais índices são apresentados a seguir por BA.

1.2.2.4.2.1. Bloco Amostrai 1a

Capturamos 34 morcegos de 11 espécies, 10 da família Phyllostomidae e 1 da família Emballonuridae (30 na estação seca; quatro na chuvosa; **Quadro 27**). Isto representa ca. 14% das espécies do ES e 6% para o Brasil (NOGUEIRA et al., 2019b). Um indivíduo

de *Rhinophylla* sp. está em processo de identificação. A riqueza estimada por Chao 1 foi de 43 e, portanto, capturamos apenas 25,6% da estimativa para a área. O esforço amostral empregado foi de 31.590 m².hora e o sucesso de captura foi de 0,001 morcegos por m².hora. Apenas uma captura ocorreu nas *Parcelas Ripárias* (*A. lituratus*), todas as outras foram realizadas em *Parcelas Terrestres*. *Artibeus lituratus* foi a mais abundante (N = 15), seguida de *Carollia perspicillata* (N = 8), com 44,1% e 23,5% das capturas, respectivamente. A maioria das espécies (N = 9) é predominantemente frugívora, uma espécie é nectarívora e uma insetívora. Devido ao baixo N amostral, diversidade, equitabilidade e curvas do coletor foram calculados apenas para o número total de capturas. A diversidade de Shannon foi de 1,72, a de Simpson 0,72 e a equitabilidade 0,51. A curva do coletor e a curva de rarefação foram ascendentes, sem estabilização, indicando que o BA ainda não foi suficientemente amostrado, *i.e.*, o aumento do esforço amostral adicionará novas espécies (**Gráfico 58**).

Quadro 26. Resumo descritivo das duas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Abordagens para as quais não obtivemos dados não estão representadas.

Bloco Amostral	Estação	Abordagem	Riqueza	Abundância
BA4	Chuvas 2019	PT	4	5
		PR	6	17
BA3	Seca 2018	PT	2	15
		PR	9	34
	Chuvas 2019	PT	5	24
		PR	14	62
BA2	Seca 2018	PT	7	20
		PR	4	14
	Chuvas 2019	PT	7	59
		PR	9	79
BA1b	Seca 2018	PT	18	331
		PR	14	69
		I	6	24
		PT	7	43
	Chuvas 2019	PR	3	5
		I	6	15
BA1a	Seca 2018	PT	11	29
		PR	1	1
	Chuvas 2019	PT	2	4

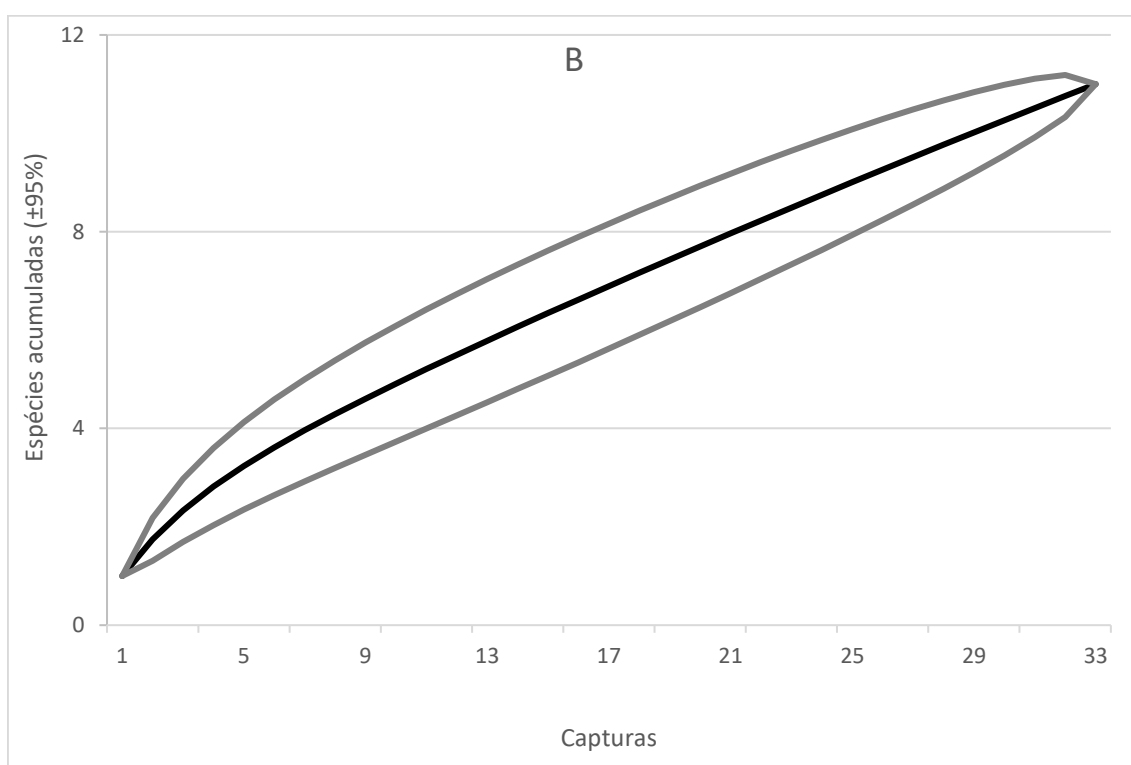
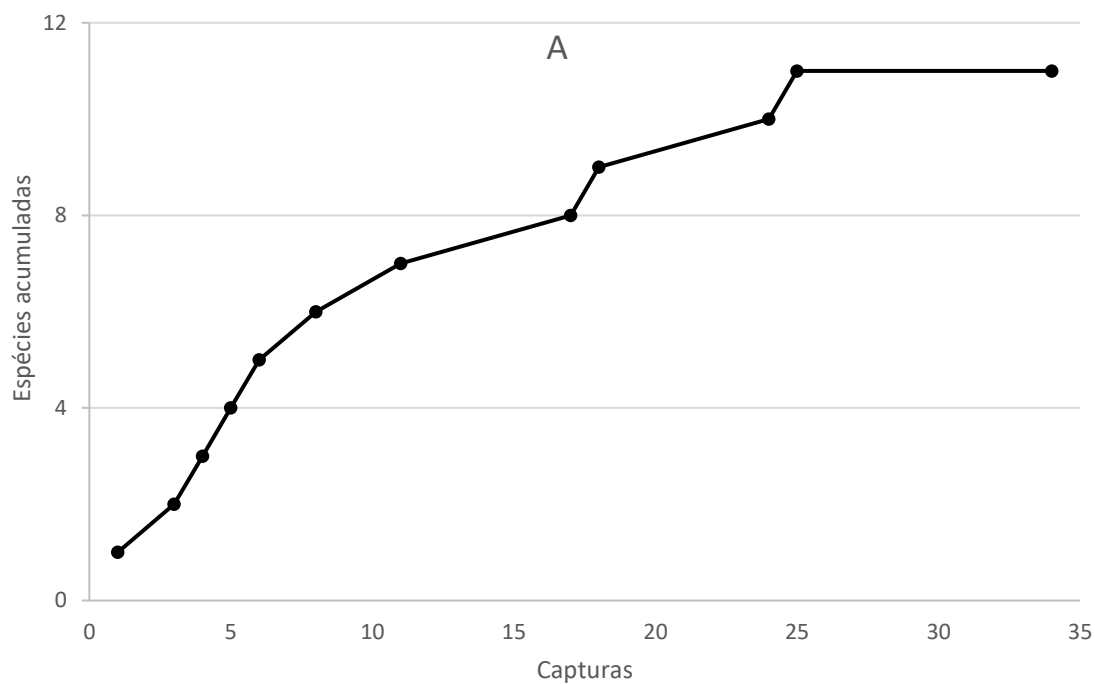


Gráfico 58. Curva de acumulação de espécies (A) e curva de rarefação de espécies (B; $\pm 95\%$) de Chiroptera para o BA1a, capturados durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Quadro 27. Espécies de Chiroptera registradas para o BA1a durante o primeiro ano, 2018-2019, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Táxon	Data do registro	Módulo/ Parcela	Abundância	Endemia	Indicador	Cinegética, migratória e/ou exótica	Status MG	Status ES	Status BR
Família Emballonuridae, Subfamília Emballonurinae									
<i>Saccopteryx leptura</i> (Schreber, 1774)	27/07/2018	2T1p	1 (2,94%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Família Phyllostomidae, Subfamília Glossophaginae									
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	27/07/2018	2T3p	1 (2,94%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Subfamília Carollinae									
<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)	14/09/2018	2T5p	1 (2,94%)	Não	Não	Não	LC	VU	LC
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	27 e 28/07; 15 e 14/09	2T1p; 2T2p; 2T4p; 2T5p	8 (23,53%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Subfamília Rhinophyllinae									
<i>Rhinophylla pumilio</i> Peters, 1865	28/07/2018 e 24/01/2019	2T2p; 1T3p	2 (5,88%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Rhinophylla</i> sp.	28/07/2018	2T2p	1 (2,94%)	///	///	///	///	///	///
Subfamília Stenodermatinae									
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	14/09/2018	2T5p	1 (2,94%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	27 e 31/07/2018; 14, 15 e 18/09/2018; 23/01/2019	1T3P; 2T1p; 2T1pr; 2T4p; 2T5p	15 (44,12%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	14/09/2018	2T5p	1 (2,94%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Dermanura cinerea</i> Gervais, 1856	15/09/2018	2T4p	1 (2,94%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	27/07/2018	2T3p	1 (2,94%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy, 1810)	14/09/2018	2T5p	1 (2,94%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC

Categoria de ameaça: LC – pouco preocupante; VU - vulnerável; EN – em perigo DD – deficiente de dados; Status de ameaça MG (COPAM, 2010); ES (PASSAMANI; MENDES, 2007); Brasil (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018a).

1.2.2.4.2.1. Bloco Amostral 1b

Capturamos 487 morcegos de 20 espécies, todas da família Phyllostomidae. A maioria ($N = 424$; 87%), foi capturada na estação seca e 63 indivíduos foram capturados na estação chuvosa (**Quadro 28**). Isto representa ca. 26% das espécies registradas para o ES e 11% para o Brasil (NOGUEIRA et al., 2019b). A riqueza estimada por Chao 1 foi de 26,25 e, portanto, foram capturadas ca. 75,5% das espécies estimadas para o BA. O esforço amostral empregado foi de 123.849 m².hora e o sucesso de captura foi de 0,003 morcegos por m².hora. *Carollia perspicillata* foi a espécie dominante ($N = 193$), 39,6% das capturas, seguida de *A. lituratus*, com 21,6% ($N = 105$). A diversidade de Shannon foi de 1,91, a de Simpson 0,77 e a equitabilidade 0,34. A curva do coletor e de rarefação apresentaram indício de estabilização (**Gráfico 59**). Neste BA foi possível analisar as amostras das *Parcelas Terrestres* na estação seca ($N = 331$) e chuvosa ($N = 43$) e das *Parcelas Ripárias* na estação seca ($N = 69$).

Na estação seca a riqueza encontrada nas *Parcelas Terrestres* foi de 18 espécies. *Carollia perspicillata* foi a espécie dominante ($N = 140$), com 42,3% das capturas, seguida de *A. lituratus*, com 21,5% ($N = 71$). A diversidade de Shannon foi de 1,81, a de Simpson 0,75 e a equitabilidade 0,34. Na estação chuvosa a riqueza encontrada nas *Parcelas Terrestres* foi de oito espécies. *Carollia perspicillata* (**Foto 4**) foi novamente a espécie dominante ($N = 23$), com 53,5% das capturas. A diversidade de Shannon foi de 1,55, a de Simpson 0,68 e a equitabilidade 0,59.

Durante a estação seca a riqueza encontrada nas *Parcelas Ripárias* foi de 14 espécies. *Artibeus lituratus* foi a espécie dominante ($N = 23$), respondendo por 33,3% das capturas, seguida de *C. perspicillata* e *A. fimbriatus*, com 20,3% ($N = 14$) e 17,4% ($N = 12$) respectivamente. A diversidade de Shannon foi de 2,00, a de Simpson 0,81 e a equitabilidade 0,53.

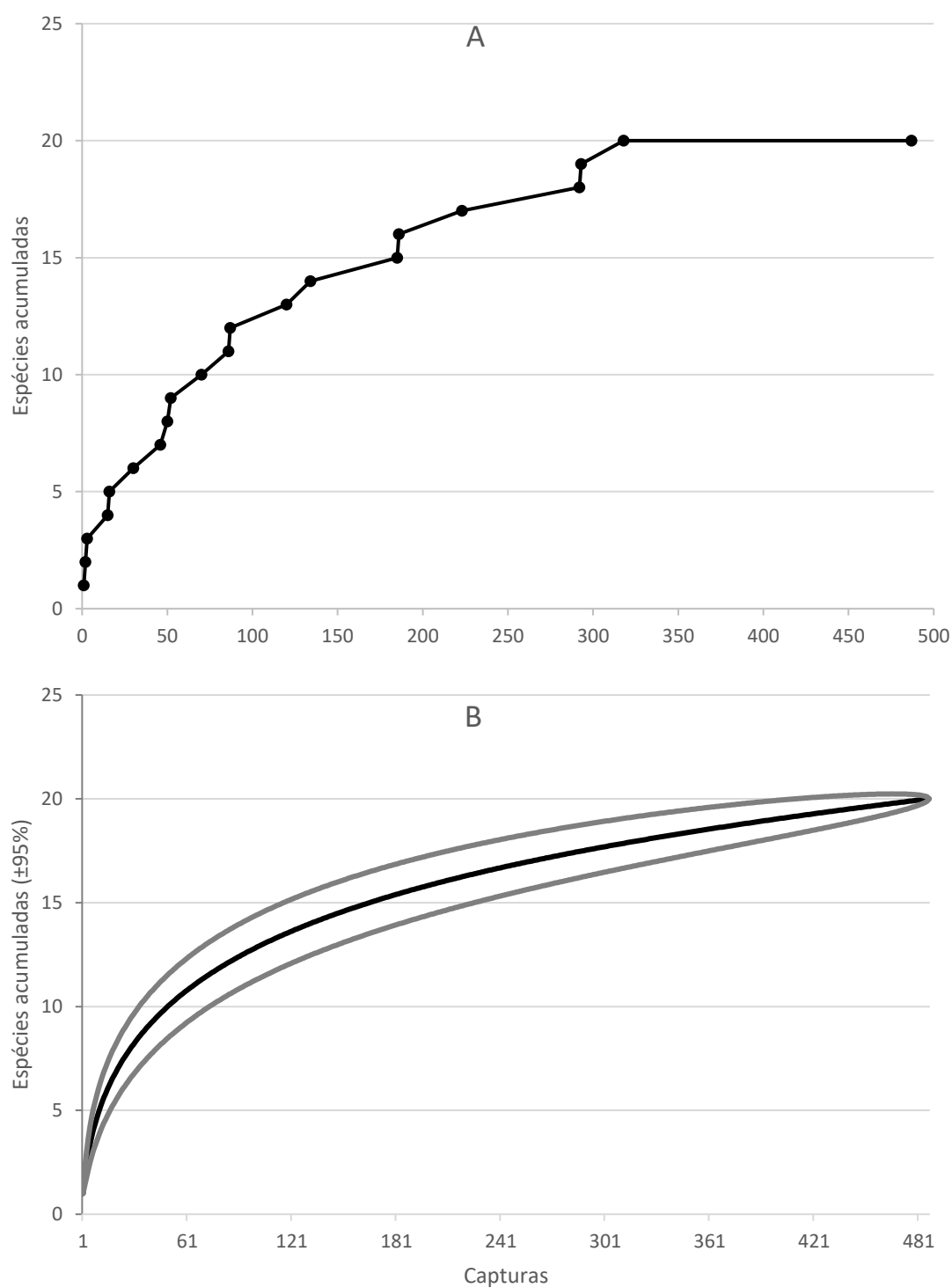


Gráfico 59. Curva de acumulação de espécies (A) e curva de rarefação de espécies (B; $\pm 95\%$) de Chiroptera para o BA1b, capturados durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Quadro 28. Espécies de Chiroptera registradas para o BA1b durante o primeiro ano, 2018-2019, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Táxon	Módulo / Parcela	Abundância	E	I	CME	Status MG	Status ES	Status BR
Família Phyllostomidae, Subfamília Desmodontinae								
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)	5T1p	1 (0,21%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823	8T1p	1 (0,21%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Subfamília Phyllostominae								
<i>Chrotopterus auritus</i> Peters, 1856	7I1P;10T1P	4 (0,82%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Lophostoma brasiliense</i> Peters, 1866	4TD1p	1 (0,21%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Phyllostomus discolor</i> (Wagner, 1843)	4T2pr;4TB1p	2 (0,41%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Phyllostomus elongatus</i> (É. Geoffroy, 1810)	4T2pr	2 (0,41%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767)	4T2pr;4TD1p;7I1P	4 (0,82%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Subfamília Glossophaginae								
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	11T5p;10T1p; 5T1p,2p; 4T1pr;4TA2p;4TD1p;1IF1p; 7T1pr	19 (3,90%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Subfamília Carollinae								
<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)	4T1pr;4TA1p;5T2p	7 (1,44%)	Não	Não	Não	LC	VU	LC
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	12T2p,3p;10T1p,2p,3p,4p,1pr;11T1p,2p,5p;12T1p; 4T1pr,2pr;4TA1p,2p;4TB1p;4TC1p;4TD1p;5T1p,2p,3p; 6T1p,3p;7I1P;7T2p,3p,8T2p,3p,4p,5p	193 (39,63%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Subfamília Rhinophyllinae								
<i>Rhinophylla pumilio</i> Peters, 1865	10T1p,2p;4T1pr;4TB1p;4TD1p;6T3p;7T1p	16 (3,29%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Subfamília Stenodermatinae								
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	10T1p;4T1pr,2pr,3pr;4TA1p,2p;4TB1p;4TC1p;4TD1p;5T1p,3p;6T1p,5p;7T2p,3p	55 (11,29%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	12T1p;10T3p,4p;7T3p;8T1p,2p,3p,4p,5p;4T1pr,2pr,3pr;4TA1p,2p;4TB1p;4TC1p;4TD1p;5T1p,2p,3p;6T3p,5p	105 (21,56%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	11T5p;10T1pr;4T1pr;8T1p,3p;7I1P;4T2pr,3pr;4TA1p,2p;4TB1p;4TC1p; 4TD1p;5T1p,2p,3p;6T3p,5p	41 (8,42%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Artibeus planirostris</i> (Spix, 1823)	4T1pr;4TA2p;7I1P	3 (<0,01%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Dermanura cinerea</i> Gervais, 1856	12T1pr;5T1p,2p;4T2pr,3pr;4TA1p,2p;4TB1p;1IF1p	17 (3,49%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (É. Geoffroy, 1810)	8T1p	1 (0,21%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	7T3p	1 (0,21%)	Sim	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy, 1810)	11T5p;4T1pr;4TA1p;4TC1p	7 (1,44%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Sturnira tildae</i> de la Torre, 1959	4T1pr;4TD1p;5T1p;5T3p;7T3p	7 (1,44%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC

Categoria de ameaça: E – Endemia; I – Indicador ambiental; CME – Espécies cinegéticas, Migratórias ou Exóticas; LC – pouco preocupante; VU - vulnerável; EN – em perigo DD – Deficiente de dados; Status de ameaça: MG (COPAM, 2010); ES (PASSAMANI; MENDES, 2007); Brasil (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018a).



Foto 4. Indivíduo de *Carollia perspicillata* registrado durante a campanha de seca, de julho a outubro de 2018, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.2.4.2.2. Bloco Amostral 2

Capturamos 172 morcegos de 11 espécies, 10 da família Phyllostomidae e uma da Vespertilionidae. A maioria ($N = 138$; 80%), foi capturada na estação chuvosa (**Quadro 29**), o que representa ca. 13% das espécies de MG e 6% para o Brasil (NOGUEIRA et al., 2019b). A riqueza estimada por Chao 1 é de 12 espécies, portanto, capturamos 92% da estimativa. O esforço amostral empregado foi de 46.440 m².hora e o sucesso de captura foi de 0,004 morcegos por m².hora. *Carollia perspicillata* foi a espécie dominante ($N = 92$), com 53,5% das capturas. *Artibeus lituratus* possuiu 21,5% das capturas ($N = 37$). A diversidade de Shannon foi de 1,50, a de Simpson 0,66 e a equitabilidade 0,41. Há sinais claros de estabilização nas curvas do coletor e de rarefação (**Gráfico 60**). Todas as espécies registradas, em ambos os tratamentos, são de ampla distribuição geográfica.

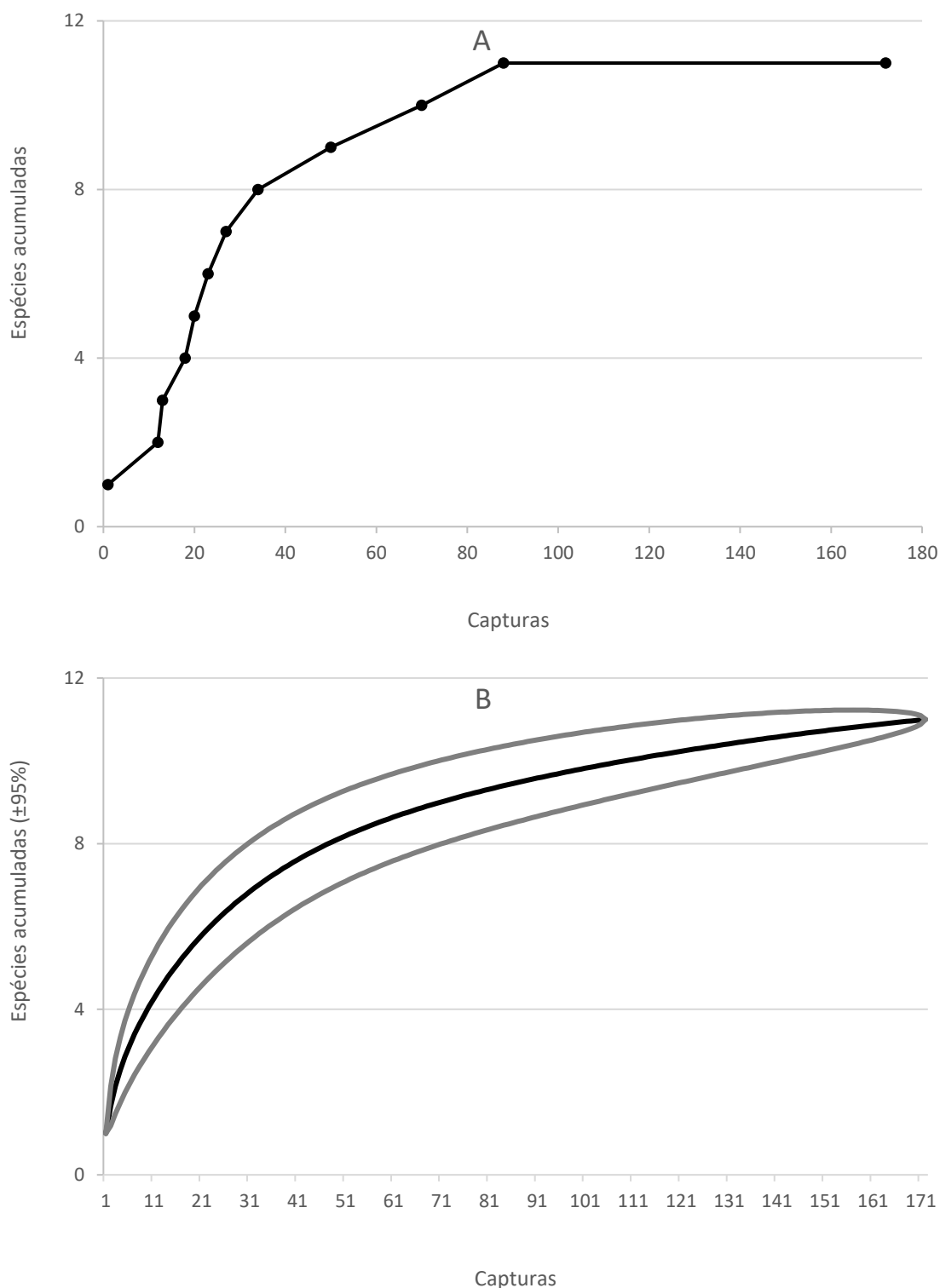


Gráfico 60. Curva de acumulação de espécies (A) e curva de rarefação de espécies (B; $\pm 95\%$) de Chiroptera para o BA2, capturados durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Quadro 29. Espécies de Chiroptera registradas para o BA2 durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Táxon	Módulo/Parcela	Abundância	Endemia	Indicador	Cinegética, migratória, exótica	Status MG	Status ES	Status BR
Família Phyllostomidae, Subfamília Desmodontinae								
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)	14T2p;15TC1p;15TA1p;14T1pr;14T3p	8 (4,65%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823	15TB1pr	1 (0,58%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Subfamília Phyllostominae								
<i>Lophostoma brasiliense</i> Peters, 1866	14T1p;14T2pr	2 (1,16%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Mimon bennettii</i> (Gray, 1838)	15TA1P	1 (0,58%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Subfamília Glossophaginae								
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	14T1p; 14T2p; 14T3p; 14T2pr;15TB1pr	9 (5,23%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Subfamília Carollinae								
<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)	14T1p;14T1pr;14T2p;14T2pr	5 (2,91%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	14T1p;14T2p;14T3p;14T4p; 14T5p; 14T1pr;14T2pr;15TA1p; 15TA2p;15TB1pr; 15TB2p; 15TC1p	92 (53,49%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Subfamília Stenodermatinae								
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	15TB1p;14T1pr	2 (1,16%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	15TB1p;15TB1pr;15TC1p; 15TA1p;14T1pr;14T2pr;14T1p;14T3p	37 (21,51%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (É. Geoffroy, 1810)	15TC1p;14T1pr;14T2pr	9 (5,23%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC
Família Vespertilionidae, Subfamília Myotinae								
<i>Myotis nigricans</i> (Schinz, 1821)	14T1pr;14T2pr	6 (3,49%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC

Categoria de ameaça: LC – pouco preocupante; Status de ameaça: MG (COPAM, 2010); ES (PASSAMANI; MENDES, 2007); Brasil (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018a).

Nas *Parcelas Terrestres* foram 59 capturas de 7 espécies na estação chuvosa e nas *Parcelas Ripárias* outras 79 capturas de 9 espécies. *Carollia perspicillata* foi a espécie dominante ($N = 35$), com 59,3% das capturas, seguida de *Artibeus lituratus* com 23,7% ($N = 14$). A diversidade de Shannon foi de 1,21, a de Simpson 0,58 e a equitabilidade 0,48. Para as *Parcelas Ripárias*, *Carollia perspicillata* foi a espécie dominante ($N = 39$), com 49,4% das capturas, seguida de *Artibeus lituratus* com 25,3% ($N = 20$). A diversidade de Shannon foi de 1,47, a de Simpson 0,68 e a equitabilidade 0,48.

1.2.2.4.2.3. Bloco Amostral 3

Capturamos 135 morcegos de 18 espécies, sendo 16 da família Phyllostomidae e duas da Vespertilionidae. A maioria ($N = 86$; 64%) foi capturada na estação chuvosa (**Quadro 30**), ca. 22% das espécies de MG e 10% para o Brasil (NOGUEIRA et al., 2019b). A riqueza estimada por Chao 1 é de 28,7 espécies, portanto, capturamos aproximadamente 62,7% da estimativa. O esforço amostral empregado foi de 94.203 m².hora e o sucesso de captura foi de 0,001 morcegos por m².hora. *Carollia perspicillata* foi a espécie dominante ($N = 87$), com 64,4% das capturas. A diversidade de Shannon foi de 1,55, a de Simpson 0,57 e a equitabilidade 0,26. As curvas do coletor e de rarefação ainda não apresentam estabilização (**Gráfico 61**).

Durante a estação chuvosa, nas *Parcelas Ripárias*, obtivemos 62 capturas de 14 espécies e na estação seca, 34 capturas de 9 espécies. *Carollia perspicillata* foi a espécie dominante ($N = 35$), com 56,5% das capturas, seguida de *Artibeus lituratus* com 20,6% ($N = 7$) e *Glossophaga soricina* com 17,6% ($N = 6$; **Foto 5**). A diversidade de Shannon foi de 1,65, a de Simpson 0,65 e a equitabilidade 0,37. Durante a estação seca, *Carollia perspicillata* foi a espécie dominante ($N = 21$), com 61,8% das capturas, e todas as outras espécies apresentaram menos que cinco capturas. A diversidade de Shannon foi de 1,40, a de Simpson 0,59 e a equitabilidade 0,45.

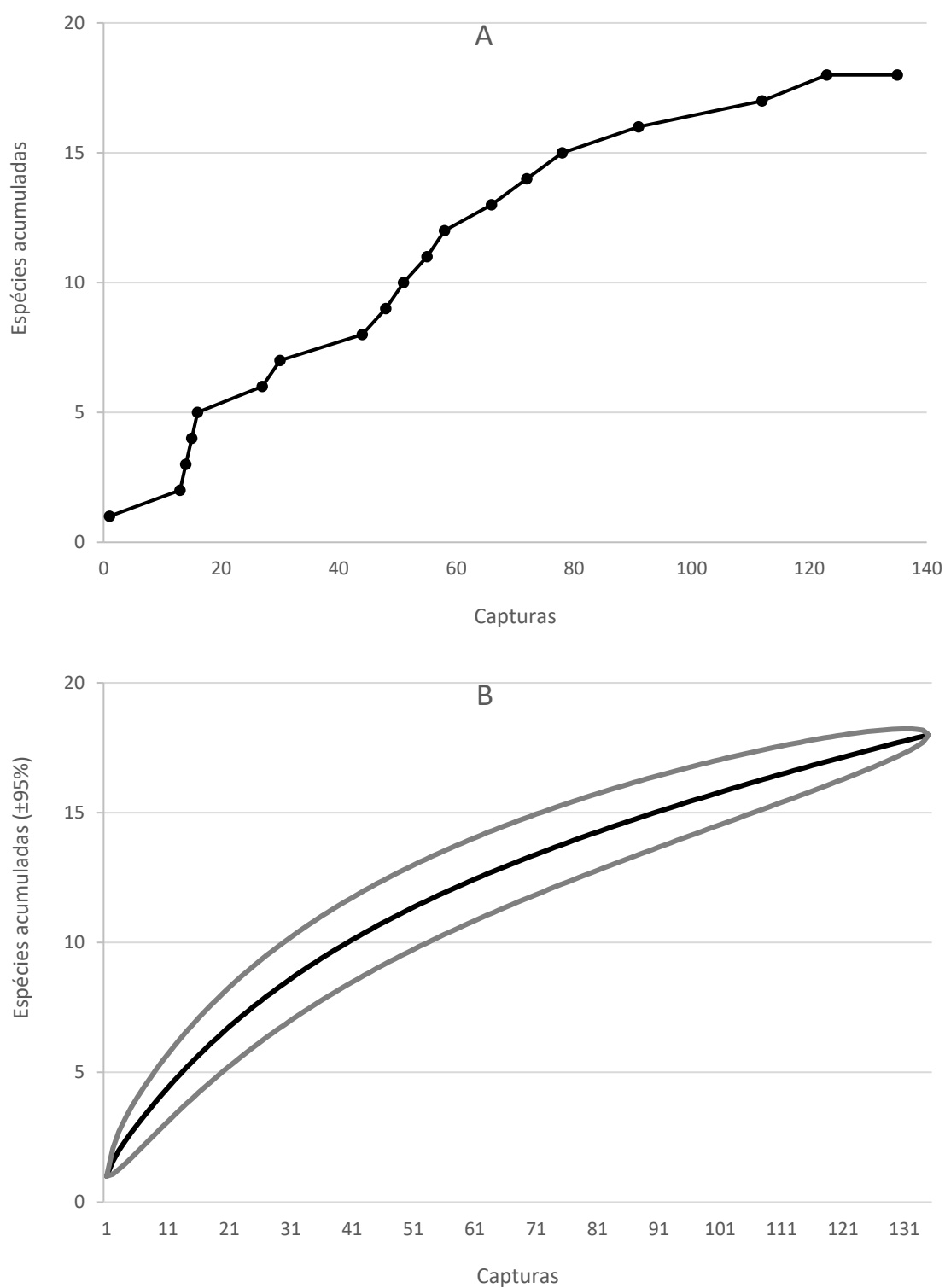


Gráfico 61. Curva de acumulação de espécies (A) e curva de rarefação de espécies (B; $\pm 95\%$) de Chiroptera para o primeiro ano do BA3 (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Quadro 30. Espécies de Chiroptera registradas para o BA3 durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Táxon	Módulo / Parcela	Abundância	Endemia	Indicador	Cinegética, migratória, exótica	Status MG	Status ES	Status BR	Status IUCN
Família Phyllostomidae, Subfamília Phyllostominae									
<i>Phyllostomus discolor</i> (Wagner, 1843)	17T2p; PC1pr	2 (1,48%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Phyllostomus hastatus</i> (Pallas, 1767)	PC1pr	2 (1,48%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Trachops cirrhosus</i> (Spix, 1823)	20T1pr	1 (0,74%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
Subfamília Glossophaginae									
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	17T2p; PS1pr; PS2pr; PC1pr	8 (5,93%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
Subfamília Carollinae									
<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)	17T1pr; 20T2pr	2 (1,48%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	17T2p; 17T3p; 18TB1p; 18TB2p; 20T1p; 20T2p; 20T3p; 20T4p; 20T5p; 20T1pr; 20T2pr; 20T3pr; PS1pr; PS2pr; PS3pr; PC1pr; PERD1pr; PERD5pr	87 (64,44%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
Subfamília Stenodermatinae									
<i>Artibeus cinereus</i> (Gervais, 1856)	20T2pr	1 (0,74%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	17T1pr; 18TB2p; 20T1pr; PS1pr; PC1pr	8 (5,93%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Artibeus obscurus</i> (Schinz, 1821)	20T1pr; 20T2pr; 20T3pr; PERD5pr	5 (3,70%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Chiroderma villosum</i> Peters, 1860	PC1pr	1 (0,74%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Platyrrhinus incarum</i> (Thomas, 1912)	17T1pr; PS3pr	4 (2,96%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (É. Geoffroy, 1810)	PC1pr	1 (0,74%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Platyrrhinus recifinus</i> (Thomas, 1901)	20T1pr	1 (0,74%)	Sim	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy, 1810)	17T1pr; 17T2p; PS3pr	5 (3,70%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Uroderma bilobatum</i> Peters, 1866	PS1pr	1 (0,74%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC

Táxon	Módulo / Parcela	Abundância	Endemia	Indicador	Cinegética, migratória, exótica	Status MG	Status ES	Status BR	Status IUCN
<i>Vampyressa pusilla</i> (Wagner, 1843)	17T1pr; 20T1p	3 (2,22%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	DD
<i>Vampyressa</i> sp.	20T3p	1 (0,74%)	///	///	///	///	///	///	///
Família Vespertilionidae, Subfamília Vespertilioninae									
<i>Eptesicus</i> cf. <i>diminutus</i> Osgood, 1915	17T1pr	1 (0,74%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Myotis riparius</i> Handley, 1960	PERD5pr	1 (0,74%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC

Categoria de ameaça: LC – pouco preocupante; Status de ameaça: MG (COPAM, 2010); ES (PASSAMANI; MENDES, 2007); Brasil (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018a).



Foto 5. Indivíduo de *Glossophaga soricina* registrado durante a campanha de seca, de julho a outubro de 2018, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.2.4.2.4. Bloco Amostral 4

Esse BA foi amostrado apenas na estação chuvosa de 2019. Foram capturados 22 morcegos de oito espécies, sendo sete da família Phyllostomidae e uma da Molossidae (**Quadro 31**), o que representa ca. 10% das espécies de MG (TAVARES *et al.*, 2010) e 4,4% para o Brasil (NOGUEIRA *et al.*, 2019b). A riqueza estimada por Chao 1 é de 12,5 espécies, portanto, capturamos 64% da estimativa. O esforço amostral empregado foi de 24.219 m².hora e o sucesso de captura foi de 0,001 morcegos por m².hora. A espécie mais capturada foi *Sturnira lilium*, com seis indivíduos, seguida de *C. perspicillata* e *A. lituratus*, ambas com quatro indivíduos. A diversidade de Shannon foi de 1,89, a de Simpson 0,83 e a equitabilidade 0,82. As curvas do coletor e de rarefação não apresentaram sinais de estabilização (**Gráfico 62**).

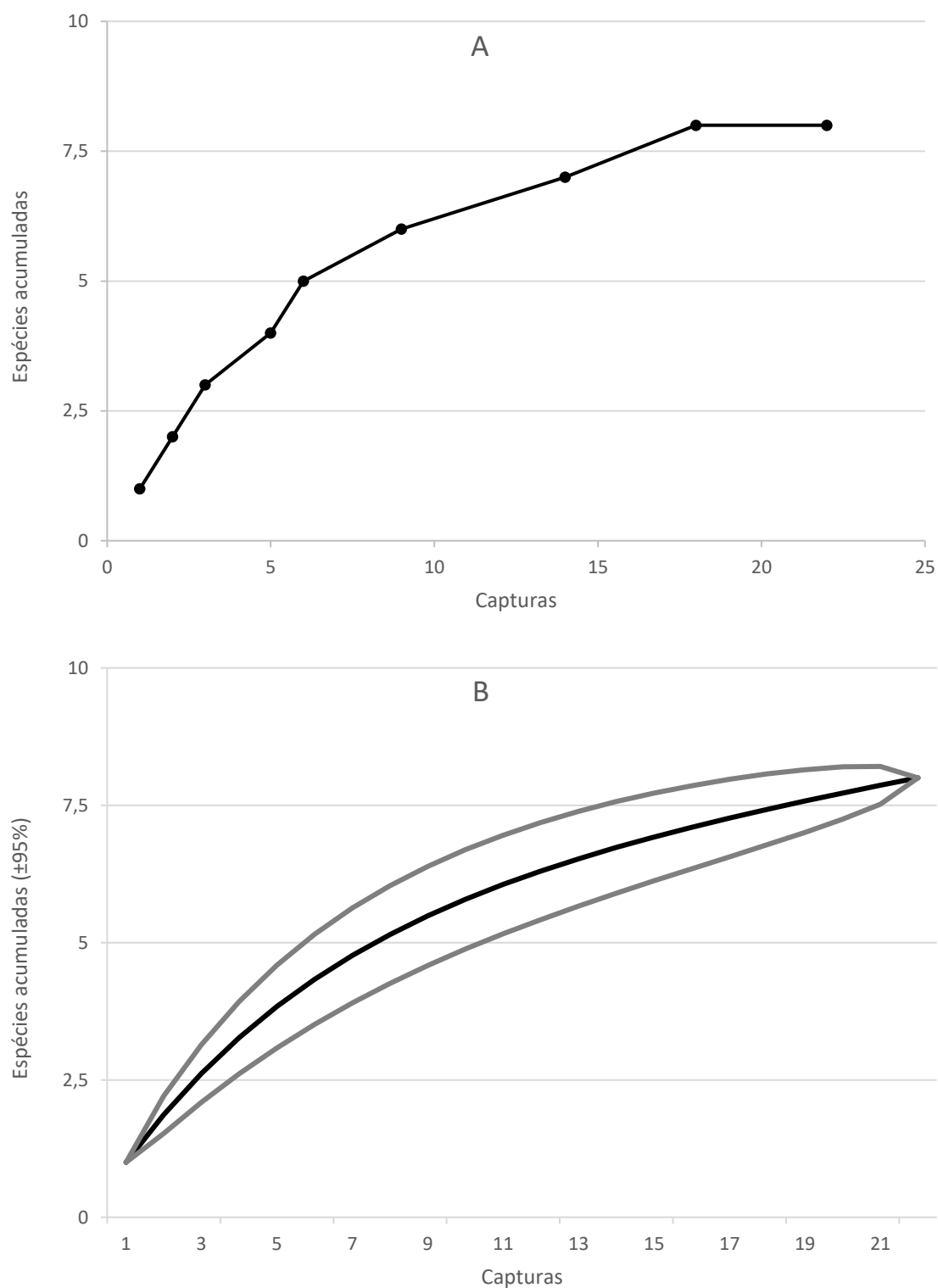


Gráfico 62. Curva de acumulação de espécies (A) e curva de rarefação de espécies (B; $\pm 95\%$) de Chiroptera capturados para o BA4, durante a estação chuvosa de 2019, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Quadro 31. Espécies de Chiroptera registradas para o BA4 durante o primeiro ano (2018-2019), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Táxon	Módulo / Parcela	Abundância	Endemia	Indicador	Cinegética Migratória Exótica	Status MG	Status ES	Status BR	Status IUCN
Família Phyllostomidae, Subfamília Glossophaginae									
<i>Anoura caudifer</i> É. Geoffroy, 1818	23T4pr	1 (5,45%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
Subfamília Carollinae									
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	22T1pr; 22T2pr; 23T3pr	4 (18,18%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
Subfamília Desmodontinae									
<i>Desmodus rotundus</i> (É. Geoffroy, 1810)	22T2pr; 23T2pr	3 (13,64%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
Subfamília Stenodermatinae									
<i>Artibeus fimbriatus</i> Gray, 1838	23T1p	1 (5,45%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	23T1p; 23T2pr	4 (18,18%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Platyrrhinus lineatus</i> (É. Geoffroy, 1810)	22T1pr	1 (5,45%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC
<i>Sturnira lilium</i> (É. Geoffroy, 1810)	22T1pr; 22T2pr; 23T1p; 23T2pr; 23T4pr	6 (27,27%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	DD
Família Molossidae, Subfamília Molossinae									
<i>Molossus molossus</i> Pallas, 1766	23T1p	2 (9,09%)	Não	Não	Não	LC	LC	LC	LC

Categoria de ameaça: LC – pouco preocupante; Status de ameaça: MG (COPAM, 2010); ES (PASSAMANI; MENDES, 2007); Brasil (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018a).

1.2.2.4.3. Resultados integrados

A riqueza de espécies de morcegos foi influenciada negativamente pela distância do rio Doce apenas nas *Parcelas Terrestres* do BA3, onde está o PERD, no período de chuva ($p < 0,05$; $R^2 = 0,3552$). Na estação seca houve uma tendência semelhante ($p = 0,09$) neste BA. Nos outros Blocos Amostrais essa variável não afetou a riqueza de espécies. Apesar de terem sido verificadas algumas tendências, as figuras não mostram padrões perceptíveis (**Quadro 32**, **Figura 13**, **Figura 14**).

Quadro 32. Relação entre riqueza de morcegos e a distância do rio Doce para as *Parcelas Terrestres* em cada BA amostrado nas duas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho sinalizam relações significativas; em laranja indicam tendências.

GLM	BA	Estação	Abordagem	β	z	p
Poisson**	-	Intercepto	-	1,23187	10,582	2E-16
Poisson**	1a	Chuvas	PT	-0,13692	-1,681	0,09284
Poisson**	1a	Seca	PT	-0,03299	-0,817	0,41379
Poisson**	1b	Chuvas	PT	-0,06517	-0,54	0,58952
Poisson**	1b	Seca	PT	-0,04653	-0,616	0,53791
Poisson**	2	Chuvas	PT	-0,14605	-1,65	0,09901
Poisson**	2	Seca	PT	-0,1668	-1,518	0,12893
Poisson**	3	Chuvas	PT	-0,35524	-2,678	0,00741
Poisson**	3	Seca	PT	-1,52164	-1,684	0,0922
Poisson**	4	Chuvas	PT	0,03778	0,301	0,76356
Poisson**	4	Seca	PT	NA	NA	NA
Poisson***	-	Intercepto	-	123,192	0,12919	2E-16
Poisson***	1a	Chuvas	PR	NA	NA	NA
Poisson***	1a	Seca	PR	-0,22800	0,18661	0,2218
Poisson***	1b	Chuvas	PR	-0,48142	0,39369	0,2214
Poisson***	1b	Seca	PR	0,01915	0,16821	0,9093
Poisson***	2	Chuvas	PR	0,21875	0,12591	0,0823
Poisson***	2	Seca	PR	-0,05599	0,19020	0,7685
Poisson***	3	Chuvas	PR	0,06225	0,12098	0,6069
Poisson***	3	Seca	PR	-0,33371	0,18625	0,0732
Poisson***	4	Chuvas	PR	-0,17569	0,19417	0,3655
Poisson***	4	Seca	PR	NA	NA	NA

Legenda: β = coeficiente; z = valor do teste; p = nível de significância (0,05). *Relação significativa.

**Null deviance: 92,506; 71 graus de liberdade; Desvio residual: 72,216; AIC: 285,61. Goodness of fit – p = 0,0162; PseudoR² = 0,21933979; Overdispersion = 1,059222.

*** Null deviance: 47,615; 35 graus de Liberdade; Desvio residual: 34,207; AIC: 154,64; Goodness of fit – p = 0,09854; PseudoR² = 0,2816038; Overdispersion = 1,058204.

A maioria das variáveis testadas para compreender a ordenação das comunidades de morcegos na **BHrD**, através do NMDS, não mostrou efeito significativo. Não foi possível analisar as amostras das *Parcelas Terrestres* do BA4, nem para as *Parcelas Ripárias* do BA1a, devido ao baixo número de capturas. As comunidades de morcegos nas *Parcelas Terrestres* do BA1b foi influenciada pela centro urbano mais próximo ($p < 0,001$; $R^2 = 0,29$), da distância da barragem de Fundão ($p < 0,001$; $R^2 = 0,40$), e pelos diferentes usos da terra (*uso antrópico*: $p = 0,05$; $R^2 = 0,17$; áreas degradadas: $p = 0,005$; $R^2 = 0,30$ e áreas naturais: $p = 0,031$; $R^2 = 0,20$). Para as *Parcelas Terrestres* do BA2 apenas o ambiente aquático foi importante ($p = 0,044$; $R^2 = 0,38$; **Tabela 8; Figura 15**). Nas *Parcelas Ripárias* do BA1b, a distância do rio Doce influenciou a estruturação das comunidades ($p = 0,022$; $R^2 = 0,69$) e no BA3 foram a distância da barragem ($p = 0,025$; $R^2 = 0,41$) e o *uso antrópico* ($p = 0,037$; $R^2 = 0,35$; **Tabela 9, Figura 16**).

Tabela 8. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de Chiroptera por BA nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos, em laranja mostram tendências.

Bloco Amostral	Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA1a	Município	-0,6735	-0,7392	0,2170	0,5690
BA1a	Barragem	0,2714	0,9625	0,0127	0,9680
BA1a	Rio Doce	-0,2164	-0,9763	0,0164	0,9610
BA1a	UC	0,5861	0,8102	0,2196	0,5690
BA1a	<i>Uso antrópico</i>	0,9452	0,3267	0,1759	0,6360
BA1a	Aquático	0,5032	-0,8642	0,0070	0,9850
BA1a	<i>Uso degradado</i>	-0,1625	-0,9867	0,1462	0,6900
BA1a	Natural	-0,9966	-0,0824	0,2210	0,5550
BA1b	Município	0,8371	-0,5470	0,2927	0,0010
BA1b	Barragem	0,9948	0,1024	0,4050	0,0010
BA1b	Rio Doce	-0,5777	0,8163	0,0830	0,2570
BA1b	UC	0,1586	-0,9874	0,1342	0,0910
BA1b	<i>Uso antrópico</i>	-0,9758	-0,2188	0,1697	0,0500
BA1b	Aquático	-0,1175	-0,9931	0,0357	0,5420
BA1b	<i>Uso degradado</i>	-0,9871	-0,1600	0,3026	0,0050
BA1b	Natural	0,9210	0,3895	0,1973	0,0310
BA2	Município	0,3458	0,9383	0,2332	0,1780
BA2	Barragem	-0,2431	-0,9700	0,2157	0,2290
BA2	Rio Doce	0,5907	-0,8069	0,0902	0,5440
BA2	UC	0,4766	0,8791	0,0678	0,6510
BA2	<i>Uso antrópico</i>	-0,2935	-0,9560	0,1611	0,3460
BA2	Aquático	-0,7552	-0,6555	0,3831	0,0440
BA2	<i>Uso degradado</i>	0,7190	0,6951	0,2699	0,1340
BA2	Natural	0,0417	0,9991	0,1319	0,4250
BA3	Município	0,0519	-0,9987	0,3324	0,2130
BA3	Barragem	-0,3153	0,9490	0,3175	0,2050

Bloco Amostral	Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA3	Rio Doce	0,9843	-0,1763	0,0063	0,9800
BA3	UC	-0,9722	0,2343	0,0543	0,8290
BA3	<i>Uso antrópico</i>	-0,3866	0,9223	0,1823	0,5060
BA3	Aquático	-0,5183	-0,8552	0,0699	0,8600
BA3	<i>Uso degradado</i>	-0,7793	-0,6267	0,0102	0,9680
BA3	Natural	0,4528	-0,8916	0,1139	0,6530

Legenda: Município – distância ao centro urbano mais próximo; Barragem - Distância até a barragem de Fundão; Rio Doce – Distância até o leito do rio Doce; UC – Distância até a Unidade de Conservação mais próxima; *Uso antrópico* – Zonas urbanas e similares; Aquático – Cobertura de ambientes aquáticos; *Uso degradado* – Ambientes degradados; Natural – Áreas de cobertura fitofisionômica natural.

Tabela 9. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de Chiroptera por BA nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos, em laranja mostram tendências.

Bloco Amostral	Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA1b	Município	-0,9181	0,3965	0,2605	0,4030
BA1b	Barragem	0,0301	-0,9996	0,2661	0,4120
BA1b	Rio Doce	-0,3465	0,9381	0,6896	0,0220
BA1b	UC	-0,1969	0,9804	0,5472	0,0780
BA1b	<i>Uso antrópico</i>	-0,1603	0,9871	0,2587	0,3960
BA1b	Aquático	-0,4316	0,9021	0,4578	0,1290
BA1b	<i>Uso degradado</i>	-0,0155	0,9999	0,2491	0,4960
BA1b	Natural	0,1988	-0,9800	0,3568	0,2060
BA2	Município	0,6260	0,7799	0,3648	0,7000
BA2	Barragem	-0,5964	-0,8027	0,3695	0,7000
BA2	Rio Doce	-0,0298	-0,9996	0,6884	0,3000
BA2	UC	0,4453	0,8954	0,4057	0,7000
BA2	<i>Uso antrópico</i>	-0,5875	-0,8092	0,3710	0,7000
BA2	Aquático	-0,9710	0,2392	0,3952	0,5667
BA2	<i>Uso degradado</i>	1,0000	-0,0010	0,3713	0,6000
BA2	Natural	0,3813	0,9245	0,4293	0,5667
BA3	Município	0,0004	-1,0000	0,1524	0,3450
BA3	Barragem	-0,0002	1,0000	0,4139	0,0250
BA3	Rio Doce	0,0000	-1,0000	0,0508	0,6830
BA3	UC	-0,0002	1,0000	0,0816	0,4200
BA3	<i>Uso antrópico</i>	-0,0002	1,0000	0,3535	0,0370
BA3	Aquático	0,0035	-1,0000	0,3487	0,1030
BA3	<i>Uso degradado</i>	0,0003	1,0000	0,0273	0,7410
BA3	Natural	0,0001	-1,0000	0,2787	0,1050
BA4	Município	-0,9840	-0,1780	0,1677	0,7917
BA4	Barragem	-0,9762	0,2169	0,0991	0,9083
BA4	Rio Doce	-0,9228	-0,3853	0,0162	0,9333
BA4	UC	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
BA4	<i>Uso antrópico</i>	-0,2628	0,9649	0,0844	0,9167
BA4	Aquático	0,9329	0,3602	0,6194	0,3583
BA4	<i>Uso degradado</i>	-0,9285	0,3712	0,6762	0,3000
BA4	Natural	0,4692	-0,8831	0,1277	0,8917

Legenda: Município – distância ao centro urbano mais próximo; Barragem - Distância até a barragem de Fundão; Rio Doce – Distância até o leito do rio Doce; UC – Distância até a Unidade de Conservação mais próxima; *Uso antrópico* – Zonas urbanas e similares; Aquático – Cobertura de ambientes aquáticos; *Uso degradado* – Ambientes degradados; Natural – Áreas de cobertura fitofisionômica natural.

Figura 13. Relação entre a riqueza de espécies de Chiroptera registradas nas *Parcelas Terrestres*, e a distância do rio Doce para os Blocos Amostrais 1a (A), BA1b (B), BA2 (C) e BA3 (D) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

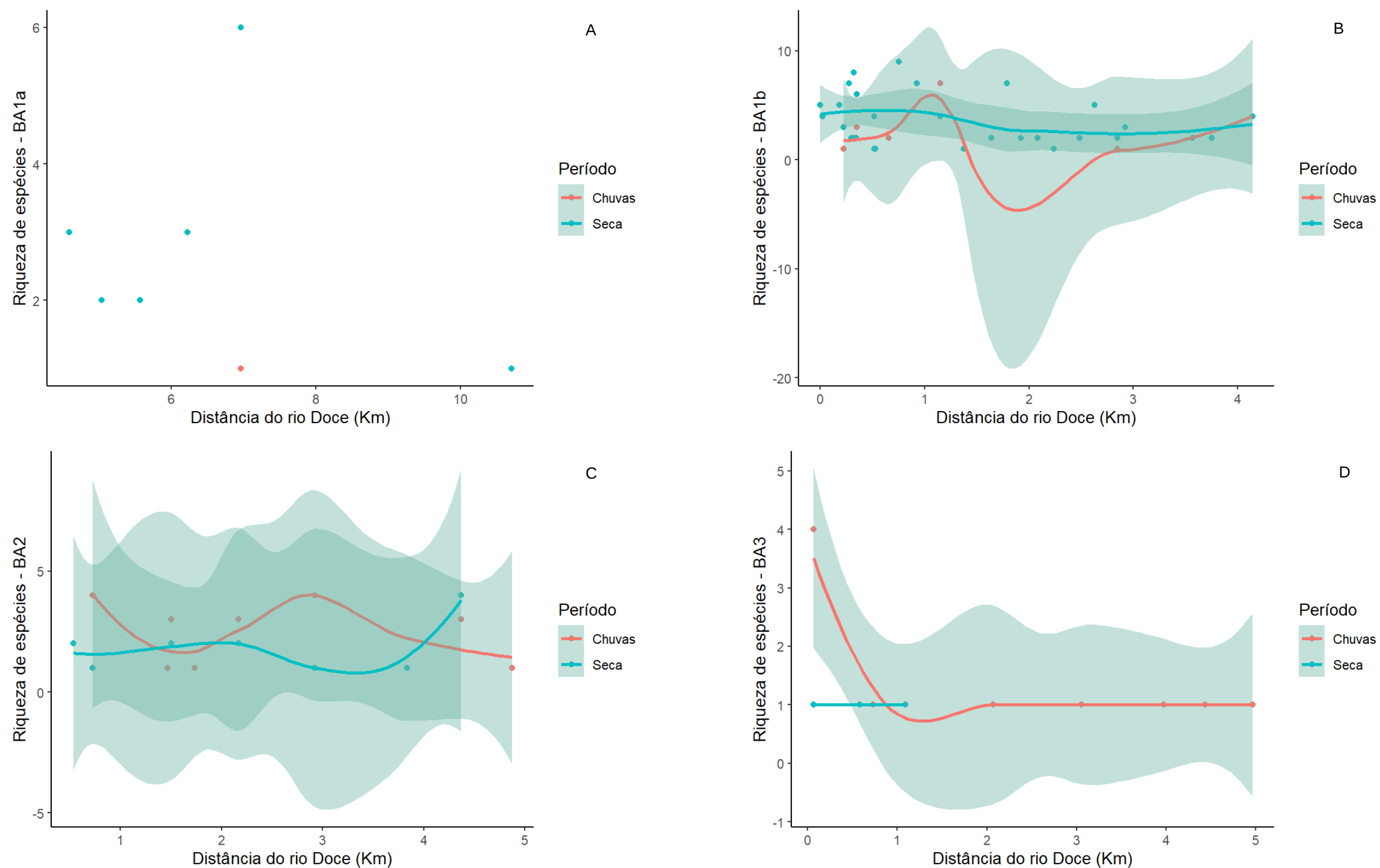


Figura 14. Relação entre a riqueza de espécies Chiroptera registradas nas *Parcelas Ripárias*, e a distância do rio Doce para os Blocos Amostrais 1b (A), BA3 (B), BA4 (C) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Para os Blocos Amostrais 1a e 2 não havia dados suficientes para os testes.

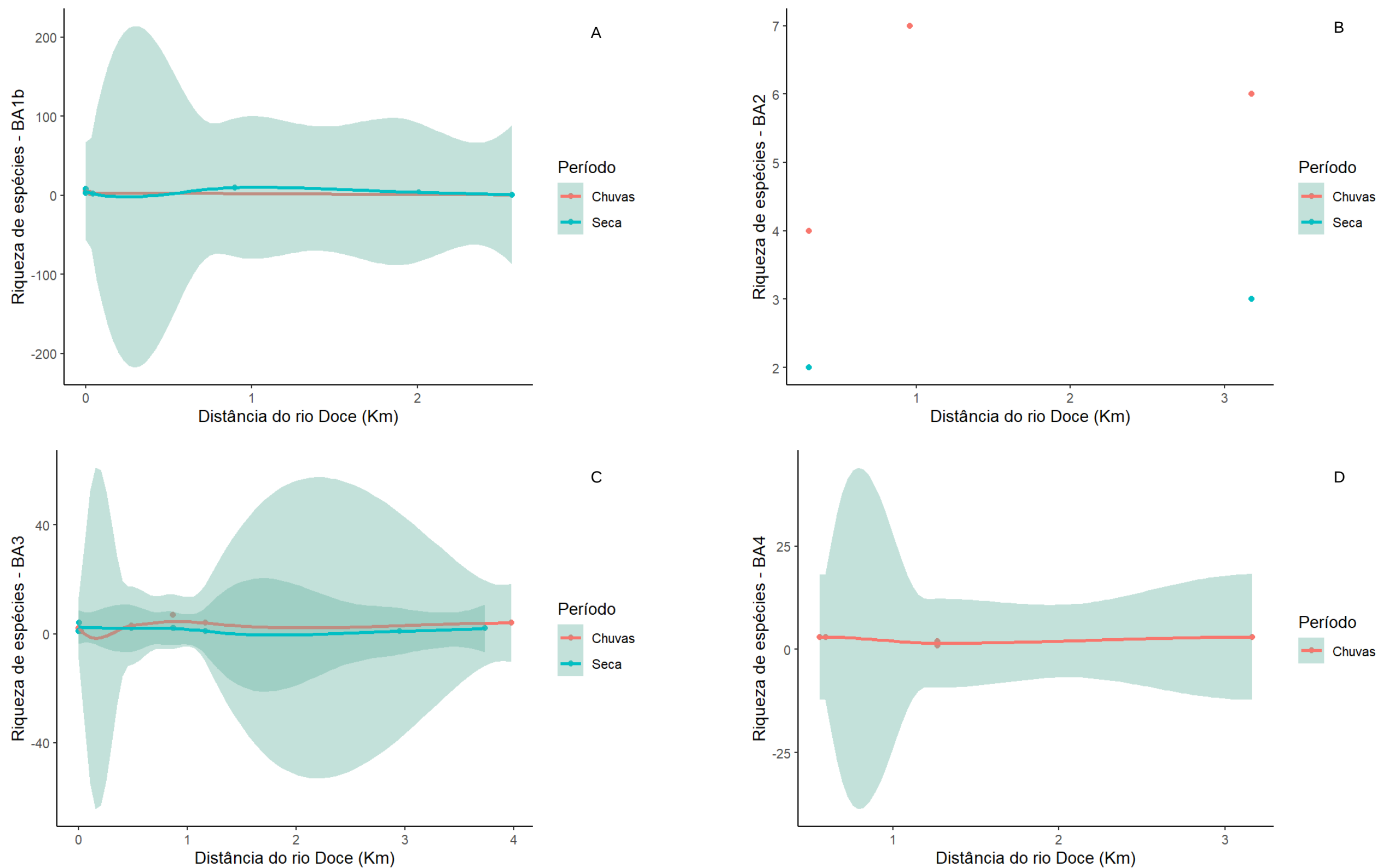


Figura 15. Ordenação por NMDS das comunidades de Chiroptera capturadas nas *Parcelas Terrestres* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Dados em função da distância do município mais próximo, barragem de Fundão, rio Doce, Unidade de Conservação mais próxima, *uso antrópico*, ambientes aquáticos, degradação ambiental, e áreas naturais. **A.** BA1a, **B.** BA1b, **C.** BA2. Para os Blocos Amostrais 3 e 4 não havia dados suficientes para os testes.

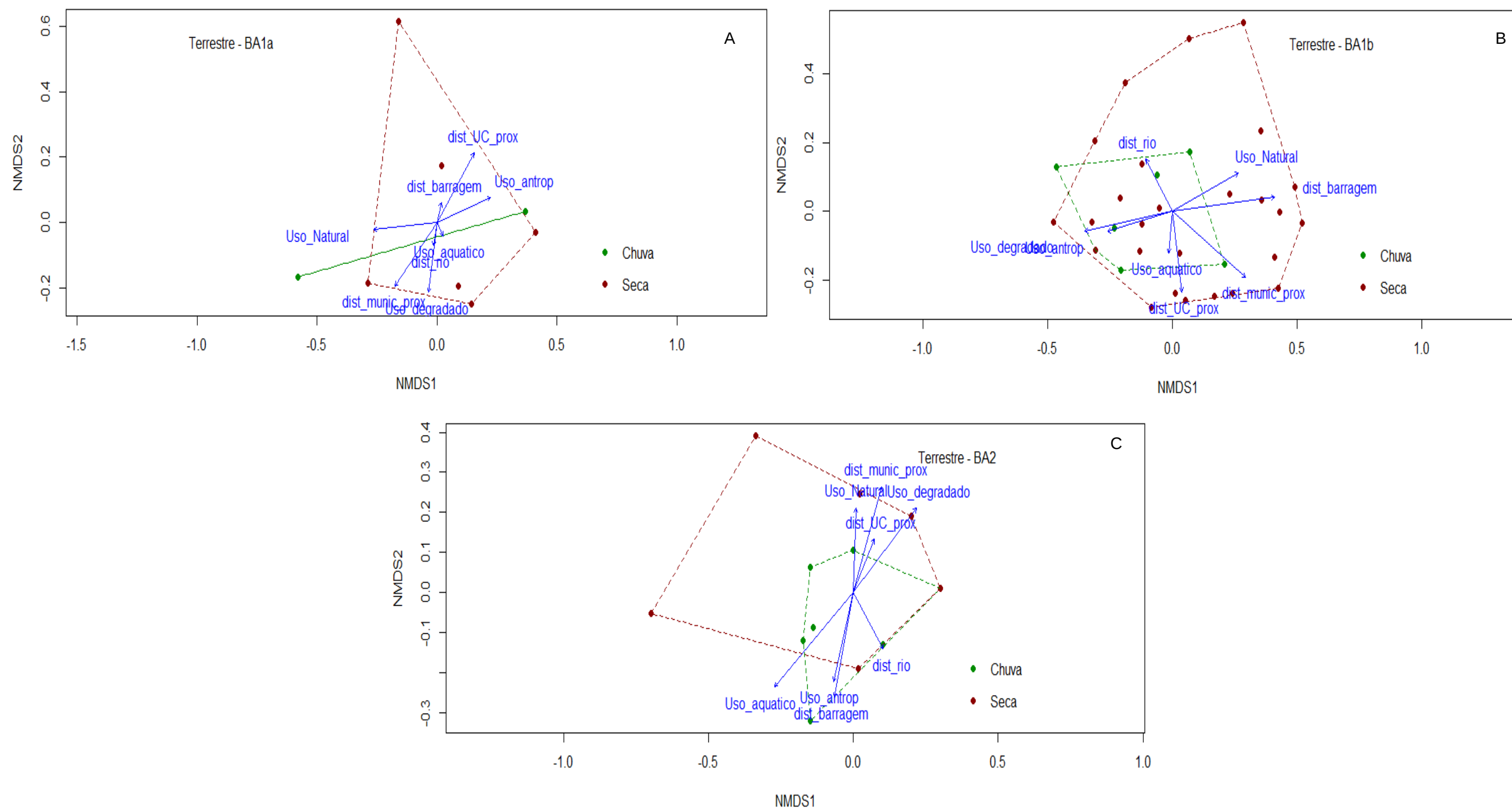
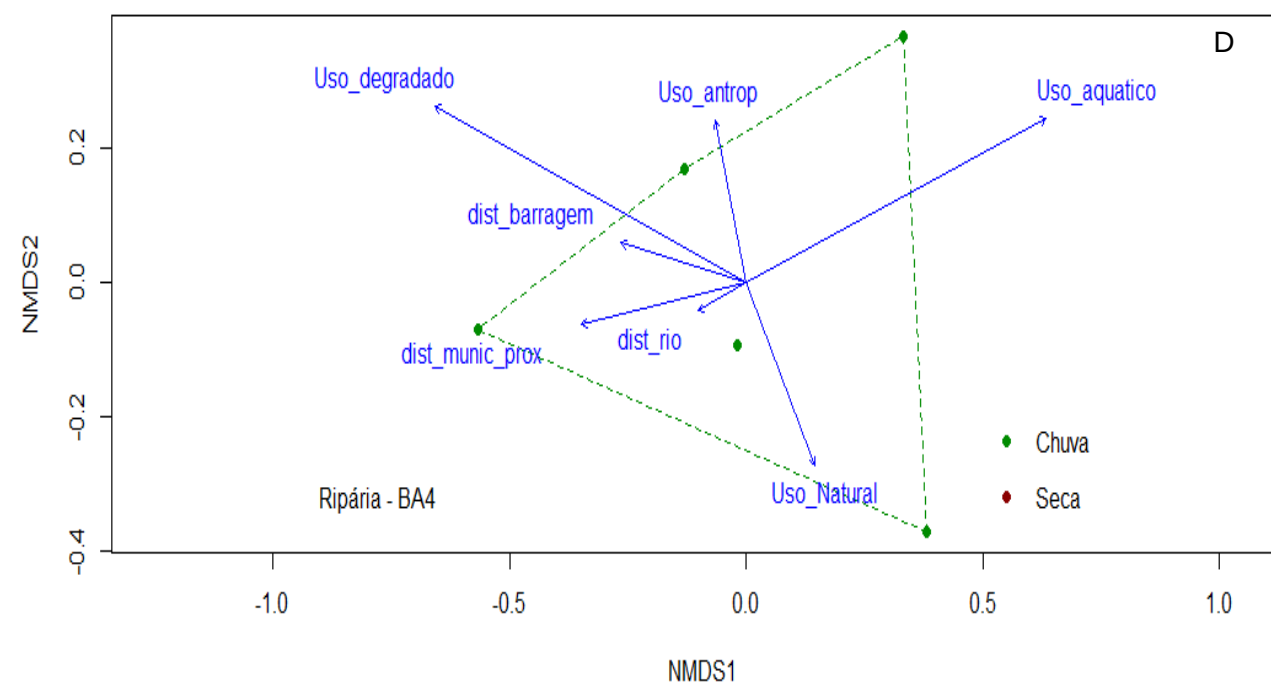
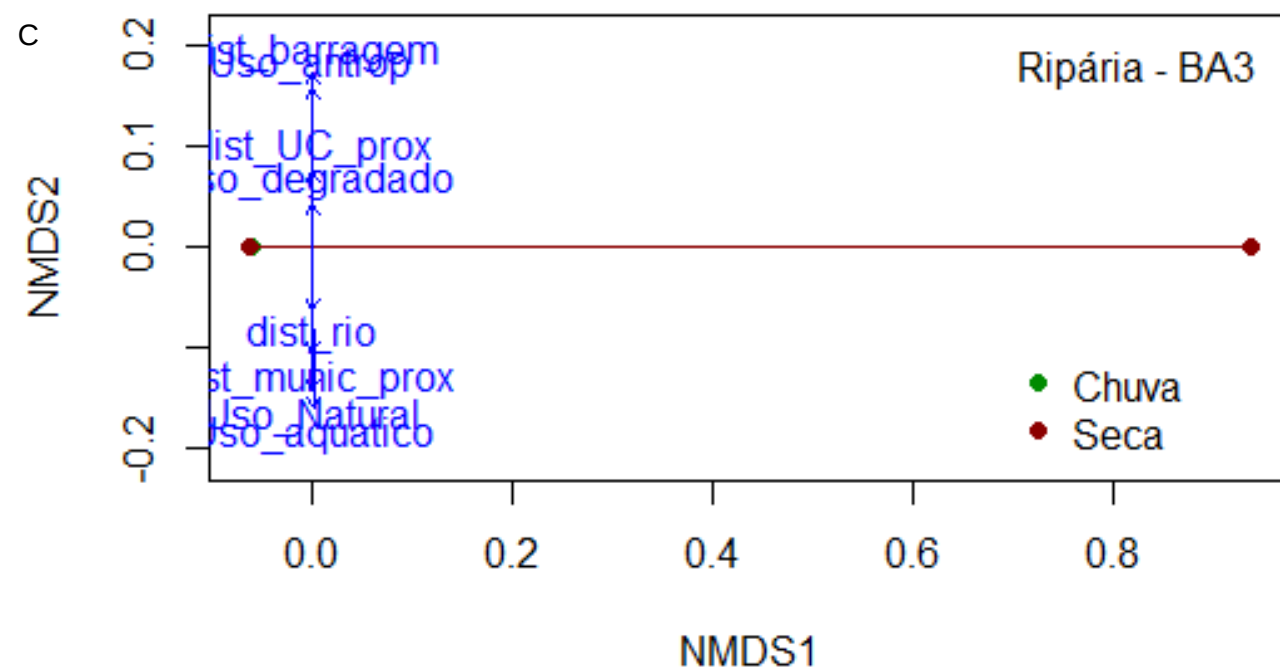
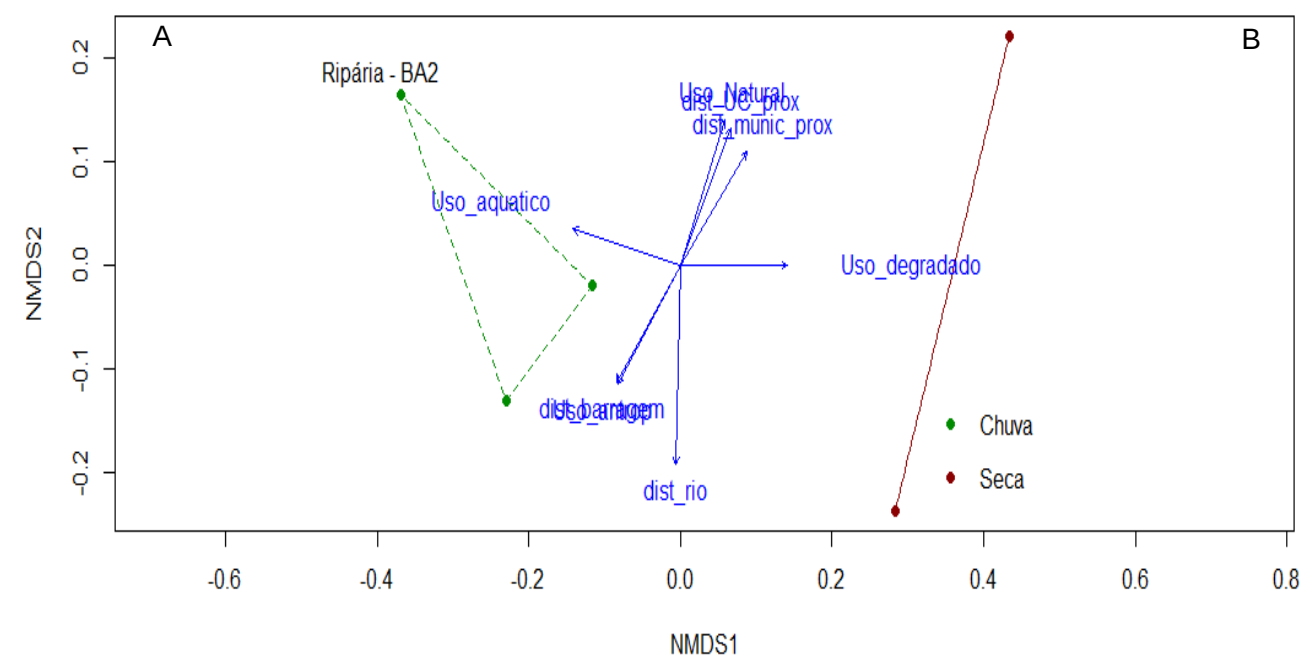
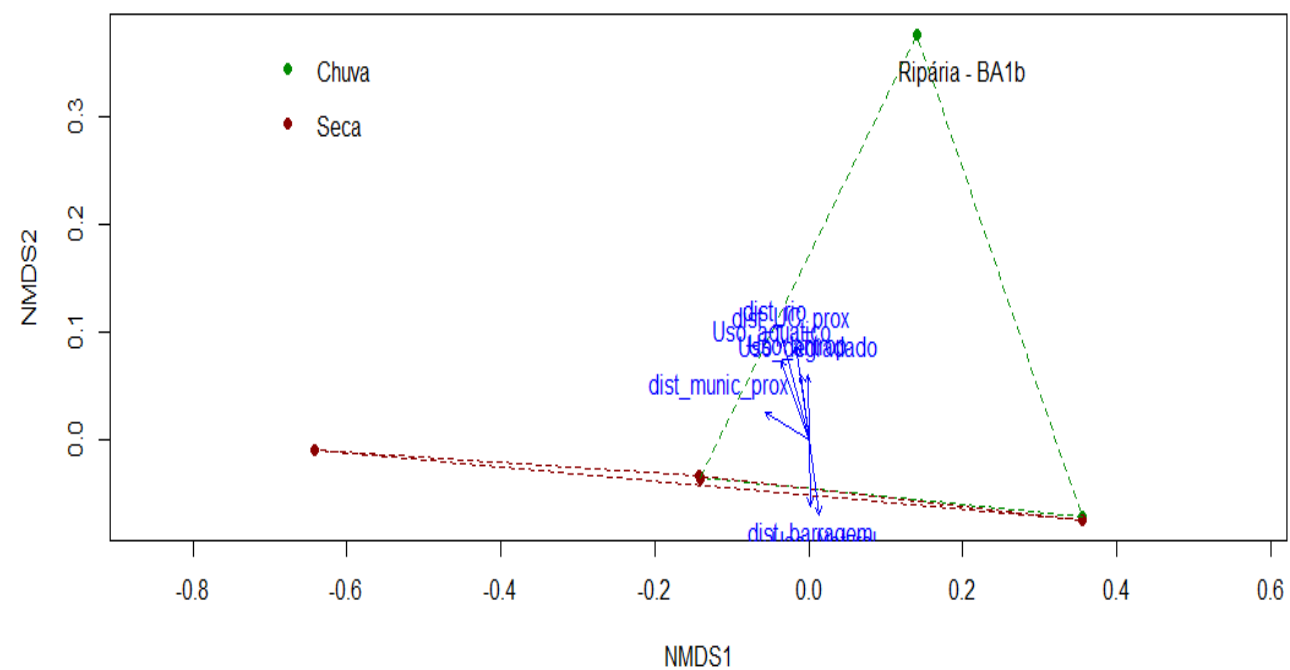


Figura 16. Ordenação por NMDS das comunidades de Chiroptera capturadas nas *Parcelas Ripárias* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Dados em função da distância do município mais próximo, barragem de Fundão, rio Doce, Unidade de Conservação mais próxima, *uso antrópico*, ambientes aquáticos, degradação ambiental, e áreas naturais. **A.** BA1b, **B.** BA3, **C.** BA4. Para o Blocos Amostrais 1a não havia dados suficientes para os testes.



1.2.2.4.4. Metais pesados

Analizamos amostras de fígado de 47 indivíduos pertencentes a 8 espécies de morcegos, pertencentes a duas famílias (**Quadro 33**). Para a maioria das áreas e espécies o número de indivíduos amostrado foi baixo (1 ou 2 indivíduos). Possuímos razoável amostragem apenas para uma espécie, *Carollia perspicillata*, que foi amplamente capturada em todos os BA.

Dos nove metais pesados analisados, detectamos concentrações acima das referências para dois metais: ferro (Fe) e cobre (Cu). Todos os valores de referência usados são provenientes de estudos realizados com roedores utilizados em experimentos de laboratório (AN et al., 2014; BEYER; MEADOR, 2011; COMMITTEE ON MEDICAL AND BIOLOGICAL EFFECTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS, 1977a; CORNELL UNIVERSITY, 1994; EICKHOLT; WHITE, 1965; GWIAZDA; LUCCHINI; SMITH, 2007; KATZ; SALEM, 1993). Não há, dentro de nosso conhecimento, bioensaios utilizando espécies de morcegos como modelo de estudo, como também mamíferos de vida livre. As amostras de todas as espécies analisadas apresentaram níveis elevados de ferro nos fígados, e 2 delas também possuíam altas concentrações de cobre (**Quadro 34, Quadro 35**).

A presença do ferro em toda a **BHrD** é elevada no solo, pois toda a região é rica neste mineral, o que a faz em importante fonte econômica extrativista deste metal. O estudo de solos (**Volume I, Gráfico 10**) mostra as altíssimas concentrações desse metal nesse componente do ambiente, em distribuição mais acentuada à montante do rio Doce, próximo à Mariana, decrescendo, mas ainda elevado em direção à foz do rio. Considerando as amostras biológicas que possuímos, em relação a *C. perspicillata*, é visível que as concentrações também acompanham o padrão geral da **BHrD**, decrescendo em direção à foz (**Gráfico 63, Gráfico 64**). A exceção a isto é a espécie *Lophostoma brasiliense*, para a qual possuímos apenas uma mostra, com altíssima concentração de ferro no tecido avaliado.

Em relação ao cobre, 2 espécimes de *C. perspicillata* apresentaram concentrações mais altas que os valores de referência. Um deles com concentração muito elevada, estatisticamente um valor extremo e diferente do restante das amostras, média e desvio padrão para o metal. Ainda, *Eptesicus cf. diminutus*, para o único indivíduo utilizado, as concentrações de cobre foram ligeiramente superiores à referência (**Quadro 34**).

Quadro 33. Espécimes de morcegos coletados e analisados quanto a concentração de metais pesados em seus fígados, através de espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Táxon / Bloco Amostral	BA1b	BA2	BA3	BA4	Σ
Phyllostomidae	17	15	10	3	45
<i>Artibeus fimbriatus</i>		1			1
<i>Artibeus lituratus</i>		1			1
<i>Carollia perspicillata</i>	17	11	8	3	39
<i>Lophostoma brasiliense</i>		2			2
<i>Platyrrhinus cf. incarum</i>			1		1
<i>Vampyressa sp.</i>			1		1
Vespertilionidae		1	1		2
<i>Myotis nigricans</i>		1			1
<i>Eptesicus cf. diminutus</i>			1		1
Total	17	16	11	3	47

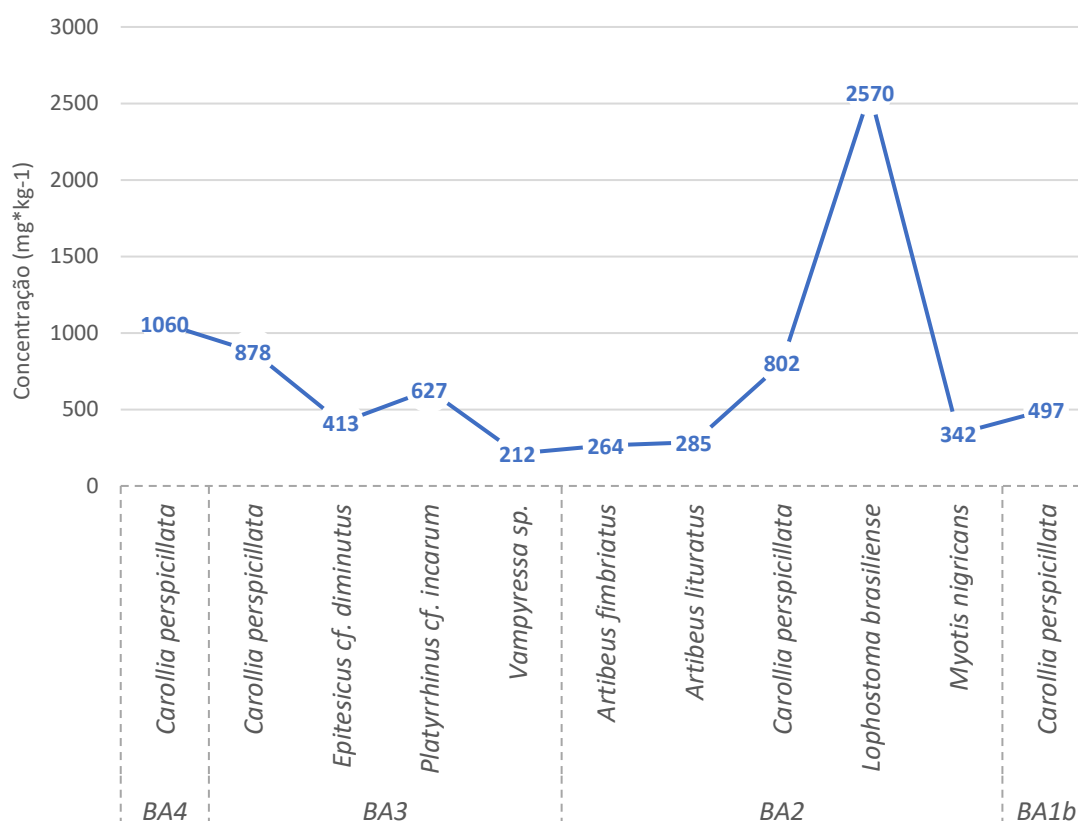


Gráfico 63. Concentração máxima de ferro nas amostras de tecidos de morcegos por BA, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), obtidos durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Carollia perspicillata

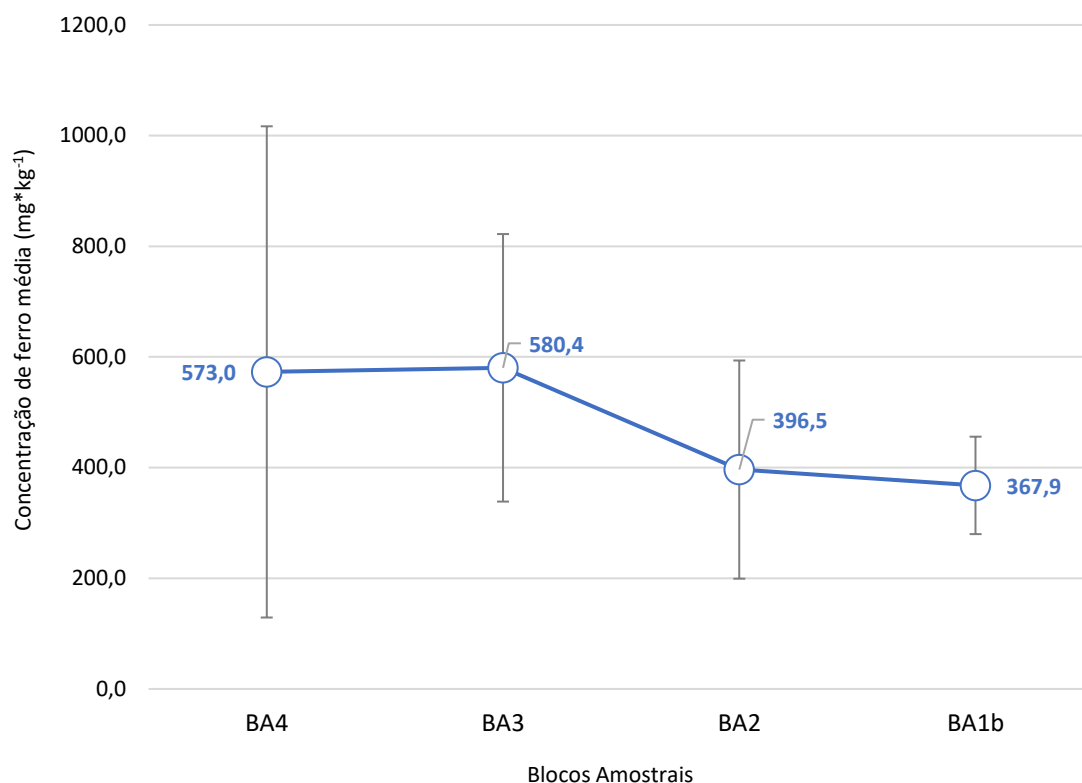


Gráfico 64. Média e desvio padrão da concentração de ferro nas amostras de tecidos de *C. perspicillata*, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), por BA obtidos durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Quando avaliamos a relação entre as concentrações de ferro presentes nas amostras de *Carollia perspicillata* e a distância do rio Doce, é evidente que não há relação entre as duas variáveis (**Figura 17**).

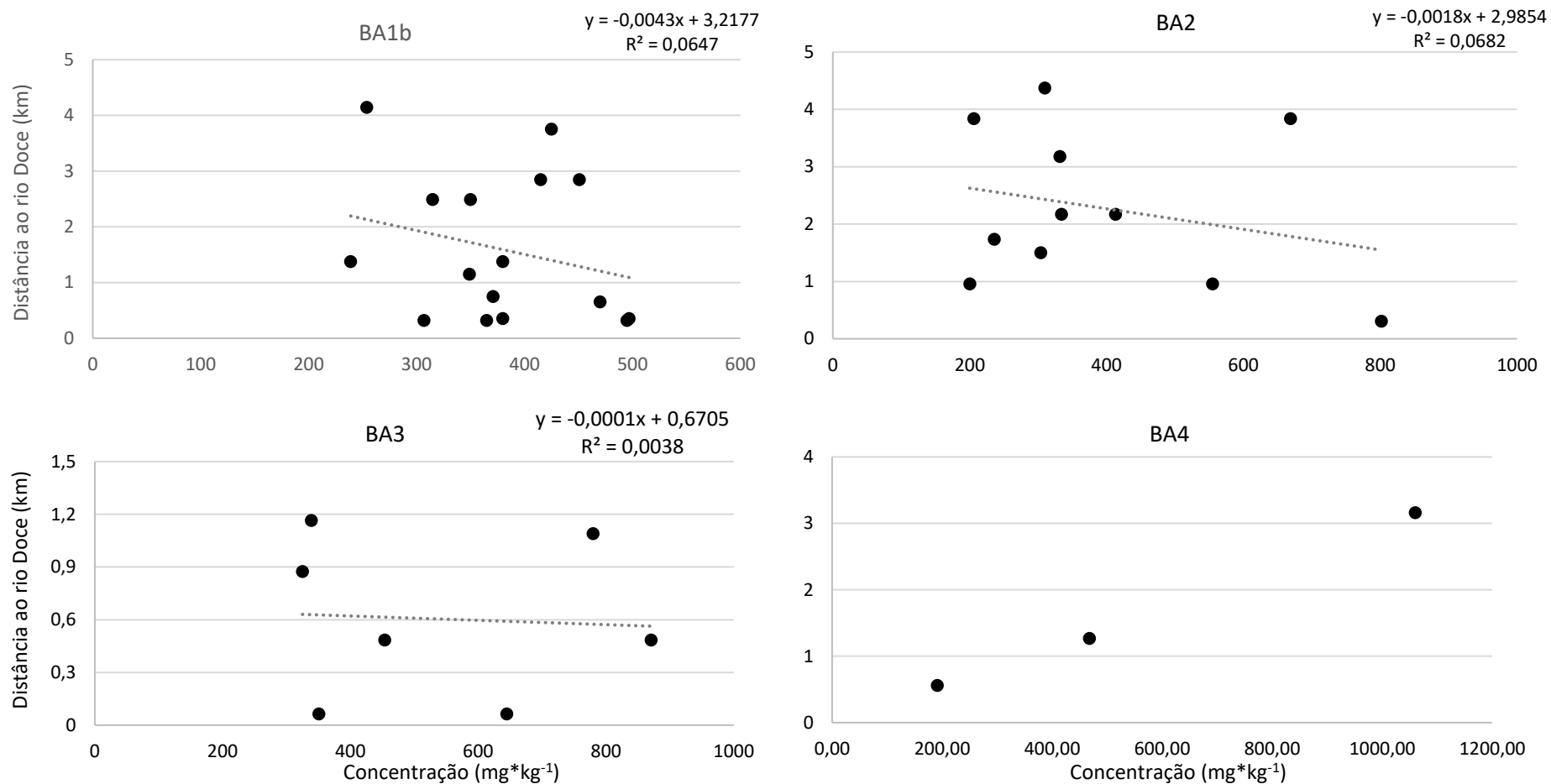


Figura 17. Relação entre a concentração de ferro nas amostras de *Carollia perspicillata* analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS) e a distância do rio Doce nos diferentes Blocos Amostrais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Quadro 34. Concentrações de metais pesados nos tecidos de morcegos, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Metais / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. (mg*kg ⁻¹)	Média (mg*kg ⁻¹)	Desvio Padrão	Máx. (mg*kg ⁻¹)	Valor de Referência (mg*kg ⁻¹)	
Arsênio							
BA1b							
<i>Carollia perspicillata</i>	17	0,04	0,07	0,02	0,11	214,0 ¹	
BA2							
<i>Artibeus fimbriatus</i>	1				0,05		
<i>Artibeus lituratus</i>	1				0,03		
<i>Carollia perspicillata</i>	11	0,04	0,07	0,03	0,14		
<i>Lophostoma brasiliense</i>	2	0,04	0,07	0,04	0,10		
<i>Myotis nigricans</i>	1				0,11		
BA3							
<i>Carollia perspicillata</i>	8	0,05	0,07	0,03	0,13		
<i>Eptesicus cf. diminutus</i>	1				0,25		
<i>Platyrrhinus cf. incarum</i>	1				0,10		
<i>Vampyressa sp.</i>	1				0,14		
BA4							
<i>Carollia perspicillata</i>	3	0,04	0,04	0,01	0,05		
Cádmio							
BA1b							
<i>Carollia perspicillata</i>	17	0,04	0,49	0,81	3,16	105,0 ²	
BA2							
<i>Artibeus fimbriatus</i>	1				0,05		
<i>Artibeus lituratus</i>	1				0,14		
<i>Carollia perspicillata</i>	11	0,04	0,17	0,11	0,40		
<i>Lophostoma brasiliense</i>	2	0,04	0,07	0,04	0,10		
<i>Myotis nigricans</i>	1				0,11		
BA3							
<i>Carollia perspicillata</i>	8	0,05	0,42	0,45	1,41		
<i>Eptesicus cf. diminutus</i>	1				0,25		
<i>Platyrrhinus cf. incarum</i>	1				0,10		

Metais / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. (mg*kg ⁻¹)	Média (mg*kg ⁻¹)	Desvio Padrão	Máx. (mg*kg ⁻¹)	Valor de Referência (mg*kg ⁻¹)
<i>Vampyressa</i> sp.	1				0,14	
BA4						
<i>Carollia perspicillata</i>	3	0,05	0,11	0,09	0,21	
Chumbo						
BA1b						15,0 ²
<i>Carollia perspicillata</i>	17	0,28	0,73	0,65	2,54	
BA2						
<i>Artibeus fimbriatus</i>	1				0,15	
<i>Artibeus lituratus</i>	1				0,19	
<i>Carollia perspicillata</i>	11	0,20	0,41	0,19	0,85	
<i>Lophostoma brasiliense</i>	2	0,19	0,51	0,46	0,83	
<i>Myotis nigricans</i>	1				0,78	
BA3						
<i>Carollia perspicillata</i>	8	0,36	0,73	0,39	1,56	
<i>Eptesicus</i> cf. <i>diminutus</i>	1				0,59	
<i>Platyrrhinus</i> cf. <i>incarnum</i>	1				0,70	
<i>Vampyressa</i> sp.	1				0,83	
BA4						
<i>Carollia perspicillata</i>	3	0,32	0,47	0,22	0,72	
Cobre						30,0 ³
BA1b						
<i>Carollia perspicillata</i>	17	9,96	35,77	61,68	268**	
BA2						
<i>Artibeus fimbriatus</i>	1				7,36	
<i>Artibeus lituratus</i>	1				6,03	
<i>Carollia perspicillata</i>	11	7,67	12,11	5,67	27,50	
<i>Lophostoma brasiliense</i>	2	10,30	17,55	10,25	24,80	
<i>Myotis nigricans</i>	1				22,80	
BA3						
<i>Carollia perspicillata</i>	8	12,10	19,70	7,50	32*	
<i>Eptesicus</i> cf. <i>diminutus</i>	1				33,2*	
<i>Platyrrhinus</i> cf. <i>incarnum</i>	1				27,50	

Metais / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. (mg*kg ⁻¹)	Média (mg*kg ⁻¹)	Desvio Padrão	Máx. (mg*kg ⁻¹)	Valor de Referência (mg*kg ⁻¹)
<i>Vampyressa</i> sp.	1				23,10	
BA4						
<i>Carollia perspicillata</i>	3	8,16	13,19	4,41	16,40	
Cromo						
BA1b						
<i>Carollia perspicillata</i>	17	0,04	0,12	0,05	0,20	
BA2						
<i>Artibeus fimbriatus</i>	1				0,05	
<i>Artibeus lituratus</i>	1				0,05	
<i>Carollia perspicillata</i>	11	0,04	0,08	0,03	0,14	
<i>Lophostoma brasiliense</i>	2	0,08	0,14	0,09	0,21	
<i>Myotis nigricans</i>	1				0,11	
BA3						
<i>Carollia perspicillata</i>	8	0,08	0,13	0,06	0,26	
<i>Eptesicus</i> cf. <i>diminutus</i>	1				0,42	
<i>Platyrrhinus</i> cf. <i>incarnum</i>	1				0,17	
<i>Vampyressa</i> sp.	1				0,14	
BA4						
<i>Carollia perspicillata</i>	3	0,04	0,05	0,02	0,08	
Ferro						
BA1b						
<i>Carollia perspicillata</i>	17	191,00	367,88	88,04	497,00	
BA2						
<i>Artibeus fimbriatus</i>	1				264*	
<i>Artibeus lituratus</i>	1				285*	
<i>Carollia perspicillata</i>	11	200,00	396,45	197,19	802,00	
<i>Lophostoma brasiliense</i>	2	477,00	1523,50	1479,97	2570,00	
<i>Myotis nigricans</i>	1				342*	
BA3						
<i>Carollia perspicillata</i>	8	325,00	580,38	241,76	878,00	
<i>Eptesicus</i> cf. <i>diminutus</i>	1				413*	
<i>Platyrrhinus</i> cf. <i>incarnum</i>	1				627*	

Metais / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. (mg*kg ⁻¹)	Média (mg*kg ⁻¹)	Desvio Padrão	Máx. (mg*kg ⁻¹)	Valor de Referência (mg*kg ⁻¹)
<i>Vampyressa</i> sp.	1				212*	
BA4						
<i>Carollia perspicillata</i>	3	191,00	573,00	443,91	1060,00	
Manganês						
BA1b						
<i>Carollia perspicillata</i>	17	0,90	2,14	1,74	8,48	
BA2						
<i>Artibeus fimbriatus</i>	1				1,31	
<i>Artibeus lituratus</i>	1				1,55	
<i>Carollia perspicillata</i>	11	0,67	4,68	7,58	26,20	
<i>Lophostoma brasiliense</i>	2	2,06	4,81	3,88	7,55	
<i>Myotis nigricans</i>	1				1,92	
BA3						
<i>Carollia perspicillata</i>	8	0,91	18,94	15,64	41,60	
<i>Eptesicus</i> cf. <i>diminutus</i>	1				2,19	
<i>Platyrrhinus</i> cf. <i>incarnum</i>	1				1,81	
<i>Vampyressa</i> sp.	1				2,34	
BA4						
<i>Carollia perspicillata</i>	3	5,20	13,23	12,64	27,80	
200,0⁶						
Mercúrio						
BA1b						
<i>Carollia perspicillata</i>	17	0,04	0,07	0,02	0,11	
BA2						
<i>Artibeus fimbriatus</i>	1				0,05	
<i>Artibeus lituratus</i>	1				0,03	
<i>Carollia perspicillata</i>	11	0,04	0,07	0,03	0,14	
<i>Lophostoma brasiliense</i>	2	0,04	0,07	0,04	0,10	
<i>Myotis nigricans</i>	1				0,11	
BA3						
<i>Carollia perspicillata</i>	8	0,05	0,07	0,03	0,13	
<i>Eptesicus</i> cf. <i>diminutus</i>	1				0,32	
<i>Platyrrhinus</i> cf. <i>incarnum</i>	1				0,10	
22,0²						

Metais / Bloco Amostral / Táxon	N Amostral	Mín. (mg*kg ⁻¹)	Média (mg*kg ⁻¹)	Desvio Padrão	Máx. (mg*kg ⁻¹)	Valor de Referência (mg*kg ⁻¹)
<i>Vampyressa</i> sp.	1				0,14	
BA4						
<i>Carollia perspicillata</i>	3	0,04	0,04	0,01	0,05	
Zinco						
BA1b						
<i>Carollia perspicillata</i>	17	15,70	36,59	10,45	52,50	
BA2						
<i>Artibeus fimbriatus</i>	1				25,60	
<i>Artibeus lituratus</i>	1				21,60	
<i>Carollia perspicillata</i>	11	13,60	30,45	12,92	52,10	
<i>Lophostoma brasiliense</i>	2	33,20	54,45	30,05	75,70	
<i>Myotis nigricans</i>	1				33,70	
BA3						
<i>Carollia perspicillata</i>	8	21,90	42,73	15,47	69,30	
<i>Eptesicus</i> cf. <i>diminutus</i>	1				52,90	
<i>Platyrrhinus</i> cf. <i>incarum</i>	1				48,10	
<i>Vampyressa</i> sp.	1				51,50	
BA4						
<i>Carollia perspicillata</i>	3	21,40	30,63	8,16	36,90	

* amostra única; ** outlier único.

Valores de referência segundo: 1- (COMMITTEE ON MEDICAL AND BIOLOGICAL EFFECTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS, 1977b); 2 - (BEYER; MEADOR, 2011); 3 - (CORNELL UNIVERSITY, 1994); 4 - (KATZ; SALEM, 1993); 5 - (EICKHOLT; WHITE, 1965); 6 - (GWIAZDA; LUCCHINI; SMITH, 2007); 7 - (AN et al., 2014).

Quadro 35. Concentrações de metais pesados por amostra dos tecidos de morcegos, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Código da Amostra	Espécie	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercúrio	Zinco
8025787	<i>Carollia perspicillata</i>	0,05	0,35	0,32	12,10	0,10	307,00	1,99	0,05	30,60
8025788	<i>Carollia perspicillata</i>	0,06	0,10	0,86	30,50	0,13	645,00	29,50	0,06	38,50
8025798	<i>Carollia perspicillata</i>	0,04	0,08	0,34	9,96	0,08	239,00	1,15	0,04	17,70
8025820	<i>Carollia perspicillata</i>	0,08	0,13	0,30	12,80	0,16	315,00	1,04	0,08	34,00
8025822	<i>Carollia perspicillata</i>	0,08	3,16	1,51	268,00	0,17	371,00	2,69	0,08	46,40
8025830	<i>Carollia perspicillata</i>	0,05	0,53	0,52	14,90	0,10	454,00	7,30	0,05	38,10
8025832	<i>Carollia perspicillata</i>	0,14	0,27	0,85	27,50	0,14	669,00	1,26	0,14	52,10
8025834	<i>Carollia perspicillata</i>	0,09	0,09	0,36	13,30	0,09	555,00	2,04	0,09	40,60
8025850	<i>Carollia perspicillata</i>	0,04	0,50	0,28	12,50	0,04	350,00	2,84	0,04	28,20
8025852	<i>Vampyressa sp.</i>	0,14	0,14	0,83	23,10	0,14	212,00	2,34	0,14	51,50
8025861	<i>Carollia perspicillata</i>	0,05	0,05	0,47	14,40	0,05	254,00	1,37	0,05	36,50
8025866	<i>Carollia perspicillata</i>	0,11	0,11	0,57	26,80	0,11	497,00	2,28	0,11	52,50
8025873	<i>Carollia perspicillata</i>	0,07	0,11	0,46	20,30	0,14	415,00	1,98	0,07	37,60
8025878	<i>Carollia perspicillata</i>	0,10	0,15	1,95	26,00	0,10	495,00	1,88	0,10	43,80
8025890	<i>Carollia perspicillata</i>	0,04	0,04	0,43	15,90	0,08	191,00	0,90	0,04	15,70
8025897	<i>Carollia perspicillata</i>	0,07	0,07	2,54	17,00	0,07	365,00	1,48	0,07	33,80
8025903	<i>Carollia perspicillata</i>	0,06	0,06	0,89	16,30	0,13	451,00	0,93	0,06	29,80
8025930	<i>Carollia perspicillata</i>	0,09	0,65	0,44	76,20	0,19	425,00	1,74	0,09	48,90
8025931	<i>Carollia perspicillata</i>	0,06	1,39	0,44	20,20	0,12	349,00	1,59	0,06	34,60
8025936	<i>Carollia perspicillata</i>	0,07	0,39	0,36	14,00	0,14	351,00	5,10	0,07	21,90
8025937	<i>Lophostoma brasiliense</i>	0,04	0,04	0,19	10,30	0,08	477,00	2,06	0,04	33,20
8025941	<i>Lophostoma brasiliense</i>	0,10	0,10	0,83	24,80	0,21	2570,00	7,55	0,10	75,70
8025943	<i>Carollia perspicillata</i>	0,13	0,55	1,56	32,00	0,26	871,00	37,90	0,13	69,30
8025947	<i>Carollia perspicillata</i>	0,07	1,41	0,74	19,50	0,14	780,00	41,60	0,07	58,80

Código da Amostra	Espécie	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercúrio	Zinco
8025969	<i>Eptesicus cf. diminutus</i>	0,25	0,25	0,59	33,20	0,42	413,00	2,19	0,32	52,90
8025972	<i>Carollia perspicillata</i>	0,05	0,05	0,55	16,70	0,08	339,00	10,20	0,05	34,40
8025975	<i>Carollia perspicillata</i>	0,08	0,08	0,44	18,30	0,16	470,00	2,59	0,08	41,60
8025992	<i>Carollia perspicillata</i>	0,09	0,09	0,67	21,40	0,20	380,00	8,48	0,09	39,90
8026000	<i>Carollia perspicillata</i>	0,05	0,28	0,36	12,10	0,08	325,00	0,91	0,05	31,50
8026017	<i>Carollia perspicillata</i>	0,06	0,21	0,23	10,50	0,10	413,00	1,41	0,06	35,90
8026019	<i>Carollia perspicillata</i>	0,07	1,26	0,38	20,00	0,14	380,00	1,42	0,07	50,50
8026021	<i>Carollia perspicillata</i>	0,05	0,08	0,89	17,90	0,09	878,00	19,00	0,05	49,30
8026023	<i>Platyrrhinus cf. incarum</i>	0,10	0,10	0,70	27,50	0,17	627,00	1,81	0,10	48,10
8026091	<i>Carollia perspicillata</i>	0,04	0,06	0,32	8,16	0,04	191,00	5,20	0,04	21,40
8026123	<i>Carollia perspicillata</i>	0,04	0,21	0,37	16,40	0,04	468,00	6,69	0,04	33,60
8026125	<i>Artibeus fimbriatus</i>	0,05	0,05	0,15	7,36	0,05	264,00	1,31	0,05	25,60
8026129	<i>Carollia perspicillata</i>	0,05	0,05	0,72	15,00	0,08	1060,00	27,80	0,05	36,90
8026131	<i>Carollia perspicillata</i>	0,04	0,22	0,20	7,86	0,04	304,00	0,89	0,08	15,80
8026132	<i>Artibeus lituratus</i>	0,03	0,14	0,19	6,03	0,05	285,00	1,55	0,03	21,60
8026134	<i>Carollia perspicillata</i>	0,04	0,19	0,40	7,67	0,07	206,00	1,23	0,04	13,60
8026135	<i>Carollia perspicillata</i>	0,06	0,07	0,64	15,20	0,10	802,00	26,20	0,06	50,60
8026144	<i>Carollia perspicillata</i>	0,05	0,40	0,33	12,80	0,05	334,00	1,49	0,08	29,50
8026149	<i>Myotis nigricans</i>	0,11	0,11	0,78	22,80	0,11	342,00	1,92	0,11	33,70
8026151	<i>Carollia perspicillata</i>	0,04	0,09	0,37	8,90	0,04	236,00	4,96	0,04	24,20
8026152	<i>Carollia perspicillata</i>	0,11	0,04	0,46	8,62	0,06	200,00	0,67	0,04	22,20
8026170	<i>Carollia perspicillata</i>	0,05	0,05	0,30	8,93	0,08	310,00	9,38	0,05	25,80
8026370	<i>Carollia perspicillata</i>	0,05	0,23	0,39	11,90	0,08	332,00	1,90	0,05	24,60

1.2.2.4.5. Táxons de interesse para a conservação

Apenas uma espécie registrada é classificada como ameaçada no Espírito Santo, *Carollia brevicauda*, considerada vulnerável (VU; PASSAMANI; MENDES, 2007) e capturada no BA1a e BA1b. Apenas *Platyrrhinus recifinus* (frugívoro), registrado no BA1a, BA1b e BA3, é considerada endêmica do Brasil (PAGLIA et al., 2012); habita regiões de Mata Atlântica, Cerrado e Caatinga. Já foi registrada em áreas alteradas, e é observada com frequência em ambientes de brejos de altitude; forma pequenas colônias, de três a 10 indivíduos principalmente nos ocos de árvore (REIS et al., 2013).

Desmodus rotundus (**Foto 6**) é a única espécie registrada de valor econômico e sanitário. Foi registrada no BA1b, BA2 e BA4, possui hábito hematófago e é altamente adaptada a modificações antrópicas, tendo o gado bovino como sua principal fonte alimentar. É vetor potencial do vírus da raiva (REIS et al., 2007) e, portanto, desequilíbrios ambientais podem alterar a dinâmica dessas populações levantando questões de saúde pública.



Foto 6. Indivíduo de *Desmodus rotundus* capturado na estação seca, de julho a outubro de 2018, durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.2.5. Conclusões e recomendações

A **Área de Estudo** da Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES está alterada e fragmentada, resultado de processos históricos locais e regionais. No cenário atual de fragmentação os remanescentes são essenciais para a manutenção das espécies de morcegos.

Registramos 84 espécies de quirópteros para a **BHrD**, destas, 32 espécies foram registradas através de dados primários, 38% das espécies esperadas para a **Área de Estudo**. Todas as espécies registradas são de ampla distribuição geográfica, sendo registradas em mais de um bioma e até em áreas urbanas (REIS et al., 2007, 2013). A família Phyllostomidae foi registrada nos quatro BA, enquanto que a família Emballonuridae foi registrada apenas no BA1a, a família Vespertilionidae foi registrada nos BA2 e BA3, e a Molossidae exclusivamente no BA4. A predominância da família Phyllostomidae é esperada devido à sua representatividade nas Américas (DIAS; ESBÉRARD; MORATELLI, 2013; NOGUEIRA et al., 2012; REIS et al., 2011) e à seletividade do método usado. Phyllostomidae tende a dominar as comunidades de morcegos neotropicais pela riqueza de espécies e representam geralmente 90% das capturas com *redes-neblina* (BERNARD; ALBERNAZ; MAGNUSSON, 2001; BERNARD; FENTON, 2007; KALKO; HANDLEY, 2001; KLINGBEIL; WILLIG, 2009; SAMPAIO, 2001). O uso de redes privilegia a captura de espécies com voo em baixas alturas e menor capacidade de detecção das mesmas, como é o caso dos filostomídeos frugívoros (REIS et al., 2007). Apenas 11 (1,3%) capturas não foram de filostomídeos. Portanto, além de serem os mais abundantes para os métodos empregados e por serem mais sensíveis às alterações do ambiente, o grupo de morcegos mais apropriado para ser usado como indicador são os representantes da subfamília Phyllostominae (exceto o gênero *Phyllostomus*).

Os morcegos frugívoros foram os mais representativos em riqueza de espécies e abundância. Alterações na estrutura da vegetação aumentam a frequência de bordas e clareiras, facilitando a entrada de espécies pioneiras e aumentando a produção de frutos (CLARKE; ROSTANT; RACEY, 2005). Espécies como *Artibeus lituratus* e *Carollia perspicillata* são frequentemente capturadas em ambientes alterados (REIS et al., 2007, 2013) e seriam favorecidas nessas situações. As duas espécies possuíram mais de 60% das capturas em todo o estudo, com exceção apenas do BA4. O BA3 apresentou proporção alta de *Carollia perspicillata* (64%) e baixa de *Artibeus lituratus* (6%), se comparado aos outros BA. Além disso, foi o BA com menor equitabilidade (0,26). Áreas

impactadas em geral são dominadas por espécies generalistas, em contra partida esse foi o único BA que não registrou a ocorrência de espécie hematófaga.

Apenas duas espécies nectarívoras foram capturadas, sendo que *Anoura caudifer* apresentou apenas um registro (0,1% das capturas). Todos os outros foram registros de *Glossophaga soricina* (N = 37; 4,3%). Sua plasticidade de dieta é, sem dúvida, um dos motivos de seu sucesso em áreas preservadas e alteradas, incluindo áreas urbanas (BRUNO, 2014; BRUNO et al., 2011). Vale ressaltar que duas (*Lonchophylla bokermanni* e *Choeroniscus minor*) das oito espécies ameaçadas de extinção, com ocorrência possível para a região, são nectarívoras e ainda não foram registradas no presente estudo.

As espécies insetívoros, como os das outras três famílias registradas, são capturados em menor riqueza e abundância (SEKIAMA et al., 2001), pois normalmente forrageiam acima do limite das redes (GONÇALVES; GREGORIN, 2004) e/ou usam sua acuidade sonar bem desenvolvida para desviar das mesmas (REIS et al., 2007, 2013). Sugerimos a adição do método de inventário por bioacústica para complementar os dados provenientes de *redes-neblina*. Os avanços tecnológicos recentes dos gravadores de ultrassom, programas de análises acústicas, e a disponibilidade de novas bibliotecas de ultrassom têm permitido a amostragem e identificação de morcegos insetívoros aéreos neotropicais, por exemplo das famílias Emballonuridae Vespertilionidae e Molossidae (APPEL et al., 2016). Além de aumentar o esforço amostral e com isso o número de registros, necessários às análises, diversas espécies, primordialmente capturadas com esse método, se abrigam em pedras em borda de rios e podem ter sido afetadas diretamente com o rompimento da barragem.

Registramos algumas espécies consideradas bioindicadoras de qualidade ambiental: *Chrotopterus auritus*, *Lophostoma brasiliense*, *Mimon bennettii* e *Trachops cirrhosus*. Essas espécies são consideradas bioindicadoras devido à sua especificidade alimentar, comportamental e de escolha de abrigo (FENTON et al., 1992; FLEMING; HOOPER; WILSON, 1972; KALKO, 1998). No entanto, ao todo, foram capturados apenas nove indivíduos dessas espécies o que impossibilita generalizações.

O índice de Shannon esperado para comunidades de morcegos tropicais é de cerca de 2,0 (PEDRO; TADDEI, 1997) no entanto nenhum BA atingiu esse valor. A diversidade não foi alta na **Área de Estudo**, porém as curvas do coletor e de rarefação do BA1a, BA3 e BA4 não estabilizaram, indicando que haverá registro de novas espécies com o

aumento do esforço. Curvas ascendentes são esperadas para esforços iniciais em as regiões neotropicais devido a elevada biodiversidade (SANTOS, 2003). É, portanto, provável que a região abrigue uma diversidade maior do que a registrada até o momento. Enquanto os BAs não estiverem suficiente amostrados, conclusões a respeito de possíveis impactos sobre a comunidade de morcegos serão especulativas.

A distância do rio Doce não foi fator determinante para a quiropteroфаuna na maior parte da **Área Afetada** pelo rompimento da barragem de Fundão no primeiro ano de estudo. No entanto, no BA3 a riqueza de espécie foi influenciada negativamente pela distância do rio. Diversas espécies de morcegos utilizam corpos d'água para beber água e/ou como sítios de forrageio e é, portanto, esperada uma maior riqueza e taxa de captura próximo a esses ambientes (VOIGT; KINGSTON, 2016).

Outros fatores influenciaram a riqueza de espécies e a estruturação da comunidade de morcegos, no entanto, devido ao baixo número de amostras ainda não podemos afirmar se essas relações realmente ocorrem ou se são espúrias. Segundo BERGALLO et al. (2003), são necessários no mínimo 1.000 capturas, com redes de neblina, para amostrar a maioria das espécies de filostomídeos de uma dada área na Mata Atlântica. A falta de dados pretéritos ao impacto dificulta a análise dos efeitos, incluindo sua magnitude e direção, no entanto o monitoramento de médio-longo prazo pode fornecer informações que ajudem a elucidar a questão.

Em relação à análise de metais pesados, foram detectados concentrações acima dos valores de referência para ferro (Fe) e cobre (Cu), sendo o primeiro mais frequente entre os animais analisados. Conforme explicado anteriormente, é possível que esse resultado seja um reflexo das altas concentrações desse metal na Área de Estudo, fato que ficou evidenciado nas análises de solo da **BHrD**. Outros estudos já relataram valores altos de ferro em espécies de morcegos. Por exemplo, em Santa Catarina, em um estudo comparando a concentração de metais em áreas sobre influência de uma mina de carvão, (JOSÉ ZOCHE et al., 2010) encontraram valores de ferro acima de $1600 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ em *Molossus molossus* e acima de $900 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ para *Tadarida brasiliensis* na área Controle, livre de qualquer influência da mina. Vale ressaltar o registro de *Lophostoma brasiliense* com $2570 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de ferro, valor considerado alto e que merece atenção. Por se tratar de uma espécie insetívora e, assim, nível trófico elevado, *L. brasiliense* pode estar mais sujeita a ingestão de contaminantes, tendo em vista o grande número de insetos que ingerem por noite (ZUKAL; PIKULA; BANDOUCHOVA, 2015), No entanto, levando-se em consideração que se trata do único indivíduo

analisado dessa espécie, são importantes novas amostras para aumentar a capacidade de generalização deste resultado.

A análise da paisagem revelou que a **Área de Estudo** vem sofrendo há décadas com o desmatamento, o que afeta diretamente elementos importantes para os morcegos. Corredores ecológicos, matas ciliares e outras estruturas da paisagem são utilizados pelos quirópteros durante o voo e fornecem conexões vitais entre os abrigos e áreas de forrageio (MICKLEBURGH; HUTSON; RACEY, 2002). As alterações nessas formações na **BHRD** datam de anos anteriores ao desastre de Mariana, impossibilitando fazer qualquer associação entre essas alterações da paisagem e o rompimento da barragem.

Um aumento no número de capturas/registros de morcegos, seja através do aumento no esforço com redes de neblina ou de monitoramento bioacústico, é fundamental para responder as principais perguntas propostas, especialmente no BA4. Até o momento não é possível definir se houve impactos do rompimento da barragem Fundão sobre a quiropterofauna. O monitoramento deve, portanto, ser continuado e as análises futuras baseadas na composição da comunidade (abundância relativa das espécies, especialmente das guildas mais sensíveis) para avaliar os possíveis impactos sofridos pela quiropterofauna na Área de Estudo.

1.2.2.5.1. Perguntas a serem respondidas pelo monitoramento

No Parecer Técnico nº 01/2017, os órgãos ambientais levantaram oito perguntas principais que são o foco do presente estudo. Após o primeiro ano de avaliação ecológica rápida de Chiroptera ao longo do rio Doce e seus tributários, foi possível avaliar se tais questões são factíveis de serem respondidas ou não. Abaixo estão as questões com seus respectivos comentários.

1) Qual o impacto do evento sobre as espécies da fauna terrestre e aquática?

A ausência de estudos de comunidades de morcegos na calha principal do rio Doce desenvolvidos em momento anterior ao rompimento da barragem, faz com que a resposta a essa pergunta seja dificilmente alcançada.

2) Houve acumulação de metais nas diferentes espécies e no solo?

Mesmo amostrando oito espécies, conseguimos amostras em número satisfatório para apenas uma espécie, que mostrou elevadas concentrações de ferro e cobre em seus tecidos em todos os BA analisados. Em relação ao ferro o mesmo ocorreu para as outras

7 espécies analisadas. No entanto, não é conhecido o efeito desse metal sobre esses mamíferos de forma crônica como se apresenta na região rica em ferro e explorada há séculos por seu conteúdo mineral no solo da região. É algo esperado que tanto solo quanto biota estejam sujeitos e possuam altas concentrações desse metal em seus organismos, a despeito da forma dos íons disponíveis e do metabolismo desses organismos.

3) Até qual distância do rio Doce a acumulação de metais foi observada?

Não temos amostras de morcegos suficientes para responder esta questão.

4) Como os metais pesados estão circulando nas cadeias?

Não é possível responder a essa pergunta, pois não há metodologia específica no presente estudo que permita tal avaliação.

5) Como as taxas de ocupação das diferentes espécies são afetadas pelas distâncias de rios, bordas, estradas e ferrovias, e aspectos físicos e químicos?

Não temos amostras de morcegos suficientes para responder esta questão.

6) Áreas protegidas por Unidades de Conservação (UC) e aquelas fora de UC são semelhantes em termos de estruturas de comunidades ou são complementares?

De modo geral são complementares, algo já esperado. No entanto, não temos um delineamento amostral dedicado a responder esta questão, que também não é relevante para entender os impactos sofridos pela biota terrestre após o rompimento da barragem de Fundão.

7) Como se dará a recolonização das áreas que foram restauradas?

Nenhuma parcela amostrada se encontra em áreas restauradas, por isso, não existe a possibilidade de responder essa pergunta.

8) É possível detectar mudanças na composição de espécies de fauna terrestre afetadas pelo desastre?

A ausência de estudos de comunidades de morcegos na calha principal do rio Doce desenvolvidos em momento anterior ao rompimento da barragem, faz com que a resposta a essa pergunta seja dificilmente alcançada, mesmo com a continuidade do monitoramento pelos 10 anos planejados. Além disso, até o momento, não temos áreas diretamente afetadas dentro das áreas de amostragem do estudo.

1.2.3. Mamíferos de médio e grande porte

1.2.3.1. Introdução

No Brasil possui a maior diversidade de espécies de mamíferos, com 701 espécies (COSTA et al., 2005; PAGLIA et al., 2012). Destas, ca. 30% são endêmicas da Mata Atlântica (PAGLIA et al., 2012). Apesar de os mamíferos serem um dos grupos taxonômicos mais conhecidos, há consideráveis lacunas no conhecimento taxonômico e biogeográfico (MMA, 2002).

As espécies de médio e grande porte são importantes para a manutenção dos sistemas biológicos que vivem por atuarem como dispersores de sementes, facilitando a recuperação de áreas degradadas (WUNDERLE, 1997), como predadores, regulando as populações de outras espécies (TERBORGH, 2013); e por ajudarem na manutenção dos serviços ecossistêmicos (CEBALLOS; EHRLICH, 2009). Por exemplo, já foi observado que a complexidade de comunidades é maior onde os felinos são mais abundantes (BOGONI et al., 2016). Contudo, as espécies de médio e grande porte são vulneráveis às suas próprias estratégias de vida, pois a escolha evolutiva por um maior tamanho de corpo leva, em geral, a maior tempo de gestação, aumento das áreas de vida e baixas taxas de crescimento populacional, o que os deixa mais sensíveis à fragmentação, perturbações antropogênicas e caça (CARDILLO et al., 2005; DIRZO; MENDOZA; ORTÍZ, 2007; WOODROFFE; GINSBERG, 1998).

Há espécies que se beneficiam das alterações causadas pelas atividades antrópicas, enquanto outras podem ter sua população reduzida ou mesmo extinta localmente (FERRARI et al., 2003; LOPES; FERRARI, 2000; MICHALSKI; PERES, 2007; SAMPAIO et al., 2010). Contudo, em geral, a fragmentação de habitats florestais leva à redução da riqueza de espécies, redução na diversidade funcional e uma maior dominância de espécies quando comparadas a florestas contínuas (AHUMADA et al., 2011).

Como consequência do histórico de devastação que a região sofreu no processo de colonização do Brasil (DEAN, 1996) e de brechas na legislação ambiental atual (AB'SABER, 2010; GALETTI et al., 2010), a vegetação original foi reduzida (REZENDE et al., 2018), e a fauna se encontra concentrada e isolada nas poucas áreas conservadas, sem que se realizem estudos de suporte e manejo (OLIVEIRA et al., 2002). O rompimento da barragem de Fundão intensificou os danos provocados por séculos de degradação e destruiu os habitats ripários e aquáticos, ao menos próximo à barragem, no Bloco Amostral 4.

Em 2016, usando dados secundários, a empresa **Golder Associates Brasil Consultoria e Projetos Ltda.** identificou ameaças à biodiversidade terrestre após o rompimento da barragem de Fundão (GOLDER ASSOCIATES, 2016): a) perda de habitats resultante da erosão e deposição de rejeitos; b) mudança na condição do ecossistema em função destas perdas; c) alterações na conectividade resultantes da perda de ecossistemas ou alterações na condição dos ecossistemas; d) mortalidade causada pela inundação; e) mortalidade em função da deposição de rejeitos; f) mortalidade ou morbidade por metais e outros químicos liberados no ambiente; g) sobrevivência ou sucesso reprodutivo reduzidos devido a alterações nas cadeias alimentares a partir dos ambientes aquáticos; i) redução na eficiência de forrageamento em função de alterações na qualidade da água (e.g., aporte de sedimentos).

Obviamente, essas ameaças afetam os grupos da fauna de diferentes maneiras, especialmente devido à ordem de grandeza (e.g., área de vida e deslocamento), como a amplitude de tamanhos de corpo entre grupos, de invertebrados a grandes mamíferos. Os mamíferos são também vulneráveis à alteração e fragmentação de habitats, podendo ter suas áreas de deslocamento limitadas, sofrer mudanças comportamentais (TROMBULAK; FRISSELL, 2000) e redução de recursos básicos e essenciais à sua sobrevivência (LAURANCE et al., 1997; RYLANDS; KEUROGHLIAN, 1988). A mortalidade de indivíduos, associada aos efeitos de fragmentação e diminuição de conectividade, promovem a redução e o isolamento de populações animais, com consequente risco de extinção local de espécies (FORMAN et al., 2003; LAURANCE et al., 1997; MADER, 1984; MCGREGOR; BENDER; FAHRIG, 2008).

Os mamíferos desempenham importante papel ecológico (EISENBERG; REDFORD, 1999; EMMONS; FEER, 1997; MACHADO; DRUMMOND; PAGLIA, 2008a; PARDINI et al., 2005), influenciando a regeneração florestal em fragmentos da Mata Atlântica (PARDINI et al., 2005). A presença de espécies carnívoras e herbívoras, por exemplo, confere aos mamíferos de médio e grande porte um papel regulador na estrutura das comunidades biológicas dentro de um ecossistema. A participação em diferentes níveis tróficos dentro da cadeia e os diferentes níveis de plasticidade ecológica, incluindo desde animais extremamente sensíveis a degradação de ambientes, até animais generalistas, torna os mamíferos um grupo alvo no estudo de impactos ambientais.

Portanto, o estudo de inventário e avaliação ecológica rápida, para posterior monitoramento da mastofauna, se destina a recolher informações periódicas e sistematizadas sobre as populações de mamíferos de médio e grande porte nas áreas

delimitadas de acordo com o impacto sofrido pelo rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais (GOLDER ASSOCIATES, 2016).

1.2.3.2. Objetivos específicos

- Avaliar e descrever os impactos do rompimento sobre a mastofauna de médio e grande porte;
- Realizar avaliação ecológica rápida para avaliar a composição de espécies da mastofauna terrestre de médio e grande porte;
- Definir espécies indicadoras da mastofauna, áreas prioritárias e processos ecológicos que serão objeto de monitoramento de longo prazo em programas específicos;
- Avaliar a variação da riqueza de espécies de mamíferos de médio e grande porte em função da distância do rio Doce;
- Definir quais e como os impactos afetam os táxons monitorados.

1.2.3.3. Material e métodos

1.2.3.3.1. Período de estudo

Realizamos duas campanhas, uma na estação seca e outra na estação chuvosa. A primeira foi realizada entre os dias 30 de julho e 11 de outubro (**Quadro 36**) e as atividades aconteceram conforme condições expressas na autorização para manejo de fauna silvestre nº 06/2018-CGBIO/DBFLO. A campanha da estação chuvosa foi realizada entre os dias 8 e 26 de janeiro de 2019, 1 e 6 de março de 2019, e 26 e 31 de março de 2019. Algumas áreas não foram amostradas, por mudanças nas condições de acesso: 3p22T, 2p23T, 3p23T, 5p23T e 5T3p.

O arranjo taxonômico e o endemismo seguiram PAGLIA *et al.* (2012). O *status* de conservação seguirá a classificação das listas de espécies ameaçadas estaduais, nacional e mundial (**Volume I, Item 5.7**).

Quadro 36. Períodos de campo para o estudo de mamíferos de médio e grande porte durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Equipes	Biólogos	Período	Dias amostrados
1	Anderson Durão / Gislene Rocha	30 de julho a 02 de setembro de 2018	34
1	Anderson Durão / Gislene Rocha	20 de setembro a 11 de outubro de 2018	21
1	Gislene Rocha / Márcio Sales	08 de janeiro de 2019 a 26 de janeiro de 2019	18
1	Gislene Rocha / Márcio Sales	01 de março de 2019 a 6 de março de 2019	5
1	Gislene Rocha / Márcio Sales	21 de março de 2019 a 31 de março de 2019	10

1.2.3.3.2. Procedimentos metodológicos

1.2.3.3.2.1. Coleta de dados

Para o inventário das espécies de mamíferos de médio e grande porte, foram utilizadas as metodologias: censo por *busca ativa* em *transecção linear* e *armadilhas fotográficas*.

1.2.3.3.2.1.1. Transecção linear – *Distance Sampling*

O método de *transecção linear*, seguindo a técnica de amostragem de distâncias (*Distance Sampling*; BUCKLAND et al., 1993), consiste em percorrer as trilhas a uma velocidade constante de ca. 1 km/h, com paradas breves a cada 50 m, para observação e audição de espécies no percurso (PERES; CUNHA, 2011). Para todo animal avistado foram anotados a data, a parcela ou módulo (unidade amostral; UA), o ponto na trilha (piquete), a espécie e a distância perpendicular (P), com auxílio de uma trena de 50 m, para as espécies terrestres. Para as arborícolas foi medido o ângulo de avistamento ($f\angle$) com um clinômetro, a distância do avistamento e a altura da árvore, permitindo cálculo da distância perpendicular (P) do animal arborícola até o transecto (BUCKLAND et al., 2001). No caso de espécies sociais, foi anotado o número de indivíduos no bando.

O caminhamento nas parcelas de amostragem (*Distance Sampling*) foi realizado duas vezes por dia, sendo uma no início da manhã e outra no início da noite, priorizando os horários de maior atividade dos animais, entre 06:00h e 10:00h e entre 17:00h e 23:00h (**Figura 18**). Noventa e uma parcelas, *Terrestres* e *Ripárias*, além das trilhas principais dos módulos RAPELD, foram amostradas por *busca ativa*.



Figura 18. *Transecto diurno (A) e noturno (B) realizados para o registro da mastofauna de médio e grande porte durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.*

1.2.3.3.2.1.2. Busca ativa

A busca por evidências diretas e indiretas é um método não invasivo e capaz de fornecer dados confiáveis sobre composição da mastofauna local (CHEIDA; RODRIGUES, 2010). Consiste em percorrer áreas possivelmente utilizadas pelos animais, priorizando trilhas, clareiras, margens de rios e lagoas e estradas com barro ou areia, em busca de evidências diretas (visualização, vocalização) e indiretas (ossadas, pegadas, pelos arranhões em árvore, tocas, ninhos, trilhas, restos alimentares e fezes). O esforço de campo foi realizado nas diferentes formações vegetais, priorizando os horários de maior atividade dos animais, entre 06:00h e 10:00h da manhã e à noite, entre 19:00h e 01:00h.

Para todo registro detectado (direto e indireto), foram anotados a data, horário, módulo, trilha, posição na trilha, tipo de registro (*e.g.*, pegada ou visualização), espécie, coordenadas e, sempre que possível, foi feito o registro fotográfico (**Foto 7**). As fotografias dos registros indiretos foram realizadas com escala, para identificação. Vestígios como rastros, tocas, fezes, pegadas e carcaças foram identificadas com o auxílio de guias de campo (BECKER; DALPONTE, 2013; BORGES; TOMÁS, 2008; OLIVEIRA; CASSARO, 2006). Após o registro de cada pegada, esta era apagada para não ser contabilizada novamente. O esforço amostral para esta metodologia foi de ca. 45h e 45 minutos.



Foto 7. busca ativa por vestígios da mastofauna de médio e grande porte, durante a primeira campanha do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.3.2.1.3. Armadilhas fotográficas

As *armadilhas fotográficas* são acionadas automaticamente por calor e movimento (O'CONNELL; NICHOLS; KARANTH, 2011). Uma *armadilha fotográfica* foi instalada por parcela, com a distância de 1 km entre elas; o número de armadilhas por módulo variou com seu tamanho. No total foram utilizadas 62 *armadilhas fotográficas* na campanha da estação chuvosa e 66 na campanha de seca, da marca *Bushnell*, modelo *Trophycam* XLT, em rodízio nas 91 parcelas (**APÊNDICE 36**).

As câmeras permaneceram ativas nas diferentes por no mínimo 30 dias consecutivos, em cada unidade amostral. As armadilhas foram instaladas a ca. 30 cm do solo, fixadas a árvores ou troncos, próximo a cursos d'água, para o registro do maior número de espécies (**Foto 8**). Cada armadilha foi programada para funcionamento contínuo (24 h), intervalos de trava de 5 min, e vídeos de 15 seg. Os eventuais registros ocorridos após 30 dias de amostragem foram considerados na riqueza total de espécies como registros ocasionais. No local de instalação de cada armadilha, foram anotados a data de instalação, o sítio, o módulo, a trilha, a parcela e características do ambiente. Armadilhas que foram eventualmente roubadas foram substituídas imediatamente, e tiveram seu local de instalação alterado.

1.2.3.3.2.1.1. Registros através de encontros ocasionais

Todos os registros obtidos fora dos métodos sistemáticos de coleta de dados foram considerados “*Registros Ocasionais*” (RO). Observação de animais ou seus vestígios (rastros, pelos, carcaças, arranhões em árvores e fezes), realizadas fora das estações de amostragem ou aquém das metodologias propostas. Os mesmos foram georreferenciados e, quando possível, fotografados com escala.

1.2.3.3.3. Análise de dados

1.2.3.3.3.1. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce

Foram levantadas referências bibliográficas de estudos de mamíferos de médio e grande porte realizados na **BHRD**. Concomitantemente, o banco de dados de distribuição geográfica de mamíferos da IUCN foi empregado para selecionar espécies em que a distribuição de mamíferos coincide com o rio Doce (CHIARELLO, 1995, 1999, 2003; CORRÊA; COUTINHO; FERRARI, 2000; EISENBERG; REDFORD, 1999; FIGUEIREDO; GRELLE, 2009; GARLA; SETZ; GOBBI, 2001; HILÁRIO; ESCARLATE-TAVARES, 2016; HIRSCH; CHIARELLO, 2012; ICMBIO, 2013; INSTITUTO ESTADUAL DE FLORETAS, 2011; KEESEN; NUNES; SCOSS, 2016; LESSA et al., 2008; MARTINS, 2010; MASSARA et al., 2015; MEDICI; PAULA; MORATO, 2008; MELO, 2016; MELO et al., 2009; MENDES, 1989; MENDES; BRANDÃO; IGAYARA, 2016; MOREIRA; COUTINHO; MENDES, 2008; NASCIMENTO; CAMPOS, 2011; ORRELL, 2016; PAGLIA et al., 2012; RUEDAS et al., 2017; SANTOS et al., 2014; SRBEK-ARAÚJO et al., 2009; STALLINGS et al., 1991; VEADO, 2002).



Foto 8. Modelo de *armadilha fotográfica* utilizada para o registro da mastofauna de médio e grande porte (esquerda), e exemplo de posicionamento (direita) de na **Área de Estudo**, durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.3.2. Status de conservação

Foram utilizadas as listas nacionais e estaduais de Minas Gerais e Espírito Santo para determinação do *status* de conservação das espécies de mamíferos de médio e grande porte (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018; COPAM, 2010; PASSAMANI; MENDES, 2007).

1.2.3.3.3. Sucesso amostral

Cada comunidade de mamíferos amostrada foi representada por sua composição de espécies associada às parcelas e/ou módulos, tipo de registro, método de amostragem, *status* de conservação, endemismo e raridade, de valor científico e cinegéticas.

A riqueza de espécies foi representada pelo somatório de espécies registradas por todos os métodos, incluindo *Registros Ocasionais*. Como os mamíferos de médio e grande porte não são capturados e/ou marcados e a maioria dos registros é feita por evidências indiretas, não foi possível calcular a abundância relativa. Calculamos o número de registros por área ou tratamento, como informação qualitativa que permite comparar o número de registros entre as áreas de amostragem durante o monitoramento.

As curvas de rarefação de espécies (curvas do coletor) foram confeccionadas por método de amostragem (*armadilha fotográfica*, *Distance Sampling* e *busca ativa*), apresentando a riqueza de espécies observada e a riqueza estimada pelo estimador *Jackknife 1*. Estes procedimentos foram realizados através dos programas EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2016) e Microsoft Excel 2016. O cálculo de densidade de espécies não foi realizado, pois o número de avistamentos não foi suficiente para a realização de estimativas estatisticamente robustas com o programa *DISTANCE*, que é de pelo menos 60 avistamentos (BUCKLAND et al., 1993).

O sucesso de captura foi calculado apenas para as *armadilhas fotográficas*. Uma das premissas para este cálculo é que o número de registros seja menor que o esforço amostral (KARANTH; NICHOLS; CULLEN JR., 2009). Cada fotografia de mamífero silvestre foi considerada como um registro, e o sucesso calculado pela razão entre o número de registros e o esforço amostral. O sucesso de captura foi de 20,69%.

1.2.3.4. Distribuição geográfica

Os táxons registrados foram validados quanto a distribuição geográfica seguindo o endemismo levantado por PAGLIA et al. (2012) e utilizando a distribuição geográfica de espécies da IUCN (IUCN, 2019a). Os registros das *armadilhas fotográficas* foram identificados por Karla Patrícia Leal e Diogo Loretto.

1.2.3.5. Resultados

1.2.3.5.1. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce

Levantamos a ocorrência de 50 espécies de mamíferos terrestres de médio e grande porte, 28 delas com algum grau de ameaça de extinção (MG, ES e Nacional), com ocorrência esperada para as áreas de estudo (**APÊNDICE 37**).

Destacamos as espécies *Alouatta guariba guariba* (Bugio-marrom) e *Brachyteles hypoxanthus* (Muriqui-do-norte) consideradas criticamente ameaçadas (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018a). Além disso, *Alouatta guariba guariba* (Bugio-marrom), *Speothos venaticus* (Cachorro-vinagre), *Panthera onca* (Onça-pintada), *Tayassu pecari* (Queixada), são considerados criticamente ameaçados em MG (COPAM, 2010). No ES, *Panthera onca* (Onça-pintada), *Priodontes maximus* (Tatu-canastra) e *Brachyteles hypoxanthus* (Muriqui-do-Norte) são considerados criticamente ameaçados (PASSAMANI; MENDES, 2007).

1.2.3.5.2. Diagnóstico Área de Estudo

Foram registradas 44 espécies de mamíferos de médio e grande porte excluindo registros ocasionais de *Guerlinguetus ingrami* (Caxinguelê) e *Didelphis aurita* (Gambá; **Quadro 37**; **APÊNDICE 38**). Também foram registradas ocasionalmente espécies de animais domésticos, *Bos taurus*, *Canis familiaris*, *Felis catus*, *Equus caballus* e *Equus asinus* (**APÊNDICE 39**). As ordens de mamíferos de médio e grande porte mais representativa em número de espécies foi a ordem Carnivora (33%), seguida por primatas (17%) e Cingulata (13%; **Gráfico 65**).

Quadro 37. Espécies da mastofauna de médio e grande porte registradas por *busca ativa*, *Distance Sampling* e *armadilhas fotográficas* nas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Busca ativa e Distance Sampling (N = 38)	Armadilhas fotográficas e registros ocasionais (N = 33)
<i>Alouatta guariba clamitans</i>	<i>Alouatta guariba clamitans</i>
<i>Bos taurus</i>	<i>Bos taurus</i>
<i>Brachyteles hypoxanthus</i>	<i>Cabassous unicinctus</i>
<i>Bradypus torquatus</i>	<i>Callithrix geoffroyi</i>
<i>Bradypus variegatus</i>	<i>Canis familiaris</i>
<i>Callicebus personatus</i>	<i>Cerdocyon thous</i>
<i>Callithrix geoffroyi</i>	<i>Chaetomys subspinosus</i>
<i>Callithrix penicillata</i>	<i>Chrysocyon brachyurus</i>
<i>Callithrix sp.</i>	<i>Cuniculus paca</i>
<i>Canis familiaris</i>	<i>Dasyprocta leporina</i>
<i>Cerdocyon thous</i>	<i>Dasyprocta novemcinctus</i>
<i>Chaetomys subspinosus</i>	<i>Eira barbara</i>
<i>Chrysocyon brachyurus</i>	<i>Equus asinus</i>
<i>Conepatus semistriatus</i>	<i>Equus caballus</i>
<i>Cuniculus paca</i>	<i>Euphractus sexcinctus</i>
<i>Dasyprocta leporina</i>	<i>Felis catus</i>
<i>Dasyprocta novemcinctus</i>	<i>Guerlinguetus ingrami</i>
<i>Dasyprocta septemcinctus</i>	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>
<i>Dasyprocta sp.</i>	<i>Leopardus guttulus</i>
<i>Didelphis aurita</i>	<i>Leopardus pardalis</i>
<i>Eira barbara</i>	<i>Mazama americana</i>
<i>Euphractus sexcinctus</i>	<i>Mazama gouazoubira</i>
<i>Felis catus</i>	<i>Nasua nasua</i>
<i>Guerlinguetus ingrami</i>	<i>Panthera onca</i>
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	<i>Pecari tajacu</i>
<i>Lontra longicaudis</i>	<i>Priodontes maximus</i>
<i>Marmosa paraguayana</i>	<i>Procyon cancrivorus</i>
<i>Mazama americana</i>	<i>Puma concolor</i>
<i>Nasua nasua</i>	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>
<i>Pecari tajacu</i>	<i>Sapajus nigritus</i>
<i>Potus flavus</i>	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>
<i>Procyon cancrivorus</i>	<i>Tamandua tetradactyla</i>
<i>Puma concolor</i>	<i>Tapirus terrestris</i>
<i>Sapajus nigritus</i>	
<i>Sapajus robustus</i>	
<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	
<i>Tamandua tetradactyla</i>	
<i>Tapirus terrestris</i>	

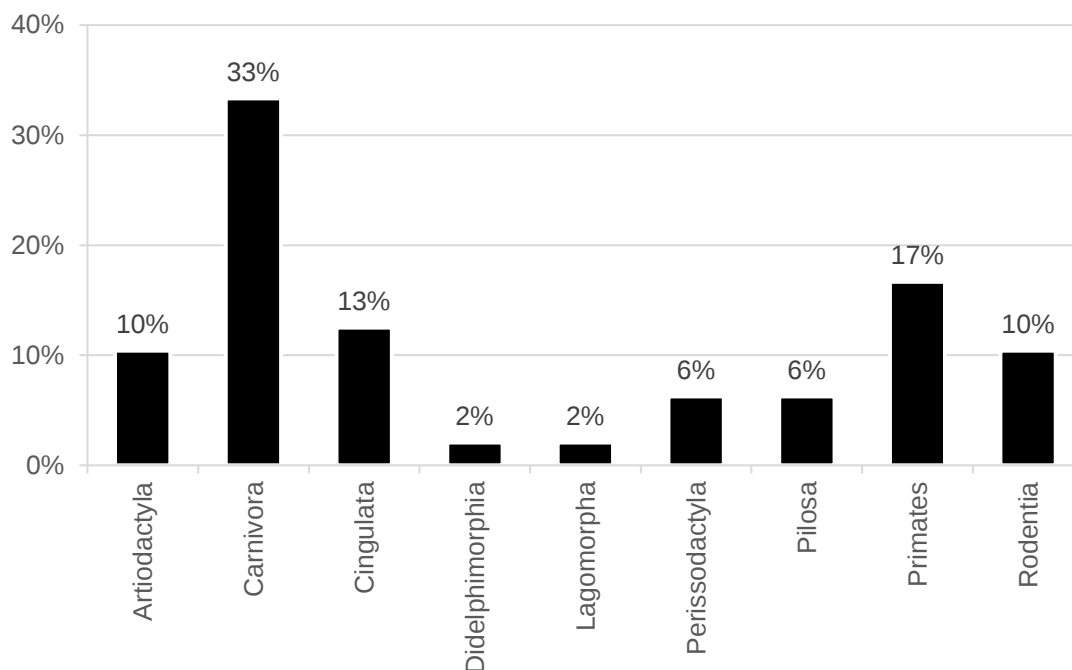


Gráfico 65. Ordens de mamíferos de médio e grande porte registradas durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

As espécies mais abundantes em número de registros para métodos de *busca ativa* e *Distance Sampling* foram *Callithrix geoffroyi* (N = 116) e *Sapajus nigritus* (N = 54; **Gráfico 66**) e para *armadilhas fotográficas*, *Dasyprocta leporina* (N = 233) e *Nasua nasua* (N = 121; **Gráfico 67**). A frequência e diferença nas espécies detectadas por *armadilhas fotográficas* e *busca ativa* estão de acordo com a performance dos métodos de amostragem devido ao comportamento da espécie, por exemplo espécies parcialmente arbóreas ou exclusivamente terrestres (TOBLER et al., 2008). Portanto, os métodos de *busca ativa* e *armadilhas fotográficas* atuaram de forma complementar no inventário de espécies (**APÊNDICE 39**).

As maiores riquezas de espécies foram encontradas nos Blocos Amostrais 1 e 3, com predomínio durante a estação seca, enquanto que o predomínio de maior abundância de registros ocorreu na estação de chuvas (**Quadro 38**).

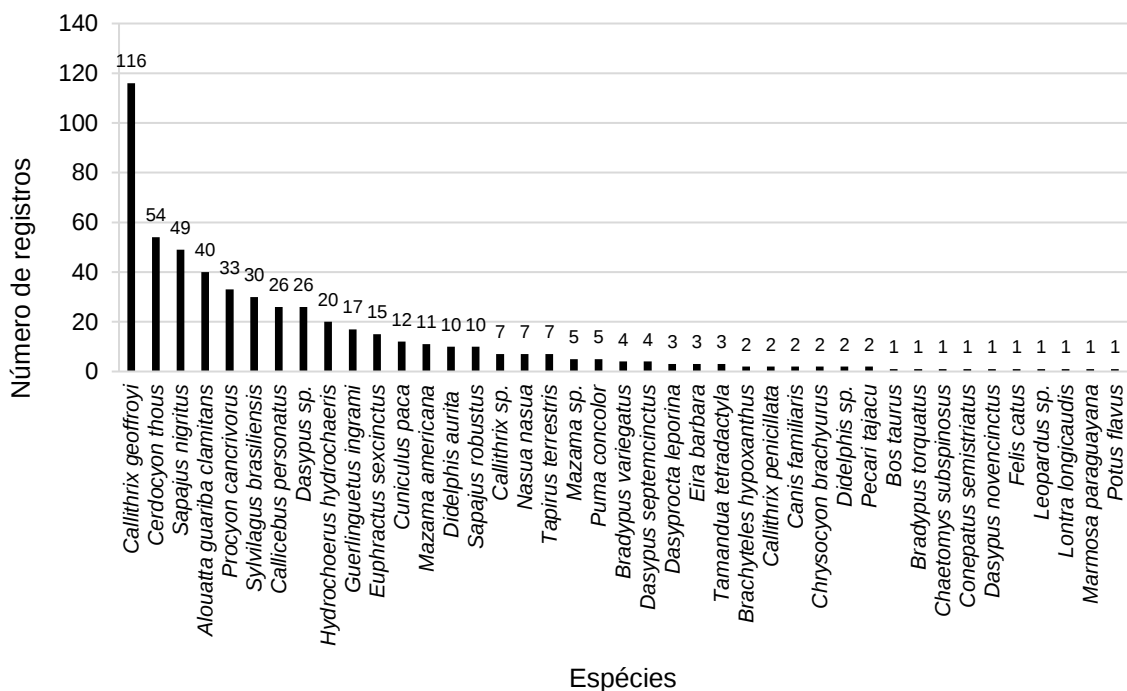


Gráfico 66. Registros da mastofauna de médio e grande porte obtidos por *busca ativa* e *Distance Sampling* nas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES

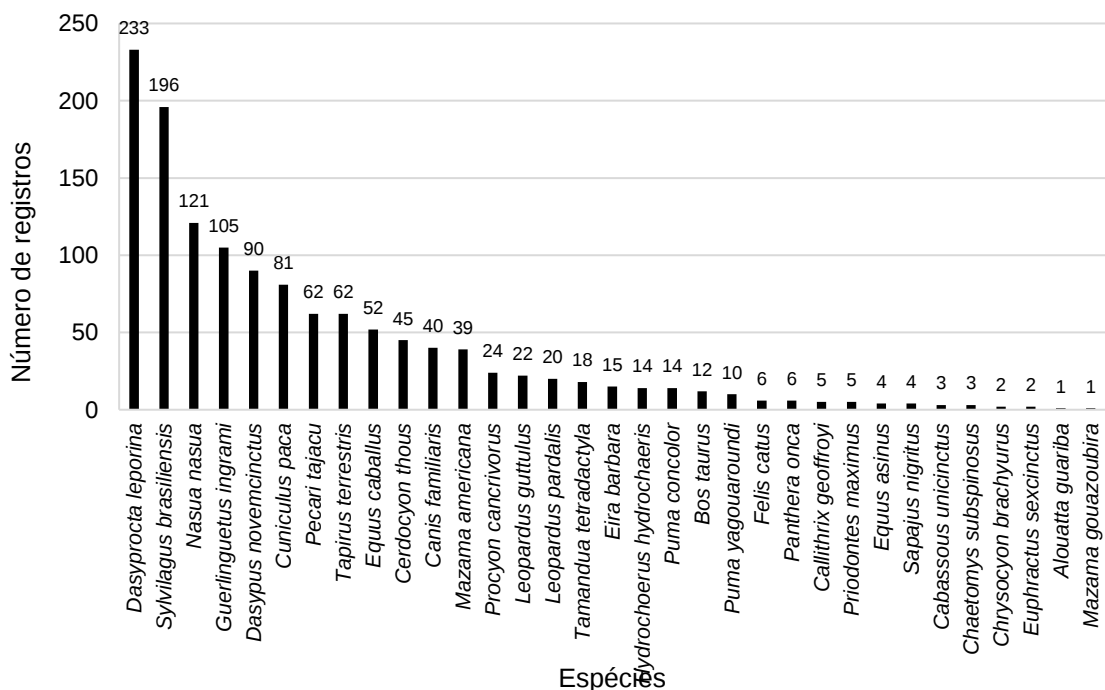


Gráfico 67. Registros da mastofauna de médio e grande porte obtidos por *armadilhas fotográficas* durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Quadro 38. Riqueza, número de registros e diversidade, por BA, obtidos para as espécies de mamíferos de médio e grande porte registradas no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Bloco Amostral	Estação	Abordagem	Riqueza	Registros	Diversidade (H)
BA4	Seca 2018	PT	7	8	6
		PR	5	25	1,29
		I	0	0	NA
	Chuvas 2019	PT	5	24	3,85
		PR	13	63	6,
		I	0	0	NA
BA3	Seca 2018	PT	22	154	8,63
		PR	13	50	11,24
		I	6	13	2,66
	Chuvas 2019	PT	18	305	5,52
		PR	20	80	5,52
		I	2	51	NA
BA2	Seca 2018	PT	8	27	4,78
		PR	10	36	2,36
		I	1	1	NA
	Chuvas 2019	PT	9	72	2,11
		PR	10	133	3,44
		I	0	0	NA
BA1b	Seca 2018	PT	22	256	8,54
		PR	11	52	4,69
		I	0	0	NA
	Chuvas 2019	PT	16	92	5,13
		PR	5	9	3,55
		I	0	0	NA
BA1a	Seca 2018	PT	21	107	8,54
		PR	2	3	4,69
		I	0	0	NA
	Chuvas 2019	PT	9	45	5,13
		PR	0	0	NA
		I	0	0	NA

1.2.3.5.2.1. Heterogeneidade Estrutural

A comunidade estudada apresentou grande número de espécies generalistas (N = 12; **APÊNDICE 40**). São espécies comuns em ambientes modificados e com baixa disponibilidade de habitats, como por exemplo, *Nasua nasua* (quati) e o canídeo *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato). As espécies herbívoras registradas, como os veados mateiro (*Mazama americana*) e catingueiro (*Mazama gouazoubira*) e a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), também são pouco especialistas (REIS et al., 2011). Dentre os carnívoros, destacam-se seis espécies que apresentam dieta especializada: *Leopardus guttulus* (gato-do-mato-pequeno), *Leopardus pardalis* (jagatirica), *Leopardus* sp. (gato-do-mato), *Herpailurus yagouaroundi* (gato-mourisco), *Puma concolor* (onça-parda) e *Panthera onca* (onça-pintada).

Quanto à locomoção das espécies de mamíferos de médio e grande porte registradas, 19 apresentam hábito arborícola, quatro são escansoriais, três espécies são semiaquáticas, cinco são semifossoriais, e 18 são terrestres (**Gráfico 68.**). Destacaram-se as espécies arborícolas e escansoriais, pois suas áreas de vida e necessidades ecológicas, como abrigo e recursos alimentares, dependem exclusivamente da existência de ambientes florestais.

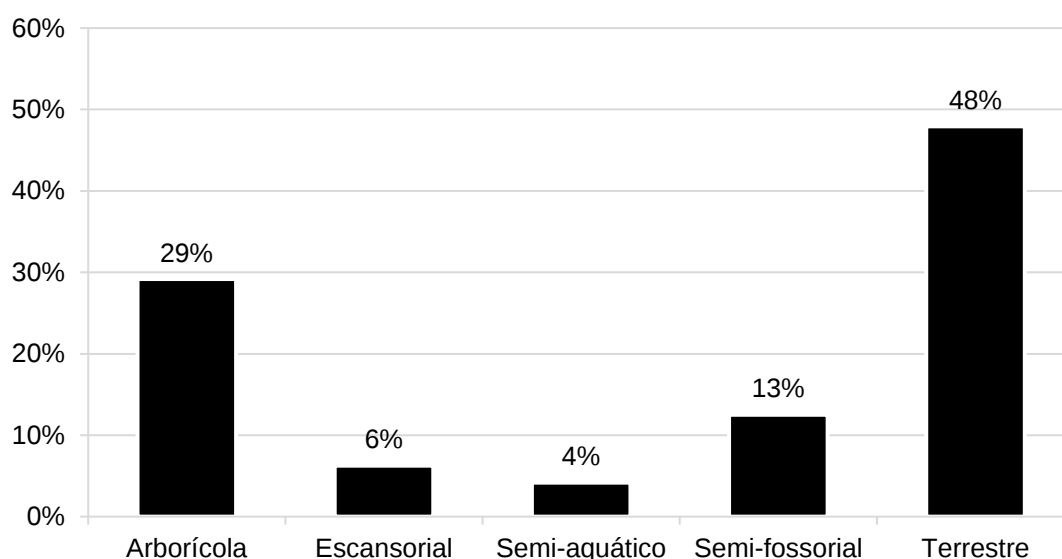


Gráfico 68. Distribuição das espécies da mastofauna de médio e grande porte registradas por tipo de locomoção, durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.5.2.2. Bloco Amostral 1a – Restinga, Vegetação Costeira.

No BA1a não foi detectada variação significativa na variação da riqueza em relação à distância do rio Doce para os métodos *busca ativa* e *armadilhas fotográficas*, tanto para *Parcelas Ripárias* quanto para *Parcelas Terrestres*. Os dados coletados para *busca ativa* não foram suficientes para gerar um modelo adequado para detectar variações na riqueza de espécies quando comparado com um modelo nulo e ainda com modelo GLM falhando em gerar coeficientes para *Parcelas Ripárias* e *Parcelas Terrestres* na estação chuvosa. Já para o método de armadilhamento fotográfico, o modelo GLM se mostrou

adequado quanto aos pré-requisitos do modelo, no entanto não foram obtidos resultados para *Parcelas Ripárias* na estação seca e chuvosa. A distância do rio não explicou a variação da riqueza de espécies no BA1a (**Tabela 10**).

Tabela 10. GLM da relação entre riqueza de mamíferos de médio e grande porte e a variável distância do rio com dados agrupados para o BA1a, e estações climáticas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Abordagem	Estação	Método	B	Erro padrão	z	p
<i>Parcelas Ripárias</i>	Chuvas	<i>busca ativa e Distance</i>	NA	NA	NA	NA
	Seca	<i>busca ativa e Distance</i>	0,01521	0,14100	0,108	0,9141
	Chuvas	<i>Armadilha fotográfica</i>	NA	NA	NA	NA
	Seca	<i>Armadilha fotográfica</i>	NA	NA	NA	NA
<i>Parcelas Terrestres</i>	Chuvas	<i>busca ativa e Distance</i>	NA	NA	NA	NA
	Seca	<i>busca ativa e Distance</i>	0,11228	0,06299	1,782	0,0747
	Chuvas	<i>Armadilha fotográfica</i>	0,004035	0,027779	0,145	0,8845
	Seca	<i>Armadilha fotográfica</i>	0,013263	0,030795	0,431	0,667

Legenda: β – coeficiente; z – valor do teste; p – nível de significância (0,05). NA – Valores inexistentes.

1.2.3.5.2.2.1. Armadilhas fotográficas

A riqueza acumulada de espécies se mostrou estável com o estimador de riqueza de espécies *Jackknife 1* com o valor de 15,79 ($\pm 2,79$) para o BA1a (**Gráfico 69**). As espécies observadas foram *Canis familiaris*, *Cerdocyon thous*, *Chaetomys subspinosus*, *Dasypus novemcinctus*, *Guerlinguetus ingrami*, *Leopardus guttulus*, *Mazama americana*, *Nasua nasua*, *Procyon cancrivorus*, *Puma yagouaroundi*, *Sapajus nigratus*, *Sylvilagus brasiliensis* e *Tamandua tetradactyla*.

Não foi possível obter dados suficientes para as *Parcelas Ripárias* no BA1a usando *armadilhas fotográficas*. Assim como observado para o resultado do modelo GLM, não foi observada uma tendência na variação na riqueza de espécies em função da distância do rio Doce no BA1a no período de Seca e Chuva devido ao baixo número de observações para o período amostrado (**Gráfico 70**).

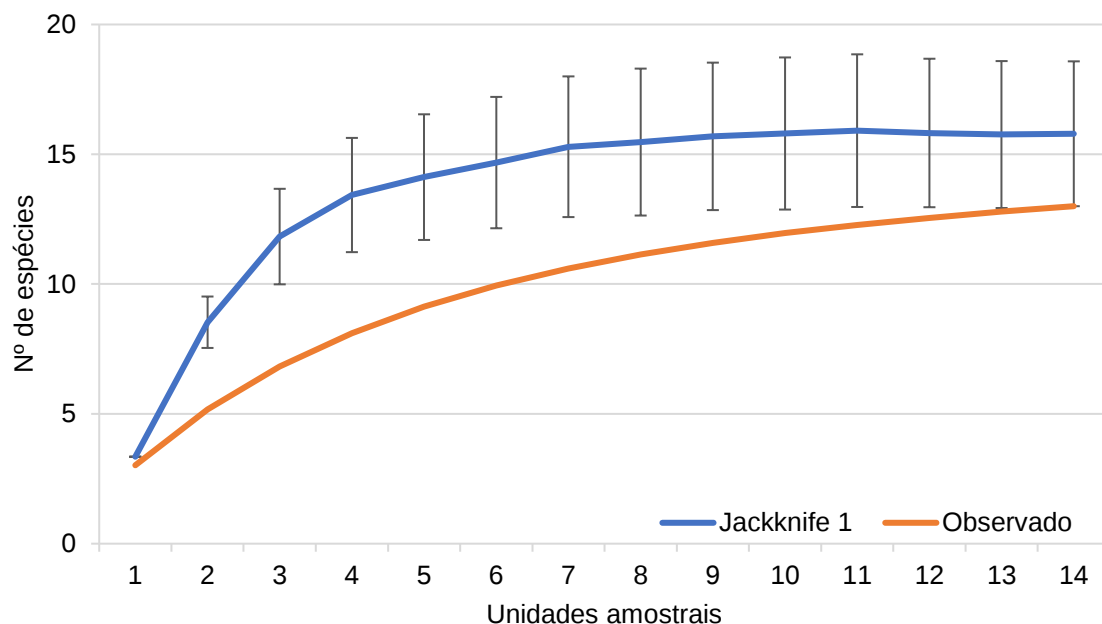


Gráfico 69. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por *armadilhas fotográficas* para a mamíferos de médio e grande porte no BA1a estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

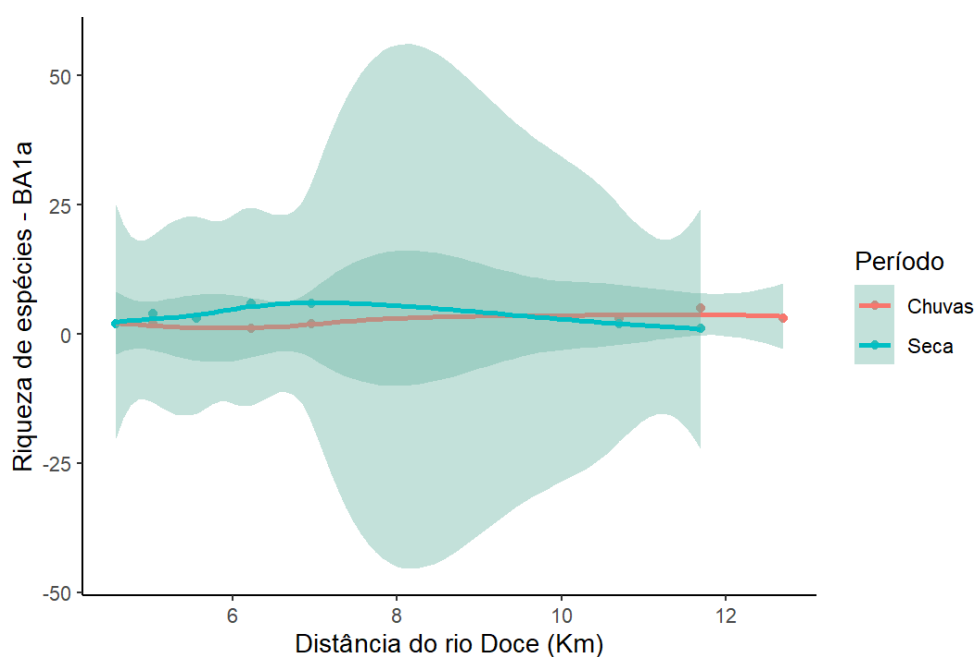


Gráfico 70. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por *armadilhas fotográficas*, em função da distância do rio Doce para as *Parcelas Terrestres* do BA1a, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.

Quanto a análise da composição das comunidades, não foi observada divergência entre a estação seca e chuvosa para o BA1a para *armadilhas fotográficas*. Contudo, a distância do município mais próximo (NMDS1 = -0,99949; NMDS2 = 0,03186; $R^2 = 0,5050$; $p = 0,019$) a proporção de *uso natural* (NMDS1 = -0,98947; NMDS2 = -0,14475; $R^2 = 0,5673$; $p = 0,007$) formam eixo oposto à distância da UC mais próxima (NMDS1 = 0,99986; NMDS2 = 0,0166; $R^2 = 0,5487$; $p = 0,015$) e a proporção do *uso antrópico* (NMDS1 = 0,98969; NMDS2 = 0,14325; NMDS2 = 14325; $R^2 = 0,4340$; $p = 0,040$) para a determinação da composição de espécies neste BA (**Gráfico 71**). Com isso, a composição das comunidades aparenta ser determinada pela influência antrópica.

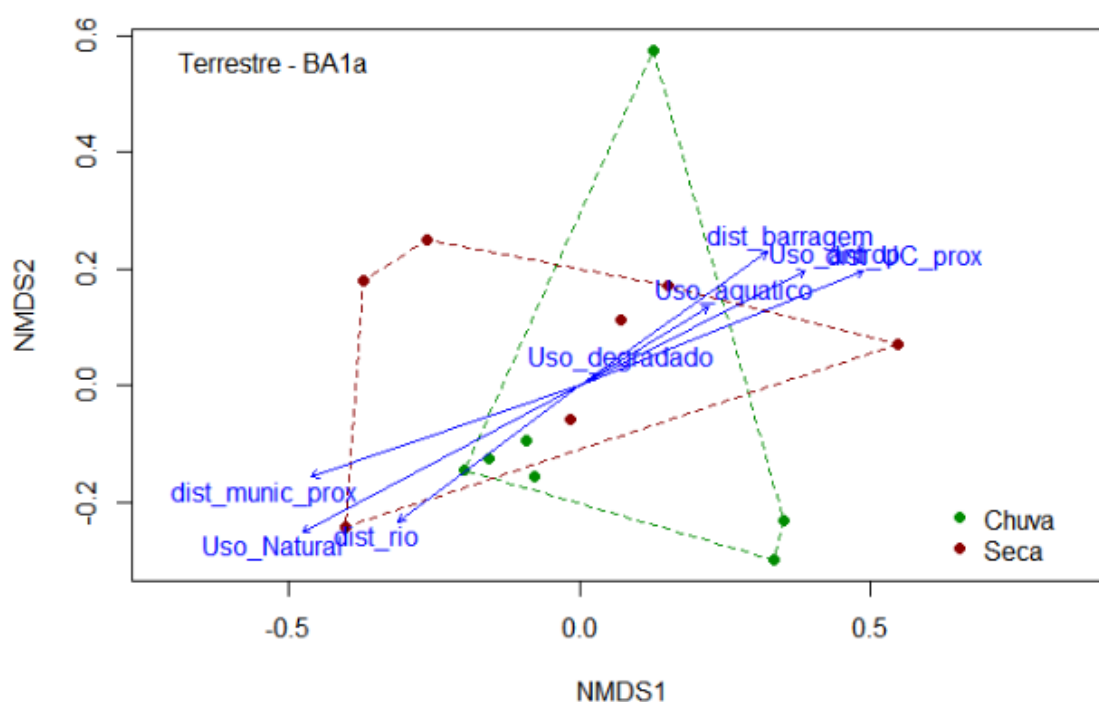


Gráfico 71. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA1a (*armadilhas fotográficas*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.5.2.2. Busca ativa e Distance Sampling

Os métodos de *busca ativa* e *Distance Sampling* não foram capazes de retornar um número de observações apropriado para determinar a riqueza de espécies no BA1a. O resultado do estimador de riqueza *Jackknife 1* é de 15,25 ($\pm 5,25$) e as espécies observadas foram *Bradypus variegatus*, *Callithrix geoffroyi*, *Cerdocyon thous*, *Cuniculus paca*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Lontra longicaudis*, *Marmosa paraguayana*, *Mazama americana*, *Procyon cancrivorus*, *Sylvilagus brasiliensis* (**Gráfico 72**).

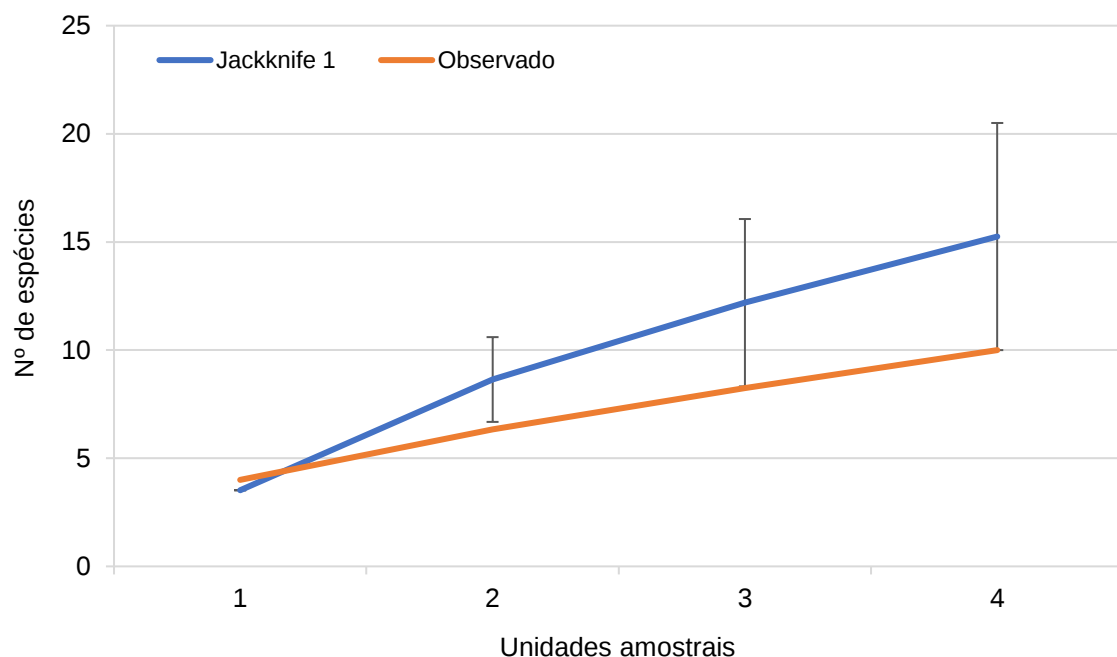


Gráfico 72. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por *busca ativa* para a mamíferos de médio e grande porte no BA1a do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.5.2.3. Bloco Amostral 1a, Parcelas Ripárias - Busca ativa e Distance Sampling

Não houve observações suficientes para os métodos de *busca ativa* e *Distance Sampling* para as *Parcelas Ripárias* e Terrestres do BA1a. Portanto, não foi viável a realização de análise da composição das comunidades através do NMDS.

1.2.3.5.2.4. Bloco Amostral 1b – Ombrófila Densa Costeira.

A análise da variação da riqueza de espécies para o BA1b com o método de *busca ativa* não retornou modelo GLM adequado para a análise. Já o método de amostragem por *armadilhas fotográficas* se mostrou válido, mas nenhum resultado significativo foi encontrado para as estações seca e chuvosa, bem como *Parcelas Terrestres* e *Parcelas Ripárias*. Portanto, não foram observados padrões de variação de riqueza de espécies em função da distância do rio Doce para este BA (**Tabela 11**).

Tabela 11. GLM da relação entre riqueza de mamíferos de médio e grande porte e a variável distância do rio entre estações climáticas para o BA1b, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Abordagem	Estação	Método	β	Erro padrão	z	p
Parcelas Ripárias	Chuvosa	<i>busca ativa e Distance</i>	NA	NA	NA	NA
	Seca	<i>busca ativa e Distance</i>	-0,21779	0,36758	-0,59	0,5535
	Chuvosa	<i>Armadilha fotográfica</i>	-1,674038	1,537969	-1,088	0,2764
	Seca	<i>Armadilha fotográfica</i>	-0,03429	0,21100	-0,162	0,8709
Parcelas Terrestres	Chuvosa	<i>busca ativa e Distance</i>	NA	NA	NA	NA
	Seca	<i>busca ativa e Distance</i>	-0,03606	0,07665	-0,47	0,6381
	Chuvosa	<i>Armadilha fotográfica</i>	-0,153651	0,108693	-1,414	0,1575
	Seca	<i>Armadilha fotográfica</i>	-0,149627	0,142534	-1,05	0,2938

Legenda: β – coeficiente; z – valor do teste; p – nível de significância (0,05); NA – Valores inexistentes.

1.2.3.5.2.4.1. Armadilhas Fotográficas

Para este método, a estimativa total de espécies foi de 25,85 ($\pm 2,22$), e registramos: *Alouatta guariba*, *Callithrix geoffroyi*, *Canis familiaris*, *Cercopithecus thomasi*, *Cuniculus paca*, *Dasyurus novemcinctus*, *Equus asinus*, *Euphractus sexcinctus*, *Guerlinguetus ingrami*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Leopardus guttulus*, *Leopardus pardalis*, *Mazama americana*, *Nasua nasua*, *Pecari tajacu*, *Procyon cancrivorus*, *Puma yagouaroundi*, *Sapajus nigritus*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Tamandua tetradactyla* (**Gráfico 73**).

O número de observações em *Parcelas Ripárias* foi insuficiente para determinação de um padrão ou tendência na distribuição de riqueza de espécies em função da distância do rio Doce. As estações do ano não influenciaram a composição de espécies assim como a distância do município mais próximo, distância da barragem, distância do rio Doce, distância da unidade de conservação mais próxima, proporção do uso do solo antrópico, aquático, área degradada e *uso natural* (**Gráfico 74**).

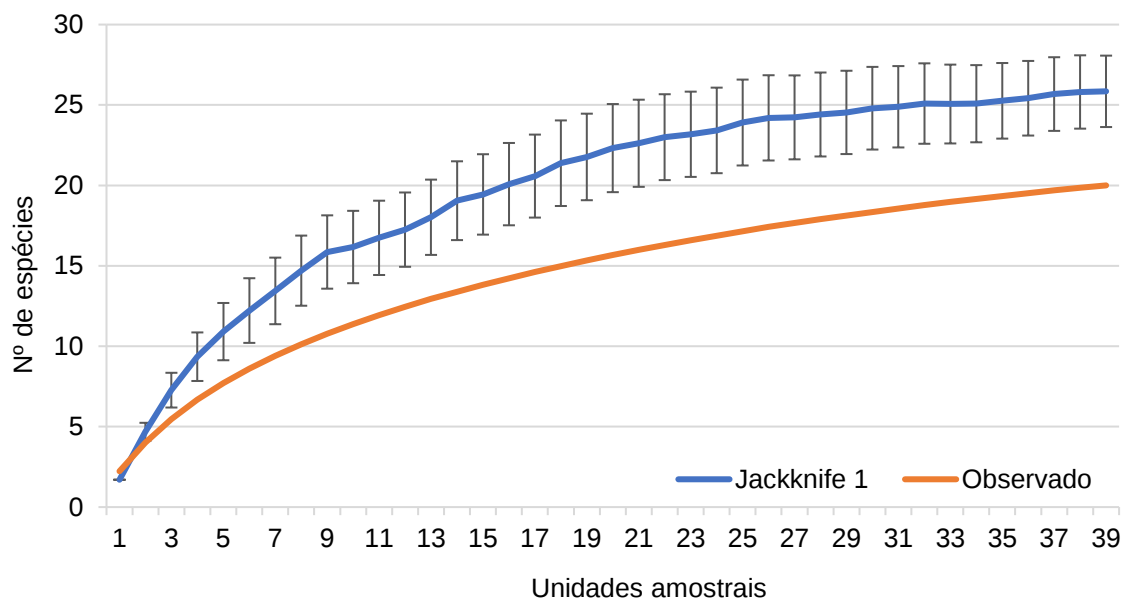


Gráfico 73. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por *armadilhas fotográficas* para a mamíferos de médio e grande porte no BA1b do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Como observado no resultado do modelo GLM gerado para *armadilhas fotográficas*, não foi identificado padrão na variação da riqueza de espécies em função da distância do rio Doce (**Gráfico 75**). A composição de espécies em *Parcelas Terrestres* analisadas pelo NMDS variou apenas em função da distância da unidade de conservação mais próxima (NMDS1= 0,10091; NMDS2 = -0,99490; $R^2=0,2190$; $p=0,019$) não sendo observadas variações entre a estação seca ou chuvosa. As variáveis distância do município mais próximo, distância da barragem, distância do rio Doce, proporção do uso do solo antrópico, aquático, área degradada e *uso natural* na análise da composição de espécies identificadas por *armadilhas fotográficas* em *Parcelas Terrestres* no BA1b não forma significativas (**Gráfico 76**).

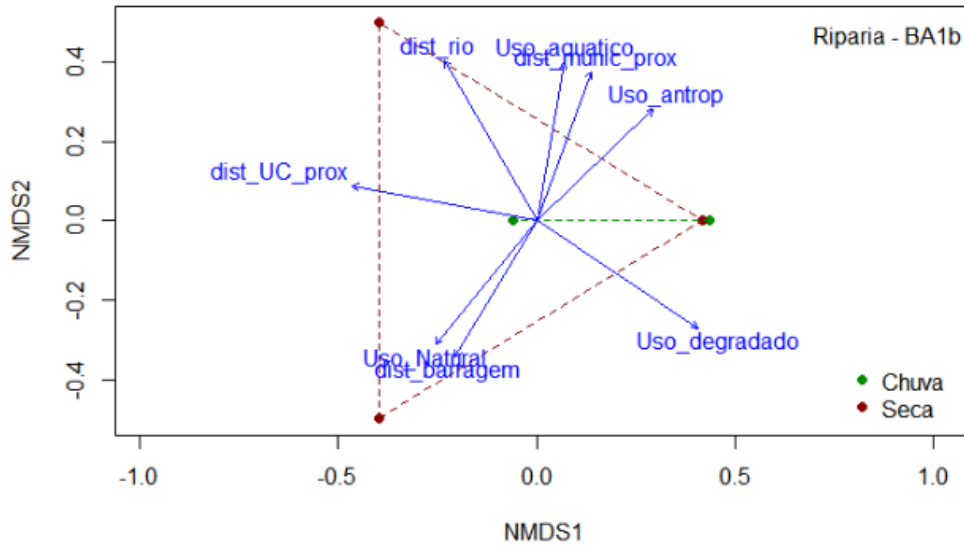


Gráfico 74. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (por *armadilhas fotográficas*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

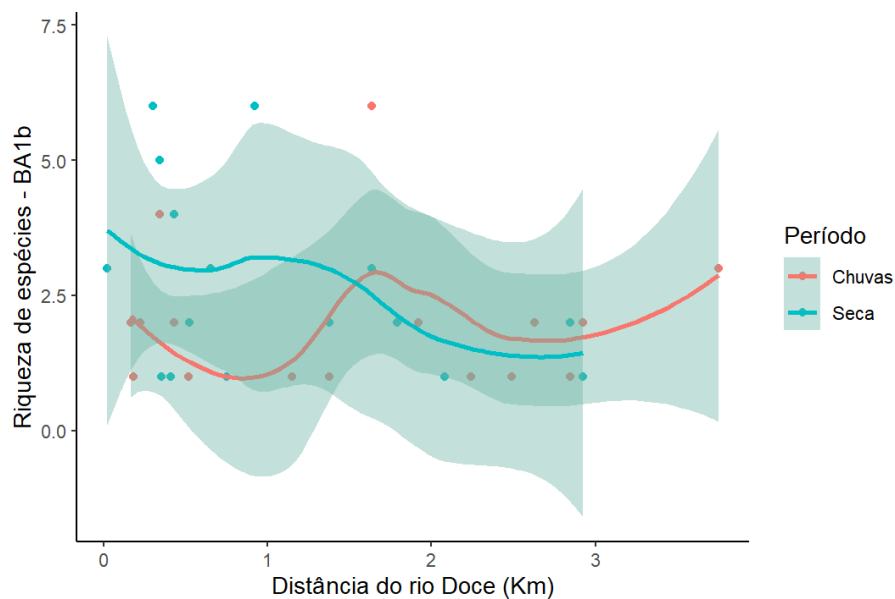


Gráfico 75. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por *armadilhas fotográficas*, em função da distância do rio Doce para as *Parcelas Terrestres* do BA1b, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.

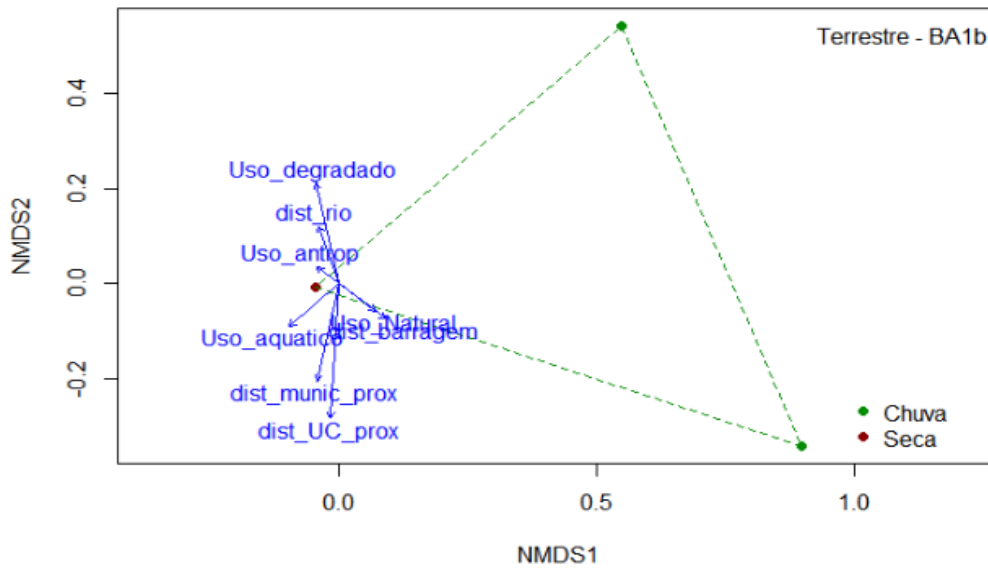


Gráfico 76. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (por *armadilhas fotográficas*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.5.2.4.2. Busca ativa e Distance Sampling

Para o método de *busca ativa* no BA1b, a estimativa foi de 21,5 ($\pm 4,03$; *Jackknife 1*): *Alouatta guariba clamitans*, *Bradypus variegatus*, *Callicebus personatus*, *Callithrix geoffroyi*, *Canis familiaris*, *Cercopithecus thomasi*, *Cuniculus paca*, *Didelphis aurita*, *Euphractus sexcinctus*, *Guerlinguetus ingrami*, *Nasua nasua*, *Potus flavus*, *Procyon cancrivorus*, *Sapajus nigritus*, *Sapajus robustus* (**Gráfico 77**).

Não houve dados suficientes para a determinação de padrão para a variação da riqueza de espécies em função da distância do rio Doce em *Parcelas Ripárias* pelo método de *busca ativa* na estação seca e chuvosa. A distância da barragem (NMDS1 = -0,999; NMDS2 = 0,003; $R^2 = 0,946$; $p = 0,022$) com o *uso natural* (NMDS1 = -0,999; NMDS2 = 0,004; $R^2 = 0,886$; $p = 0,027$) e no vetor oposto o *uso antrópico* (NMDS1 = 0,999; NMDS2 = 0,007; $R^2 = 0,907$; $p = 0,044$) foram os vetores responsáveis pela diferenciação das comunidades estudadas. As variáveis distância do município mais próximo, do rio Doce, da unidade de conservação mais próxima e usos aquático e degradado não foram significativas ($p > 0,05$). Portanto, a qualidade da área e os impactos decorrentes do antrópico em *Parcelas Ripárias* podem contribuir para a diferente composição de

espécies. Utilizando os métodos de *busca ativa* em *Parcelas Ripárias* retornou um pequeno número de registros, o que sugere cautela e parcimônia na interpretação dos resultados do NMDS (**Gráfico 78**). Também não foi observada a variação na riqueza de espécies em *Parcelas Terrestres* no BA1b em função da distância do rio Doce (**Gráfico 79**).

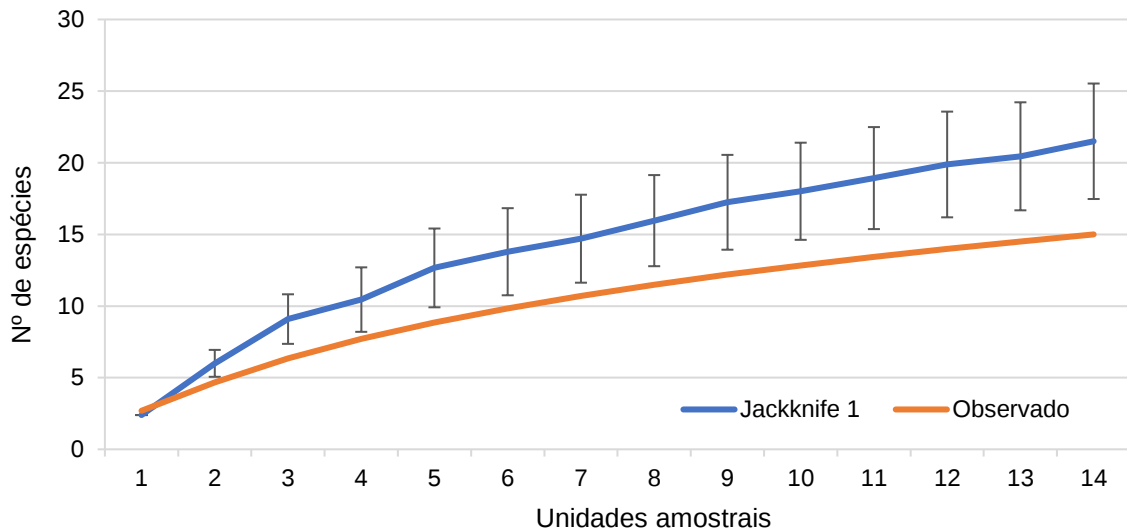


Gráfico 77. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por *busca ativa* para a mamíferos de médio e grande porte no BA1b do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

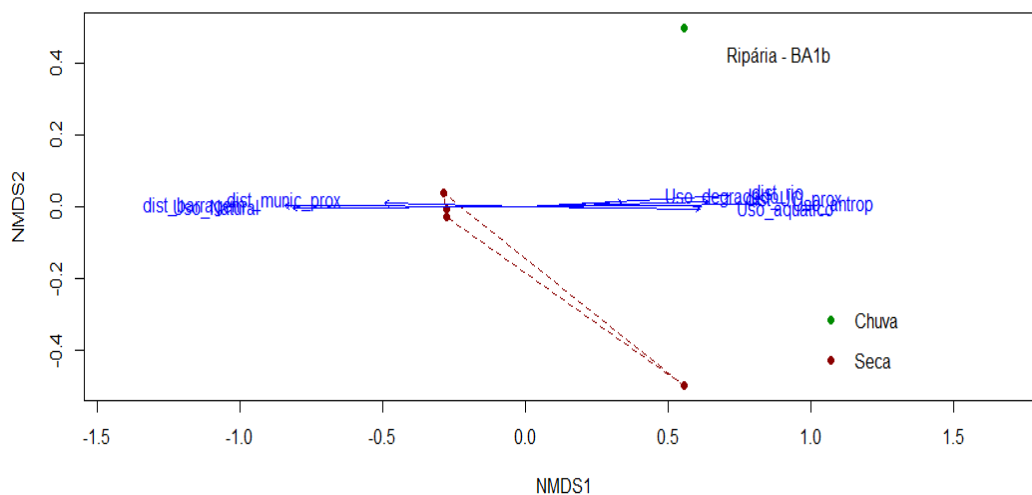


Gráfico 78. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (*busca ativa*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

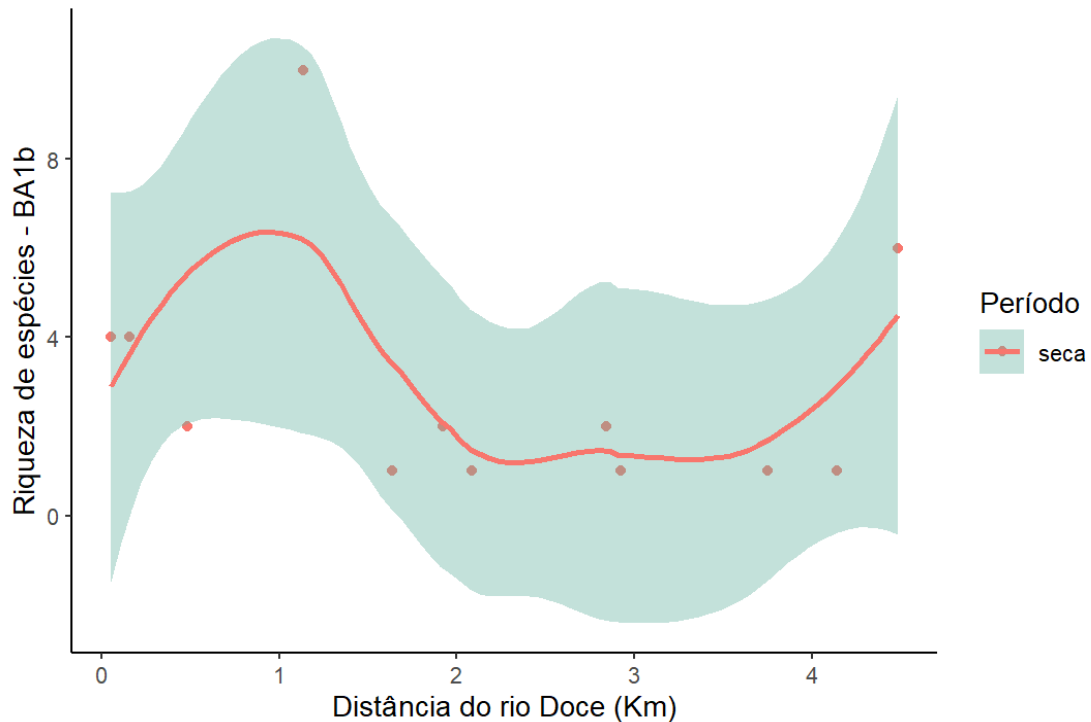


Gráfico 79. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por *busca ativa*, em função da distância do rio Doce para as *Parcelas Terrestres* do BA1b, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.

As *Parcelas Terrestres* do BA1b não possuíram dados suficientes para a geração de um modelo apropriados de NMDS. Isso se deve ao número de observações que não foram suficientes para geração de clusters sinalizando a diferenciação das comunidades. As variáveis distância do município, distância da barragem, distância do rio Doce, distância da unidade de conservação mais próxima, *uso antrópico*, *uso aquático*, *degradação* e *uso natural* influenciaram a composição de espécies ($p > 0,05$; **Gráfico 80**). As *Parcelas Ripárias* do BA1b para o método *busca ativa* e *Distance Sampling* apresentaram a diferenciação na composição de espécies na estação seca e chuvosa.

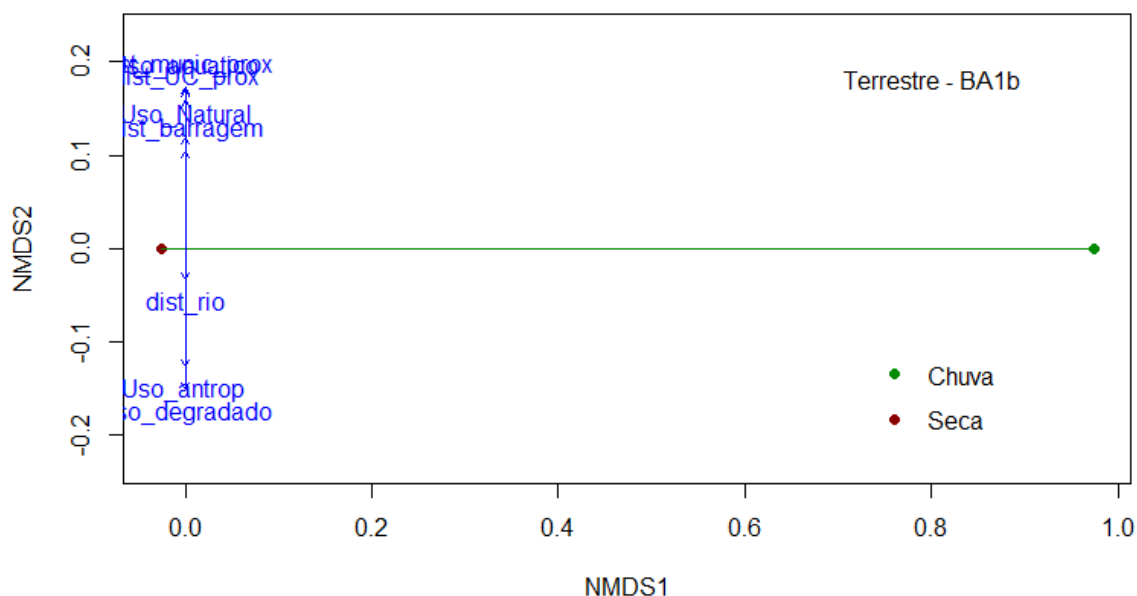


Gráfico 80. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (por *busca ativa*) e variáveis ambientais nos estados de MG e ES

1.2.3.5.2.5. Bloco Amostral 2 – FESD

A análise da variação de riqueza de espécies em função da distância do rio Doce no BA2, usando o modelo GLM, demonstrou uma relação positiva para o método de amostragem por *armadilhas fotográficas* na estação chuvosa em *Parcelas Ripárias*. O modelo GLM para *busca ativa* não se mostrou válido quando comparado a um modelo nulo devido ao pequeno número de observações. As demais variáveis não apresentaram diferença significativa (**Tabela 12**).

Tabela 12. GLM da relação entre riqueza de mamíferos de médio e grande porte e a variável distância do rio entre estações climáticas para o BA2, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Abordagem	Estação	Método	β	Erro padrão	z	p
Parcelas Ripárias	Chuvosa	busca ativa e Distance	NA	NA	NA	NA
	Seca	busca ativa e Distance	NA	NA	NA	NA
	Chuvosa	Armadilha fotográfica	0,27562	012070	2,284	0,0224*
	Seca	Armadilha fotográfica	-013326	0,21128	-0,631	0,5282
Parcelas Terrestres	Chuvosa	busca ativa e Distance	NA	NA	NA	NA
	Seca	busca ativa e Distance	0,61834	0,34433	1,796	0,0725
	Chuvosa	Armadilha fotográfica	0,107	0,087482	1,223	0,2213
	Seca	Armadilha fotográfica	-0,20617	0,187954	-1,097	0,2727

Legenda: β – coeficiente; z – valor do teste; p – nível de significância (0,05); * **Relação significativa**; NA – Valores inexistentes.

1.2.3.5.2.5.1. Armadilhas Fotográficas

O BA2 tem uma riqueza estimada de 21,62 ($\pm 1,69$; *Jackknife 1*) com as seguintes espécies observadas: *Bos taurus*, *Canis familiaris*, *Cercopithecus thomasi*, *Chrysocyon brachyurus*, *Cuniculus paca*, *Dasypus novemcinctus*, *Eira barbara*, *Felis catus*, *Guerlinguetus ingrami*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Leopardus guttulus*, *Nasua nasua*, *Procyon cancrivorus*, *Puma concolor*, *Puma yagouaroundi*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Tamandua tetradactyla* (**Gráfico 81**).

A relação entre a riqueza de espécies em *Parcelas Ripárias* não mostrou tendência clara devido ao baixo número de amostras. Porém, com um maior número de amostra esta tendência poderá se tornar mais evidente. Neste BA, observamos variação na composição de espécies entre a estação seca e chuvosa. Porém, as variáveis utilizadas distância do município mais próximo, da barragem, do rio Doce, da Unidade de conservação mais próxima e o uso antrópico, degrado e natural não foram significativos para explicar a variação na composição de espécies ($p < 0,05$; **Gráfico 82**).

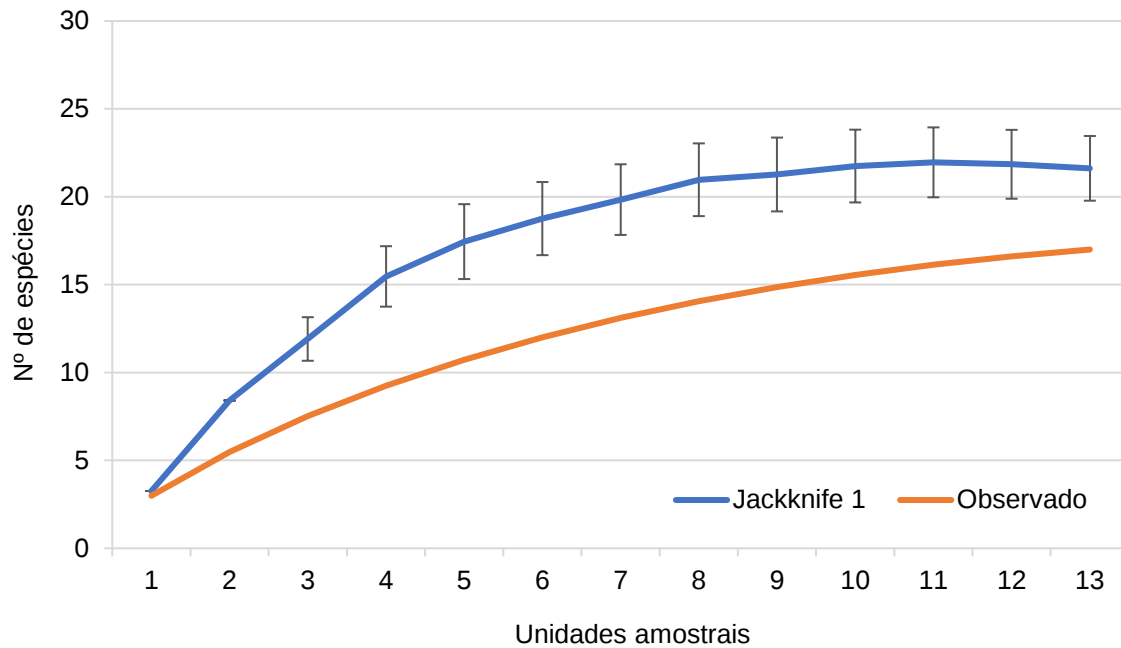


Gráfico 81. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por *armadilhas fotográficas* para a mamíferos de médio e grande porte no BA2 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

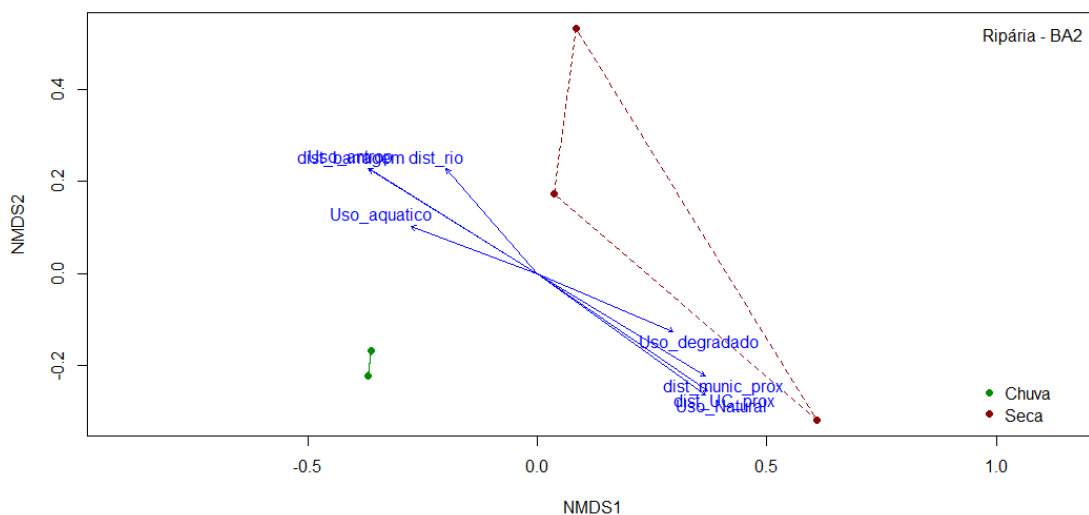


Gráfico 82. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (por *armadilhas fotográficas*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Não observamos tendência na variação de riqueza de espécies registradas por *armadilhas fotográficas* nas *Parcelas Terrestres* (**Gráfico 83**). A composição de espécies também não variou em função da estação seca ou chuvosa. Contudo, a distância do município mais próximo (NMDS1 = 0,001; NMDS2 = -1,000; $R^2 = 0,761$; $p = 0,026$) forma um vetor oposto à distância da barragem (NMDS1 = -0,00048159; NMDS2 = 1,000; $R^2 = 0,799$; $p = 0,019$) como fatores relevantes na caracterização das comunidades de espécies (**Gráfico 84**).

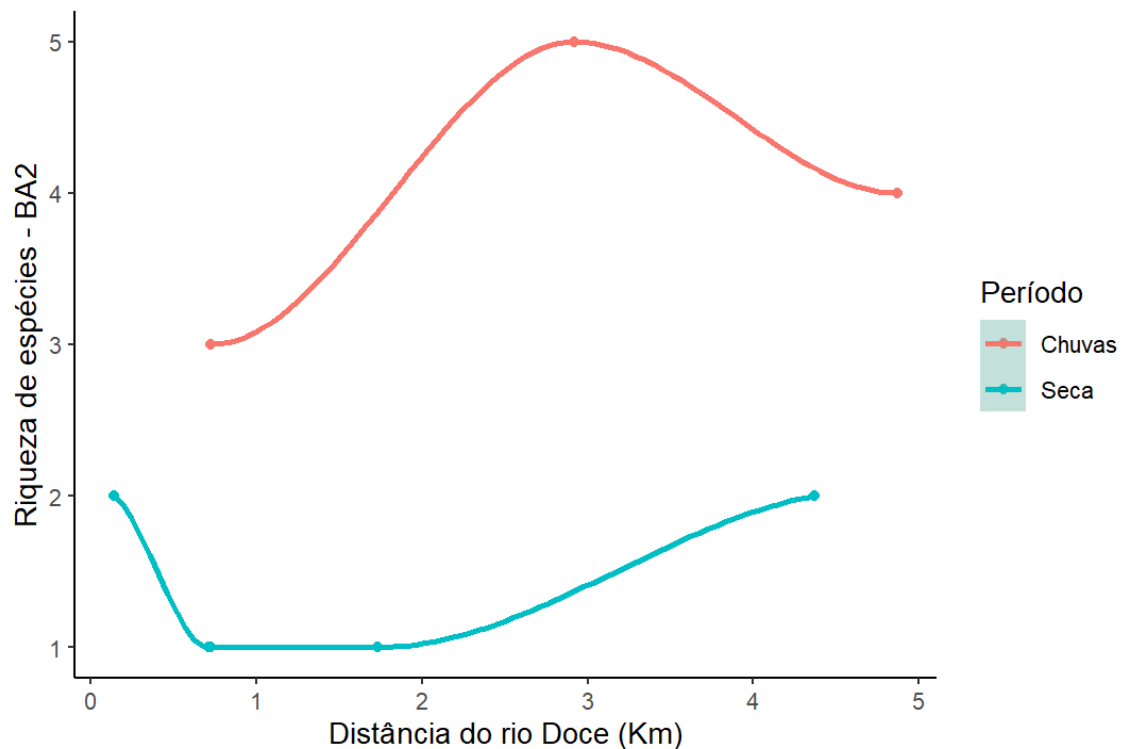


Gráfico 83. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por *armadilhas fotográficas*, em função da distância do rio Doce para as *Parcelas Terrestres* do BA2, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.

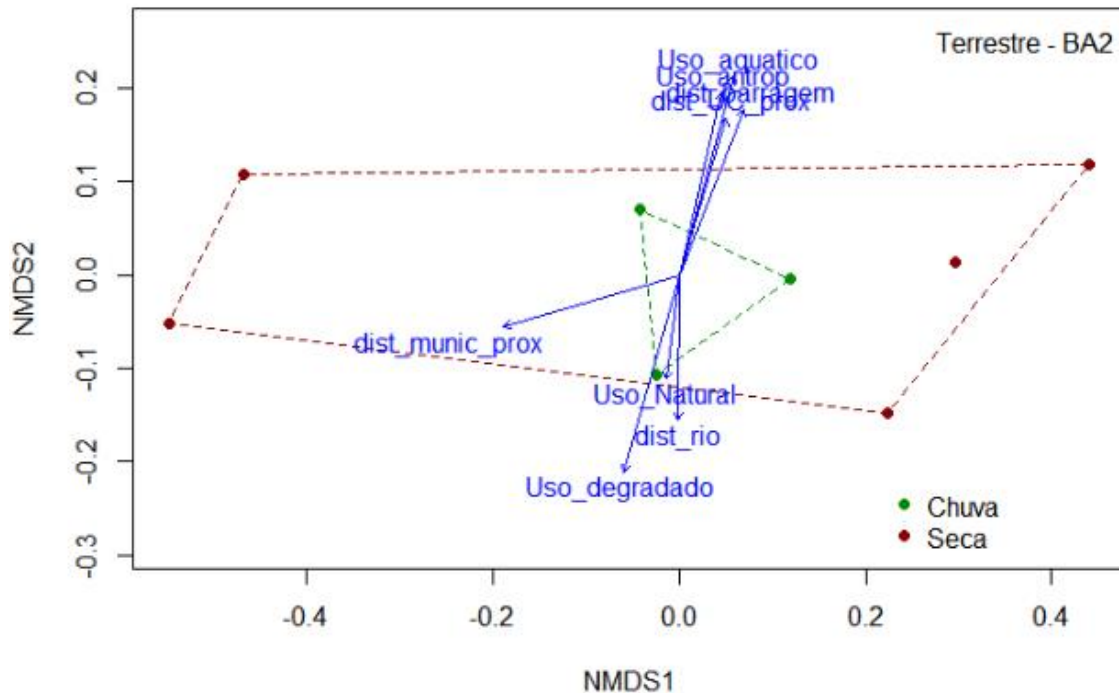


Gráfico 84. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (por *armadilhas fotográficas*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.5.2.5.2. *Busca ativa* e Distance Sampling

A estimativa de riqueza de espécies para *busca ativa* foi de 8,67 ($\pm 2,67$). As espécies observadas foram *Canis familiaris*, *Cerdocyon thous*, *Cuniculus paca*, *Dasypus novemcinctus*, *Euphractus sexcinctus*, *Hydrochoerus hydrochaeris*. Não foi possível identificar padrões na variação da riqueza de espécies em função da distância do rio Doce devido à escassez de dados obtidos por este método (**Gráfico 85**).

Não foi possível analisar a composição de espécies através do NMDS para o método de *busca ativa* para as *Parcelas Ripárias* do BA2. Com isso, não foram obtidos dados comparativos para a estação de seca e chuva e nenhuma variável foi significativa ($p > 0,05$; **Gráfico 86**). O mesmo foi observado para *Parcelas Terrestres*, que também falharam em demonstrar variações na composição de espécies quanto as estações de seca e chuva, bem como as variáveis utilizadas como vetores na análise (Distância do município, Distância da barragem, Distância do rio Doce, Distância da unidade de

conservação mais próxima, *Uso antrópico*, *Uso aquático*, *Uso degradado*, *Uso natural*; Gráfico 87).

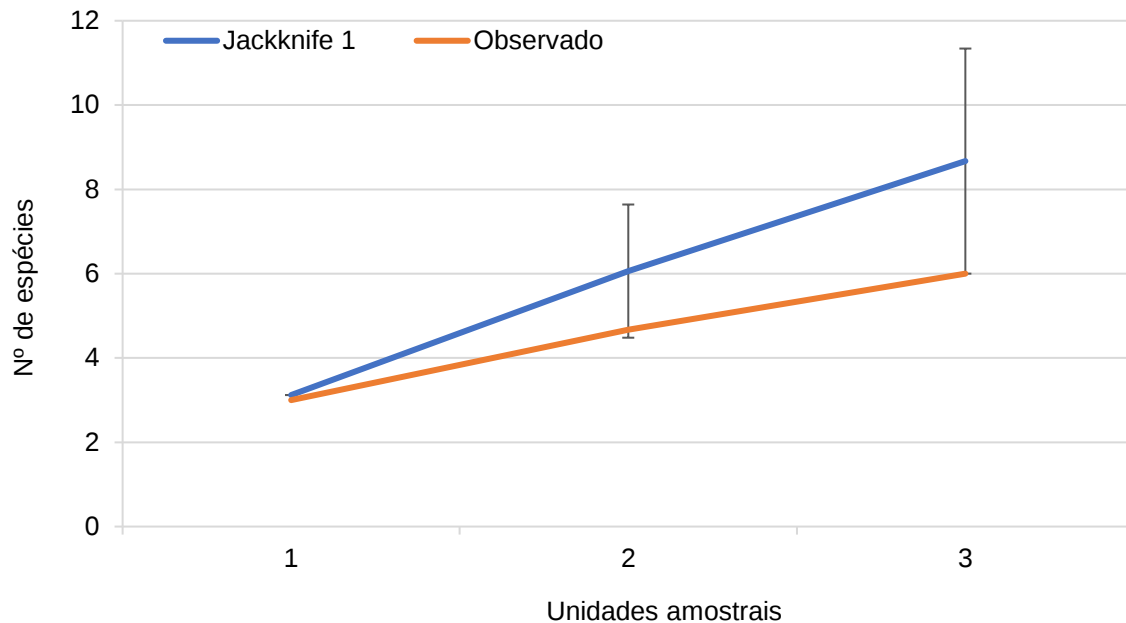


Gráfico 85. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por *busca ativa* para a mamíferos de médio e grande porte no BA2 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

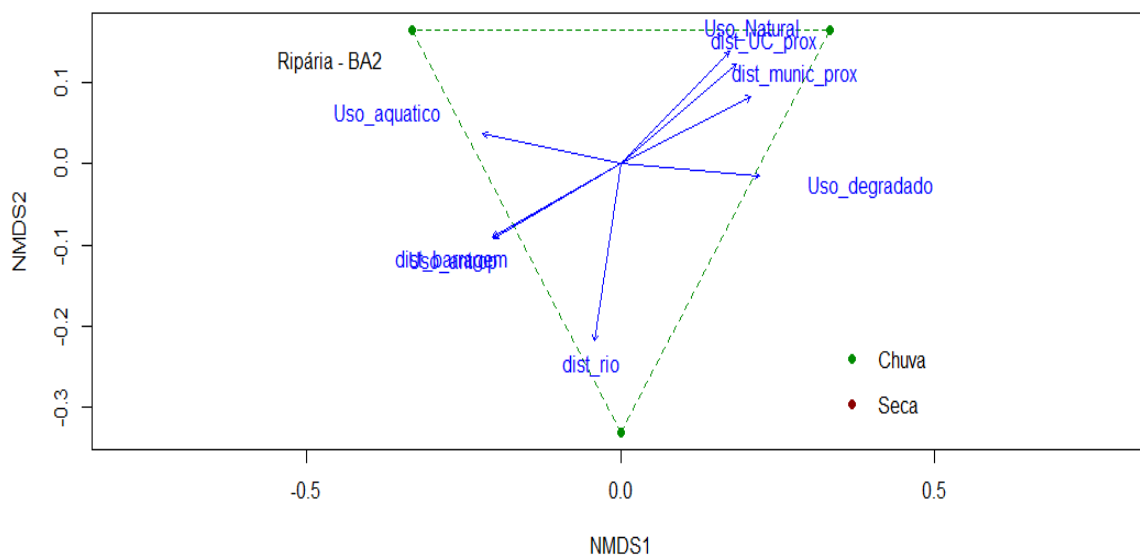


Gráfico 86. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (*busca ativa*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

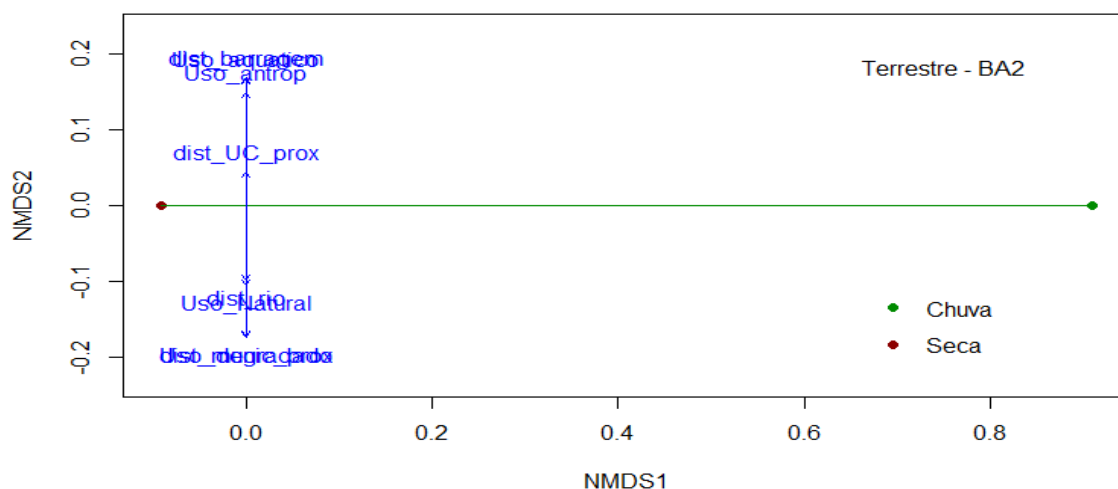


Gráfico 87. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (*busca ativa*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.5.2.6. Bloco Amostral 3 – FESD

O modelo GLM criado para analisar a variação da riqueza em função a distância do rio demonstrou relação positiva durante a estação chuvosa em *Parcelas Terrestres* com amostragem por *armadilhas fotográficas*. As duas variáveis para as *Parcelas Ripárias* e as *Parcelas Terrestres* durante a estação seca não foram estatisticamente relacionadas. Os resultados para *busca ativa* não foram significativamente diferentes de um modelo nulo (**Tabela 13**).

Tabela 13. GLM da relação entre riqueza de mamíferos de médio e grande porte e a variável distância do rio entre estações climáticas para o BA3, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Abordagem	Estação	Método	β	Erro padrão	z	p
<i>Parcelas Ripárias</i>	Chuvosa	<i>busca ativa e Distance</i>	-0,05051	0,18647	-0,271	0,7865
	Seca	<i>busca ativa e Distance</i>	-0,17328	0,38564	-0,449	0,6532
	Chuvosa	<i>Armadilha fotográfica</i>	0,13024	0,07469	1,744	0,0812

Abordagem	Estação	Método	β	Erro padrão	z	p
Parcelas Terrestres	Seca	Armadilha fotográfica	-0,13207	0,11515	-1,147	0,2514
	Chuvosa	busca ativa e Distance	-0,03165	0,03687	-0,858	0,3907
	Seca	busca ativa e Distance	-0,02683	0,04453	-0,603	0,5467
	Chuvosa	Armadilha fotográfica	0,16267	0,064927	2,505	0,0122*
	Seca	Armadilha fotográfica	0,123494	0,07269	1,699	0,0893

Legenda: β – coeficiente; z – valor do teste; p – nível de significância (0,05); * Relação significativa; NA – Valores inexistentes.

1.2.3.5.2.6.1. Armadilhas Fotográficas

O estimativa de riqueza foi de 31,85 ($\pm 2,22$) e observamos as seguintes espécies *Bos taurus*, *Canis familiaris*, *Cercopithecus thomasi*, *Cuniculus paca*, *Dasyprocta leporina*, *Dasyprocta novemcinctus*, *Eira barbara*, *Euphractus sexcinctus*, *Felis catus*, *Guerlinguetus ingrami*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Leopardus guttulus*, *Leopardus pardalis*, *Mazama americana*, *Mazama gouazoubira*, *Nasua nasua*, *Panthera onca*, *Pecari tajacu*, *Priodontes maximus*, *Procyon cancrivorus*, *Puma concolor*, *Puma yagouaroundi*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Tamandua tetradactyla*, *Tapirus terrestris* (**Gráfico 88**).

Não foi observada tendência em relação entre a distância do rio Doce e a riqueza de espécies para o método de amostragem por *armadilhas fotográficas* nas estações seca e chuvosa, como também aponta o resultado do modelo GLM (**Gráfico 89**). Também não foi observada variação na composição de espécies para as estações de seca e chuva e as variáveis utilizadas no NMDS como vetores não apresentaram valores estatisticamente significativos para as *Parcelas Ripárias* com o método de amostragem de espécies por *armadilhas fotográficas* (**Gráfico 90**).

Observamos aumento na riqueza de espécies com o aumento na distância do rio Doce na estação chuvosa. Apesar do resultado não ter sido significativo para *Parcelas Terrestres* para os dados de *armadilhas fotográficas* na estação seca, há uma tendência ($\beta = 0,123494$; SD = 0,07269; Z = 1,699, p = 0,0893), semelhante ao encontrado na estação chuvosa (**Gráfico 91**).

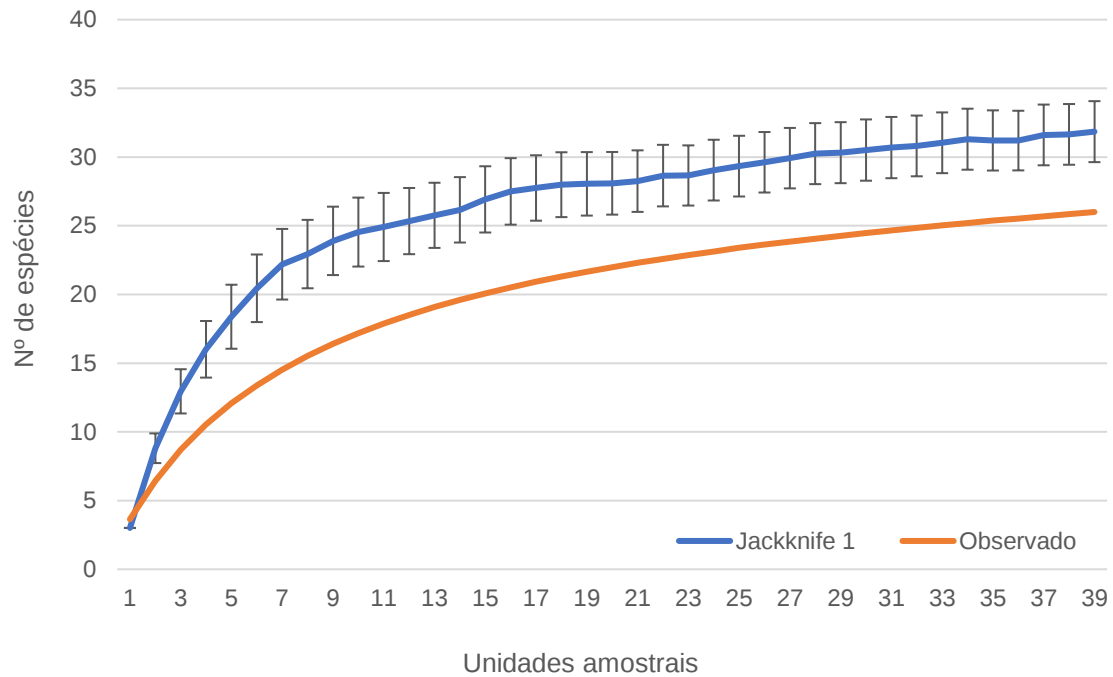


Gráfico 88. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por *armadilhas fotográficas* para a mamíferos de médio e grande porte no BA3 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

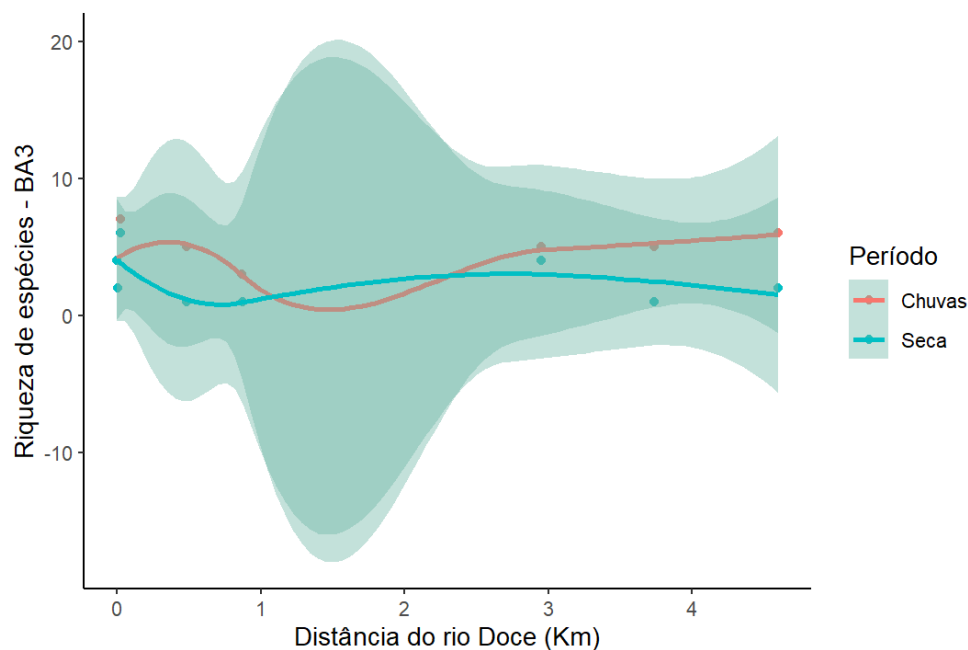


Gráfico 89. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por *armadilhas fotográficas*, em função da distância do rio Doce para as *Parcelas Ripárias* do BA3, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.

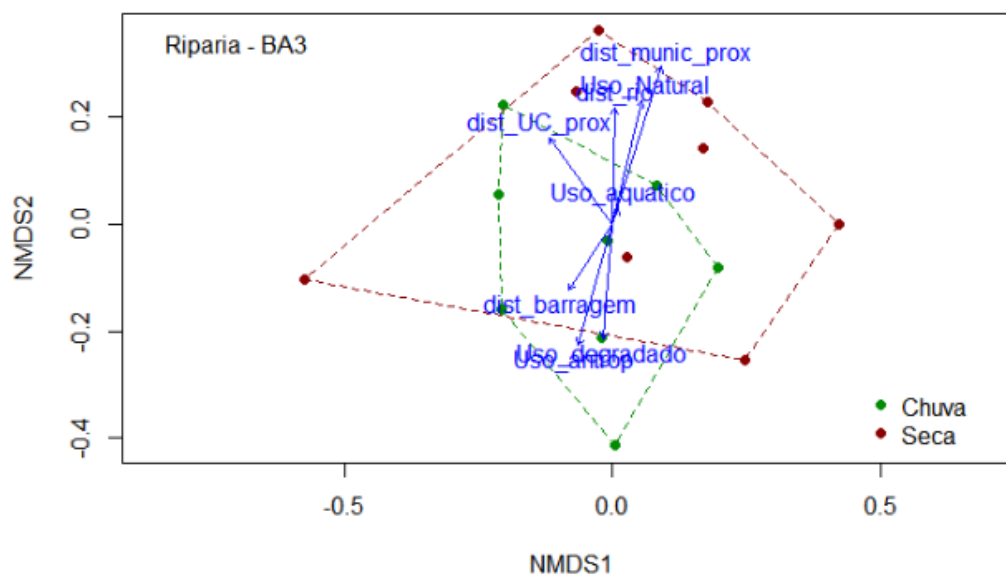


Gráfico 90. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (*armadilhas fotográficas*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

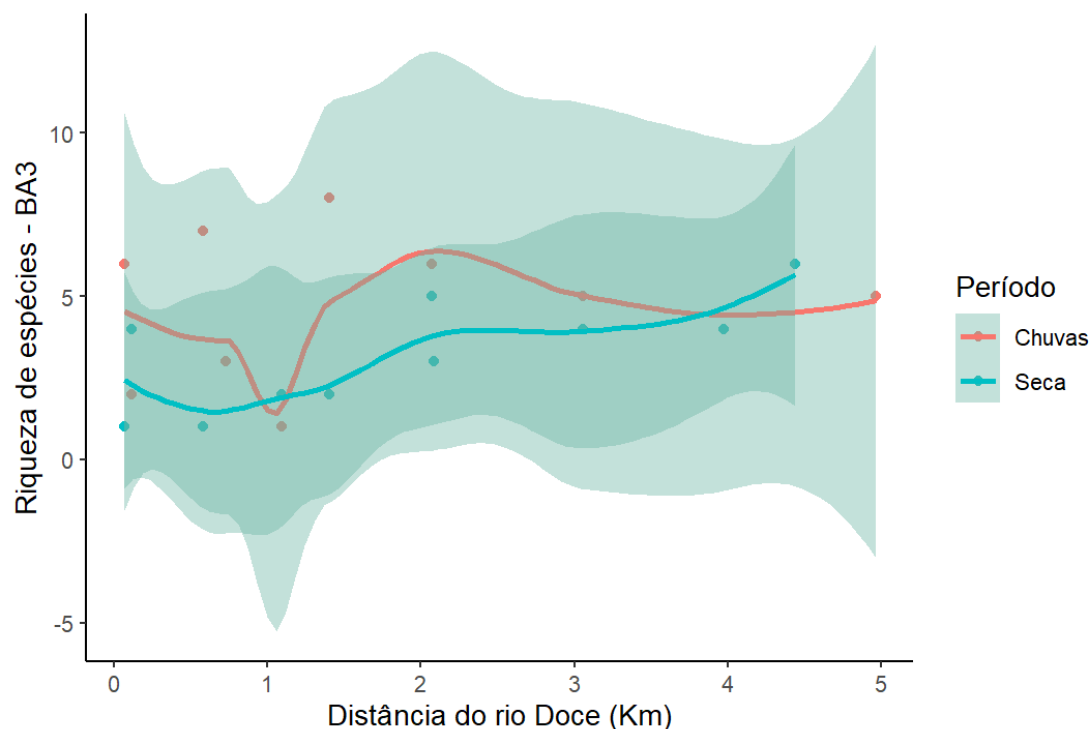


Gráfico 91. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por *armadilhas fotográficas*, em função da distância do rio Doce para as *Parcelas Terrestres* do BA3, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.

A composição de espécies para as *Parcelas Terrestres* do BA3 amostrados por *armadilhas fotográficas* não foi diferente entre estações. A distância para a unidade de conservação mais próxima (NMDS1 = -0,99686; NMDS2 = 0,07919; $R^2 = 0,3240$; $p = 0,022$) foi a variável determinante para a variação na composição de espécies (**Gráfico 92**). O Parque Estadual do Rio Doce está situado neste BA, o que devido a sua relevância para conservação, pode determinar o aumento na riqueza de espécies.

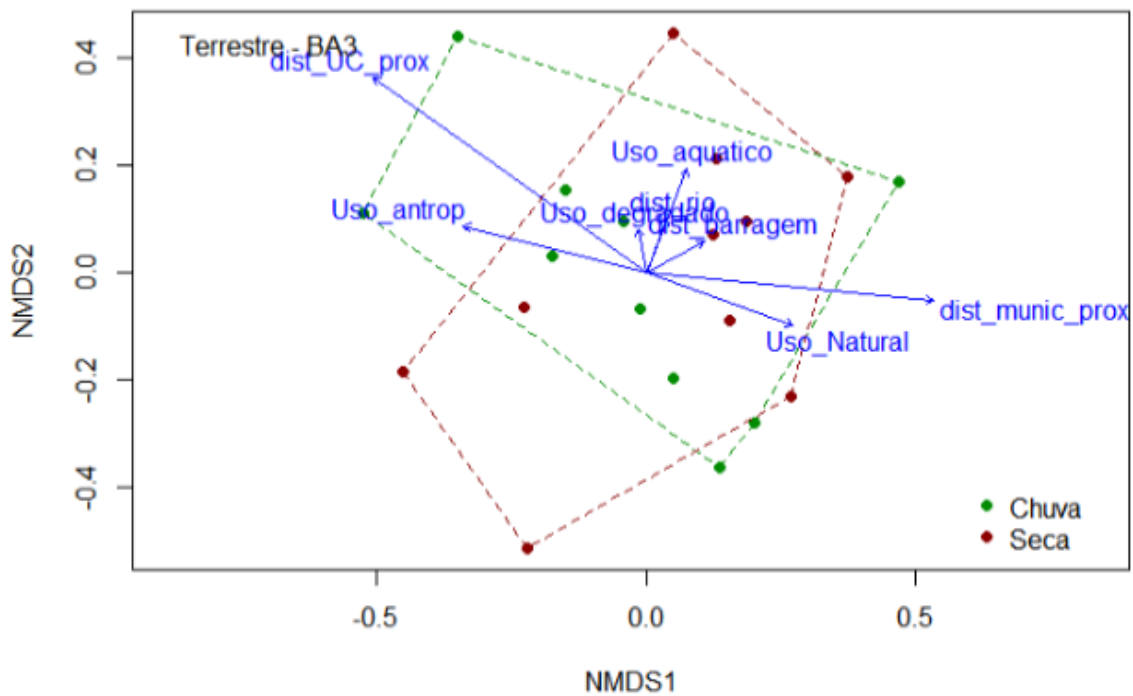


Gráfico 92. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (por *armadilhas fotográficas*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.5.2.6.2. *Busca ativa e Distance Sampling*

A estimativa de riqueza de espécies para o BA3 por *busca ativa* foi de 37,9 ($\pm 3,32$) e registramos as seguintes espécies: *Alouatta guariba clamitans*, *Bos taurus*, *Brachyteles hypoxanthus*, *Bradypus torquatus*, *Bradypus variegatus*, *Callicebus personatus*, *Callithrix geoffroyi*, *Callithrix penicillata*, *Cercopithecus thous*, *Chaetomys subspinosus*, *Chrysocyon brachyurus*, *Conepatus semistriatus*, *Cuniculus paca*, *Dasyprocta leporina*,

Dasypus septemcinctus, *Didelphis aurita*, *Eira barbara*, *Euphractus sexcinctus*, *Felis catus*, *Guerlinguetus ingrami*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Mazama americana*, *Nasua nasua*, *Pecari tajacu*, *Procyon cancrivorus*, *Puma concolor*, *Sapajus nigratus*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Tamandua tetradactyla*, *Tapirus terrestris* (**Gráfico 93**).

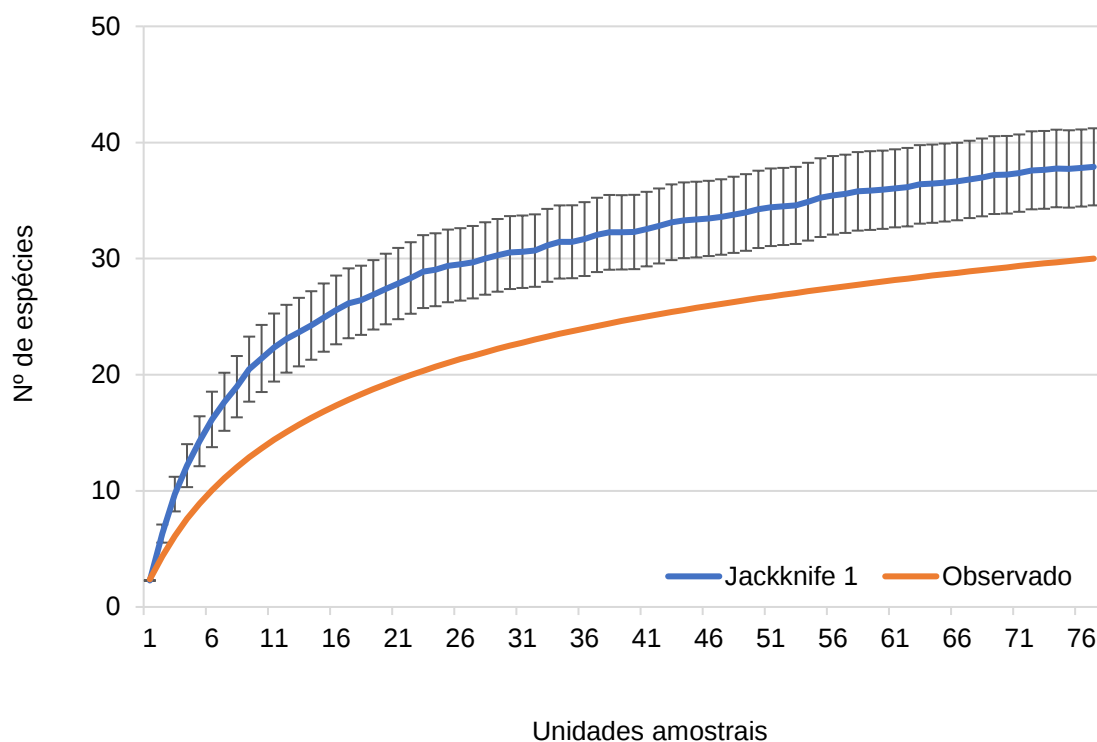


Gráfico 93. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por busca ativa para a mamíferos de médio e grande porte no BA3 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Como observado no modelo GLM, a grande variação do intervalo de confiança corrobora a falta de ajuste do modelo e os resultados não foram significativos para as *Parcelas Ripárias* por busca ativa (**Gráfico 94**). O mesmo foi observado para *Parcelas Terrestres* para as quais não houve padrão na relação de riqueza de espécies e distância do rio Doce (**Gráfico 95**). Não foi observada variação na composição de espécies das áreas amostradas quanto as estações e nenhuma variável foi significativamente relevante para determinar a composição de espécies das *Parcelas Terrestres* por busca ativa (**Gráfico 96**).

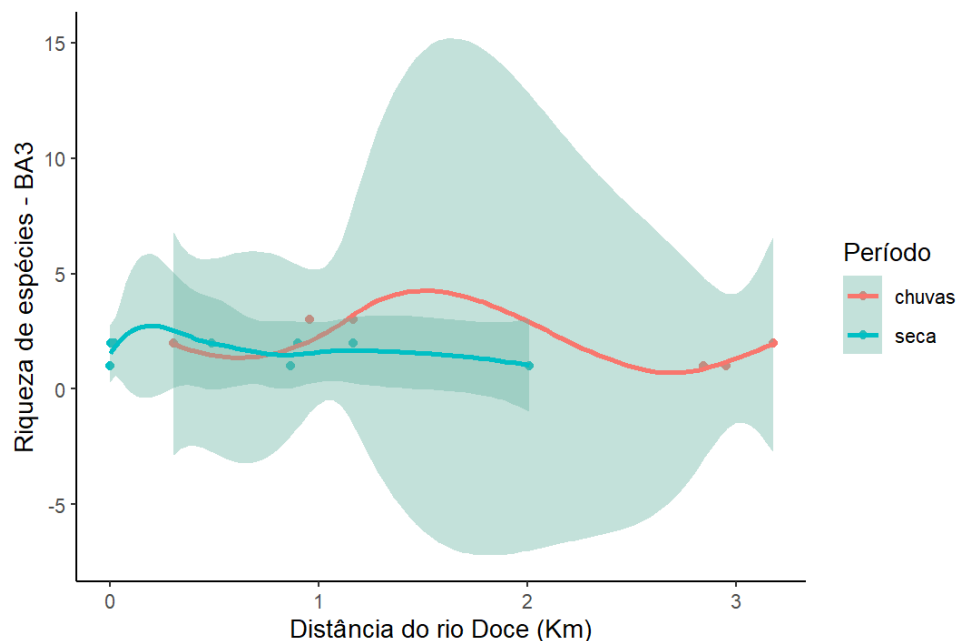


Gráfico 94. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por *busca ativa*, em função da distância do rio Doce para as *Parcelas Ripárias* do BA3, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.

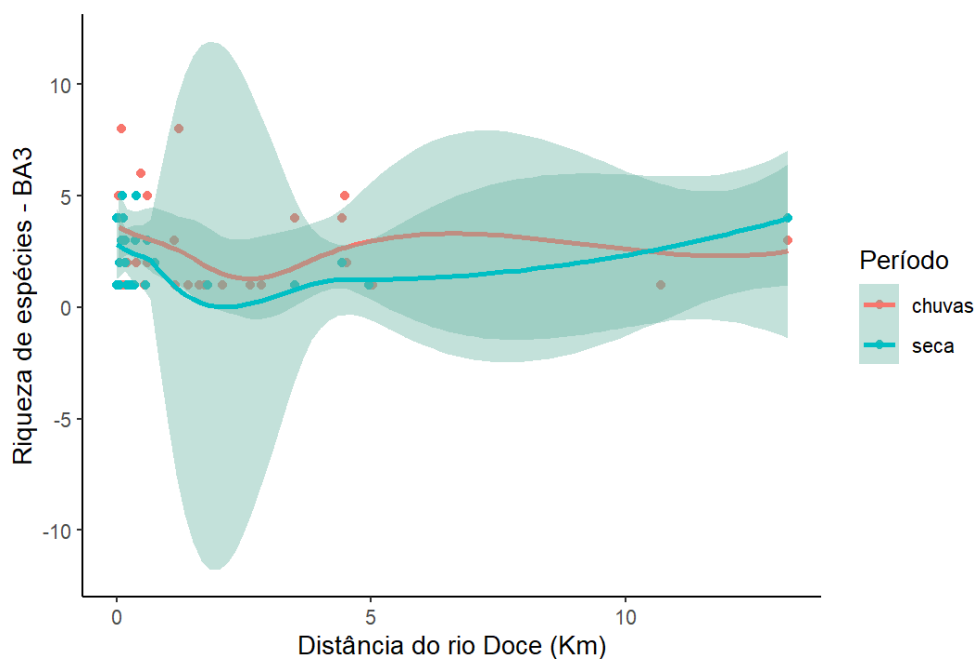


Gráfico 95. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por *busca ativa*, em função da distância do rio Doce para as *Parcelas Terrestres* do BA3, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.

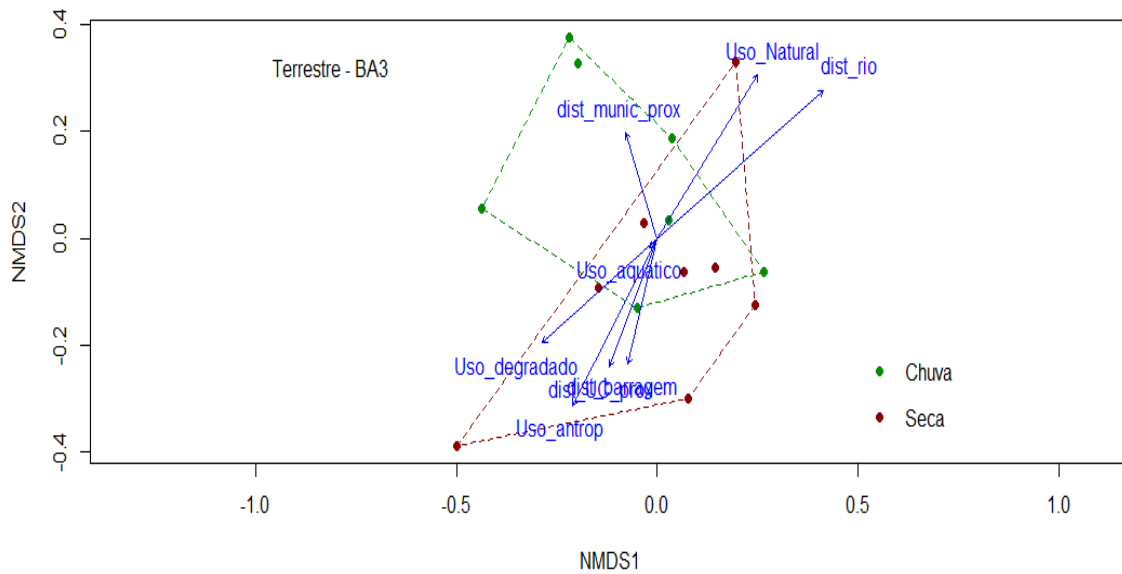


Gráfico 96. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (por *busca ativa*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Houve variação na composição de espécies entre estações para as *Parcelas Ripárias*. As variáveis que contribuíram significativamente foram a distância para o município mais próximo (NMDS1 = -0,90503; NMDS2 = 0,42535; $R^2 = 0,7605$; $p = 0,026$) e *Uso natural* (NMDS1 = -0,71095; NMDS2 = 0,70324; $R^2 = 0,6998$; $p = 0,047$) opostos ao vetor representado pela variável *Uso antrópico* (NMDS1 = 0,69440; NMDS2 = -0,71959; $R^2 = 0,7826$; $p = 0,024$; **Gráfico 97**).

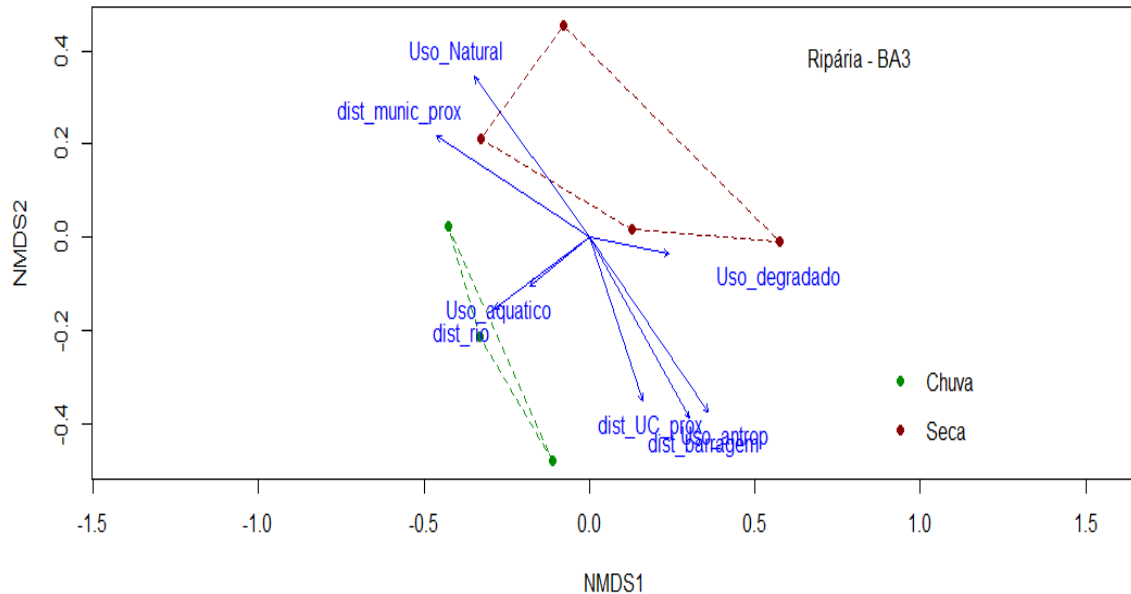


Gráfico 97. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (*busca ativa*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.5.2.7. Bloco Amostral 4 – FESD

O modelo GLM gerado para o BA4 não foi significativo para *armadilhas fotográficas* em *Parcelas Ripárias* e *Terrestres* nas estações seca e chuvosa. Para os métodos de amostragem de *busca ativa*, o modelo gerado não teve o ajuste necessário, e não foi estatisticamente diferente do modelo nulo, não atendendo os pré-requisitos para a análise (**Tabela 14**). Embora a composição de espécies tenha variado entre estações climáticas, nenhuma das variáveis de uso e ocupação do solo foram importantes para a estruturação das mesmas, tanto para *Parcelas Terrestres* quanto *Ripárias*, estas últimas sem observações suficientes para gerar as análises.

Tabela 14. GLM da relação entre riqueza de mamíferos de médio e grande porte e a variável distância do rio entre estações climáticas para o BA4, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Abordagem	Estação	Método	β	Erro padrão	z	p
Parcelas Ripárias	Chuvosa	Busca ativa e Distance	-0,59913	0,79804	-0,751	0,4528
	Seca	Busca ativa e Distance	NA	NA	NA	NA
	Chuvosa	Armadilha fotográfica	-0,08156	0,12567	-0,649	0,5164
	Seca	Armadilha fotográfica	-0,40924	0,22115	-1851	0,0642
Parcelas Terrestres	Chuvosa	Busca ativa e Distance	-1,12596	2,14914	-0,664	0,507
	Seca	Busca ativa e Distance	NA	NA	NA	NA
	Chuvosa	Armadilha fotográfica	-0,171552	0,148864	-1,152	0,2492
	Seca	Armadilha fotográfica	-0,39432	0,345042	-1,143	0,2531

Legenda: β – coeficiente; z – valor do teste; p – nível de significância (0,05); NA – Valores inexistentes.

1.2.3.5.2.7.1. Armadilhas Fotográficas

A riqueza de espécies estimada foi de 23,61 ($\pm 2,43$; **Gráfico 98**) e observamos as seguintes espécies: *Bos taurus*, *Cabassous unicinctus*, *Canis familiaris*, *Cerdocyon thous*, *Chrysocyon brachyurus*, *Cuniculus paca*, *Dasypus novemcinctus*, *Eira barbara*, *Equus asinus*, *Equus caballus*, *Guerlinguetus ingrami*, *Mazama americana*, *Nasua nasua*, *Panthera onca*, *Pecari tajacu*, *Puma concolor*, *Sylvilagus brasiliensis*, *Tamandua tetradactyla*. Não detectamos tendência na variação da riqueza de espécies para a *Parcelas Ripárias* e *Terrestres* para os dados de *armadilhas fotográficas* (**Gráfico 99**, **Gráfico 100**). A composição de espécies nas *Parcelas Terrestres* foi distinta entre estações. As variáveis distância do município mais próximo, da barragem, do rio Doce, da Unidade de Conservação e o *Uso antrópico*, aquático, degradação, e área natural não foram estatisticamente significativos ($p > 0,05$; **Gráfico 101**).

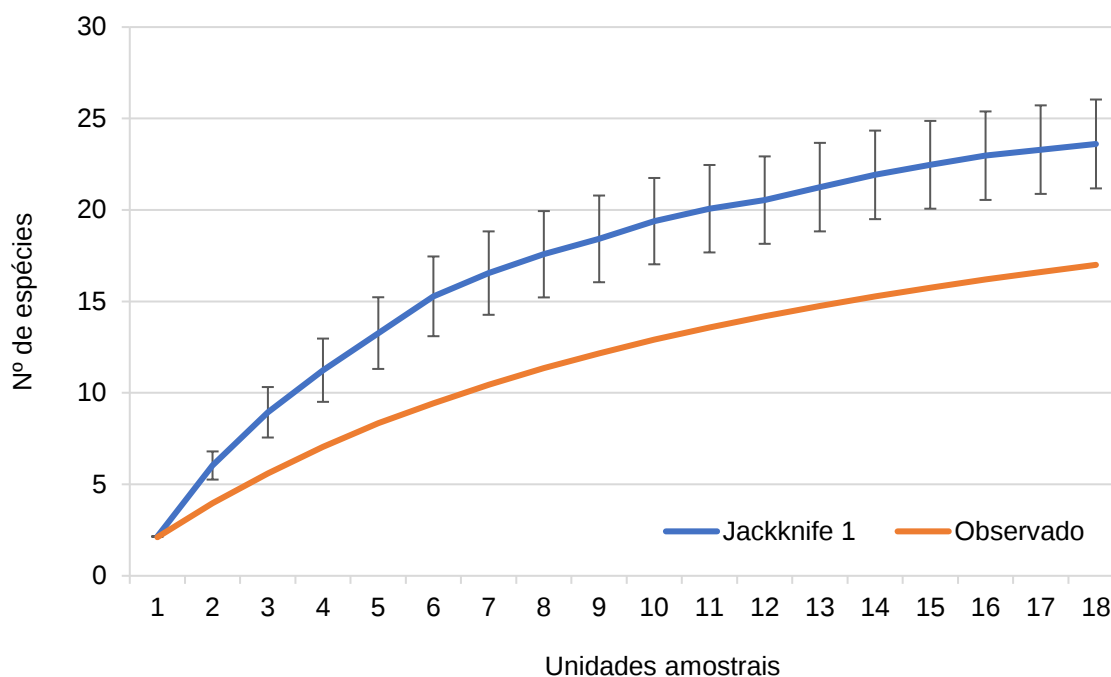


Gráfico 98. Curva de acumulação de espécies para o método de amostragem por *armadilhas fotográficas* para a mamíferos de médio e grande porte no BA4 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

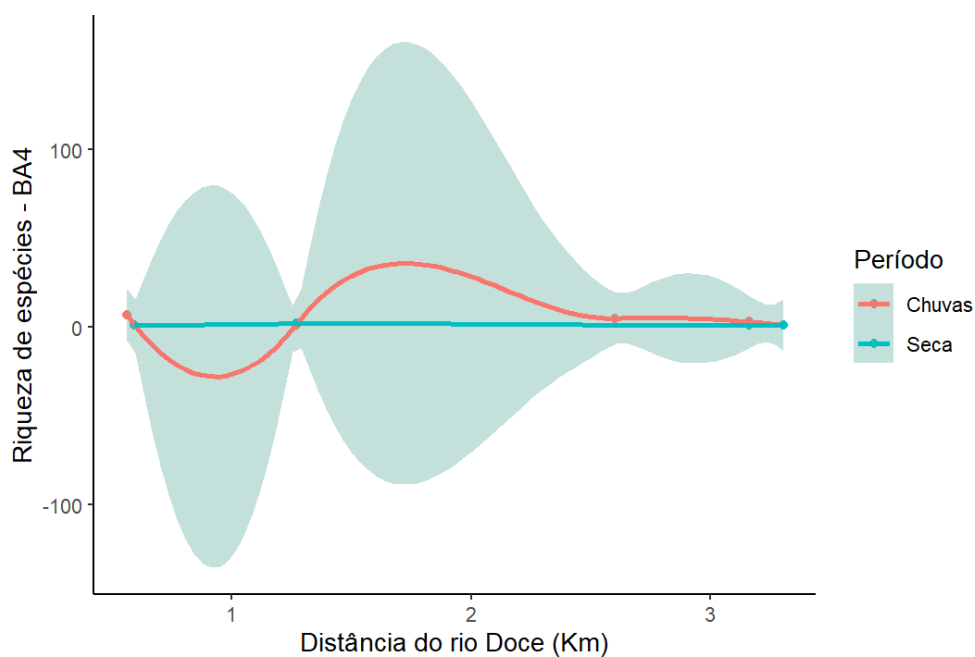


Gráfico 99. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por *armadilhas fotográficas*, em função da distância do rio Doce para as *Parcelas Ripárias* do BA4, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.

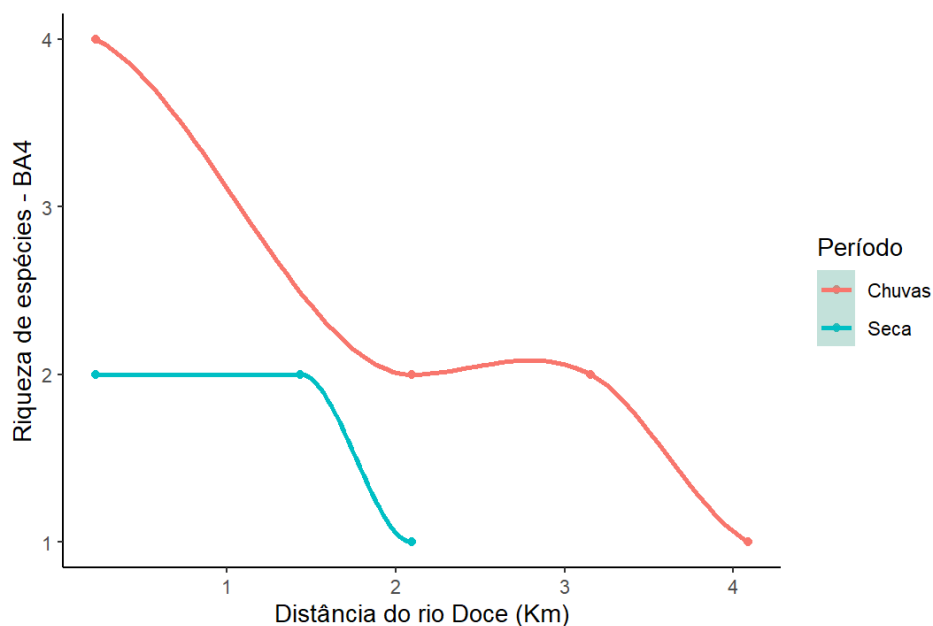


Gráfico 100. Riqueza de mamíferos de médio e grande porte amostrados por *armadilhas fotográficas*, em função da distância do rio Doce para as *Parcelas Terrestres* do BA4, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado – intervalo de confiança.

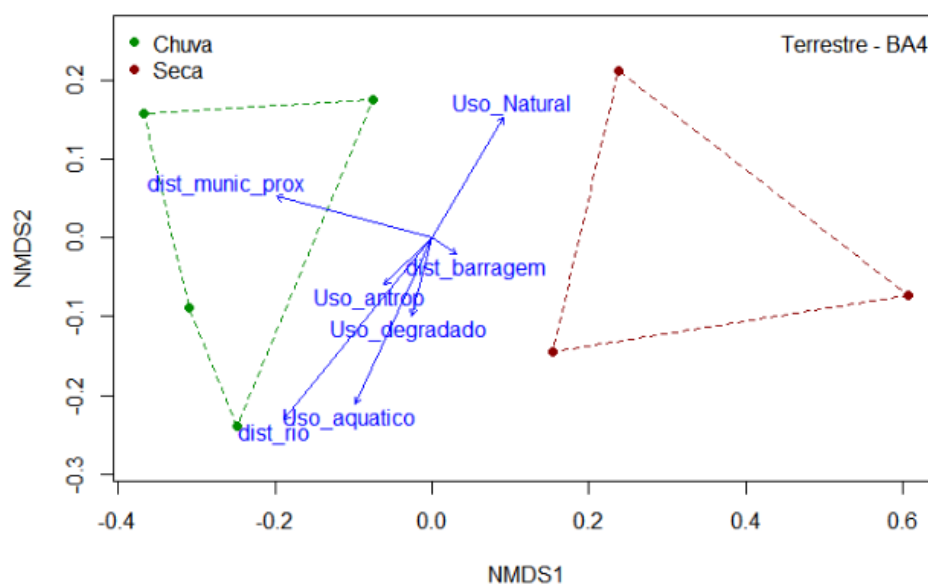


Gráfico 101. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de mamíferos de médio e grande porte registrada nas estações seca e chuvosa no BA4 (*armadilhas fotográficas*) e variáveis ambientais no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.5.2.7.2. Busca ativa e Distance Sampling

A estimativa de riqueza foi de 8 ($\pm 1,22$). No entanto, a curva de rarefação ainda não foi estabilizada e o número de amostras foi baixo. As espécies observadas por este método foram: *Cerdocyon thous*, *Chrysocyon brachyurus*, *Eira barbara*, *Hydrochoerus hydrochaeris*, *Sylvilagus brasiliensis* (**Gráfico 102**). Os dados obtidos foram insuficientes para detectar efeitos da variação da riqueza de espécies em função da distância do rio. Com isso, também não foi possível verificar a variação na composição de espécies por meio de NMDS.

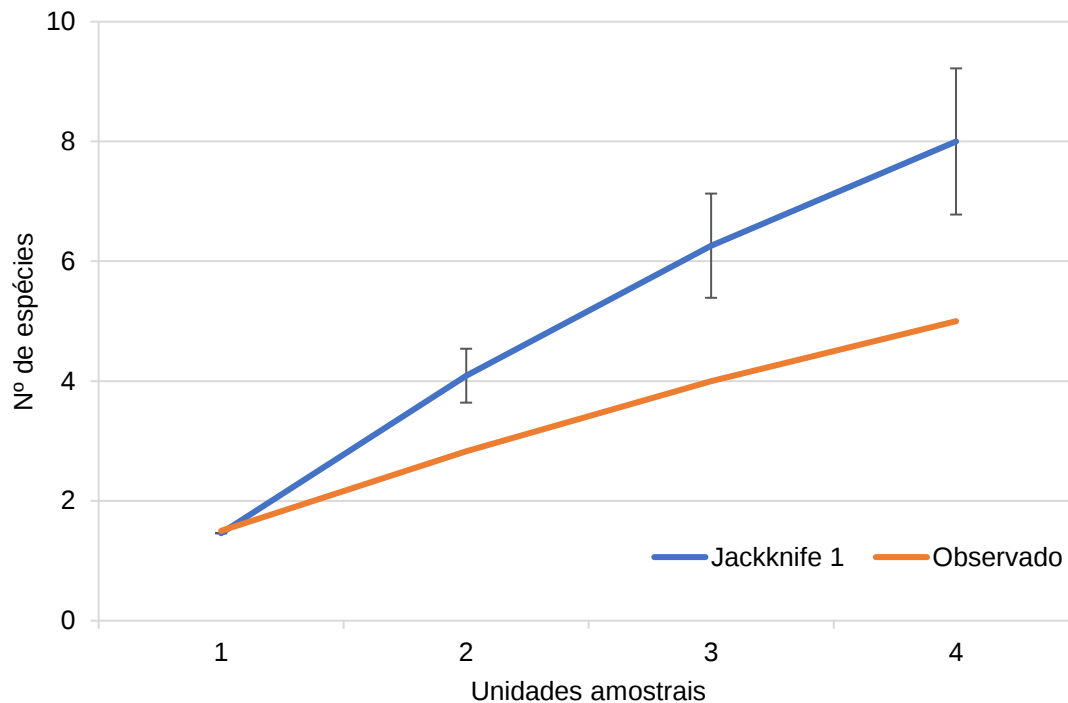


Gráfico 102. Curva de acumulação de espécies obtida a partir do método de amostragem por busca ativa para a mamíferos de médio e grande porte no BA4 do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.2.3.5.3. Táxons de Interesse para a Conservação

A perda de habitat causada pelo rompimento da barragem impacta diretamente espécies ameaçadas registradas no BA4, entre elas as listadas como ameaçadas de

extinção – *Panthera onca*, *Pecari tajacu*, *Puma concolor*. Nos demais Blocos Amostrais (1a, 1b, 2 e 3) também destacamos as espécies ameaçadas ou os dependentes do ambiente aquático como habitat ou como fonte de alimentação (e.g., piscívoros).

Dos táxons da ordem Carnívora e família Felidae, *Panthera onca* (onça-pintada) encontra-se criticamente ameaçada nas listas dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, e na lista oficial do país como vulnerável (**Quadro 39**). A espécie *Puma concolor* (onça-parda) encontra-se categorizada como “em perigo” na lista de espécies ameaçadas do estado do Espírito Santo. Os demais felinos que apresentam algum nível de ameaça a nível estadual ou nacional são *Leopardus guttulus* (gato-do-mato), *Leopardus pardalis* (jaguatirica) e *Herpailurus yagouaroundi* (jaguarundi) (COPAM, 2010; PASSAMANI; MENDES, 2007). Da família Canidae, *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará) encontra-se como vulnerável na lista de espécie ameaçadas do Brasil e do estado de Minas Gerais. Da família Procyonidae, *Potos flavus* (jupará) encontra-se categorizado como em perigo na lista do estado de Minas Gerais. Em destaque, o mustelídeo *Lontra longicaudis* (lontra) encontra-se categorizada como “Vulnerável” no estado de Minas Gerais. Espécies semiaquáticas podem ter sido afetadas pelo rompimento da barragem pela possível contaminação do curso hídrico e as lontras, como predadores de topo e podem ser contaminadas por metais pesados provenientes da cadeia trófica, sendo de especial interesse para conservação por sua preferência por habitat florestais com pouca atividade antrópica (GOMEZ et al., 2014; RAMOS-ROSAS et al., 2013).

Entre os primatas, destaca-se a espécie *Brachyteles hypoxanthus*, que figura nas listas nacional e do ES na categoria “Criticamente Ameaçada”, e “Em Perigo” em MG. *Sapajus robustus* e *Callicebus personatus* também figuram nas três listas de espécies ameaçadas (COPAM, 2010; ICMBIO, 2014; PASSAMANI; MENDES, 2007). *Pecari tajacu* (cateto) encontra-se na lista das espécies ameaçados de extinção nos dois estados na categoria “Vulnerável” (COPAM, 2010; PASSAMANI; MENDES, 2007). As principais ameaças a estas espécies são a fragmentação e destruição do habitat, além de atropelamentos e caça predatória (REIS et al., 2011).

As espécies consideradas “pouco comuns” neste estudo foram *Chrysocyon brachyurus* (lobo-guará), registrado apenas quatro vezes, *Lontra longicaudis* (lontra) com apenas um registro. Possivelmente, são espécies que apresentam baixa abundância de indivíduos na **Área de Estudo**, o que dificulta os registros.

Quadro 39. Espécies da mastofauna de médio e grande porte ameaçadas de extinção registradas durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Ordem	Família	Espécie	Status de Conservação		
			Brasil	MG	ES
Primates	Atelidae	<i>Alouatta guariba clamitans</i>	VU	VU	NA
	Atelidae	<i>Brachyteles hypoxanthus</i>	CR	EN	CR
	Pitheciidae	<i>Callicebus personatus</i>	VU	EN	VU
	Cebidae	<i>Sapajus robustus</i>	EN	EN	VU
Carnivora	Canidae	<i>Chrysocyon brachyurus</i>	VU	VU	NA
	Felidae	<i>Leopardus guttulus</i>	VU	NA	NA
	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	NA	VU	VU
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	VU	VU	EN
	Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	VU	NA	NA
	Felidae	<i>Panthera onca</i>	VU	CR	CR
	Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	NA	VU	NA
	Procyonidae	<i>Potos flavus</i>	NA	EN	NA
Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	NA	VU	VU
Cingulata	Dasypodidae	<i>Priodontes maximus</i>	VU	EN	CR
Pilosa	Bradypodidae	<i>Bradypus torquatus</i>	VU	NA	EN
Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	VU	EN	EN
Rodentia	Dasypodidae	<i>Dasyprocta leporina</i> *	NA	NA	VU
	Erethizontidae	<i>Chaetomys subspinosus</i>	VU	NA	VU

Status de conservação: categorias segundo listas oficiais do país (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018a); do estado de MG (COPAM, 2010), e do estado do Espírito Santo (PASSAMANI; MENDES, 2007); VU – vulnerável; CR – criticamente ameaçado; EN – em perigo; NA – não aplicável.

Os primatas ameaçados de extinção *Brachyteles hypoxanthus* (Foto 9), *Sapajus robustus* e *Alouatta guariba clamitans*, destacam-se ainda entre as espécies registradas, juntamente a *Guerlinguetus ingrami* (caxinguelê), e *Callithrix geoffroyi* (sagui-da-cara-branca), como endêmicas da Mata Atlântica (PAGLIA et al., 2012). Entretanto, estas últimas duas, apesar de endêmicas, possuem ampla distribuição e se adaptam facilmente a ambientes modificados (REIS et al., 2011). O mesmo não ocorre para as demais espécies, classificadas como ameaçadas principalmente em decorrência da perda e fragmentação de habitat e da baixa tolerância a perturbações (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018a).



Foto 9. Indivíduos adultos de muriqui (*Brachyteles hypoxanthus*) registrados durante a primeira campanha, na estação seca, de julho a outubro de 2018, durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Como espécies cinegéticas, podemos destacar *Dasypus novemcinctus* (tatu-galinha), *Mazama gouazoubira* (veado-catingueiro), *Mazama americana* (veado-mateiro), *Cuniculus paca* (paca), *Dasyprocta leporina* (cutia) e *Sylvilagus brasiliensis* (tapeti). Essas espécies são alvos de caçadores por terem a carne apreciada para consumo. São também alvo de caça, por supostamente causar prejuízos a pecuaristas e outros criadores de animais domésticos, os felinos, como *Puma concolor* (onça-parda), *Leopardus pardalis* (jaguatirica), *Leopardus tigrinus* (gato-do-mato-pequeno) e *Leopardus* sp. (gato-do-mato) (MACHADO; DRUMMOND; PAGLIA, 2008b).

1.2.3.6. Conclusões e recomendações

Não foi observado padrão na variação de riqueza de espécies de mamíferos de médio e grande porte em função da distância do rio Doce analisando os registros obtidos nas campanhas das estações seca e chuvosa em avaliação ecológica rápida (**Quadro 40**). Apenas o BA2 e BA3 mostraram diferenças detectáveis entre a riqueza de espécies e a distância do leito do rio Doce, e apenas no último foi possível gerar uma representação gráfica que indica alteração de comportamento da curva em torno de 1.000 m do rio Doce. Este efeito só foi detectável durante a estação chuvosa. A **BHrD** tem sido impactada por atividades antrópicas e a origem do impacto na variação das espécies é de difícil categorização. Portanto, a variação pode ser explicada por outras variáveis não incluídas no modelo.

Os resultados da análise de paisagem (**Volume I, Capítulo 9**), que levou em consideração a série histórica, suportam a hipótese de que a variação na riqueza de espécies de mamíferos de médio e grande porte tem sido impactada por diferentes agentes sinérgicos de ordem de grandeza temporal mais amplas e anteriores ao rompimento da barragem de Fundão. Importante ressaltar que o estudo da paisagem ainda mostrou evidências de que a crise hídrica durante o período de estudo levou a perdas na cobertura florestal e na cobertura de corpos d'água indicando desassociação da perda de habitat indireto com os impactos do rompimento em toda extensão da bacia hidrográfica.

Não há indícios que diferenças na composição florística da **Área de Estudo** seja decorrente dos impactos do rompimento da barragem de Fundão. De mesmo modo, a variação nas comunidades e na riqueza de espécies de mamíferos de médio e grande porte têm sua variação determinada por outros fatores não investigados. Um dos mais relevantes é o histórico das atividades humanas que são determinantes para os padrões

de riqueza de mamíferos de médio e grande porte (REAL et al., 2003). Conforme demonstrado no estudo de análise da paisagem, a **BHRD** é dominada pela agricultura, uma das prováveis fontes do aumento da fragmentação observado ao longo da série histórica analisada.

Outro fato relevante observado na análise de paisagem é o incremento das bordas de formato irregular, o que impacta diretamente a qualidade dos fragmentos, pois se em fragmentos pequenos o formato irregular pode aumentar a chance de extinção local, em grandes fragmentos pode aumentar a probabilidade de recolonização, caso a matriz seja favorável (EWERS; DIDHAM, 2006). Formatos irregulares podem estar relacionados a presença de cursos hídricos, que tornam os fragmentos mais favoráveis a presença de mamíferos de médio e grande porte (GARMENDIA et al., 2013). Portanto, uma investigação em menor escala, por exemplo, restrita ao BA4, favorecerá afirmações mais conclusivas quanto ao impacto e a composição de espécies.

O padrão na variação da riqueza de mamíferos de médio e grande porte em função da distância do rio Doce é inconclusivo, semelhante aos resultados obtidos no estudo de qualidade do solo que não apresentaram anomalias ou distorções quando comparados ao esperado para as classes de solo após o rompimento da barragem de Fundão. Altos teores de silte em parcelas próximas ao rio Doce estão relacionados com a baixa fertilidade do solo. Espécies herbívoras de mamíferos de médio e grande porte (>2kg) tem a fertilidade do solo como variável relevante para a determinação de sua distribuição, visto que áreas com em grande abundância de recursos, mesmo com vegetação pobre em nutrientes, são favoráveis para uma maior riqueza de espécies (OLFF; RITCHIE; PRINS, 2002). Porém, como a concentração de silte está localizada próximo às margens do rio, o impacto da diminuição da fertilidade do solo pode não ser representativo em espécies com maior área de vida.

Não foram realizadas coletas de material biológico para análise de metais pesados em mamíferos de médio e grande porte, pois não existe previsão de uso de métodos de captura de indivíduos ou retirada de amostras biológicas desses organismos no estudo. Portanto, não é possível atender ao objetivo que versa sobre a ecotoxicidade em relação a esses organismos.

As comunidades de mamíferos de médio e grande porte geralmente são as primeiras a diminuir (DIRZO et al., 2014) com a intensificação de atividades humanas em uma região. De modo geral, as variações na composição e estrutura das comunidades de

médios grandes mamíferos estiveram ligadas a variáveis relacionadas à presença do homem na **BHRD**. A proximidade de municípios e o uso antrópico do solo aparecem em quase todos os BA (**Quadro 40**). Em posição contrária e de sinais normalmente invertidos, mas também relevantes, estão as distâncias de UCs e a presença de áreas naturais (uso natural) como determinantes na variação dessas comunidades.

Não foi possível calcular a abundância de indivíduos para as espécies detectadas através da metodologia *Distance Sampling* devido ao baixo número de registros por táxon. Porém, os métodos de *busca ativa* e transecção linear se mostraram complementares ao armadilhamento fotográfico (MICHALSKI; PERES, 2007; O'CONNELL; NICHOLS; KARANTH, 2011). Por exemplo, a *busca ativa* teve maior sucesso no registro de fauna diurna e primatas. Já as *armadilhas fotográficas* é mais eficiente para a detecção de espécies de carnívoros (O'CONNELL; NICHOLS; KARANTH, 2011; TOBLER et al., 2008). Em uma perspectiva de melhor aproveitamento dos dados, sugerimos que seja investido tempo apenas em *busca ativa* por vestígios indiretos das espécies, deixando de lado o grande esforço de tempo e equipe para o censo crepuscular, que além de cansativo para a equipe de campo não gera resultados passíveis de análise. Por exemplo, mesmo após duas campanhas de amostragem, não obtivemos registros suficientes para nenhuma das espécies avistadas que permitissem cálculos de probabilidade de ocupação nas diferentes áreas amostradas.

Quadro 40. Resumo quantitativo das distâncias em relação ao rio Doce e variáveis de uso e cobertura do solo de influência para mamíferos de médio e grande porte durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Abordagem / Bloco Amostral	BA4	BA3	BA2	BA1b	BA1a
Distância do rio Doce (m)					
<i>Parcelas Ripárias</i>	-		dif.	-	-
<i>Parcelas Terrestres</i>	-	1.000	-	-	-
Uso e cobertura do solo - Composição de espécies					
<i>Parcelas Ripárias</i>	-	Município Uso Antrópico Uso Natural		Barragem Uso antrópico Uso natural	-
<i>Parcelas Terrestres</i>	-	UC	Município Barragem,	UC	UC Município Uso antrópico Uso natural

Legenda: dif. – diferença estatística não representável graficamente.

O delineamento amostral para as análises estatísticas baseadas na distância do rio levou à subdivisão dos BA, estação seca e chuvosa, tipo de parcela e método de amostragem empregado. Com isso, alguns grupos ficaram deficientes em dados para definir a comunidade de mamíferos ou realizar algumas análises. Por exemplo, o modelo linear generalizado criado para métodos de *busca ativa* em *Parcelas Ripárias* e *Parcelas Terrestres* não atendeu os pressupostos exigidos para o teste. Portanto, é recomendada a continuação do monitoramento dos mamíferos de médio e grande porte na **BHrD** para que, agora que estabelecida uma amostragem de um ano, tenha-se valores comparativos para acompanhar as comunidades de mamíferos.

Como hipótese para a identificação de impactos através da análise do monitoramento de mamíferos de médio e grande porte, foi analisado a discrepância quanto à composição de espécies em dados secundários. Não houve diferenças relevantes na composição de espécies. De mesmo modo, não foram observadas divergências nos nichos ecológicos das espécies registradas.

Programas de monitoramento de longo prazo podem monitorar os predadores de topo registrados neste estudo devido a importância de predadores de topo na regulação populacional e na diversidade de espécies (*Top-down*; TERBORGH et al., 2001). Por exemplo, a ausência de espécies de predadores como *Panthera onca* ou *Puma concolor* junto com o aumento na abundância de espécies herbívoras podem ser utilizados como indicadores de eventos de cascata trófica (FORTIN et al., 2005; POLIS et al., 2000). O monitoramento da área pode utilizar o tamanho corporal das espécies de mamíferos como indicador visto que o risco de extinção aumenta significativamente a partir de 3 quilogramas (CARDILLO et al., 2005). Com isso, além das espécies de predadores de topo, diferentes nichos também podem ser utilizados para indicar alterações ambientais.

As áreas mais afetadas pelo rompimento da barragem de fundão estão espacialmente restritas a montante do reservatório da U.H.E. Candonga onde apenas cerca de 30% eram compostos por ecossistemas naturais. A determinação da área diretamente afetada, junto à análise de paisagem, estabelece um importante parâmetro para a determinação de área focal para estudos de monitoramento de fauna para avaliar a recolonização e recuperação das áreas degradadas.

Um estudo de monitoramento de mamíferos de médio e grande porte pode ser idealizado para comparar a recuperação das áreas que foram afetadas intensamente pelo rompimento. A presença de espécies raras de mamíferos terrestres é um indicador

eficiente para a o estado de conservação e diversidade geral em áreas de interesse (TOGNETTI, 2005). Apesar de não serem determinantes para a presença de outras espécies, a ocorrência de mamíferos de grande porte indica os impactos humanos sobre a biodiversidade (MORRISON et al., 2007). Uma investigação empírica pode levar em consideração três tratamentos: área de recuperação ativa; área de recuperação natural (sem medidas ativas de recuperação); área controle (distante do local de rompimento). O estabelecimento de áreas que permitam a análise comparativa da diversidade de espécies possibilitará concluir os efeitos do impacto do rompimento sobre a fauna e a sua recuperação subsequente. A seleção de espécies de mamíferos indicadores para estudo que visa a análise da recuperação da área diretamente impactada (BA4) pode utilizar as espécies ameaçadas, com distribuição conhecida na região, para determinar a extensão e intensidade do impacto ambiental a partir da recolonização. Portanto, o uso de espécies indicadoras de mamíferos neste caso não é direcionado para busca de espécies raras, mas sim para a determinação da extensão de sua ocorrência. Os métodos empregados para o monitoramento de mamíferos de médio e grande porte inclui o armadilhamento fotográfico que permite registros contínuos da área de interesse. A *busca ativa* complementa o inventário faunístico com registros de espécies conspícuas não registradas por *armadilhas fotográficas*.

1.2.3.6.1. Perguntas a serem respondidas pelo monitoramento

No Parecer Técnico nº 01/2017, os órgãos ambientais levantaram oito perguntas principais que são o foco do presente estudo. Após o primeiro ano de avaliação ecológica rápida dos mamíferos de médio e grande porte ao longo do rio Doce e seus tributários, foi possível avaliar se tais questões são factíveis de serem respondidas ou não. Abaixo estão as questões com seus respectivos comentários.

1) Qual o impacto do evento sobre as espécies da fauna terrestre e aquática?

Observamos variação da riqueza de espécies de mamíferos de médio e grande porte em função da distância do rio Doce apenas no BA2 e BA3 durante a estação de chuvas. Como a **BHRD** tem sido impactada por atividades antrópicas de origem difusa no tempo e espaço. Estas não são variáveis avaliadas por este estudo. Portanto, a variação pode ser explicada por outras variáveis não incluídas no modelo e a resposta a esta pergunta não é possível com o conjunto de dados já disponível.

2) Houve acumulação de metais nas diferentes espécies e no solo?

Não existe previsão de uso de métodos de captura de indivíduos ou retirada de amostras biológicas desses organismos no estudo. Portanto, não há amostras para este grupo e esta pergunta não pode ser respondida.

3) Até qual distância do rio Doce a acumulação de metais foi observada?

Pelo motivo explicitado na pergunta 2, esta igualmente não pode ser respondida.

4) Como os metais pesados estão circulando nas cadeias?

Além de não termos métodos e previsão de coleta de material especificamente para a análise de metais pesados nesses organismos, esta pergunta não é possível de responder, pois não há metodologia específica no presente estudo que permita tal avaliação.

5) Como as taxas de ocupação das diferentes espécies são afetadas pelas distâncias de rios, bordas, estradas e ferrovias, e aspectos físicos e químicos?

Não obtivemos registros suficientes para calcular densidade populacional e taxas de ocupação das diferentes espécies. As questões relacionadas a análise da influência da distância estão abordadas especificamente nos resultados deste relatório. Os demais fatores não possuem relação com o rompimento da barragem de Fundão e uma avaliação usando-os, mesmo que fosse possível, não ajudaria no entendimento do impacto.

6) Áreas protegidas por Unidades de Conservação (UC) e aquelas fora de UC são semelhantes em termos de estruturas de comunidades ou são complementares?

As UCs possuíram maior número de espécies e maior abundância de registros. Nesse aspecto, portanto, foram complementares, o que, de certa forma, é algo já esperado. No entanto, não temos um delineamento amostral dedicado a responder esta questão, que também não é relevante para entender os impactos sofridos pela biota terrestre após o rompimento da barragem de Fundão. Esta pergunta seria relevante se estivesse posta em conjunto com experimentos de campo que avaliassem os impactos em áreas em restauração natural e induzida, para identificar os locais em que as UCs poderiam suprir essas áreas com indivíduos de caríadas espécies, agindo como áreas-fonte.

7) Como se dará a recolonização das áreas que foram restauradas?

Nenhuma parcela amostrada se encontra em áreas restauradas, por isso, não existe a possibilidade de responder essa pergunta.

8) É possível detectar mudanças na composição de espécies de fauna terrestre afetadas pelo desastre?

Como mencionado em relação à pergunta 7, o delineamento amostral atual do monitoramento não envolve áreas diretamente afetadas dentro das áreas de amostragem do estudo. Além dessas áreas, deveriam ser amostradas áreas controle ainda no BA4, assim como áreas em processo de recuperação. As áreas que amostramos não foram diretamente afetadas e, portanto, não deixam possibilidade de resposta para essa pergunta.

1.3. CLASSE REPTILIA, Ordem Testudines

1.3.1. Introdução

Os quelônios são animais pré-históricos com mais de 200 milhões de anos de existência, devendo seu sucesso, principalmente, a sua morfologia peculiar e adaptações testadas pelo tempo. No entanto, mesmo tendo sobrevivido a processos de extinção em massa ao longo do tempo, ca. 60% das 360 espécies de quelônios registradas no mundo sofrem algum tipo de ameaça ou foram recentemente extintas (TURTLE CONSERVATION COALITION, 2018). Estão entre os vertebrados mais ameaçados do mundo, principalmente devido a fragmentação e/ou perda de habitat, superexploração, introdução de espécies exóticas, doenças e, mais recentemente, as mudanças climáticas (LOVICH et al., 2018). O maior problema da perda de espécies de quelônios é que esse grupo tem se mostrado muito importante para manter serviços ecossistêmicos fundamentais, como: ciclagem de nutrientes, dispersão de sementes e fluxo de energia, entre outros (FALCÓN; MOLL; HANSEN, 2020; LOVICH et al., 2018). Assim, a perda de espécies funcionalmente importantes pode acarretar no desequilíbrio ecossistêmico e na perda de serviços ecossistêmicos caso outra espécie não assuma tal função na natureza.

Quelônios são organismos biomonitores adequados para avaliação da saúde o meio ambiente, pois são de vida longa e ocupam níveis tróficos elevados nas teias alimentares de áreas úmidas. É fundamental, portanto, avaliar a diversidade, composição e ocorrência de quelônios em ecossistemas sensíveis a impactos ambientais, como no caso da **BHRD**. Isso é urgente, principalmente devido a impactos recorrentes no rio Doce e em seus afluentes, como o desmatamento da vegetação marginal, instalação de barragens e contaminação do rio com rejeitos de mineração. Além disso, pouco se sabe sobre a diversidade de espécies de quelônios aquáticos que habitam a **BHRD**, portanto reforçando a necessidade de estudos sobre a diversidade e impactos ambientais nas espécies e populações da região. Os dois estados que contemplam a **BHRD** são Minas Gerais e Espírito Santo. Atualmente são conhecidos para Minas Gerais nove espécies de quelônios aquáticos e semiaquáticos continentais (*Kinosternon scorpioides*, *Acanthochelys spixii*, *Mesoclemmys hoguei*, *Mesoclemmys tuberculata*, *Mesoclemmys vanderhaegei*, *Phrynops geoffroanus*, *Hydromedusa maximiliani* e *Hydromedusa tectifera*) e para o Espírito Santo cinco espécies (*Acanthochelys radiolata*, *Mesoclemmys hoguei*, *Phrynops geoffroanus*, *Hydromedusa maximiliani* e *Rhinoclemmys p. punctularia*) (COSTA; BÉRNILS, 2018). Dentre essas

quatro espécies já foram registradas para a **BHrD** (*Acanthochelys radiolata*, *Hydromedusa maximiliani*, *Mesoclemmys hoguei* e *Rhinoclemmys p. punctularia*), mas com o baixo número de inventários faunísticos realizados na região, é possível que mais espécies sejam registradas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar a diversidade de quelônios na **BHrD**;
- Avaliar no ponto de vista espacial e temporal como as populações de quelônios aquáticos e semiaquáticos estão estruturadas ao longo da **BHrD** e em seus afluentes;
- Avaliar como os impactos causados pelo rompimento da barragem de Fundão afetam os quelônios aquáticos e semiaquáticos;
- Definir espécie de quelônio indicadora para monitoramento;
- Determinar se a paisagem de entorno (mancha de habitat) está relacionada com a diversidade e abundância de quelônios nas áreas amostradas ao longo do rio Doce e em seus afluentes;
- Determinar se há e os níveis de contaminação dos quelônios por metais pesados na **BHrD**.

1.3.3. Material e métodos

A campanha de coleta de dados de quelônios aquáticos e semiaquáticos foi realizada 01 de agosto e 25 de setembro de 2018 (período seco), e entre 24 de janeiro e 07 de março de 2019 (período chuvoso). A campanha de seca totalizando 55 dias corridos de coleta de dados e 83 dias na soma das duas localidades amostradas, já a campanha chuvosa totalizou 43 dias corridos e 71 dias na soma das duas localidades amostradas (**Quadro 41**). A captura e coleta de exemplares foram autorizadas pela licença nº 06/2018-CGBIO/DBFLO.

Quadro 41. Períodos de campo da campanha para o estudo de Testudines aquáticos e semiaquáticos durante a campanha de seca, de julho a outubro de 2018, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Equipes	Campanha	Período	Dias amostrados
MG	Seca	01/08 – 25/09/2018	55
ES	Seca	01 – 28/08/2018	28
MG	Chuva	24/01 – 06/03/2019	41
ES	Chuva	05/02 – 07/03/2019	30

1.3.3.1. Dados secundários da Bacia Hidrográfica do rio Doce

Para obtenção de dados secundários para quelônios da **BHRD** foram obtidos mediante revisão da literatura (artigos publicados em periódicos, dissertações/teses e resumos em congressos da área de herpetologia) e da revisão de dados inseridos na rede [(*SpeciesLink*, *GBIF*, *EMYSsystem*, Portal da Biodiversidade)]. A revisão bibliográfica foi realizada com busca de bibliografias de estudos disponíveis até o momento para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, além de buscas específicas para a **BHRD**, examinando a literatura disponível nas seguintes bases de dados: [Web of Science](#), [Scielo](#), e [Google Acadêmico](#). As seguintes combinações de palavras chave no resumo ou no texto foram usadas: “Herpetofauna rio Doce”, “Herpetofauna Espírito Santo”, “Herpetofauna Minas Gerais”, “Quelônios rio Doce”, “*Kinosternon scorpioides*”, “*Acanthochelys spixii*”, “*Acanthochelys radiolata*”, “*Mesoclemmys hogei*”, “*Mesoclemmys tuberculata*”, “*Mesoclemmys vanderhaegei*”, “*Phrynops geoffroanus*”, “*Hydromedusa maximiliani*”, “*Hydromedusa tectifera*” e “*Rhinoclemmys*”. As palavras também foram procuradas usando o equivalente em inglês. Desta forma, além de acessar listas de espécies de herpetofauna, a procura foi realizada com os nomes específicos de cada espécie com distribuição para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo baseado na lista de distribuição da herpetofauna (COSTA; BÉRNILS, 2018).

1.3.3.2. Dados primários

Para amostrar as populações de quelônios aquáticos com ocorrência na **Área de Estudo**, empregamos o método de amostragem usando *funnel traps* (armadilhas tipo covo; **Figura 19**). As armadilhas são também conhecidas como *hoop traps*, e consistem em *Gaiolas* com abertura em forma de funil invertido que facilita a entrada dos quelônios e dificulta sua saída. Essa armadilha é uma adaptação da *fyke net*, apresentando

apenas o funil com entradas de ambos os lados, não havendo cerca guia para interceptar e direcionar os animais para a entrada da armadilha (BALESTRA et al., 2016; VOGT, 1980). Os animais foram atraídos exclusivamente por iscas de sardinhas enlatadas, cuja superfície foi perfurada para liberar o cheiro na água. Apesar da recomendação do uso de iscas vegetais no Parecer Técnico (IBAMA-COREC, 2017b), isto não foi necessário, porque estas não são utilizadas para captura de quelônios da família Chelidae ou Geoemydidae, as mais comuns na **Área de Estudo** (BALESTRA et al., 2016). As armadilhas utilizadas eram cilíndricas com ca. 90 cm de comprimento, 45 cm de diâmetro, 20 cm na abertura do funil e confeccionadas com malha preta semelhante as usadas em redes de pesca.



Figura 19. Armadilhas *funnel traps* utilizadas para captura de Testudines aquáticos e semiaquáticos durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. As armadilhas foram instaladas nas margens dos corpos d'água amostrados nas Áreas Afetadas e Não Afetadas. A e B – Instalação e revisão das armadilhas; C e D – armadilhas instaladas.

Instalamos as armadilhas em rios, córregos, lagos e represas no rio Doce e em seus afluentes (**Figura 19C, D**). Em cada um das 24 UA (12 em **Área Afetada** e 12 em **Área Não Afetada**) instalamos cinco conjuntos de quatro armadilhas, totalizando 20 armadilhas por UA que permaneceram ao longo de cinco dias. As UA foram selecionadas de modo que contemplassem o rio Doce e afluentes/corpos d'água importantes ao longo do rio, determinados no Parecer Técnico (IBAMA-COREC, 2017b), e os três territórios hidrográficos (TH) da **BHRD**: alto, médio e baixo rio Doce. Dentre as 24 UA, 10 estão localizadas no alto rio Doce (AA-01, 02, 03, 04, 05 e 06; ANA-01, 02, 03 e 04), oito no médio rio Doce (AA-07, 08 e 09; ANA-05, 06, 07, 08 e 09) e seis no baixo rio Doce (AA-10, 11 e 12; ANA-10, 11 e 12). O esforço com o uso de armadilhas *funnel traps* foi de 2.400 horas-armadilhas por UA (20 armadilhas por estação de amostragem), 4.800 horas-armadilhas por UA ao fim de um ano de monitoramento, totalizando 57.600 horas-armadilhas nas 12 UA da AA e 57.600 horas-armadilhas nos 12 UA da ANA, total geral de 115.200 horas-armadilhas em todas as UA nas duas estações, seca e chuvosa. Considerando o esforço total de armadilhas nos três TH, no alto rio Doce foi de 48.000, no médio 38.400 e no baixo 28.800. O esforço decrescente sentido alto-baixo rio Doce segue a premissa de que os possíveis impactos do rompimento da barragem de Fundão diminuem à medida que nos afastamos da área fonte.

Amarramos as armadilhas nas margens dos corpos d'água ou no meio quando havia rochas ou vegetação para amarra-las (**Figura 19C**). Revisamos as armadilhas uma vez ao dia, pois as mesmas permitem que os quelônios capturados permaneçam vivos por longos períodos, podendo respirar na parte emersa da armadilha (**Figura 19D**). As armadilhas permaneceram ativas 24 h por dia de amostragem, para possibilitar a captura de espécies de quelônios com hábitos diurnos e noturnos. As armadilhas *funnel traps* são especialmente eficazes na captura de quelônios aquáticos piscívoros, carnívoros e/ou onívoros, como os integrantes da família Chelidae, Kinosternidae e Geoemydidae (BALESTRA et al., 2016). Caso fossem capturados indivíduos de *H. maximiliani*, espécie listada como Vulnerável (VU) pela IUCN (TORTOISE & FRESHWATER TURTLE SPECIALIST GROUP, 1996) e Deficiente de Dados (DD) para o ICMBio/MMA (2018b), o esforço deveria aumentar para cinco conjuntos de quatro armadilhas por localidade de ocorrência ao longo das estações seca e chuvosa.

Os espécimes capturados foram triados no mesmo local de captura, onde realizamos medidas biométricas, sexagem e marcação (**Figura 20**). Os animais foram pesados com

auxílio de dinamômetro de mão Pesola® de 100 g (precisão de 1 g), 1,000 g (precisão de 10 g) e 5,000 g (precisão de 50 g; **Figura 20A**). Utilizamos medidas lineares para aferir o tamanho dos indivíduos, usando trena (Figura 20B). As medidas aferidas foram CC (comprimento da carapaça) e CP (comprimento do plastrão). Marcamos os quelônios usando *microchips* (*passive integrated transponder [PIT] tags*), instalando na perna posterior esquerda dos indivíduos (**Figura 20C**). Após a marcação, sexagem e biometria, os quelônios foram liberados no mesmo local de captura (**Figura 20D**). Os espécimes capturados como material testemunho e/ou encontrados mortos durante o estudo foram fixados em solução de formalina a 10% e conservados em álcool com concentração de 70%. Todo o material biológico coletado será depositado em coleções zoológicas conforme determinado na licença nº 06/2018-CGBIO/DBFLO.



Figura 20. Procedimento metodológico aplicado nos Testudines capturados durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. A e B – biometria dos espécimes capturados; C – instalação do *microchip* na perna posterior esquerda; D – soltura dos espécimes após biometria, sexagem e instalação do *microchip* no mesmo local de captura.

1.3.3.3. Análise de dados

Para determinar se a razão sexual de *Phrynops geoffroanus* diferiu de 1:1 usamos o teste qui-quadrado (ZAR, 2010). Adicionalmente, avaliamos a frequência acumulativa para a população e/ou subpopulações de *Phrynops geoffroanus* usando dados de novos indivíduos capturados ao longo dos 96 dias de amostragem. Para determinar se a abundância de *P. geoffroanus* variou em relação a aspectos da paisagem (territórios hidrográficos – TH), usamos os Modelos Lineares Mistos Generalizados (GLMM). Para analisar a correlação entre as variáveis (UA, distância do rio Doce, distância da UC mais próxima, distância da barragem de Fundão, altitude e distância da cidade mais próxima) realizamos o teste de correlação de Spearman e as variáveis com valores de correlação acima de 70% foram excluídas das análises. Apenas três das seis variáveis ambientais foram incluídas nas análises (distância do rio Doce, altitude e distância da cidade mais próxima), pois altitude, distância da barragem de Fundão, distância da cidade e da UC mais próximas estavam correlacionadas. Todas essas variáveis foram consideradas como fatores fixos, enquanto que a variação na abundância de *P. geoffroanus* entre as UA foi considerada como fator aleatório. Devido à sobredispersão nos dados de abundância, utilizamos a distribuição de *quasipoisson*, que se ajusta melhor ajuste a dados com variância inflada (VER HOEF; BOVENG, 2007), sendo a normalidade dos dados verificada por meio do teste Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965). As análises de GLMMs foram realizadas utilizando o pacote MASS (VENABLES; RIPLEY, 2002). Todas as análises estatísticas foram realizados/gerados no ambiente de programação R 3.6.0 (R CORE TEAM, 2018) e usamos $\alpha = 0,05$ para os testes.

1.3.4. Resultados

1.3.4.1. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce

Atualmente são registrados para o estado de Minas Gerais nove espécies de quelônios continentais: (*Kinosternon scorpioides*, *Acanthochelys spixii*, *Mesoclemmys hoguei*, *Mesoclemmys tuberculata*, *Mesoclemmys vanderhaegei*, *Phrynops geoffroanus*, *Hydromedusa maximiliani* e *Hydromedusa tectifera*) e cinco espécies para o Espírito Santo (*Acanthochelys radiolata*, *Mesoclemmys hoguei*, *Phrynops geoffroanus*, *Hydromedusa maximiliani* e *Rhinoclemmys p. punctularia*) (COSTA; BERNILS, 2018). Aqui vamos tratar *Rhinoclemmys p. punctularia* como *Rhinoclemmys* sp. n., uma vez que são diferentes espécies de *Rhinoclemmys* com distribuição descontínua, sendo *R. p. punctularia* a espécie Amazônica e *Rhinoclemmys* sp. n., com registro na Mata

Atlântica, em processo de descrição. Destas, quatro espécies tem registro para a **BHrD** (*A. radiolata*, *H. maximiliani*, *P. geoffroanus* e *Rhinoclemmys* sp. n.) (BERTOLUCI et al., 2009; EMYSYSTEM, 1999; MOURA et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2018; RHODIN; DA ROCHA E SILVA; MITTERMEIER, 1984) (**Quadro 42**). Três dessas espécies pertencem à família de quelônio mais diversa do Brasil (Chelidae, com 20 espécies), *Rhinoclemmys* pertence à família menos diversa no Brasil, com apenas uma espécie descrita até o momento, Geoemydidae (COSTA; BÉRNILS, 2018).

Dentre as quatro espécies de quelônios registrados para a **BHrD**, *H. maximiliani* requer maior atenção, pois é considerada vulnerável (VU) pela IUCN (TORTOISE & FRESHWATER TURTLE SPECIALIST GROUP, 1996) e Deficiente de Dados (DD) nacionalmente (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018b). Trata-se de uma espécie exigente com relação à qualidade do habitat, ocorrendo em pequenos córregos conservados, de água clara, localizados em região de serra (SOUZA; MARTINS, 2009). Devido à exigência de habitat, essa espécie não deve ocorrer na AA, por esta abranger rios de maior porte de águas abertas. Assim, a conservação de algumas áreas prioritárias na cabeceira do rio Doce em Minas Gerais pode auxiliar na conservação de *H. maximiliani* como: Serra do Ambrósio; Floresta da Encosta Leste do Espinhaço Meridional; Alto rio Santo Antônio, Estação Biológica Caratinga; Serra do Caarapó (DRUMMOND et al., 2005; MMA, 2007). Contudo, outros quelônios de interesse, *Rhinoclemmys* sp. n. apresenta populações que sofrem com processos antrópicos na região da foz do rio Doce (OLIVEIRA et al., 2018), não diretamente ligados ao rompimento da barragem de Fundão. *Acanthochelys radiolata*, um cágado que habita principalmente corpos d'água lênticos como lagoas, considerado pela IUCN como quase ameaçada (NT; TORTOISE & FRESHWATER TURTLE SPECIALIST GROUP, 1996), mas tanto *A. radiolata* como *P. geoffroanus* são consideradas menos preocupante (LC) nacionalmente (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018b). O Parque Estadual do Rio Doce (PERD) que possui em sua paisagem diversas lagoas, provavelmente contempla grande abundância de *A. radiolata* que prefere ambientes lênticos.

1.3.4.1. Diagnóstico na Área de Estudo

Registramos até o momento duas espécies de quelônios da família Chelidae – *Phrynops geoffroanus* e *Acanthochelys radiolata* – 46 espécimes, 21 na campanha de seca e 25 na chuvosa (**APÊNDICE 41**). *Phrynops geoffroanus* foi a espécie mais abundante com 45 espécimes capturados (27 fêmeas, 17 machos e um jovem). A razão sexual não foi

diferente de 1:1 (1M: 1,58F; $X^2 = 2,272$, $df = 1$, $p = 0,131$), apesar do aparente desvio para fêmeas. O maior indivíduo capturado de *P. geoffroanus* foi um macho de 293 mm de comprimento total de carapaça (CTC) e o menor, o único jovem capturado, com 63 mm de comprimento total da carapaça (média $203 \pm 93,79$ mm). A maioria dos *P. geoffroanus* capturados eram adultos entre 150 e 290 mm de CTC.

Foi necessário o esforço de 2.560 horas-armadilha para captura de um único indivíduo de *P. geoffroanus*, esforço maior que o registrado para essa espécie em corpos d'água conservados (RIBEIRO; UTTA; BARRETO, 2017) e poluídos no Brasil (MARTINS; SOUZA; COSTA, 2010; SOUZA et al., 2008; SOUZA; ABE, 2000). *P. geoffroanus* pertence a um complexo de espécies de quelônios amplamente distribuídos na América do Sul (RHODIN et al., 2017), sendo comumente encontradas em riachos, rios (geralmente de pequeno e médio porte), lagoas e lagos de diversos tamanhos, incluindo corpos d'água poluídos pelo despejo de efluentes nas cidades (RUEDA-ALMONACID et al., 2007; SOUZA et al., 2008; SOUZA; ABE, 2000, 2001). Essa plasticidade no uso do habitat por *P. geoffroanus*, não selecionando o habitat por sua qualidade, sugere que essa espécie não seja um bom indicador de qualidade ambiental. Porém, devemos lembrar que trata-se de um complexo de espécie com, pelo menos, quatro espécies distintas (DE CARVALHO et al., 2017), e variações no comportamento de diferentes populações pode ocorrer.

O único indivíduo de *A. radiolata* registrado foi um adulto avistado pela equipe de inventário de fauna terrestre deslocando-se por terra na floresta durante a campanha de seca. O espécime estava fora das UA de Testudines, restrita as proximidades do rio Doce e de seus afluentes, mas dentro da área de monitoramento da fauna terrestre. Quelônios aquáticos e semiaquáticos podem deslocar-se por terra a procura de corpos d'água mais favoráveis para sua sobrevivência (BRITO et al., 2012; ROWE, 2003), de parceiros para acasalamento ou de locais adequados para desova (ROWE; COVAL; DUGAN, 2005). *Acanthochelys radiolata* é um quelônio endêmico do Brasil que habita corpos d'água lênticos como represas e lagoas (BONIN; DEVAUX; DUPRÉ, 2006; SOUZA et al., 2019). Por esse motivo, essa espécie dificilmente seria capturada no rio Doce e em seus afluentes onde concentramos a maior parte do nosso esforço amostral, pois esses são ambientes lóticos. É provável que sejam registrados nas lagoas do PERD localizadas no alto rio Doce que apresentam características ambientais mais apropriadas à espécie, e onde temos três UA (ANA 2, 3 e 4).

Quadro 42. Lista dos Testudines aquáticos e semiaquáticos registrados para **BHrD** e de potencial ocorrência durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Táxon	Estado	Fonte	Endemismo	Indicadora?	Cinegética, migratória, exótica?	Status Conservação MG	Status Conservação Brasil**
Família Chelidae							
<i>Acanthochelys radiolata</i>	ES	(COSTA; BÉRNILS, 2018; EMYSYSTEM, 1999; RHODIN; DA ROCHA E SILVA; MITTERMEIER, 1984);	Não	Não	Não	-	LC
<i>Hydromedusa maximiliani</i>	MG/ES	(COSTA; BÉRNILS, 2018; EMYSYSTEM, 1999; MOURA et al., 2012)	Não	Sim	Não	VU	DD
<i>Phrynops geoffroanus</i>	MG	(BERTOLUCI et al., 2009; COSTA; BÉRNILS, 2018)	Não	Não	Não	-	LC
Família Geoemydidae							
<i>Rhinoclemmys</i> sp. n.*	ES	(OLIVEIRA et al., 2018)	-	-	Não	-	-

Status de Conservação: VU – vulnerável; LC – menos preocupante; DD – deficiente de dados. *Possível espécie nova.** (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018b).

1.3.4.1.1. Análise Comparativa – Territórios Hidrográficos (alto, médio e baixo rio Doce)

Capturamos maior número de indivíduos no alto rio Doce (**Gráfico 103**). No entanto, o esforço foi maior nessa TH. Desta forma, quando consideramos o esforço por UA em cada TH, o número de *P. geoffroanus* capturados por unidade de esforço foi maior no médio rio Doce (0,00049 indivíduos/horas-armadilhas), seguido de 0,00044 indivíduos/horas-armadilhas no alto rio Doce e apresentando a menor taxa de captura no baixo rio Doce (0,00017 indivíduos/horas-armadilhas).

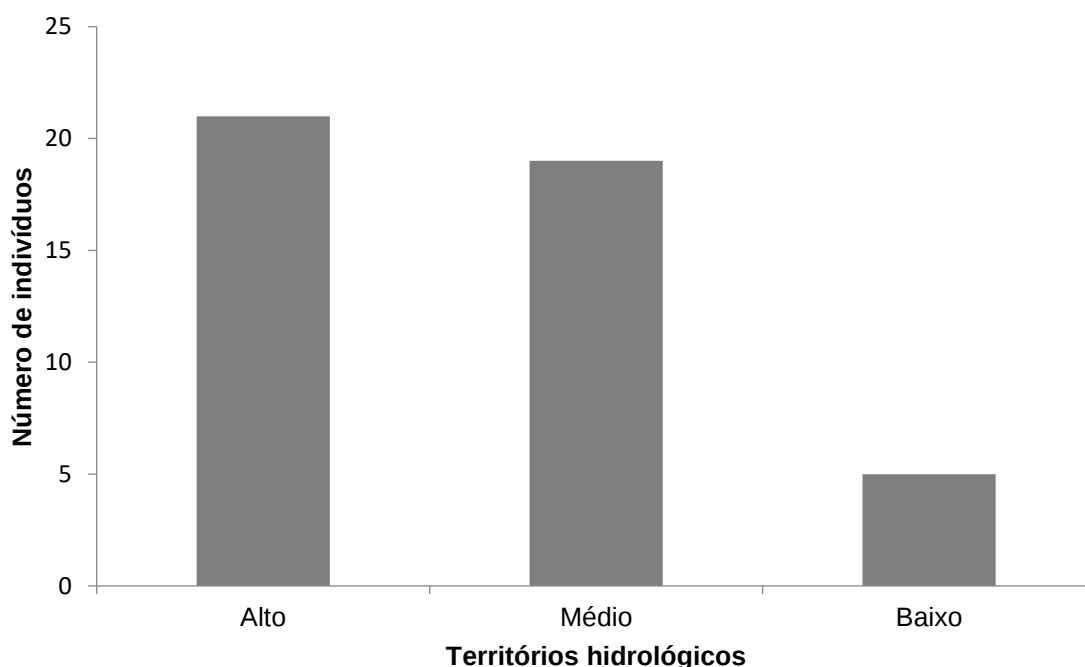


Gráfico 103. Número de indivíduos de *Phrynops geoffroanus* capturados por TH durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Dentre os 45 *Phrynops geoffroanus* capturados, 21 (47,7%) ocorreram na AA (UA 2, 4, 5 e 6) e 24 (53,3%) ocorreram na ANA (UA 5, 7, 8, 9, 10 e 11). No alto rio Doce *P. geoffroanus* ocorreu em quatro UA distintos, todas na AA (2, 4, 5 e 6). Já no médio e baixo rio Doce todas as capturas ocorreram em UA na ANA (5, 7, 8, 9, 10 e 11) (**APÊNDICE 41; Mapa 1**). Considerando os afluentes do rio Doce amostrados onde a

maior parte dos indivíduos foram capturados, os rios Piracicaba (22,2%; AA-6), Manhuaçu (15,5%; ANA-9) e Caratinga (15,5%; ANA-8) se destacaram, sendo ambos rios de médio porte localizados no alto e médio rio Doce. Apesar de não haver diferença significativa na abundância de *P. geoffroanus* entre os TH ($X^2 = 1,444$; $p = 0,485$; **Tabela 15**), é possível observar que a distribuição da espécie é agregada, restringindo-se a algumas UA ao longo da **BHrD**, com as maiores abundâncias ocorrendo no médio rio Doce e as menores nos extremos, alto e baixo rio Doce. Consequentemente, é possível observar ao longo de toda **BHrD** muitas UA sem nenhum registro da espécie (**Mapa 1**).

Apenas um indivíduo de *P. geoffroanus* foi capturado no leito do rio Doce - no trecho alto - dentre sete UA instaladas no trecho. Quando consideramos os TH os indivíduos tenderam a ocorrer em distâncias entre 2,5 e 7,5 km do leito do rio Doce, nos afluentes investigados (**Tabela 15**; **Gráfico 104**). É possível que a abundância de *P. geoffroanus* esteja mais relacionada ao tamanho dos corpos d'água, já que essa espécie é frequentemente registrada em rios de pequeno e médio porte (SOUZA; ABE, 2000; MARQUES et al., 2008; SOUZA et al., 2008), como os afluentes aqui amostrados no alto, médio e baixo rio Doce e não em rios de grande porte como o rio Doce. Contudo, outros aspectos ecológicos como os relacionados à disponibilidade de recursos (alimento, abrigo, locais para desova) e antrópicos, como perturbação sonora, podem afetar a ocorrência e/ou detecção dessa espécie. Dessa forma, não devemos descartar a possibilidade de que os indivíduos dessa espécie estabeleceram uma distância segura do rio Doce após o rompimento da barragem, onde é possível que os ecossistemas estejam mais adequados, e que os possíveis impactos do rompimento da barragem não tenham chegado intensamente.

Quando consideramos a altitude, que está fortemente correlacionada à distância da barragem de Fundão, com a abundância de *P. geoffroanus* nas UA das três TH, observamos que os indivíduos tendem a ocorrer em maior abundância nas UA de menor altitude, ou seja, mais distantes da barragem de Fundão (**Tabela 15**; **Gráfico 105**). Isso ocorreu mesmo que no alto rio Doce os rios fossem de pequeno a médio porte, incluindo o próprio rio Doce que tem menor porte nessa região, rios de porte semelhantes aos que *P. geoffroanus* é normalmente registrado (BRITO; RODRIGUES; MARTINS VALADÃO, 2019; MARQUES et al., 2008; SOUZA; ABE, 2000).

Mapa 1. Abundância de *Phrynops geoffroanus* nas UA no alto, médio e baixo rio Doce nas UA amostradas durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

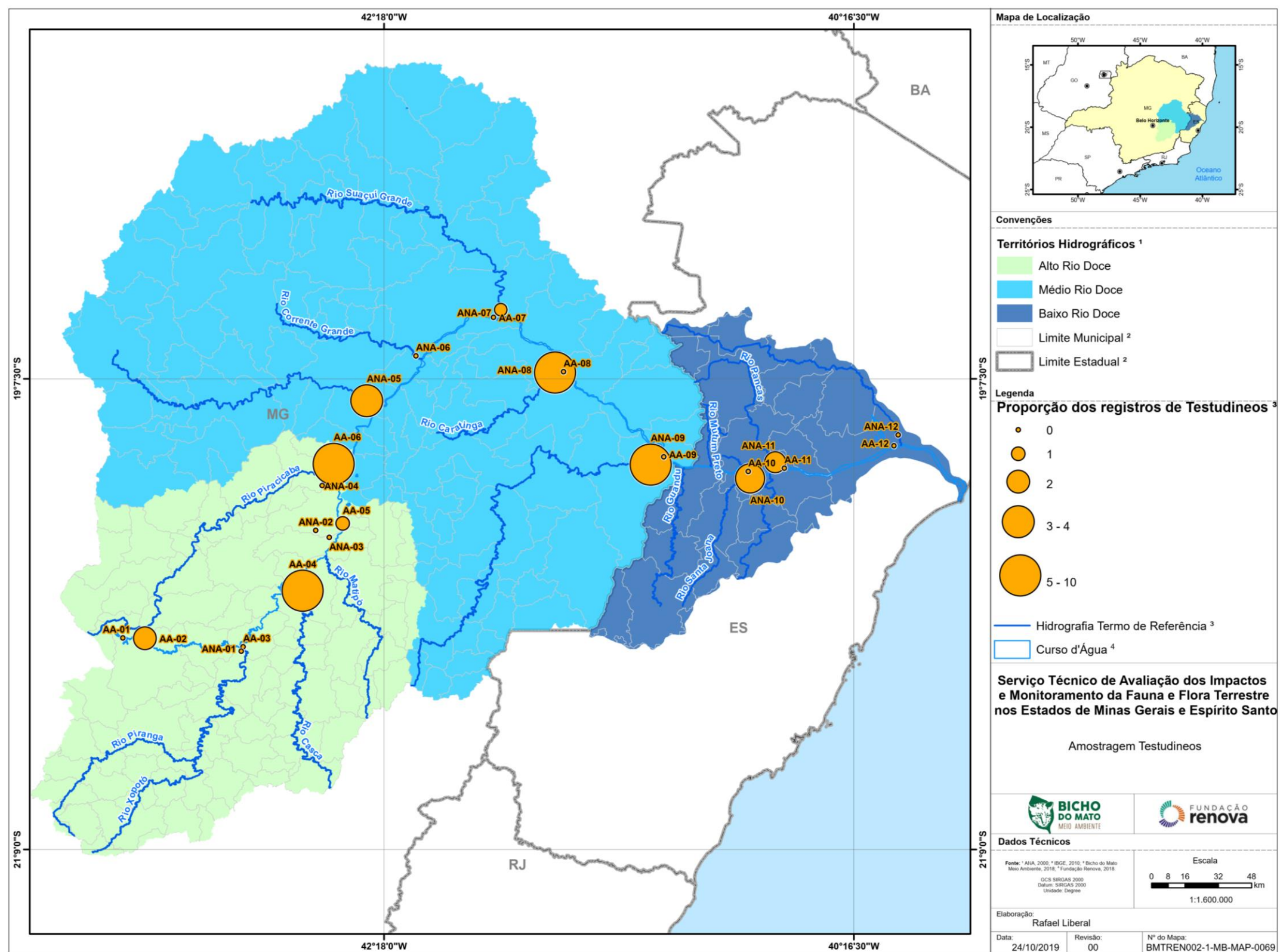


Tabela 15. Parâmetros fixos utilizados no Modelo Linear Misto Generalizado (GLMM) para relacionar a abundância de *Phrynos geoffroanus* às variáveis da paisagem (territórios hidrológicos – TH), como a distância da UA ao rio Doce, a altitude e a cidade mais próxima, ou da interação (representado por *) entre o TH com as variáveis citadas, componentes do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Resultados em vermelho sinalizam valores significativos.

Variáveis	d.f.	X ²	P
Abundância <i>Phrynos geoffroanus</i>			
Territórios hidrológicos (TH)	2	1,444	0,485
Distância da UA do rio Doce	1	1,890	0,169
Altitude	1	0,341	0,558
Distância da cidade mais próxima	1	0,163	0,686
TH*altitude	2	15,095	<0,001
TH*Distância da cidade mais próxima	2	2,527	0,282
TH*Distância da UA do rio Doce	2	16,182	<0,001

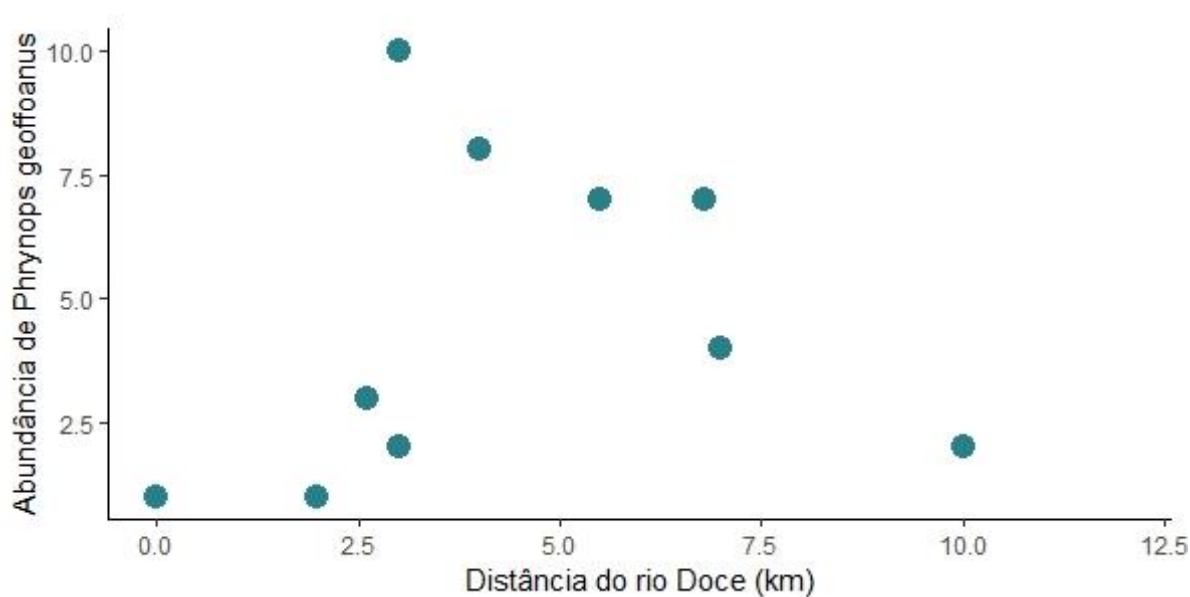


Gráfico 104. Relação entre o número de indivíduos de *Phrynos geoffroanus* capturados e a distância do rio Doce durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

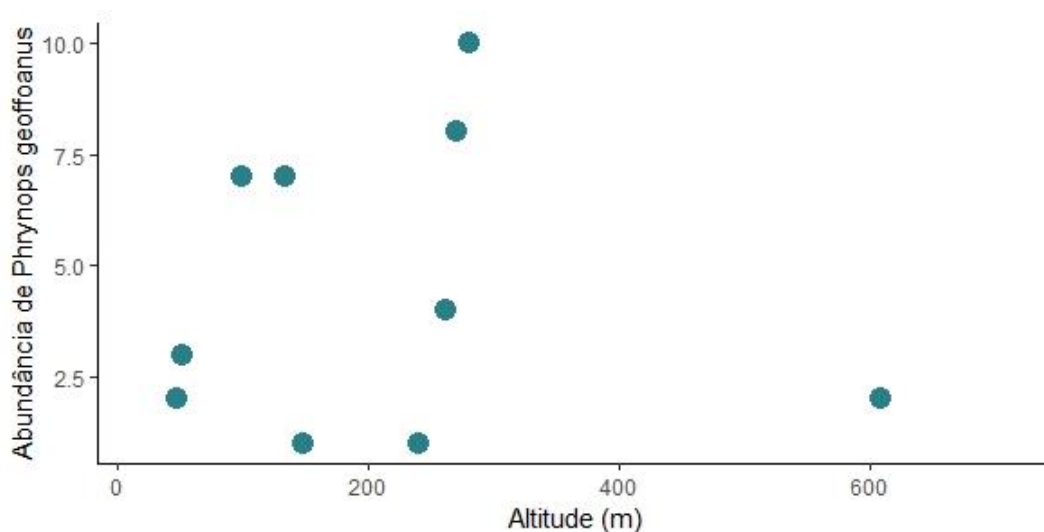


Gráfico 105. Número de indivíduos de *Phrynops geoffroanus* capturados nas UA e distância do rio Doce durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

A abundância de *P. geoffroanus* não esteve relacionada com a cidade mais próximas das UA (**Tabela 15**), nem quando levamos em consideração a TH, ou seja, apesar dessa espécie ser constantemente registrada em ambientes alterados e ao longo da **BHrD** haver diversas cidades, essa relação não foi observada, o que pode sugerir que a mesma tenha preferência por ambientes mais conservados na **BHrD**.

1.3.4.2. Metais Pesados

Coletamos material para medir a concentração de metais pesados de 12 espécimes adultos de *P. geoffroanus* dentre os 45 capturados, localizados nas UA no alto e médio rio Doce (**Quadro 43**). Entre os nove metais pesados avaliados (arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, ferro, manganês, mercúrio e zinco), os níveis de contaminação por metais pesados apresentaram diferenças intraespecíficas, mas todos os metais representaram algum grau de contaminação, principalmente no tecido sanguíneo, que tem o maior número de amostras. A presença de tantos metais pesados no sangue de *P. geoffroanus* (arsênio, cádmio, cobre, cromo, ferro, manganês e zinco), sendo a maioria em altas concentrações, diferindo de estudos realizados em outras localidades no Brasil (BURGER et al., 2009; PIÑA et al., 2009) e no EUA (SMITH et al., 2016), sugere concentração de metais acima do normal para os quelônios (**Quadro 44, Quadro 45**).

Quadro 43. Concentrações de metais pesados nos tecidos (sanguíneo e muscular) de 12 indivíduos de *Phrynos geoffroanus*, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Bloco Amostral	Metal	Referência bibliográfica	Observado (mg*kg ⁻¹)		
			Mín.	Mediana	Máx.
AA4 Sangue N=6	Arsênio	1,4	0,05	0,09	0,19
	Cádmio	1,4	0,05	0,09	0,19
	Chumbo	1,4	0,05	0,09	0,19
	Cobre	4	0,03	22,51	48,60
	Cromo	1,4	0,05	0,09	0,19
	Ferro	5	222	82,60	82,60
	Manganês	4	0,05	0,25	1,07
	Mercúrio	1,2,3	0,05	0,09	0,19
	Zinco	4	12,10	28,93	53,40
AA6 Músculo N=1	Arsênio	1,4	0,03	0,03	0,03
	Cádmio	1,4	0,01	0,01	0,01
	Chumbo	1,4	0,07	0,07	0,07
	Cobre	4	2,5	2,5	2,5
	Cromo	1,4	0,01	0,01	0,01
	Ferro	5	44,10	44,10	44,10
	Manganês	4	0,90	0,90	0,90
	Mercúrio	1,2,3	0,01	0,01	0,01
	Zinco	4	39,20	39,20	39,20
AA6 Sangue N=4	Arsênio	1,4	0,05	0,06	0,08
	Cádmio	1,4	0,05	0,06	0,08
	Chumbo	1,4	0,05	0,06	0,08
	Cobre	4	8,57	12,47	17,10
	Cromo	1,4	0,05	0,06	0,08
	Ferro	5	57,10	57,10	57,10
	Manganês	4	0,05	0,06	0,08
	Mercúrio	1,2,3	0,05	0,06	0,08
	Zinco	4	8,81	16,45	21
ANA5 Sangue N=1	Arsênio	1,4	0,09	0,09	0,09
	Cádmio	1,4	0,09	0,09	0,09
	Chumbo	1,4	0,09	0,09	0,09
	Cobre	4	17,50	17,50	17,50
	Cromo	1,4	0,09	0,09	0,09
	Ferro	5	360	360	360
	Manganês	4	0,09	0,09	0,09
	Mercúrio	1,2,3	0,09	0,09	0,09
	Zinco	4	26,30	26,30	26,30

*Valores de referência: 1 – (BURGER et al., 2009); 2 – (PIGNATI et al., 2018); 3 – (SCHNEIDER et al., 2009); 4 – (PIÑA et al., 2009); 5 – (SMITH et al., 2016).

Quadro 44. Concentrações de metais pesados nos tecidos (sanguíneo e muscular) de 12 indivíduos de *Phrynosops geoffroanus*, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho sugerem altas concentrações dos respectivos metais.

Bloco Amostral	Metal	Valor de referência* (mg*kg ⁻¹)	Máx. observado (mg*kg ⁻¹)
AA4 Sangue N=6	Arsênio	0,008 - 0,0475 ¹	0,19
	Cádmio	0,0034 - 0,0042 ¹	0,19
	Chumbo	0,535 – 1,150 ¹	0,19
	Cobre	1,154 – 2,194 ¹	48,60
	Cromo	0,0075 – 0,0101 ¹	0,19
	Ferro	2,0- 14,456 ⁴	82,60
	Manganês	0,035 – 0,044 ¹	1,07
	Mercúrio	0,0016 – 1,368 ² ; 0,025 – 0,124 ³	0,19
	Zinco	1,166 – 2,183 ¹	53,40
AA6 Músculo N=1	Arsênio	*	0,03
	Cádmio	*	0,01
	Chumbo	*	70
	Cobre	*	2,50
	Cromo	*	0,01
	Ferro	*	44,10
	Manganês	*	0,90
	Mercúrio	*	0,01
	Zinco	*	39,20
AA6 Sangue N=4	Arsênio	*	0,08
	Cádmio	*	0,08
	Chumbo	*	0,08
	Cobre	*	17,10
	Cromo	*	0,08
	Ferro	*	57,10
	Manganês	*	0,08
	Mercúrio	*	0,08
	Zinco	*	21,00
ANA5 Sangue N=1	Arsênio	*	0,09
	Cádmio	*	0,09
	Chumbo	*	0,09
	Cobre	*	17,50
	Cromo	*	0,09
	Ferro	*	360,00
	Manganês	*	0,09
	Mercúrio	*	0,09
	Zinco	*	26,30

Valores de referência segundo: ¹(PIÑA et al., 2009), ²(SCHNEIDER et al., 2009), ³(PIGNATI et al., 2018) e ⁴(SMITH et al., 2016). * valores de referência se repetem para todos os metais nessas células.

Os níveis de concentração de zinco no sangue de *P. geoffroanus*, por exemplo, ultrapassaram níveis já considerados altos para *Trachemys scripta* ($5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$), quelônio aquático com ocorrência para o Texas, USA (CLARK et al., 2000). As concentrações de cobre no sangue de *P. geoffroanus* foram altas comparadas a estudos com quelônios marinhos (FRANZELLITTI et al., 2004) e com outras populações de *P. geoffroanus* (PIÑA et al., 2009), mesmo que no solo marginal ao rio Doce não tenhamos registrado altas concentrações. O ferro foi quase 6x mais alto no AA4 e 4x no AA6 que o registrado para *Chelydra serpentina* em áreas pantanosas em Michigan, USA (SMITH et al., 2016). Ferro também apresentou altas concentrações no solo, principalmente próximo ao leito do rio Doce, incluindo as ilhas (**Volume I, Gráfico 10**). A contaminação marginal do rio Doce por Ferro pode refletir altas concentrações desse metal na água e, consequente, nos organismos aquáticos. O único metal pesado que apresentou baixas concentrações em *P. geoffroanus*, quando comparado a outras populações desses quelônios, foi o chumbo (PIÑA et al., 2009).

O mercúrio, uns dos metais mais comumente avaliados em quelônios (WIENER et al., 2002), foi detectado em todas as amostras de sangue analisadas, variando entre 0,01 a $0,19 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (10 a 190 ng g^{-1}). Apesar dos baixos valores apresentados, devemos destacar que, normalmente, a concentração de mercúrio costuma ser maior em outros tecidos, como no fígado devido à sua função metabólica (SCHNEIDER et al., 2009) e lipofilia do metal, ou na carapaça e unha (GOLET; HAINES, 2001), uma vez que é acumulado ao longo da vida e, quanto mais velho o indivíduo, maior a concentração de mercúrio. Isto ocorre porque o mercúrio é acumulado continuamente com o tempo ou porque os animais mudam seus hábitos alimentares à medida que aumentam de tamanho (PIGNATI et al., 2018). Em tecidos como a carapaça ou unhas, o metal é depositado de forma que permanece bioindisponível ao metabolismo do organismo, não afetando diretamente sua saúde desse momento em diante.

A contaminação por mercúrio em quelônios é avaliada em diferentes tecidos do corpo, como músculo, gordura, fígado, sangue, carapaça e unha (e.g., BENJAMIN et al., 2018; PIGNATI et al., 2018; SCHNEIDER et al., 2011). Utilizamos preferencialmente sangue e, quando possível – no caso de indivíduos encontrados mortos –, músculo, por ser uma forma menos invasivo para analisar metais pesados, não afetando o monitoramento dos animais ao longo do tempo e sem necessidade de matar os animais (SCHNEIDER et al., 2011).

Quadro 45. Concentrações de metais pesados por amostra e trecho do rio Doce, nos tecidos (sanguíneo e muscular) de 12 indivíduos de *Phrynos geoffroanus*, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletados durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Todas as concentrações em mg*kg⁻¹.

Código da Amostra	Trecho do rio Doce	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercurio	Zinco
8025756	Médio rio Doce	0,03	0,01	0,07	2,50	0,01	44,10	0,90	0,01	39,20
8025759	Médio rio Doce	0,09	0,09	0,09	17,50	0,09	360,00	0,09	0,09	26,30
8025764	Alto rio Doce	0,05	0,05	0,05	15,80	0,05	82,60	0,05	0,05	12,10
8025765	Alto rio Doce	0,10	0,10	0,10	28,00	0,10	0,00	0,10	0,10	26,20
8025766	Médio rio Doce	0,07	0,07	0,07	17,10	0,07	0,00	0,07	0,07	16,30
8025768	Alto rio Doce	0,06	0,06	0,06	12,40	0,06	0,00	0,06	0,06	18,50
8025781	Médio rio Doce	0,05	0,05	0,05	8,57	0,05	0,00	0,05	0,05	19,70
8025785	Médio rio Doce	0,08	0,08	0,08	11,30	0,08	57,10	0,08	0,08	8,81
8025797	Alto rio Doce	0,06	0,06	0,06	21,20	0,06	0,00	0,06	0,06	29,00
8025809	Médio rio Doce	0,05	0,05	0,05	12,90	0,05	0,00	0,05	0,05	21,00
8025825	Alto rio Doce	0,08	0,08	0,08	9,03	0,08	0,00	1,07	0,08	34,40
8025829	Alto rio Doce	0,19	0,19	0,19	48,60	0,19	0,00	0,19	0,19	53,40

As maiores concentrações encontradas para o mercúrio foram baixos ou semelhantes aos padrões apresentados para outras espécies de quelônios dulcícolas de outras bacias hidrográficas brasileiras, como na bacia do rio Xingu (PIGNATI et al., 2018) e na bacia do rio Negro (BURGER et al., 2009; SCHNEIDER et al., 2009). Isto não era esperado, já que *P. geoffroanus* é onívoro oportunista com tendência a consumir mais itens animais (MARTINS; SOUZA; COSTA, 2010; SOUZA et al., 2008; SOUZA; ABE, 2000). Normalmente, espécies que consomem mais proteína animal tende a apresentar maiores concentrações de mercúrio nos tecidos, como é o caso de outro quelônio da mesma família de *P. geoffroanus*, *Chelus fimbriatus*, (SCHNEIDER et al., 2009).

1.3.4.3. Táxons de interesse para a conservação

Nenhuma das espécies registrada é endêmica, ameaçada, cinegética, de importância econômica ou novas para a ciência. No entanto, *A. radiolata* poderia ser considerada indicadora de qualidade ambiental, uma vez que é exigente com relação ao tipo de habitat, ocorrendo em corpos d'água lênticos naturais e/ou artificiais com fundo lodoso onde pode enterrar-se, mantendo-se longe de perturbações (BONIN; DEVAUX; DUPRÉ, 2006). Distúrbios ambientais como poluição, fogo, desmatamento e expansão urbana são aspectos que podem afetar negativamente *A. radiolata*, talvez por esses motivos seja classificada como quase ameaçada (NT) pela IUCN (TORTOISE & FRESHWATER TURTLE SPECIALIST GROUP, 1996) assim como na revisão recente sobre o estado de conservação de quelônios no mundo (RHODIN et al., 2018), mesmo sendo considerada como menos preocupante (LC) na lista do ICMBio/MMA (2018b). *Phrynops geoffroanus* não foi avaliado na última revisão sobre o estado de conservação de quelônios no mundo (RHODIN et al., 2018), provavelmente por se tratar de um complexo de espécies. Recentemente, *P. geoffroanus* foi separado em quatro linhagens no Brasil (DE CARVALHO et al., 2017), mas as espécies ainda não foram descritas. Os espécimes capturados por nós estão distribuídos entre os grupos de linhagem um e quatro segundo os autores.

1.3.5. Conclusões e recomendações

Registramos duas espécies de quelônios (50%) das espécies listadas para a **BHrD** e, provavelmente, todas as espécies com ocorrência para a AA. *Phrynops geoffroanus* foi a espécie mais abundante, mas talvez sua abundância ainda esteja subestimada já que a curva de acumulação de indivíduos dessa espécie ainda não estabilizou (**Gráfico 106**), e mostra que frequentemente novos indivíduos foram capturados, requerendo

mais esforço amostral. A baixa abundância apresentada até o momento por esse cágado está de acordo com o comportamento inconspícuo dos quelônios da família Chelidae, são animais difíceis de serem observados e/ou capturados (RUEDA-ALMONACID et al., 2007), necessitando emprego de grande esforço de captura (BALESTRA et al., 2016).

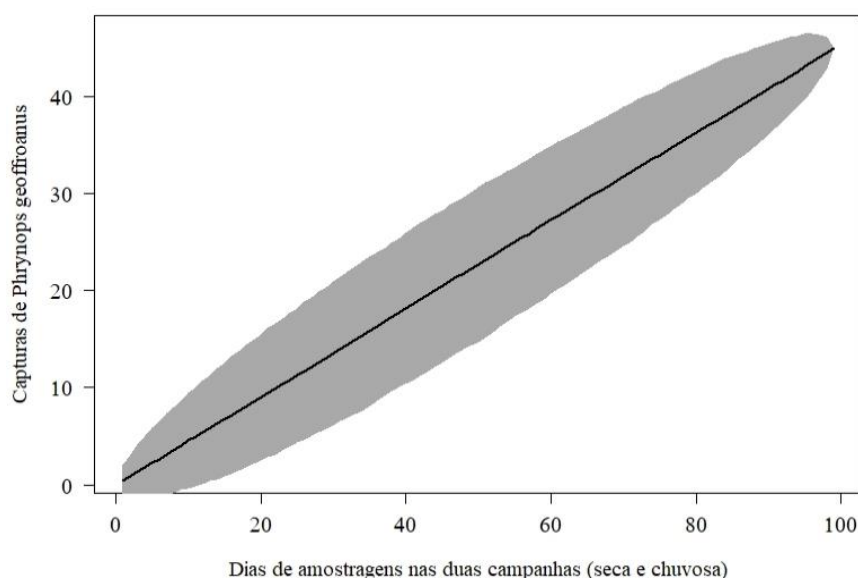


Gráfico 106. Frequência acumulativa do número de indivíduos de *Phrynops geoffroanus* capturados nas duas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Phrynops geoffroanus frequentemente não é considerado uma espécie indicadora de qualidade ambiental. Nossos dados apontam maior abundância em UA mais distantes do leito do rio Doce e em altitudes mais baixas (distante da barragem de Fundão). Em teoria, não há barreiras geográficas que impeçam a dispersão desses cágados entre o rio Doce e seus afluentes. Ainda não podemos atribuir o baixo número de registros no leito do rio Doce à qualidade ambiental desse rio ou ao rompimento da barragem de Fundão. Contudo, é possível que os recursos alimentares tenham sido afetados, por exemplo, limitando sua permanência no leito do rio Doce. *Phrynops geoffroanus* alimenta-se principalmente de invertebrados aquáticos, peixes e material de origem vegetal (MARTINS; SOUZA; COSTA, 2010; RIBEIRO; UTTA; BARRETO, 2017;

SOUZA; ABE, 2000). Em ambientes alterados larvas e pupas de Chironomidae são os itens mais consumidos (MARTINS; SOUZA; COSTA, 2010; SOUZA; ABE, 2000). Vemos a baixa abundância de *P. geoffroanus* deve possivelmente ligada a incompatibilidade de habitats que o leito e áreas adjacentes ao rio Doce representam, ou limitações de recursos, como mencionado. Ambas as hipóteses podem ser testadas ao longo do monitoramento, estabelecendo protocolo de visita de outras áreas, supostamente mais adequadas à presença da espécie, e através da investigação dos dados ligados a presença de itens alimentares tanto no leito do rio Doce quanto nos tributários.

Não podemos esquecer que as áreas amostras no alto, médio e baixo rio vêm sofrendo processos de antropização ao longo da histórica ocupação do solo na região, sendo maior em direção a foz do rio Doce. Por esse motivo, é provável que espécies de quelônios muito exigentes com relação à qualidade do habitat já tenham sido excluídas dessas áreas mais impactadas pela antropização, dando lugar a espécies menos exigentes, como *P. geoffroanus*. Nesse momento é difícil especular sobre a qualidade do habitat amostrado baseado em nossos dados. No entanto, novos registros de espécies ou a localização de novas subpopulações de quelônios em amostragens futuras, além das análises de metais pesados, devem permitir inferências sobre os impactos sofridos pelas populações, ajudando a entender melhor como a assembleia de quelônios está estruturada na **BHRD** e sua relação com impactos ambientais sofridos.

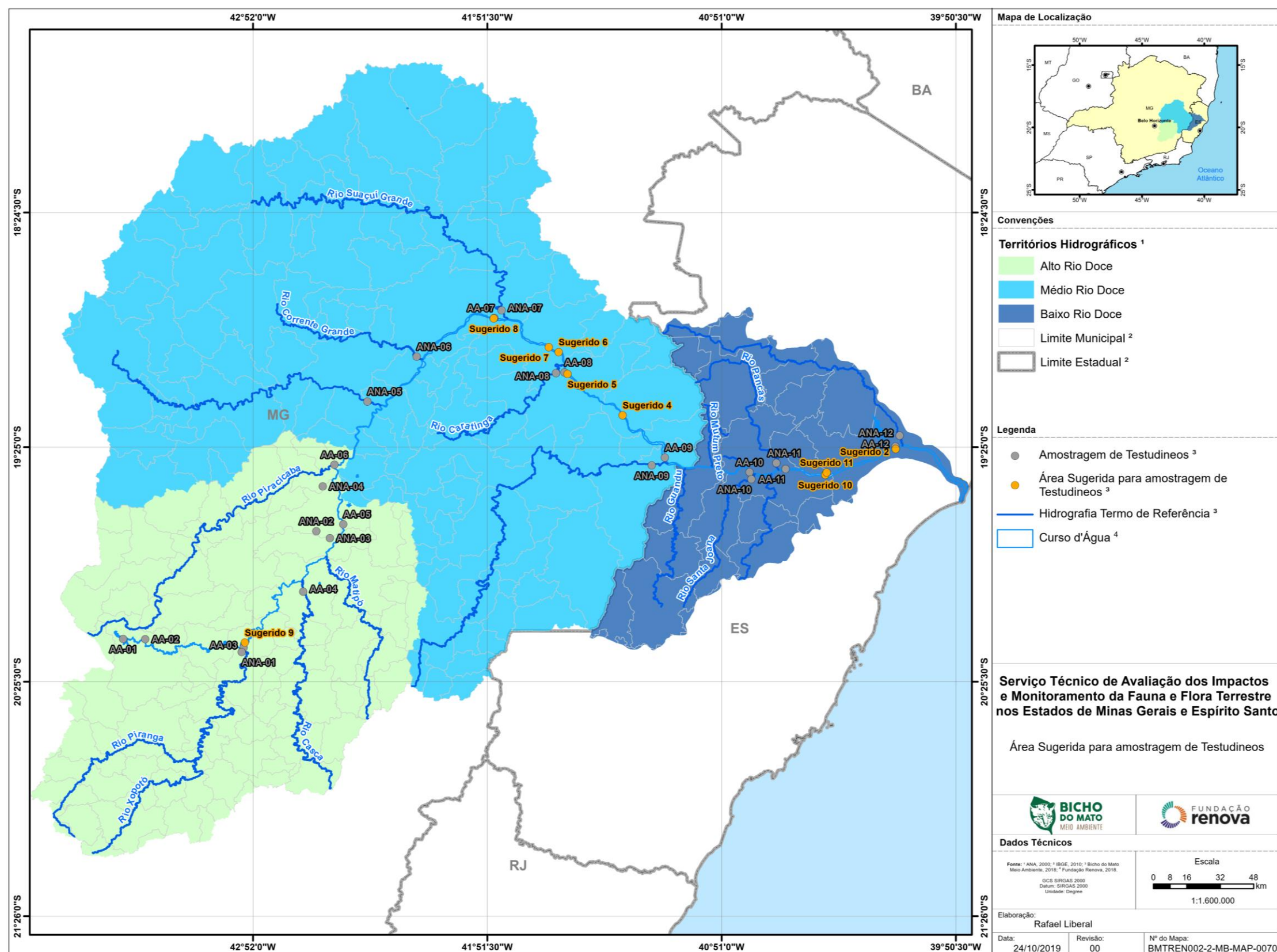
Quanto à concentração de metais pesados nos quelônios, podemos observar que a variação nos níveis de concentração desses metais está associada aos diferentes níveis tróficos e as regiões geográficas em que as espécies estão inseridas. Nesse sentido, aparentemente as UA (alto e médio rio Doce) parecem ser muito semelhantes no que diz respeito a disponibilidade desses metais. Afirmamos isso porque as amostras de sangue e músculo avaliadas apresentaram concentrações de todos os metais pesados e em concentrações semelhantes, no geral. Além disso, a maioria dos metais pesados (arsênio, cádmio, cobre, cromo, ferro, manganês e zinco) apresentaram valores mais altos que os encontrados em outras localidades do Brasil. Já o mercúrio, metal pesado mais comumente amostrado em quelônios, apresentou níveis relativamente abaixo ou semelhantes aos relatados em outros estudos com quelônios dulcícolas. Os níveis de mercúrio ainda não são altos o suficiente para representar um risco à saúde dos quelônios na **BHRD**, mesmo para o consumo de comunitários locais. Segundo GREEN et al. (2010), o limite seguro de consumo seria de 6,86 ng/g (ou seja, 0,007 mg*kg⁻¹) por pessoa, sendo os valores apresentados aqui já altos. Contudo, quelônios não costumam

ser consumidos fora da bacia Amazônica, sendo o consumo ocasional na **BHrD**. Mesmo assim, um alerta deve ser dado já que peixes carnívoros ou com tendência a consumir mais itens animais tendem a ter as mesmas concentrações de metais pesados apresentada pelos quelônios, uma vez que pertencem a cadeias tróficas semelhantes.

As amostras de tecidos de *P. geoffroanus* obtidas são majoritariamente de fora do leito do rio Doce, mesmo que alguns sejam em AA próximas ao rio. Isso ocorreu devido à baixa capturabilidade e baixíssima detectabilidade de quelônios no leito do rio Doce. . Devido ao baixo número de amostras avaliadas até o momento e ao baixo sucesso amostral de espécimes no leito do rio Doce, consideramos as análises de metais pesados para quelônios na **BHrD** ainda inconclusivas. Assim, mais amostras devem ser analisadas, principalmente de indivíduos capturados em todos os trechos do rio Doce (baixo, médio e alto) para comparação dos níveis de contaminação. Além disso, aconselhamos a adição de mais um tecido nas análises de metais pesados nos quelônios, as unhas. Trata-se de um método não invasivo para avaliar a concentrações de metais pesados (BENJAMIN et al., 2018), principalmente mercúrio, que reflete padrões de concentração relacionados a períodos mais longos de exposição.

Para otimizar as amostragens de quelônios na **BHrD** em campanhas de monitoramento futuras, sugerimos novas UA em ilhas e lagos marginais ao rio Doce (**Mapa 2**). A região do médio e, principalmente, baixo rio Doce como em Linhares e Colatina contemplam complexos de ilhas com canais entre elas que poderia abrigar quelônios. Nesses ambientes os quelônios estariam distantes das margens alteradas e com grande movimentação de pessoas e embarcações no rio. Como amostramos apenas as margens do rio Doce, encontrar quelônios em outras partes do rio nos ajudaria a entender o uso do rio por eles e rechaçar a hipótese de que os indivíduos de *P. geoffroanus* estão evitando o leito do rio Doce. Por outro lado, lagoas marginais poderiam servir de refúgio para os quelônios na ausência de outros afluentes próximos. Isso corroboraria a hipótese de que os quelônios estão evitando o leito do rio Doce e se estabelecendo em seus afluentes.

Mapa 2. Sugestão de novas UA para Testudines em ilhas e lagos marginais ao longo do rio Doce para futuras campanhas de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.



Muitas espécies de quelônios quando se veem em ambientes alterados podem dispersar buscando locais mais propícios para sua sobrevivência. Aparentemente resilientes, os quelônios em geral são normalmente muito afetados por alterações em seu ecossistema, levando frequentemente a declínios populacionais (GIBBONS et al., 2000; PITT; NICKERSON, 2013). Não sabemos se o cágado *P. geoffroanus*, espécie que se tornou alvo nesse monitoramento, está em declínio ou apenas dispersou para locais com melhor disponibilidade de recursos (alimentar, refúgio/abrigo, reprodução). A baixa taxa de jovens capturados ao longo desse monitoramento pode indicar ausência de recrutamento na população e/ou subpopulações, um dos indícios de declínio populacional em vertebrados. Por esse motivo, é necessário investigar novas localidades, mudando as UA que não apresentaram nenhuma captura nas duas primeiras campanhas para pontos sugeridos, principalmente no leito do rio Doce e de corpos d'água marginais ao mesmo.

A maioria das Perguntas listadas no Parecer Técnico 01/2017 (IBAMA-COREC, 2017a) ainda não pôde ser respondida com apenas um ano de estudo e dois períodos de amostragem (Perguntas 1, 5 e 8) ou não são passíveis de respostas pelo delineamento de estudo exigido para os quelônios (Perguntas 4, 6 e 7). Para responder as primeiras três perguntas usando o grupo dos quelônios como modelo de estudo é necessário maior volume de dados, conseqüentemente, mais tempo de amostragem, especialmente em áreas de maior adequabilidade de habitat. Apesar de serem considerados bons bioindicadores ambientais por possuírem vida longa, são inconspícuos e difíceis de serem capturados a maioria dos organismos aquáticos.

Especificamente sobre as três perguntas não passíveis de resposta no momento, é necessário deixar claro que a maioria das limitações são dadas pelo delineamento atual exigido para a amostragem dos quelônios. Respostas satisfatórias a essas três perguntas só serão possíveis se adotarmos as sugestões de alterações metodológicas aqui propostas, alteração de sítios de amostragem para atender às perguntas 6 e 7, além da abertura e disponibilização para os membros do PG30 dos dados dos programas de monitoramento da biota e do ambiente aquático, especialmente os dados da qualidade e contaminação da água, peixes, crustáceos, deposição de sólidos nos trechos do rio, dentre outros.

Mesmo assim, foi possível atender às Perguntas 2 e, parcialmente, a 3, destacados nos resultados deste capítulo. Apesar dos poucos pontos para os quais obtivemos

amostras para a análise das concentrações de metais pesados ($N = 3$), os resultados mostram que há contaminação dos organismos de 150 m até 5,4 km de distância do rio Doce. O baixo número de amostras não permite, porém, que testemos hipóteses sobre a distância do rio como fator determinante para uma maior ou menor concentração desses metais nos tecidos dos animais.

Ainda, detectamos dois aspectos relevantes que relacionam estes últimos dois objetivos com a Pergunta 4: (1) os indivíduos de *P. geoffroanus* tenderam a ocorrer em menores altitudes, distante da barragem de Fundão, e distante do rio Doce, sugerindo que esses quelônios evitam o rio Doce; (2) observamos entre cinco e oito metais pesados com valores superiores aos observados para outras localidades. Alguns desses metais como arsênio, ferro, magnésio e zinco também apresentaram grande concentração no solo de alguns blocos amostrais, mas ainda não conhecemos sua concentração na água. Contudo, é sabido que os metais presentes no solo e/ou substrato dos corpos d'água influenciam diretamente aspectos químicos da água e, conseqüentemente, de toda cadeia trófica aquática.

É possível que a contaminação seja potencializada pelo consumo de invertebrados aquáticos, peixes e crustáceos, principal item alimentar consumido por *P. geoffroanus*. Desta forma, é importante conhecer o nível de contaminação por esses metais em outros grupos dentro da cadeia trófica dos quelônios e também ter acesso à análise dos aspectos químicos e físicos da água na **BHRD**, já que todos esses fatores influenciam diretamente na contaminação por metais pesados nos quelônios. Nesse sentido, recomendamos a continuação dos estudos para avaliar esse e outros aspectos relacionado aos possíveis impactos causados às populações e/ou subpopulações de quelônios na **BHRD**. Também recomendamos estudo genético com *P. geoffroanus* para determinar se trata de uma população ou de várias populações ao longo da **BHRD**, para testar a hipótese de que o rio Doce funcione como barreira para a espécie.

1.4. CLASSE REPTILIA, Ordem Crocodylia

1.4.1. Introdução

No Brasil, seis espécies de crocodilianos habitam as planícies inundadas dos diferentes biomas do país: *Caiman crocodilus* (Linnaeus, 1758), *C. latirostris* (Daudin, 1802), *C. yacare* (Daudin, 1802), *Melanosuchus niger* (Spix, 1825), *Paleosuchus palpebrosus* (Cuvier, 1807), e *P. trigonatus* (Schneider, 1801) (COSTA; BÉRNILS, 2018). Por vezes algumas dessas espécies ocorrem em simpatria, principalmente na Amazônia (BARTLETT; BARTLETT, 2003) e na transição com o bioma do Cerrado (André F. Barreto-Lima e Melina Simoncini, *observações pessoais*). Todas pertencem à Família Alligatoridae Gray, 1844, que é subdivida em subfamílias, sendo Caimaninae Norell, 1988, a que abrange as espécies brasileiras. Três espécies pertencem ao gênero *Caiman*, uma ao gênero *Melanosuchus* e duas do gênero *Paleosuchus*. Junto a *P. palpebrosus*, *C. latirostris* as únicas espécies de crocodilianos que ocorrem na Mata Atlântica, habitando pântanos, várzeas, lagoas, brejos e mangues (CASTRO; SILVA-SOARES, 2016; PINENT et al., 2006).

Embora seja característica da Mata Atlântica, *C. latirostris*, popularmente conhecida por jacaré-do-papo-amarelo, possui uma das ocorrências mais amplas em latitude do mundo (VERDADE; PIÑA, 2006) e é a espécie de distribuição mais ampla no Brasil (COUTINHO et al., 2013). Distribui-se pela América do Sul, com ocorrência do norte da Argentina e do Uruguai, ao sudeste do Paraguai, cobrindo uma pequena porção sul da Bolívia (VERDADE; LARRIERA; PIÑA, 2010; VERDADE; PIÑA, 2006). No Brasil, distribui-se de norte ao sul do país, indo do estado do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul, adentrando ao centro-oeste no Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais (CASTRO; SILVA-SOARES, 2016; VERDADE; LARRIERA; PIÑA, 2010).

Caiman latirostris habita preferencialmente ambientes de águas lânticas densamente vegetados, como várzeas, brejos, lagoas, pântanos e mangues (MEDEM, 1983; MOULTON; MAGNUSSON; MELO, 1999), podendo também tolerar um certo nível de salinidade (FREITAS FILHO, 2008). Carnívoro e oportunista, possui dieta extremamente diversificada e com troca ontogenética; jovens se alimentam principalmente de artrópodes aquáticos (insetos e crustáceos) e moluscos, enquanto os adultos predam vertebrados como peixes, anfíbios, pássaros e mamíferos (BORTEIRO et al., 2009; MELO, 2002). A reprodução é geralmente contínua, mas se concentra na estação chuvosa (outubro a março), com eclosão dos ovos entre fevereiro e abril (ACHAVAL;

OLMOS, 2003; CAMPOS; MOURÃO, 1995; MOURÃO; CAMPOS, 1995; VERDADE, 1995; VERDADE et al., 1992). A escassez de serapilheira pode resultar em ninhos compostos inadequadamente, o que pode gerar desvio na razão sexual, pois a determinação sexual em crocodilianos é influenciada pela temperatura ambiente (DA ROCHA E SILVA; ANTAS, 1981).

De acordo com a revisão bibliográfica, que verificou a ocorrência de crocodilianos de possível ocorrência para a **BHrD**, apresentada na Análise de Dados, a única espécie que ocorre naturalmente na região é *Caiman latirostris*. Há pouca informação disponível acerca das populações de *C. latirostris* ao longo da **BHrD**, devido à baixa disponibilidade de registros na literatura (e.g., BÉRNILS et al., 2014; YVES et al., 2018). Todavia, sabe-se da existência de duas grandes populações conhecidamente estabilizadas na **BHrD**, uma no Parque Estadual do Rio Doce (PERD, YVES et al., 2018) e a outra no Instituto Federal Espírito Santo, Campus de Itapina, Colatina, Espírito Santo (IFES; Paulo V. Scherrer, *comunicação pessoal*, 2017).

No Brasil, a espécie que já foi considerada ameaçada de extinção pela avaliação do Livro Vermelho publicado em 2004, mas atualmente encontra-se na categoria de “Pouco Preocupante” (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018b), e também não está classificada como ameaçada de extinção nas listas estaduais de Minas Gerais e Espírito Santo. Todavia, é uma espécie considerada ameaçada pelo comércio ilegal, listada no apêndice I da CITES (CITES, 2010). Contudo, o fator primário que levou a inclusão de *C. latirostris* à categoria de espécie ameaçada no passado, está atribuído à destruição de seus habitats naturais por ações antrópicas, principalmente devido à expansão agrícola e urbanização (BRAZAITIS; YAMASHITA; REBELO, 1990).

Além dos impactos que a espécie está localmente e historicamente exposta até aos dias atuais (YVES et al., 2018), o rompimento da barragem de Fundão, em novembro de 2015, no município de Mariana, Minas Gerais, liberou ao meio ambiente mais de 32 dos 50 milhões de metros cúbicos de lama de rejeitos da mineração de ferro (IBAMA, 2015). Uma das maiores ameaças para as populações de crocodilianos em todo o mundo é a alteração de seus habitats de áreas úmidas (IUCN, 2019b). Neste contexto, súbitas alterações nas condições poderiam prejudicar a biologia e história natural dos crocodilianos da região.

Paralelamente, depleção das fontes de recursos alimentares dos jacarés também são potenciais causas de impactos negativos nas populações desses organismos. Sabe-se que *C. latirostris* possui hábito generalista de dieta, alimentando-se de uma ampla gama de presas, tanto de invertebrados (e.g., aracnídeos, crustáceos, insetos, moluscos), predominantemente predados pelos jacarés juvenis, como de vertebrados (e.g., anfíbios, aves, peixes, pequenos mamíferos, serpentes e tartarugas), mais predados pelos jacarés adultos dessa espécie (BORTEIRO et al., 2009; DA C. DIEFENBACH, 1979; FREITAS FILHO, 2008). A destruição de recursos alimentares, i.e., a falta de presas para predadores de grande porte e que são de topo de cadeia, altera a cadeia trófica e comunidades associadas, podendo causar morte ou extinção local de espécies, aumento da competição, ou forçar migração para outros habitats e territórios (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2006).

Uma terceira via de possíveis impactos negativos sobre as populações de *C. latirostris* é a contaminação gerada por atividades humanas. Por exemplo, atividades ligadas à mineração de ouro, uso de agroquímicos, e rejeitos industriais são contaminantes ambientais reconhecidos como de influência negativa para crocodilos (BARRETO-LIMA; SIMONCINI, 2019; CORREIA et al., 2014; SCHNEIDER et al., 2012). Esses animais são predadores de topo de cadeia, e desta forma, é esperado que eles acumulem toxinas em seus órgãos e sangue, via alimentação (cadeia trófica) ao longo do tempo.

Desta forma, o presente estudo visa avaliar os possíveis impactos causados às populações de *C. latirostris* (jacarés-de-papo-amarelo) que habitam a **BHRD**, em áreas afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão, Mariana, MG

1.4.2. Objetivos específicos

- Apresentar um diagnóstico geral dos crocodilianos das áreas de estudo, contemplando sua composição qualitativa e quantitativa, a partir de dados primários e secundários, caracterizando seus habitats e hábitos registrados.
- Avaliar os crocodilianos encontrados quanto à sua distribuição, endemismo, *status* de conservação, como espécies cinegéticas e indicadoras ambiental, além de valor ecológico significativo e de uso econômico.

- Avaliar se o rompimento da barragem afetou as populações de jacarés ao longo da calha principal atingida, relacionando abundância e presença de indivíduos à distância do leito do rio afetado.

1.4.3. Material e métodos

1.4.3.1. Dados secundários da Bacia Hidrográfica do rio Doce

Para identificar as possíveis populações de *C. latirostris* da **Área de Estudo**, realizamos buscas no repositório de dados de coleções científicas do *SpeciesLink*, assim como levantamento bibliográfico por artigos científicos, dissertações, teses e relatórios técnicos com registro de ocorrência de crocodilianos na **BHRD**.

1.4.3.2. Período de estudo

A estação seca foi realizada entre 22 de agosto e 16 de setembro de 2018, enquanto a campanha chuvosa foi realizada entre 17 de janeiro a 05 de fevereiro de 2019. Considerando o deslocamento da equipe entre as unidades amostrais (UA), totalizaram 26 e 20 dias de amostragem, respectivamente (**Quadro 46**). Contudo, os dias de amostragem efetiva corresponderam a 11 dias por campanha.

A equipe que foi a campo durante a campanha da estação seca foi formada por um biólogo e dois médicos veterinários, enquanto a equipe que esteve em campo durante a estação chuvosa era composta por um biólogo, um médico veterinário e um auxiliar de campo. Em ambas equipes, todos especialistas em crocodilianos. As equipes realizaram a coleta de dados em 12 UA pré-definidas e mais 1 UA no Parque Estadual do Rio Doce. Cada UA foi amostrada em 2 sítios distintos, 1 adjacente à **Área Afetada** e outro em **Área Não Afetada** (ANA). Considerando as UA onde as amostragens não puderam ser realizadas por motivos logísticos (justificados abaixo), cada UA foi amostrada durante uma noite.

Algumas ressalvas quanto à amostragem devem ser mencionadas. Durante a campanha chuvosa, Croc1 MG foi amostrado a pé na margem do rio. A amostragem não foi possível nas UA Croc6 MG e Croc8 MG, pois às águas dos rios não puderam ser acessadas nem por barco, nem a pé. Já na campanha realizada no período de seca, cinco UA foram amostrados a pé na margem do rio: Croc2 MG, Croc3 MG e Croc9 MG, Croc3 ES e Croc1 ES. Na UA Croc4 MG a navegação foi dificultada pois o rio era raso

e o barco encalhou. Navegação viável apenas em Croc1 MG e Croc5 MG e CrocPERD. A amostragem não foi possível nas UA Croc6 MG, Croc8 MG e Croc2 ES, pois as águas dos rios não puderam ser acessadas nem por barco, nem a pé. Em Croc7 MG, o rio estava muito seco, arriscado para navegação, onde foi também reportado por moradores locais a caça intensa sobre os poucos jacarés remanescentes da região.

Quadro 46. Períodos de campo para o estudo de Crocodylia durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Equipes	Período	Dias amostrados
1	Seca	22 de agosto a 16 de setembro de 2018 (26 dias)
2	Chuvosa	17 de janeiro a 05 de fevereiro de 2019 (20 dias)

1.4.3.3. Área de Estudo

A amostragem de crocodilianos foi realizada em 12 UA, divididos de forma pareada em áreas afetadas (AA) e não-afetadas (ANA), incluindo uma UA no PERD (ANA; **Volume I, Quadro 3 e Quadro 4**).

1.4.3.3.1. Procedimentos de campo

Foram escolhidas 12 AA e 12 ANA do rio Doce para a amostragem das populações do jacaré-do-papo-amarelo (*C. latirostris*). As ANA foram trechos próximos a tributários de médio porte. As áreas afetadas foram escolhidas dentre os seguintes tributários em Minas Gerais: Piranga, Santo Antônio, Piracicaba, Suaçuí Grande, Manhuaçu, Xopotó, Casca, Corrente-Grande, Caratinga-Cuieté e Matipó; e no Espírito Santo: Guandu, Santa Joana, Santa Maria do Rio Doce, Mutum, São João Grande, Pancas e São José.

Para cada afluente selecionado, deveriam ser amostrados oito transectos de 1 km de comprimento separados entre si, por no mínimo 1 km, sendo quatro na calha do rio Doce e quatro em áreas-controle. Assim, considerando as condições mínimas dos rios amostrados (e.g., profundidade mínima para navegação, acessibilidade, etc.) um total de 16 km foram amostrados por noite, 8 km a jusante e 8 km a montante (**Volume I, Quadro 3**).

Previamente à amostragem noturna, entre 15:00-16:00h, foi realizado um reconhecimento da UA definido para a realização do senso, que seria realizado nos próximos dois dias. No reconhecimento foi verificado se a UA (I) era acessível ao carro e ao barco, (II) se o barco poderia ser descido à água e (III) se o rio era navegável. Constatando-se a impossibilidade dos itens I ou II, era verificado se a amostragem poderia ser feita a pé às margens do rio. Deste modo, 1 UA foi amostrado a pé na margem do rio: Croc7-MG. A amostragem não foi possível nas UA Croc6-MG e Croc-8 MG, pois às águas dos rios não foram acessadas nem por barco, nem a pé.

O único método empregado para o registro dos crocodilianos na **Área de Estudo** foi por meio de censo visual com holofotes (*i.e.*, cilibim) de alta potência, procurando-se ativamente por jacarés. Essa busca poderia ser feita a pé, nas margens do ambiente paludícola em questão ou por embarcação. Todavia, o modo de locomoção não constitui métodos diferentes, e sim, adaptações para sobrepor os obstáculos (correntezas, vegetação aquática ou marginal, pedras, profundidades, etc.) encontrados na UA em que os jacarés foram avistados.

A amostragem em cada UA iniciava-se entre às 20:00 e 22:00h, sendo realizada por meio de censo visual com holofotes (*Sealed beam - Streamlight 44910 Waypoint 1000-Lumens Spotlight with 120-Volt AC Charger, Yellow*). Um barco de pequeno porte (5 m - UAI Náutica) provido de motor de popa (*Mercury 15 HP*), remos e motor elétrico silencioso foram utilizados para o deslocamento e amostragem nos trechos navegáveis. Tanto na estação seca quanto chuvosa, o esforço amostral empregado foi de 4 horas [noturno] * 3 observadores * 11 noites, totalizando 132 horas de *busca ativa* por jacarés em cada campanha, *i.e.*, de 264 horas de esforço total.

A temperatura da água foi medida com um termômetro no início e ao final de cada dia de amostragem, sempre próximo ao local de desembarque. Os jacarés foram capturados manualmente com o auxílio de laço de cabo de aço, montados na ponta de uma vara de pesca telescópica (cabão). Logo que capturados, os jacarés de grande porte eram retirados da água, para a margem do rio; quando de pequeno porte, eram trazidos ao barco com o auxílio de *puçá*. Os filhotes foram capturados manualmente com o uso de luvas de raspa de couro, sem uso de equipamentos de contenção.

Os espécimes capturados foram sexados manualmente, verificando-se com o dedo, a presença do órgão masculino (pênis) internamente à abertura da cloacal, medidos com trena, pesados com o uso de dinamômetros manuais mecânicos, verificados quanto à

presença ou não de ectoparasitas e individualmente identificados por meio de *microchips* subcutâneos. Os *microchips* foram inseridos no braço direito, próximo à clavícula. Os espécimes capturados foram marcados por um corte de escama caudal, utilizando um estilete, coletando-se em seguida o tecido para servir de material genético, assim como o sangue, que foi retirado de um dos seios venosos occipitais (na região posterior cranial). As amostras de tecido foram mantidas em álcool 70%. O sangue foi sempre mantido em recipiente de nitrogênio líquido, tanto no veículo quanto embarcado, através de um laboratório de campo montado na traseira do veículo ou no *kit* levado no barco. Após tais procedimentos, os espécimes foram libertados nos seus respectivos locais de captura.

1.4.3.3.2. Tombamento do material testemunho

Embora o método de amostragem contemple a captura de indivíduos, não foram coletados espécimes-testemunhos.

1.4.3.4. Análise de dados

1.4.3.4.1. Status de conservação

Para avaliar o *status* de conservação do jacaré-de-papo-amarelo foram consultadas listas de espécies ameaçadas de extinção em níveis estadual, nacional e global (**Volume I, Item 5.7**) e pela *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* - CITES, cuja relação contempla as espécies consideradas ameaçadas pelo comércio ilegal de animais silvestres, constando em diferentes apêndices que as separam entre nacionalmente e globalmente ameaçadas (CITES, 2010). Seguimos a nomenclatura taxonômica atual utilizada e aceita, de acordo com a Lista Brasileira de Répteis (COSTA; BÉRNILS, 2018), cuja está em consonância com a Sociedade Brasileira de Herpetologia (SBH).

1.4.4. Resultados

1.4.4.1. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce

São poucos os registros conhecidos na literatura de *C. latirostris* na **BHrD** (BÉRNILS et al., 2014; YVES et al., 2018). No *SpeciesLink* é possível encontrar o registro 15 espécimes de *C. latirostris* para a **BHrD**, sendo 13 de duas localidades do Espírito Santo, nos municípios de Santa Teresa (N= 1 indivíduo; MBML 326) e Itarana (N= 12

indivíduos; MBML 2862-73), e outros 2 em Minas Gerais, no município de São José da Safira (UFMG-REP 1099-1100).

No levantamento bibliográfico foram encontrados dois estudos reportando espécimes de crocodilianos para a **BHrD**: uma sobre a densidade e a caça ilegal de *C. latirostris* no PERD, Minas Gerais (YVES et al., 2018) e outra sobre o levantamento dos répteis da Reserva Natural Vale, no município de Linhares, Espírito Santo (BÉRNILS et al., 2014). Este último reporta *C. latirostris* para a Reserva da Vale; essa população em especial localiza-se em Linhares, no município diretamente afetado pelo rompimento da barragem de Fundão. Todavia, a área da UC não foi afetada diretamente. Ainda com base no levantamento secundário, sabe-se da existência de duas grandes populações conhecidamente estabilizadas na **BHrD**, uma no PERD (YVES et al., 2018) e a outra no Instituto Federal Espírito Santo, Campus de Itapina, Colatina, Espírito Santo (Paulo V. Scherrer, *comunicação pessoal*, 2017).

Em Minas Gerais, o PERD é uma área prioritária para conservação de jacarés e outros organismos aquáticos e semiaquáticos, por ser considerada um dos sítios RAMSAR (RAMSAR, 2018). É uma das mais importantes UCs mais próximas da barragem de Fundão, e local com maior número de jacarés-de-papo-amarelo encontrados primariamente na **BHrD**. O PERD possui mais de 40 lagoas naturais dentro de sua extensão (GONTIJO; BRITTO, 1997). Apesar da área estar protegida, compreendida em uma UC, os jacarés-de-papo-amarelo do PERD sofrem intensa pressão de caça na região, em especial, nas lagoas limítrofes, onde há maior atividade antrópica pela proximidade com o ambiente urbano (YVES et al., 2018). No único estudo que aponta a densidade populacional de jacarés-de-papo-amarelo no PERD, em cinco das 42 lagoas amostradas, entre 2016 e 2017, foram registrados 227 indivíduos, apontando alta densidade de 3,6 indivíduos/km².

No Espírito Santo existe uma das maiores populações de jacarés-de-papo-amarelo, com ca. 100 indivíduos, protegida por habitar um complexo de lagoas dentro do Campus do IFES, em Itapina, município de Colatina, ES (Paulo V. Scherrer, *comunicação pessoal*). Assim, ao controlar a entrada de pessoas não autorizadas no campus, a segurança patrimonial do IFES garante a segurança indireta dessa população de jacarés. Com relação à *C. latirostris* reportada por BÉRNILS et al. (2014) para a Reserva da Vale, essa população em especial localiza-se no município de Linhares, diretamente afetado pela lama de rejeitos. Todavia, a área da reserva não foi afetada diretamente.

Outras UCS adjacentes a **Área de Estudo**, FLONA de Goytacazes e REBIO Comboios, não listam as espécies de répteis que ocorrem na região em seus Planos de Manejo. Apenas algumas espécies são citadas, mas não há menção aos crocodilianos.

Além das populações e registros conhecidos para a **BHrD** comentados acima, outros sítios de ocorrência da espécie são pontuais, *i.e.*, suas populações estão fragmentadas, concentradas em pequenos agregados populacionais adjacentes à **Área de Estudo**. No presente estudo, vale destacar que ambas as áreas onde os jacarés foram reportados, estão protegidos respectivamente por uma UC estadual e uma área federal.

1.4.4.2. Diagnóstico da Área de Estudo

Durante a amostragem realizada na estação seca, 20 indivíduos de *C. latirostris* foram avistados. Do total, 11 indivíduos, todos juvenis, foram capturados (55%). Os outros nove indivíduos apenas visualizados não foram capturados, devido à forte correnteza verificada na UA do PERD (**Volume I, Quadros 3 e 4; Quadro 47**). Na estação chuvosa, 68 espécimes de *C. latirostris* foram avistados, mas somente cinco espécimes adultos foram capturados (8%; **Quadro 48**). A maioria das capturas foi impossibilitada devido à dificuldade de acesso à UA em que os jacarés se encontravam: estes abrigavam-se na vegetação aquática na UA do PERD, sendo esta a localidade onde mais avistamos jacarés, seguida pelas UA CROC 5 - MG (ANA; 20 indivíduos); CROC 5 - MG (AA; oito indivíduos) e CROC 4 – MG (AA; um indivíduo; **Quadro 48**).

Nas **Áreas Afetadas**, poucos jacarés foram encontrados, em CROC 4 - MG e CROC 5 - MG (**Quadro 48**). Próximo à barragem de Fundão, em Mariana, MG, tanto a **Área Afetada**, quanto os corpos d'água adjacentes, *i.e.*, às margens do rio Doce, compreendidas na **Área de Estudo**, que estão bem próximos de cidades e vilarejos, como Bento Rodrigues, que também são compreendidos pela AA. Essa proximidade levantou também o questionamento sobre a caça de jacarés, por parte da população humana local, onde os jacarés da região poderiam ter estado historicamente sujeitos à essa pressão. Além disso, as áreas diretamente afetadas, em geral, não correspondem ao ambiente típico que indivíduos de *C. latirostris* habitam. Desta forma, até o momento, não conseguimos amostras viáveis suficientes para análises pretendidas, sobre suas populações. Todos os dados referentes aos espécimes capturados, no que se refere à biometria, pesagem, o número do *chip* de marcação implantado em cada indivíduo, assim como os dados relacionados aos indivíduos somente visualizados, são apresentados no **Quadro 48**.

Quadro 47. Esforço amostral por método e número de espécimes registros em cada unidade amostral durante o estudo de jacarés-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) da Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Unidade Amostral	Esforço amostral			Espécimes capturados	Espécimes avistados
	Amostragem realizada	horas/ noite	Noites		
Croc1 MG	Sim	4	1	0	0
Croc2 MG	Sim	2	1	0	0
Croc3 MG	Sim	3	1	0	0
Croc4 MG	Não	-	-	0	0
Croc5 MG	Sim	9	2	1	20
Croc6 MG	Não	-	-	-	-
PERD	Sim	5	1	4	43
Croc7 MG	Sim	3	1	0	0
Croc8 MG	Não	-	-	-	-
Croc9 MG	Sim	4	1	0	0
Croc10 ES	Sim	5	1	0	0
Croc11 ES	Sim	3	1	0	0
Croc12 ES	Sim	3	1	0	0
Total da Campanha		43	11	5	63

1.4.4.3. Táxons de interesse para a conservação

Historicamente, as espécies de crocodilos têm sido exploradas pelos seres humanos, principalmente por sua pele, ovos, carne e gordura (KLEMENS; THORBJARNARSON, 1995). As características de sua história de vida facilitam o manejo desses répteis como fonte de proteína, alimento cultural para habitantes nativos ou alimento exótico para os homens, atualmente (MITTERMEIER et al., 1992).

Embora a caça a jacarés seja uma prática comum no Brasil, sobretudo no norte, no centro-oeste do país e em área de transição da Amazônia-Cerrado (BARRETO-LIMA; SIMONCINI, 2019), nos estados de Minas Gerais (YVES et al., 2018), Rio de Janeiro (COUTINHO et al., 2013; FREITAS FILHO, 2008) e do Espírito Santo (CASTRO; SILVA-SOARES, 2016; Silva-Soares, T., *dados não publicados*; Marcial de Castro, T., *comunicação pessoal*), o fator principal que levou *C. latirostris* a ser incluído à categoria de espécie ameaçada no passado estava atribuído à destruição de seus habitats naturais – corpos d'água naturais – pela expansão agrícola e urbanização (BARRETO-LIMA; SIMONCINI, 2019; BRAZAITIS; YAMASHITA; REBELO, 1990).

Quadro 48. Indivíduos registrados durante as campanhas de monitoramento do jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), Família Alligatoridae, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Marcação individual	Data	Hora de registro / captura	Maturação dos Indivíduos	Sexo	Peso (g)	Comprimento total (cm)	Método de Amostragem	Parcelas de Registro	Forma de Registro (abundância)
900032001012013	03/09/18	21:45	J	F	5.000 g	107 cm	BAE	PERD	C
900032001012012	03/09/18	22:00	J	I	900 g	60 cm	BAE	PERD	C
900032001012005	03/09/18	23:45	J	F	4.800 g	103 cm	BAE	PERD	C
900032001012007	04/09/18	00:20	J	I	1.200 g	80 cm	BAE	PERD	C
900032001012016	04/09/18	00:27	J	I	1.300 g	82 cm	BAE	PERD	C
900032001012014	04/09/18	00:45	J	I	1.500 g	78 cm	BAE	PERD	C
900032001012015	04/09/18	01:08	J	F	6.000 g	106 cm	BAE	PERD	C
900032001012002	04/09/18	01:15	J	M	2.700 g	88 cm	BAE	PERD	C
900032001012004	04/09/18	01:34	J	M	7.000 g	119 cm	BAE	PERD	C
900032001012009	06/09/18	21:40	J	M	6.500 g	120 cm	BAE	PERD	C
900032001012006	06/09/18	22:29	J	F	5.000 g	112 cm	BAE	PERD	C
-	06/09/18	20:00 – 23:30	-	-	-	-	BAE	PERD	A (43 ind.)
-	29/09/18	20:00 – 23:30	-	-	-	-	BAE	CROC 4 MG - AA	A (1 ind.)
-	30/09/18	-	-	-	-	-	BAE	CROC 5 MG - AA	A (8 ind.)
900032001010742	29/01/19	22:20	A	M	6.750 g	129	BAE	PERD	C
900032001010741	29/01/19	22:40	J	F	2.095 g	90	BAE	PERD	C
900032001010752	29/01/19	22:45	A	F	6.880 g	132	BAE	PERD	C
900032001010750	29/01/19	23:05	A	M	8.680 g	141	BAE	PERD	C
900032001010758	25/01/19	21:20	A	M	7.350 g	143	BAE	PERD	C
-	25/01/19	19:50 – 01:20	-	-	-	-	BAE	CROC 5 MG	A (20 ind.)
-	29/01/19	19:50 – 01:00	-	-	-	-	BAE	PERD	A (43 ind.)

Maturação dos Indivíduos: J – Jovem; A – Adulto. Método de Amostragem: BAE – *busca ativa* embarcada. Forma de Registro: A – Avistamento; C – Captura.

Em geral, os crocodilianos são animais visados para obtenção de carne para consumo, assim como para produção de artefatos a partir de seus tecidos, como o couro, tendo historicamente sofrido grande pressão de caça para essa exploração (BRAZAITIS; YAMASHITA; REBELO, 1990; COUTINHO et al., 2013). Algumas espécies, como o jacaré-do-pantanal (*C. yacare*) e o jacaré-de-papo-amarelo (*C. latirostris*) são criadas em cativeiro para esses fins (VERDADE, 2004), sob as devidas licenças e autorizações de órgãos ambientais estaduais e federais. Então, pelo apreço que há por sua carne e couro, os jacarés são considerados espécies cinegéticas.

Em contraste, vale relatar o caso da pressão histórica de caça sobre as espécies do gênero *Paleosuchus*, as quais foram reduzidas devido ao baixo valor comercial de seu couro ossificado adaptado à vida terrestre (MEDEM, 1981). No entanto, *P. palpebrosus* e *P. trigonatus* seriam mais afetados pela perda de hábitat devido às atividades de mineração (CAMPOS; COUTINHO; ABERCROMBIE, 1995), além de desmatamento, poluição, erosão, barragens hidrelétricas e urbanização (BARRETO-LIMA; SIMONCINI, 2019; CAMPOS; MOURÃO, 2006; MAGNUSSON; CAMPOS, 2010a, 2010b).

Para o Jacaré-de-papo-amarelo (*C. latirostris*), espécie cinegética, sua carne é apreciada como iguaria na culinária, havendo criadouros legalizados, específico para criação de jacarés para abate para essa finalidade. Não obstante, seu couro também é muito utilizado para a fabricação de acessórios, calçados e roupas. Há ainda mitos e crendices que tornam os crocodilianos como espécies de interesse humano (místicos e religiosos), o que preconiza na caça ilegal dos jacarés como um todo. Coibir a caça e liberar criadouros comerciais legais foram medidas adotadas pelo governo para reduzir o impacto sobre as populações naturais de *C. latirostris* (CASTRO; SILVA-SOARES, 2016).

Em um passado recente, *C. latirostris* estava listada como ameaçada de extinção devido à caça indiscriminada e à destruição de seus habitats naturais (CASTRO; SILVA-SOARES, 2016). Atualmente, a espécie não é mais classificada como ameaçada de extinção no Brasil, nem nas listas estaduais de Minas Gerais e do Espírito Santo. Entretanto, *C. latirostris* encontra-se ainda listada no Apêndice I da CITES, que compreende as espécies mais ameaçadas pelo comércio ilegal, proibidas de comércio internacional, a não ser que o propósito da importação não seja de cunho comercial (CITES, 2018). Quanto à sua conservação, a situação é complexa, por apresentar populações fragmentadas na maior parte de sua distribuição devido as atividades humanas (VERDADE; LARRIERA; PIÑA, 2010).

Quando considerada à sua presença ou ausência em ambientes naturais ou antropizados, *C. latirostris* não é uma espécie indicadora ideal de qualidade ambiental, por ser resistente às alterações antrópicas, sendo considerada espécie sinantrópica (NEVES, 2019), visto que possui uma grande capacidade adaptativa à ambientes alterados, podendo até habitar águas com consideráveis níveis de contaminação por lixo, esgoto, resíduos industriais e insumos agroquímicos, caracterizando a como espécie sinantrópica (FREITAS FILHO, 2008, 2015; MECHE et al., 2010; VERDADE et al., 1992). E dada a alta pressão de caça a que está sujeita, sabe-se que *C. latirostris* apresenta baixa taxa de dispersão, principalmente em ambientes alterados, mesmo na ausência de barreiras geográficas (COUTINHO et al., 2013; VERDADE; ZUCOLOTO; COUTINHO, 2002).

1.4.4.4. Metais pesados

Os crocodilianos e outros répteis são considerados bioindicadores de poluição ambiental (MANOLIS; WEBB; BRITTON, 2002). Como predadores de topo de cadeia, resistentes e bioacumuladores de toxinas, acumulando metais pesados no sangue e em órgãos (VIEIRA et al., 2011) devido ao seu crescimento indeterminado, os crocodilianos são utilizados no diagnóstico da saúde ambiental desde 1980, com pesquisas de longa duração sobre alterações hormonais, reprodutivas, anomalias e mutações em indivíduos expostos a ambientes com alto grau de contaminação por metais pesados (CRAIN; GUILLETTE, 1998; KHAN; TANSEL, 2000; NILSEN et al., 2017a, 2017b, 2019; SCHNEIDER et al., 2015). Entretanto, estudos de contaminação ambiental não estão disponíveis para mais da metade das espécies de crocodilianos do mundo, pois a maioria das informações sobre os contaminantes ambientais e o seu acúmulo e efeitos tendo sido relatada para o jacaré norte-americano (*Alligator mississippiensis*), com esforço de pesquisa sobre os efeitos dos contaminantes sobre a população de jacarés na Flórida (KHAN; TANSEL, 2000; NILSEN et al., 2017a, 2017b, 2019) e estudos sobre a contaminação por Hg no sudeste dos Estados Unidos (CAMPBELL, 2003).

A contaminação por atividades de mineração de ouro e o uso de agroquímicos no Brasil é um problema no Brasil, e os metais pesados são reconhecidos por afetar negativamente os crocodilianos (BARRETO-LIMA; SIMONCINI, 2019; CORREIA et al., 2014; SCHNEIDER et al., 2012). Neste contexto, são considerados ótimos e efetivos bioindicadores de qualidade ambiental por contaminação de metais pesados (JEFFREE; MARKICH; TWINING, 2001; MANOLIS; WEBB; BRITTON, 2002), apoiando a necessidade do presente estudo, para averiguar possíveis contaminações a partir da

lama de rejeitos da barragem de Fundão. No Brasil, a maior parte destes estudos foi realizada na Amazônia com *Caiman crocodilus* e *Melanosuchus niger*, onde há fontes naturais e antropogênicas de mercúrio (Hg) contaminando populações de jacarés (BRAZAITIS et al., 1996; CORREIA et al., 2014; SCHNEIDER et al., 2012, 2015), embora existam poucos trabalhos em outras áreas, como no Pantanal com *Caiman yacare* (VIEIRA et al., 2011). Além disso, há o problema da contaminação humana nativa (i.e., índios e/ou ribeirinhos) devido ao consumo tradicional da carne de jacarés (BRAZAITIS et al., 1996; SCHNEIDER et al., 2012). Através da análise biológicas de músculo, escama, sangue, córnea e vísceras, os teores são detectados e comparados com os limites de contaminantes químicos presentes em alimentos, estipulados pela Legislação Brasileira, OMS e outros órgãos internacionais responsáveis por determinar diretrizes a serem padronizadas e seguidas na fiscalização ambiental (EGGINS et al., 2015; SCHNEIDER et al., 2015).

Embora não existam padrões para carne de répteis, SCHNEIDER et al. (2012) relataram que *C. crocodilus* e *M. niger* apresentaram concentrações médias de Hg inferiores as do nível máximo permitido de $500 \mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ Hg, recomendado pela OMS e pelo Ministério da Saúde do Brasil para peixes. Porém, calculando os limites de consumo diário e o número de refeições/mês que podem ser consumidos com segurança, os consumidores que comem carne de jacarés com frequência podem estar em risco devido a acumulação do Hg (SCHNEIDER et al., 2012). Ademais, as concentrações médias de Hg nos tecidos musculares de tartarugas (*Podocnemis* spp.) e jacarés (*C. crocodilus* e *M. niger*) foram relatadas abaixo da diretriz da OMS para o consumo de peixes ($500 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$); no entanto, excederam tal diretriz para crianças e mulheres grávidas ($200 \text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$), e as concentrações totais de Hg do fígado dos jacarés estavam em excesso, bem acima da diretriz de consumo de segurança estabelecido pela OMS (EGGINS et al., 2015). Não existem parâmetros comparáveis estabelecidos de toxicidade neste grupo animal, muito menos específicos por espécie, o que dificulta as avaliações clínicas da saúde das populações de crocodilianos. Porém, para *C. latirostris* em dois parques naturais do Rio de Janeiro, as taxas de Hg no sangue foram encontradas relativamente altas devido a metilação mercurial por plantas aquáticas, enquanto que a acumulação de Hg no músculo foi explicado pelo consumo de presas contaminadas (FREITAS FILHO, 2008). Contudo, não foi possível afirmar se as concentrações de Hg do estudo foram ou não prejudiciais a *C. latirostris*, considerando que tais valores de Hg para esta espécie foram os primeiros a serem relatados (FREITAS FILHO, 2008).

1.4.5. Conclusões e recomendações

Em linhas gerais, as perguntas gerais 1, 2, 3, 4, 5 e 7 do Parecer Técnico 01/2017 (IBAMA-COREC, 2017a) não foram respondidas para o estudo de crocodilianos. Apesar de possuímos dados que são utilizáveis para responder à pergunta 5, os únicos três pontos de ocorrência dos crocodilianos dentre os pontos de amostragem definidos pelo Parecer, não permitem que sejam testadas hipóteses sobre a distribuição de *C. latirostris*. A pergunta 7 não se aplica ao atual delineamento de estudo exigido, pois não determina a amostragem em nenhuma das áreas afetadas diretamente pelo derramamento, assim como não contempla as áreas em processo de recuperação.

A pergunta 6 foi respondida, embora o presente estudo não trate de comunidades no caso dos crocodilianos. Como o PERD foi praticamente a única área onde obtivemos registros da espécie, dentro do escopo atual do estudo, podemos concluir que sim, as UCs são não somente complementares, como fonte única até o momento da espécie em questão.

Em relação aos objetivos específicos apontados pelo Parecer Técnico 01/2017 (IBAMA-COREC, 2017a) o estudo dos crocodilianos atingiu parcialmente os objetivos 2, 4 e 8. Os demais objetivos ou não foram atingidos ou por não se referiram diretamente ao estudo deste grupo de organismos (3 e 7) ou por insuficiência amostral até o momento (1, 5, e 6).

Em relação aos objetivos específicos definidos para o grupo de crocodilianos (**Item 1.4.2**) foram alcançados, predominantemente, os de número 1 e 2. O terceiro objetivo não foi atingido, pois necessita de ajustes metodológicos, que serão detalhados e explicados, a seguir. Com o delineamento posto da forma que foi executado no primeiro ano de estudo não é possível testar a hipótese de que a distância do rio Doce influenciaria na presença da espécie, principalmente porque a maioria das capturas e avistamentos ocorreu em apenas uma localidade (PERD) e as demais, minoritariamente, em três localidades (CROC 5-MG ANA; CROC 5-MG AA; e CROC 4-MG AA), todas em MG.

Em suma, ainda não é possível inferir qual foi o real impacto sobre as populações de *C. latirostris*, principalmente por não se saber como essas populações encontravam-se antes do evento em questão. O entendimento desse panorama e o resgate histórico dos crocodilianos do rio Doce, só são possíveis a partir de entrevistas com os moradores e

pescadores locais, a fim de se confirmar a presença ou não de caça na região. Esta é uma das recomendações fundamentais a serem adaptadas e seguidas metodologicamente para este estudo de monitoramento.

Vale ressaltar que, o estudo genético das populações dos crocodilianos da *BHRD* serão úteis no monitoramento, embora em momento posterior. *A priori*, atividades pré-requisito importantes como o mapeamento da distribuição ao longo da bacia do Rio Doce e a necessidade de melhorias metodológicas na eficiência da amostragem para novas capturas são prioritárias nesse momento do estudo.

Ainda, em relação aos métodos empregados, é importante relatar que os problemas amostrais enfrentados são causados por definições prévias conceitualmente equivocadas no Parecer Técnico 01/2017, que definem o escopo principal deste estudo (IBAMA-COREC, 2017a), após acordado o Termo de Ajustamento de Conduta (IBAMA, 2016), usadas para delimitar as áreas de coleta de dados para os crocodilianos ao longo do rio Doce. O rio Doce, na maior parte de sua extensão, possui uma profundidade extremamente baixa e de fundo de pedra. O delineamento amostral descrito no Parecer Técnico seguiu as premissas de que: (1) o rio é navegável em toda sua extensão, (2) que igualmente existiriam pontos de descida para barco, e que (3) o objeto de estudo, *C. latirostris*, teria como habitat essas áreas demarcadas. De fato, não foi o que ocorreu em situação real de campo (detalhes no **Volume I, Quadro 3**) e também, de acordo com a literatura, o que não se define com hábitat tão adequado ou apropriado ao típico ambiente da espécie de crocodiliano avaliada, que se encontra preferencialmente em águas calmas, longe de fortes correntezas (*i.e.*, em ambiente lênticos).

Embora a presença do jacaré-de-papo-amarelo no rio Doce seja muito baixa, esta situação de ocorrência pode estar não apenas associada à pressão de caça à que a espécie pode estar historicamente sujeita no sudeste, mas principalmente devido a maioria das áreas observadas não ser naturalmente apropriada, como habitat típico da espécie (*e.g.*, águas mais lentas e calmas; brejos e pântanos). Ademais, sabe-se que fatores antrópicos como a perda de habitat (*i.e.*, corpos d'água naturais), expansão agrícola, mineração, construção de barragens, urbanização ou a poluição dos rios podem ser também fatores associados a esta questão (BARRETO-LIMA; SIMONCINI, 2019).

Ainda quanto a delimitação de áreas de amostragem e estações climáticas, nossa equipe observou durante a estação de chuvas que a situação de acesso e registro de

dados piora consideravelmente para praticamente todos os pontos amostrais. As áreas que já não adequadas durante a estação seca ficam piores durante as chuvas, inviabilizam a entrada do barco na maioria dos pontos determinados, seja pelo extravasamento do rio em seu leito, seja pela deterioração das pequenas vias vicinais de acessos aos pontos de descida para o rio Doce. Além disso, a cheia do rio torna a navegação perigosa e expõe a equipe de campo a risco desnecessário devido ao volume e velocidade das águas do rio Doce. É, portanto, essencial que as recomendações para novas áreas de amostragem sejam implantadas seguindo as recomendações descritas a seguir.

Fora das UCs ou mesmo de áreas particulares protegidas por segurança patrimonial que asseguram os jacarés e seus habitats naturais, mesmo que indiretamente, é possível que possíveis populações locais de jacarés da **Área Afetada** já estivessem reduzidas localmente (ou mesmo extintas) antes do rompimento da barragem de Fundão de Mariana, MG. Reportamos neste documento, tanto por dados primários quanto secundários, a presença de populações de *C. latirostris* apenas dentro ou ao redor de UCs ou áreas protegidas (PERD - MG, Campus IFES, Itapina, Colatina - ES).

Assim, a partir da experiência adquirida no primeiro ano de coletas, a recomendação crucial, para as próximas atividades de monitoramento, é que sejam selecionadas e adicionadas ao presente estudo novas UAs em áreas com real potencial de ocorrência de jacarés, dentro das **Áreas Afetadas** e **Não Afetadas**. Nesse aspecto, o mapeando da espécie ao longo do rio Doce é de suma importância para termos a dimensão da distribuição atual de *C. latirostris*. Portanto, o conjunto de pontos amostrais com registros confirmados da espécie após um ano de estudo, por literatura, *online*, e primariamente, podem também ser usados para se modelar a distribuição potencial de *C. latirostris* na bacia do rio Doce. Deste modo, poderemos saber quais outras áreas de maior adequabilidade ambiental podem estar associadas à presença dessa espécie de jacaré na Área de Estudo.

Além disso, não há ainda como detalhar se houveram impactos nessas populações em relação ao acúmulo de metais pesados registrado ao longo da calha do rio Doce. Isso será possível a partir das análises laboratoriais das amostras biológicas (i.e., sangue coletado), comparativamente em sobreposição às análises de água e solos. Portanto, como recomendação essencial, mais amostras de sangue de *C. latirostris* devem ser coletadas na área estudada, em novos pontos, a fim de que seja respondida efetivamente tal questão sobre a contaminação.

Os crocodilianos são animais resistentes e, como vantagem, podem ser monitorados por mais tempo ao longo de um gradiente de variação ambiental natural ou mesmo causado por um fator artificial de natureza antrópica. Ademais, ressalta-se que os crocodilianos são efetivos bioindicadores de qualidade ambiental, em especial, em estudos sobre contaminação de metais pesados (JEFFREE; MARKICH; TWINING, 2001; MANOLIS et al., 2002), o que justifica o presente estudo técnico-científico, na avaliação de respostas para possíveis contaminações, a partir da lama de rejeito da barragem de Fundão, Mariana - MG, liberada na Bacia do rio Doce.

Por fim, após o 2º *Workshop* do estudo, visando otimizar a amostragem, focar os esforços de pessoal e recursos na investigação do *status* das populações de jacarés, na qualidade dos dados e melhor capacidade do estudo em detectar os efeitos do impacto sobre os crocodilianos na bacia do rio Doce, foram indicadas por sua necessidade e relevância as seguintes recomendações:

- Retirar a obrigação de transectos fixos (1 km x 8 na calha; 1km x 8 nos tributários) e delimitar as buscas ativas (Método Procura Visual Limitada por Tempo), com duração de 4 horas/noite nos tributários principais, como determinado para as áreas de referências;
- Com base na experiência de campo, retirar os pontos amostrais que sabemos que não ocorrem jacarés e adicionar lagoas próximas em que possamos encontrá-los, investindo na seleção de novos pontos de coleta (tributários e lagoas), em ambientes supostamente afetados e outros sabidamente não afetados pelo rejeito;
- Realizar entrevistas com os moradores locais, para se resgatar informações históricas sobre a caça de jacarés na região estudada, bem como para se descobrir novas áreas da presença destes animais;
- Adicionar buscas por ninhos de jacarés nas áreas de estudo, após as etapas de entrevistas, exclusão de áreas de ausência da espécie e a detecção de sítios propícios para a ocorrência da espécie (visto que isso identificaria a presença de fêmeas maduras na área, descobrindo-se áreas de maiores adequabilidade ambiental à espécie).

1.5. CLASSE AVES

1.5.1. Introdução

A avifauna brasileira é composta por 1.919 espécies, segundo o Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PIACENTINI et al., 2015). Aproximadamente 10% dessas espécies são endêmicas do Brasil (SICK, 2001; VIELLIARD et al., 2010), sendo que a maioria desses endemismos está distribuída na Amazônia (20%), Mata Atlântica, (18%) (MITTERMEIER et al., 2003; SATTERSFIELD et al., 1998) e Cerrado (4,3%; CAVALCANTI, 1999; SILVA, 1995).

A Mata Atlântica destaca-se não apenas por ser um dos domínios morfoclimáticos mais biodiversos do Brasil, mas também por constituir uma das florestas tropicais mais ameaçadas do mundo (MORELLATO; HADDAD, 2000). Classificado como um *hotspot* global de biodiversidade (MYERS et al., 2000), esse domínio morfoclimático é formado por um complexo fitofisionômico diversificado, possuindo florestas ombrófilas, estacionais semidecíduais e restingas (COUTINHO, 2016; OLIVEIRA-FILHO; FONTES; AURELIO, 2000).

A **BHrD** possui 98% de sua área inserida dentro da Mata Atlântica (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013), mas todos os rios afetados pelo rompimento da barragem de Fundão estão inseridos nesse Domínio. Embora sua vegetação natural tenha sido, em grande parte, transformada em áreas agrícolas, a bacia ainda abriga importantes remanescentes naturais com elevada riqueza potencial de aves. Apesar disso, a caracterização da comunidade de aves do rio Doce permanece pouco estudada em termos de distribuição e estrutura,, e a maioria dos estudos constituem-se de inventários rápidos (RIBEIRO, 2008).

A degradação e a fragmentação dos ambientes naturais na **BHrD** já causaram a extinção regional de aves (RIBON; SIMON; DE MATTOS, 2003). As que persistem estão sob ameaça da contínua degradação dos ambientes. Nesse contexto, o derramamento de lama proveniente da barragem de Fundão pode ter impactado ainda mais as comunidades de aves adjacentes ao rio, de diversas maneiras, por exemplo, afetando diretamente, pelo impacto físico, as espécies e os habitats, ou indiretamente, diminuindo recursos provenientes do rio, afetando interações ecológicas (GOLDER ASSOCIATES, 2016).

A heterogeneidade de fitofisionomias favorece o estabelecimento de uma avifauna diversificada, com elementos indicadores de diferentes níveis de qualidade ambiental. Em paisagens impactadas, o tamanho, o grau de isolamento e qualidade dos fragmentos devem particularmente influenciar a persistência dos organismos (ALEIXO, 1999; ANDRÉN; ANDREN, 1994; FAHRIG, 2002; METZGER, 1999). Estes fatores podem ter efeitos na estrutura da comunidade, influenciando a riqueza e diversidade de aves nos habitats (UEZU, 2006).

A utilização de comunidades biológicas para avaliação de mudanças e impactos ambientais vem sendo amplamente difundida, tornando-se uma ferramenta útil na determinação da qualidade ambiental (AMÂNCIO; DE SOUZA; MELO, 2008). Neste sentido, alguns exemplares da fauna podem atuar como bioindicadores da qualidade do meio ambiente (PINTO-COELHO, 2000), respondendo às influências externas de acordo com os níveis de sensibilidade, em função das alterações presentes.

As aves, juntamente com outros grupos de vertebrados, oferecem informações seguras e rápidas em diagnósticos ambientais e no monitoramento de áreas de relevância biológica (LAWTON, 1996). O monitoramento da avifauna, além de trazer informações sobre suas comunidades, pode trazer informações sobre todo o ecossistema. São consideradas ótimos indicadores biológicos, por ocuparem diferentes níveis da cadeia alimentar e tipos de habitats, frequentemente apresentando especificidade e rápidas respostas a impactos humanos, além de serem um grupo bem conhecido e de fácil identificação em campo (PADOA-SCHIOPPA et al., 2006; QUINN et al., 2011). Assim, as análises da estrutura e composição da comunidade de aves, associadas ao conhecimento da biologia das espécies, fornecem subsídios para a interpretação efeitos de intervenções e impactos antrópicos (GIMENES; DOS ANJOS, 2003).

Este relatório apresenta os resultados obtidos ao longo das campanhas da avifauna realizadas no primeiro ano de monitoramento (estações seca e chuvosa) das áreas afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão, Mariana, Minas Gerais.

1.5.2. Objetivos específicos

- Descrever e analisar a comunidade de aves em termos de riqueza, distribuição, estrutura, composição e abundância, no cenário “pós” rompimento da barragem de Fundão;

- Avaliar o nível de sensibilidade das espécies registradas em todos os Blocos Amostrais no contexto “pós” rompimento da barragem;
- Sinalizar as espécies consideradas endêmicas, ameaçadas de extinção, raras, bioindicadoras, cinegéticas, exóticas e migratórias;
- Avaliar suficiência amostral e riqueza ao longo do rio nas abordagens de estudo (terrestre, ripária e ilhas fluviais);
- Avaliar e descrever os possíveis impactos do rompimento da barragem de Fundão sobre a avifauna;
- Sinalizar espécies indicadoras, áreas prioritárias e processos ecológicos que serão objeto de monitoramento de longo prazo em programas específicos; e
- Verificar a distribuição e riqueza das espécies de aves em relação à distância da calha do rio Doce, estabelecendo relações entre estas variáveis.

1.5.3. Material e métodos

Foram realizadas duas campanhas para coleta de dados sobre a avifauna. Durante o período seco ocorreu entre 3 de julho e 10 de outubro de 2018; durante o período de chuvas foi realizada entre 19 de janeiro e 30 de março de 2019. Seis biólogos ornitólogos estiveram envolvidos na coleta de dados ao longo das áreas de. Em cada campanha, os biólogos se dividiram em quatro equipes com quatro auxiliares, sendo que duas equipes sempre ficaram em parcelas próximas para que as amostragens pudessem ser realizadas concomitantemente. Cada equipe foi composta por, no mínimo, um biólogo e um auxiliar de campo. Nos maiores módulos, como 22T e 23T, em Mariana, MG., as amostragens foram realizadas concomitantemente por duas equipes (**Quadro 49**).

Quadro 49. Períodos de amostragens para o monitoramento de Aves, durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Estação seca realizada em 2018 e chuvosa, em 2019.

Biólogo	Área amostrada	Período	Estação
Fagner D. Teixeira	22T, 23T, 17T	03/jul a 16/jul	Seca
Wallace Correa	22T, 23T, PS, 17T, PC, 9I	03/jul a 25/jul	Seca
Thiago O. Souza	4TA, 4TB, 4TC, 4TD, 5T, 6T, 7T, 8T, 2T, 1T, 14T	09/jul a 08/out	Seca
José Nilton da Silva	7T, 11T, 10T, 12T	19/jul a 23/ago	Seca

Biólogo	Área amostrada	Período	Estação
Fagner D. Teixeira	Lagoas do Parque Estadual do Rio Doce	19/ago a 24/ago	Seca
Fagner D. Teixeira	20T, 18TB	31/ago a 07/set	Seca
José Eduardo Falcon	15TA, 15TB, 15TC	04/out a 10/out	Seca
Thiago O. Souza	Lagoa dos Patos, Central e Juquita	25/jan e 20 e 24/fev	Chuvosa
Thiago O. Souza	14T, 15TA, 15TB, 15TC, 17T, 18TA, 18TB, 20T, 22T, PS, 9I e 6T	19/jan a 28/mar	Chuvosa
Gefferson G.R. Silva	14T, 15TA, 15TB, 15TC, 17T, 18TA, 18TB, 20T, 22T, 9I, PC, PERD e PS	19/jan a 29/mar	Chuvosa
Gefferson G.R. Silva	Lagoa Juquita e Águas claras	15/jan e 21 e 24/fev	Chuvosa
Fagner D. Teixeira	1T, 2T, 5T, 6T, 7T, 8T, 10T, 11T, 12T e 23T	31/jan a 30/mar	Chuvosa
Wallace Correa	1T, 2T, 5T, 6T, 7T, 8T, 10T, 11T, 12T e 23T	31/jan a 30/mar	Chuvosa

1.5.3.1. Área de estudo

Durante a última campanha, realizada na estação chuvosa, algumas áreas não puderam ser amostradas (**Volume I, Item 5.2**).

1.5.3.2. Procedimentos de campo

Para amostragem e monitoramento da avifauna usamos *Pontos de Escuta*, *Listas de Mackinnon*, captura com *redes-neblina* e amostragem de aves noturnas. O uso de mais de um método possibilita a complementariedade dos esforços, já que cada um é delineado para amostrar diferentes grupos de aves. Isto visa maior sucesso de inventário do grupo (CAVARZERE; COSTA; SILVEIRA, 2012; O'DEA; WATSON; WHITTAKER, 2004; PIACENTINI; SILVEIRA; STRAUBE, 2010).

Os indivíduos registrados em campo foram identificados por meio de visualização, com auxílio de binóculos e pela audição de vocalizações. Sempre que possível, foram feitos registros fotográficos e gravações das vocalizações dos indivíduos com o uso de um gravador de áudio e um microfone direcional. As identificações dos indivíduos registrados foram realizadas segundo a literatura especializada (DE LA PEÑA; RUMBOLL; CARRIZO, 2001; G., 2009; GRANTS AU, 2010; PERLO, 2009; RODRÍGUEZ MATA, J., 2006).

Para confirmar as espécies cujas vocalizações não foram reconhecidas prontamente, foi utilizada a técnica de *playback* (PARKER III, 1991), que consiste na reprodução da voz da espécie alvo para atrair o indivíduo e permitir ao observador que faça sua identificação visual. Esta técnica só é usada fora dos momentos de emprego de *Pontos de Escuta*, para não influenciar a amostragem deste método.

Além dos métodos descritos a seguir, foram obtidos registros eventuais/ocasionais das aves observadas nas proximidades dos módulos e parcelas de amostragem, durante os deslocamentos e fora dos horários padronizados através dos métodos convencionais. Estes registros não foram incluídos nas análises estatísticas. Foram apenas considerados na composição da lista de espécies e contabilização da riqueza.

1.5.3.2.1. Censos por Pontos de Escuta

O método de amostragem por *Pontos de Escuta* é um dos mais utilizados, principalmente em ecossistemas florestais (BIBBY, 1992; BLONDEL; FERRY; FROCHOT, 1981). É um método simples e de baixo custo, que permite avaliação objetiva das comunidades de aves e monitoramento no tempo e espaço. O método possui vantagens, como a facilidade de ajuste às condições locais e a coleta de alto número de amostras (VIELLIARD et al., 2010). Entretanto, a detecção das espécies varia durante o dia e pode ser afetada pelo vento, nebulosidade, características da vegetação, distância e experiência do observador (BIBBY, 1993; JOHNSON, 2008; QUINN et al., 2011). Espécies com vocalizações de baixa amplitude e inconspícuas podem ser subestimadas em inventários por menor detectabilidade em relação a espécies que têm vocalizações de alta amplitude e estereotipadas (SOUZA, 2014).

Em cada parcela (unidade amostral; UA), foram executados dois *Pontos de Escuta*, um no início (piquete 0), e outro no fim (piquete 250), para diminuir a probabilidade de registro de um mesmo indivíduo entre os pontos em momentos próximos (BIBBY; JONES; MARSDEN, 2000; GREGORY; GIBBONS; DONALD, 2004; VIELLIARD et al., 2010). A amostragem ocorre por 10 min, durante os quais são registradas todas as espécies de aves observadas e/ou ouvidas (**Foto 10**), número de indivíduos, sexo, estrato vertical, e distância até observador. Os *Pontos de Escuta* foram executados somente no período da manhã, desde o nascer do sol até por volta das 10:00h, horário de maior atividade da maioria das espécies de aves (ANJOS, 2007; OTTO POULSEN; KRABBE, 1998). A aplicação desse método permitiu calcular o Índice Pontual de Abundância (IPA), que indica a abundância da espécie em função do seu coeficiente de

detecção, um valor relativo que permite comparações entre medidas de uma mesma espécie entre áreas ou tempos distintos, ou de conjuntos equivalentes de espécies entre comunidades (VIELLIARD et al., 2010). O esforço amostral empregado é a soma de pontos realizados por abordagem (*Parcelas Terrestres*, *Parcelas Ripárias* e *Ilhas*) e estação, além das lagoas Localizadas no Parque Estadual do Rio Doce (**Quadro 50**).



Foto 10. *Ponto de Escuta* aplicado em parcela do módulo 15T, estação seca, durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Quadro 50. Esforço Amostral de *Pontos de Escuta* por abordagem e por campanha durante o monitoramento de Aves, no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Abordagem	Esforço
<i>Ilhas</i>	16
<i>Lagoas do PERD</i>	24
<i>Parcelas Ripárias</i>	92
<i>Parcelas Terrestres</i>	254
Estação Seca	218
Estação Chuvosa	168

Durante a estação chuvosa, considerando as parcelas liberadas, deveriam ter sido realizados 186 *Pontos de Escuta*, porém, foram realizados 168. Este déficit é resultado de chuvas fortes que caíram no momento da realização das atividades, ou por causa de queda de árvores, presença colmeias de vespas ou inacessibilidade às UA.

1.5.3.2.2. Amostragem de aves noturnas

A amostragem de aves noturnas visa o registro de espécies das Ordens Strigiformes, Nyctibiiformes e Caprimulgiformes. A amostragem foi realizada por meio de *Pontos de Escuta* e *playback* (BIBBY; JONES; MARSDEN, 2000; GREGORY; GIBBONS; DONALD, 2004; MOSHER; FULLER, 1996). Os *Pontos de Escuta* noturnos foram realizados nas trilhas principais de cada módulo (UA), do crepúsculo até as primeiras horas da noite, a cada 500 m, a partir do piquete 0, durante 15 min., divididos em: 5 min. de registro das espécies que vocalizaram espontaneamente; 2 min. de *playback*, 1 min. de intervalo, 2 min. de *playback*, 5 min finais de escuta (MOSHER; FULLER, 1996). O esforço amostral obtido foi de 161 pontos (**Quadro 51**).

Quadro 51. Esforço amostral para o monitoramento da Avifauna por *Pontos de Escuta* noturno do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Estação	Número de Pontos Noturnos
Seca	64
Chuvosa	97

1.5.3.2.3. Redes-neblina

A biologia das aves pode ser avaliada de forma confiável através de sua captura e marcação (BIBBY, 1993; SPENCER, 1976). É provável que as aves sejam o grupo dos animais mais capturados, manipulados e marcados. O uso de redes é especialmente eficiente para amostrar espécies de sub-bosque (RALPH et al., 1993; ROOS, 2010a). Usamos sequências de 14 *redes-neblina* posicionadas ao longo de 130 m em cada parcela dos sítios de amostragem (unidade amostral; UA). Para evitar possíveis interferências da trilha principal pela passagem de outros profissionais da equipe, as linhas de rede foram iniciadas a partir do piquete 10, até o piquete 140. As redes

utilizadas têm dimensões de 9 m de comprimento por 3 m de altura e 32 mm de malha. As aves foram capturadas com autorização de captura, coleta e transporte (IBAMA nº 10/2018-CGBIO/DBFLO). As redes permaneceram abertas por 6 horas consecutivas (**Foto 11**), em cada uma das parcelas, entre às 06:00 h e 12:00 h. As vistorias foram realizadas a cada 30 min., ou 15 min. nos horários mais quentes (09:30 h - 12:00 h) e/ou em ambientes menos sombreados para evitar danos às aves por estresse e desidratação (ROOS, 2010a).



Foto 11. *Redes-neblina* instaladas para a captura de Aves durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

As aves capturadas foram identificadas e marcadas com anilhas metálicas numeradas (**Foto 12**) fornecidas pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres (CEMAVE; autorizações nº 4340/1, 4354/2, 014/2019; **ANEXO 4**). Todos os indivíduos capturados foram identificados e analisados quanto à idade, acúmulo de gordura, sexo, condição reprodutiva (presença ou ausência de placa de incubação), muda de penas, presença de ectoparasitos na pele e plumagem, além de medidas biométricas: comprimento total, da asa, cauda, tarso-metatarso, cúlmen total e peso (ARZUA; VALIM, 2010; PROCTOR; LYNCH, 1998; ROOS, 2010b). Para cada indivíduo capturado também foram anotados o *status* (captura, recaptura, coleta, não anilhado),

o número da anilha, o horário da captura, e os números da rede e bolsa da rede em que ocorreu a captura. Posteriormente, as aves foram soltas próximo ao local de captura.



Foto 12. Espécime de ave capturado e marcado com anilha numerada de metal durante a campanha de seca do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Aves de interesse taxonômico e/ou biogeográfico, que se acidentaram na rede, ou não identificados em campo, foram coletadas (CONCEA, 2018; ROOS, 2010a) e taxidermizadas. Os exemplares foram mortos por meio da compressão torácica, procedimento recomendável para aves de pequeno e médio porte (não aceitável para aves mergulhadoras; PIACENTINI; SILVEIRA; STRAUBE, 2010), e conforme Resolução nº 301, de 8 de dezembro de 2012 (Conselho Federal de Biologia; CFBIO, 2012). As atividades de coleta científica foram autorizadas pelo IBAMA por meio das licenças nº 1/2018-CGBIO/DBFLO; 6/2018-CGBIO/DBFLO; 02001.001896/2018-05. Todos os dados morfométricos foram coletados com os espécimes vivos ou recém coletados, tais como coloração das partes nuas (bico e tarso) e cor da íris. Os espécimes coletados foram etiquetados com etiqueta padrão contendo todas as informações e medidas morfométricas. Esta etiqueta foi encaminhada juntamente com o espécime coletado à instituição de pesquisa, respeitando a licença de captura, coleta e transporte.

Apresentaremos o esforço de duas maneiras para o método de captura em *redes-neblina*. O primeiro é a medida horas-rede, que considera cada rede aberta durante uma hora equivale à uma hora *rede*. De esforço (DEVELEY, 2009), uma unidade de esforço usualmente aplicada (ROOS, 2010a). O esforço foi calculado pela equação:

$$HR = n * t$$

Onde:

HR = Horas-rede

n = número de redes operadas

t = tempo de operação de cada rede ou conjunto de redes

Na segunda maneira, o esforço é apresentado em metro quadrado * hora (m².h), que multiplica a área da rede (comprimento x altura) pelo tempo de exposição (horas x número de dias; STRAUBE; BIANCONI, 2002), representado pela equação:

$$E = \text{área} * h * n$$

Onde:

E = esforço

área = altura da rede multiplicada pelo comprimento

h = tempo de exposição (número de horas multiplicado pelo número de dias)

n = número de redes

As grandezas mais usadas são o comprimento das redes e, eventualmente o tempo de exposição das redes, mas essas duas têm sido mencionadas isoladamente, inviabilizando a compreensão quanto ao esforço de captura efetivamente dedicado aos estudos (STRAUBE; BIANCONI, 2002), o que justifica a apresentação de diferentes cálculos de esforço. Com o número de indivíduos capturados e o cálculo dos dois esforços calculamos o Sucesso de Captura (SC) seguindo a equação:

$$SC = \frac{n * 100}{\text{esforço}}$$

Onde:

SC = sucesso de captura

n = número de indivíduos capturados

esforço = (horas-rede e m².h) total

O Sucesso de Captura (SC) será apresentado por abordagem e por estação, *i.e.*, *Parcelas Ripárias*, *Parcelas Terrestres* e Ilhas, lagoas do PERD, nas estações seca e chuvosa (**Quadro 52**, **Quadro 53**). Durante a campanha da estação chuvosa, 93 parcelas estavam liberadas para amostragem, mas realizamos 86. Em algumas parcelas, como na 1p11T, houve queda de árvores sobre as redes durante a noite que antecedeu a amostragem, inviabilizando sua abertura na manhã seguinte. Em outras parcelas havia colmeias de vespas ou a vegetação estava fechada a ponto de impedir a instalação das redes. Embora as redes tenham sido abertas em alguns locais de difícil acesso, a vegetação fechada não permitiu o emprego padrão do método, o que pode ter influenciado o sucesso de captura. Nestes locais não foi possível abrir as redes acima de 2 m de altura ou a vegetação ficou encostada na lateral das redes.

Quadro 52. Esforço Amostral obtidos pelo método de *redes-neblina*, por estação, no monitoramento de Aves, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Estação	Esforço m ² .h	Esforço horas-rede
Seca	169.128	6.048
Chuvosa	163.296	6.300

Quadro 53. Esforço Amostral obtidos por abordagem pelo método de *redes-neblina* durante o monitoramento de Aves, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Abordagem	Esforço	Unidade de Esforço
Ilhas	11.340	m ² .h
	420	horas-rede
Lagoas PERD	18.144	m ² .h
	672	horas-rede
<i>Parcelas Ripárias</i>	72.252	m ² .h
	2.688	horas-rede
<i>Parcelas Terrestres</i>	230.668	m ² .h
	8.544	horas-rede

1.5.3.2.4. Amostragem por Listas de Mackinnon

A amostragem por *Listas de Mackinnon* foi executada tanto nas parcelas como nas trilhas principais, concomitantemente à amostragem por *redes-neblinas* e também durante o deslocamento entre as áreas e montagem de redes no período da tarde (15:30 - 18:00 h). Adotamos listas de 10 espécies (HERZOG; KESSLER; CAHILL, 2002), favorecendo o número de amostras e reduzindo a chance de registros da mesma espécie mais de uma vez na mesma lista (RIBON, 2010). O procedimento se resume a anotar todas as espécies encontradas até que se complete uma lista de 10 espécies diferentes, para depois reiniciar o procedimento. Isto permite o cálculo do Índice de Frequência em Listas (IFL), que indica quão comum é uma espécie (RIBON, 2010).

O número de listas variou de acordo com a atividade das aves e a riqueza do local. Parcelas com muitas espécies ativas permitiram o preenchimento de mais listas do que parcelas com poucas espécies. O esforço amostral foi representado simplesmente pelo número de listas obtidas por estação e Abordagem (*Parcelas Terrestres*, *Parcelas Ripárias*, *Ilhas* e lagoas do PERD; **Quadro 54**, **Quadro 55**).

Quadro 54. Esforço Amostral empregado usando *Listas de Mackinnon*, por estação, durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Estação	Número de <i>Listas de Mackinnon</i>
Seca	174
Chuvosa	200

Quadro 55. Esforço Amostral empregado usando *Listas de Mackinnon* por abordagem, durante o monitoramento de Aves, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Abordagem	Esforço	Unidade de Esforço
Ilhas	7	nº de listas
Lagoas do PERD	11	nº de listas
<i>Parcelas Ripárias</i>	58	nº de listas
<i>Parcelas Terrestres</i>	298	nº de listas

Como as listas são feitas concomitantemente a abertura das redes, não foi possível preencher grande número de listas, pois as redes demandam tempo de verificação. Algumas parcelas não foram amostradas usando este método em função de chuvas no momento de sua aplicação. Durante os dias de amostragem das lagoas do PERD, tivemos a suspensão das atividades por três dias devido ao rompimento da barragem em Brumadinho (**Volume I, Item 5.2**).

1.5.3.2.5. Amostragens de aves associadas a ambientes úmidos

O Parque Estadual do Rio Doce (PERD), com suas 42 lagoas naturais, é uma das 27 Áreas Úmidas de Importância Internacional (Sítios Ramsar) existentes no Brasil (RAMSAR, 2018). Dada sua importância, seis lagoas naturais do PERD também foram contempladas nas amostragens de avifauna para avaliar se os impactos do rompimento da barragem de Fundão atingiram tais ecossistemas. As amostragens foram realizadas nas lagoas Águas Claras e dos Patos, marginais ao córrego Mombaça, nas lagoas São José e do Meio, marginais ao córrego Belém, e nas lagoas Juquita e Central, marginais ao córrego Turvo (**Volume I, Quadro 5, Mapa 6, Foto 1; Foto 13**).



Foto 13. *Redes-neblina* instaladas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Foram estabelecidos 4 pontos fixos em cada lagoa para identificação e contagem de aves associadas aos ambientes úmidos, incluindo procura por sítios de nidificação, dormitórios e pontos de concentração de aves migratórias. Cada ponto foi amostrado por 10 min., e a distância mínima entre os pontos foi de 200 m. Ainda, aplicamos os mesmos métodos descritos anteriormente.

1.5.3.2.6. Procedimentos de laboratório

Em laboratório, os espécimes coletados foram avaliados quanto às condições de preservação. No caso da impossibilidade de taxidermia (devido a desidratação intensa), o espécime foi encaminhado para a preparação do esqueleto completo, sendo submetido ao processo de limpeza por *Dermestes* sp. (Coleoptera, Dermestidae). A taxidermia foi realizada segundo o *Manual of Ornithology* (PROCTOR; LYNCH, 1998).

1.5.3.2.7. Tombamento do material testemunho

O processo para depósito dos exemplares na coleção de referência de Ornitologia do Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (Belo Horizonte / MG) encontra-se em andamento e as cartas de tombo serão apresentadas posteriormente.

1.5.3.3. Análise dos dados

A nomenclatura adotada para os táxons e a ordem taxonômica seguem a última revisão da Lista das Aves do Brasil feita pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (PIACENTINI et al., 2015).

Apresentaremos considerações sobre as famílias mais representativas, como forma de inferir sobre as relações ecológicas dos organismos, relacionando estes fatores ao grau de perturbação ou de conservação dos ambientes. Adicionalmente, apresentamos categorização quanto ao potencial de caça, aprisionamento e “domesticação”, como recurso alimentar (cinegéticas), e de uso comercial de penas e indivíduos (xerimbabo) (SICK, 2001; SIGRIST, 2012). Também foram classificadas quanto ao uso preferencial de habitats (Quadro 56), sensibilidade a alterações ambientais, estrutura trófica (LOPES; FERNANDES; MARINI, 2005; MOTTA-JÚNIOR, 1990; SICK, 2001; SILVA, 1995; STOTZ et al., 1996; TELINO-JÚNIOR et al., 2005) e endemismo (RIDGELY; TUDOR, 2009; SICK, 2001; STOTZ et al., 1996; VALE et al., 2018). Estas avaliações

são importantes ferramentas para verificar o grau de conservação e qualidade dos habitats (SCHERER; SCHERER; PETRY, 2011).

Quadro 56. Categorias de habitat definidas para o Monitoramento de Aves do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Habitat Preferencial	Definição
Florestal	Espécies que habitam, preferencialmente, os ambientes densamente cobertos com indivíduos de grande porte.
Borda de Mata	Espécies que habitam, preferencialmente, os ambientes de borda florestal.
Generalista	Espécies que habitam diferentes formações, não sendo restritas exclusivamente a uma, incluindo os ambientes antropizados.
Lacustre	Espécies que habitam margens de rios, córregos, açudes e mangues.
Campestre	Espécies que habitam, preferencialmente, os campos.
Litoral	Espécies habitantes do litoral.
Não classificadas	Espécies não classificadas em função do nível de identificação (e.g., espécies identificadas até o nível gênero).

Como algumas espécies de aves são mais vulneráveis a perturbações ambientais que outras, foram atribuídas variáveis qualitativas para cada espécie (STOTZ et al., 1996). Espécies altamente vulneráveis à perturbação humana são bons indicadores da qualidade ambiental. Para tanto, foram consideradas as seguintes categorias de sensibilidade: *alta*; *média*; *baixa*. Classificamos as espécies em guildas tróficas (WILLIS, 1979), pois espécies que necessitam de habitat e alimentação específicos são mais diversas e abundantes em ambientes bem preservados que em ambientes que tenham sofrido distúrbios (GRAY et al., 2007; O'DEA; WHITTAKER, 2007). Definimos as categorias alimentares (guilda trófica) seguindo as informações disponíveis na literatura especializada (**Quadro 57**) (DONATELLI et al., 2007a; FERREIRA; COSTA; RODRIGUES, 2009; SICK, 2001; TELINO-JÚNIOR et al., 2005; WIKIAVES, 2019).

Quadro 57. Categorias alimentares (guilda trófica) definidas para o monitoramento de Aves, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Categoria Alimentar	Definição
Carnívoro	Espécies que se alimentam de outros vertebrados vivos.
Frugívoro	Espécies que se alimentam de frutos.
Generalista	Espécies que possuem em sua dieta duas das categorias definidas (e.g., insetívoro / frugívoro).
Granívoro	Espécies que se alimentam, essencialmente, de grãos.
Insetívoro	Espécies que se alimentam, essencialmente, de insetos; incluindo outros artrópodes.
Material Vegetal	Espécies que se alimentam de matéria vegetal além de grãos, néctar e frutos.
Nectarívoro	Espécies que se alimentam de néctar.
Onívoro	Espécies que alimentam de variadas fontes
Piscívoro	Espécies que se alimentam de peixes.
Saprófago	Espécies que se alimentam matéria orgânica em decomposição.

A riqueza de espécies foi avaliada através da inferência por intervalo de confiança ($p < 0,05$), a partir de estimativas de riqueza de espécies geradas pelo procedimento *Jackknife* de 1ª ordem (HELTSHE; FORRESTER, 1983). Para estimar a riqueza de espécies para cada unidade amostral, e para avaliar o esforço de amostragem, foi utilizado o programa EstimateS versão 9.1.0 (COLWELL, 2009). As estimativas geradas pelo procedimento *Jackknife* 1 também foram utilizadas para avaliar o esforço de coleta. Para a obtenção de indicativo de abundância e frequência relativa de cada espécie nas comunidades por BA e Abordagem, foram calculados o Índice Pontual de Abundância (IPA) e o Índice de Frequência nas Listas (IFL). Para caracterizar a comunidade levando em consideração tanto a riqueza como a abundância relativa, foi adotado o índice de diversidade de Shannon-Wiener (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2006; KREBS, 2014), tornando os resultados comparáveis com outros estudos.

1.5.3.3.1. Status de conservação

Além da consulta às listas dos livros vermelhos do Brasil, MG e ES (**Volume I, Item 5.7**), consultamos também a lista do *Bird Life International* (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2019), a classificação de endemismo e de potencial cinegético (**Item 1.5.3.3.1**).

1.5.3.3.2. Sucesso amostral

Calculamos o sucesso de captura obtido para *redes-neblina*, por abordagem e estação, para as duas unidades de interpretação mais usadas na literatura (**Quadro 58**).

Quadro 58. Sucesso de captura (indivíduos/horas*rede e indivíduos/m².h) obtidos por abordagem (*Parcelas Terrestres, Ripárias, Ilhas e Lagoas PERD*) no monitoramento de Aves do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Abordagem	Sucesso de Captura Indivíduos/horas*rede	Sucesso de Captura Indivíduos/ m ² .h
Ilhas	0,019	0,0007
Lagoas	0,010	0,0003
Ripárias	0,061	0,0022
Terrestres	0,040	0,0014
Campanha		
Seca	0,043	0,0016
Chuvosa	0,040	0,0015

1.5.3.3.3. Dados secundários da Bacia Hidrográfica do rio Doce

A caracterização da avifauna se baseou em estudos pontuais sobre as comunidades de aves para todos os municípios incluídos na **BHrD** (ALVES; VASCONCELOS; LOURES-RIBEIRO, 2009; AMARAL, 2007; BIBBY; JONES; MARSDEN, 2000; BRANCO, 2003; CARRARA; FARIA, 2012; ESTEVES LOPES; DE FREITAS MARÇAL; VIEIRA CHAVES, 2016; FARIA et al., 2006; FUSCALDI; LOURES-RIBEIRO, 2008; ICMBIO, 2013; LINS, 2001; MACHADO et al., 1995; MACHADO; DA FONSECA, 2000; MACHADO; LAMAS, 1996; MARINI; LOPES, 2005; MAZZONI et al., 2014, 2012; RIBON; SIMON; DE MATTOS, 2003; RODRIGUES et al., 2011; SALVADOR-JR; SILVA, 2009; SIMON; LIMA; ALVES, 2005; SOUZA; JÚNIOR, 2016; SRBEK-ARAÚJO et al., 2015; SRBEK-ARAÚJO; CHIARELLO, 2006; TEIXEIRA; PACHECO; AZEVEDO, 2014; VALÉRIO et al., 2015; VASCONCELOS et al., 2008; VIANA; VASCONCELOS; DA FONSECA, 2007), além de registros nas bases de dados de ciência cidadã – [WikiAves](#): A Enciclopédia das Aves do Brasil (WIKIAVES, 2019).

1.5.4. Resultados

1.5.4.1. Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do rio Doce

Foram encontrados 32 artigos com registros de aves para a região da **BHrD** em um total de 667 espécies, distribuídas em 81 famílias (**APÊNDICE 42**). Destas, 71 são classificadas em algum grau de ameaça em nível internacional (BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2019; GOMES et al., 2018), 67 são consideradas ameaçadas nacionalmente (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018c), outras cinco são assinaladas como “Deficientes em Dados”. Em nível estadual, 71 espécies são classificadas nas listas de Minas Gerais (COPAM, 2010), 5 consideradas “Quase Ameaçadas” e 36 como “Deficiente de Dados” (DRUMMOND et al., 2008). No Espírito Santo, são 67 espécies consideradas ameaçadas e outras 39 como “Deficiente em Dados” (PASSAMANI; MENDES, 2007).

Das espécies ameaçadas de extinção, 13 são consideradas ameaçadas mundialmente, no Brasil, em Minas Gerais e no Espírito Santo: *Crax blumenbachii* (mutum-de-bico-vermelho); *Neomorphus geoffroyi* (jacu-estalo); *Glaucis dohrnii* (balança-rabo-canela); *Pyrrhura cruentata* (tiriba-grande); *Pyrrhura leucotis* (tiriba-de-orelha-branca); *Touit surdus* (apuim-de-cauda-amarela); *Amazona vinacea* (papagaio-de-peito-roxo); *Myrmotherula urosticta* (choquinha-de-rabo-cintado); *Carpornis melanocephala* (sabiá-pimenta); *Cotinga maculata* (crejoá); *Cichlopsis leucogenys* (sabiá-castanho); *Sporophila frontalis* (pixoxó); e *Sporophila falcirostris* (cigarra). Destas, *C. blumenbachii*; *N. geoffroyi*; *P. cruentata*; *P. leucotis*; e *A. vinacea* foram registradas no presente estudo.

1.5.4.2. Diagnóstico na Área de Estudo

Registramos 402 táxons de aves, de 64 famílias (**APÊNDICE 43**). Quinze táxons foram identificados em nível de gênero, não sendo possível a identificação precisa dos mesmos em campo. A família Tyrannidae foi a mais representativa, com 11,7% das espécies (N = 47; **Gráfico 107**). De fato, os tiranídeos costumam ser o grupo mais diverso das comunidades de aves tropicais (SICK, 2001; SIGRIST, 2009a), sendo considerada a maior família de pássaros suboscines das Américas e a maior do Brasil. As espécies desta família ocupam todos os tipos de ambientes, desde florestas até ambientes abertos, lacustres e montanhosos (SIGRIST, 2009a).

A maioria das espécies registradas apresentam hábitos associados ao forrageamento de insetos (insetívoras; 35,3%), e aos ambientes florestais, que também foram

representados pelo maior número de espécies (**Gráfico 108**, **Gráfico 109**). As espécies de hábito florestal foram representadas por 39,8% (N = 160; **APÊNDICE 44**), seguidas pelos representantes que habitam as bordas florestais (20,6%, N = 83). Numerosas espécies insetívoras florestais ou de bordas florestais são conhecidas como sinantrópicas, ou seja, são favorecidas e ampliam sua distribuição geográfica na medida em que a vegetação original é “retirada” pela atividade humana (e.g., *Elaenia flavogaster*, *Pitangus sulphuratus*, *Tyrannus melancholicus*, *Megarynchus pitangua*, *Furnarius rufus*, *Turdus rufiventris*, *Mimus saturninus*, *Colonia colonus*) (SICK, 2001). Além disso, registramos uma espécie associada a ambientes florestal/lacustre, *Mesembrinibis cayennensis* (coró-coró), e uma espécie que transita entre os ambientes florestais e campestres, *Streptoprocne biscutata* (taperuçu-de-coleira-falha).

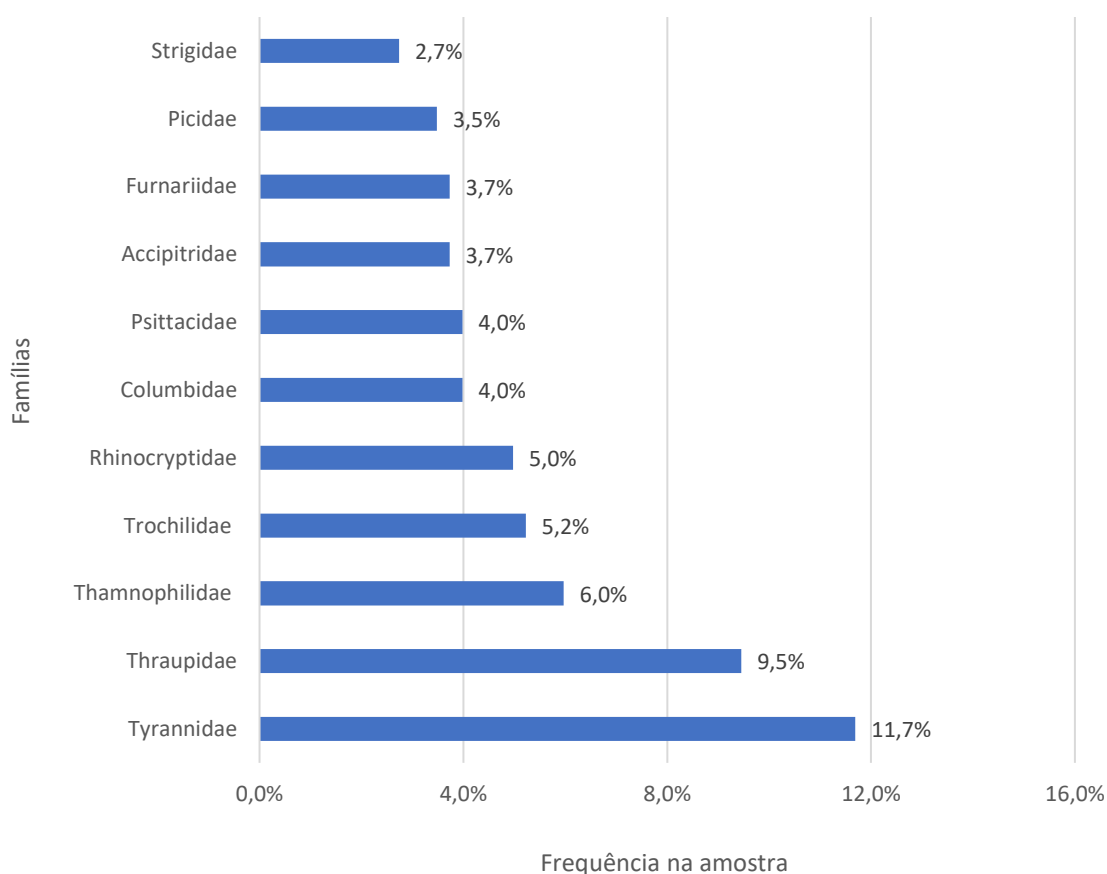


Gráfico 107. Frequência das famílias de aves registradas (>10 espécies) durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

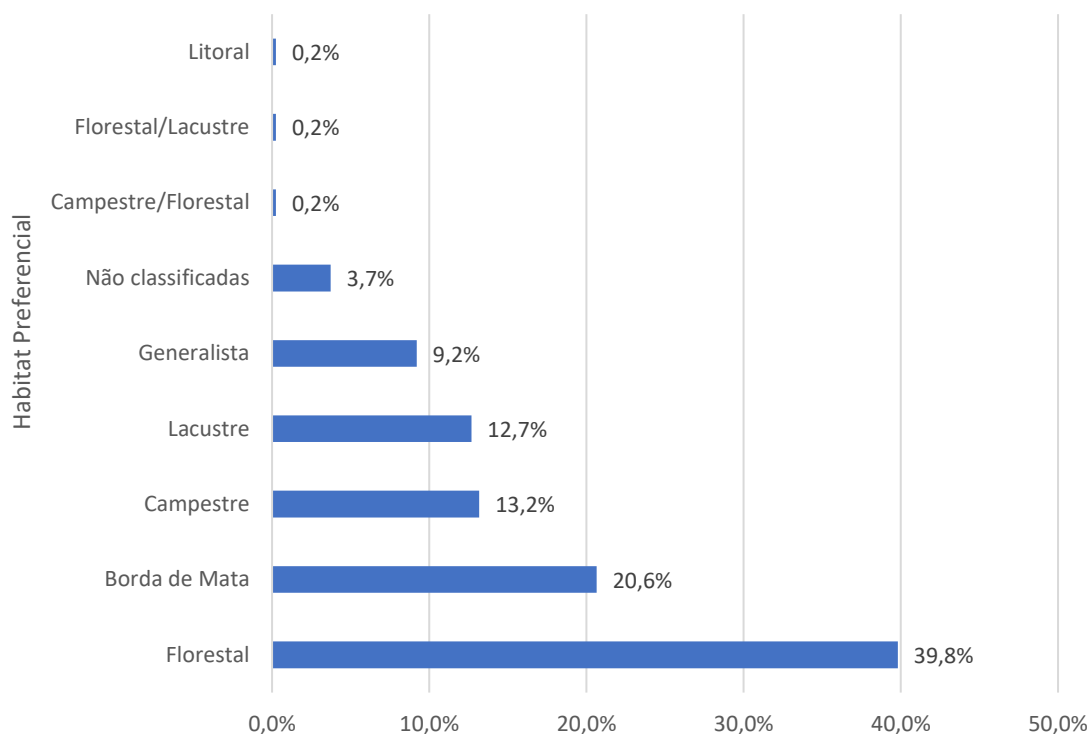


Gráfico 108. Habitat preferencial das espécies de Aves registradas no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

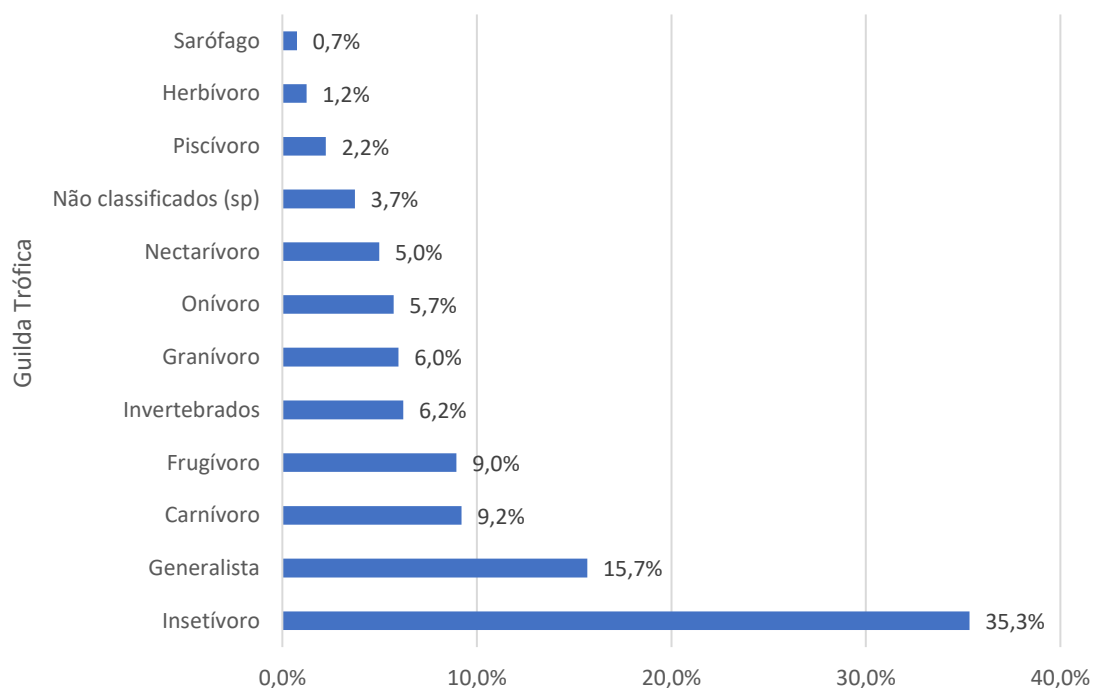


Gráfico 109. Guilda trófica das espécies de Aves registradas no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Os carnívoros representaram 9,2% das espécies (N = 37); destaque para as famílias Accipitridae e Strigidae que agrupam espécies de topo de cadeia trófica (GRANZINOLLI; MOTTA-JUNIOR, 2010). Além disso, algumas espécies destacam-se por sua alta sensibilidade a distúrbios ambientais (STOTZ et al., 1996), a exemplo de *Spizaetus melanoleucus* (gavião-pato) e *Pulsatrix koeniswaldiana* (murucututu-de-barriga-amarela); ambas registradas no BA4 e a última espécie, também, no BA1. Registrar aves de rapina em fragmentos florestais é sinal de alguma integridade ambiental nesses ecossistemas e também da plasticidade dessas espécies. Isto é possível porque essas espécies normalmente possuem grandes área de vida. Por exemplo, *S. melanoleucus* foi registrado no BA4, mas certamente não está aos limites deste BA, pois é uma espécie encontrada em bordas de florestas conservadas e com pouca alteração causada pelo homem, mas também em matas de galeria e no cerrado (SICK, 2001; SIGRIST, 2009a).

Normalmente, as espécies mais sensíveis a distúrbios no ambiente são as espécies florestais (CARRANO, 2013; PIACENTINI et al., 2015). Registramos 26 espécies (6,5%) que possuem alta sensibilidade aos distúrbios ambientais, algumas delas ameaçadas de extinção: *Crypturellus variegatus* (inhambu-anhangá), *Aburria jacutinga* (jacutinga), *Odontophorus capueira* (uru), *Amadonastur lacernulatus* (gavião-pombo-pequeno), *Geotrygon violácea* (juriti-vermelha), *Neomorphus geoffroyi* (jacu-estalo), *Schiffornis turdina* (flautim-marron), e *Rhytipterna simplex* (vissia). Quatro destas espécies (*O. capueira*, *S. melanoleucus*, *G. violacea* e *S. turdina*) estão ameaçadas em MG e ES.

As espécies com média sensibilidade (N = 150) foram 37,3% do total. Destas, 3 espécies estão ameaçadas de extinção em Minas Gerais e Espírito Santo, além de serem endêmicas da Mata Atlântica: *Crax blumenbachii* (mutum-de-bico-vermelho); *Pyrhura cruentata* (tiriba-grande); e *Pyrhura leucotis* (tiriba-de-orelha-branca). As espécies de baixa sensibilidade e, portanto, consideradas mais comuns foram representadas por 45,5% (N = 183; **Gráfico 110**). No geral, estas são espécies com maior plasticidade ambiental: *Ardea cocoi* (garça-vaqueira); *Coragyps atratus* (urubu); *Egretta thula* (garça-branca-pequena); *Jacana jacana* (jaçanã); *Crotophaga ani* (anu-preto); *Caracara plancus* (caracará); *Fluvicola nengeta* (lavadeira-mascarada); *Tyrannus melancholicus* (suiriri); *Sicalis flaveola* (canário-da-terra-verdadeiro); e *Estrilda astrild* (bico-de-lacre). Apesar da baixa sensibilidade atribuída à *Sporophila angolensis* (curió), ela é considerada ameaçada de extinção em MG e ES, muito em função ao aprisionamento ilegal devido ao potencial canoro da espécie (SICK, 2001).

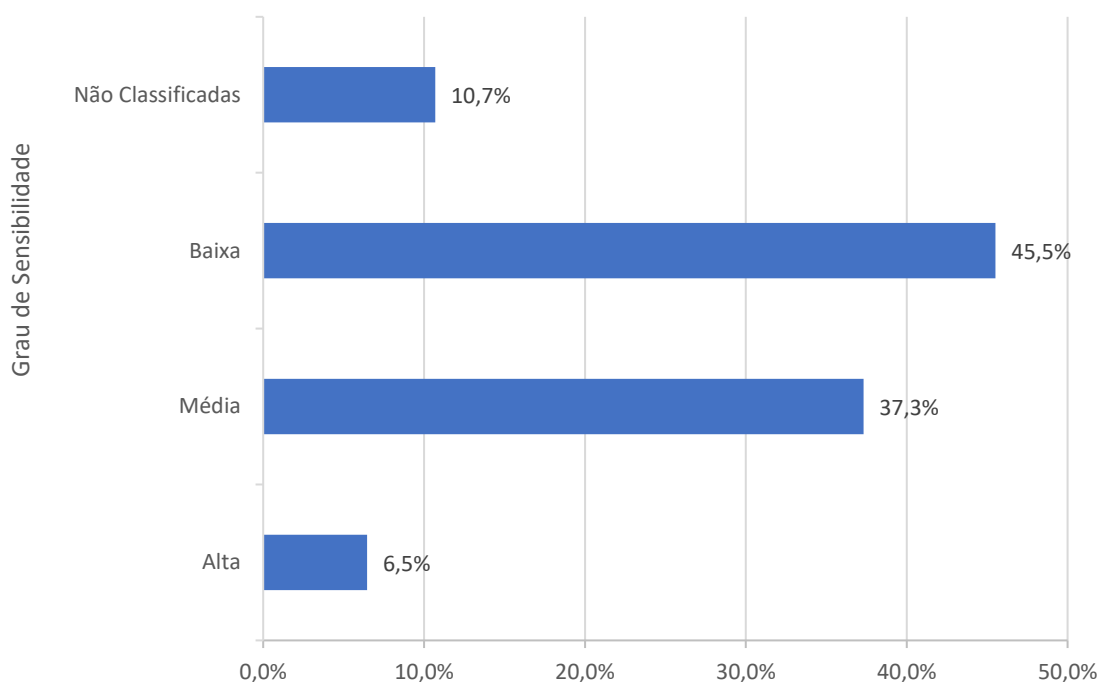


Gráfico 110. Níveis de sensibilidade atribuído às espécies de Aves registradas no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Os índices de diversidade de Shannon Wiener (H') obtidos por parcelas flutuaram entre estações: 0,64 a 4,21 na estação seca; e de 1,72 a 4,01 na estação chuvosa (**APÊNDICE 45**). O maior índice de diversidade (H') obtido na estação seca foi no BA4, na parcela 1p 22T ($H' = 4,21$) e no transecto principal do módulo 22T Tp ($H' = 4,02$). Na estação chuvosa, BA1a e BA2 possuíram Os maiores índices de Diversidade de espécies ($H' = 3,97, 4,01$). Os índices observados representam uma diversidade alta, entre 3,5 a 4,5 (raramente ultrapassando este último; MAGURRAN, 1988).

A riqueza de aves registradas na estação seca ($N = 335$) foi similar à encontrada na chuvosa ($N = 331$; **Gráfico 111**). Normalmente, espera-se que a estação chuvosa seja mais rica, pois o começo das chuvas permite aumento no número de insetos, favorecendo as espécies insetívoras, já o fim da estação seca favorece a maior oferta de frutos (SICK, 2001). Alternativamente, o esforço amostral diferente entre estações pode contribuir para essa diferença. Para os métodos de *Pontos de Escuta* e captura em *redes-neblina* o esforço foi menor na estação chuvosa, por motivos já mencionados anteriormente.

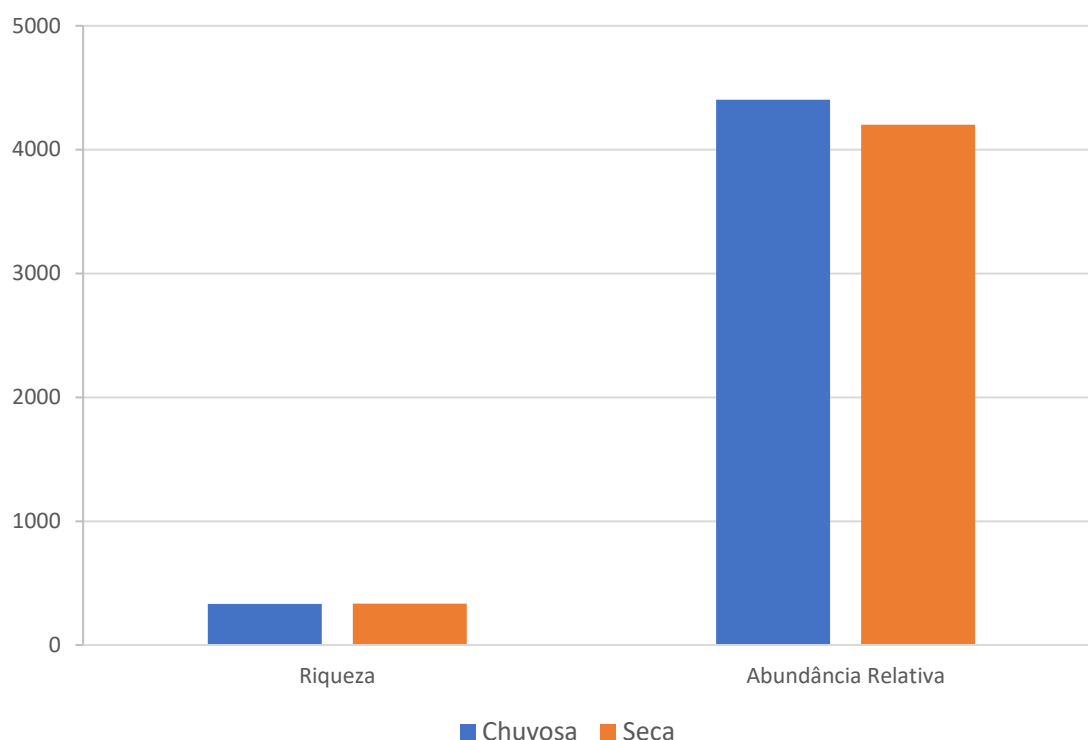


Gráfico 111. Riqueza e abundância relativa obtidas nas estações seca e chuvosa para as espécies de Aves registradas no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

A riqueza de espécies observada em cada BA foi heterogênea, o que é esperado (**Gráfico 112**). A variação na abundância relativa das espécies obtida pode ser considerada alta, justificando a variação nos índices de diversidade obtidos (**APÊNDICE 45**), por campanha (estação seca e chuvosa), além da Abordagem (*Parcelas Ripárias, Terrestres e Ilhas*; **APÊNDICE 46**). Coletamos, como material testemunho, para identificação taxonômica ou para análise das concentrações de metais pesados nos tecidos, 102 espécimes de aves (**APÊNDICE 47**).

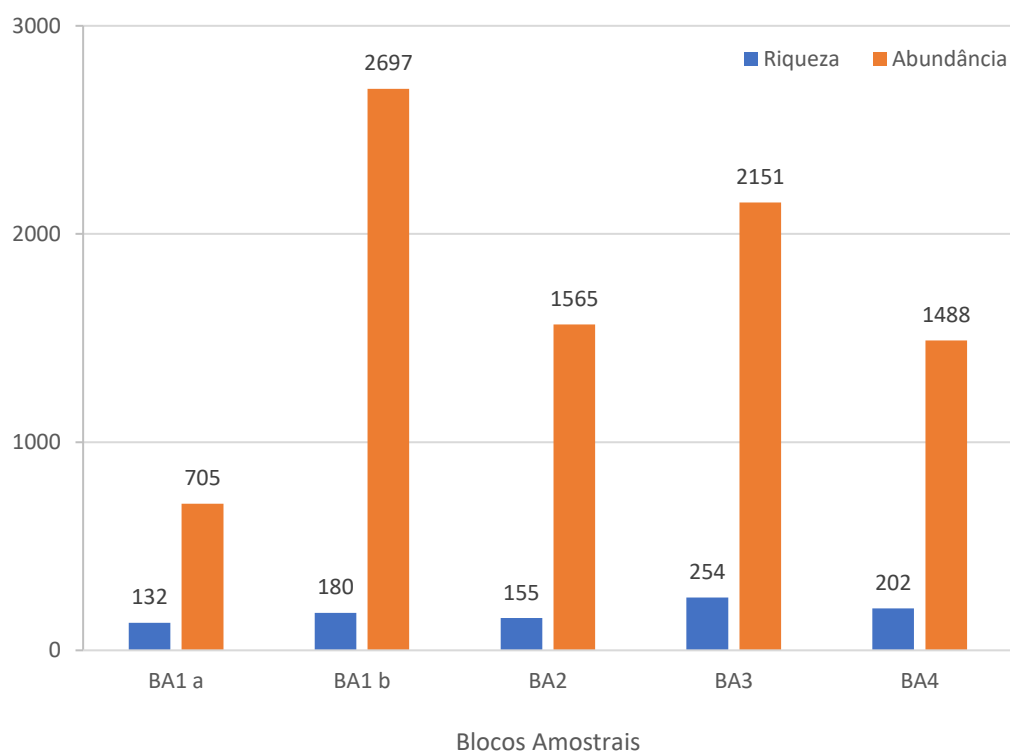


Gráfico 112. Riqueza e abundância obtidas para as espécies de Aves registradas por BA, no estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.2.1. Bloco Amostral 1a – Restinga, Vegetação Costeira.

Registramos 132 espécies de aves, dentre espécies de hábito florestal, com alta sensibilidade a distúrbios ambientais e consideradas endêmicas da Mata Atlântica: *Aburria jacutinga* (jacutinga), *Odontophorus capueira* (uru), e *Pulsatrix koeniswaldiana* (murucututu-de-barriga-amarela), além de registros de bons indicadores ambientais, como *Geotrygon violacea*, *Neomorphus geoffroyi*, *Piculus flavigula*, *Ceratopripa rubrocapilla* e *Rhytipterna simplex*. A avifauna das restingas é composta por espécies originárias de outros ecossistemas (FUSCALDI; LOURES-RIBEIRO, 2008; GONZAGA; CASTILGIONI; REIS, 2000). É normalmente apontada como relativamente pobre na riqueza de aves e endemismos porque suas características se assemelham a ambientes semiáridos e, por isso, tende a selecionar como habitante apenas espécies resistentes a tais condições (ALVES et al., 2004; GONZAGA; CASTILGIONI; REIS, 2000).

A estrutura da comunidade descreveu o modelo de J-invertido (**Gráfico 113**), ou seja, poucas espécies abundantes, e a maioria possui baixa frequência ($N < 5$). Este padrão foi observado em diferentes estudos que utilizaram o levantamento quantitativo por *Pontos de Escuta* (ALEIXO; VIELLIARD, 1995; ALMEIDA, 2003; ALMEIDA; VIELLIARD; DIAS, 1999; ANJOS, 1992; VIELLIARD; SILVA, 1990).

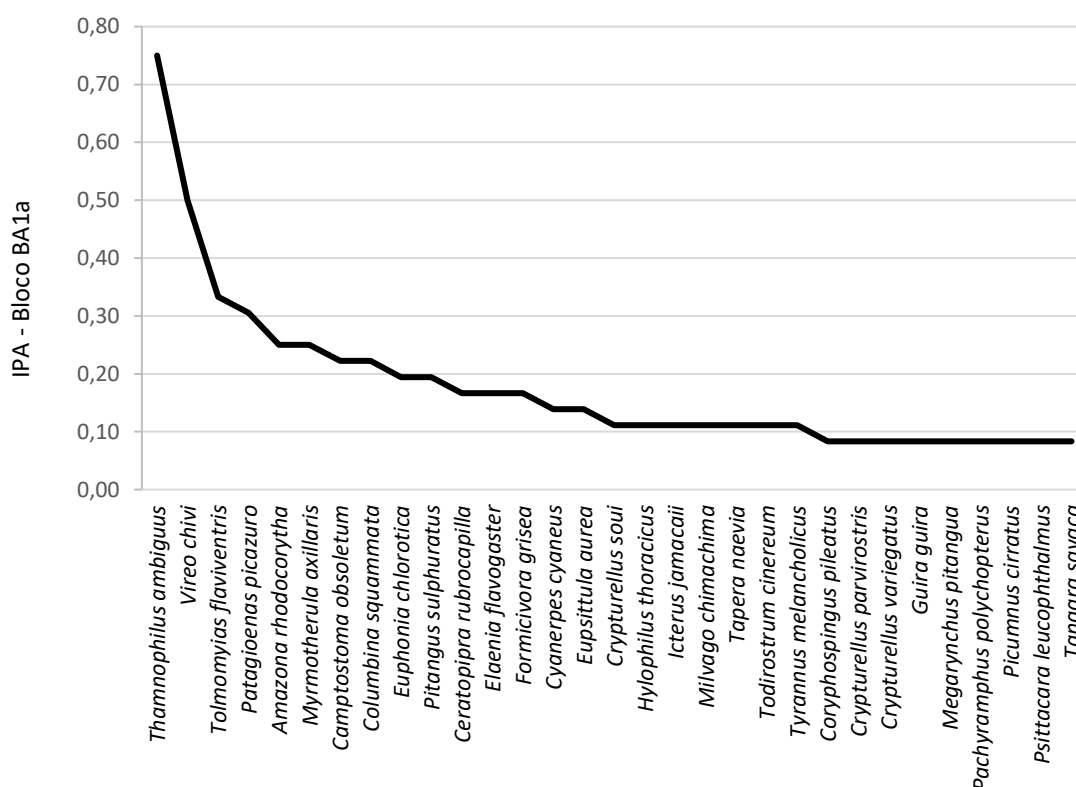


Gráfico 113. Ranqueamento decrescente do Índice Pontual de Abundância (IPA) das espécies de aves registradas por *Pontos de Escuta* no BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

O IPA variou de 0,03 ($N = 1$ ind.) a 0,75 ($N = 27$ ind.). As espécies predominantemente registradas por *Pontos de Escuta* (IPA), foram *Thamnophilus ambiguus* (IPA = 0,75); *Vireo chivi* (IPA = 0,50); *Tolmomyias flaviventris* (IPA = 0,33); *Amazona rhodocorytha* (IPA = 0,25); e *Myrmotherula axillaris* (IPA = 0,25), algumas destas com hábitos seletivos (*Myrmotherula axillaris* e *Thamnophilus ambiguus*).

Pelo método de *Listas de Mackinnon*, a ordenação decrescente do IFL (**Gráfico 114**), assemelha-se aos resultados de IPA, indicando maior frequência de ocorrência de poucas espécies, incluindo algumas espécies mais seletivas quanto ao hábito florestal, como *Thamnophilus ambiguus* (N = 18 listas) e *Myrmotherula axillaris* (N = 11); mas, principalmente, aquelas consideradas comuns e generalistas, como *Camptostoma obsoletum* (N = 14); *Vireo chivi* (N = 12); *Columbina squammata* (N = 8); *Euphonia chlorotica* (N = 8).

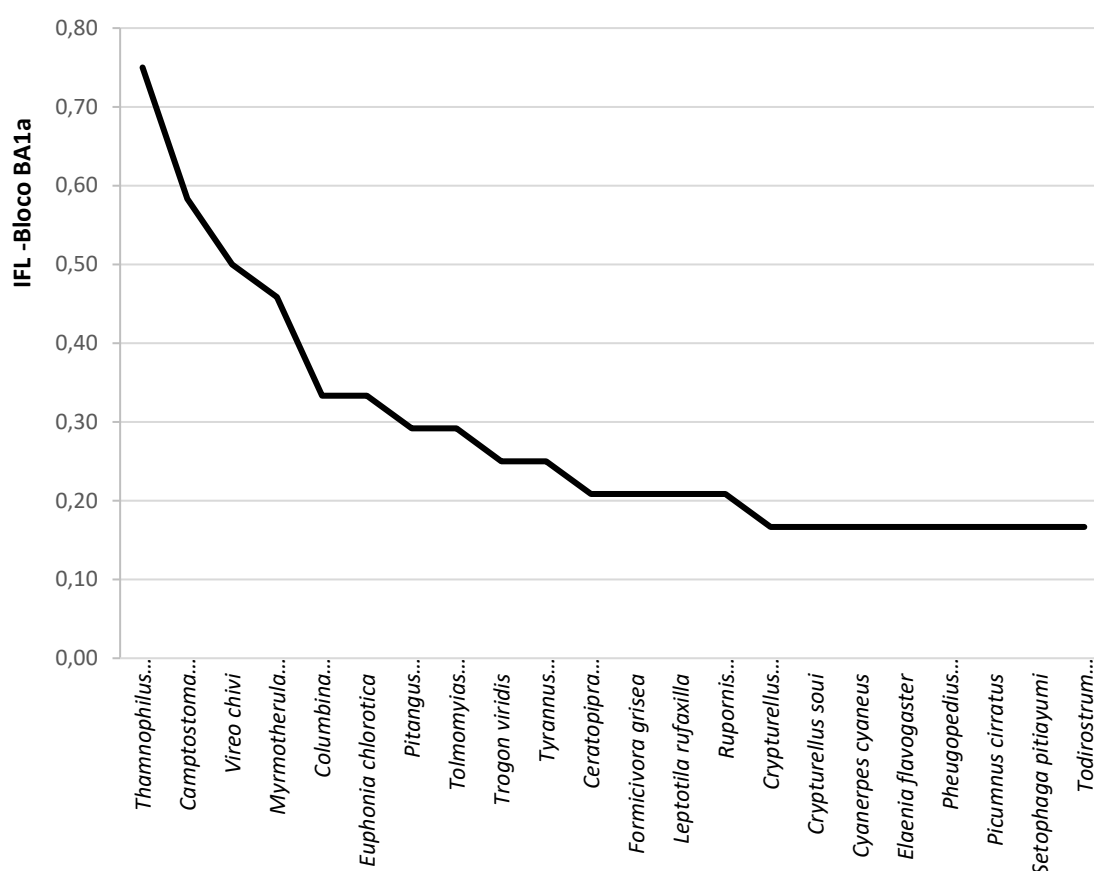


Gráfico 114. Ranqueamento decrescente do Índice de Frequência nas Listas (IFL) das espécies de aves registradas por *Listas de Mackinnon* no BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Registramos 31 espécies nas *Parcelas Ripárias* e 124 nas *Parcelas Terrestres*. As curvas de acumulação de espécies não indicaram estabilização (**Gráfico 115**, **Gráfico 116** e **Gráfico 117**). A única espécie típica das restingas, *Mimus gilvus* (CODY, 2019; SICK, 2001; SIGRIST, 2009b), foi registrada tanto em *Parcelas Terrestres* quanto *Ripárias*.

O esforço empregado permitiu registrar 57% das espécies estimadas com o método de *Pontos de Escuta*, 66% com método de *Listas de Mackinnon* e 69% com o método de captura em *redes-neblina*.

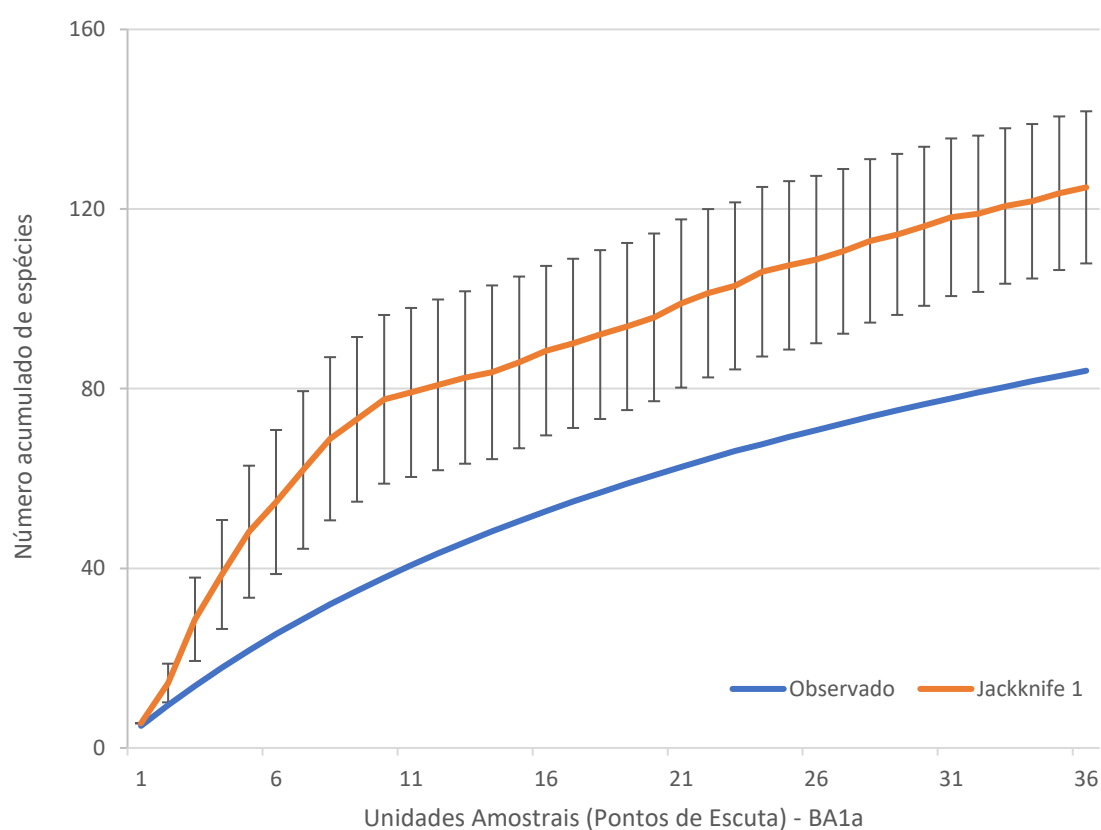


Gráfico 115. Curva de acumulação de espécies para *Pontos de Escuta* no BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

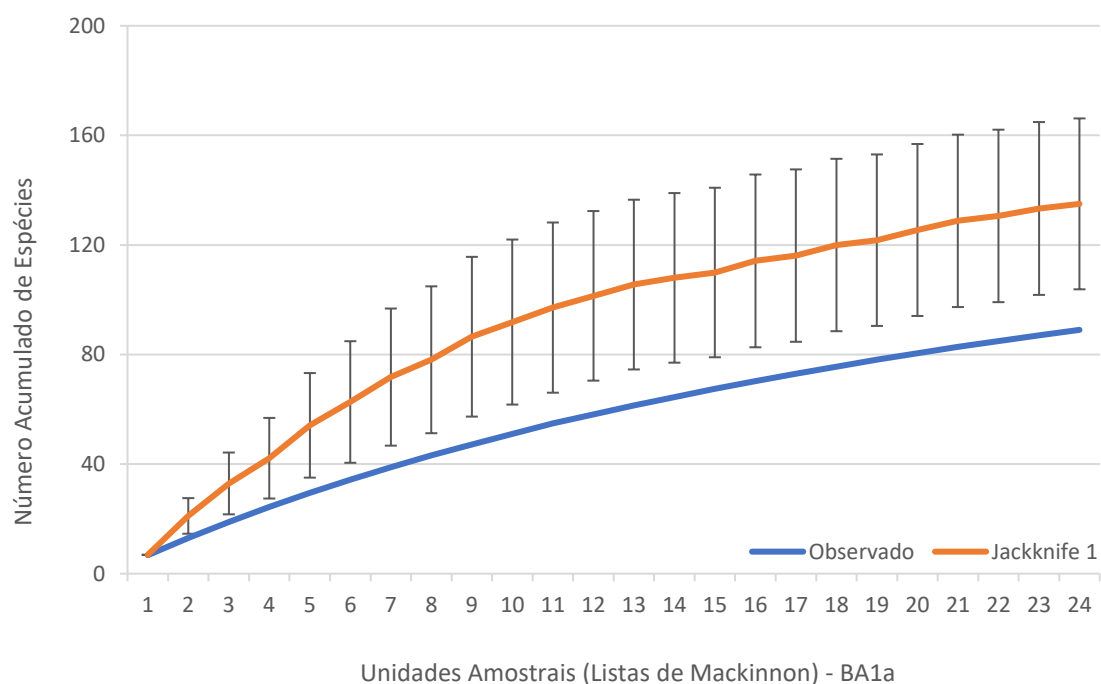


Gráfico 116. Curva de acumulação de espécies para *Listas de Mackinnon* no BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

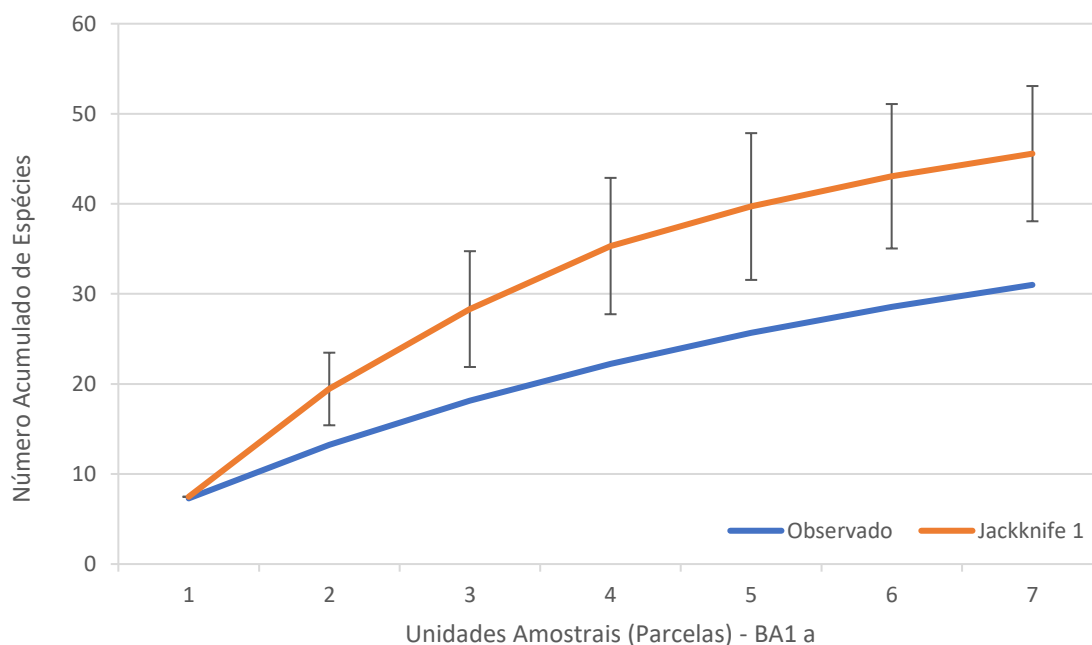


Gráfico 117. Curva de acumulação de espécies para *redes-neblina* no BA1a durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.2.2. Bloco Amostral 1b – Ombrófila densa costeira.

Registramos 180 espécies de aves no BA1b, e a ordenação decrescente dos IPAs mostrou variação na abundância de 0,01 a 0,46, correspondendo a um e 67 registros, respectivamente (**Gráfico 118**). As espécies mais abundantes (maiores IPAs) foram *Amazona rhodocorytha* (IPA = 0,46), *Cacicus haemorrhous* (IPA = 0,46), *Amazona amazonica* (IPA = 0,42), *Setophaga pitaiyumi* (IPA = 0,37) *Tolmomyias flaviventris* (IPA = 0,33) e *Ramphastos vitellinus* (IPA = 0,32). Algumas destas espécies apresentam hábitos gregários (e.g., psitacídeos), favorecendo o registro de vários indivíduos em uma amostragem.

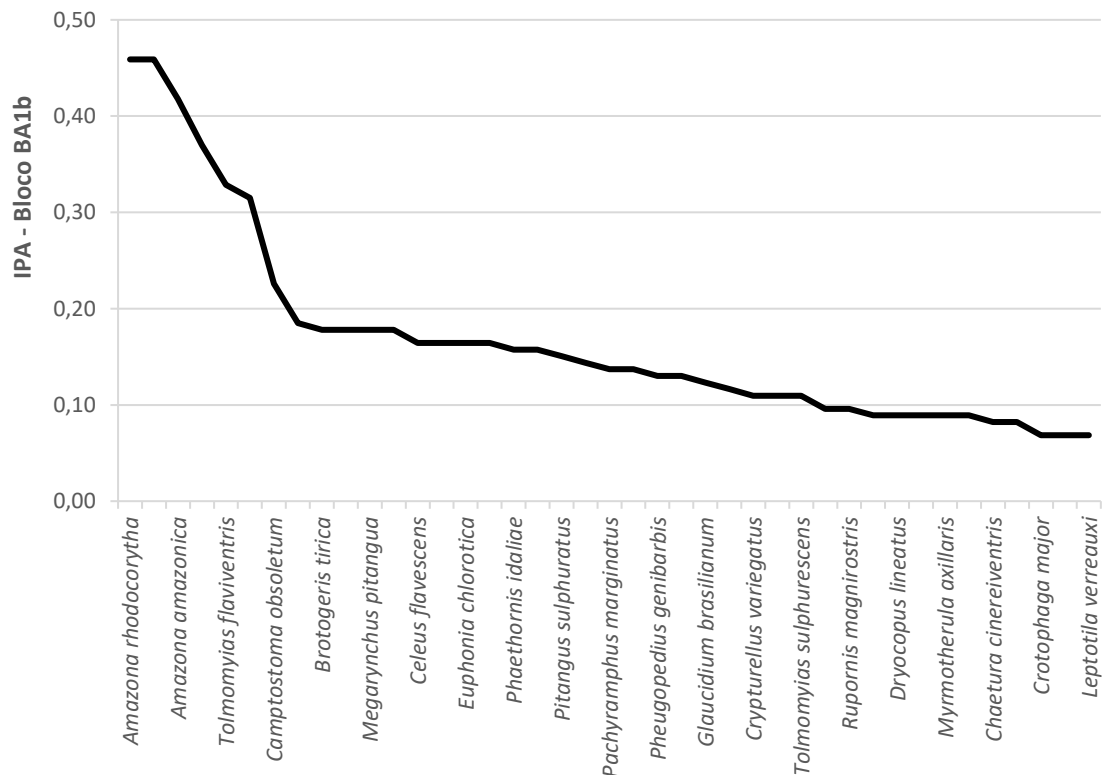


Gráfico 118. Ranqueamento decrescente do Índice Pontual de Abundância (IPA) das espécies de aves registradas por *Pontos de Escuta* no BA1b (N > 10 ind.) durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

A distribuição dos IPAs indica que a maioria das espécies tem menor abundância, sendo muitas com maior adaptabilidade aos ambientes (*Pitangus sulphuratus*, *Patagioenas picazuro*, *Cyclarhis gujanensis*, *Piaya cayana*, *Coragyps atratus*, *Fluvicola nengeta*, *Vanellus chilensis*, *Tyrannus melancholicus*, entre outras). Em alguns casos já é esperado a baixa abundância que está atrelada ao hábito da espécie. Algumas aves de rapina registradas (*Spizaetus tyrannus*, *Falco ruficularis*, *Falco sparverius*) são pouco abundantes (GRANZINOLLI; MOTTA-JUNIOR, 2010). Essas espécies toleram ambientes antropizados, mas podem ser seletivas em relação ao uso da área para alimentação (quantidade e qualidade).

Spizaetus tyrannus (gavião-pega-macaco) habita clareiras e bordas de florestas primárias e secundárias, sendo tolerante a pequenas perturbações e fragmentação. A espécie necessita de áreas extensas para viver, e suas populações podem sofrer declínio em decorrência de fragmentação excessiva (SICK, 2001; SIGRIST, 2009c; WIKIAVES, 2019). *Falco ruficularis* (cauré) habita bordas de florestas e clareiras, adaptando-se a ambientes degradados (SICK, 1997), assim como *Falco sparverius* (quiriquiri). A presença de frugívoros de dossel, como *Ramphastos vitellinus* (tucano-de-bico-preto) com alta abundância (IPA = 0,32) e alguns psitacídeos registrados, considerados vulneráveis a ações antrópicas (DONATELLI et al., 2007b) e sensíveis à degradação do habitat (KATTAN; ALVAREZ-LOPEZ; GIRALDO, 1994; RENFIJO, 1999; WILLIS, 1979) sugerem a boa preservação dos ambientes neste BA.

Os IFLs indicam a alta frequência de poucas espécies seletivas no uso do habitat (**Gráfico 119**), com destaque para *Myrmotherula axillaris* (choquinha-de-flanco-branco; IFL = 0,09; 13 contatos), endêmica da Mata Atlântica (SICK, 2001; STOTZ et al., 1996), que habita ambientes em bom estado de conservação. Entre as espécies menos frequentes, destaca-se *Ceratopipra rubrocapilla* (IFL = 0,03), de hábito florestal e especialista.

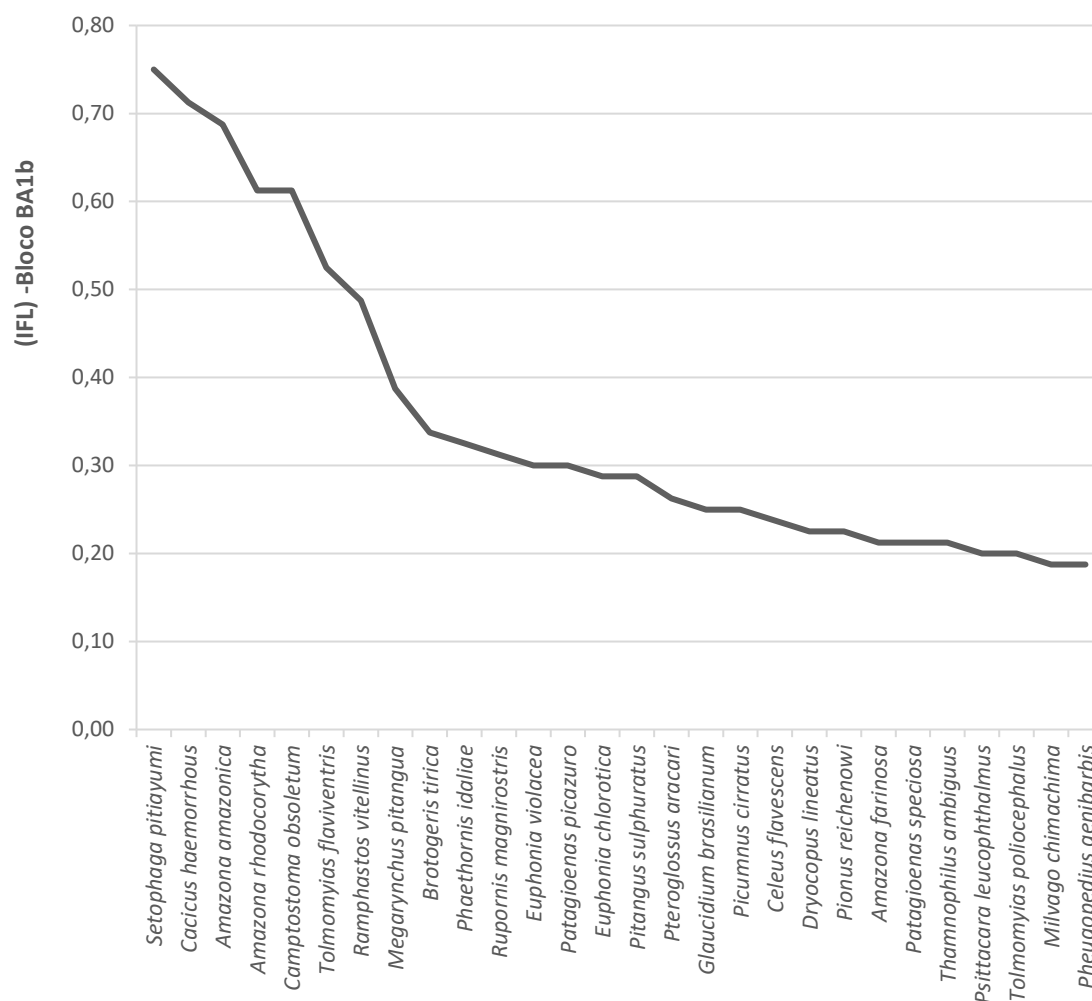


Gráfico 119. Ranqueamento decrescente do Índice de Frequência nas Listas (IFL) das espécies de aves registradas por *Listas de Mackinnon* no BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

As curvas de acumulação de espécies não apresentaram tendência à estabilização (**Gráfico 120**, **Gráfico 121** e **Gráfico 122**), indicando que há espécies por registrar empregando maior esforço, pois registramos 76% da avifauna estimada pelo método de *Pontos de Escuta*, 73% para *Listas de Mackinnon*, e 62% para *redes-neblina*.

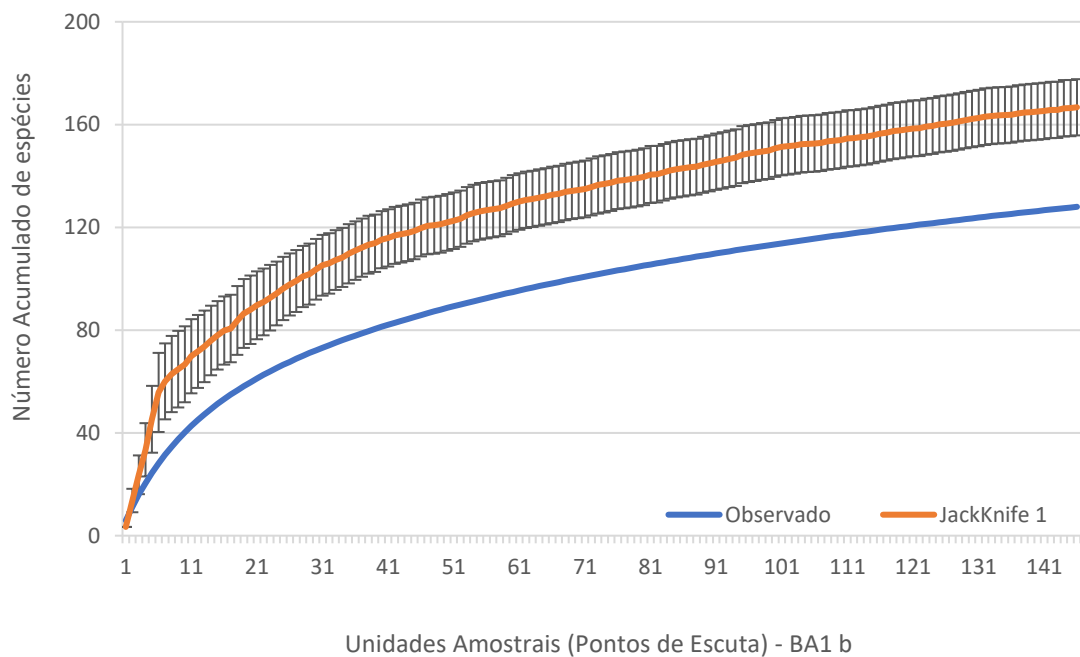


Gráfico 120. Curva de acumulação de espécies para *Pontos de Escuta* no BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

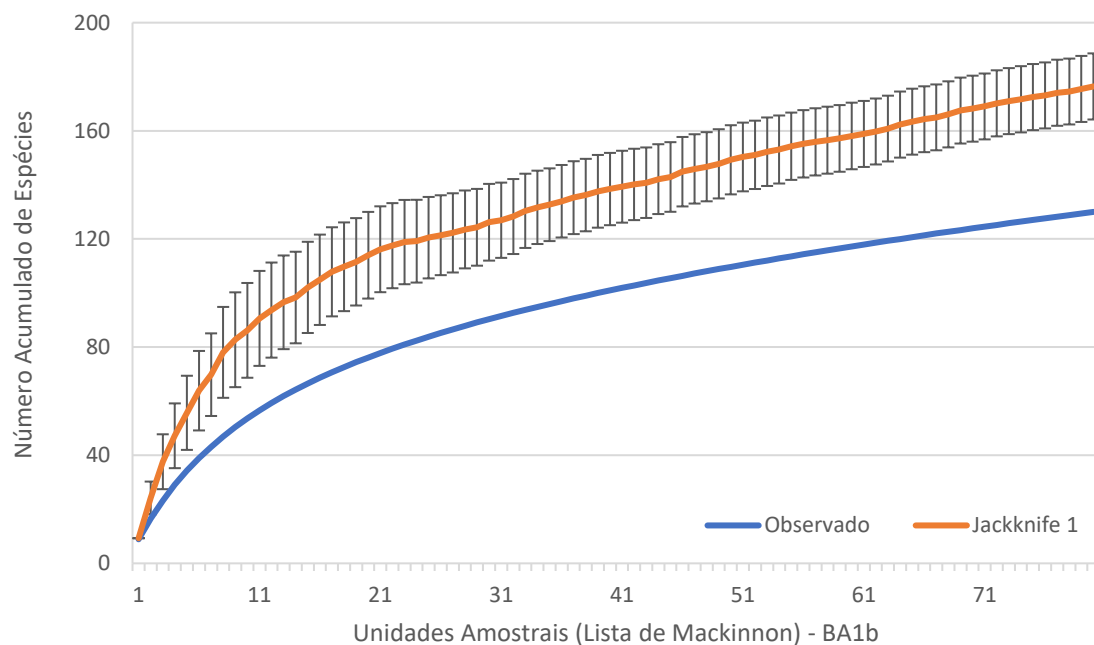


Gráfico 121. Curva de acumulação de espécies para *Listas de Mackinnon* no BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

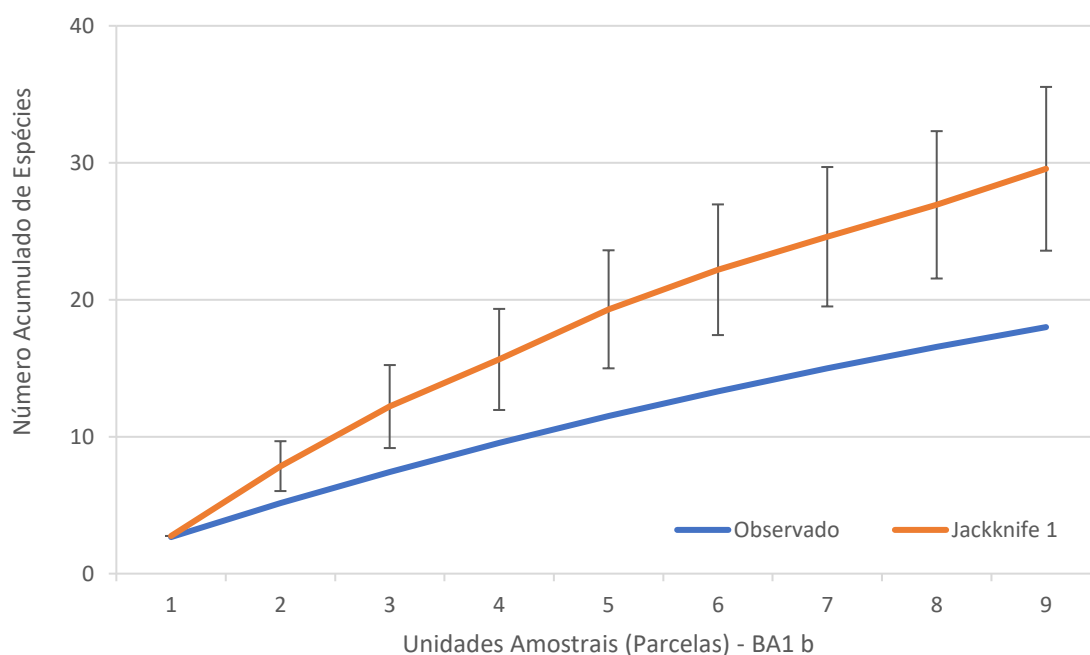


Gráfico 122. Curva de acumulação de espécies para *redes-neblina* no BA1b durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.2.3. Bloco Amostral 2 – FESD

Registramos 155 espécies de aves no BA2, a maioria de hábitos comuns e associadas a ambientes antropizados. Embora existam remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual na região, sua fragmentação é alta. As espécies mais abundantes foram *Troglodytes musculus* (IPA = 0,54), *Camptostoma obsoletum* (IPA = 0,52), *Synallaxis frontalis* (IPA = 0,46), *Icterus jamacaii* (IPA = 0,42), *Megarynchus pitangua* (IPA = 0,38), *Pitangus sulphuratus* (IPA = 0,38) e *Turdus leucomelas* (IPA = 0,38), espécies com ampla plasticidade ambiental e adaptadas a ambientes bastante antropizados (**Gráfico 123**).

Os IFLs variaram 0,03 - 0,87, correspondendo a 1 a 33 registros por espécie). As espécies que apresentaram o maior índice de frequência de ocorrência (0,79 e 0,87) são consideradas comuns e associadas também a ambientes antropizados (*Columbina squammata*, *Icterus jamacaii*, *Camptostoma obsoletum* e *Troglodytes musculus*; **Gráfico 124**).

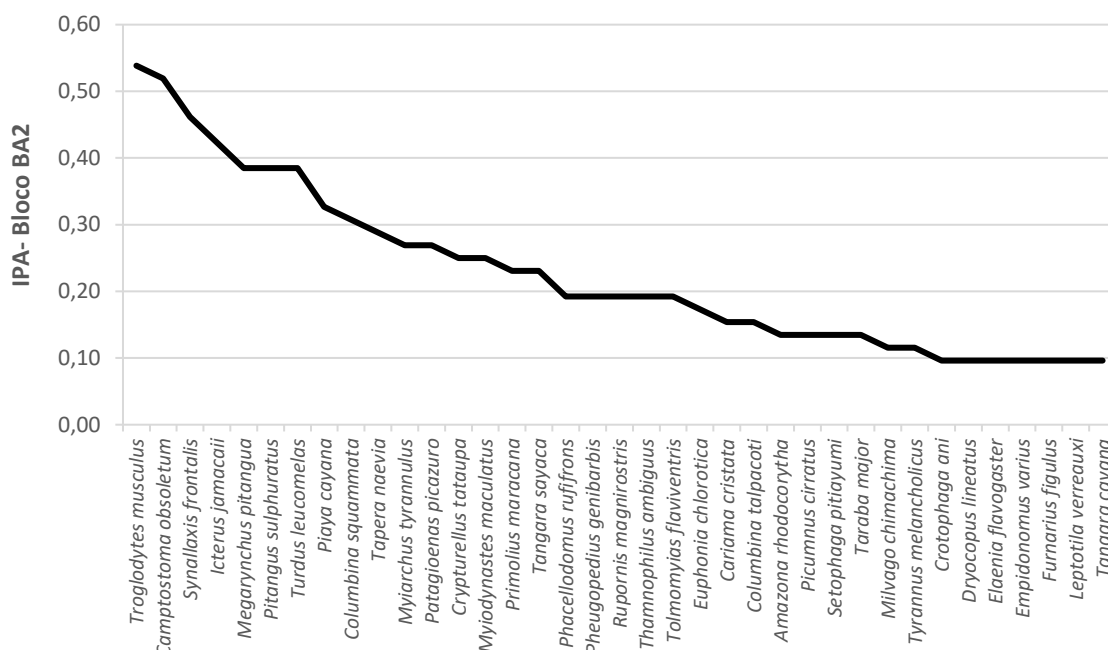


Gráfico 123. Ranqueamento decrescente do Índice Pontual de Abundância (IPA) das espécies de aves registradas por *Pontos de Escuta* no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

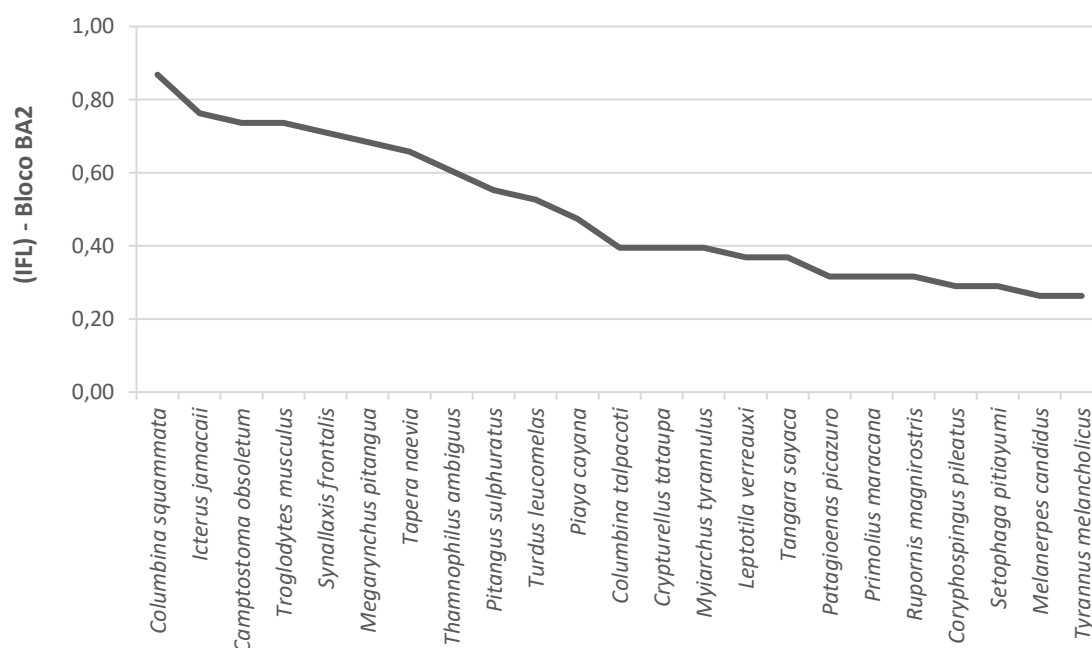


Gráfico 124. Ranqueamento decrescente do Índice de Frequência nas Listas (IFL) das espécies de aves registradas por *Listas de Mackinnon* no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

As curvas de acumulação de espécies não apresentaram tendência à estabilização (**Gráfico 125**, **Gráfico 126** e **Gráfico 127**), mas registramos 69% da avifauna estimada, para *Pontos de Escuta*, 75% para *Listas de Mackinnon* e 67% para *redes-neblina*.

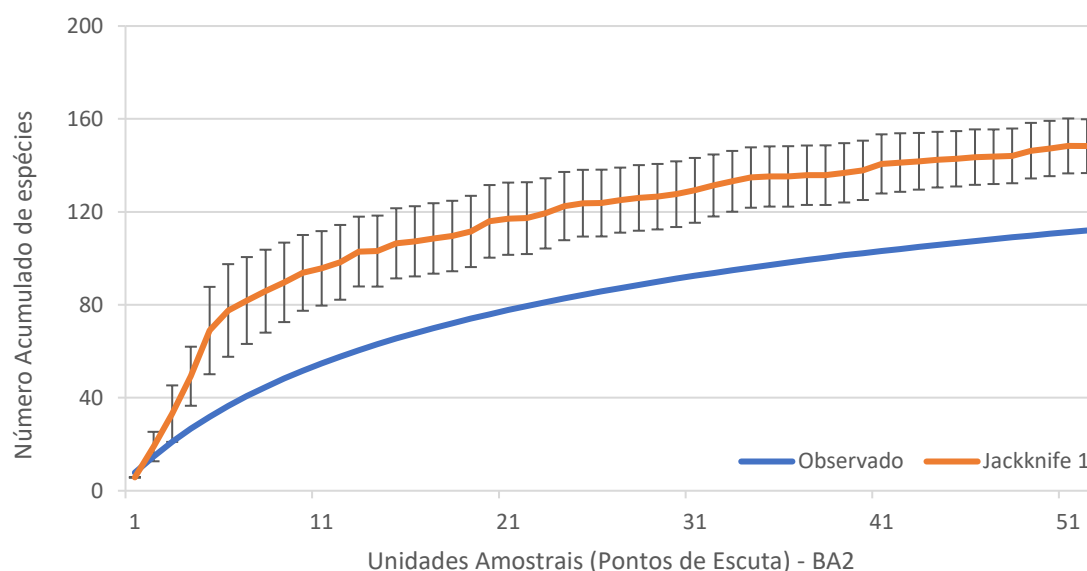


Gráfico 125. Curva de acumulação de espécies para *Pontos de Escuta* no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

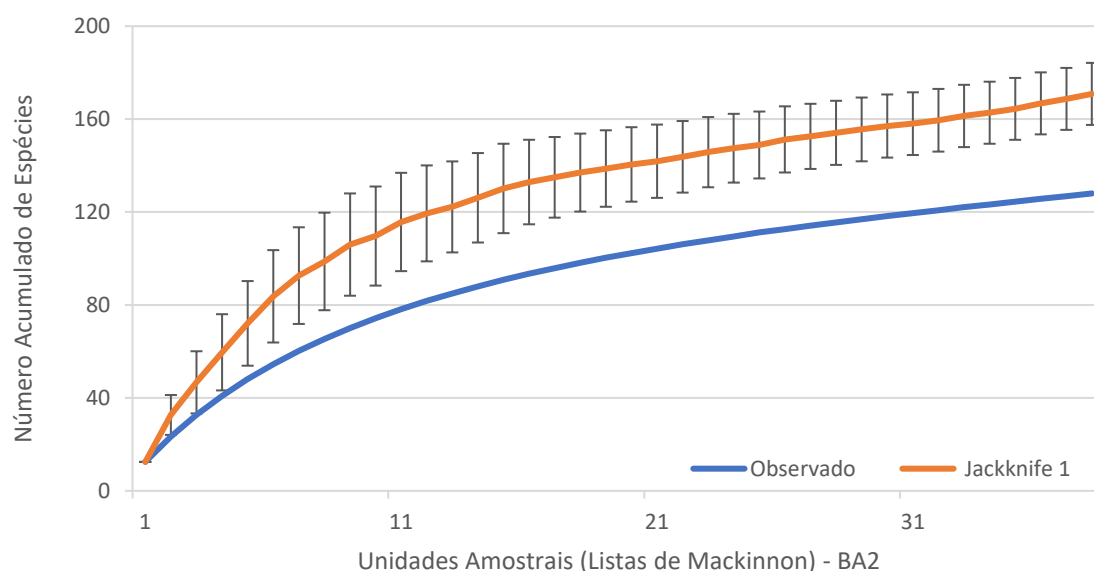


Gráfico 126. Curva de acumulação de espécies para *Listas de Mackinnon* no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

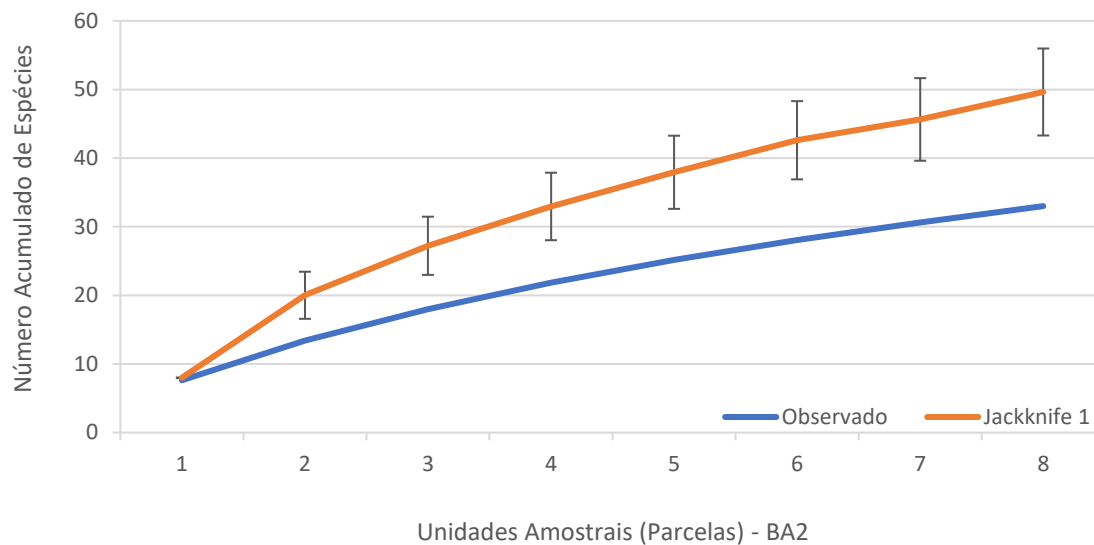


Gráfico 127. Curva de acumulação de espécies para *redes-neblina* no BA2 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.2.4. Bloco Amostral 3 – FESD

Registramos 254 espécies, elevado número provavelmente associado ao Parque Estadual do Rio Doce (PERD), uma área de “importância biológica especial” (RIBEIRO, 2008) único no Estado de Minas Gerais, pela presença de aves de distribuição restrita e alta riqueza de espécies ameaçadas de diversos grupos faunísticos (CANUTO, 2009).

O IPA variou de 0,01 (um contato) em 51 espécies; e 0,43 (52 contatos) para *Amazona farinosa* (**Gráfico 128**). Ou seja, poucas espécies são abundantes e a maioria apresenta baixa abundância. *Amazona farinosa* (papagaio-moleiro), espécie mais abundante registrada, habita a copa de florestas densas, interior e bordas (SICK, 2001; SIGRIST, 2009c; WIKIAVES, 2019). A distribuição dos IFLs se assemelhou a dos IPAs (**Gráfico 129**), variando na composição das espécies mais frequentes: *Amazona farinosa*, *Thamnophilus ambiguus*, *Cacicus haemorrhous*, *Pheugopedius genibarbis*, e *Crypturellus noctivagus*. Esta última, de frequência relativamente alta (21 contatos; IFL = 0,35), é endêmica da Mata Atlântica, tipicamente florestal, de florestas altas de restinga em estado primário, planície litorânea a florestas de encostas serranas e de vales de rios. Tem relativa tolerância às alterações antrópicas (SICK, 2001; SIGRIST, 2009c; WIKIAVES, 2019).

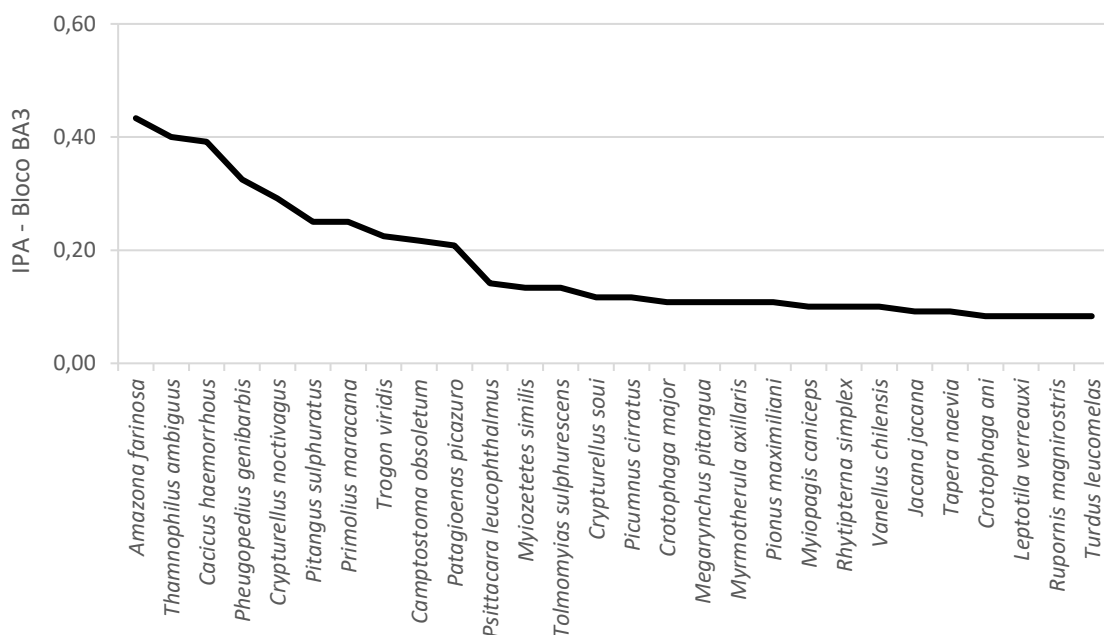


Gráfico 128. Ranqueamento decrescente do Índice Pontual de Abundância (IPA) das espécies de aves registradas por *Pontos de Escuta* no BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

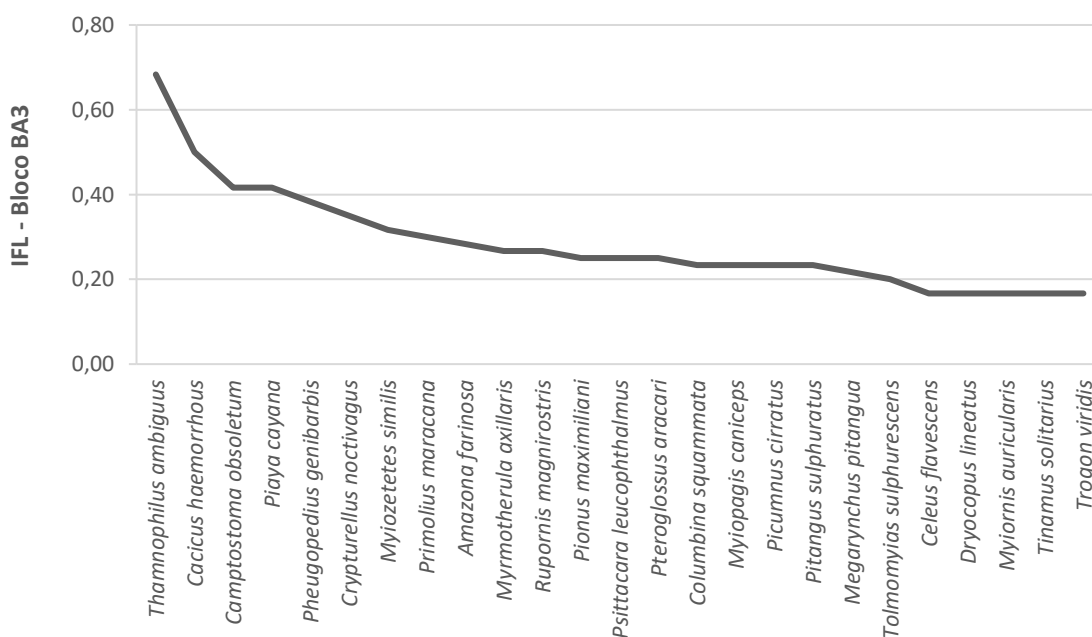


Gráfico 129. Ranqueamento decrescente do Índice de Frequência nas Listas (IFL) das espécies de aves registradas por *Listas de Mackinnon* no BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

As curvas de acumulação de espécies não apresentaram tendência à estabilização (**Gráfico 130**, **Gráfico 131** e **Gráfico 132**), mas registramos 77% da avifauna estimada, para *Pontos de Escuta*, 75% para *Listas de Mackinnon* e 57% para *redes-neblina*. Nas lagoas do PERD registramos 45 espécies, 30 delas exclusivas destes ambientes, e 5 endêmicas da Mata Atlântica (*Conopophaga lineata*, *Conopophaga melanops*, *Anabazenops fuscus*, *Lipaugus lanioides* e *Attila rufus*).

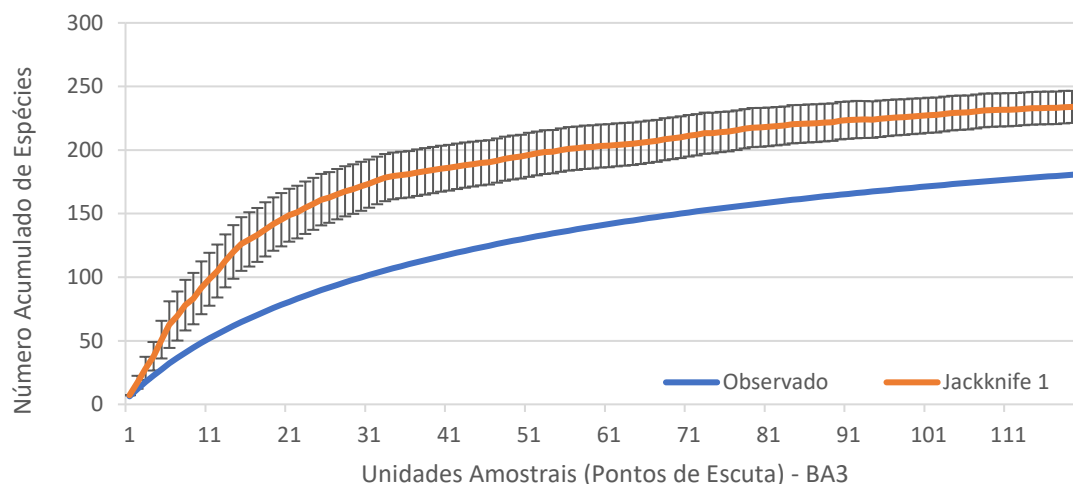


Gráfico 130. Curva de acumulação de espécies para *Pontos de Escuta* no BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

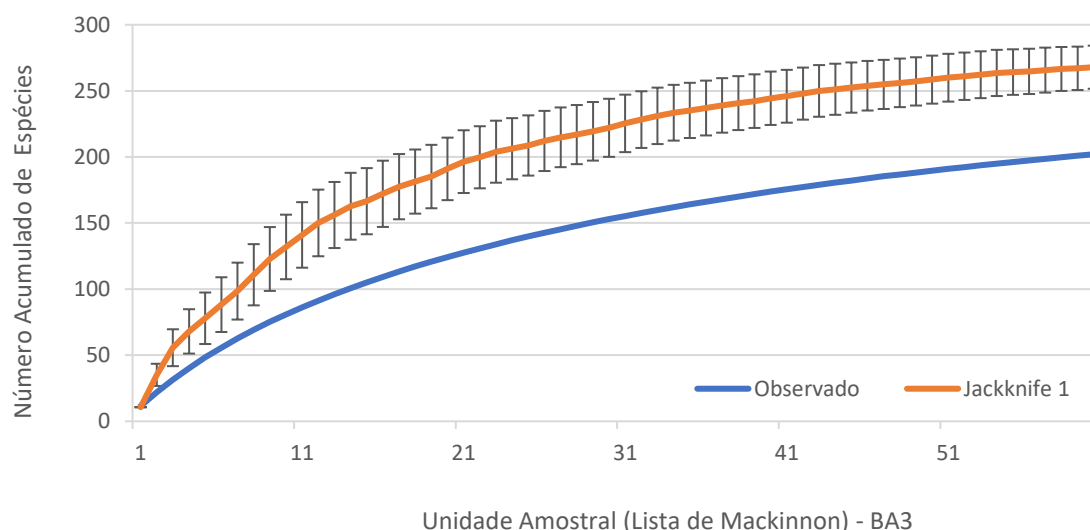


Gráfico 131. Curva de acumulação de espécies para *Listas de Mackinnon* no BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

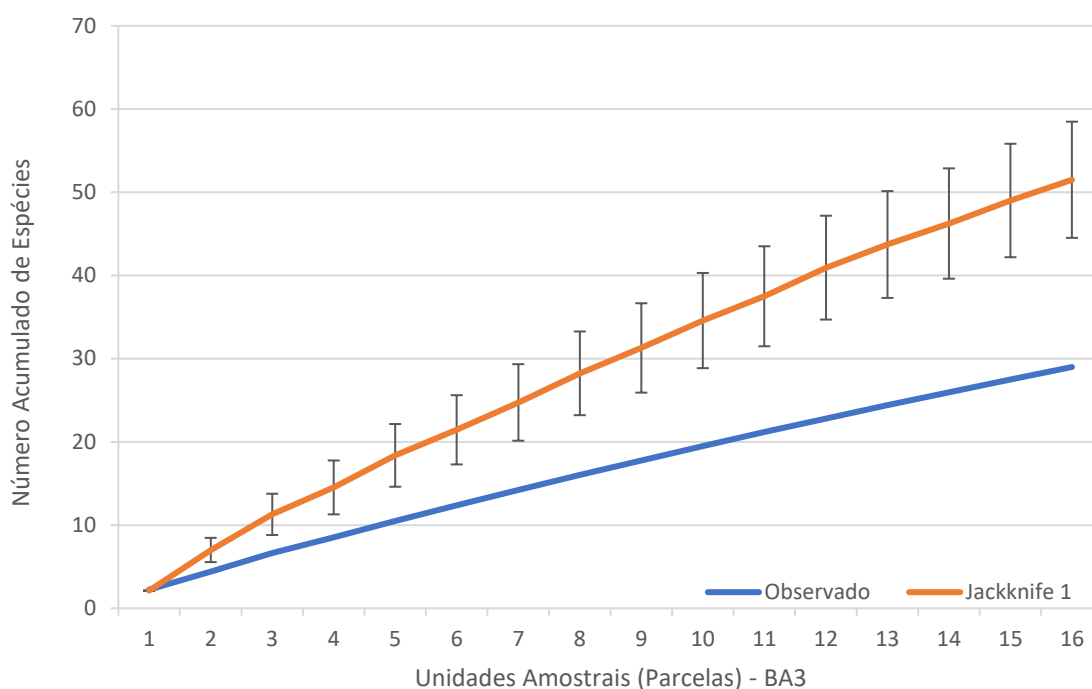


Gráfico 132. Curva de acumulação de espécies para *redes-neblina* no BA3 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.2.5. Bloco Amostral 4 – FESD

Registramos 202 espécies neste BA e novamente IPA e IFL mostraram predominância de espécies com menor abundância (**Gráfico 133** e **Gráfico 134**). O IPA variou de 0,02 (um contato) a 0,34 (19 contatos) e comunidade pode ser considerada comum e com ampla plasticidade. As espécies mais abundantes foram *Basileuterus culicivorus*, *Chiroxiphia caudata*, *Saltator similis*, *Tolmomyias sulphurescens*, *Sittasomus griseicapillus*, *Thamnophilus caerulescens*, *Pyriglena leucoptera*, *Turdus leucomelas*, *Synallaxis spixi*, *Automolus leucophthalmus*, *Elaenia flavogaster* e *Megarynchus pitangua*, todos com $IPA \geq 0,20$. Com exceção de *T. leucomelas* e *Megarynchus pitangua*, todas as espécies mais abundantes estão comumente associadas a ambientes florestais. As curvas de acumulação de espécies não apresentaram tendência à estabilização (**Gráfico 135**, **Gráfico 136** e **Gráfico 137**), mas registramos 72% da avifauna estimada. para *Pontos de Escuta*, 76% para *Listas de Mackinnon* e 66% para *redes-neblina*.

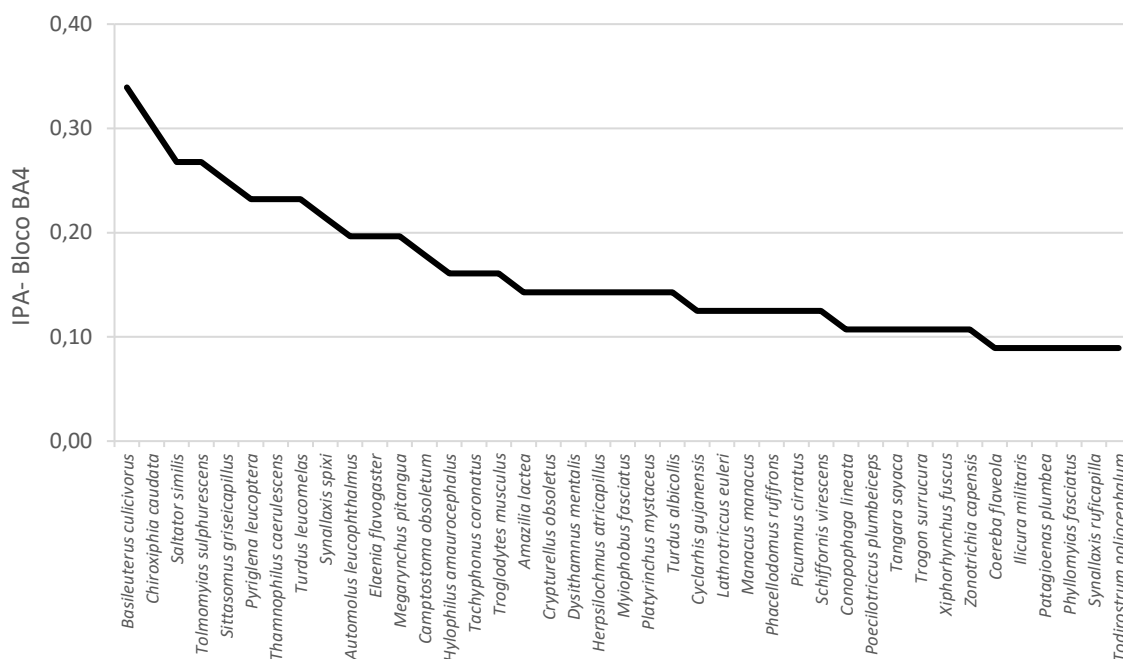


Gráfico 133. Rankiamento decrescente do Índice Pontual de Abundância (IPA) das espécies de aves registradas por *Pontos de Escuta* no BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

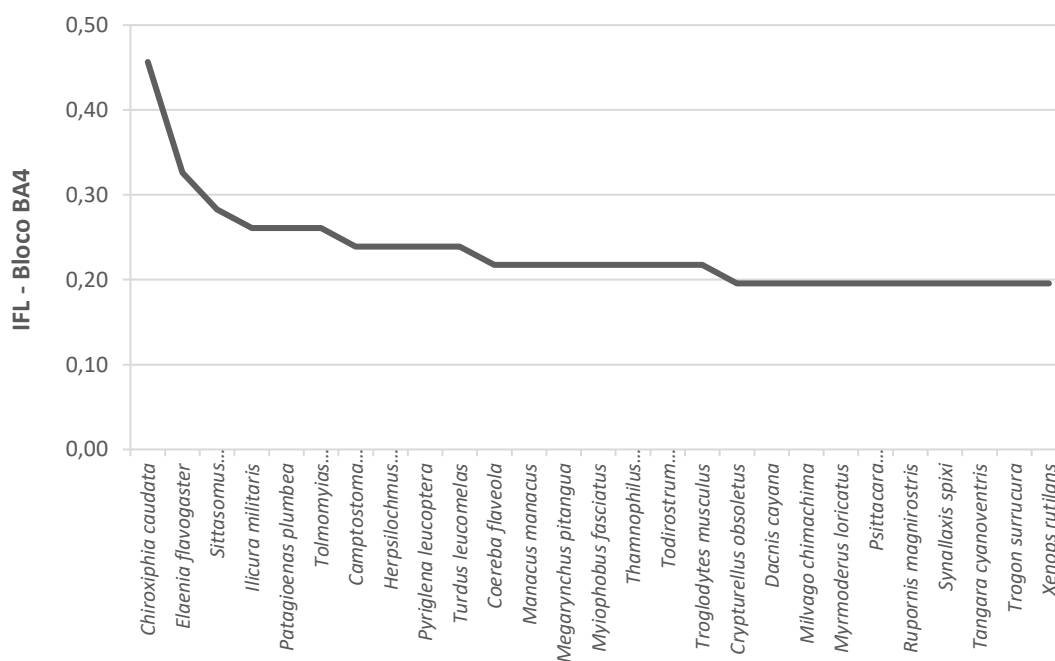


Gráfico 134. Rankiamento decrescente do Índice de Frequência nas Listas (IFL) das espécies de aves registradas por *Listas de Mackinnon* no BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

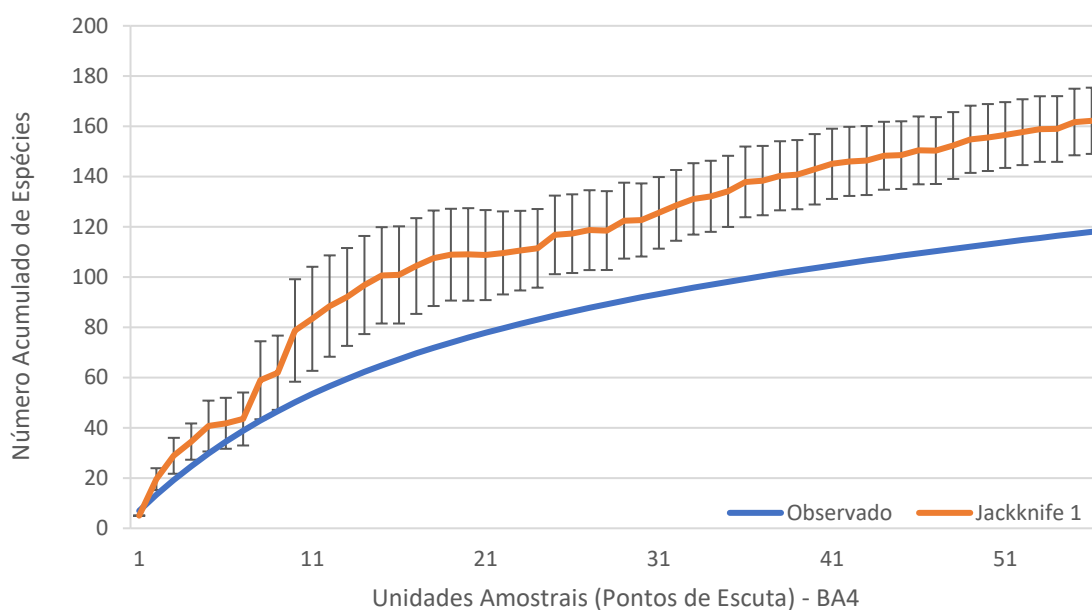


Gráfico 135. Curva de acumulação de espécies para *Pontos de Escuta* no BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

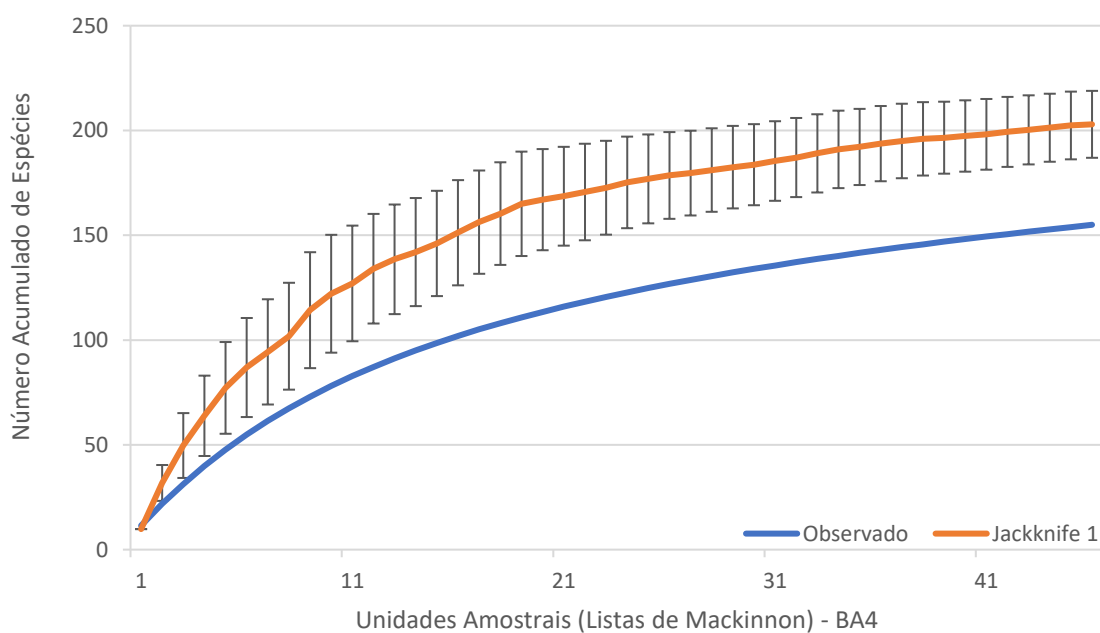


Gráfico 136. Curva de acumulação de espécies para *Listas de Mackinnon* no BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

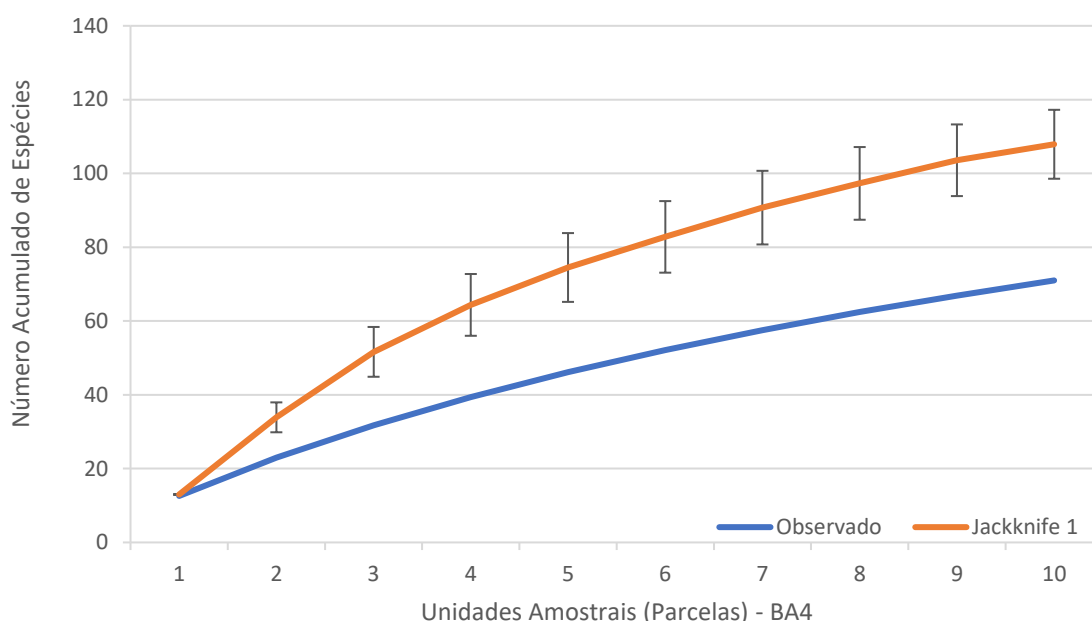


Gráfico 137. Curva de acumulação de espécies para *redes-neblina* no BA4 durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.1. Resultados – Análises padronizadas

1.5.4.1.1. Modelos Lineares Generalizados

1.5.4.1.1.1. Bloco Amostral 1a

O modelo GLM (família Negativo Binomial) explicou somente 10% ($PseudoR^2 = 0,1033$) da variação da riqueza em relação à distância do rio Doce. Dentre os quatro modelos construídos para as *Parcelas Terrestres*, apenas o modelo incluindo *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon* durante a estação seca foi estatisticamente significativo ($\beta = -0,0515$; $z = -2,443$; $p = 0,0145$; **Quadro 59**). A relação foi negativa, apesar de baixo coeficiente, indicando que quanto mais próximo do curso d'água, maior a riqueza de aves. A significância obtida na estação seca, com o método de *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*, pode estar atrelada à facilidade no registro de espécies que não é seletivo como o método de *redes-neblina*.

A riqueza de espécies no BA1a não é explicada pelas estações (**Gráfico 138**). O modelo GLM (família Poisson) aplicado aos dados coletados nas *Parcelas Ripárias* explicou *ca.*

44% ($PseudoR^2 = 0,4430$) da variação da riqueza em relação à distância do rio Doce. Os dados obtidos por *redes-neblina* não permitiram a elaboração do gráfico de dispersão e da análise de NMDS, devido ao baixo tamanho amostral.

Quadro 59. Estatísticas resultantes da análise de modelos (GLM) para avaliar a influência da distância do rio na riqueza de aves no BA1a, *Parcelas Terrestres*, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

GLM	Abordagem	Estação	Método	β	z	p
Negativo Binomial	<i>Parcelas Terrestres</i>	Chuvosa	<i>Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon</i>	-0,0315	-1,527	0,1267
		Seca	<i>Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon</i>	-0,0515	-2,443	0,0145*
Poisson		Chuvosa	<i>redes-neblina</i>	-0,0161	-0,487	0,6262
		Seca	<i>redes-neblina</i>	-0,0410	-0,862	0,3886

Legenda: β = coeficiente; z = valor do teste; p = nível de significância (0,05). *Relação significativa.

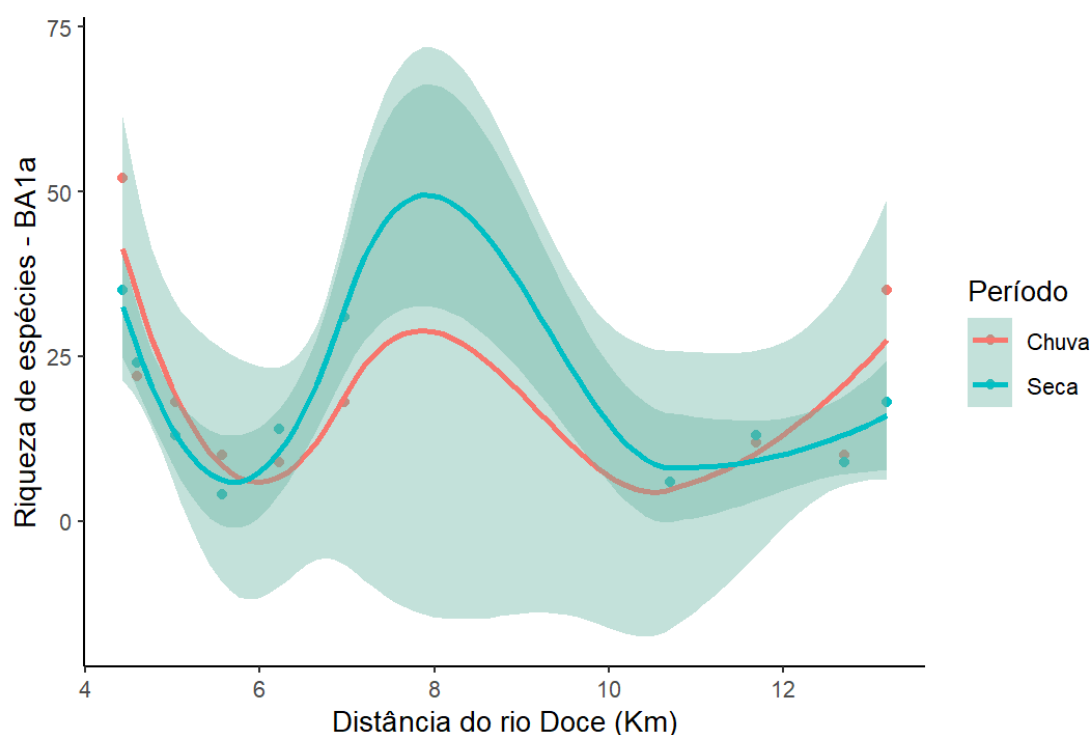


Gráfico 138. Riqueza de aves e distância do rio Doce no BA1a durante as estações seca e chuvosa (*Pontos de Escuta*, *Listas de Mackinnon* - *Parcelas Terrestres*) do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado = intervalo de confiança.

1.5.4.1.1.1. Bloco Amostral 1b

A riqueza de aves, na estação chuvosa, foi explicada pela distância do rio Doce (**Quadro 60**), enquanto na estação seca, não houve relação significativa para os dados obtidos por *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon* e considerando nas *Parcelas Terrestres*. O modelo explicou ca. 10% ($PseudoR^2 = 0,1033$) da variação da riqueza em relação à distância do rio Doce (**Gráfico 139**). A relação foi negativa com a distância do rio, isto é, mais espécies quanto mais próximo do rio Doce.

Não houve relação entre a riqueza de espécies e a distância do rio Doce nas *Parcelas Terrestres* durante a estação chuvosa, dados de *redes-neblina*, ao contrário do encontrado para a estação seca. O modelo GLM (família Poisson) explicou ca. 44% ($PseudoR^2 = 0,443$) da variação da riqueza em relação à distância do rio Doce. Os dados de captura em *redes-neblina* não permitiram a apresentação do gráfico de dispersão da riqueza em relação à distância do rio, pois, o n amostral foi baixo. Para as amostras obtidas nas *Parcelas Ripárias*, a riqueza de aves não foi explicada pela distância do rio Doce (**Quadro 60**). O modelo GLM explicou 17% ($PseudoR^2 = 0,1762$) da variação da riqueza em relação à distância do rio, para *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon* (**Gráfico 140**). Para os dados de captura em *redes-neblina* o modelo explicou 38% ($PseudoR^2 = 0,3807$) da variação da riqueza de espécies.

Quadro 60. Estatísticas resultantes da análise de modelos (GLM) para avaliar a influência da distância do rio na riqueza de aves no BA1b, *Parcelas Terrestres* e *Ripárias*, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

GLM	Abordagem	Estação	Método	β	z	p
Negativo Binomial	<i>Parcelas Terrestres</i>	Chuvosa	<i>Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon</i>	-0,1255	-2,301	0,0214*
		Seca	<i>Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon</i>	-0,0767	-1,431	0,1522
Poisson		Chuvosa	<i>redes-neblina</i>	-0,3013	-1,802	0,0715
		Seca	<i>redes-neblina</i>	-0,2610	-1,983	0,0473*
Poisson	<i>Parcelas Ripárias</i>	Chuvosa	<i>Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon</i>	-0,0908	-1,453	0,14612
		Seca	<i>Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon</i>	0,0533	0,944	0,3453
		Chuvosa	<i>redes-neblina</i>	-0,3163	-1,110	0,2669
		Seca	<i>redes-neblina</i>	NA	NA	NA

Legenda: β = coeficiente; z = valor do teste; p = nível de significância (0,05). *Relação significativa.

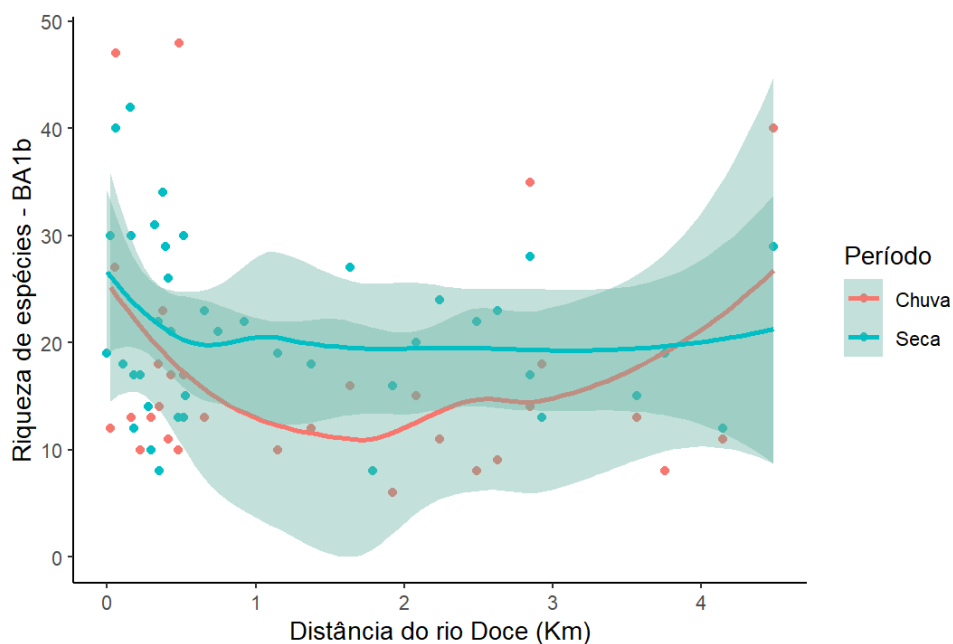


Gráfico 139. Riqueza de aves e distância do rio Doce no BA1b durante as estações seca e chuvosa (*Pontos de Escuta, Listas de Mackinnon - Parcelas Terrestres*), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Sombreado = intervalo de confiança.

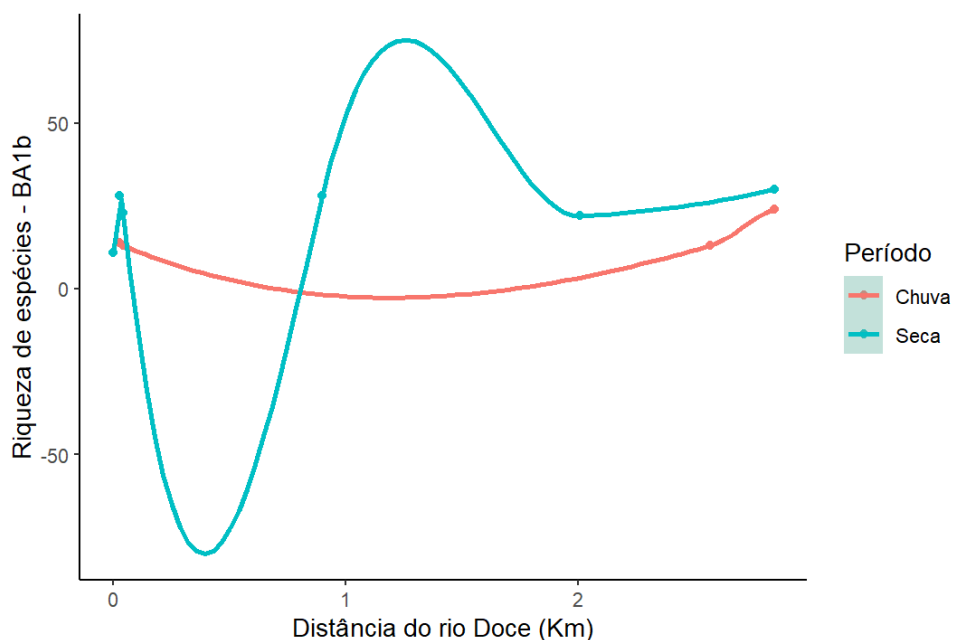


Gráfico 140. Riqueza de aves e distância do rio Doce no BA1b durante as estações seca e chuvosa (*Pontos de Escuta, Listas de Mackinnon - Parcelas Ripárias*), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.1.1.1. Bloco Amostral 2

Não houve relação significativa entre a riqueza de espécies e a distância para o rio Doce, para nenhuma das estações ou métodos (**Quadro 61**). O poder de explicação dos modelos foi baixo, 10% ($PseudoR^2 = 0,1033$) para as *Parcelas Terrestres* (*Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*), 44% ($PseudoR^2 = 0,4430$) para as *redes-neblina*. Para as *Parcelas Ripárias*, 17% ($PseudoR^2 = 0,1762$) para *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon* e 38% ($PseudoR^2 = 0,3807$) para *redes-neblina* (**Quadro 61**, **Gráfico 141**, **Gráfico 142**).

Quadro 61. Estatísticas resultantes da análise de modelos (GLM) para avaliar a influência da distância do rio na riqueza de aves no BA2, *Parcelas Terrestres* e *Ripárias*, nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

GLM	Abordagem	Estação	Método	β	z	p
Negativo Binomial	Parcelas Terrestres	Chuvosa	Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon	-	-	0,9489
		Seca	Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon	-	-	0,6544
Chuvosa		redes-neblina	-	-	0,4906	
Seca		redes-neblina	-	-	0,3792	
Poisson	Parcelas Ripárias	Chuvosa	Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon	0,0371	0,614	0,5393
		Seca	Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon	0,0622	0,263	0,7924
		Chuvosa	redes-neblina	0,0953	0,692	0,4889
		Seca	redes-neblina	0,1329	1,008	0,3133

Legenda: β = coeficiente; z = valor do teste; p = nível de significância (0,05).

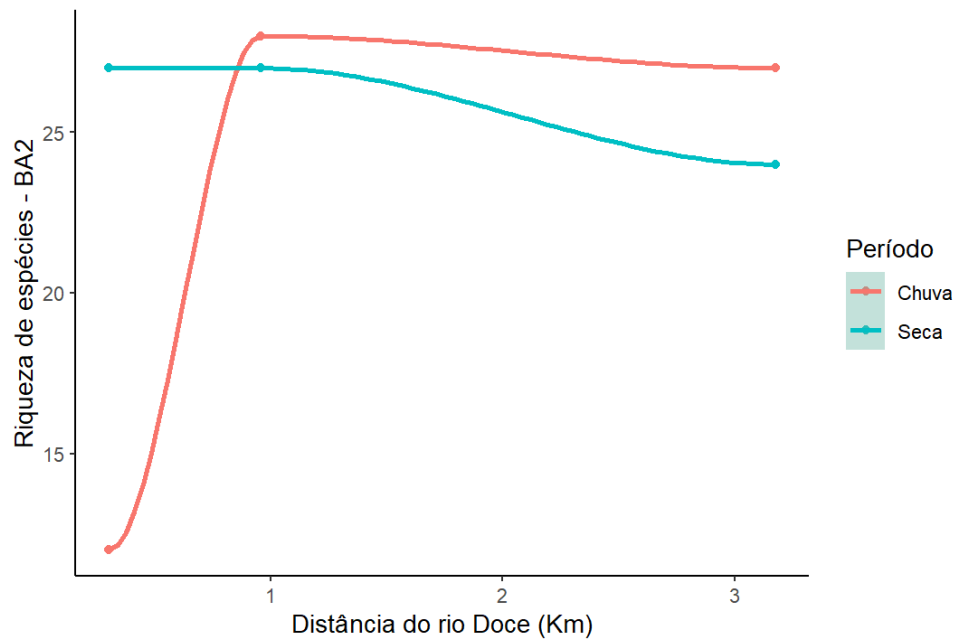


Gráfico 141. Riqueza de aves e distância do rio Doce no BA2 durante as estações seca e chuvosa (*Pontos de Escuta, Listas de Mackinnon - Parcelas Ripárias*), do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

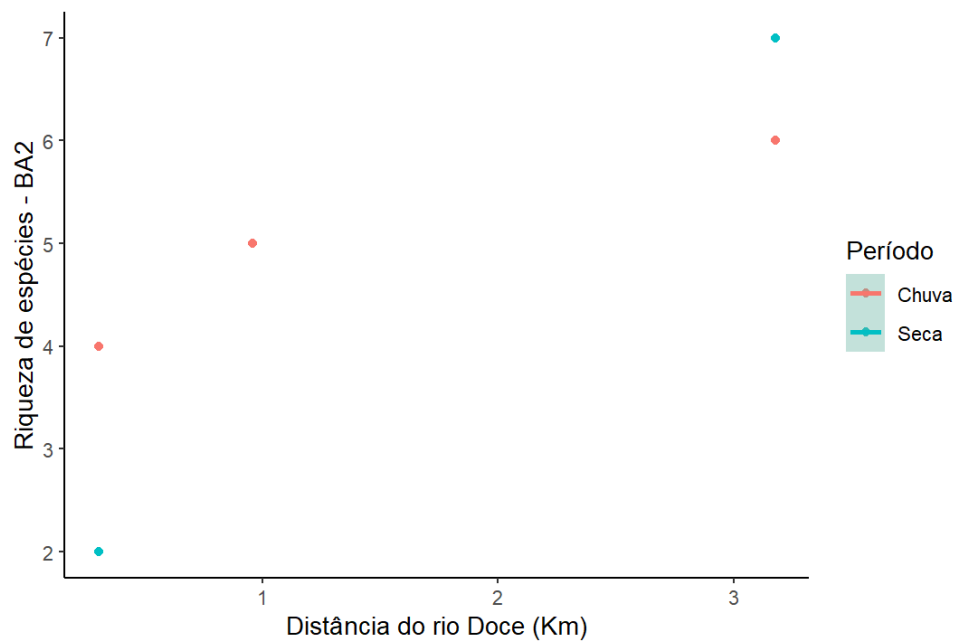


Gráfico 142. Relação entre riqueza de aves e a distância do rio Doce no BA2 durante as estações seca e chuvosa (*redes-neblina - Parcelas Ripárias*) do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.1.1.2. Bloco Amostral 3

A riqueza de aves, na estação chuvosa, não foi explicada pela distância do rio Doce (**Quadro 62**). Na estação seca, a relação foi negativa para *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon* nas *Parcelas Terrestres*. O modelo explicou apenas 10% ($PseudoR^2 = 0,1033$) da variação da riqueza em relação à distância do rio. Para *redes-neblina*, o modelo GLM (família Poisson) explicou 44% ($PseudoR^2 = 0,4430042$). Na estação chuvosa, a riqueza de aves foi explicada pela distância do rio, ao contrário da estação seca.

Quadro 62. Estatísticas resultantes da análise de modelos (GLM) para avaliar a influência da distância do rio na riqueza de aves no BA3, para *Parcelas Terrestres* e *Ripárias* nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

GLM	Abordagem	Estação	Método	β	z	p
Negativo Binomial	Parcelas Terrestres	Chuvosa	<i>Pontos de Escuta</i> – <i>Listas de Mackinnon</i>	-0,0086	-0,164	0,8695
		Seca	<i>Pontos de Escuta</i> – <i>Listas de Mackinnon</i>	-0,1532*	-2,747	0,0060*
Poisson		Chuvosa	<i>redes-neblina</i>	-0,2927	-2,182	0,0291*
		Seca	<i>redes-neblina</i>	-0,1286	-1,309	0,1904
	Parcelas Ripárias	Chuvosa	<i>Pontos de Escuta</i> – <i>Listas de Mackinnon</i>	-0,1129	-2,856	0,0043*
		Seca	<i>Pontos de Escuta</i> – <i>Listas de Mackinnon</i>	-0,0425	-1,211	0,2260
		Chuvosa	<i>redes-neblina</i>	-0,4750	-1,829	0,0674
		Seca	<i>redes-neblina</i>	-0,5129	-1,475	0,1402

Legenda: β = coeficiente; z = valor do teste; p = nível de significância (0,05). *Relação significativa.

Para as *Parcelas Ripárias*, durante a estação chuvosa, a riqueza de aves foi relacionada negativamente à distância do rio Doce, para *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*. Isto não aconteceu na estação seca (**Quadro 62**), quando o modelo explicou 17% ($PseudoR^2 = 0,1762$) da variação da riqueza (**Gráfico 143**). Para os dados de captura em *redes-neblina*, a riqueza de aves não se relacionou com a distância do rio Doce. O modelo explicou 38% ($PseudoR^2 = 0,3806$) da variação da riqueza (**Gráfico 144**).

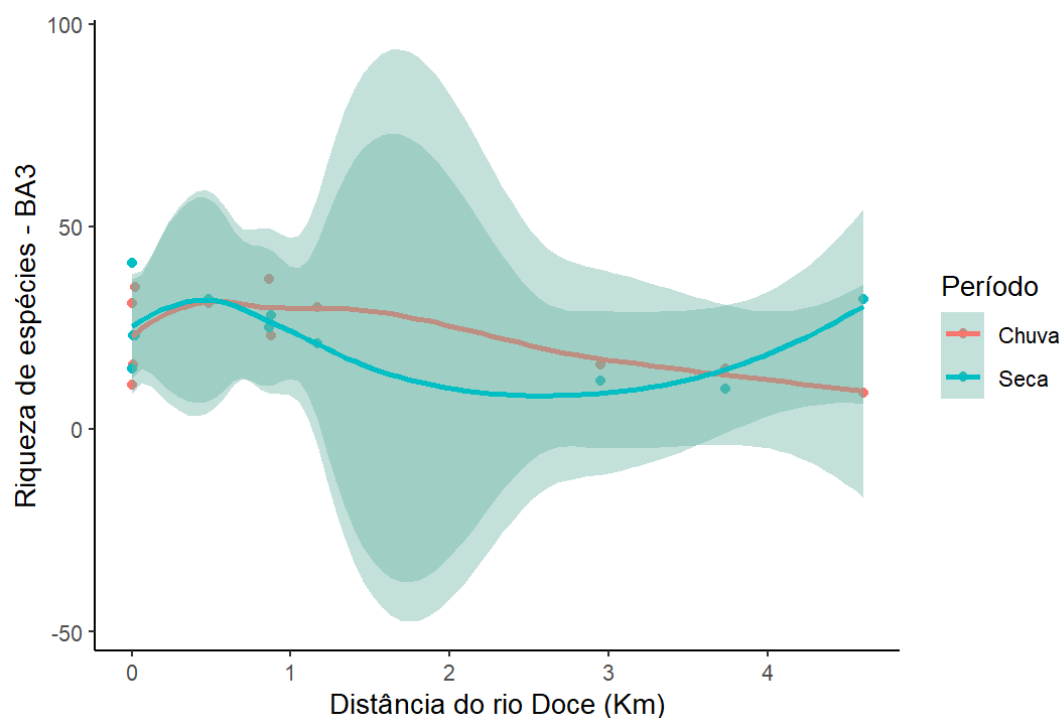


Gráfico 143. Riqueza de aves e a distância do rio Doce nas estações seca e chuvosa (*Pontos de Escuta e Listas de Mackinnon - Parcelas Ripárias*) no BA3, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

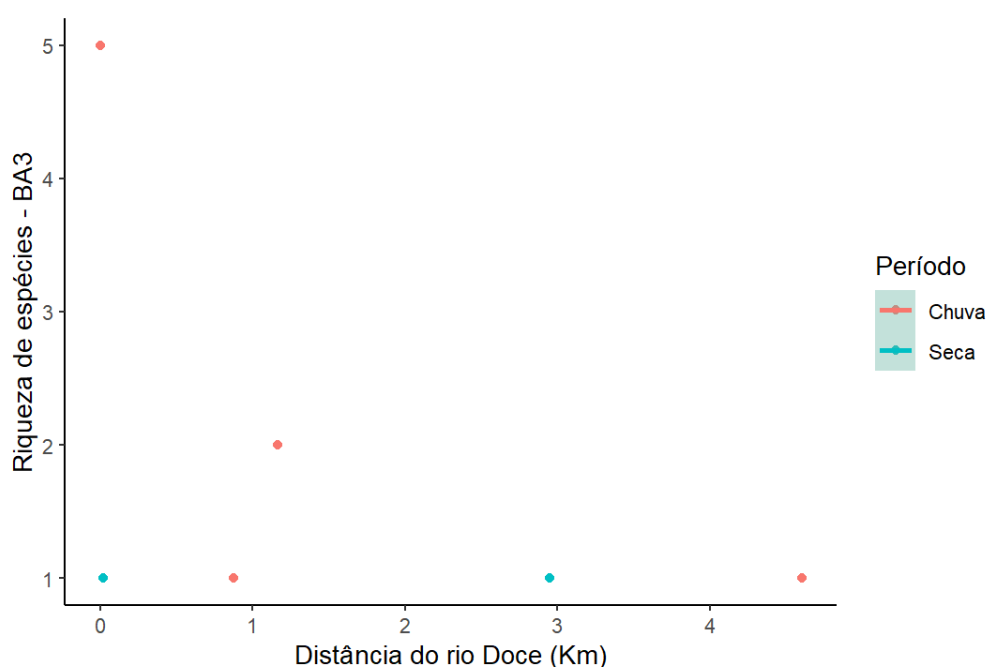


Gráfico 144. Riqueza de aves e a distância do rio Doce nas estações seca e chuvosa (*redes-neblina - Parcelas Ripárias*) no BA3, do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.1.1.3. Bloco Amostral 4

A riqueza de aves, na estação chuvosa, não foi explicada pela distância do rio, assim como na estação seca, utilizando *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon* nas *Parcelas Terrestres* (**Quadro 63**), embora o modelo tenha explicado somente 10% ($\text{PseudoR}^2 = 0,1033$) da variação da riqueza. Para os dados de *redes-neblina* o modelo explicou ca. 44% ($\text{PseudoR}^2 = 0,4430$) da variação da riqueza em relação à distância do rio, e mostrou relação entre a riqueza de aves nas duas estações climáticas (**Quadro 63**).

Quadro 63. Riqueza de aves e a distância do rio Doce com dados agrupados para o BA4 (GLM), para *Parcelas Terrestres* e *Ripárias* nas estações seca e chuvosa do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

GLM	Abordagem	Estação	Método	β	z	p
Negativo Binomial	Parcelas Terrestres	Chuvosa	Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon	0,0171	0,210	0,8339
		Seca	Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon	0,0667	0,969	0,3327
Chuvosa		redes-neblina	0,2251*	3,132	0,0017*	
Seca		redes-neblina	0,2376*	3,562	0,0004*	
Poisson	Parcelas Ripárias	Chuvosa	Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon	0,0095	0,197	0,8437
		Seca	Pontos de Escuta – Listas de Mackinnon	0,1573	3,145	0,0017*
		Chuvosa	redes-neblina	0,1746	1,629	0,1032
		Seca	redes-neblina	-0,0448	-0,277	0,7821

Legenda: β = coeficiente; z = valor do teste; p = nível de significância (0,05). *Relação significativa.

Para as amostras obtidas nas *Parcelas Ripárias*, a riqueza de aves foi explicada pela distância do rio Doce apenas na estação seca ($\beta = 0,1573$; $z = 3,145$; $p = 0,00166$), e para os dados obtidos por *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon* (**Gráfico 145**). O mesmo não aconteceu na estação chuvosa, com o mesmo método (**Quadro 63**). O modelo GLM para as *Parcelas Ripárias*, explicou 17% ($\text{PseudoR}^2 = 0,1762$) da variação da riqueza em relação à distância do rio para *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*. Para os dados de *redes-neblina*, o modelo explicou 38% ($\text{PseudoR}^2 = 0,380$) da variação da riqueza (**Gráfico 146**).

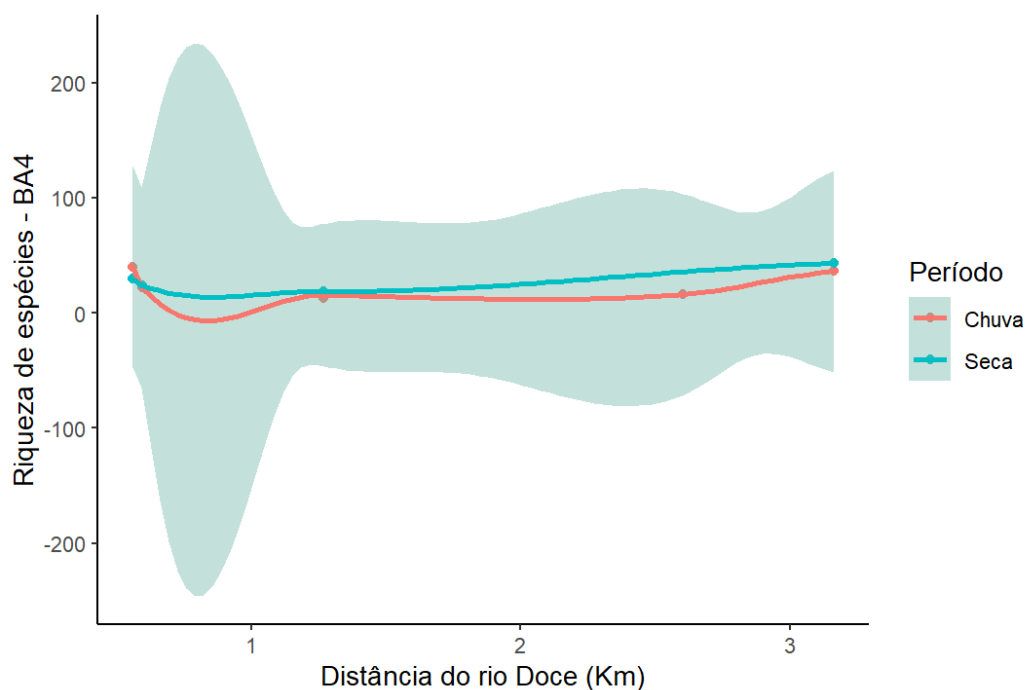


Gráfico 145. Relação entre riqueza de aves e a distância do rio Doce no BA4 durante as estações seca e chuvosa (*Pontos de Escuta e Listas de Mackinnon - Parcelas Ripárias*) do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

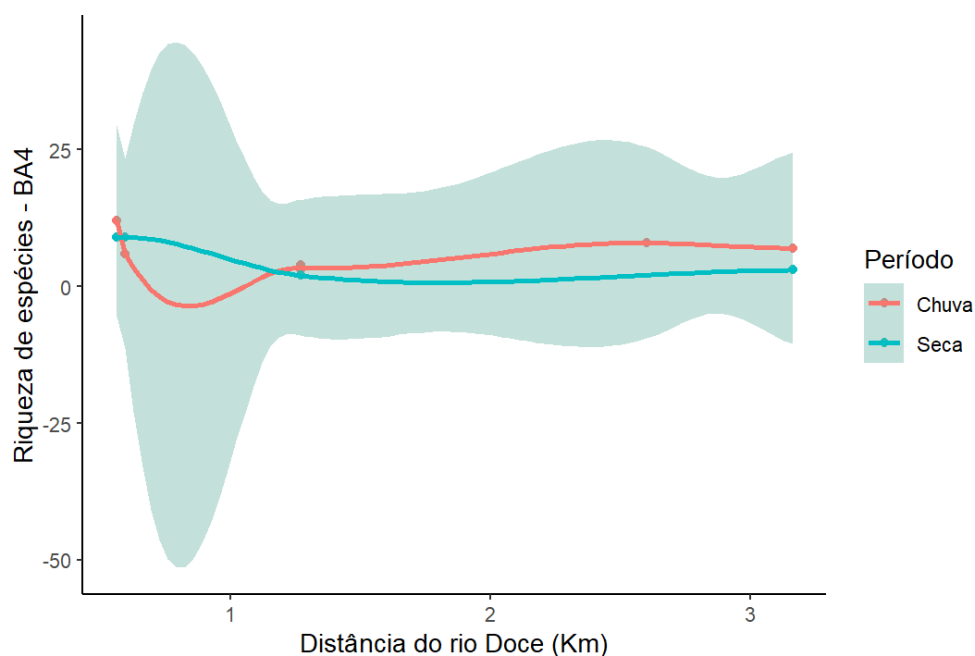


Gráfico 146. Relação entre riqueza de aves e a distância do rio Doce no BA4 durante as estações seca e chuvosa (*redes-neblina - Parcelas Ripárias*) do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.1.2. NMDS

As análises que relacionam a organização da composição e abundância das comunidades de aves por Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS) nas *Parcelas Terrestres*, utilizando os métodos de *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*, com as variáveis ambientais, mostraram que as maiores influências estiveram nos BA1a e BA1b e relacionadas à variáveis de uso do solo e proximidade de áreas naturais (**Tabela 16**). Com relação aos dados coletados com o uso de *redes-neblina* apenas as variáveis de uso do solo relacionada a cobertura de habitats naturais, no BA1a, e a proximidade do rio Doce, no BA2, foram importantes na estruturação das comunidades de aves (**Tabela 17**).

Tabela 16. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de aves por BA nas *Parcelas Terrestres*, utilizando os métodos de *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*, durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.

Bloco Amostral	Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA1a	Município	-0,0374	-0,9993	0,4427	0,0060
BA1a	Barragem	0,7505	0,6609	0,5674	0,0020
BA1a	Rio Doce	-0,7638	-0,6454	0,5526	0,0020
BA1a	UC	0,1938	0,9810	0,5048	0,0050
BA1a	<i>Uso antrópico</i>	-0,0070	1,0000	0,4242	0,0100
BA1a	<i>Uso aquático</i>	0,9764	-0,2158	0,5507	0,0010
BA1a	<i>Uso degradado</i>	0,8332	-0,5529	0,5963	0,0020
BA1a	<i>Uso natural</i>	-0,4182	-0,9084	0,5398	0,0030
BA1b	Município	-0,8126	0,5829	0,2131	0,0010
BA1b	Barragem	-0,9793	-0,2022	0,4387	0,0010
BA1b	Rio Doce	0,9852	0,1713	0,3729	0,0010
BA1b	UC	-0,8438	0,5366	0,1107	0,0150
BA1b	<i>Uso antrópico</i>	0,9829	0,1840	0,2640	0,0010
BA1b	<i>Uso aquático</i>	0,2836	0,9589	0,0514	0,1740
BA1b	<i>Uso degradado</i>	0,9984	-0,0559	0,2572	0,0010
BA1b	<i>Uso natural</i>	-0,9602	-0,2793	0,2896	0,0010
BA2	Município	0,0001	1,0000	0,1261	0,1760
BA2	Barragem	-0,0002	-1,0000	0,0934	0,3140
BA2	Rio Doce	-0,0001	-1,0000	0,0711	0,4160
BA2	UC	0,0005	1,0000	0,0983	0,1970
BA2	<i>Uso antrópico</i>	-0,0093	1,0000	0,0487	0,5880
BA2	<i>Uso aquático</i>	-0,0008	-1,0000	0,0449	0,5890
BA2	<i>Uso degradado</i>	0,0062	-1,0000	0,0399	0,6380
BA2	<i>Uso natural</i>	0,0038	1,0000	0,0397	0,6490
BA3	Município	0,6166	0,7873	0,0507	0,4310
BA3	Barragem	-0,5269	-0,8500	0,2081	0,0760
BA3	Rio Doce	0,7143	0,6999	0,2300	0,0270
BA3	UC	-0,2942	-0,9557	0,3573	0,0200

Bloco Amostral	Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA3	<i>Uso antrópico</i>	-0,5645	-0,8254	0,5261	0,0010
BA3	<i>Uso aquático</i>	0,1317	0,9913	0,0477	0,4950
BA3	<i>Uso degradado</i>	-0,5260	-0,8505	0,1022	0,2440
BA3	<i>Uso natural</i>	0,5691	0,8222	0,4191	0,0010
BA4	Município	0,2287	-0,9735	0,0627	0,6200
BA4	Barragem	-0,9352	0,3541	0,1113	0,4500
BA4	Rio Doce	-0,4780	-0,8784	0,0765	0,5960
BA4	UC	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
BA4	<i>Uso antrópico</i>	-0,4043	-0,9146	0,0638	0,6180
BA4	<i>Uso aquático</i>	-0,1805	-0,9836	0,0129	0,9100
BA4	<i>Uso degradado</i>	0,0744	-0,9972	0,0021	0,9860
BA4	<i>Uso natural</i>	0,3720	0,9282	0,0876	0,5110

Legenda: Município – distância ao centro urbano mais próximo; Barragem - Distância até a barragem de Fundão; Rio Doce – Distância até o leito do rio Doce; UC – Distância até a Unidade de Conservação mais próxima; Uso Antrópico – Categoria de uso do solo contendo zonas urbanas e similares; Aquático – Categoria de uso do solo contendo ambientes aquáticos; Uso Degradado – Categoria de uso do solo contendo ambientes degradados pela atividade humana; Natural – Categoria de uso do solo contendo cobertura fitofisionômica natural.

Tabela 17. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de aves por BA nas *Parcelas Terrestres*, utilizando o método de captura em *redes-neblina*, durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.

Bloco Amostral	Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA1a	Município	0,0001	1,0000	0,1998	0,3860
BA1a	Barragem	0,0003	-1,0000	0,3673	0,1800
BA1a	Rio Doce	-0,0003	1,0000	0,3376	0,2190
BA1a	UC	0,0000	-1,0000	0,2548	0,3030
BA1a	<i>Uso antrópico</i>	-0,0002	-1,0000	0,3833	0,1270
BA1a	<i>Uso aquático</i>	0,0003	-1,0000	0,1058	0,6890
BA1a	<i>Uso degradado</i>	0,0010	-1,0000	0,0515	0,9210
BA1a	<i>Uso natural</i>	0,0001	1,0000	0,5619	0,0270
BA1b	Município	0,9180	0,3967	0,2854	0,1730
BA1b	Barragem	-0,8390	-0,5442	0,4250	0,0740
BA1b	Rio Doce	-0,4955	0,8686	0,2361	0,2660
BA1b	UC	0,9317	0,3631	0,2416	0,2280
BA1b	<i>Uso antrópico</i>	0,9327	0,3606	0,1748	0,3950
BA1b	<i>Uso aquático</i>	0,7138	0,7004	0,4031	0,0720
BA1b	<i>Uso degradado</i>	0,2557	0,9668	0,0229	0,9080
BA1b	<i>Uso natural</i>	-0,8225	-0,5687	0,4080	0,0890
BA2	Município	-0,9907	0,1359	0,2277	0,2300
BA2	Barragem	0,8345	0,5510	0,0698	0,6220
BA2	Rio Doce	0,8056	-0,5925	0,7374	0,0020
BA2	UC	-0,7943	0,6076	0,2216	0,2430
BA2	<i>Uso antrópico</i>	-0,2207	0,9753	0,0649	0,6500
BA2	<i>Uso aquático</i>	-0,3622	0,9321	0,2364	0,1870
BA2	<i>Uso degradado</i>	0,5395	-0,8420	0,2065	0,2380
BA2	<i>Uso natural</i>	-0,2318	-0,9728	0,0312	0,8310
BA3	Município	-0,1979	-0,9802	0,3072	0,1390
BA3	Barragem	-0,2075	-0,9782	0,2772	0,1710

Bloco Amostral	Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA3	Rio Doce	0,4734	0,8808	0,1310	0,5430
BA3	UC	-0,0765	-0,9971	0,0545	1,0000
BA3	<i>Uso antrópico</i>	-0,3331	-0,9429	0,1285	0,5670
BA3	<i>Uso aquático</i>	-0,0069	-1,0000	0,0402	0,8640
BA3	<i>Uso degradado</i>	-0,4692	-0,8831	0,1667	0,4780
BA3	<i>Uso natural</i>	0,3656	0,9308	0,9308	0,5380
BA4	Município	0,4984	0,8670	0,2835	0,1290
BA4	Barragem	0,8629	0,5053	0,0713	0,6900
BA4	Rio Doce	-0,3334	0,9428	0,2346	0,1880
BA4	UC	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
BA4	<i>Uso antrópico</i>	0,5463	0,8376	0,1014	0,5490
BA4	<i>Uso aquático</i>	-0,9502	0,3116	0,2844	0,1370
BA4	<i>Uso degradado</i>	-0,9525	0,3046	0,2893	0,1350
BA4	<i>Uso natural</i>	-0,0408	-0,9992	0,0741	0,6280

Legenda: Município – distância ao centro urbano mais próximo; Barragem - Distância até a barragem de Fundão; Rio Doce – Distância até o leito do rio Doce; UC – Distância até a Unidade de Conservação mais próxima; Uso Antrópico – Categoria de uso do solo contendo zonas urbanas e similares; Aquático – Categoria de uso do solo contendo ambientes aquáticos; Uso Degradado – Categoria de uso do solo contendo ambientes degradados pela atividade humana; Natural – Categoria de uso do solo contendo cobertura fitofisionômica natural.

A composição e abundância das comunidades de aves nas *Parcelas Ripárias*, para *Pontos de Escuta*, *Listas de Mackinnon*, foram influenciadas no BA1a e BA3 pelas variáveis de uso do solo proximidade de áreas naturais e áreas degradadas (**Tabela 18**). Para *redes-neblina* nenhuma das variáveis analisadas foram importantes na estruturação das comunidades de aves (**Tabela 19**).

Tabela 18. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de aves por BA nas *Parcelas Ripárias*, utilizando os métodos de *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*, durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.

Bloco Amostral	Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA1b	Município	-0,3949	0,9187	0,1844	0,4790
BA1b	Barragem	-0,8308	0,5566	0,7316	0,0160
BA1b	Rio Doce	0,6603	0,7510	0,5817	0,0400
BA1b	UC	0,9181	0,3964	0,6489	0,0250
BA1b	<i>Uso antrópico</i>	0,7655	-0,6435	0,7218	0,0160
BA1b	<i>Uso aquático</i>	0,9904	0,1381	0,2022	0,4380
BA1b	<i>Uso degradado</i>	0,9145	-0,4047	0,6832	0,0240
BA1b	<i>Uso natural</i>	-0,8505	0,5260	0,7184	0,0170
BA2	Município	0,8955	0,4451	0,5713	0,3111
BA2	Barragem	-0,8887	-0,4584	0,5949	0,3111
BA2	Rio Doce	-0,6721	-0,7405	0,8958	0,0222
BA2	UC	0,8507	0,5257	0,7284	0,2000

Bloco Amostral	Variável	NMDS1	NMDS2	R2	p
BA2	<i>Uso antrópico</i>	-0,8867	-0,4624	0,6021	0,3111
BA2	<i>Uso aquático</i>	-1,0000	0,0077	0,1960	0,7444
BA2	<i>Uso degradado</i>	0,9927	0,1209	0,2491	0,6778
BA2	<i>Uso natural</i>	0,8320	0,5548	0,7904	0,0333
BA3	Município	0,9717	-0,2362	0,5009	0,0010
BA3	Barragem	-0,9849	0,1732	0,5352	0,0010
BA3	Rio Doce	0,7911	-0,6117	0,6940	0,0010
BA3	UC	-0,9811	-0,1935	0,2197	0,0880
BA3	<i>Uso antrópico</i>	-0,9483	0,3173	0,8233	0,0010
BA3	<i>Uso aquático</i>	-0,1265	0,9920	0,0616	0,5540
BA3	<i>Uso degradado</i>	-0,8749	0,4844	0,6036	0,0020
BA3	<i>Uso natural</i>	0,9328	-0,3604	0,8444	0,0010
BA4	Município	0,2719	-0,9623	0,2631	0,3420
BA4	Barragem	-0,0314	-0,9995	0,4719	0,1120
BA4	Rio Doce	-0,1433	-0,9897	0,1529	0,5300
BA4	UC	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
BA4	<i>Uso antrópico</i>	-0,1010	-0,9949	0,5101	0,0870
BA4	<i>Uso aquático</i>	-0,3791	0,9254	0,4502	0,1230
BA4	<i>Uso degradado</i>	0,4497	-0,8932	0,3630	0,1960
BA4	<i>Uso natural</i>	0,0034	1,0000	0,4515	0,1190

Legenda: Município – distância ao centro urbano mais próximo; Barragem - Distância até a barragem de Fundão; Rio Doce – Distância até o leito do rio Doce; UC – Distância até a Unidade de Conservação mais próxima; Uso Antrópico – Categoria de uso do solo contendo zonas urbanas e similares; Aquático – Categoria de uso do solo contendo ambientes aquáticos; Uso Degradado – Categoria de uso do solo contendo ambientes degradados pela atividade humana; Natural – Categoria de uso do solo contendo cobertura fitofisionômica natural.

Tabela 19. Estimativa da influência dos atributos ambientais sobre a ordenação de dados de composição e abundância das espécies de aves por BA nas *Parcelas Ripárias*, utilizando o método de captura em *redes-neblina*, durante as campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Valores em vermelho são estatisticamente significativos.

Bloco Amostral	Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA2	Município	-0,5302	0,8479	0,9195	0,2000
BA2	Barragem	0,5442	-0,8389	0,9204	0,1333
BA2	Rio Doce	0,9233	-0,3840	0,6659	0,4667
BA2	UC	-0,6213	0,7836	0,9131	0,2000
BA2	<i>Uso antrópico</i>	0,5485	-0,8362	0,9206	0,1333
BA2	<i>Uso aquático</i>	0,2054	-0,9787	0,7785	0,2000
BA2	<i>Uso degradado</i>	-0,2769	0,9609	0,8214	0,2000
BA2	<i>Uso natural</i>	-0,6580	0,7530	0,9018	0,1333
BA3	Município	0,9349	0,3549	0,3209	0,5667
BA3	Barragem	-0,6159	-0,7879	0,3573	0,6000
BA3	Rio Doce	-0,0467	0,9989	0,6974	0,1667
BA3	UC	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
BA3	<i>Uso antrópico</i>	-0,4721	-0,8815	0,7240	0,1833
BA3	<i>Uso aquático</i>	-0,2869	-0,9580	0,2900	0,5500
BA3	<i>Uso degradado</i>	-0,1953	-0,9808	0,6341	0,1333
BA3	<i>Uso natural</i>	0,4069	0,9135	0,7787	0,1167
BA4	Município	0,0005	1,0000	0,0525	0,7840
BA4	Barragem	-0,0017	1,0000	0,1254	0,6510
BA4	Rio Doce	-0,0012	1,0000	0,0207	0,9770

Bloco Amostral	Variável	NMDS1	NMDS2	R ²	p
BA4	UC	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
BA4	Uso antrópico	-0,0057	1,0000	0,1136	0,6850
BA4	Uso aquático	-0,0010	-1,0000	0,1171	0,6340
BA4	Uso degradado	0,0056	1,0000	0,1394	0,6100
BA4	Uso natural	0,0028	-1,0000	0,0320	0,8890

Legenda: Município – distância ao centro urbano mais próximo; Barragem - Distância até a barragem de Fundão; Rio Doce – Distância até o leito do rio Doce; UC – Distância até a Unidade de Conservação mais próxima; Uso Antrópico – Categoria de uso do solo contendo zonas urbanas e similares; Aquático – Categoria de uso do solo contendo ambientes aquáticos; Uso Degradado – Categoria de uso do solo contendo ambientes degradados pela atividade humana; Natural – Categoria de uso do solo contendo cobertura fitofisionômica natural.

1.5.4.1.2.1. Bloco Amostral 1a

A sazonalidade não parece ter influenciado a composição de espécies de aves nas *Parcelas Terrestres* neste BA (**Gráfico 147**). Todas as variáveis preditoras foram significativas na estruturação das comunidades (**Tabela 16**).

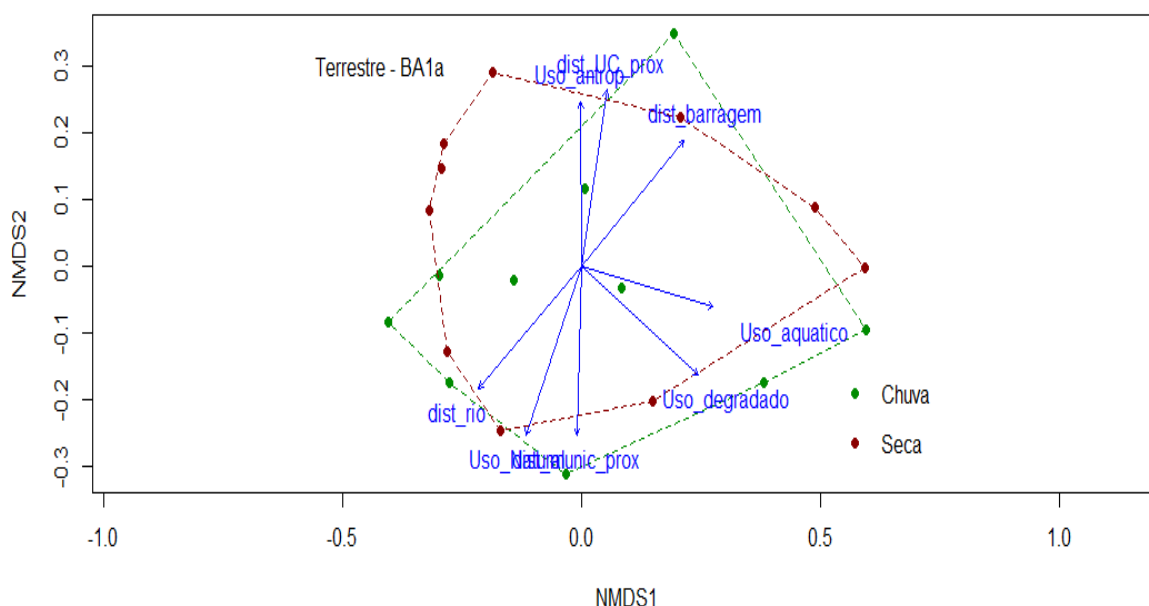


Gráfico 147. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA1a (*Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.1.2.2. Bloco Amostral 1b

Há ligeira diferenciação na distribuição da comunidade de aves entre estações climáticas, ao longo das *Parcelas Terrestres* (**Gráfico 148**), e uma diferença um pouco maior nas *Parcelas Ripárias* (**Gráfico 149**), para os dados de *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*. Apenas a presença de ambientes aquáticos não esteve relacionada à estruturação (**Tabela 16**). Para *redes-neblina*, a distribuição das comunidades foi idêntica entre as estações (**Gráfico 150; Tabela 17**).

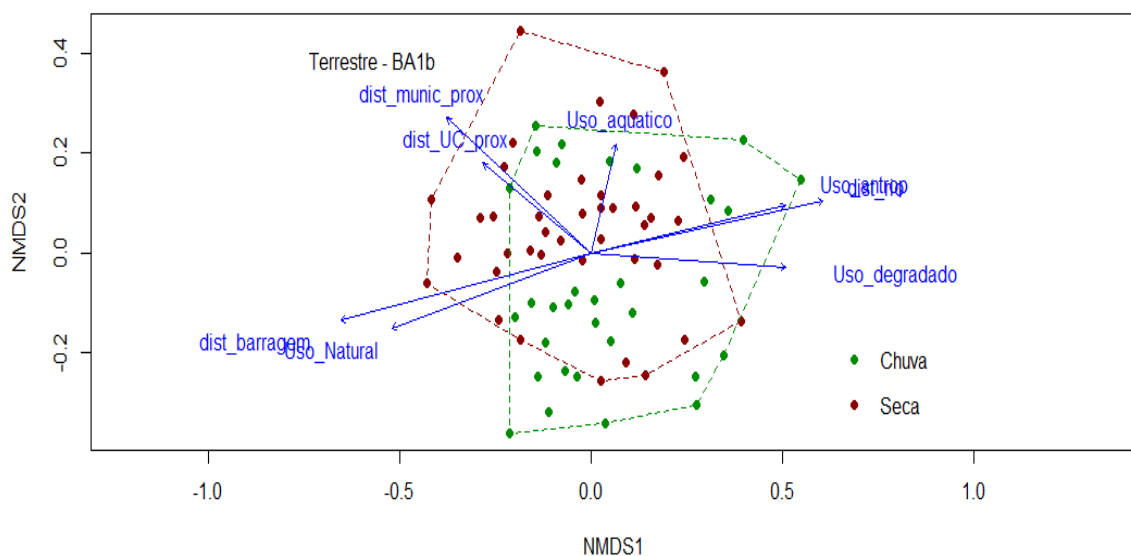


Gráfico 148. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (*Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

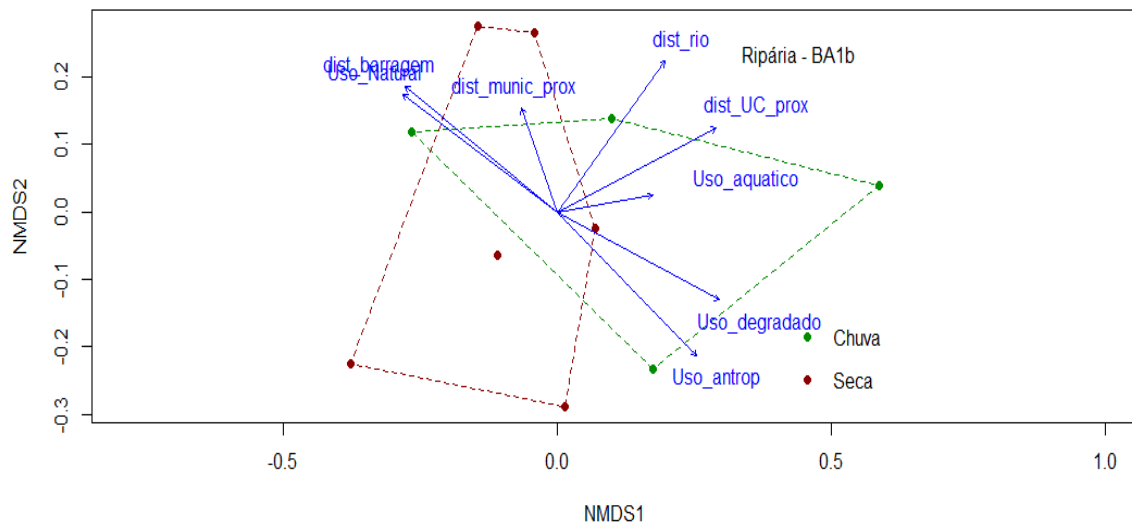


Gráfico 149. Ordenação NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (*Pontos de Escuta e Listas de Mackinnon*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

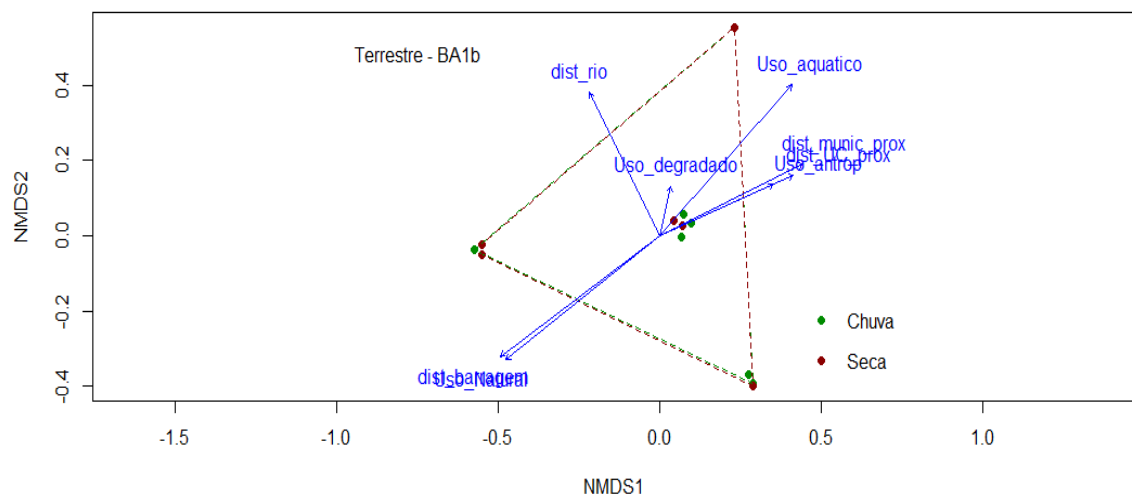


Gráfico 150. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA1b (*redes-neblina*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.1.2.3. Bloco Amostral 2

Nas *Parcelas Terrestres*, dados de *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*, não houve padrão de estruturação das comunidades entre estações (**Gráfico 151**), provavelmente devido ao baixo N amostral. A composição da comunidade de aves ao longo das estações seca e chuvosa foi diferente quando avaliamos os dados obtidos por *redes-neblina* (**Gráfico 152**). Também não ficou clara a estruturação das comunidades amostradas nas *Parcelas Ripárias* entre estações (**Gráfico 153**, **Gráfico 154**).

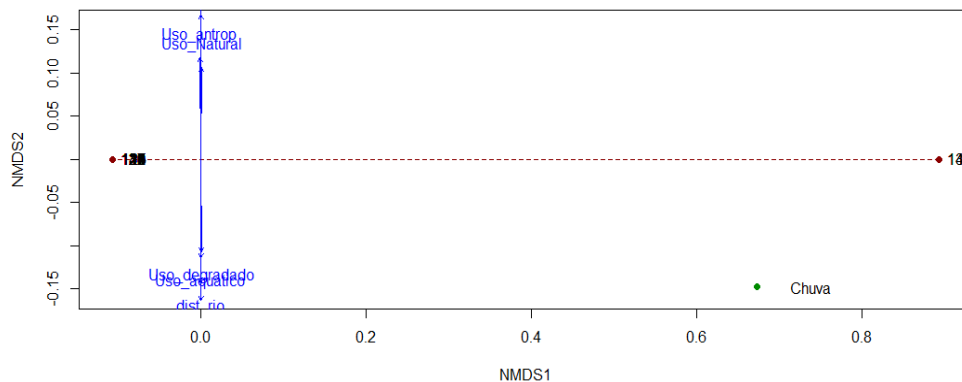


Gráfico 151. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (*Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

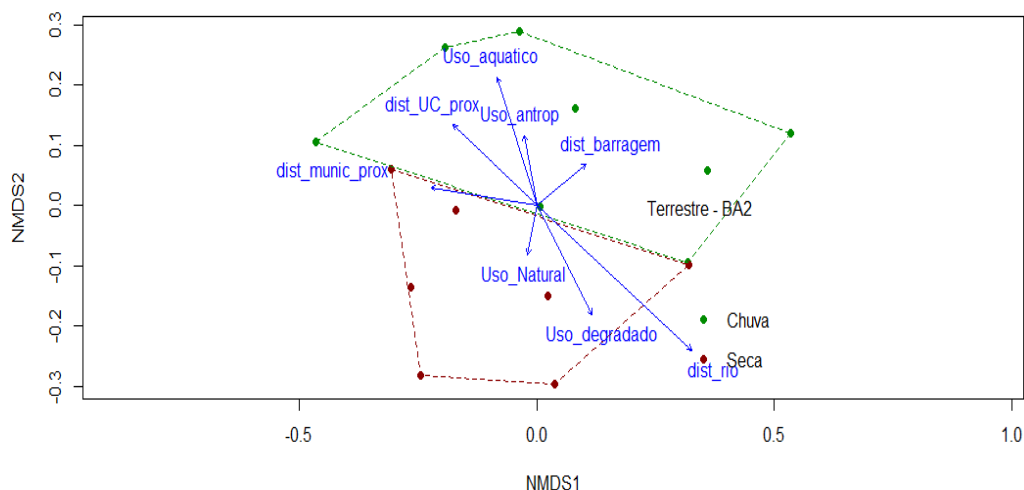


Gráfico 152. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (*redes-neblina*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

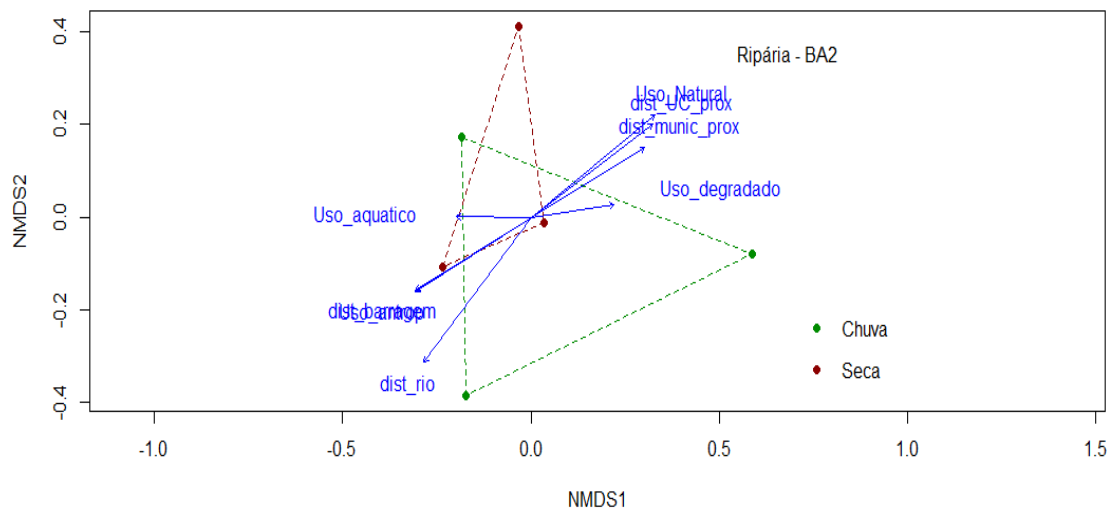


Gráfico 153. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (*Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

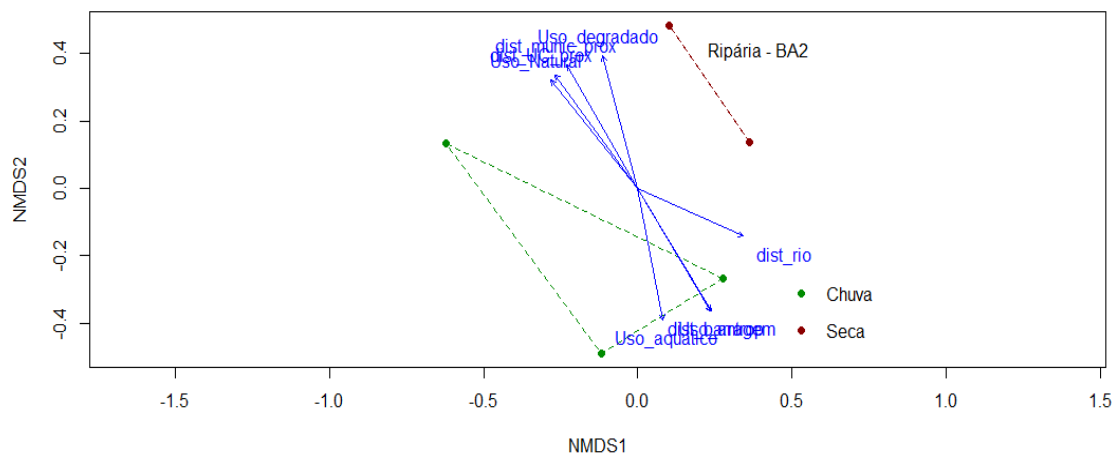


Gráfico 154. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA2 (*redes-neblina*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.1.2.4. Bloco Amostral 3

Para as *Parcelas Terrestres*, houve ligeira variação na composição das comunidades entre estações para os dados de *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon* (**Gráfico**

155), o que não se repetiu para os dados de *redes-neblina* (**Gráfico 156**). Para as *Parcelas Ripárias* houve ligeira variação na composição das espécies entre as estações para *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon* e (**Gráfico 157**), e novamente o mesmo não ficou claro para *redes-neblina* por (**Gráfico 158**).

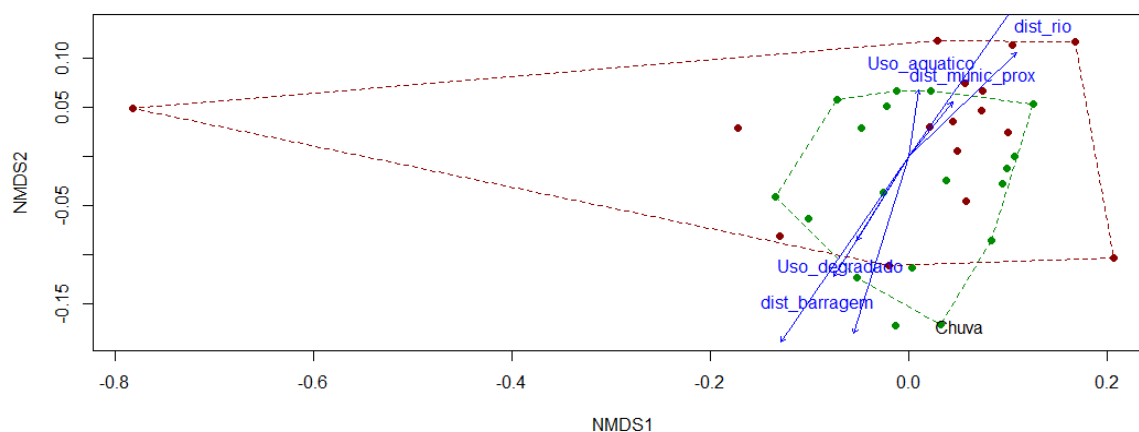


Gráfico 155. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (*Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

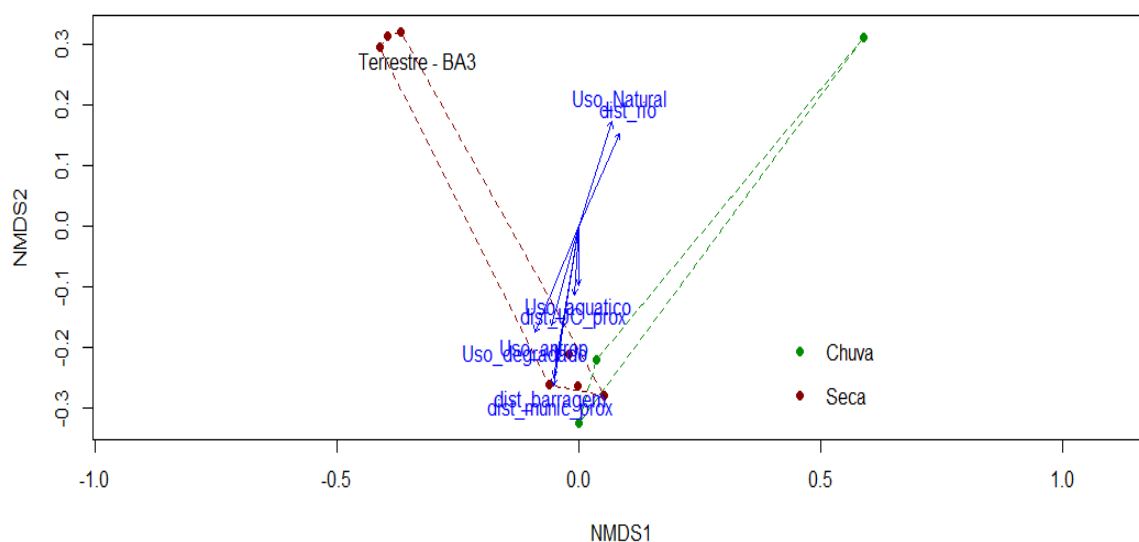


Gráfico 156. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (*redes-neblina*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

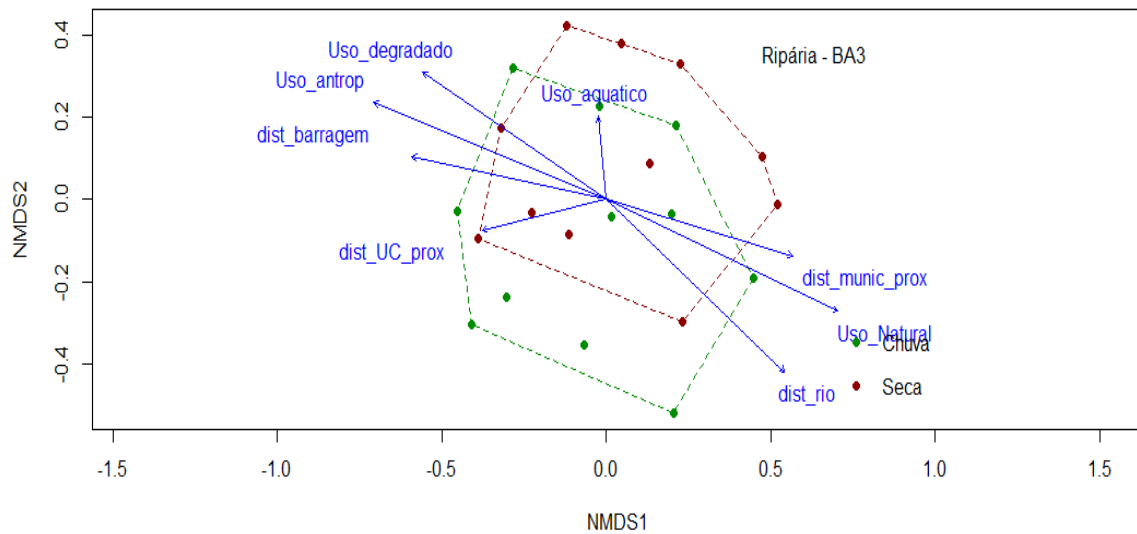


Gráfico 157. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (*Pontos de Escuta e Listas de Mackinnon*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

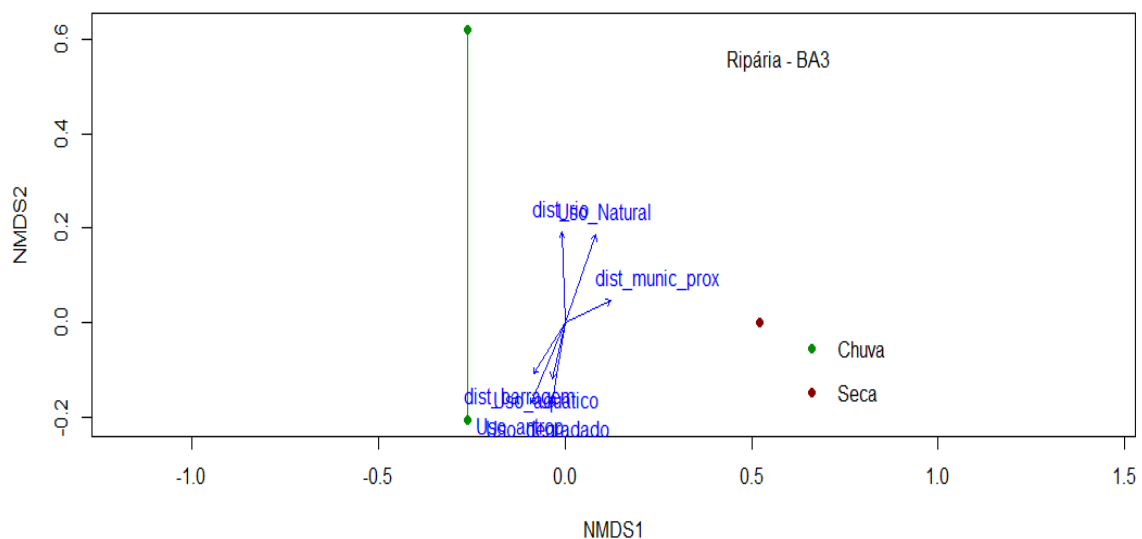


Gráfico 158. Ordenação por NMDS das *Parcelas Ripárias* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA3 (*redes-neblina*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.1.2.5. Bloco Amostral 4

Nas *Parcelas Terrestres* houve dispersão e sobreposição das comunidades entre estações, tanto para *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon* (**Gráfico 159**), quanto para *redes-neblina* (**Gráfico 160**). Nas *Parcelas Ripárias*, para *Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon* houve diferenciação das comunidades entre as estações (**Gráfico 161**).

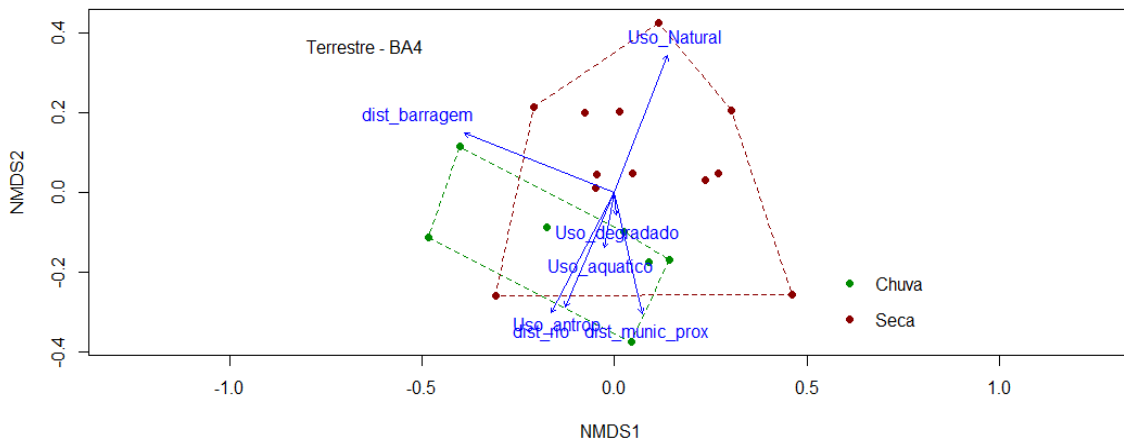


Gráfico 159. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA4 (*Pontos de Escuta / Listas de Mackinnon*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

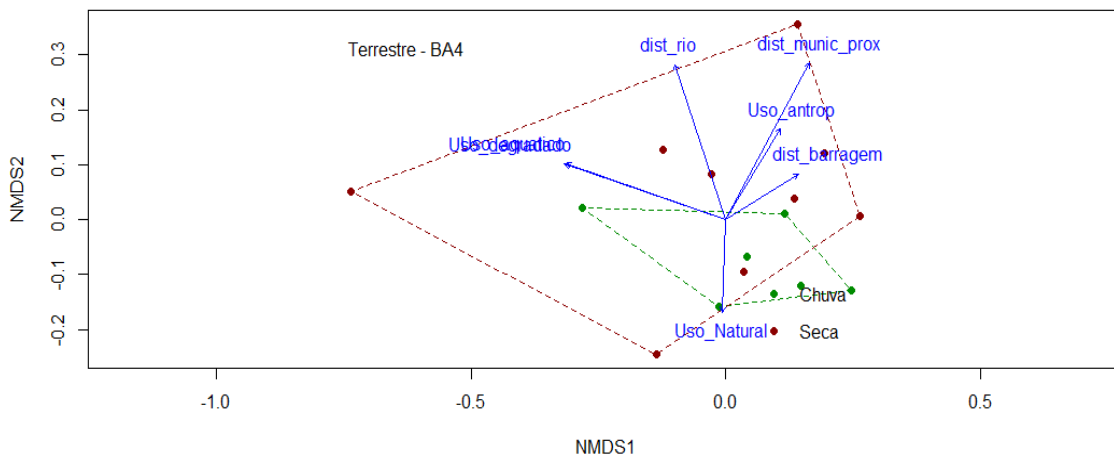


Gráfico 160. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA4 (*redes-neblina*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

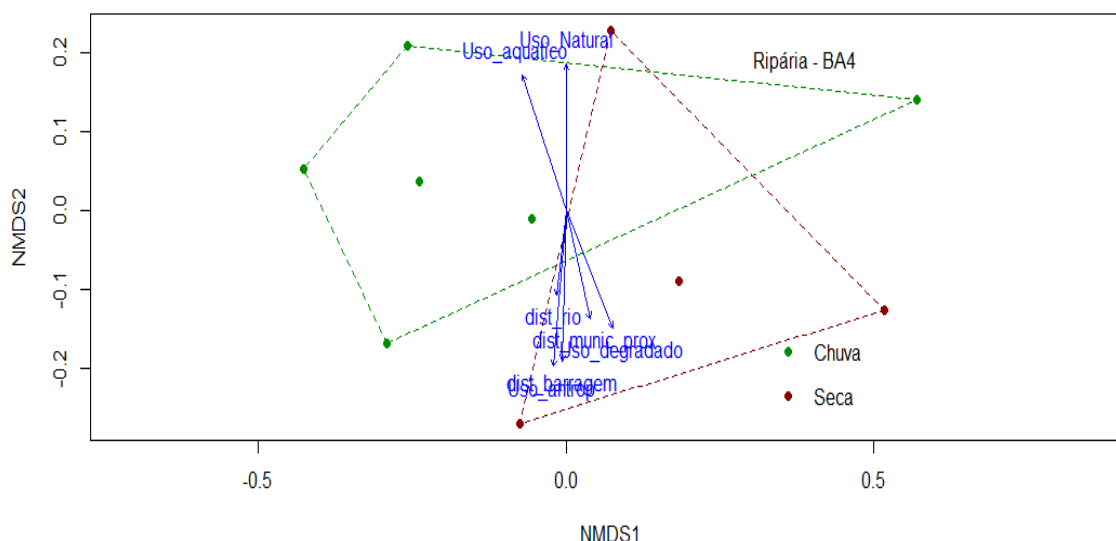


Gráfico 161. Ordenação por NMDS das *Parcelas Terrestres* em função da composição de espécies de aves registrada nas estações seca e chuvosa no BA4 (*Pontos de Escuta* e *Listas de Mackinnon*) e variáveis ambientais do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

1.5.4.1. Metais Pesados

Foram coletadas amostras de 102 espécimes dos quais obtivemos resultados para 97 na análise de concentração de metais pesados. Um total de 70 espécies foi amostrada sendo em média $1,38 \pm 0,77$ indivíduos por espécie. As espécies mais representativas foram *Chiroxiphia caudata* (Tangará), *Columbina talpacoti* (Rolinha-roxa), *Myrmotherula axillaris* (Choquinha-de-flanco-branco) com quatro indivíduos analisados cada uma. O número total de espécies avaliadas para a concentração de metais pesados representa 17,41% da riqueza total registrada nesta avaliação ecológica rápida da avifauna. O BA4 foi o mais representado com 43 indivíduos analisados, seguido pelo BA3 (n=16), BA2 (n=16), BA1a (n=16) e seis indivíduos no BA1b.

Não foi possível determinar quais seriam os níveis de alerta para Manganês e Ferro, por falta de dados na literatura para aves. Os níveis dos demais metais pesados medidos para os indivíduos coletados, se mostraram inferiores às concentrações relatadas pela literatura como preocupantes para espécies de aves, com uma exceção (**Quadro 64**). Um indivíduo de *Coryphospingus pileatus* (tico-tico-rei-cinza), um passeriforme que forrageia próximo ao solo, coletado na parcela 09I, em ilha, no BA3, apresentou uma

concentração de chumbo de $1,56 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ peso úmido, se enquadrando dentro da categoria de 'exposição ao chumbo', por ser superior a $1,5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ peso úmido (CLARK; SCHEUHAMMER, 2003), quando atinge um nível de toxicidade subclínica (KOMOSA et al., 2016). Um indivíduo de *Picumnus cirratus* (pica-pau-anão-barrado), coletado na parcela 5p, módulo 23T, BA4, apresentou concentração de chumbo próximo ao valor de alerta, $1,24 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ peso úmido. Os demais indivíduos analisados tiveram valores de concentração de chumbo inferiores a $1 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ (**Quadro 65**).

A intoxicação de aves por chumbo é frequentemente reportada para aves aquáticas, rapinantes e comedores de carniças, devido a ingestão de munição de chumbo em áreas de caça e pesca (GARCÍA-FERNÁNDEZ et al., 1996; HELANDER et al., 2009; MARTIN et al., 2008; PAIN; SEARS; NEWTON, 1995). Outras fontes de contaminação de chumbo para as aves ocorrem através de proximidades de mineradoras, siderurgias, fontes aéreas em ambientes urbanos, materiais com tinturas à base de chumbo (GARCÍA-FERNÁNDEZ, 2014). A contaminação aguda por chumbo causa a morte e a contaminação crônica causa alterações no sucesso reprodutivo, comportamento, resposta imune e na fisiologia da ave (GARCÍA-FERNÁNDEZ, 2014).

As maiores concentrações médias de chumbo nas aves amostradas ocorreram no BA1b e no BA3 (**Gráfico 162**), o que pode indicar uma exposição maior ao chumbo nessas regiões. De fato, as concentrações de chumbo medida nas amostras de solo das *Parcelas Terrestres* do BA1 e nas ilhas e *Parcelas Terrestres* e ripárias do BA3 estiveram acima da mediana global (**Volume I, Gráfico 6**); porém, como nas demais parcelas, abaixo do limite de prevenção determinado pelo CONAMA nº 420 (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2009).

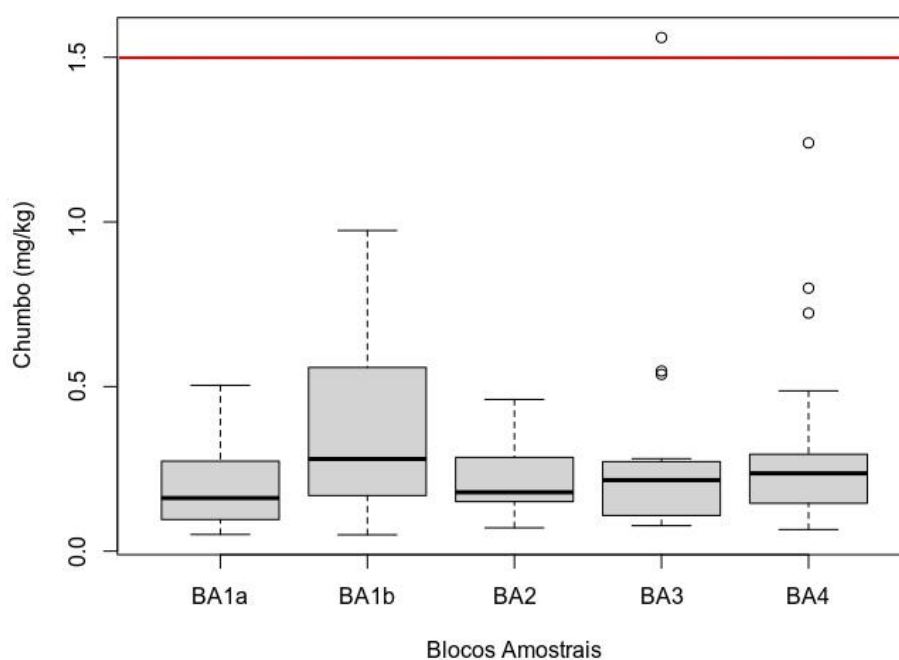


Gráfico 162. Diagrama *boxplot* com as concentrações de chumbo detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. A linha vermelha sinaliza nível de alerta para aves, com base na literatura.

Quadro 64. Concentrações de metais pesados nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Metal	Bloco /Total	Média ± d.p.	Mín. (mg*kg ⁻¹)	Mediana (mg*kg ⁻¹)	Máx. (mg*kg ⁻¹)	N	Nível de alerta (mg*kg ⁻¹)
Arsênio	BA1a	0,054 ± 0,027	0,027	0,044	0,12	16	≥ 2 ¹
	BA1b	0,118 ± 0,131	0,043	0,058	0,38	6	
	BA2	0,048 ± 0,029	0,026	0,044	0,15	16	
	BA3	0,064 ± 0,055	0,03	0,046	0,25	16	
	BA4	0,056 ± 0,041	0,027	0,044	0,25	44	
Cádmio	BA1a	0,053 ± 0,028	0,026	0,044	0,12	16	≥ 0,75 ²
	BA1b	0,274 ± 0,194	0,05	0,286	0,54	6	
	BA2	0,063 ± 0,035	0,031	0,05	0,15	16	
	BA3	0,096 ± 0,087	0,031	0,051	0,342	16	
	BA4	0,057 ± 0,039	0,027	0,046	0,25	44	
Chumbo	BA1a	0,197 ± 0,135	0,051	0,162	0,504	16	≥ 1,5 ³
	BA1b	0,385 ± 0,337	0,05	0,28	0,974	6	
	BA2	0,223 ± 0,115	0,071	0,179	0,461	16	
	BA3	0,306 ± 0,363	0,077	0,216	1,560	16	
	BA4	0,272 ± 0,216	0,066	0,237	1,240	44	
Cobre	BA1a	9,396 ± 4,619	3,920	8,540	18,700	16	≥ 56 ⁴
	BA1b	17,24 ± 13,126	5,870	13,700	42,200	6	
	BA2	9,029 ± 4,171	5,920	7,550	21,900	16	
	BA3	11,916 ± 10,407	3,910	9,135	47,900	16	
	BA4	11,682 ± 7,282	3,770	9,500	44,500	44	
Cromo	BA1a	0,079 ± 0,056	0,031	0,051	0,214	16	≥ 1 ⁵
	BA1b	0,197 ± 0,302	0,05	0,069	0,81	6	
	BA2	0,063 ± 0,029	0,027	0,051	0,15	16	

Metal	Bloco /Total	Média ± d.p.	Mín. (mg*kg ⁻¹)	Mediana (mg*kg ⁻¹)	Máx. (mg*kg ⁻¹)	N	Nível de alerta (mg*kg ⁻¹)
Ferro	BA3	0,069 ± 0,053	0,03	0,05	0,25	16	
	BA4	0,071 ± 0,042	0,027	0,06	0,25	44	
	BA1a	185,838 ± 116,18	82,800	164,000	552,000	16	
	BA1b	315,667 ± 226,95	145,000	188,000	638,000	6	
	BA2	301,438 ± 323,225	51,000	202,500	1,440,000	16	*
	BA3	187,644 ± 129,131	75,900	153,000	595,000	16	
	BA4	285,193 ± 308,034	61,500	198,500	1,990,000	44	
	BA1a	2,133 ± 3,27	0,12	1,236	14,100	16	
Manganês	BA1b	1,339 ± 1,189	0,38	0,861	3,490	6	
	BA2	1,554 ± 1,058	0,37	1,300	4,030	16	
	BA3	1,141 ± 0,738	0,079	1,001	2,680	16	
	BA4	2,76 ± 3,872	0,043	1,735	21,600	44	
	BA1a	0,076 ± 0,09	0,026	0,044	0,393	16	*
	BA1b	0,138 ± 0,122	0,05	0,107	0,38	6	
	BA2	0,121 ± 0,114	0,026	0,077	0,464	16	
	BA3	0,082 ± 0,062	0,031	0,052	0,25	16	
Mercúrio	BA4	0,13 ± 0,138	0,027	0,087	0,635	44	≥ 1,7 ⁶
	BA1a	19,844 ± 5,859	13,600	17,500	36,200	16	
	BA1b	24,617 ± 3,138	19,500	24,850	28,000	6	
	BA2	19,281 ± 6,554	11,000	17,600	34,000	16	
	BA3	19,614 ± 6,061	8,420	20,700	28,700	16	≥ 100 ⁷
	BA4	21,784 ± 8,417	5,160	20,750	45,700	44	
Zinco							

* Nível de alerta do metal não foi possível de se determinar para aves por falta de dados na literatura. ¹nível considerado elevado para aves, envenenamento agudo ou subagudo (GOEDE, 1985; SÁNCHEZ-UIROSTA et al., 2015); ²nível indicativo de exposição ambiental aumentada, para aves (KITOWSKI et al., 2017; KOMOSA; KITOWSKI; KOMOSA, 2012); ³nível que indica "exposição ao chumbo" (CLARK; SCHEUHAMMER, 2003) e toxicidade subclínica, para aves (KITOWSKI et al., 2017); ⁴nível de envenenamento, para ganso-do-canadá (*Branta canadensis*; Anatidae; HENDERSON; WINTERFIELD, 1975); ⁵nível de contaminação, para peixes e vida selvagem (EISLER, 1986); ⁶nível que afeta a reprodução, para aves (KITOWSKI et al., 2017; SHORE et al., 2011); ⁷nível que leva a toxicose (PUSCHNER; ST LEGER; GALEY, 1999).

Apesar de nenhum outro metal ter apresentado amostras acima dos níveis de alerta conhecidos, algumas se aproximaram consideravelmente. Os mesmos indivíduos citados anteriormente, que apresentaram as maiores concentrações de chumbo, das espécies *Coryphospingus pileatus* e *Picumnus cirratus*, também apresentaram as maiores concentrações de cobre, 47,9 e 44,5 mg*kg⁻¹ peso úmido, respectivamente. Esses valores se aproximaram do nível de alerta conhecido, correspondente ao nível de envenenamento determinado para ganso-do-canadá (*Branta canadensis*), 56 mg*kg⁻¹ peso úmido (HENDERSON; WINTERFIELD, 1975). A proximidade das concentrações medidas com o valor considerado de envenenamento pode indicar que essas já sejam suficientes para causar alguma contaminação subaguda.

Um indivíduo de *Geotrygon violacea* (Juriti-vermelha) coletado no módulo 08T, do BA1b, apresentou 0,54 mg*kg⁻¹ peso úmido de cádmio, próximo do nível indicativo de exposição ambiental aumentada, 0,75 mg*kg⁻¹ peso úmido (KITOWSKI et al., 2017; KOMOSA; KITOWSKI; KOMOSA, 2012). Um indivíduo do beija-flor *Phaethornis idaliae* (rabo-branco-mirim), coletado nesse mesmo local, apresentou 0,81 mg*kg⁻¹ peso úmido de cromo, próximo a 1 mg*kg⁻¹, que foi o nível de contaminação determinado para peixes e vida selvagem (EISLER, 1986). De modo geral, todos os metais amostrados apresentaram maiores níveis médios nos tecidos das aves no BA1b, exceto o manganês, mais alto no BA4 (**Gráfico 163 a Gráfico 170**).

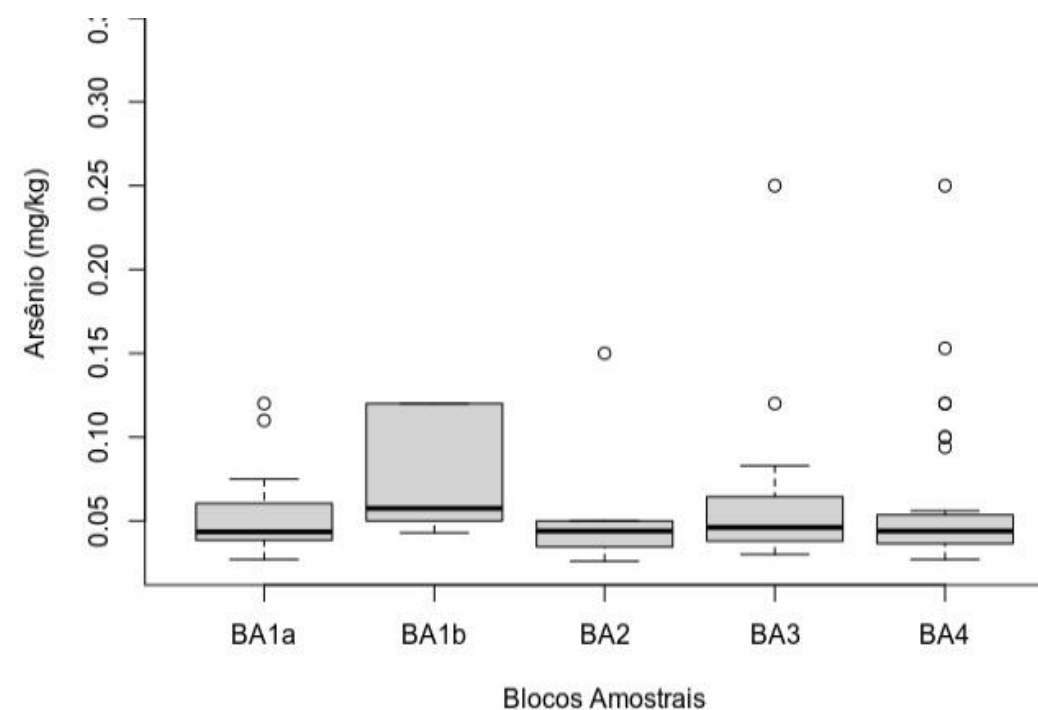


Gráfico 163. Diagrama *boxplot* com as concentrações de arsênio detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

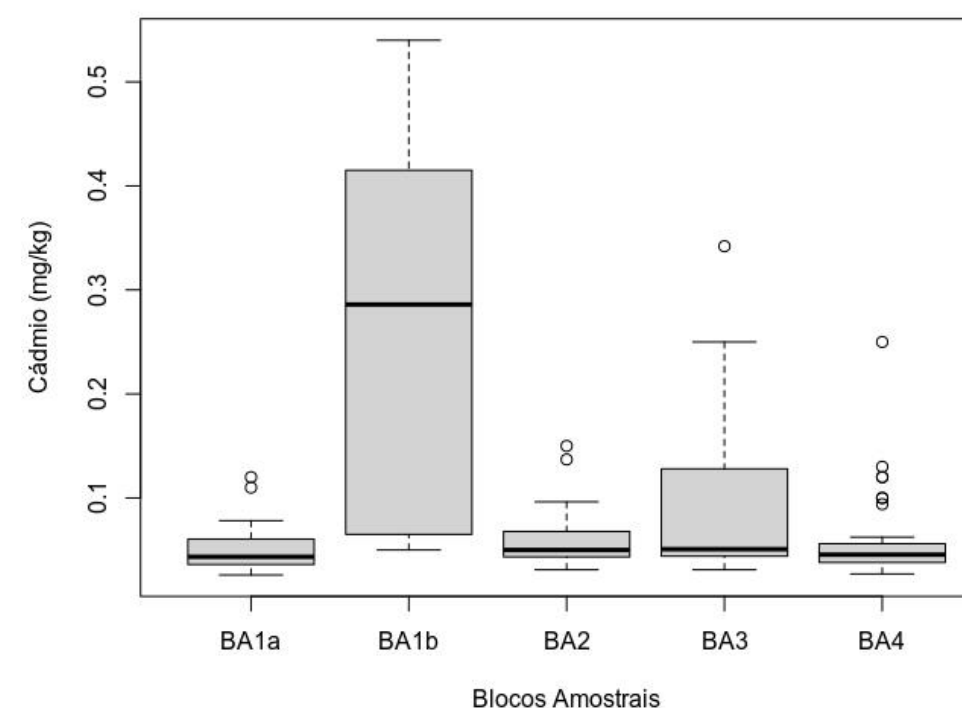


Gráfico 164. Diagrama *boxplot* com as concentrações de cádmio detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

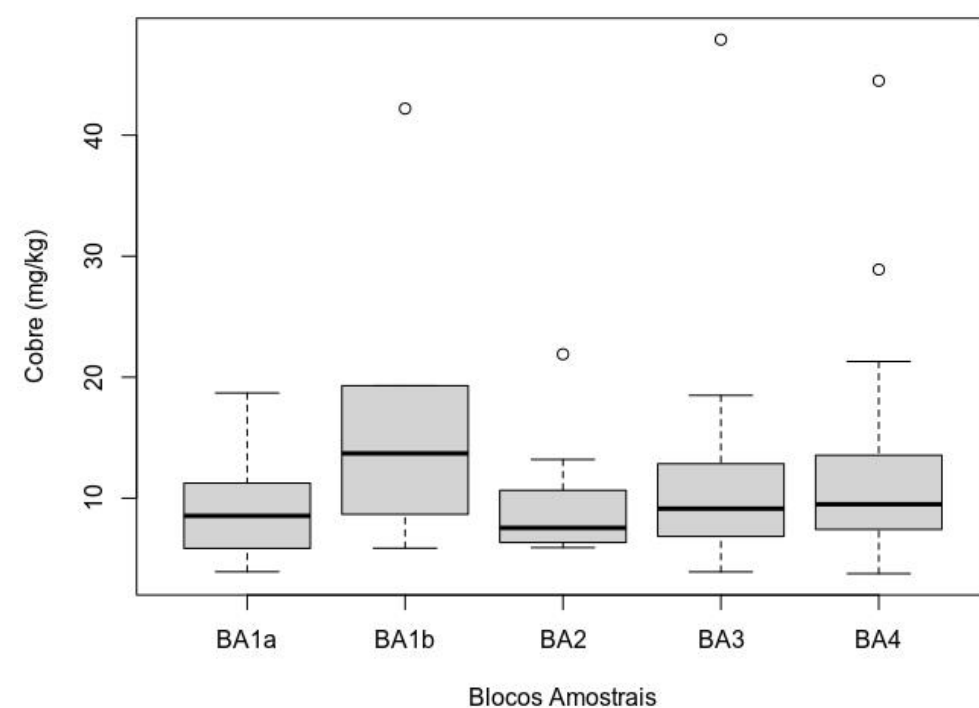


Gráfico 165. Diagrama *boxplot* com as concentrações de cobre detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

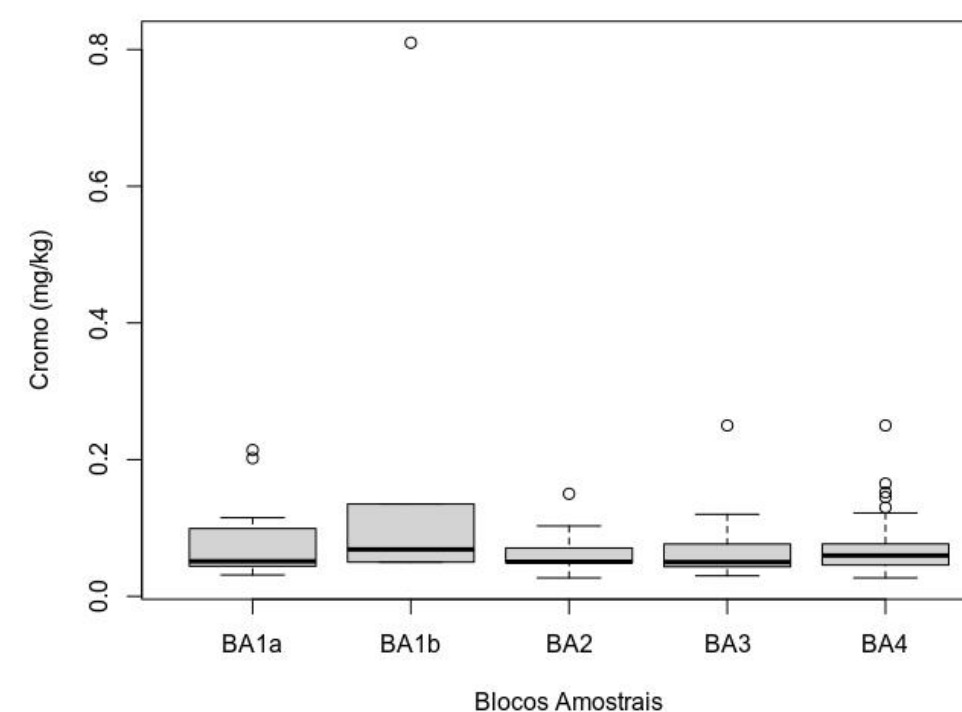


Gráfico 166. Diagrama *boxplot* com as concentrações de cromo detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

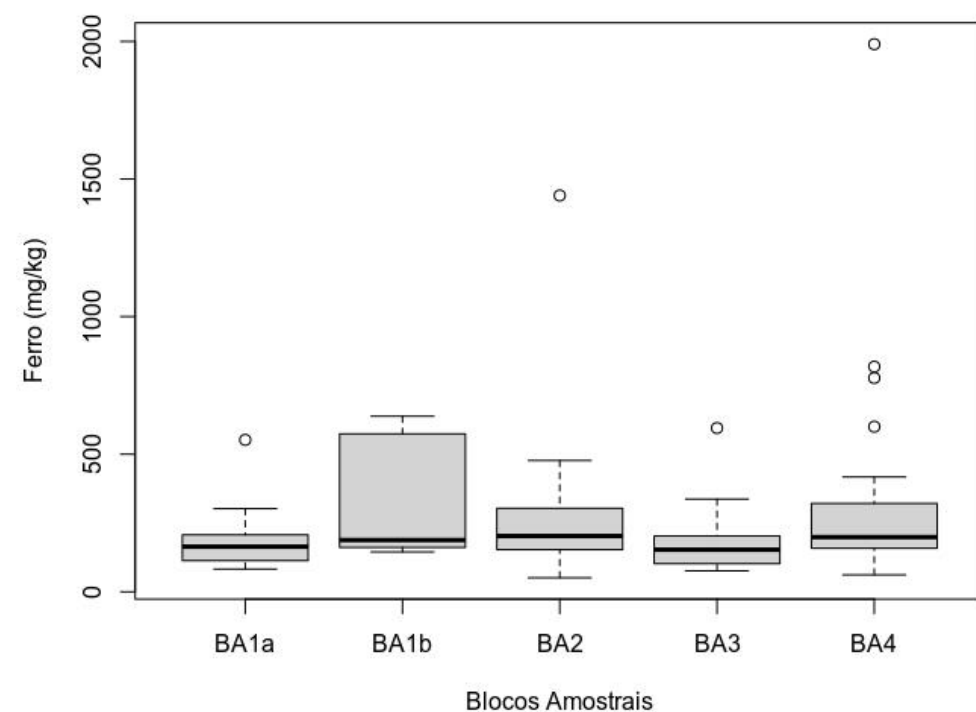


Gráfico 167. Diagrama *boxplot* com as concentrações de ferro detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

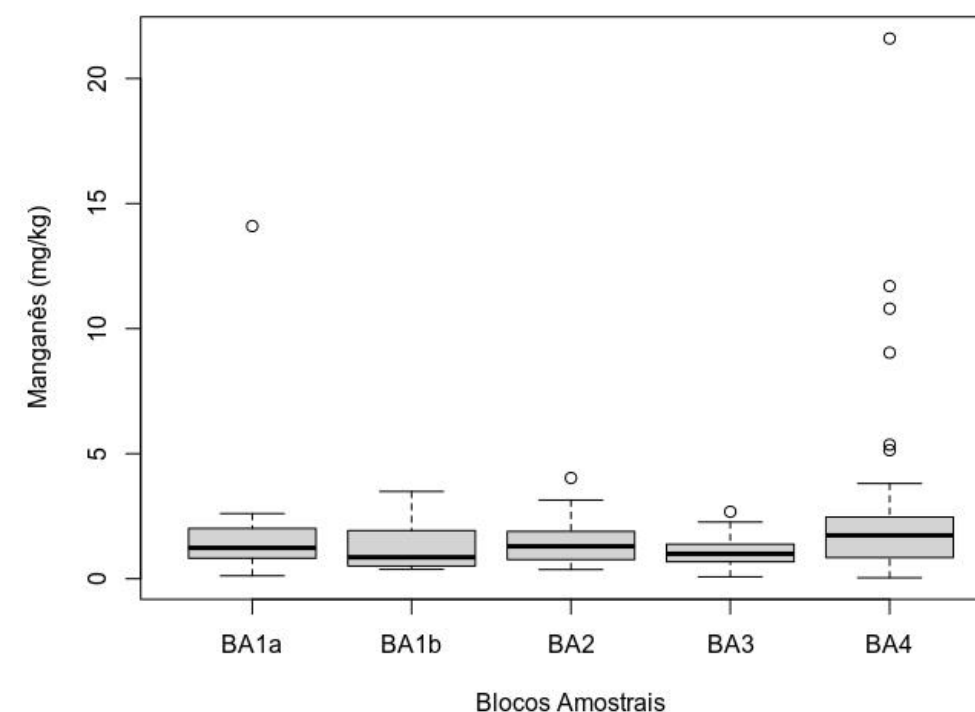


Gráfico 168. Diagrama *boxplot* com as concentrações de manganês detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

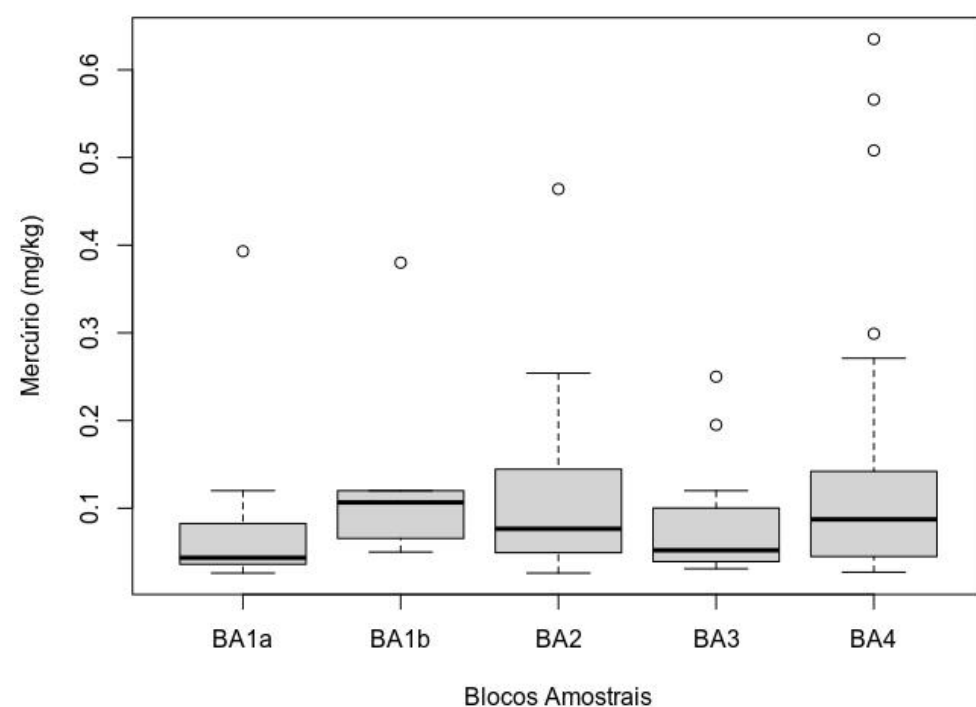


Gráfico 169. Diagrama *boxplot* com as concentrações de mercúrio detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

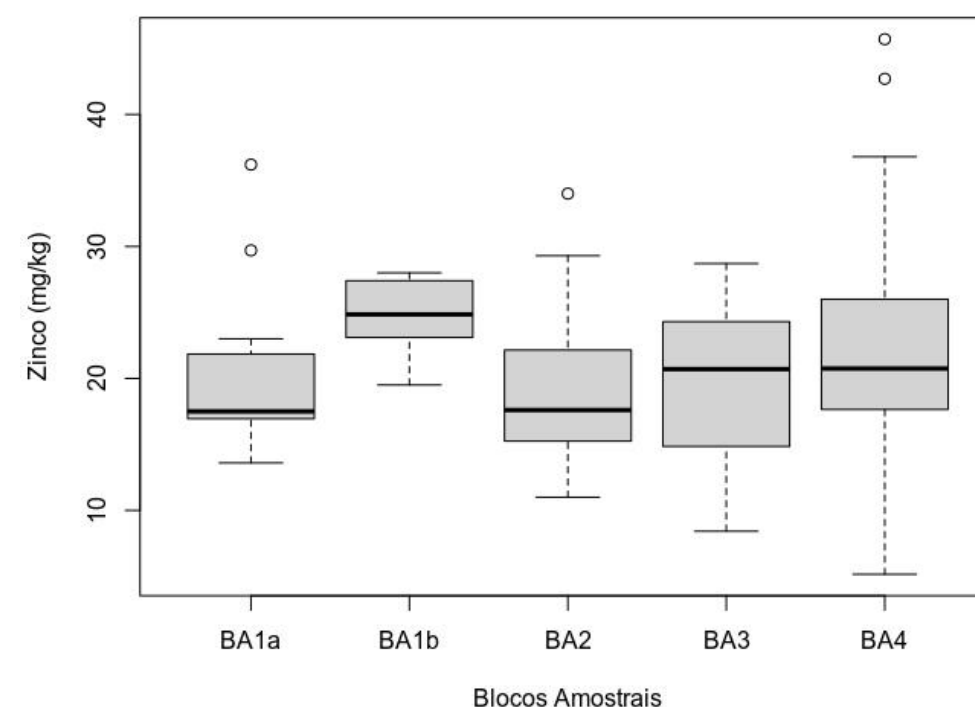


Gráfico 170. Diagrama *boxplot* com as concentrações de zinco detectadas nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Quadro 65. Concentrações de metais pesados por amostra e BA nos tecidos de aves, analisados por espectroscopia de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS), coletadas durante o estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES. Todas as concentrações em mg*kg⁻¹.

Código da Amostra	Bloco Amostral	Módulo	Espécie	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercúrio	Zinco
8025656	BA4	23T	<i>Formicivora serrana</i>	0,04	0,04	0,24	9,09	0,07	198,00	1,84	0,05	16,40
8025657	BA4	23T	<i>Coereba flaveola</i>	0,04	0,04	0,29	12,90	0,05	176,00	2,04	0,04	17,60
8025658	BA1a	02T	<i>Tangara sayaca</i>	0,03	0,03	0,06	4,81	0,03	275,00	2,03	0,03	18,90
8025659	BA1a	02T	<i>Formicivora grisea</i>	0,11	0,11	0,50	18,70	0,20	82,80	0,79	0,11	17,20
8025660	BA4	23T	<i>Hemitriccus margaritaceiventer</i>	0,09	0,09	0,80	28,90	0,10	340,00	2,10	0,13	19,10
8025661	BA4	22T	<i>Pyriglena leucoptera</i>	0,04	0,04	0,13	6,83	0,04	358,00	1,23	0,57	21,20
8025662	BA4	23T	<i>Pyriglena leucoptera</i>	0,03	0,03	0,14	6,61	0,03	184,00	0,47	0,51	20,70
8025663	BA1a	01IF	<i>Tangara sayaca</i>	0,04	0,04	0,18	8,26	0,04	217,00	0,95	0,04	18,80
8025664	BA3	09I	<i>Coryphospingus pileatus</i>	0,25	0,25	1,56	47,90	0,25	166,00	0,93	0,25	13,30
8025665	BA4	23T	<i>Myiozetetes similis</i>	0,05	0,05	0,38	14,30	0,09	1990,00	11,70	0,17	32,70
8025666	BA3	18TB	<i>Dendrocincla turdina</i>	0,04	0,34	0,23	10,10	0,07	337,00	1,42	0,20	26,40
8025667	BA3	20T	<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	0,04	0,04	0,26	13,90	0,05	208,00	1,35	0,12	28,70
8025668	BA4	22T	<i>Sittasomus griseicapillus</i>	0,05	0,05	0,26	13,90	0,08	338,00	1,92	0,08	32,80
8025669	BA1a	02T	<i>Thamnophilus ambiguus</i>	0,05	0,05	0,22	9,38	0,05	552,00	2,00	0,05	23,00
8025670	BA3	20T	<i>Glaucidium brasilianum</i>	0,05	0,05	0,18	8,58	0,05	109,00	2,25	0,05	21,80
8025671	BA2	15TB	<i>Taraba major</i>	0,05	0,05	0,16	6,89	0,05	301,00	1,34	0,24	18,70
8025672	BA3	18TB	<i>Celeus flavescens</i>	0,05	0,05	0,17	7,24	0,05	197,00	1,15	0,05	23,10
8025673	BA1b	08T	<i>Geotrygon violacea</i>	0,05	0,54	0,17	8,67	0,05	161,00	1,93	0,05	23,10
8025674	BA4	22T	<i>Drymophila ochropyga</i>	0,06	0,06	0,46	18,80	0,09	180,00	0,96	0,11	22,10
8025675	BA2	14T	<i>Camptostoma obsoletum</i>	0,04	0,04	0,36	13,20	0,08	51,00	0,51	0,04	11,00
8025676	BA4	22T	<i>Tachyphonus coronatus</i>	0,04	0,04	0,26	10,50	0,06	313,00	21,60	0,04	22,70
8025677	BA4	23T	<i>Hemitriccus diops</i>	0,04	0,04	0,26	11,20	0,08	73,20	2,40	0,04	45,70

Código da Amostra	Bloco Amostral	Módulo	Espécie	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercurio	Zinco
8025678	BA4	22T	<i>Dryophila ochropyga</i>	0,06	0,06	0,32	13,60	0,06	131,00	2,17	0,06	26,60
8025679	BA1a	02T	<i>Columbina talpacoti</i>	0,03	0,03	0,15	6,07	0,05	115,00	0,83	0,03	17,70
8025680	BA1a	02T	<i>Columbina talpacoti</i>	0,04	0,04	0,21	8,82	0,04	111,00	0,85	0,04	16,50
8025681	BA2	15TC	<i>Turdus leucomelas</i>	0,05	0,05	0,44	8,30	0,05	1440,00	3,15	0,05	29,30
8025682	BA4	23T	<i>Turdus albicollis</i>	0,05	0,05	0,15	9,49	0,05	777,00	3,52	0,05	22,20
8025683	BA4	22T	<i>Myiarchus ferox</i>	0,05	0,05	0,29	12,80	0,08	331,00	2,31	0,05	28,00
8025684	BA4	23T	<i>Zonotrichia capensis</i>	0,04	0,04	0,27	12,30	0,06	196,00	3,81	0,12	18,20
8025685	BA4	23T	<i>Saltator similis</i>	0,04	0,04	0,15	6,98	0,04	252,00	1,12	0,04	15,30
8025686	BA4	23T	<i>Sicalis flaveola</i>	0,06	0,06	0,30	10,90	0,07	233,00	5,36	0,06	18,30
8025687	BA4	23T	<i>Mackenziaena severa</i>	0,03	0,03	0,15	7,37	0,04	255,00	0,72	0,09	20,00
8025688	BA3	20T	<i>Dysithamnus plumbeus</i>	0,03	0,14	0,08	4,98	0,03	269,00	0,91	0,08	25,50
8025689	BA2	15TA	<i>Synallaxis frontalis</i>	0,05	0,05	0,29	12,70	0,08	151,00	1,41	0,25	17,60
8025690	BA2	14T	<i>Furnarius figulus</i>	0,03	0,03	0,16	7,44	0,05	176,00	4,03	0,46	14,90
8025691	BA3	09I	<i>Tangara cayana</i>	0,04	0,04	0,28	9,35	0,04	90,00	0,70	0,04	8,42
8025692	BA1a	02T	<i>Sporophila leucoptera</i>	0,06	0,06	0,24	10,10	0,12	168,00	2,32	0,06	17,10
8025693	BA1a	02T	<i>Sporophila angolensis</i>	0,07	0,07	0,31	12,40	0,08	163,00	0,93	0,07	17,20
8025694	BA3	PS	<i>Galbula ruficauda</i>	0,03	0,03	0,08	3,91	0,03	75,90	1,07	0,03	10,00
8025695	BA3	18TB	<i>Myrmotherula axillaris</i>	0,04	0,05	0,24	10,60	0,04	142,00	0,66	0,04	18,60
8025696	BA2	15TC	<i>Turdus leucomelas</i>	0,05	0,05	0,17	7,66	0,05	407,00	1,91	0,07	15,50
8025697	BA2	15TA	<i>Icterus jamacaii</i>	0,03	0,07	0,15	5,92	0,05	177,00	1,15	0,03	16,60
8025698	BA2	15TA	<i>Columbina talpacoti</i>	0,05	0,05	0,16	6,56	0,05	137,00	1,13	0,05	15,40
8025699	BA1a	02T	<i>Leptotila rufaxilla</i>	0,05	0,05	0,09	6,69	0,05	115,00	1,52	0,05	20,90
8025700	BA4	23T	<i>Aphantochroa cirrochloris</i>	0,10	0,10	0,72	21,30	0,17	261,00	5,14	0,10	14,00
8025701	BA4	23T	<i>Chiroxiphia caudata</i>	0,04	0,04	0,23	8,62	0,04	180,00	2,97	0,04	10,40
8025702	BA3	18TB	<i>Tiaris fuliginosus</i>	0,08	0,08	0,55	16,10	0,08	95,50	1,29	0,08	12,60
8025703	BA2	15TB	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	0,03	0,06	0,14	6,79	0,03	477,00	1,26	0,10	24,60

Código da Amostra	Bloco Amostral	Módulo	Espécie	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercurio	Zinco
8025704	BA4	22T	<i>Manacus manacus</i>	0,04	0,04	0,26	18,80	0,04	378,00	2,28	0,04	21,60
8025705	BA1b	05T	<i>Myrmotherula axillaris</i>	0,07	0,07	0,35	15,50	0,08	145,00	0,73	0,11	19,50
8025706	BA2	14T	<i>Phacellodomus rufifrons</i>	0,04	0,04	0,22	7,73	0,04	107,00	0,41	0,14	11,30
8025707	BA2	14T	<i>Columbina squammata</i>	0,05	0,05	0,19	5,96	0,06	306,00	1,72	0,05	15,10
8025708	BA1a	02T	<i>Columbina squammata</i>	0,04	0,04	0,10	7,40	0,05	172,00	2,61	0,04	17,30
8025709	BA4	23T	<i>Chiroxiphia caudata</i>	0,03	0,03	0,14	5,11	0,05	61,50	10,80	0,03	7,82
8025710	BA4	22T	<i>Corythopsis delalandi</i>	0,03	0,03	0,25	11,30	0,05	199,00	0,79	0,08	15,10
8025711	BA4	22T	<i>Myiothlypis flaveola</i>	0,05	0,05	0,18	8,32	0,05	107,00	0,54	0,16	15,80
8025712	BA4	23T	<i>Phaethornis pretrei</i>	0,04	0,04	0,24	8,49	0,05	113,00	0,40	0,04	6,72
8025713	BA1a	02T	<i>Columbina picui</i>	0,04	0,03	0,12	5,64	0,11	150,00	1,91	0,03	22,80
8025714	BA4	23T	<i>Myrmoderus loricatus</i>	0,03	0,03	0,22	8,88	0,06	197,00	1,38	0,15	19,70
8025715	BA2	15TB	<i>Tolmomyias flaviventris</i>	0,04	0,14	0,24	10,40	0,05	228,00	0,89	0,12	17,60
8025716	BA3	LJ	<i>Cacicus haemorrhous</i>	0,05	0,08	0,08	6,45	0,06	595,00	0,84	0,05	22,10
8025717	BA4	23T	<i>Zonotrichia capensis</i>	0,04	0,04	0,47	10,90	0,07	206,00	9,04	0,64	25,40
8025718	BA1a	02T	<i>Laterallus viridis</i>	0,05	0,05	0,05	9,82	0,05	197,00	1,83	0,10	29,70
8025719	BA2	14T	<i>Turdus amaurochalinus</i>	0,05	0,10	0,07	6,13	0,05	278,00	1,88	0,05	19,70
8025720	BA4	23T	<i>Knipolegus nigerrimus</i>	0,03	0,06	0,16	7,40	0,06	818,00	3,24	0,22	24,90
8025721	BA4	23T	<i>Thamnophilus ruficapillus</i>	0,03	0,03	0,14	8,04	0,05	283,00	2,54	0,05	29,80
8025722	BA4	22T	<i>Nyctidromus albicollis</i>	0,03	0,05	0,07	4,01	0,04	329,00	1,95	0,08	20,30
8025723	BA4	23T	<i>Myiophobus fasciatus</i>	0,05	0,05	0,12	7,62	0,07	245,00	1,75	0,12	22,40
8025724	BA4	23T	<i>Platyrinchus mystaceus</i>	0,12	0,12	0,26	13,50	0,15	183,00	0,44	0,12	29,00
8025725	BA4	22T	<i>Chiroxiphia caudata</i>	0,04	0,04	0,13	19,20	0,04	66,30	1,64	0,04	20,30
8025726	BA3	20T	<i>Schiffornis turdina</i>	0,03	0,03	0,12	7,39	0,05	162,00	0,54	0,03	19,60
8025727	BA2	14T	<i>Pheugopedius genibarbis</i>	0,04	0,04	0,28	10,90	0,10	164,00	0,64	0,08	28,60
8025728	BA1b	08T	<i>Dixiphia pipra</i>	0,12	0,32	0,56	19,30	0,14	574,00	0,51	0,12	24,00
8025730	BA4	23T	<i>Xiphorhynchus fuscus</i>	0,05	0,04	0,19	9,51	0,07	147,00	1,43	0,18	27,80

Código da Amostra	Bloco Amostral	Módulo	Espécie	Arsênio	Cádmio	Chumbo	Cobre	Cromo	Ferro	Manganês	Mercurio	Zinco
8025732	BA4	23T	<i>Sporophila nigricollis</i>	0,10	0,10	0,31	11,80	0,15	172,00	0,29	0,10	20,80
8025733	BA4	22T	<i>Elaenia flavogaster</i>	0,05	0,05	0,15	6,64	0,06	140,00	2,21	0,05	20,80
8025734	BA1a	02T	<i>Sporophila leucoptera</i>	0,12	0,12	0,40	18,70	0,21	87,60	0,12	0,12	13,60
8025735	BA1b	12T	<i>Turdus leucomelas</i>	0,05	0,05	0,05	5,87	0,05	638,00	0,99	0,07	25,70
8025736	BA4	22T	<i>Pyrglena leucoptera</i>	0,05	0,06	0,07	4,96	0,05	417,00	1,00	0,30	18,80
8025737	BA4	23T	<i>Formicivora serrana</i>	0,04	0,06	0,17	7,44	0,08	210,00	0,91	0,11	20,70
8025738	BA4	22T	<i>Zonotrichia capensis</i>	0,04	0,04	0,16	8,42	0,04	134,00	0,50	0,04	21,20
8025740	BA2	15TC	<i>Chiroxiphia caudata</i>	0,03	0,04	0,10	5,99	0,06	155,00	3,06	0,05	18,60
8025741	BA4	22T	<i>Manacus manacus</i>	0,12	0,12	0,49	16,30	0,12	600,00	1,72	0,12	36,80
8025742	BA3	17T	<i>Leptotila rufaxilla</i>	0,05	0,05	0,10	4,93	0,05	128,00	2,27	0,05	18,90
8025744	BA1b	08T	<i>Phaethornis idaliae</i>	0,38	0,42	0,97	42,20	0,81	163,00	0,38	0,38	28,00
8025745	BA3	18TB	<i>Phaethornis idaliae</i>	0,12	0,12	0,54	18,50	0,12	193,00	0,12	0,12	16,40
8025746	BA1b	08T	<i>Myrmotherula axillaris</i>	0,04	0,25	0,21	11,90	0,06	213,00	3,49	0,11	27,40
8025747	BA1a	02T	<i>Columbina talpacoti</i>	0,03	0,03	0,06	3,92	0,07	101,00	0,52	0,03	16,80
8025748	BA4	23T	<i>Camptostoma obsoletum</i>	0,15	0,13	0,48	20,70	0,13	169,00	1,56	0,13	31,60
8025749	BA3	PERD	<i>Myrmotherula axillaris</i>	0,08	0,14	0,23	11,80	0,08	144,00	0,08	0,08	22,80
8025751	BA1a	01T	<i>Ceratopipra rubrocapilla</i>	0,04	0,04	0,10	4,93	0,04	302,00	0,82	0,04	13,80
8026103	BA4	23T	<i>Picumnus cirratus</i>	0,25	0,25	1,24	44,50	0,25	179,00	0,25	0,25	42,70
8026110	BA4	23T	<i>Schiffornis virescens</i>	0,04	0,04	0,07	4,04	0,04	110,00	0,04	0,04	11,60
8026140	BA3	18TB	<i>Rhytipterna simplex</i>	0,04	0,05	0,21	8,92	0,04	90,90	2,68	0,04	25,60
8026141	BA1a	02T	<i>Formicivora grisea</i>	0,07	0,08	0,37	14,70	0,07	165,00	14,10	0,39	36,20
8026142	BA2	14T	<i>Troglodytes musculus</i>	0,15	0,15	0,46	21,90	0,15	268,00	0,37	0,15	34,00
8026143	BA4	23T	<i>Troglodytes musculus</i>	0,05	0,05	0,15	7,97	0,05	235,00	1,31	0,27	17,70

1.5.4.2. Táxons de interesse para a conservação

Durante o primeiro ano de monitoramento, registramos 66 espécies de conservacionista por estarem ameaçadas (61%), quase-ameaçadas e/ou deficiente em dados (37%), ou ainda regionalmente extinta (uma espécie; 2%), em algum nível (regional, nacional ou internacional; **APÊNDICE 48**). Vinte e oito espécies são consideradas ameaçadas pela IUCN, 14 espécies consideradas como quase-ameaçadas de extinção, 9 vulneráveis e 5 em perigo: *Aburria jacutinga*, *Crax blumenbachii*, *Amazona vinacea*, *Myrmoderus ruficauda* e *Scytalopus iraiensis* (IUCN, 2019a). Na lista do Brasil, 28 espécies estão ameaçadas, 7 quase-ameaçadas de extinção, 2 consideradas deficientes em dados, 9 como vulneráveis, 6 em perigo, e 2 táxons criticamente ameaçados de extinção: *Crax blumenbachii* e *Neomorphus geoffroyi dulcis* (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018d).

Regionalmente, no estado de Minas Gerais são 40 espécies registradas na **Área de Estudo** que têm importância conservacionista. Treze espécies foram consideradas deficientes em dados e duas como quase-ameaçadas (DRUMMOND et al., 2008). Como ameaçadas, são 8 na categoria vulnerável, 8 em perigo e 9 criticamente em perigo (COPAM, 2010): *Aburria jacutinga*, *Crax blumenbachii*, *Amadonastur lacernulatus*, *Neomorphus geoffroyi*, *Amazona farinosa*, *Pyrrhura cruentata*, *Pyrrhura leucotis*, *Myrmoderus ruficauda* e *Sporophila angolensis*.

No Espírito Santo registramos 43 espécies com importância conservacionistas (PASSAMANI; MENDES, 2007), 12 são consideradas como deficientes em dados, 11 como vulneráveis, 7 em perigo, 12 criticamente em perigo e 1 considerada regionalmente extinta. As espécies criticamente em perigo são: *Crypturellus noctivagus*, *Tinamus solitarius*, *Crax blumenbachii*, *Ciconia maguari*, *Spizaetus ornatus*, *Geotrygon violacea*, *Neomorphus geoffroyi*, *Amazona farinosa*, *Amazona rhodocorytha*, *Amazona vinacea*, *Xiphorhynchus guttatus* e *Sporophila angolensis*. A espécie que está regionalmente extinta no Espírito Santo é *Mesembrinibis cayennensis*, considerada comum e amplamente distribuída em outros estados brasileiros.

1.5.5. Conclusões e recomendações

Os resultados do primeiro ano do monitoramento da avifauna das áreas afetadas pelo rompimento da barragem de Fundão permitiram analisar e descrever preliminarmente a comunidade de aves em termos de riqueza, distribuição, estrutura, composição e

abundância. No entanto, dada a extensão da área geográfica deste estudo, as comunidades não foram amostradas suficientemente para se obter uma estimativa precisa de riqueza e, sobretudo, da abundância das espécies. Apesar de um número expressivo de espécies registradas no primeiro ano (ca. 58% da riqueza levantada em dados secundários), as curvas de acumulação de espécies mostram que ainda há uma parcela sensível das comunidades que não foi detectada.

Ao término do primeiro ano de monitoramento, os métodos empregados nos permitiram responder a algumas das perguntas elencadas como aquelas que os órgãos ambientais esperam responder ao longo do monitoramento, assim como atender a alguns dos objetivos ao final da avaliação proposta, conforme descritos no Parecer Técnico nº 1/2017 (IBAMA-COREC, 2017a). Outras perguntas não puderam ser respondidas e objetivos não puderam ser alcançados, seja pela inadequação do método ou pela limitação de tempo em que a amostragem foi realizada, uma vez que esperava-se atendê-los ao longo do monitoramento, inicialmente proposto para se prolongar por 10 anos. Ainda, alguns não se aplicam ao grupo das aves, como os objetivos: 3º – *“fazer uma avaliação ecológica rápida para avaliar a estrutura e a biomassa, composição e abundância de espécies da flora terrestre, bem como os solos associados”*, parte do 6º – *“mapear e caracterizar o uso e ocupação da terra, e a integridade ambiental das ilhas fluviais na calha do rio Doce visando, no futuro, subsidiar propostas de criação de UCs para as áreas mais relevantes”*, e 7º – *“aplicar métricas da ecologia da paisagem visando descrever o nível de conectividade e fragmentação dos habitats florestais na bacia do rio Doce”*. Os demais objetivos e perguntas são mencionados a seguir.

A 1ª pergunta – *“qual o impacto do evento sobre as espécies da fauna terrestre e aquática?”* – está diretamente relacionada ao 1º objetivo – *“avaliar e descrever os impactos do desastre sobre a fauna terrestre e aquática”* – e também ao 5º objetivo – *“definir quais e como os impactos afetam os táxons monitorados”* – do Parecer Técnico. As condições em que o presente estudo foi realizado, com um lapso de tempo considerável decorrido do rompimento da barragem Fundão e também durante um espaço curto de tempo de execução, não permitem ainda responder a essa pergunta precisamente para o grupo aves. A ausência de dados consistentes sobre as comunidades de aves das áreas afetadas previamente ao rompimento da barragem impede realizar uma comparação com a comunidade atual de aves. No entanto, em estudo prévio (GOLDER ASSOCIATES, 2016), foram elencados nove possíveis vetores de impactos que descrevem maneiras pelas quais o rompimento da barragem Fundão poderia resultar em efeitos adversos às espécies terrestres. A maioria desses tem

potencial de afetar a avifauna. Alguns deles apenas poderiam ser detectados em até pouco tempo após o desastre (e.g., mortalidade pela ação física da água, rejeitos e detritos – vetor 4), enquanto outros carecem de estudos específicos ou amostragens a longo prazo para serem avaliados (e.g., sobrevivência ou sucesso reprodutivo reduzidos devido a alterações nas cadeias alimentares a partir dos ambientes aquáticos – vetor 7). Porém, é fato que as áreas de florestas estacionais semidecíduas do BA4 suprimidas pela ação da onda de água e rejeitos que ocorreu sequencialmente ao rompimento da barragem afetou diretamente uma comunidade de aves ao menos pela perda de habitats (perda de ecossistemas resultante da erosão e deposição de rejeitos – vetor 1); e essa comunidade provavelmente é similar a descrita aqui para o BA4.

Em relação à 2ª pergunta, “houve acumulação de metais nas diferentes espécies e no solo?”, à 3ª pergunta, “até qual distância do rio Doce a acumulação de metais foi observada?”, à 4ª pergunta, “como os metais estão circulando nas cadeias?”, e ao 6º objetivo, “detectar os níveis de metais residuais em vertebrados, invertebrados, na flora terrestre nativa nas ilhas fluviais e fragmentos florestais e no solo ao longo do rio Doce”, sobre o grupo aves foi apresentado neste relatório as concentrações de metais medidas em 98 indivíduos de 71 espécies coletadas ao longo do estudo nos diferentes blocos amostrais. Ressalta-se que as análises dos níveis de metais pesados em aves são dificultadas pela ausência de referências que indiquem limites de concentrações de tais metais que podem ser considerados indicativos de exposição a um poluente, ou um nível de toxicidade agudo ou crônico. Essas concentrações variam muito de acordo com o ambiente, guilda alimentar, fisiologia e filogenia. Ainda há pouca informação sobre acumulações de metais pesados em aves Neotropicais (SÁNCHEZ-VIROSTA et al., 2015).

Idealmente, seria necessário conhecer como eram as concentrações dos metais nas diferentes espécies antes do rompimento, para então avaliar se essas concentrações se alteraram. Na ausência desse conhecimento prévio, as análises realizadas basearam-se na comparação das concentrações atuais, medidas nas aves coletadas ao longo do estudo, com valores encontrados na literatura que possam servir de referência de que sejam potencialmente causadoras de efeitos danosos em aves. No entanto, existem poucos estudos de tal tipo, e um valor de referência não pôde ser encontrado para manganês e ferro, em aves. Apenas um indivíduo, da espécie *Coryphospingus pileatus* (tico-tico-rei-cinza), apresentou concentrações de um metal, chumbo, acima do nível de alerta, baseando-se nas informações disponíveis na

literatura. Esse indivíduo foi coletado em uma parcela em ilha; portanto, dados disponíveis para o grupo aves não permitem responder à terceira pergunta.

A análise das concentrações de metais aqui apresentada é uma caracterização pioneira dentro dos estudos sobre exposições à metais pesados na Mata Atlântica e que, certamente, será útil para futuros estudos sobre o tema na região Neotropical. Enfatizamos a importância desses dados serem publicados e divulgados para a comunidade científica, assim como os outros resultados deste estudo. Apesar da relevância dos resultados já obtidos, recomenda-se que estudos futuros sejam conduzidos focando-se as análises em um número mais restrito de espécies com mais representatividade de indivíduos por espécie, uma vez que a variação interespecífica pode dificultar a análise de padrões relacionados a outras variáveis, como a distância dos rios atingidos pelo rompimento ou da barragem de Fundão, ou o monitoramento ao longo do tempo, como sugerido pelo Parecer Técnico.

Para selecionar aves bioindicadoras de poluição por metais pesados, recomendamos o uso de espécies com ampla distribuição, que tenham território definido, ocorrência comum, fácil captura, biologia conhecida, possibilidade de se reproduzir em cativeiro, e ter tendência a bioacumular xenobióticos. Também é importante incluir análises de penas além das análises de tecidos (ABDULLAH et al., 2015; DMOWSKI, 1999). Dentro desse contexto, a espécie que encontramos níveis mais preocupantes de acúmulo de metais pesados segundo dados disponíveis, *Coryphospingus pileatus*, pode ser selecionada como um potencial ponto de partida para um bioindicador. Outras guildas podem também ser selecionadas por serem mais expostas à poluição por metais pesados. Como as contaminações por metais pesados acabam afetando mais as áreas alagadas, recomenda-se realizar um monitoramento também direcionado a espécies aquáticas (PLESSL et al., 2017). E, como os níveis tróficos mais superiores da cadeia alimentar tendem a bioacumular contaminantes, estudos com aves de rapina também podem fornecer respostas nesse sentido (ORTIZ-SANTALIESTRA et al., 2015).

A interferência de fatores nas comunidades de aves, tratada pela 5ª pergunta, “*como as taxas de ocupação das diferentes espécies são afetadas pelas distâncias de rios, bordas, estradas ou ferrovias, e aspectos físicos e químicos?*”, foram abordadas neste estudo através de análises de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS), que relacionaram a organização da composição e abundância das comunidades de aves com a variação de alguns atributos ambientais, dentre eles, a distância do rio Doce e de centros urbanos e tipos de uso do solo (que têm relação com as variáveis da

pergunta). Os resultados dessa análise apontam que diversas dessas variáveis influenciaram na composição e abundância das comunidades, sobretudo nos blocos BA1 e BA3, mas não nos blocos BA2 e BA4. No entanto, como tais variáveis afetam as taxas de ocupação das diferentes espécies não foi avaliado e nem poderia ser, dada natureza dos dados gerados pelos métodos exigidos.

Na maioria dos casos, a relação entre a riqueza de espécies e a distância do rio Doce foi negativa, ou seja, a riqueza de espécies tende a ser maior quanto menor for a distância do rio. Isso não significa necessariamente ausência de impacto ou presença de melhor qualidade ambiental próximo ao rio, porque outros fatores independentes do distúrbio podem estar influenciando nesse padrão, além do fato de que uma maior riqueza não é um indicativo de melhor qualidade. Ambientes com certo grau de perturbação podem ter riqueza ainda maior do que ambientes não perturbados, pois podem abrigar espécies de diversos tipos de habitats e hábitos, até um certo limite (*Hipótese do Distúrbio Intermediário*; CONNELL, 1978). Essa relação estatisticamente significativa e negativa entre riqueza e distância do rio ocorreu nas *Parcelas Terrestres* do BA1a, BA1b e BA3, e em *Parcelas Ripárias* do BA3, enquanto para o BA2 nenhum dos modelos foram estatisticamente significativos. Em contraste, no BA4 houve modelos estatisticamente significativos em *Parcelas Terrestres* e *Parcelas Ripárias*, mas a relação foi positiva, ou seja, indicando a tendência de menor riqueza em menores distâncias do rio. Esse padrão corrobora com a hipótese de que houve maior impacto nas comunidades bióticas nas regiões mais próximas da origem do distúrbio (local de rompimento da barragem), no BA4.

A mesma análise de NMDS abordou a 6ª pergunta – “*áreas protegidas por Unidades de Conservação (UC) e aquelas fora de UC são semelhantes em termos das estruturas de comunidades ou são complementares?*” –, através da inclusão da variável distância de Unidades de Conservação. Os resultados dessa análise apontaram que essa variável influenciou na composição e abundância das comunidades no BA1 e BA3, mas não no BA2 e BA4. O BA3 foi o que apresentou a maior riqueza de aves, o que provavelmente deve-se à presença do Parque Estadual do Rio Doce, maior UC da região. Além de abrigar um importante fragmento florestal, essa UC protege lagoas, nas quais foram registradas espécies de aves exclusivas desses ambientes. Assim, pode-se inferir que as comunidades de aves não são semelhantes dentro e fora de UCs.

Em relação a 7ª pergunta – “*como se dará a recolonização das áreas que foram restauradas?*” –, com as áreas de estudo e métodos exigidos para este estudo não é

possível respondê-la. Outros estudos de monitoramento da avifauna devem ser conduzidos nas áreas que estão sendo restauradas pela RENOVA. Como as parcelas desse monitoramento foram instaladas nos fragmentos florestais remanescentes ao longo do rio Doce, as áreas em restauração provavelmente receberão novos recrutas de espécies florestais oriundas dos fragmentos florestais próximos que servirão como fonte no processo de recolonização. As comunidades de aves caracterizadas pelo presente estudo ao longo desses fragmentos florestais podem ser utilizadas como referência de expectativa em etapas sucessionais subsequentes.

Sobre a 8ª pergunta – *“é possível detectar mudanças na composição das espécies de fauna terrestre afetadas pelo desastre?”* – a ausência de dados consistentes sobre as comunidades de aves das áreas afetadas previamente ao rompimento da barragem impede que haja uma avaliação das mudanças na composição das espécies entre o momento do rompimento e o momento atual. Os dados coletados no primeiro ano de estudo podem servir de base para detectar mudanças futuras, com a continuidade de um monitoramento a longo prazo das comunidades de aves.

Sobre o 2º objetivo – *“fazer uma avaliação ecológica rápida para avaliar a estrutura e a biomassa, composição e abundância de espécies da fauna terrestre e aquática”* –, ele foi atingido para o grupo Aves, pois foi possível amostrar a comunidade de aves, incluindo sua composição e estimadores indicativos de abundância relativa das espécies na comunidade (como índice pontual de abundância e índice de frequência em listas de Mackinnon). Foi possível caracterizar diferentes comunidades de aves em cada um dos BA, sendo identificadas espécies exclusivas, de alta sensibilidade à distúrbios antrópicos e ameaçadas de extinção em cada um dos BA. Isso indica que, ao longo de todo o rio Doce há comunidades de aves com espécies representativas no contexto regional, e ainda há espécies sensíveis mesmo 3-4 anos após o rompimento da barragem de Fundão, e também após décadas de degradação ambiental na região.

Em relação ao 4º objetivo – *“definir espécies indicadoras da fauna (vertebrados e invertebrados) e flora, áreas prioritárias e processos ecológicos que serão objeto de monitoramento de longo prazo em programas específicos (após o primeiro ano de avaliação)”* –, indicamos que sejam selecionadas espécies mais sensíveis, raras, ameaçadas e/ou de certos hábitos (e.g., aquáticas, como *Platalea ajaja*; piscívoras, como martins-pescadores; insetívoros florestais, como *Xiphorhynchus* spp.; grandes frugívoros de solo, tais como *Crypturellus noctivagus*, *C. variegatus* e *Tinamus solitarius*), que têm potencial de terem sido mais impactadas pelo rompimento da

barragem de Fundão. As espécies mais relacionadas ao hábitat aquático podem ser utilizadas como indicadoras mais diretas desse tipo de ambiente, que foi um dos principais vetores do impacto do rompimento da barragem. Embora espécies comuns e mais abundantes tenham vantagens para serem utilizadas como bioindicadoras (e.g., por permitirem maior volume de dados), a presença de espécies raras, ameaçadas e especialistas de habitats florestais bem conservados pode ser indicador de boa qualidade de hábitat e áreas prioritárias para conservação, enquanto suas ausências em habitats de estrutura vegetal aparentemente propícia podem indicar o contrário, e áreas que podem ser alvo de manejo para recuperação. Para espécies indicadoras de poluição por metais pesados, vide discussão anterior específica sobre o tema.

Por fim, sobre o 8º objetivo – *“identificar as espécies-alvo para monitorar (após o primeiro ano de avaliação) a diversidade genética, estrutura genética populacional, fluxo gênico e história demográfica das populações das espécies da fauna (vertebrados e invertebrados) e flora, sendo no mínimo: [...] três espécies de aves (sendo uma de chão de floresta, uma de sub-bosque de floresta e uma ave aquática)”* –, optou-se por reforçar grupos-alvo para monitoramentos futuros, e não definir espécies-alvo, para que essa definição possa levar em consideração outros aspectos práticos no momento da implantação do projeto (e.g., método e sucesso de captura). Os grupos previamente sugeridos no Parecer Técnico são adequados para esse tipo de monitoramento. Além das aquáticas no sentido restrito (e.g., anatídeos), deve-se também considerar aquelas mais proximamente relacionadas à água, como outros piscívoros (e.g., martins-pescadores) e insetívoros de borda de rios (e.g., galbulídeos, tiranídeos de mata ciliar). Outros exemplos de possibilidades são os insetívoros florestais, como *Xiphorhynchus* spp. e grandes frugívoros de solo, como *Crypturellus* spp. e *Tinamus* sp.

Recomenda-se que monitoramentos específicos futuros, bem como algumas análises aqui realizadas com toda a comunidade amostrada, sejam conduzidos especificamente com essas espécies e/ou guildas citadas anteriormente, que podem elucidar melhor sobre as perguntas levantadas frente ao rompimento da barragem de Fundão. Similarmente, devido à proximidade com o local de origem do distúrbio e ao maior impacto sofrido, as áreas contempladas pelo BA4 devem ser priorizadas para estudos futuros, para o monitoramento dos impactos e dos processos ecológicos da recuperação da comunidade biótica nas regiões em que houve supressão vegetal pela onda de rejeito. Recomenda-se que parcelas sejam alocadas nessas áreas para melhor atender aos objetivos do estudo.

2. CONCLUSÕES GERAIS

Após as duas primeiras campanhas do estudo de Avaliação de Impactos Ambientais e Monitoramento da Fauna e Flora Terrestre nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, emprego do esforço de campo de coleta de organismos de 15 grupos taxonômicos da fauna terrestre, e mais a flora, registramos ca. 102.127 organismos em 150 dias de trabalho de campo. A equipe multidisciplinar montada pela **Bicho do Mato Meio Ambiente Ltda.** aplicou o protocolo RAPELD em 19 módulos e 108 parcelas de amostragem padronizada ao longo do rio Doce, desde Mariana, MG, até Linhares, ES, analisou as medidas de concentrações de metais pesados no solo das áreas estudadas e o estudo da paisagem em toda a **Área de Estudo** com perspectiva histórica, com dados de 1985 até 2017. Além disso, ainda foram coletadas 576 amostras de organismos de 11 grupos taxonômicos para a avaliação de possível contaminação por metais pesados.

Com pequenas ressalvas e problemas pontuais em campo, pudemos amostrar todas as áreas estabelecidas e, com isso, obter dados das áreas para todos os BA, em áreas que estão localizadas dentro e fora das Unidades de Conservação dentro da Bacia do rio Doce. Em geral, entre os tratamentos dentro e fora de unidades de conservação, é possível notar que essas áreas protegidas foram as mais ricas e de maior abundância de espécies. Registramos 40 das 130 espécies ameaçadas de extinção (**Quadro 66**) listadas pelo estudo de Avaliação de Impacto Sobre as Espécies Terrestres Ameaçadas de Extinção (GOLDER ASSOCIATES, 2016). Como a maior parte das espécies ameaçadas é de baixa abundância e como a maioria das curvas de acumulação de espécies de nosso estudo mostram tendências acentuadamente crescentes, é provável que outras sejam registradas com o emprego de maior esforço, mas não é plausível supor que este programa de estudo da biodiversidade conseguirá avaliar o *status* de conservação para todas as espécies ameaçadas que potencialmente podem ocorrer na **BHrD**.

Quadro 66. Espécies da Fauna ameaçada de extinção identificadas pelo estudo de Avaliação de Impacto Sobre as Espécies Terrestres Ameaçadas de Extinção (GOLDER ASSOCIATES, 2016) que foram registradas durante as duas campanhas do estudo de Avaliação Ecológica Rápida da Fauna e Flora Terrestre na Bacia do Rio Doce, MG/ES.

Grupo	Ordem	Família	Espécie	BR	MG	ES	IUCN	CITES
ANF	Anura	Microhylidae	<i>Dasypops schirchi</i>	-	-	-	VU	-
AVES	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Amadonastur lacernulatus</i>	VU	CR	-	VU	-
AVES	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Spizaetus melanoleucus</i>	-	EN	VU	NT	-
AVES	Cathartiformes	Cathartidae	<i>Sarcoramphus papa</i>	-	-	VU	LC	-
AVES	Ciconiiformes	Ciconiidae	<i>Ciconia maguari</i>	-	-	CR	LC	-
AVES	Galliformes	Cracidae	<i>Aburria jacutinga</i>	EN	CR	-	EN	X
AVES	Galliformes	Cracidae	<i>Crax blumenbachii</i>	CR	CR	CR	EN	X
AVES	Passeriformes	Pipridae	<i>Neopelma aurifrons</i>	EN	-	VU	VU	-
AVES	Passeriformes	Rhynchocyclidae	<i>Corythopsis delalandi</i>	-	-	EN	LC	-
AVES	Passeriformes	Thamnophilidae	<i>Dysithamnus plumbeus</i>	EN	VU	-	VU	-
AVES	Pelecaniformes	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	-	VU	-	LC	-
AVES	Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes flavifrons</i>	-	VU	VU	LC	-
AVES	Piciformes	Picidae	<i>Piculus polyzonus</i>	EN	-	-	-	-
AVES	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona farinosa</i>	-	CR	-	NT	X
AVES	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona rhodocorytha</i>	VU	EN	CR	EN	X
AVES	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Amazona vinacea</i>	VU	VU	CR	EN	X
AVES	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pionus reichenowi</i>	VU	-	VU	LC	X
AVES	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pyrrhura cruentata</i>	VU	CR	EN	VU	X
AVES	Psittaciformes	Psittacidae	<i>Pyrrhura leucotis</i>	VU	CR	EN	NT	X
AVES	Strigiformes	Strigidae	<i>Glaucidium minutissimum</i>	-	VU	EN	LC	X
AVES	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Crypturellus variegatus</i>	-	EN	EN	LC	-
AVES	Tinamiformes	Tinamidae	<i>Tinamus solitarius</i>	-	EN	CR	NT	X
FOR	Hymenoptera	Formicidae	<i>Dinoponera lucida</i>	EN	-	-	-	-

Grupo	Ordem	Família	Espécie	BR	MG	ES	IUCN	CITES
MAM	Artiodactyla	Tayassuidae	<i>Pecari tajacu</i>	-	VU	VU	LC	X
MAM	Carnivora	Canidae	<i>Chrysocyon brachyurus</i>	VU	VU	-	NT	X
MAM	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus guttulus</i>	VU	-	-	VU	X
MAM	Carnivora	Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	-	VU	VU	LC	X
MAM	Carnivora	Felidae	<i>Panthera onca</i>	VU	CR	CR	NT	X
MAM	Carnivora	Felidae	<i>Puma concolor</i>	VU	VU	EN	LC	X
MAM	Carnivora	Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	-	VU	-	NT	X
MAM	Chiroptera	Phyllostomidae	<i>Carollia brevicauda</i>	-	-	VU	LC	-
MAM	Cingulata	Dasypodidae	<i>Priodontes maximus</i>	VU	EN	CR	VU	X
MAM	Perissodactyla	Tapiridae	<i>Tapirus terrestris</i>	VU	EN	EN	VU	X
MAM	Primates	Atelidae	<i>Alouatta guariba clamitans</i>	VU	VU	-	LC	-
MAM	Primates	Cebidae	<i>Sapajus robustus</i>	EN	EN	VU	EN	-
MAM	Primates	Pitheciidae	<i>Callicebus personatus</i>	VU	EN	VU	VU	-
MAM	Rodentia	Erethizontidae	<i>Chaetomys subspinosus</i>	VU	-	VU	VU	-
REP	Crocodylia	Alligatoridae	<i>Caiman latirostris</i>	-	-	-	-	X
REP	Squamata	Boidae	<i>Epicrates cenchria</i>	-	-	-	-	X
REP	Squamata	Teiidae	<i>Salvator merianae</i>	-	-	-	-	X

Os indicativos apareceram, em geral, nos BA3 e BA4, para diversos grupos da fauna: para minhocas a riqueza de espécies esteve negativamente relacionada a distância do rio Doce nesses dois BA, essencialmente nas *Parcelas Ripárias*; para borboletas a associação foi positiva, e majoritariamente para as *Parcelas Terrestres*, como para abelhas, besouros, formigas. Nos grupos de vertebrados, normalmente o número de amostras obtidas é bastante inferior ao grupo dos invertebrados, salvo no caso das aves. Não somente o número de observações, mas também a escala e biologia dos organismos dificultam avaliações rápidas. Mesmo assim, os dados obtidos também mostram razoável associação de morcegos, aves e mamíferos de médio e grande porte nos mesmos BA3 e BA4, com predomínio do BA3. Em geral, para esses grupos o distanciamento do rio levou ao registro de maior riqueza de espécies, à exceção dos morcegos no BA3 e aves no BA4 que tiveram suas riquezas aumentadas com a proximidade do rio Doce. Não foram detectados padrões de variação da riqueza para os pequenos mamíferos não voadores.

Em relação aos organismos semiaquáticos estudados, quelônios e jacarés, para o primeiro grupo o número de observações foi suficiente para testar também a hipótese da influência da distância não sobre a riqueza, mas sobre a abundância de espécimes. Os resultados mostraram associação positiva entre o número de registros e a distância do rio Doce, também associado aos territórios hidrográficos menos elevados da Bacia. Os jacarés contaram com menos observações e praticamente todas feitas em uma única localidade. Isto impossibilitou testes específicos, mas foi congruente a análise de quelônios que mostrou que podemos registrar bastante desses organismos onde eles vivem e não em áreas que não representam habitat. Neste caso também, o delineamento dos métodos definidos pelos Pareceres Técnicos permitiu que fosse apenas avaliado se essas espécies estão vivendo próximo da calha do rio Doce. No entanto, sem um delineamento específico de avaliação não há como definir se os animais não estão lá porque não é habitat adequado ou se os que lá residiam foram afetados negativamente pelos impactos do rompimento da barragem.

Em geral, a análise de NMDS mostrou que a maior parte dos organismos estudados mostrou associação às áreas naturais e contrário a áreas de extenso uso humano. É algo esperado e também induzido pelo posicionamento das áreas determinado pelos Pareceres Técnicos. A quase totalidade das áreas amostradas estão dentro de UCs ou em remanescentes florestais. Como todas as áreas estão dentro do domínio morfoclimático da Mata Atlântica, a maior parte das espécies possuem forte associação aos habitats florestais. Se só realizamos amostragem em ambiente florestal, ao testar

os dados e tentar predizê-los a partir de índices de uso e ocupação do solo que distinguem áreas naturais e áreas de uso antrópico, é natural que as análises mostrem que os animais só foram registrados nas áreas florestais. Isto, porém, não tem significado biológico e não aumenta nossa capacidade de aprendizado sobre o sistema biológico em questão. Ainda, a resolução espacial das UA e a desigualdade de unidades *Terrestres* e *Ripárias* provavelmente levou a uma visível maior capacidade de detecção de padrões pelos dados coletados nas primeiras.

Esse problema conceitual de delineamento na escolha das áreas de amostragem em reservas naturais e remanescentes florestais é cientificamente muito interessante e louvável, mas não conversa com os objetivos de mitigação de um desastre ambiental do porte que avaliamos aqui. O foco do estudo devem ser as áreas que possuem alguma chance de nos informar sobre o impacto através de indicadores indiretos. É necessário ter em mente que todas as medidas são feitas com o uso de indicadores indiretos, que já se passaram 4 anos desde o rompimento da barragem. Portanto, todo o esforço de campo e intelectual deve ser empregado em experimentos objetivos, curtos, locais e com inúmeras réplicas amostrais para que tenhamos a chance de respostas objetivas. Como candidatas naturais a unidades amostrais capazes de abordar objetivamente através desses experimentos, as *Parcelas Ripárias* representam as áreas mais importantes a serem avaliadas. A maior parte dos resultados atuais também apontam para íntimas relações entre essas UA e os organismos, mesmo em número amplamente desigual quando comparadas as *Parcelas Terrestres*.

Salvo em alguns grupos taxonômicos, destacados em cada capítulo específico, é recomendável que as variáveis já identificadas como importantes para a estruturação das comunidades sejam individualizadas do segundo ano de estudo em diante para que sejam delineados experimentos de campo ou análise de dados específicas para atacar as perguntas relacionadas aos objetivos gerais do estudo que essas variáveis podem responder.

Sobre os métodos, a maior parte dos grupos possuem comentários específicos sobre adaptações e melhores formas de empregar tempo, equipe e recursos financeiros. Mesmo assim o volume de informação gerada em apenas um ano de estudo é colossal e sem dúvida poderá ser usada satisfatoriamente nas UCs da **BHrD**, a maioria das quais não possui Planos de Manejo, ou das que possuem, são incompletos nas informações sobre a biodiversidade da região que protegem.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. Do Código Florestal para o Código da Biodiversidade. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 331–335, 2010.

ABDULLAH, M. et al. Avian feathers as a non-destructive bio-monitoring tool of trace metals signatures: A case study from severely contaminated areas. **Chemosphere**, v. 119, p. 553–561, jan. 2015.

ACHAVAL, F.; OLMOS, A. **Anfibios y reptiles del Uruguay**. 2a. ed. Montevideo, Uruguay: Graphis, Impresora, 2003.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano Integrado de recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Doce**. Brasília, DF: [s.n.]. Disponível em: <www.ana.gov.br>. Acesso em: 21 fev. 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Encarte Especial sobre a Bacia do Rio Doce Rompimento da Barragem em Mariana/MG**. Brasília - DF: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2016.

AGUIAR, L. M. DE S.; MARINHO-FILHO, J. S. Activity patterns of nine phyllostomid bat species in a fragment of the Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 2, p. 385–390, jun. 2004.

AGUIRRE, L. F. et al. Consistency and variation in the bat assemblages inhabiting two forest islands within a neotropical savanna in Bolivia. **Journal of Tropical Ecology**, v. 19, n. 4, p. 367–374, 4 jul. 2003.

AHUMADA, J. A. et al. Community structure and diversity of tropical forest mammals: Data from a global camera trap network. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 366, n. 1578, p. 2703–2711, 2011.

AL SAYEGH PETKOVŠEK, S.; KOPUŠAR, N.; KRYŠTUFEK, B. Small mammals as biomonitors of metal pollution: a case study in Slovenia. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 186, n. 7, p. 4261–4274, 12 mar. 2014.

ALBERICO, M. et al. **Mammals (Synapsida: Theria) of Colombia** *Biota Colombiana*. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/491/49110103.pdf>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

ALBUJA VITERI, L. H. **Murciélagos del Ecuador**. Quito, Ecuador: Escuela Politécnica Nacional, 1982. Disponível em: <<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/4810>>. Acesso em: 30 jan. 2019.

ALEIXO, A. Effects of Selective Logging on a Bird Community in the Brazilian Atlantic Forest. **The Condor**, v. 101, n. 3, p. 537–548, ago. 1999.

ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. M. E. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genebra, Campinas, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 3, p. 493–511, 1995.

ALMEIDA, M. E. DE C. **Estrutura da comunidade de aves em áreas de cerrado da região nordeste do Estado de São Paulo**. PhD. Thesis–[s.l.] Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

ALMEIDA, M. E. DE C.; VIELLIARD, J. M. .; DIAS, M. M. Composição da avifauna em duas matas ciliares na bacia do rio Jacaré-Pepira, São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 4, p. 1087–1098, 1999.

ALVES, J., MÔNICO, A.T., VASCONCELOS, L., SILVA-SOARES, T. *Rhinella schneideri* (Sapo boi; cururu toad). Hindlimb malformation. **Herpetological Review**, v. 48, p. 312, 2018.

ALVES, A. C. F.; VASCONCELOS, M. F.; LOURES-RIBEIRO, A. Novo registro de *Embernagra longicauda* na Serra do Jacroá, leste de Minas Gerais, reforça a hipótese de conexões paleoecológicas entre as montanhas do sudeste do Brasil. **Atualidades Ornitológicas**, v. 148, p. 10–11, 2009.

ALVES, M. A. S. et al. A comunidade de aves na restinga de Jurubatiba. In: ROCHA, C. F. D.; ESTEVES,

F. DE A.; SCARANO, F. R. (Eds.). . **Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação**. São Carlos: RiMa Editora, 2004. p. 199–214.

AMÂNCIO, S.; DE SOUZA, V. B.; MELO, C. *Columba livia* e *Pitangus sulphuratus* como indicadoras de qualidade ambiental em área urbana. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 16, n. 1, p. 32–37, 2008.

AMARAL, K. F. **Composição e abundância de corujas em floresta atlântica e sua relação com variáveis de habitat**. Dissertação de Mestrado–Porto Alegre, RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

AN, S. S. A. et al. A 90-day study of subchronic oral toxicity of 20nm, negatively charged zinc oxide nanoparticles in Sprague Dawley rats. **International Journal of Nanomedicine**, v. 9, n. Suppl 2, p. 79, dez. 2014.

ANDRÉN, H.; ANDREN, H. Effects of Habitat Fragmentation on Birds and Mammals in Landscapes with Different Proportions of Suitable Habitat: A Review. **Oikos**, v. 71, n. 3, p. 355, dez. 1994.

ANDRIAMAHARAVO, N. R. et al. Roughing It: a mantellid poison frog shows greater alkaloid diversity in some disturbed habitats. **Journal of Natural Products**, v. 73, n. 3, p. 322–330, 26 mar. 2010.

ANJOS, L. DOS. **Riqueza e abundância de aves em “ilhas” de floresta de araucária**. PhD. Thesis–Curitiba, PR: Universidade Federal do Paraná, 1992.

ANJOS, L. DOS. A eficiência do método de amostragem por pontos de escuta na avaliação da riqueza de aves. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 2, p. 239–243, 2007.

APPEL, G. et al. **Morcegoteca: biblioteca virtual de ultrassons de morcegos**. Disponível em: <<https://ppbio.inpa.gov.br/Morcegoteca>>. Acesso em: 26 set. 2019.

ARRIETA, M. A. et al. Biosensors of Inorganic Lead Exposure and Effect in an Adult Amphibian. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 46, n. 2, p. 224–230, 2004.

ARZUA, M.; VALIM, M. P. Bases para o estudo qualitativo e quantitativo de ectoparasitos em aves. In: MATTER, S. VON et al. (Eds.). . **Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. 1a. ed. Rio de Janeiro, RJ: Technical Books Editora, 2010. p. 347–366.

ASSIS, C. L. **Aspectos Taxonômicos e História Natural da Herpetofauna na Zona da Mata de Minas Gerais, Brasil**. [s.l: s.n.].

ASTÚA, D. et al. Influence of baits, trap type and position for small mammal capture in a Brazilian lowland Atlantic Forest. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)**, v. 19, p. 31–44, 2006.

BALESTRA, R. A. M. et al. Roteiro para Inventários e Monitoramentos de Quelônios Continentais. **Biodiversidade Brasileira**, v. 6, p. 114–152, 2016.

BALLENGÉE, B.; SESSIONS, S. K. Explanation for missing limbs in deformed amphibians. **Journal of experimental zoology. Part B, Molecular and developmental evolution**, v. 312, n. 7, p. 770–9, 15 nov. 2009.

BARRETO-LIMA, A. F.; SIMONCINI, M. S. Forests and Brazilian Reptiles: Challenges for Conservation. In: EISENLOHR, P. (Ed.). . **Forest Conservation: Methods, Management and Challenges**. New York, NY: Nova Science Publishers, 2019. p. 67–110.

BARTLETT, R. D.; BARTLETT, P. **Reptiles and amphibians of the Amazon: an ecotourist's guide**. 1st. ed. Gainesville, USA, USA: University Press of Florida, 2003.

BECKER, M.; DALPONTE, J. C. **Rastros de mamíferos silvestres brasileiros: um guia de campo**. 3rd. ed. Rio de Janeiro, RJ: Technical Books Editora, 2013.

BEGON, M.; TOWNSEND, C.; HARPER, J. L. **Ecology: From Individuals to Ecosystems**. 4th. ed. Malden: Blackwell Publishing Ltd, 2006.

BELANT, J.; WINDELS, S. Efficacy of a Multiple-Capture Live Trap for Small Mammals. **Ohio Journal of Science**, v. 107, p. 16–18, 2007.

BENJAMIN, T. et al. Using Non-destructive Techniques to Measure Mercury (Hg) Concentrations in Gravid Blanding's Turtles (*Emydoidea blandingii*) in Northeastern Illinois. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 101, n. 3, p. 295–299, 2 set. 2018.

BERGALLO, H. DE G. et al. Bat species richness in Atlantic Forest: What is the minimum sampling effort? **Biotropica**, v. 35, n. 2, p. 278–288, 2003.

BERNARD, E. Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, n. 1, p. 115–126, 2001.

BERNARD, E.; ALBERNAZ, A. K. M.; MAGNUSSON, W. E. Bat species composition in three localities in the Amazon basin. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 36, n. 3, p. 3–10, 2001.

BERNARD, E.; FENTON, M. B. Bats in a fragmented landscape: Species composition, diversity and habitat interactions in savannas of Santarém, Central Amazonia, Brazil. **Biological Conservation**, v. 134, n. 3, p. 332–343, jan. 2007.

BÉRNILS, R. S. et al. Répteis na Reserva Natural Vale, Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Ciência & Ambiente**, v. 49, p. 193–210, 2014.

BERTOLUCI, J. et al. Herpetofauna da Estação Ambiental de Peti, um fragmento de Mata Atlântica do estado de Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 1, p. 147–155, mar. 2009.

BEYER, W. N.; MEADOR, J. P. **Environmental Contaminants in Biota: Interpreting Tissue Concentrations**. 2nd. ed. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, 2011.

BIANCONI, G. V.; MIKICH, S. B.; PEDRO, W. A. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) em remanescentes florestais do município de Fênix, noroeste do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, n. 4, p. 943–954, dez. 2004.

BIBBY, C. J. **Putting Biodiversity on the Map: Priority Areas for Global Conservation**. 1st. ed. Cambridge: BirdLife International, 1992.

BIBBY, C. J. **Bird census techniques**. London: [s.n.].

BIBBY, C. J.; JONES, M.; MARSDEN, S. J. **Bird surveys - Expedition Field Techniques**. 1st. ed. Cambridge, MA.: Expedition Advisory Centre of the Royal Geographical Society, 2000. v. 2

BIRDLIFE INTERNATIONAL. **Country profile: Brazil**. Disponível em: <<http://www.birdlife.org/datazone/country/brazil>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

BLAUSTEIN, A. R. Chicken Little or Nero's fiddle? A perspective on declining amphibian populations. **Herpetologica**, v. 50, n. 1, p. 85–97, 1994.

BLAUSTEIN, A. R. et al. Ambient UV-B radiation causes deformities in amphibian embryos. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 94, n. 25, p. 13735–13737, 9 dez. 1997.

BLAUSTEIN, A. R. et al. Amphibian Breeding and Climate Change. **Conservation Biology**, v. 15, n. 6, p. 1804–1809, dez. 2001.

BLONDEL, J.; FERRY, C.; FROCHOT, B. Point counts with unlimited distance. **Studies in Avian Biology**, v. 6, p. 414–420, 1981.

BOGONI, J. A. et al. Landscape features lead to shifts in communities of medium- to large-bodied mammals in subtropical Atlantic Forest. **Journal of Mammology**, v. 97, n. 3, p. 713–725, 9 jun. 2016.

BONIN, F.; DEVAUX, B.; DUPRÉ, A. **Turtles of the world**. [s.l.] Johns Hopkins University Press, 2006.

BONVICINO, C. R.; LINDBERGH, S. M.; MAROJA, L. S. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. **Brazilian Journal of Biology**, v. 62, n. 4B, p. 765–774, 2002.

BORGES, P. A. L.; TOMÁS, W. M. **Guia de rastros e outros vestígios de mamíferos do Pantanal**. 2nd. ed. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2008.

BORTEIRO, C. et al. Food habits of the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*: Crocodylia, Alligatoridae) in northwestern Uruguay. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 44, n. 1, p. 31–36, abr. 2009.

BRANCO, M. B. C. **Diversidade de avifauna aquática nas represas do médio e baixo Rio Tietê (SP) e nos sistema de lagos do médio Rio Doce (MG) e sua relação com o estado trófico e a morfometria dos ecossistemas aquáticos**. [s.l.] Universidade Federal de São Carlos, 16 abr. 2003.

BRAZAITIS, P. et al. Threats to Brazilian crocodilian populations. **Oryx**, v. 30, n. 4, p. 275–284, 24 out. 1996.

BRAZAITIS, P.; YAMASHITA, C.; REBELO, G. **A summary report of the CITES Central South American caiman study: Phase I: Brazil**. Proc. 9th Croc. Spec. Group Work. Meet. IUCN – The World Conservation Union. **Anais...**Gland, Switzerland: IUCN, 1990

BREDT, A.; SILVA, D. M. DA. **Morcegos em áreas urbanas e rurais: manual de manejo e controle**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, 1998.

BRESSIANI, V. B. COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA CAPTURA DA CUÍCA-D'ÁGUA, *Chironectes minimus* NO SUL DO BRASIL. v. 15, n. 1, p. 33–39, 2008.

BRIDGES, C. M. Predator-prey interactions between two amphibian species: Effects of insecticide exposure. **Aquatic Ecology**, v. 33, n. 2, p. 205–211, 1999a.

BRIDGES, C. M. Effects of a Pesticide on Tadpole Activity and Predator Avoidance Behavior. **Journal of Herpetology**, v. 33, n. 2, p. 303, jun. 1999b.

BRITO, E.; RODRIGUES, T.; MARTINS VALADÃO, R. First record of *Mesoclemmys vanderhaegei* (Bour, 1973) (Testudines, Chelidae) for the North-Northeast Atlantic Basin. **Herpetology Notes**, v. 12, p. 712, 4 jul. 2019.

BRITO, E. S. et al. New records and distribution extensions of three species of *Mesoclemmys* Gray, 1863 (Testudines: Chelidae) in Mato Grosso state, Brazil, with observations on terrestrial movements. **Check List**, v. 8, n. 2, p. 294–297, 2012.

BROWER, J.; ZAR, J. H. **Field and laboratory methods for general ecology**. Dubuque: Wm. C. Brown., 1977.

BRUNO, M. et al. Levantamento da quiropterofauna do Parque Municipal Fazenda Lagoa do Nado, Belo Horizonte, MG, Brasil. **Chiroptera Neotropical**, 2011.

BRUNO, M. **Morcegos vivendo em um ambiente urbano no Sudeste do Brasil**. Dissertação de mestrado–Belo Horizonte, MG, MG: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2014.

BUCKLAND, S. T. et al. **Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations**. London: Chapman and Hall, 1993.

BUCKLAND, S. T. et al. **Introduction to Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological**

Populations. United Kingdom: Oxford University Press, 2001.

BURGER, J. et al. Arsenic, Cadmium, Chromium, Lead, Mercury, and Selenium Levels in Blood of Four Species of Turtles from the Amazon in Brazil. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v. 73, n. 1, p. 33–40, 2 dez. 2009.

CABANNE, G. S.; SANTOS, F. R.; MIYAKI, C. Y. Phylogeography of *Xiphorhynchus fuscus* (Passeriformes, Dendrocolaptidae): Vicariance and recent demographic expansion in southern Atlantic forest. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 91, n. 1, p. 73–84, 2007.

CÁCERES, N. C. Food Habits and Seed Dispersal by the White-Eared Opossum, *Didelphis albiventris*. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 37, n. 2, p. 97–104, 1 ago. 2002.

CAMPBELL, K. R. Ecotoxicology of crocodilians. **Applied Herpetology**, v. 1, n. 1–2, p. 45–163, 2003.

CAMPOS, Z. M. DA S.; COUTINHO, M.; ABERCROMBIE, C. Size structure and sex ratio of dwarf caiman in the Serra Amolar, Pantanal, Brazil. **Herpetological Journal**, v. 5, n. 4, p. 321–322, 1995.

CAMPOS, Z. M. DA S.; MOURÃO, G. Conservation status of the dwarf caiman, *Paleosuchus palpebrosus*, in the region surrounding Pantanal. **Crocodile Specialist Group Newsletter**, v. 25, n. 4, p. 9–10, 2006.

CAMPOS, Z.; MOURÃO, G. M. Caiman latirostris (broad-snouted caiman) nesting. **Herpetological Review**, v. 26, p. 203–204, 1995.

CANUTO, M.; ECOLOGIA, D. P. UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE Ecologia de comunidades de aves de rapina (Cathartidae , Accipitridae e Falconidae) em fragmento de Mata Atlântica na região do Médio Rio Doce , MG . Área de concentração : Ecol. **Ecologia**, 2009.

CARDILLO, M. et al. Multiple causes of high extinction risk in large mammal species. **Science (New York, N.Y.)**, v. 309, n. 5738, p. 1239–41, 19 ago. 2005.

CAREY, A. B.; JOHNSON, M. L. Small Mammals in Managed , Naturally Young , and Old-Growth Forests Author (s): Andrew B . Carey and Murray L . Johnson Published by: Wiley Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1942026> Accessed : 27-04-2016 11 : 27 UTC Your use of the JSTOR archive. v. 5, n. 2, p. 336–352, 1995.

CARRANO, E. **Efeitos da fragmentação e perturbação sobre aves na Floresta Ombrófila Mista no Estado do Paraná.** PhD. Thesis–[s.l.] Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2013.

CARRARA, L.; FARIA, L. C. P. Birds of the mountain forests of Serra do Cipo: Atlantic Forest of the Espinhaço range. **Cotinga**, v. 34, p. 43–56, 2012.

CARVALHO, A. L. G. DE; ARAÚJO, A. F. B. DE; SILVA, H. R. DA. Lagartos da Marambaia, um remanescente insular de Restinga e Floresta Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 7, n. 2, p. 221–226, 2007.

CARVALHO, F. M. V. DE et al. Diet of small mammals in Atlantic Forest fragments in southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoociências**, v. 1, n. 1, p. 91–101, 1999.

CASTRO, T. M. DE; SILVA-SOARES, T. **Répteis da restinga do Parque Estadual Paulo César Vinha: Guarapari, Espírito Santo, Sudeste do Brasil.** 1a edição. ed. [s.l.] Centro Universitário São Camilo, 2016.

CATLING, P. C.; BURT, R. . J.; KOOYMAN, R. A Comparison of Techniques Used in a Survey of the Ground-dwelling and Arboreal Mammals in Forests in North-eastern New South Wales. **Wildlife Research**, v. 24, p. 417–432, 1997.

CATZEFLIS, F. M. **Liste des Mammifères de Guyane française (mars 2008).** Montpellier: [s.n.].

CAVALCANTI, R. B. Bird species richness and conservation in the Cerrado region of central Brazil. **Studies in Avian Biology**, v. 19, p. 244–249, 1999.

CAVARZERE, V.; COSTA, T. V. V. DA; SILVEIRA, L. F. On the use of 10-minute point counts and 10-species lists for surveying birds in lowland Atlantic Forests in southeastern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 52, n. 28, p. 333–340, 2012.

CEBALLOS, G.; EHRLICH, P. R. Discoveries of new mammal species and their implications for conservation and ecosystem services. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, 2009.

CFBIO. **Resolução nº 301, de 8 de dezembro de 2012** Brasil, 2012.

CHAO, A. Estimating the Population Size for Capture-Recapture Data with Unequal Catchability. **Biometrics**, v. 43, n. 4, p. 783–791, 1987.

CHARLES-DOMINIQUE, P. et al. Les Mammifères frugivores arboricoles nocturnes d'une forêt Guyanaise: inter-relations plantes-animaux. **Revue d'Ecologie (Terre et Vie)**, v. 35, p. 341–435, 1981.

CHARLES-DOMINIQUE, P. Ecology and social adaptations in didelphid marsupials: comparison with eutherians of similar ecology. **Special Publications of the American Society of Mammalogists**, v. 7, p. 395–422, 1983.

CHEIDA, C. C.; RODRIGUES, F. H. G. Introdução às técnicas de estudo em campo para mamíferos carnívoros terrestres. In: REIS, N. R. DOS et al. (Eds.). **Técnicas de Estudo Aplicadas aos Mamíferos Silvestres Brasileiros**. 1a. ed. Rio de Janeiro, RJ: Technical Books Editora, 2010. p. 89–121.

CHEN, T.-H.; GROSS, J. A.; KARASOV, W. H. Sublethal effects of lead on northern leopard frog (*Rana pipiens*) tadpoles. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 25, n. 5, p. 1383, 2006.

CHIARELLO, A. G. Density and habitat use of primates at an Atlantic forest reserve of southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 1995.

CHIARELLO, A. G. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 89, n. 1, p. 71–82, 1999.

CHIARELLO, A. G. Chiarello A. G., 2000..pdf. v. 14, n. 6, p. 1649–1657, 2000.

CHIARELLO, A. G. Primates of the Brazilian Atlantic forest: the influence of forest fragmentation on survival. In: **Primates in Fragments**. [s.l: s.n.].

CITES. **Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. The CITES Appendices**. Disponível em: <www.cites.org/eng/app/appendices.shtml>. Acesso em: 20 out. 2018.

CITES. **Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora - Appendices I, II and III**. [s.l: s.n.].

CLARK, A. J.; SCHEUHAMMER, A. M. Lead poisoning in upland-foraging birds of prey in Canada. **Ecotoxicology (London, England)**, v. 12, n. 1–4, p. 23–30, 2003.

CLARK, D. R. et al. Environmental contaminants in Texas, USA, wetland reptiles: Evaluation using blood samples. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 19, n. 9, p. 2259–2265, set. 2000.

CLARKE, F. M.; ROSTANT, L. V.; RACEY, P. A. Life after logging: Post-logging recovery of a neotropical bat community. **Journal of Applied Ecology**, 2005.

CODY, M. Tropical Mockingbird (*Mimus gilvus*). In: **Handbook of the Birds of the World Alive**. Barcelona.: [s.n.].

COLOMBI, V. H.; FAGUNDES, V. First record of *Calomys cerqueirai* (Rodentia: Phyllotini) in Espírito Santo (Brazil) with description of the 2n=36, FNA=66 karyotype. **Mammalia**, v. 79, n. 4, p. 479–486, 1 jan. 2015.

COLWELL, R. K. **EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2** Users Guide and application published at <http://purl.oclc.org/estimates>, 2009.

COLWELL, R. K. **EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples** Version 9.1, 2016. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS/>>

COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 345, n. 1311, p. 101–18, 29 jul. 1994.

COMMITTEE ON MEDICAL AND BIOLOGICAL EFFECTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS. Biologic Effects of Arsenic on Plants and Animals. In: **Arsenic: Medical and Biologic Effects of Environmental Pollutants**. 1st. ed ed. Washington D.C.: National Academic Press, 1977a. p. 117–172.

COMMITTEE ON MEDICAL AND BIOLOGICAL EFFECTS OF ENVIRONMENTAL POLLUTANTS. **Arsenic: Medical and Biologic Effects of Environmental Pollutants**. 1st. ed ed. Washington, D.C.: National Academies Press, 1977b. v. 17

CONCEA. Resolução Normativa nº37, de 15 de fevereiro de 2018. . 2018.

CONDEZ, T. H.; SAWAYA, R. J.; DIXO, M. Herpetofauna dos remanescentes de Mata Atlântica da região de Tapiraí e Piedade , SP , sudeste do Brasil Herpetofauna dos remanescentes de Mata Atlântica da região de Tapiraí e Piedade , SP , sudeste do Brasil. **Biota Neotrop.**, v. 9, n. 1, p. 157–185, 2009.

CONNELL, J. H. Diversity in Tropical Rain Forests and Coral Reefs. **Science**, v. 199, n. 4335, p. 1302–1310, 24 mar. 1978.

CONSELHO NACIONAL DA RESERVA DA BIOSFERA DA MATA ATLÂNTICA. **SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. 2a. ed. ed. São Paulo, SP: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2002.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA Nº 420/2009. . 2009, p. 81–84.

COOKE, A. S. The influence of rearing density on the subsequent response to ddt dosing for tadpoles of the frog *Rana temporaria*. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 21, n. 1, p. 837–841, jan. 1979.

COPAM. Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção da Fauna do Estado de Minas Gerais. . 2010.

CORNELL UNIVERSITY. **Copper Sulfate**. Disponível em: <<http://pmep.cce.cornell.edu/profiles/extoxnet/carbaryl-dicrotophos/copper-sulfate-ext.html>>. Acesso em: 25 fev. 2020.

CORRÊA, H. K. M.; COUTINHO, P. E. G.; FERRARI, S. F. Between-year differences in the feeding ecology of highland marmosets (*Callithrix aurita* and *Callithrix flaviceps*) in south-eastern Brazil. **Journal of Zoology**, v. 252, n. 4, p. S0952836900000170, dez. 2000.

CORREIA, J. et al. Mercury contamination in alligators (*Melanosuchus niger*) from Mamirauá Reservoir (Brazilian Amazon) and human health risk assessment. **Environmental Science and Pollution Research**, 2014.

COSSON, J. F.; PONS, J. M.; MASSON, D. Effects of forest fragmentation on frugivorous and nectarivorous bats in French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, 1999.

COSTA, C.; BÉRNILS, R. S. Répteis do Brasil e suas Unidades Federativas: Lista de espécies. **Herpetologia Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 11–57, 2018.

- COSTA, L. P. et al. Conservação de mamíferos no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 103–112, 2005.
- COUTINHO, L. M. **Biomass brasileiros**. 1a. edição ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2016.
- COUTINHO, M. E. et al. Avaliação do Risco de Extinção do jacaré-do-papo-amarelo *Caiman latirostris* (Daudin, 1802) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, 2013.
- CRAIN, D. A.; GUILLETTE, L. J. Reptiles as models of contaminant-induced endocrine disruption. **Animal Reproduction Science**, v. 53, n. 1–4, p. 77–86, out. 1998.
- CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAS, J. L. **Tratado de animais selvagens medicina veterinária**. [s.l.] Roca, 2007.
- DA C. DIEFENBACH, C. O. Ampullarid Gastropod-Staple Food of *Caiman latirostris*? **Copeia**, 1979.
- DA ROCHA E SILVA, R.; ANTAS, P. Reprodução em cativeiro de *Caiman latirostris* (Daudin), o jacaré de papo amarelo, no Jardim Zoológico do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 41, p. 883–885, 1981.
- DA SILVA, M. N. F. et al. Biogeografia e conservação da mastofauna na floresta amazônica brasileira. In: CAPOBIANCO, J. P. R. et al. (Eds.). **Biodiversidade Na Amazônia Brasileira**. [s.l.] Instituto Socioambiental, Editora Estacae Liberdade, 2001.
- DE ANDRADE COSTA, B. M. et al. Phylogeography of *Rhipidomys* (Rodentia: Cricetidae: Sigmodontinae) and description of two new species from southeastern Brazil. **Journal of Mammology**, v. 92, n. 5, p. 945–962, 14 out. 2011.
- DE CARVALHO, V. T. et al. Giving IDs to turtles: SNP markers for assignment of individuals to lineages of the geographically structured *Phrynops geoffroanus* (Chelidae: Testudines). **Conservation Genetics Resources**, 2017.
- DE JONG, J. Habitat use and species richness of bats in a patchy landscape. **Acta Theriologica**, 1995.
- DE L. BIONDA, C. et al. Impact assessment of agriculture and livestock over age, longevity and growth of populations of common toad *Rhinella arenarum* (anura: Bufonidae), central area of Argentina. **Global Ecology and Conservation**, v. 14, p. e00398, 2018.
- DE LA PEÑA, M. R.; RUMBOLL, M.; CARRIZO, G. **Birds of southern South America and Antarctica**. 1st ed. ed. Princeton: Princeton University Press, 2001.
- DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo, SP: Editora Companhia das Letras, 1996.
- DELICIELLOS, A. C. et al. Mammals of Serra da Bocaina National Park, state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil. **Check List**, v. 8, n. 4, p. 675–692, 2012.
- DELICIELLOS, A. C. Mammals of four Caatinga areas in northeastern Brazil: inventory, species biology, and community structure. **Check List**, v. 12, n. 3, p. 1916, 30 jun. 2016.
- DEVELEY, P. F. Métodos para estudo com aves. In: UFPR (Ed.). **Métodos de estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. [s.l.: s.n.]. p. 153–168.
- DIAS, D.; ESBÉRARD, C. E. L.; MORATELLI, R. A new species of *Lonchophylla* (chiroptera, phyllostomidae) from the atlantic forest of southeastern brazil, with comments on *L. Bokermanni*. **Zootaxa**, 2013.
- DIAS, E. J. R.; ROCHA, C. F. D. Habitat structural effect on squamata fauna of the restinga ecosystem in Northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 1, p. 359–371, 2014.
- DIRZO, R. et al. Defaunation in the Anthropocene. **Science**, v. 345, n. 6195, p. 401–406, 24 jul. 2014.

DIRZO, R.; MENDOZA, E.; ORTÍZ, P. Size-related differential seed predation in a heavily defaunated neotropical rain forest. **Biotropica**, 2007.

DMITRIEVA, E. Effects of High Copper Exposure on Development and Survival During Early Ontogenesis in the Common Toad. **BioRxiv**, p. 1–32, 2018.

DMOWSKI, K. Birds as bioindicators of heavy metal pollution: Review and examples concerning European species. **Acta Ornithologica**, v. WARSAW, n. WARSAW, p. 1–25, 1999.

DONATELLI, R. J. et al. Análise comparativa da assembléia de aves em dois remanescentes florestais no interior do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 362–375, 2007a.

DONATELLI, R. J. et al. Análise comparativa da assembléia de aves em dois remanescentes florestais no interior do Estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 24, n. 2, p. 362–375, 2007b.

DONNELLY, M. A.; GUYER, C. Patterns of reproduction and habitat use in an assemblage of Neotropical hyliid frogs. **Oecologia**, v. 98, p. 291–302, 1994.

DRUMMOND, G. M. et al. **Biodiversidade em Minas Gerais**. 2a. ed. ed. Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2005.

DRUMMOND, G. M. et al. **Lista de espécies da Flora e da Fauna ameaçadas de extinção do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 2008.

DURÉ, M. I.; KEHR, A. I.; SCHAEFER, E. F. Niche overlap and resource partitioning among five sympatric bufonids (Anura, Bufonidae) from northeastern Argentina. **Phyllomedusa**, v. 8, n. 1, p. 27–39, 2009.

EGGINS, S. et al. Mercury concentrations in different tissues of turtle and caiman species from the Rio Purus, Amazonas, Brazil. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 34, n. 12, p. 2771–2781, 2015.

EICKHOLT, T. H.; WHITE, W. F. Determination of iron toxicity in mice. **Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 54, n. 8, p. 1211–1213, 1965.

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. **Mammals of the neotropics: the central neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil**. Chicago: University of Chicago Press, 1999. v. 3

EISLER, R. **Chromium Hazards to Fish, Wildlife, and Invertebrates: A Synoptic Review** Contaminant Hazard Reviews. Laurel, MD: [s.n.]. Disponível em: <<http://pubs.er.usgs.gov/publication/5200071>>.

EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical Rainforest Mammals: A Field Guide**. 2nd editio ed. Chicago: University Of Chicago Press, 1997.

EMYSYSTEM. **World Turtle Database**. Disponível em: <<http://emys.geo.orst.edu/>>. Acesso em: 26 jan. 2019.

ENGE, K. M. The Pitfalls of Pitfall Traps. **Journal of Herpetology**, v. 35, n. 3, p. 467–478, 2001.

ESBÉRARD, C. E. L.; DAEMON, C. Um Novo Método para Marcação de Morcegos. **Chiroptera Neotropical**, v. 5, n. 1–2, p. 116–117, 1999.

ESTEVEZ LOPES, L.; DE FREITAS MARÇAL, B.; VIEIRA CHAVES, A. The patchy distribution of the Pale-throated Serra-Finch *Embernagra longicauda* (Aves: Thraupidae) in the eastern Brazilian mountaintops: the overlooked campos rupestres of the Rio Doce valley. **North-Western Journal of Zoology**, v. 12, n. 2, 2016.

ESTRADA, A.; COATES-ESTRADA, R.; MERITT, D. Bat species richness and abundance in tropical rain forest fragments and in agricultural habitats at Los Tuxtlas, Mexico. **Ecography**, 1993.

EWERS, R. M.; DIDHAM, R. K. Confounding factors in the detection of species responses to habitat fragmentation. **Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 81, n. 1, p. 117–42, fev.

2006.

FAHRIG, L. Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: a synthesis. **Ecological Applications**, v. 12, p. 346–353, 2002.

FALCÃO, F. C. DE C.; REBÊLO, V. F.; TALAMONI, S. A. Structure of a bat assemblage (Mammalia, Chiroptera) in Serra do Caraça Reserve, South-east Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 2, p. 347–350, jun. 2003.

FALCÓN, W.; MOLL, D.; HANSEN, D. M. Frugivory and seed dispersal by chelonians: a review and synthesis. **Biological Reviews**, v. 95, n. 1, p. 142–166, 13 fev. 2020.

FARIA, C. M. A. et al. Aves de um fragmento de Mata Atlântica no alto Rio Doce, Minas Gerais: colonização e extinção. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 4, p. 1217–1230, dez. 2006.

FEIO, R. N. et al. **Anfíbios do Parque Estadual do Rio Doce**, 1998.

FEIO, R. N.; CARAMASCHI, U. Contribuição ao conhecimento da herpetofauna do nordeste do estado de Minas Gerais, Brasil. **Phyllomedusa: Journal of Herpetology**, v. 1, n. 2, p. 105, 2002.

FEIO, R. N.; FERREIRA, P. L. Anfíbios de dois fragmentos de Mata Atlântica no município de Rio Novo, Minas Gerais. p. 121–128, 2005.

FELIPPE, M. F. et al. **A tragédia do Rio Doce: a lama, o povo e a água**. Belo Horizonte /Juiz de Fora - MG: [s.n.].

FENTON, M. B. et al. Phyllostomid Bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as Indicators of Habitat Disruption in the Neotropics. **Biotropica**, 1992.

FERRARI, S. F. et al. Dynamics of Primate Communities along the Santarém-Cuiabá Highway in South-Central Brazilian Amazonia. In: **Primates in Fragments**. [s.l: s.n.].

FERREIRA, J. D.; COSTA, L. M.; RODRIGUES, M. Aves de um remanescente florestal do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 3, p. 39–54, set. 2009.

FERREIRA, R. B. et al. Limb malformation on *Rhinella crucifer*. **Herpetological Review**, v. 45, p. 307, 2014.

FERREIRA, R. B. et al. Amphibians of Santa Teresa, Brazil: the hotspot further evaluated. **ZooKeys**, v. 857, p. 139, 2019.

FERREIRA, R. B.; DANTAS, R. D. B.; TONINI, J. F. R. Distribuição espacial e sazonal de anfíbios em quatro poças na região serrana do Espírito Santo, sudeste do Brasil: influência de corredores florestais. **Ilherindia, Série de Zoologia**, v. 102, n. 2, p. 163–169, 2012.

FIGUEIREDO, M. S. L.; GRELE, C. E. V. Predicting global abundance of a threatened species from its occurrence: implications for conservation planning. **Diversity and Distributions**, v. 15, n. 1, p. 117–121, jan. 2009.

FLEMING, T. H.; HEITHAUS, E. R. Frugivorous Bats, Seed Shadows, and the Structure of Tropical Forests. **Biotropica**, 1981.

FLEMING, T. H.; HOOPER, E. T.; WILSON, D. E. Three Central American Bat Communities: Structure, Reproductive Cycles, and Movement Patterns. **Ecology**, 1972.

FONSECA, G. A. B.; KIERULFF, M. C. M. Biology and natural history of Brazilian Atlantic Forest small mammals. **Bulletin of Florida State Museum Biological Sciences**, v. 34, n. 3, p. 99–152, 1988.

FORMAN, R. T. T. et al. Road ecology: science and solutions. **Review Literature And Arts Of The Americas**, 2003.

FORTIN, D. et al. Wolves influence elk movements: Behavior shapes a trophic cascade in Yellowstone National Park. **Ecology**, 2005.

FRANZELLITTI, S. et al. Heavy metals in tissues of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) from the northwestern Adriatic Sea. **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**, v. 138, n. 2, p. 187–194, jun. 2004.

FREITAS FILHO, R. F. **Dieta e avaliação da contaminação mercurial no jacaré-depapo-amarelo, Caiman latirostris, Daudin 1802, (Crocodylia, Alligatoridae) em dois parques naturais no município do Rio de Janeiro, Brasil.** [s.l.] Universidade Federal de Juiz de Fora, 28 fev. 2008.

FREITAS FILHO, R. F. Jacarés Urbanos: O jacaré de papo amarelo (*Caiman latirostris* Daudin, 1802) nos Parques naturais urbanos da zona oeste do Rio de Janeiro. In: PONTES, J. A. L. (Ed.). **Biodiversidade Carioca: Segredos revelados**. 1a. ed. Rio de Janeiro, RJ: Technical Books Editora, 2015. p. 106–175.

FUSCALDI, R. G.; LOURES-RIBEIRO, A. A avifauna de uma área urbana do município de Ipatinga, Minas Gerais, Brasil. **Biotemas**, v. 21, n. 3, p. 125–133, 1 jan. 2008.

G., R. R. A. T. **Field guide to the songbirds of South America: the passerines.** [s.l.: s.n.].

GALETTI, M. et al. Mudanças no Código Florestal e seu impacto na ecologia e diversidade dos mamíferos no Brasil. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 0–6, 2010.

GALLIEZ, M. et al. Ecology of the Water Opossum *Chironectes minimus* in Atlantic Forest Streams of Southeastern Brazil. **Journal of Mammology**, v. 90, n. 1, p. 93–103, 2009.

GARCÍA-FERNÁNDEZ, A. J. et al. Distribution of cadmium in blood and tissues of wild birds. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 30, n. 2, p. 252–258, fev. 1996.

GARCÍA-FERNÁNDEZ, A. J. Avian Ecotoxicology. In: WEXLER, P. (Ed.). **Encyclopedia of Toxicology**. 3rd. ed. ed. [s.l.] Academic Press, 2014. v. 2p. 289–294.

GARDNER, A. L. **Mammals of South America, Volume 1: Marsupials, Xenarthrans, Shrews, and Bats.** 1st ed. ed. [s.l.] University of Chicago Press, 2008. v. 1

GARLA, R. C.; SETZ, E. Z. F.; GOBBI, N. Jaguar (*Panthera onca*) Food Habits in Atlantic Rain Forest of Southeastern Brazil. **Biotropica**, v. 33, n. 4, p. 691–696, 2001.

GARMENDIA, A. et al. Landscape and patch attributes impacting medium- and large-sized terrestrial mammals in a fragmented rain forest. **Journal of Tropical Ecology**, 2013.

GASTON, K. J. **Rarity**. 1st ed. ed. Dordrecht: Springer Netherlands, 1994.

GENTILE, R.; FERNANDEZ, F. A. DOS S. A field comparison of two capture-mark-recapture estimators of small mammal populations. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 16, n. 4, p. 1109–1114, 1999.

GIBBONS, J. W. et al. The Global Decline of Reptiles, Déjà Vu Amphibians: Reptile species are declining on a global scale. Six significant threats to reptile populations are habitat loss and degradation, introduced invasive species, environmental pollution, disease, unsustained. **BioScience**, v. 50, n. 8, p. 653–666, 1 ago. 2000.

GIMENES, M. R.; DOS ANJOS, L. **Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves**. *Acta Scientiarum - Biological Sciences*, 2003.

GOEDE, A. A. Mercury, selenium, arsenic and zinc in waders from the Dutch Wadden Sea. **Environmental Pollution Series A, Ecological and Biological**, v. 37, n. 4, p. 287–309, jan. 1985.

GOLDER ASSOCIATES. **Avaliação de Impacto Sobre as Espécies Terrestres Ameaçadas de Extinção.** Belo Horizonte, MG, Brasil: [s.n.].

- GOLET, W. J.; HAINES, T. A. Snapping turtles (*Chelydra serpentina*) as monitors for mercury contamination of aquatic environments. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 71, n. 3, p. 211–220, 2001.
- GOMES, V. H. F. et al. Species Distribution Modelling: Contrasting presence-only models with plot abundance data. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 1–12, 2018.
- GOMEZ, J. J. et al. Habitat suitability and anthropogenic correlates of Neotropical river otter (*Lontra longicaudis*) distribution. **Journal of Mammalogy**, 2014.
- GONÇALVES, E.; GREGORIN, R. Quirópteros da Estação Ecológica da Serra das Araras, Mato Grosso, Brasil, com o primeiro registro de *Artibeus gnomus* e *A. anderseni* para o cerrado. **Lundiana**, 2004.
- GONTIJO, B. M.; BRITTO, C. Q. Identificação e classificação dos impactos ambientais no Parque Florestal Estadual do rio Doce - MG. **Revista Geonomos**, v. 5, n. 2, p. 43–48, 1 dez. 1997.
- GONZAGA, L. P.; CASTILGIONI, G. D. A.; REIS, H. B. R. Avifauna das restingas do Sudeste: estado do conhecimento e potencial para futuros estudos. In: **Ecologia de restingas e lagoas costeiras**. Rio de Janeiro: NUPEM/UFRJ, 2000. p. 151–163.
- GORRESEN, P. M.; WILLIG, M. R. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic Forest of Paraguay. **Journal of Mammalogy**, v. 85, n. 4, p. 688–697, ago. 2004.
- GORRESEN, P. M.; WILLIG, M. R.; STRAUSS, R. E. Multivariate analysis of scale-dependent associations between bats and landscape structure. **Ecological Applications**, v. 15, n. 6, p. 2126–2136, dez. 2005.
- GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v. 4, n. 4, p. 379–391, 22 jul. 2001.
- GRAIPEL, M. E.; ASTÚA, D. Capturando pequenos mamíferos arborícolas. **Boletim da Sociedade Brasileira de Mastozoologia**, v. 39, p. 1–2, 2004.
- GRANT, T. et al. Phylogenetic systematics of dart-poison frogs and their relatives (Amphibia: Athesphatanura: Dendrobatidae). **Bulletin of the American Museum of natural History**, v. 2006, n. 299, p. 1–262, 2006.
- GRANTS AU, R. **Guia completo para identificação das aves do Brasil**. 1a edição ed. [s.l.] Vento Verde, 2010.
- GRANZINOLLI, M. A. M.; MOTTA-JUNIOR, J. C. Aves de rapina: levantamento, seleção de habitats e dieta. In: VON MATTER, S. et al. (Eds.). **Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. 1. ed. Rio de Janeiro: [s.n.]. p. 516.
- GRAY, M. A. et al. The response of avian feeding guilds to tropical forest disturbance. **Conservation Biology**, v. 21, n. 1, p. 133–141, 2007.
- GREEN, A. D. et al. Mercury contamination in turtles and implications for human health. **Journal of environmental health**, v. 72, n. 10, p. 14–22, jun. 2010.
- GREENBERG, C. H.; NEARY, D. G.; HARRIS, L. D. A Comparison of Herpetofaunal Sampling Effectiveness of Pitfall, Single-Ended, and Double-Ended Funnel Traps Used with Drift Fences. **Journal of Herpetology**, v. 28, n. 3, p. 319, set. 1994.
- GREGORIN, R. et al. A new species of *Eumops* (Chiroptera: Molossidae) from southeastern Brazil and Bolivia. **Mammalian Biology**, v. 81, n. 3, p. 235–246, 2016.
- GREGORIN, R.; LOUREIRO, L. O. New records of bats for the state of Minas Gerais, with range extension of *Eptesicus chiriquinus* Thomas (Chiroptera: Vespertilionidae) to southeastern Brazil. **Mammalia**, v. 75, n. 3, 2011.

GREGORIN, R.; TADDEI, V. A. Chave artificial para a identificação de Molossídeos brasileiros (Mammalia, Chiroptera). **Mastozoología Neotropical**, 2002.

GREGORIN, R.; TAHARA, A. S.; BUZZATO, D. F. Molossus aztecus and Other Small Molossus (Chiroptera: Molossidae) in Brazil. **Acta Chiropterologica**, v. 13, n. 2, p. 311–317, 2012.

GREGORY, R. D.; GIBBONS, D. W.; DONALD, P. F. Bird census and survey techniques. In: **Bird Ecology and Conservation**. [s.l.] Oxford University Press, 2004. p. 17–56.

GWIAZDA, R.; LUCCHINI, R.; SMITH, D. Adequacy and Consistency of Animal Studies to Evaluate the Neurotoxicity of Chronic Low-Level Manganese Exposure in Humans. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A**, v. 70, n. 7, p. 594–605, 28 fev. 2007.

HADDAD, C. F. B. et al. **Guia dos anfíbios da Mata Atlântica: diversidade e biologia**. São Paulo, SP: Editora Anolis Books, 2013.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A.; RYAN, D. D. **Past: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis** *Palaeontologia Electronica* Oslo, NOR Natural History Museum, University of Oslo, 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm>

HANSKI, I. et al. Small-rodent dynamics and predation. **Ecology**, v. 82, n. 6, p. 1505–1520, 2001.

HEINK, U.; KOWARIK, I. What are indicators? On the definition of indicators in ecology and environmental planning. **Ecological Indicators**, v. 10, n. 3, p. 584–593, 2010.

HELANDER, B. et al. Ingestion of lead from ammunition and lead concentrations in white-tailed sea eagles (*Haliaeetus albicilla*) in Sweden. **Science of The Total Environment**, v. 407, n. 21, p. 5555–5563, out. 2009.

HELTSHE, J. F.; FORRESTER, N. E. Estimating Species Richness Using the Jackknife Procedure. **Biometrics**, 1983.

HENDERSON, B. M.; WINTERFIELD, R. W. Acute copper toxicosis in the Canada goose. **Avian diseases**, v. 19, n. 2, p. 385–7, 1975.

HERZOG, S. K.; KESSLER, M.; CAHILL, T. M. Estimating species richness of tropical bird communities from rapid assessment data. **The Auk**, v. 119, n. 3, p. 749–770, 1 jul. 2002.

HILÁRIO, R. R.; ESCARLATE-TAVARES, F. *Callithrix flaviceps*. In: ESCARLATE-TAVARES, F.; VALENÇA-MONTENEGRO, M. M.; JERUSALINSKY, L. (Eds.). **Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Mamíferos da Mata Atlântica**. Brasília, DF: ICMBio, 2016. p. 148–153.

HIRSCH, A.; CHIARELLO, A. G. **The endangered maned sloth *Bradypus torquatus* of the Brazilian Atlantic forest: A review and update of geographical distribution and habitat preferences** *Mammal Review*, 2012.

HOPPE, J. P. M.; DITCHFIELD, A. D. First occurrence of the recently described Patricia's Disk-winged bat *Thyroptera wynneae* (Chiroptera: Thyropteridae) in Espírito Santo, southeastern Brazil. **Check List**, v. 10, n. 3, p. 645–647, jul. 2014.

HUANG, M. Y.; DUAN, R. Y.; JI, X. Chronic effects of environmentally-relevant concentrations of lead in *Pelophylax nigromaculata* tadpoles: Threshold dose and adverse effects. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 104, n. 1, p. 310–316, 2014.

HUMPHREY, S. R.; BONACCORSO, F. J.; ZINN, T. L. Guild structure of surface-gleaning bats in Panama. **Ecology**, 1983.

IBAMA-COREC. **Parecer Técnico nº 1/2017-COREC/CGBIO/DBFLO**. Brasília - DF: [s.n.]. Disponível em: <http://www.golder.ca/en/modules.php?name=Pages&sp_id=331>.

IBAMA-COREC. **Parecer Técnico nº 15/2017-COREC/CGBIO/DBFLO**. Brasília - DF, Brasil: [s.n.].

IBAMA. Instrução Normativa Nº 13, de 19 de julho de 2013. . 2013.

IBAMA. **Lauda Técnico Preliminar: Impactos ambientais decorrentes do desastre envolvendo o rompimento da barragem de Fundão, em Mariana, Minas Gerais**. Brasília, DF: [s.n.].

IBAMA. **Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC) entre União/Estados de MG e ES/Samarco/Vale/BHP**. Brasília - DF: [s.n.].

ICMBIO. **Plano de Manejo da RPPN Santuário do Caraça, Minas Gerais**. Catas Altas, Santa Bárbara, MG: [s.n.]. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/docs-planos-de-manejo/rppn_santuário_do_caraca_pm.pdf>.

ICMBIO. Lista de Espécies Ameaçadas. **Ministério do Meio Ambiente**, p. 126–130, 2014.

IEF. **Plano de manejo do Parque Estadual do Rio Doce**. Disponível em: <<http://www.ief.mg.gov.br/component/content/article/306>>. Acesso em: 9 abr. 2019.

IEMA. **Plano de Manejo do Parque Estadual de Itaúnas**. Vitória, ES: [s.n.]. Disponível em: <<https://iema.es.gov.br/PEI>>.

IEMA. **Plano de manejo do Parque Natural Municipal do Aricanga Waldemar Devens**. Vitória, ES: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.pma.es.gov.br/meio-ambiente/25>>.

IEMA. **Plano de Manejo do Reserva de Desenvolvimento Sustentável Municipal Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim**. Aracruz, ES: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.pma.es.gov.br/meio-ambiente/27>>.

IEMA. **Plano de manejo da Reserva Ecológica dos Manguezais Piraquê-Açú e Piraquê-Mirim, Aracruz, ES**. Vitória, ES: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.pma.es.gov.br/meio-ambiente/27>>.

IEMA. **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental de Praia Mole, Serra/ES**. Vitória, ES: [s.n.]. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/APA_Praia_Mole>.

IEMA. **Plano de manejo da Área de Proteção Ambiental de Conceição da Barra**. Vitória, ES: [s.n.]. Disponível em: <https://iema.es.gov.br/APA_Conceicao>.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II – Mamíferos. In: **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília, DF: ICMBio, 2018a. v. IIp. 622.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção - Vol IV Répteis. In: **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília - DF: ICMBio, 2018b. p. 252.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume III - Aves. In: **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília, DF: ICMBio, 2018c. v. IIIp. 709.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume V - Anfíbios. In: **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. Brasília, DF: ICMBio, 2018d. v. Vp. 128.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORETAS. **Atlas da Fauna em Unidades de Conservação do Estado de Minas Gerais - Volume I - Mastofauna**. Belo Horizonte, MG: IEF, 2011.

IUCN. **The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 30 set. 2019a.

IUCN. **IUCN Crocodile Specialist Group**. Disponível em: <<http://www.iucnscg.org/>>. Acesso em: 27 out. 2019b.

IZECKSOHN, E.; DE CARVALHO, S. P. **Anfíbios do município do Rio de Janeiro**. 1a. ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora UFRJ, 2001.

JAMES, S. M.; LITTLE, E. E. The effects of chronic cadmium exposure on American toad (*Bufo americanus*) tadpoles. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 22, n. 2, p. 377–380, fev. 2003.

JAYAPRAKASH RAO, I.; MADHYASTHA, M. N. Toxicities of some heavy metals to the tadpoles of frog, *Microhyla ornata* (dumeril & bibron). **Toxicology Letters**, v. 36, n. 2, p. 205–208, 1987.

JEFFREE, R. A.; MARKICH, S. J.; TWINING, J. R. Element concentrations in the flesh and osteoderms of estuarine crocodiles (*Crocodylus porosus*) from the Alligator Rivers Region, Northern Australia: biotic and geographic effects. **Archives of environmental contamination and toxicology**, v. 40, n. 2, p. 236–45, fev. 2001.

JOHNSON, D. H. In defense of indices: the case of bird surveys. **Journal of Wildlife Management**, v. 72, n. 4, p. 857–868, 2008.

JOHNSON, P. T. The Effect of Trematode Infection on Amphibian Limb Development and Survivorship. **Science**, v. 284, n. 5415, p. 802–804, 30 abr. 1999.

JOSÉ ZOCHE, J. et al. Heavy metals and DNA damage in blood cells of insectivore bats in coal mining areas of Catarinense coal basin, Brazil. **Environmental Research**, v. 110, n. 7, p. 684–691, out. 2010.

KALKO, E. K. V.; HERRE, E. A.; HANDLEY, C. O. **Relation of fig fruit characteristics to fruit-eating bats in the New and Old World tropics**. Journal of Biogeography. **Anais...**1996

KALKO, E. K. V. Organisation and diversity of tropical bat communities through space and time. **Zoology**, v. 101, n. 1 998, p. 281–297, 1998.

KALKO, E. K. V.; HANDLEY, C. O. **Neotropical bats in the canopy: Diversity, community structure, and implications for conservation**. Plant Ecology. **Anais...**2001

KAPLAN, H. M.; YOH, L. Toxicity of Copper for Frogs. **Herpetologica**, v. 17, n. 2, p. 131–135, 1961.

KARANTH, U.; NICHOLS, J. D.; CULLEN JR., L. Armadilhamento fotográfico de grandes felinos: algumas considerações importantes. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Eds.). **Métodos de estudo em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. Curitiba, PR: Editora UFPR, 2009. p. 269–284.

KATTAN, G. H.; ALVAREZ-LOPEZ, H.; GIRALDO, M. Forest Fragmentation and Bird Extinctions: San Antonio Eighty Years Later. **Conservation Biology**, v. 8, n. 1, p. 138–146, mar. 1994.

KATZ, S. A.; SALEM, H. The toxicology of chromium with respect to its chemical speciation: A review. **Journal of Applied Toxicology**, v. 13, n. 3, p. 217–224, maio 1993.

KEESEN, F.; NUNES, A.; SCOSS, L. M. Updated list of mammals of Rio Doce State Park, Minas Gerais, Brazil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitao. Nova serie**, v. 38, n. 2, p. 139–162, 2016.

KELT, D. A.; HAFNER, M. S. Updated guidelines for protection of mammalogists and wildlife researchers from hantavirus pulmonary syndrome (HPS). **Journal of Mammalogy**, v. 91, n. 6, p. 1524–1527, 16 dez. 2010.

KHAN, B.; TANSEL, B. Mercury Bioconcentration Factors in American Alligators (*Alligator mississippiensis*) in the Florida Everglades. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 47, n. 1, p. 54–58, set. 2000.

KIESECKER, J. M. Synergism between trematode infection and pesticide exposure: A link to amphibian limb

deformities in nature? **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 99, n. 15, p. 9900–9904, 23 jul. 2002.

KITOWSKI, I. et al. Concentrations of lead and other elements in the liver of the white-tailed eagle (*Haliaeetus albicilla*), a European flagship species, wintering in Eastern Poland. **Ambio**, v. 46, n. 8, p. 825–841, 15 dez. 2017.

KLEMENS, M. W.; THORBJARNARSON, J. B. Reptiles as a food resource. **Biodiversity and Conservation**, v. 4, n. 3, p. 281–298, abr. 1995.

KLINGBEIL, B. T.; WILLIG, M. R. Guild-specific responses of bats to landscape composition and configuration in fragmented Amazonian rainforest. **Journal of Applied Ecology**, 2009.

KOMOSA, A. et al. Ecological factors helping to avoid the toxic element accumulation in livers of the lesser spotted eagle (*Clanga pomarina* Brehm) from Eastern Poland. **Journal of Elementology**, n. 1/2017, 25 dez. 2016.

KOMOSA, A.; KITOWSKI, I.; KOMOSA, Z. Essential trace (Zn, Cu, Mn) and toxic (Cd, Pb, Cr) elements in the liver of birds from Eastern Poland. **Acta veterinaria**, v. 62, n. 5–6, p. 579–589, 2012.

KREBS, C. J. Predation and Population Cycles of Small Mammals. **BioScience**, v. 46, n. 10, p. 754–764, nov. 1996.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. [s.l.: s.n.].

KUNZ, T. H. Roosting Ecology of Bats. In: **Ecology of Bats**. Boston, MA: Springer US, 1982. p. 1–55.

KUNZ, T. H.; LUMSDEN, L. F. Ecology of Cavity and Foliage Roosting bat. In: **Bat Ecology**. [s.l.: s.n.].

LANNOO, M. J. **Malformed frogs: The collapse of aquatic ecosystems**. [s.l.] University of California Press, 2008.

LAURANCE, W. F. et al. Biomass collapse in Amazonian forest fragments. **Science**, 1997.

LAWTON, J. H. Population abundance, geographic range and conservation: 1994 Witherby Lecture. **Bird Study**, v. 43, p. 3–19, 1996.

LESSA, L. G. et al. Mamíferos da Cadeia do Espinhaço: riqueza, ameaças e estratégias para conservação. **Megadiversidade**, 2008.

LIM, B. K.; ENGSTROM, M. D. Species diversity of bats (Mammalia: Chiroptera) in Iwokrama Forest, Guyana, and the Guianan subregion: Implications for conservation. **Biodiversity and Conservation**, 2001.

LIMA, D. O. **Padrões espaciais e demográficos do rato d'água *Nectomys squamipes* em rios e mata ciliar na bacia do rio Águas Claras, Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, RJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

LIMA, D. O. et al. Small mammal community structure and microhabitat use in the austral boundary of the Atlantic Forest, Brazil. **Zoologia**, v. 27, n. 1, p. 99–105, fev. 2010.

LIMA, D. O.; PINHO, G. M.; FERNANDEZ, F. A. DOS S. Spatial patterns of the semi-aquatic rodent *Nectomys squamipes* in Atlantic forest streams. **Journal of Natural History**, n. August 2015, p. 1–15, 6 ago. 2015.

LIMA, E. F. et al. Sinais clínicos, distribuição das lesões no sistema nervoso e epidemiologia da raiva em herbívoros na região Nordeste do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n. 4, 2005.

LINS, L. V. Diagnóstico ornitológico do Parque Estadual do Rio Doce. **IEF, Belo Horizonte**, 2001.

LOPES, L. E.; FERNANDES, A. M.; MARINI, M. Â. Diet of some Atlantic Forest birds. **Ararajuba**, 2005.

LOPES, M. A.; FERRARI, S. F. Effects of Human Colonization on the Abundance and Diversity of Mammals in Eastern Brazilian Amazonia. **Conservation Biology**, v. 14, n. 6, p. 1658–1665, 18 dez. 2000.

LÓPEZ-BAUCELLS, A. et al. **Field guide to the bats of the Amazon**. 2nd ed. ed. [s.l.] Pelagic Publishing, 2016.

LORENZUTTI, R.; ALMEIDA, A. DE P. **The mammal collection of Elias Lourenzutti Museum, in Linhares, Espírito Santo State, Brazil. A coleção de mamíferos do Museu Elias Lorenzutti em Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil.**, 2006a.

LORENZUTTI, R.; ALMEIDA, A. DE P. A coleção de mamíferos do Museu Elias Lorenzutti em Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (Nova Série)**, v. 19, p. 59–74, 2006b.

LORETTO, D. **Ecologia de pequenos mamíferos arborícolas: estado do conhecimento, métodos de amostragem e estudo populacional, com ênfase no bioma da Mata Atlântica**. Tese de Doutorado–[s.l.] Depto Ecologia - Programa de Pós-Graduação em Ecologia - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

LOVICH, J. E. et al. Where Have All the Turtles Gone, and Why Does It Matter? **BioScience**, v. 68, n. 10, p. 771–781, 2018.

MACEDO, J. et al. Classes de desenvolvimento em marsupiais: um método para animais vivos. **Mastozoologia Neotropical**, v. 13, n. 1, p. 133–136, 2006.

MACEDO, J. et al. História Natural dos mamíferos de uma área perturbada do Parque Nacional da Serra dos Órgãos. In: CRONEMBERGER, C.; VIVEIROS DE CASTRO, E. B. (Eds.). **Ciência e Conservação na Serra dos Órgãos**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007. p. 165–182.

MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. **Livro Vermelho Livro Vermelho da Fauna Brasileira**. [s.l.: s.n.]. v. I

MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção Vol. II**. 1a. ed. ed. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2008b. v. II

MACHADO, R. B. et al. Notes on the occurrence of *Jacamaralcyon tridactyla* (Vieillot) (Aves, Piciformes, Galbulidae) in an Atlantic forest fragment, municipality of Antônio Dias (Minas Gerais). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 4, p. 743–746, 1995.

MACHADO, R. B.; DA FONSECA, G. A. B. The Avifauna of Rio Doce Valley, Southeastern Brazil, a Highly Fragmented Area. **Biotropica**, v. 32, n. 4, p. 914, 2000.

MACHADO, R. B.; LAMAS, I. R. Avifauna associada a um reflorestamento de eucalipto no município de Antônio Dias, Minas Gerais. **Ararajuba**, v. 4, n. 1, p. 15–22, 1996.

MADER, H. J. Animal habitat isolation by roads and agricultural fields. **Biological Conservation**, 1984.

MAGESKI, M. M. et al. Bromeliad Selection by *Phyllodytes luteolus* (Anura, Hylidae): The Influence of Plant Structure and Water Quality Factors. **Journal of Herpetology**, 2016.

MAGNUSSON, W. E. et al. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. **Biota Neotropica**, v. 5, n. 2, 2005.

MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. M. DA S. Cuvier's smooth-fronted caiman *Paleosuchus palpebrosus*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodiles Status Survey and Conservation Action Plan**. 3a. ed. [s.l.] Crocodile Specialist Group, 2010a. p. 40–42.

MAGNUSSON, W. E.; CAMPOS, Z. M. DA S. Schneider's smooth-fronted caiman *Paleosuchus trigonatus*.

In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). . **Crocodiles. Status survey and conservation action plan**. 3a. ed. [s.l.] Crocodile Specialist Group: Darwin, 2010b. p. 43–45.

MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Cambridge: Cambridge university Press, 1988.

MAGURRAN, A. E.; MCGILL, B. J. **Measuring Biological Diversity**. 2nd ed ed. [s.l.] Oxford University Press, 2011.

MAHAPATRA, P. K.; MOHANTY-HEJMADI, P.; CHAINY, G. B. Specific limb abnormalities induced by hydrogen peroxide in tadpoles of Indian jumping frog, *Polypedates maculatus*. **Indian journal of experimental biology**, v. 39, n. 11, p. 1103–6, nov. 2001.

MANOLIS, S. C.; WEBB, G. J.; BRITTON, A. R. Crocodilian and other reptiles: Bioindicators of pollution. **The Finniss River: a natural laboratory of mining impacts: past, present and future.**, p. 65–69, 2002.

MARES, M. A. et al. The mammals of northeastern Brazil a preliminary assessment. **Annals of Carnegie Museum of Natural History**, v. 50, p. 81–137, 1981.

MARINHO-FILHO, J. S.; GASTAL, M. Mamíferos das matas ciliares dos cerrados do Brasil Central. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO-FILHO, H. F. (Eds.). . **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, SP: EDUSP, 2000. p. 209–221.

MARINI, M. Â.; LOPES, L. E. Novo limite sul na distribuição geográfica de *Sakesphorus cristatus* (Thamnophilidae). **Ararajuba**, v. 13, n. 1, p. 105–106, 2005.

MARQUES, T. S. et al. Primeiro registro de larvas de *Chironomus inquinatus* Correia, Trivinho-Strixino & Michailova (Diptera, Chironomidae) vivendo no casco do cágado *Phrynops geoffroanus* Schweigger (Testudines, Chelidae) na região Neotropical. **Biota Neotropica**, 2008.

MARTIN, P. A. et al. Lead in the tissues of terrestrial raptors in southern Ontario, Canada, 1995–2001. **Science of The Total Environment**, v. 391, n. 1, p. 96–103, fev. 2008.

MARTINS, F. I.; SOUZA, F. L. DE; COSTA, H. T. M. DA. Feeding habits of *Phrynops geoffroanus* (Chelidae) in an urban river in central Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, 2010.

MARTINS, W. P. **Densidade Populacional e Ecologia de um grupo macaco-prego-de-crista (*Cebus robustus*; Kuhl, 1820) na Reserva Natural Vale**. [s.l.] UFMG, 2010.

MASSARA, R. L. et al. Ocelot population status in protected brazilian atlantic forest. **PLoS ONE**, 2015.

MATAVELLI, R. et al. First record of *Rhinella ocellata* (Günther, 1858) (Bufonidae) for the state of Maranhão, Northeastern Brazil. **Check List**, v. 10, n. 2, p. 432–433, 2014.

MATSON, J. O.; ABRAVAYA, J. P. *Blarinomys breviceps*. **Mammalian Species**, v. 74, n. 74, p. 1, 15 jun. 1977.

MAZZONI, L. et al. Revision of the range of the Rio de Janeiro Antbird *Cercomacra brasiliana* Hellmayr, 1905 (Aves: Passeriformes: Thamnophilidae). **Check List**, v. 10, p. 423, 2014.

MAZZONI, L. G. et al. New records of the Forbes's Blackbird *Curaeus forbesi* (Sclater, 1886) in the state of Minas Gerais, with comments on its conservation. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 20, n. 1, p. 44–47, 2012.

MCGREGOR, R. L.; BENDER, D. J.; FAHRIG, L. Do small mammals avoid roads because of the traffic? **Journal of Applied Ecology**, v. 45, n. 1, p. 117–123, 2008.

MCTIC. **Diretriz da Prática de Eutanásia do Conceia** Brasília - DF, Brasil Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal, , 2018.

MECHE, A. et al. Determination of heavy metals by inductively coupled plasma-optical emission spectrometry in fish from the Piracicaba River in Southern Brazil. **Microchemical Journal**, v. 94, n. 2, p. 171–174, mar. 2010.

MEDELLÍN, R. A.; EQUIHUA, M.; AMIN, M. A. Bat diversity and abundance as indicators of disturbance in neotropical rainforest. **Conservation Biology**, 2000.

MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur América, Vol. I: Los Crocodylia de Colombia**. 7a. ed. Bogotá, CO: Editora Carrera, 1981.

MEDEM, F. **Los Crocodylia de Sur America**. Bogotá, CO: Instituto de Ciencias Naturales, Museo de Historia Natural, Universidad Nacional, 1983.

MEDICI, E. P.; PAULA, R. C. DE; MORATO, R. **Sumário Executivo Do Plano De Ação Nacional Para a Conservação Do Lobo-Guará**. Brasília, DF: ICMBio, 2008.

MEDINA, R. G.; PONSSA, M. L.; ARÁOZ, E. Environmental, land cover and land use constraints on the distributional patterns of anurans: *Leptodactylus* species (Anura, Leptodactylidae) from Dry Chaco. **PeerJ**, v. 2016, n. 11, 2016.

MELO, F. R. et al. A fauna de mamíferos e o plano de manejo do Parque Estadual do Itacolomi, Ouro Preto, Minas Gerais. **MG.Biota**, v. 1, n. 6, p. 18–41, 2009.

MELO, F. R. *Brachyteles hypoxanthus*. In: ESCARLATE-TAVARES, F.; VALENÇA-MONTENEGRO, M. M.; JERUSALINSKY, L. (Eds.). **Plano de Ação Nacional para a Conservação dos mamíferos da Mata Atlântica Central**. Brasília, DF: ICMBio, 2016. p. 191–198.

MELO, G. L.; SPONCHIADO, J. Distribuição geográfica dos marsupiais no Brasil. In: CÁCERES, N. C. (Ed.). **Os Marsupiais do Brasil: Biologia, Ecologia e Evolução**. 2nd. ed. ed. Campo Grande, MS: Editora UFMS, 2012. p. 95–112.

MELO, M. T. Q. Dieta do Caiman latirostris no sul do Brasil. In: VERDADE, L. M.; LARRIERA, A. (Eds.). **Conservação e manejo de jacarés e crocodilos da América Latina**. 1a. edição ed. Piracicaba, SP: C. N. Editoria, 2002. p. 116–125.

MENDES, S. L. Estudo ecológico de *Alouatta fusca* (primates: Cebidae) na Estação Biológica de Caratinga, MG. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 6, n. 2, 1989.

MENDES, S. L.; BRANDÃO, L. D.; IGAYARA, C. **Callithrix aurita (E. Geoffroy in Humboldt, 1812)**. [s.l: s.n.].

MENGAK, M. T.; GUYNN JR., D. C. Pitfalls and snap traps for sampling small mammals and herpetofauna. **American Midland Naturalist**, v. 118, n. 2, p. 284–288, 1987.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 71, n. 3–1, p. 445–463, 1999.

MICHALSKI, F.; PERES, C. A. Disturbance-mediated mammal persistence and abundance-area relationships in Amazonian forest fragments. **Conservation Biology**, 2007.

MICKLEBURGH, S. P.; HUTSON, A. M.; RACEY, P. A. A review of the global conservation status of bats. **Oryx**, v. 36, n. 1, p. 18–34, jan. 2002.

MITTERMEIER, R. A. et al. **Conservation of amphibians and reptiles**. Herpetology: Current Research on the Biology of Amphibians and Reptiles. K. Adler (ed.). Society for the Study of Amphibians and Reptiles Publication, Missouri. **Anais...**1992

MITTERMEIER, R. A. et al. Wilderness and biodiversity conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 100, n. 18, p. 10309–13, 2 set. 2003.

MMA. **Biodiversidade brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros**. Brasília, DF: MMA, 2002.

MMA. **Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização - Portaria MMA nº9, de 23 de janeiro de 2007**. Brasília, DF: MMA, 2007. v. 31

MMA. **Mapa de Unidades de Conservação e Terras Indígenas na Área de Aplicação da Lei da Mata Atlântica**. Brasília, DF: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/informma/item/268-mapa-de-uc-s-e-terras-indigenas>>.

MÔNICO, A. T.; SILVA-SOARES, T.; CLEMENTE-CARVALHO, R. B. G. *Pipa carvalhoi* (Carvalho's Surinam Toad; Sapo d'água). Hindlimb malformation. **Herpetological Review**, v. 47, n. 1, p. 115, 2016.

MÔNICO, A. T.; SILVA-SOARES, T.; KOCH, E. D. Malformation in three anuran species from a preserved remnant of Atlantic Forest in southeastern Brazil. **Neotropical Biology and Conservation**, v. 14, n. 2, p. 213–220, 22 jul. 2019.

MOREIRA, D. DE O.; COUTINHO, B. R.; MENDES, S. L. O status do conhecimento sobre a fauna de mamíferos do Espírito Santo baseado em registros de museus e literatura científica. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 2, p. 163–173, 2008.

MORELLATO, L. P. C.; HADDAD, C. F. B. Introduction: The Brazilian Atlantic Forest. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 786–792, dez. 2000.

MORRISON, J. C. et al. Persistence of Large Mammal Faunas as Indicators of Global Human Impacts. **Journal of Mammology**, v. 88, n. 6, p. 1363–1380, dez. 2007.

MOSHER, J. A.; FULLER, M. R. Surveying Woodland Hawks with Broadcasts of Great Horned Owl Vocalizations. **Wildlife Society Bulletin (1973-2006)**, v. 24, n. 3, p. 531–536, 1996.

MOTTA-JÚNIOR, J. C. Estrutura trófica e composição da avifauna de três habitats terrestres na região central do Estado de São Paulo. **Ararajuba**, v. 1, p. 65–71, 1990.

MOULTON, T. P.; MAGNUSSON, W. E.; MELO, M. T. Q. Growth of Caiman latirostris Inhabiting a Coastal Environment in Brazil. **Journal of Herpetology**, v. 33, n. 3, p. 479, set. 1999.

MOURA, M. R. et al. Herpetofauna da Serra do Brigadeiro, um remanescente de Mata Atlântica em Minas Gerais, sudeste do Brasil. **Biota Neotropica**, v. 12, n. 1, p. 209–235, mar. 2012.

MOURA, R. **Análise comparativa da estrutura de comunidades de pequenos mamíferos em remanescentes de Mata Atlântica e Plantio de cacau em sistema de Cabruca no Sul da Bahia** Dissertação de Mestrado em Ecologia, UFMG, 1999.

MOURÃO, G.; CAMPOS, Z. M. DA S. Survey of broad-snouted caiman *Caiman latirostris*, marsh deer *Blastocerus dichotomus* and capybara *Hydrochaeris hydrochaeris* in the area to be inundated by Porto Primavera Dam, Brazil. **Biological Conservation**, 1995.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. February, p. 853–858, 24 fev. 2000.

NARVAES, P.; BERTOLUCI, J.; RODRIGUES, M. T. Composição, uso de hábitat e estações reprodutivas das espécies de anuros da floresta de restinga da Estação Ecológica Juréia-Itatins, sudeste do Brasil. **Biota Neotrop.**, v. 9, n. 2, p. 117–124, 2009.

NASCIMENTO, J. L. DO; CAMPOS, I. B. **Atlas da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção em Unidades de Conservação Federais**. Brasília, DF: ICMBio, 2011.

NASCIMENTO, M. C. DO; STUMPP, R.; LESSA, G. Bats (Mammalia: Chiroptera) of Mata do Paraíso

research station, Viçosa, Minas Gerais, Brazil. **Check List**, v. 9, n. 6, p. 1406, 1 nov. 2013a.

NASCIMENTO, M. C. DO; STUMPP, R.; LESSA, G. Bats (Mammalia: Chiroptera) of Mata do Paraíso research station, Viçosa, Minas Gerais, Brazil. **Check List**, v. 9, n. 6, p. 1406, 1 nov. 2013b.

NATALE, G. S.; BASSO, N. G.; RONCO, A. E. Effect of Cr(VI) on early life stages of three species of hylid frogs (Amphibia, Anura) from South America. **Environmental Toxicology**, v. 15, n. 5, p. 509–512, 2000.

NAUWELAERTS, S.; COECK, J.; AERTS, P. Visible implant elastomer as a method for marking adult anurans. **Herpetological Review**, v. 31, p. 154–155, 30 nov. 1999.

NEVES, D. N. . **Distribuição potencial do jacaré-de-papo-amarelo (Caiman latirostris, daudin 1802) no Estado do Espírito Santo, Sudeste do Brasil**. Dissertação–[s.l.] Universidade Vila Velha, 2019.

NILSEN, F. M. et al. Trace element biodistribution in the American alligator (*Alligator mississippiensis*). **Chemosphere**, v. 181, p. 343–351, ago. 2017a.

NILSEN, F. M. et al. Evaluating mercury concentrations and body condition in American alligators (*Alligator mississippiensis*) at Merritt Island National Wildlife Refuge (MINWR), Florida. **Science of The Total Environment**, v. 607–608, p. 1056–1064, dez. 2017b.

NILSEN, F. M. et al. Examining toxic trace element exposure in American alligators. **Environment International**, v. 128, p. 324–334, jul. 2019.

NOGUEIRA, M. R. et al. New Genus and Species of Nectar-Feeding Bat from the Atlantic Forest of Southeastern Brazil (Chiroptera: Phyllostomidae: Glossophaginae). **American Museum Novitates**, v. 3747, n. 3747, p. 1–30, jun. 2012.

NOGUEIRA, M. R. et al. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. **Check List**, v. 10, n. 4, p. 808–821, 2014.

NOGUEIRA, M. R. et al. **Updated checklist of Brazilian bats: version 2018.1**. Brasil: Brazilian Bat List Committee - SBEq, 2019a. Disponível em: <https://www.sbeq.net/updatelist#_blank>.

NOGUEIRA, M. R. et al. **Updated checklist of Brazilian bats: version 2018.1**. Brasil: Brazilian Bat List Committee - SBEq, 2019b.

NOWAK, R. M. et al. **Walker's bats of the world**. 1st ed. ed. Baltimore, Maryland, Maryland: Johns Hopkins University Press, 1994.

O'CONNELL, A. F.; NICHOLS, J. D.; KARANTH, K. U. Camera traps in animal ecology: Methods and analyses. **Camera Traps in Animal Ecology: Methods and Analyses**, n. January 2011, p. 1–271, 2011.

O'DEA, N.; WATSON, J. E. M.; WHITTAKER, R. J. Rapid assessment in conservation research: a critique of avifaunal assessment techniques illustrated by Ecuadorian and Madagascan case study data. **Diversity and Distributions**, v. 10, n. 1, p. 55–63, 6 jan. 2004.

O'DEA, N.; WHITTAKER, R. J. How resilient are Andean montane forest bird communities to habitat degradation? **Biodiversity and Conservation**, v. 16, n. 4, p. 1131–1159, 2007.

OLFF, H.; RITCHIE, M. E.; PRINS, H. H. T. Global environmental controls of diversity in large herbivores. **Nature**, 2002.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. M. A. L.; AURELIO, M. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. **Biotropica**, v. 32, n. 4b, p. 793–810, dez. 2000.

OLIVEIRA, A. C. et al. **Manejo e recuperação de habitats para a fauna silvestre na V & M Florestal**. Anais do V Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas: Água e Biodiversidade.

Anais...Belo Horizonte, MG: SOBRADE/UFLA, 2002

OLIVEIRA, L. F. DE. **Assembleia de Chiroptera (Mammalia) no Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais: riqueza, composição e estratificação vertical**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada)–Lavras, MG, MG: Universidade Federal de Lavras, 28 jun. 2013.

OLIVEIRA, T. G. DE; CASSARO, K. **Guia de Campo dos Felinos do Brasil**. 3rd ed. ed. Atibaia, SP: Instituto Pró-Carnívoros, 2006.

OLIVEIRA, J. C. F. et al. First-order effects of fire and prolonged-drought effects on an undescribed semi-aquatic turtle in Atlantic rainforest in southeastern Brazil. **Journal of Coastal Conservation**, p. 1–6, 5 nov. 2018.

OPREA, M. et al. Do wooded streets provide connectivity for bats in an urban landscape? **Biodiversity and Conservation**, 2009.

ORRELL, T. **NMNH Extant Specimen Records**. Washington, D.C.: [s.n.]. Disponível em: <https://collections.nmnh.si.edu/ipr/resource?r=nmnh_extant_dwc-a&v=1.19>.

ORTIZ-SANTALIESTRA, M. E. et al. Pollutant accumulation patterns in nestlings of an avian top predator: biochemical and metabolic effects. **Science of The Total Environment**, v. 538, p. 692–702, dez. 2015.

OTTO POULSEN, B.; KRABBE, N. Avifaunal diversity of five high-altitude cloud forests on the Andean western slope of Ecuador: testing a rapid assessment method. **Journal of Biogeography**, v. 25, n. 1, p. 83–93, jan. 1998.

OUELLET, M. et al. Hindlimb deformities (ectromelia, ectrodactyly) in free-living anurans from agricultural habitats. **Journal of Wildlife Diseases**, v. 33, n. 1, p. 95–104, jan. 1997.

PADOA-SCHIOPPA, E. et al. Bird communities as bioindicators: The focal species concept in agricultural landscapes. **Ecological Indicators**, v. 6, n. 1, p. 83–93, jan. 2006.

PAGLIA, A. P. et al. **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil / Annotated Checklist of Brazilian Mammals. 2ª Edição / 2nd Edition. Occasional Papers in Conservation Biology, No. 6. Conservation International, Arlington, VA. 76pp.** [s.l.: s.n.].

PAIN, D. J.; SEARS, J.; NEWTON, I. Lead concentrations in birds of prey in Britain. **Environmental Pollution**, v. 87, n. 2, p. 173–180, 1995.

PALMEIRIM, J. M.; GORCHOY, D. L.; STOLESON, S. Trophic structure of a neotropical frugivore community: is there competition between birds and bats? **Oecologia**, v. 79, n. 3, p. 403–411, 6 maio 1989.

PARDIÑAS, U. F. J. et al. A new genus for *Habrothrix angustidens* and *Akodon serrensis* (Rodentia, Cricetidae): again paleontology meets neontology in the legacy of Lund. **Mastozoología Neotropical**, v. 23, n. 1, p. 93–115, 2016.

PARDINI, R. et al. The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape. **Biological Conservation**, v. 124, n. 2, p. 253–266, jul. 2005.

PARKER III, T. A. On the Use of Tape Recorders in Avifaunal Surveys. **The Auk**, v. 2, n. 1, p. 443–444, 1991.

PASSAMANI, M.; MENDES, S. L. **Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no Estado do Espírito Santo**. Vitória, ES: Instituto de Pesquisas da Mata Altântica, 2007.

PATTON, J. L. et al. **Mammals of South America, Volume 2: Rodents**. [s.l.] University of Chicago Press, 2015. v. 53

PATTON, J. L.; PARDIÑAS, U. F. J.; D'ELÍA, G. **Mammals of South America**. 1st. ed. ed. Chicago, Ill.: The University of Chicago Press, 2015. v. 2

PEDRO, W. A.; TADDEI, V. A. **Taxonomic assemblages of bats from Panga Reserve, Southeastern Brazil: abundance patterns and trophic relations in the Phyllostomidae (Chiroptera)** Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão, 1997.

PEIXOTO, O. L. Associação de anuros a bromeliáceas na Mata Atlântica. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, v. 17, n. 2, p. 75–83, 1995.

PENNEY, K. M. et al. The visible implant elastomer marking technique in use for small reptiles. **Herpetological Review**, v. 32, n. 4, p. 236–241, 1 jan. 2001.

PERACCHI, A. L.; NOGUEIRA, M. R.; LIMA, I. P. Novos achegos à lista de quirópteros do município de Linhares, estado do Espírito Santo, sudeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). **Chiroptera Neotropical**, 2011.

PERES, C. A.; CUNHA, A. A. **Manual para censo e monitoramento de vertebrados de médio e grande porte por transeção linear em florestas tropicais**. Primeira E ed. Brasília, DF: Wildlife Conservation Society, Ministério do Meio Ambiente e ICMBio, 2011.

PERLO, B. VAN. **A field guide to the birds of Brazil**. Oxford: Oxford University Press, 2009.

PIACENTINI, V. DE Q. et al. Lista comentada das aves do Brasil pelo Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 23, n. 2, p. 91–298, 2015.

PIACENTINI, V. DE Q.; SILVEIRA, L. F.; STRAUBE, F. C. A coleta de aves e a sua preservação em coleções científicas. In: VON MATTER, S. et al. (Eds.). **Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. 1a. ed. ed. Rio de Janeiro, RJ: Technical Books Editora, 2010. p. 1–18.

PIGNATI, M. et al. Assessment of Mercury Concentration in Turtles (*Podocnemis unifilis*) in the Xingu River Basin, Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 6, p. 1185, 6 jun. 2018.

PIHA, H.; PEKKONEN, M.; MERILÄ, J. Morphological Abnormalities in Amphibians in Agricultural Habitats: A Case Study of the Common Frog *Rana Temporaria*. **Copeia**, v. 2006, n. 4, p. 810–817, 2006.

PIMENTA, V. T. **Segregação de recursos por diferentes espécies de morcegos (Mammalia: Chiroptera) na Reserva Biológica de Sooretama**. Dissertação de Mestrado–[s.l.] Universidade Federal do Espírito Santo, 22 mar. 2013.

PIÑA, C. I. et al. Heavy Metal Contamination in *Phrynops geoffroanus* (Schweigger, 1812) (Testudines: Chelidae) in a River Basin, São Paulo, Brazil. **Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 83, n. 6, p. 771–775, 26 dez. 2009.

PINENT, S. M. J. et al. Species composition and structure of Thysanoptera communities in different microhabitats at the Parque Estadual de Itapuã, Viamão, RS. **Brazilian Journal of Biology**, v. 66, n. 3, p. 765–779, 2006.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000.

PITT, A. L.; NICKERSON, M. A. Potential recovery of a declined turtle population diminished by a community shift towards more generalist species. **Amphibia Reptilia**, 2013.

PLESSL, C. et al. Heavy metals in the mallard *Anas platyrhynchos* from eastern Austria. **Science of The Total Environment**, v. 580, p. 670–676, fev. 2017.

POLIS, G. A. et al. **When is a trophic cascade a trophic cascade?** Trends in Ecology and Evolution, 2000.

POMBAL JR, J. P.; GORDO, M. Anfíbios anuros da Juréia. In: **Estação Ecológica Juréia-Itatins. Ambiente Físico, Flora e Fauna**. 1a. ed. Ribeirão Preto, SP: Holos, 2004. p. 243–256.

PRADEL, R. Utilization of Capture-Mark-Recapture for the Study of Recruitment and Population Growth Rate. **Biometrics**, v. 52, n. 2, p. 703, jun. 1996.

PROCTOR, N. S.; LYNCH, P. J. **Manual of ornithology: avian structure & function**. New Haven, Connecticut: Yale University Press, 1998.

PUSCHNER, B.; ST LEGER, J.; GALEY, F. D. Normal and toxic zinc concentrations in serum/plasma and liver of psittacines with respect to genus differences. **Journal of veterinary diagnostic investigation : official publication of the American Association of Veterinary Laboratory Diagnosticians, Inc**, v. 11, n. 6, p. 522–7, nov. 1999.

QUINN, J. E. et al. Application of detectability in the use of indicator species: A case study with birds. **Ecological Indicators**, v. 11, n. 5, p. 1413–1418, set. 2011.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria**, 2018.

RALPH, C. J. et al. **Handbook of field methods for monitoring landbirds**. Albany, CA: USDA Forest Service/UNL Faculty publications, 1993.

RAMOS-ROSAS, N. N. et al. Heavy metals in the habitat and throughout the food chain of the Neotropical otter, *Lontra longicaudis*, in protected Mexican wetlands. **Environmental Monitoring and Assessment**, 2013.

RAMSAR. The List of Wetlands of International Importance. **Ramsar**, 2018.

REAL, R. et al. Relative importance of environment, human activity and spatial situation in determining the distribution of terrestrial mammal diversity in Argentina. **Journal of Biogeography**, v. 30, p. 939–947, 2003.

REIS, N. R. DOS et al. **Morcegos do Brasil**. 1a. ed. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2007.

REIS, N. R. et al. **Mamíferos do Brasil**. Segunda ed ed. Londrina, PR: Universidade Estadual de Londrina, 2011.

REIS, N. R. et al. **Morcegos do Brasil: Guia de Campo**. [s.l: s.n.].

RENIJO, L. M. Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. **Conservation Biology**, v. 13, p. 1124–1139, 1999.

REZENDE, C. L. et al. From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 4, p. 208–214, 2018.

RHODIN, A. G. J. et al. **Turtles of the World: Annotated Checklist and Atlas of Taxonomy, Synonymy, Distribution, and Conservation Status (8th Ed.)**. [s.l.] Chelonian Research Foundation & Turtle Conservancy, 2017.

RHODIN, A. G. J. et al. Global Conservation Status of Turtles and Tortoises (Order Testudines). **Chelonian Conservation and Biology**, v. 17, n. 2, p. 135–161, 2018.

RHODIN, A. G. J.; DA ROCHA E SILVA, R.; MITTERMEIER, R. A. Distribution of the South American Chelid Turtles *Platemys radiolata* and *P. spixii*. **Copeia**, v. 1984, n. 3, p. 780, 1 ago. 1984.

RIBEIRO, A. L. **Comunidades de aves de uma área do Médio Rio Doce, Minas Gerais, sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado–São Carlos, SP: Universidade Federal de São Carlos, 2008.

RIBEIRO, L. E. DE S.; UTTA, A. C. DA S.; BARRETO, L. Diet of *phrynosoma geoffroanus* (Schweigger 1812)

(Chelidae) in an environmental protection area in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. **Herpetological Conservation and Biology**, v. 12, n. 2, p. 556–564, 2017.

RIBEIRO, P.; MELO JUNIOR, J. C. Richness and community structure of sand dunes (restinga) in Santa Catarina: subsidies for ecological restoration. **Acta Biológica Catarinense**, v. 3, n. 1, p. 25–35, 2016.

RIBON, R. Amostragem de Aves pela Metodologia de Listas de Mackinnon. In: MATTER, S. VON et al. (Eds.). **Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisas e Levantamento**. 1a. edição ed. Rio de Janeiro, RJ: Technical Books Editora, 2010. p. 33–44.

RIBON, R.; SIMON, J. E.; DE MATTOS, G. T. Bird Extinctions in Atlantic Forest Fragments of the Viçosa Region, Southeastern Brazil. **Conservation Biology**, v. 17, n. 6, p. 1827–1839, dez. 2003.

RIDGELY, R. S.; TUDOR, G. **Field Guide to the Songbirds of South America: The Passerines**. Texas: University of Texas Press, 2009.

RIEVERS, C. R. **Anfíbios anuros de serrapilheira do Parque Estadual do Rio Doce: resposta à disponibilidade de recursos e aos fatores climáticos**. [s.l.: s.n.].

ROCHA, C. F. D. et al. Endemic and threatened tetrapods in the restingas of the biodiversity corridors of Serra do Mar and of the Central da Mata Atlântica in eastern Brazil. **Brazilian journal of biology = Revista brasileira de biologia**, v. 65, n. 1, p. 159–168, 2005.

ROCHA, D. E. **Mamíferos da região de Caratinga, MG - Brasil**.

RODRIGUES, M. et al. Avifauna, Alto do Palácio, Serra do Cipó National Park, state of Minas Gerais, southeastern Brazil. **Check List**, v. 7, n. 2, p. 151, 1 mar. 2011.

RODRIGUES, M. T. Conservação dos répteis brasileiros: os desafios para um país megadiverso. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 87–94, 2005.

RODRIGUEZ, A. et al. Discovery of skin alkaloids in a miniaturized eleutherodactylid frog from Cuba. **Biology Letters**, v. 7, n. 3, p. 414–418, 2011.

RODRÍGUEZ MATA, J., F. E. Y. M. R. **Guía de campo Collins, Aves de Sudamérica, No Passeriformes**. [s.l.] Harper Collins Publishers., 2006.

ROOS, A. L. Capturando Aves. In: MATTER, S. VON et al. (Eds.). **Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e conservação**. 1a. edição ed. Rio de Janeiro, RJ: Technical Books Editora, 2010a. p. 77–104.

ROOS, A. L. C. AVES. Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento. In: **Ornitologia e Conservação. Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. 1ª ed. ed. Rio de Janeiro: Technical Books Editora, 2010b. p. 516.

ROSADA, T. R. et al. **Morcegos (Chiroptera, Mammalia) que utilizam cavidades naturais antropizadas na região de Ouro Preto, Minas Gerais**. Anais do 33º Congresso Brasileiro de Espeleologia. **Anais...**2015Disponível em: <www.cavernas.org.br>. Acesso em: 31 jan. 2019

ROWE, J. W. Activity and movements of Midland Painted Turtles (*Chrysemys picta marginata*) living in a small marsh system on Beaver Island, Michigan. **Journal of Herpetology**, 2003.

ROWE, J. W.; COVAL, K. A.; DUGAN, M. R. Nest Placement, Nest-Site Fidelity and Nesting Movements in Midland Painted Turtles (*Chrysemys picta marginata*) on Beaver Island, Michigan. **The American Midland Naturalist**, v. 154, p. 383–397, 2005.

RUEDA-ALMONACID, J. V. et al. **Las tortugas y los crocodilianos de los países andinos del trópico**. [s.l.: s.n.].

RUEDAS, L. A. et al. a Prolegomenon To the Systematics of South American Cottontail Rabbits (Mammalia, Lagomorpha, Leporidae: Sylvilagus): Designation of a Neotype for Miscellaneous Publications Museum of Zoology, University of Michigan, No. 205. **Misc. Publ. Mus. Zool., Univ. Michigan Misc. Publ. Mus. Zool., Univ. Michigan**, 2017.

RYLANDS, A. B.; KEUROGHILIAN, A. **Primate populations in continuous forest and forest fragments in central Amazonia** *Acta Amazonica*, 1988.

SALLES, R. D. O. L.; SILVA-SOARES, T. *Phyllodytes luteolus* (Anura, Hylidae) as an Alien Species in the Rio de Janeiro municipality, State of Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. **Herpetology Notes**, v. 3, n. 1, p. 257–258, 2010.

SALVADOR-JR, L. F.; SILVA, F. A. Rapinantes diurnos em uma paisagem fragmentada de Mata Atlântica no alto rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão (N. Sér.)**, v. 25, p. 53–65, 2009.

SAMPAIO, E. M. **Effects of the forest fragmentation on the diversity and abundance patterns of central Amazonian bats**. Berlin: Logos Verlag, 2001.

SAMPAIO, R. et al. Long-term persistence of midsized to large-bodied mammals in Amazonian landscapes under varying contexts of forest cover. **Biodiversity and Conservation**, v. 19, n. 8, p. 2421–2439, 16 abr. 2010.

SÁNCHEZ-VIROSTA, P. et al. A review on exposure and effects of arsenic in passerine birds. **Science of the Total Environment**, v. 512–513, p. 506–525, 2015.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental - Conceitos e Métodos**. 2nd. ed. ed. São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2015.

SANTOS, A. J. Estimativas de riqueza em espécies. In: **Métodos de Estudos em Biologia da Conservação e Manejo da Vida Silvestre**. Curitiba, PR, PR: Editora da Universidade Federal do Paraná, Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, 2003. p. 19–41.

SANTOS, T. G. DOS et al. Mamíferos do campus da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 8, n. 1, p. 125–131, mar. 2008.

SANTOS, J. et al. High consumption of primates by pumas and ocelots in a remnant of the Brazilian Atlantic Forest. **Brazilian Journal of Biology**, 2014.

SAPORITO, R. A. et al. Alkaloids in the Mite *Schelorbates laevigatus*: Further Alkaloids Common to Oribatid Mites and Poison Frogs. **Journal of Chemical Ecology**, v. 37, n. 2, p. 213–218, 2011.

SATTERSFIELD, A. J. et al. **Endemic bird areas of the world: priorities for biodiversity conservation**. Cambridge: [s.n.]. v. 7

SAZIMA, M.; BUZATO, S.; SAZIMA, I. Bat-pollinated Flower Assemblages and Bat Visitors at Two Atlantic Forest Sites in Brazil. **Annals of Botany**, v. 83, n. 6, p. 705–712, jun. 1999.

SCHERER, J. D. F. M.; SCHERER, A. L.; PETRY, M. V. Estrutura trófica e ocupação de hábitat da avifauna de um parque urbano em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotemas**, v. 23, n. 1, p. 169–180, 26 abr. 2011.

SCHNEIDER, L. et al. Mercury bioaccumulation in four tissues of *Podocnemis erythrocephala* (Podocnemididae: Testudines) as a function of water parameters. **Science of the Total Environment**, v. 407, n. 3, p. 1048–1054, 2009.

SCHNEIDER, L. et al. Assessment of non-invasive techniques for monitoring mercury concentrations in species of Amazon turtles. **Toxicological & Environmental Chemistry**, v. 93, n. 2, p. 238–250, fev. 2011.

SCHNEIDER, L. et al. Mercury concentration in the spectacled caiman and black caiman (Alligatoridae) of

the Amazon: Implications for human health. **Archives of Environmental Contamination and Toxicology**, 2012.

SCHNEIDER, L. et al. An evaluation of the use of reptile dermal scutes as a non-invasive method to monitor mercury concentrations in the environment. **Chemosphere**, v. 119, p. 163–170, jan. 2015.

SEGALLA, M. V. et al. Brazilian Amphibians: List of Species. **Herpetologia Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 65–96, 2019.

SEKIAMA, M. L. et al. Morcegos do Parque Nacional do Iguaçu, Paraná (Chiroptera, Mammalia). **Revista Brasileira de Zoologia**, 2001.

SESSIONS, S. K.; RUTH, S. B. Explanation for naturally occurring supernumerary limbs in amphibians. **Journal of Experimental Zoology**, v. 254, n. 1, p. 38–47, abr. 1990.

SHANNON, C. E. A Mathematical Theory of Communication. **Bell System Technical Journal**, 1948.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3/4, p. 591, dez. 1965.

SHORE, R. et al. Mercury in Nonmarine Birds and Mammals. In: **Environmental Contaminants in Biota**. [s.l.] CRC Press, 2011. p. 609–624.

SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. 3a. ed ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora Nova Fronteira, 2001.

SIGRIST, T. **Guia de Campo - Avifauna Brasileira: Pranchas e Mapas**. Vinhedo, SP: Avis Brasilis, 2009a.

SIGRIST, T. **Iconografia das aves do Brasil**. Vinhedo, SP: Avis Brasilis, 2009b.

SIGRIST, T. **Guia de Campo - Avifauna Brasileira: Pranchas e Mapas**. Vinhedo, SP: Avis Brasilis, 2009c.

SIGRIST, T. **Iconografia das aves do Brasil: Mata Atlântica**. Vinhedo, SP: Avis Brasilis, 2012.

SILVA-SOARES, T.; MÔNICO, A. T. Hind limb malformation in the tree frog *Corythomantis greeningi* (Anura: Hylidae). **Phyllomedusa: Journal of Herpetology**, v. 16, n. 1, p. 117, 28 jun. 2017.

SILVA-SOARES, T.; SCHERRER, P. V. Amphibians of Parque Estadual do Forno Grande, State of Espírito Santo, Southeastern Brazil: Species composition and Conservation. **North-Western Journal of Zoology**, v. 9, n. 1, p. 113–120, 2013.

SILVA, J. M. DA. Birds of the Cerrado Region, South America. **Steenstrupia**, v. 21, p. 69–92, 1995.

SILVA, R.; PERINI, F. A.; OLIVEIRA, W. R. Bats from the city of Itabira, Minas Gerais, Southeastern Brazil. **Chiroptera Neotropical**, v. 11, n. 1–2, p. 216–219, 2005.

SIMMONS, N. B. Chiroptera. In: WILSON, D. E.; REEDER, D. M. (Eds.). **Mammal species of the world, and a taxonomic and geographic reference**. 3rd ed. ed. Baltimore, Maryland, Maryland: Johns Hopkins University Press, 2005. p. 312–529.

SIMON, J. E.; LIMA, S. R.; ALVES, A. Primeiro registro de *Podiceps major* (Boddaert, 1783) (Aves: Podicipedidae) para o estado do Espírito Santo, Brasil. **Boletim do Museu de Biologia Mello Leitão**, v. 18, p. 59–63, 2005.

SMITH, D. L. et al. Body burdens of heavy metals in Lake Michigan wetland turtles. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 188, n. 2, p. 128, fev. 2016.

SOUZA, A. Z. DE. ABUNDÂNCIA E DETECTABILIDADE DAS AVES COMUNS DO CERRADO DE MINAS GERAIS. 2014.

SOUZA, F. et al. Niche divergence and diversification in South American freshwater turtles of the genus *Acanthochelys* (Chelidae). **Amphibia-Reptilia**, v. 40, n. 4, p. 475–485, 2019.

SOUZA, F. L. et al. Dispersal of *Phrynops geoffroanus* (Chelidae) in an Urban River in Central Brazil. **Chelonian Conservation and Biology**, 2008.

SOUZA, F. L.; ABE, A. S. Feeding ecology, density and biomass of the freshwater turtle, *Phrynops geoffroanus*, inhabiting a polluted urban river in south-eastern Brazil. **Journal of Zoology**, 2000.

SOUZA, F. L.; ABE, A. S. Population Structure and Reproductive Aspects of the Freshwater Turtle, *Phrynops geoffroanus*, Inhabiting an Urban River in Southeastern Brazil. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, 2001.

SOUZA, F.; MARTINS, F. *Hydromedusa maximiliani* (Mikan 1825) – Maximilian's Snake-Necked Turtle, Brazilian Snake-Necked Turtle. In: **Conservation Biology of Freshwater Turtles and Tortoises**. [s.l.] Chelonian Research Foundation, 2009. p. 026.1-026.6.

SOUZA, R. A.; JÚNIOR, C. R. Composição e distribuição espacial da avifauna na RPPN Fazenda Macedônia, Ipaba – MG. **Atualidades Ornitológicas**, 2016.

SPENCE, A. R. et al. Detrimental Effects of Zinc Oxide Nanoparticles on Amphibian Life Stages. **Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology**, v. 325, n. 7, p. 415–424, 2016.

SPENCER, R. **The ringer's manual**. 2. ed. Tring: The British Trust for Ornithology, 1976.

SRBEK-ARAÚJO, A. C. et al. Records of the giant-armadillo *Priodontes maximus* (Cingulata: Dasypodidae) in the Atlantic Forest: are Minas Gerais and Espírito Santo the last strongholds of the species? **Zoologia (Curitiba)**, v. 26, n. 3, p. 461–468, 2009.

SRBEK-ARAÚJO, A. C. et al. A avifauna da Reserva Natural Vale, Linhares, Espírito Santo, Brasil. **Ciência & Ambiente**, v. 49, n. December, p. 169–191, 2015.

SRBEK-ARAÚJO, A. C.; CHIARELLO, A. G. Registro recente de harpia, *Harpia harpyja* (Linnaeus) (Aves, Accipitridae), na Mata Atlântica da Reserva Natural Vale do Rio Doce, Linhares, Espírito Santo e implicações para a conservação regional da espécie. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 23, n. 4, p. 1264–1267, 2006.

STALLINGS, J. R. et al. Mamíferos do Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 7, n. 4, p. 663–677, 1991.

STOTZ, D. F. et al. **Neotropical birds: ecology and conservation**. 1st ed. ed. Chicago, Ill.: University of Chicago Press, 1996.

STRAUBE, F. C.; BIANCONI, G. V. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. **Chiroptera Neotropical**, v. 8, n. 1–2, p. 150–152, 2002.

SUÁREZ-VILLOTA, E. Y. et al. Systematics of the genus *Oecomys* (Sigmodontinae: Oryzomyini): molecular phylogenetic, cytogenetic and morphological approaches reveal cryptic species. **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. XX, n. December, p. 1–29, 2017.

TALMAGE, S. S.; WALTON, B. T. Small mammals as monitors of environmental contaminants. **Reviews of environmental contamination and toxicology**, v. 119, p. 47–145, 1991.

TAVARES, V. D. C. et al. Bats of the state of Minas Gerais, southeastern Brasil. **Chiroptera Neotropical**, 2010.

TAVARES, V. DA C. Phyllostomid bat wings from Atlantic Forest bat ensembles: an ecomorphological study. **Chiroptera Neotropical**, v. 19, n. December 2013, p. 57–70, 2014.

TEIXEIRA, F. D.; PACHECO, A. A.; AZEVEDO, F. C. C. New Record of the Rufous-Vented Ground-Cuckoo (*Neomorphus geoffroyi dulcis*) in the Atlantic Forest, Brazil. **Revista Brasileira de Ornitologia-Brazilian Journal of Ornithology**, v. 22, n. 3, p. 278–280, 2014.

TELINO-JÚNIOR, W. R. et al. Estrutura trófica da avifauna na Reserva Estadual de Gurjaú, Zona da Mata Sul, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 22, n. 4, p. 962–973, dez. 2005.

TERBORGH, J. et al. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. **Science**, 2001.

TERBORGH, J. **Using Janzen-Connell to predict the consequences of defaunation and other disturbances of tropical forests** *Biological Conservation*, 2013.

TEW, T. E.; TODD, I. A.; MACDONALD, D. W. The effects of trap spacing on population estimation of small mammals. **Journal of Zoology**, v. 233, n. 2, p. 340–344, jun. 1994.

THOMÉ, M. T. C. et al. Barriers, rather than refugia, underlie the origin of diversity in toads endemic to the Brazilian Atlantic Forest. **Molecular ecology**, v. 23, n. 24, p. 6152–64, 2014.

TOBLER, M. W. et al. An evaluation of camera traps for inventorying large- and medium-sized terrestrial rainforest mammals. **Animal Conservation**, v. 11, n. 3, p. 169–178, jun. 2008.

TOCCHET, C. DE B. **A Fauna De Pequenos Mamíferos Terrestres Como Indicador Do Estado De Conservação Da Floresta Nacional De Ipanema, SP**. Monografia-[s.l.] Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba, 2009.

TOGNELLI, M. Assessing the utility of indicator groups for the conservation of South American terrestrial mammals. **Biological Conservation**, v. 121, n. 3, p. 409–417, fev. 2005.

TONINI, J. F. R.; COSTA, L. P.; CARNAVAL, A. C. Phylogeographic structure is strong in the Atlantic Forest; predictive power of correlative paleodistribution models, not always. **Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research**, 2013.

TORTOISE & FRESHWATER TURTLE SPECIALIST GROUP. *Hydromedusa maximiliani* (errata version published in 2016). In: **The IUCN Red List of Threatened Species**. [s.l.] IUCN, 1996. p. e.T10309A97269236.

TRAJANO, E. Ecologia de populações de morcegos cavernícolas em uma região cárstica do sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 1984.

TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A. Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. **Conservation Biology**, v. 14, n. 1, p. 18–30, fev. 2000.

TURTLE CONSERVATION COALITION. **Turtles in Trouble: The World's 25+ Most Endangered Tortoises and Freshwater Turtles - 2018**. Ojai, California: [s.n.]. Disponível em: <http://www.iucn-tftsg.org/wp-content/uploads/file/Top_25/Top_25+_Turtles_in_Trouble_2011.pdf>.

UEZU, A. Composição e estrutura da comunidade de aves na paisagem fragmentada do Pontal do Paranapanema. **Wild**, p. 193__, 2006.

VALE, M. M. et al. Endemic birds of the Atlantic Forest: traits, conservation status, and patterns of biodiversity. **Journal of Field Ornithology**, v. 89, n. 3, p. 193–206, set. 2018.

VALÉRIO, F. A. et al. Additions to the avifaunal inventory of the Serra do Brigadeiro. **Atualidades Ornitológicas**, v. 187, n. October 2015, p. 4–7, 2015.

VANZOLINI, P. E. Répteis e anfíbios ameaçados de extinção no Brasil. Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. **Academia Brasileira de Ciências**, p. 155–157, 1972.

VASCONCELOS, M. A. et al. Range extension for Marsh Tapaculo *Scytalopus iraiensis* to the highlands of

Minas Gerais, Brazil, with an overview of the species' distribution. **BULLETIN-BRITISH ORNITHOLOGISTS CLUB**, v. 128, n. 2, p. 101, 2008.

VEADO, M. E. V. **Caracterização da RPPN Feliciano Miguel Abdala**. Caratinga, MG: [s.n.].

VELAZCO, P. M. et al. Extraordinary Local Diversity of Disk-winged Bats with the Description of a New Species and Comments on Roosting Behavior. **American Museum Novitates**, n. 3795, p. 1–28, 2014.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. Modern Applied Statistics with S. **Issues of Accuracy and Scale**, n. March, p. 868, 2002.

VER HOEF, J. M.; BOVENG, P. L. Quasi-poisson vs. negative binomial regression: How should we model overdispersed count data? **Ecology**, v. 88, n. 11, p. 2766–2772, 2007.

VERDADE, L. M. et al. **Preliminary notes on nesting biology of the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*) in São Paulo, Brazil**. 11th Working Meeting of the Crocodile Specialist Group, Victoria Falls. Proceedings of the.... Gland, Switzerland: IUCN-The World Conservation Union. **Anais...**Gland: IUCN, 1992

VERDADE, L. M. Biología Reprodutiva do Jacaré-de-Papo-Amarelo (*Caiman latirostris*) em São Paulo, Brasil. In: **Conservación y Manejo de los Crocodylia de America Latina Vol 1**. 1a. ed. Santa Fé, Argentina: Fundación Banco Bica, Santo Tomé, 1995. p. 55–79.

VERDADE, L. M. A exploração da fauna silvestre no Brasil: Jacarés, sistemas e recursos humanos. **Biota Neotropica**, v. 4, n. 2, p. 1–12, 2004.

VERDADE, L. M.; LARRIERA, A.; PIÑA, C. I. Broad-snouted Caiman *Caiman latirostris*. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, C. (Eds.). **Crocodyles. Status Survey and Conservation Action Plan**. 3rd. ed. ed. [s.l.] IUCN, 2010. p. 18–22.

VERDADE, L. M.; PIÑA, C. I. ***Caiman latirostris***. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/2152/44772>>.

VERDADE, L. M.; ZUCOLOTO, R. B.; COUTINHO, L. L. Microgeographic variation in *Caiman latirostris*. **The Journal of experimental zoology**, v. 294, n. 4, p. 387–96, 15 dez. 2002.

VIANA, L. R.; VASCONCELOS, M. F.; DA FONSECA, G. A. B. Primeiro registro documentado de *Formicarius colma* Boddaert, 1783 (Aves: Formicariidae) para o Parque Estadual do Rio Doce, Minas Gerais, com o uso de armadilha fotogr??fica. **Lundiana**, v. 8, n. 2, p. 155–156, 15 fev. 2007.

VIEIRA, L. M. et al. Mercury and methyl mercury ratios in caimans (*Caiman crocodilus yacare*) from the Pantanal area, Brazil. **J. Environ. Monit.**, v. 13, n. 2, p. 280–287, 2011.

VIEIRA, M. V. et al. Land use vs. fragment size and isolation as determinants of small mammal composition and richness in Atlantic Forest remnants. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1191–1200, jun. 2009.

VELLIARD, J. M. E. et al. Levantamento quantitativo por pontos de escuta e o índice pontual de abundância. In: VON MATTER, S. et al. (Eds.). **Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento**. 1st ed. ed. Rio de Janeiro, RJ: Technical Books Editora, 2010. p. 47–60.

VELLIARD, J. M. E.; SILVA, W. R. Nova metodologia de levantamento quantitativo de avifauna e primeiros resultados no interior do Estado de São Paulo. **IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves (ENAVE)**, p. 117–151, 1990.

VITT, L. J.; CALDWELL, J. P. **Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles**. Academic Press. Cuarta Edición. Países Bajos. [s.l.: s.n.].

VIZOTTO, L. D.; TADDEI, V. A. Chave para determinação de quirópteros brasileiros. **Boletim de Ciências, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras**, v. 1, p. 1–72, 1973.

VOGT, R. C. New Methods for Trapping Aquatic Turtles. **Copeia**, v. 1980, n. 2, p. 368, 1 maio 1980.

VOIGT, C. C.; KINGSTON, T. **Bats in the anthropocene: Conservation of bats in a changing world**. [s.l.: s.n.].

VOSS, R. S.; DÍAZ-NIETO, J. F.; JANSÁ, S. A. A Revision of *Philander* (Marsupialia: Didelphidae), Part 1: *P. quica*, *P. canus*, and a New Species from Amazonia. **American Museum Novitates**, v. 3891, n. 3891, p. 1–70, 2018.

WALDEZ, F.; MENIN, M.; VOGT, R. C. Diversidade de anfíbios e répteis Squamata na região do baixo rio Purus, Amazônia Central, Brasil. v. 13, n. 1, p. 300–316, 2013.

WARKENTIN, K. M. Adaptive plasticity in hatching age: a response to predation risk trade-offs. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 92, n. 8, p. 3507–3510, 11 abr. 1995.

WARKENTIN, K. M. Effects of hatching age on development and hatchling morphology in the red-eyed treefrog, *Agalychnis callidryas*. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 68, n. 3, p. 443–470, nov. 1999.

WEBSTER, D. The looting and smuggling and fencing and hoarding of impossibly precious, feathered and scaly wild things. **Trends in Organized Crime**, v. 3, n. 2, p. 9–10, dez. 1997.

WEKSLER, M.; PERCEQUILLO, A. R.; VOSS, R. S. Ten new genera of oryzomyine rodents (Cricetidae: Sigmodontinae). **American Museum Novitates**, n. 3537, p. 1–29, 2006.

WELLS, K. D. **The ecology and behavior of amphibians**. 1st. ed. Chicago, Ill.: University of Chicago Press, 2007.

WIENER, J. et al. Ecotoxicology Of Mercury. In: **Handbook of Ecotoxicology, Second Edition**. [s.l.] CRC Press, 2002.

WIKIAVES. **WikiAves, a Enciclopédia das Aves do Brasil**. Disponível em: <<http://www.wikiaves.com.br>>. Acesso em: 16 abr. 2019.

WILLIS, E. O. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 33, p. 1–25, 1979.

WILSON, D. E.; REEDER, D. M. **Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference**. Disponível em: <<http://www.bucknell.edu/msw3/>>. Acesso em: 2 jul. 2011.

WOODROFFE, R.; GINSBERG, J. R. **Edge effects and the extinction of populations inside protected areas**. **Science**, 1998.

WUNDERLE, J. M. **The role of animal seed dispersal in accelerating native forest regeneration on degraded tropical lands**. Forest Ecology and Management. **Anais...**1997

YVES, A. et al. Illegal hunting in a protect area: Impacts on the broad-snouted caiman *Caiman latirostris* in the Rio Doce State Park, southeast Brazil. **Herpetology Notes**, v. 11, p. 765–768, 2018.

ZANZINI, A. C. S. **Levantamento, análise e diagnóstico da fauna de pequenos, médios e grandes mamíferos em estudos ambientais**. Lavras, MG, MG: UFLA/ FAEPE, 2008.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 5th ed. ed. [s.l.] Prentice Hall, 2010.

ZUKAL, J.; PIKULA, J.; BANDOUCHOVA, H. Bats as bioindicators of heavy metal pollution: history and prospect. **Mammalian Biology**, Special Issue: Bats as Bioindicators. v. 80, n. 3, p. 220–227, maio 2015.

4. ÍNDICE REMISSIVO

BA – Bloco Amostral;

BHRD - Bacia Hidrográfica do rio Doce;

CR – Categoria de ameaça a extinção - Criticamente Ameaçada;

DD – Categoria de ameaça a extinção - Deficiente em dados;

EN – Categoria de ameaça a extinção - Em perigo;

ES – Espírito Santo;

FESD – Floresta Estacional Semidecidual;

MG – Minas Gerais;

NT – Categoria de ameaça a extinção - Quase ameaçada;

PR – *Parcelas Ripárias*;

PEX – Categoria de ameaça a extinção - Extinta regionalmente;

PT – *Parcelas Terrestres*;

T – Módulo RAPELD de amostragem padronizada; trilha principal;

GLM – Modelos Lineares Generalizados;

NMDS – Escalonamento multidimensional não-métrico;

VU – Categoria de ameaça a extinção – Vulnerável;

UA – Unidade amostral;

UC – Unidade de Conservação da Biodiversidade;