

República Federativa do Brasil

Ministério da Infraestrutura

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT

Coordenação Geral de Planejamento e Programação de Investimentos - CGPLAN

Coordenadoria Geral de Meio Ambiente - CGMAB

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL

Diagnóstico Ambiental - Meio Biótico | TOMO III | P II

Dezembro/2022



Contrato: PP-574/2011
Rodovia: BR-392/RS
Trecho: Santa Maria
Entr. RS-344 (Santo Ângelo)
Entr. RS-149 (p/ Formigueiro)
Entr. RS-344 (B) (p/ Santa Rosa)
Segmento: km 307,5 - km 617,0
Extensão: 309,5 km

*Estudos Ambientais para a
Federalização, Implantação, Pavimentação,
Adequação de Capacidade com melhorias
de segurança e eliminação de pontos
críticos na rodovia BR-392*



SUMÁRIO

TOMO I

APRESENTAÇÃO.....	47
1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR, EMPRESA CONSULTORA E EQUIPE TÉCNICA.....	48
1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR.....	48
1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA	48
1.3 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA	49
2 DADOS DO EMPREENDIMENTO	52
2.1 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA	52
2.2 HISTÓRICO, OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO.....	54
2.2.1 Estudo das Alternativas de Traçado	54
2.2.2 Licenciamento Ambiental	56
2.2.3 Objetivo	59
2.2.4 Justificativa.....	59
2.3 ÓRGÃO FINANCIADOR / VALOR DO EMPREENDIMENTO	61
2.4 DESCRIÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	61
2.4.1 Características Básicas de Projeto da Rodovia	61
2.4.2 Atividades que Compõem o Empreendimento	62
2.4.3 Perfil Longitudinal do Eixo Projetado	62
2.4.4 Travessias de Cursos d'água, Áreas Alagáveis, Nascentes, Obras de Arte Corrente (OAC) e Obras de Arte Especiais (OAE) Previstas.....	63
2.4.5 Volumes de Terraplenagem do Empreendimento	64
2.4.6 Pontos de Interceptação Pelo Empreendimento Caracterizando a Necessidade de Relocação, Construção/Substituição e Instalação de Passagens em Nível e Desnível.....	64
2.4.7 Estimativa de Desapropriação e Informações Sobre Projeto de Assentamento Federal, Estadual ou Municipal	64
2.4.8 Mão de Obra Necessária à Implantação do Empreendimento	65
2.5 DIAGNÓSTICO DAS CONDIÇÕES ATUAIS DE TRÁFEGO (PARA TRECHOS JÁ EM OPERAÇÃO)	65
2.5.1 Levantamento e Caracterização das Condições Operacionais da Via, do Volume de Tráfego Atual e Tipos de Veículos e Cargas que Trafegam na Rodovia	65
2.5.2 Levantamento do Tráfego de Produtos Perigosos e Cadastro de Ocorrências de Acidentes com Cargas Perigosas	68
2.5.3 Levantamento e Apresentação, por meio de Diagrama Unifilar e Planta Baixa, dos Trechos da Rodovia com Maior Risco de Acidentes a das Áreas Ecologicamente Sensíveis.....	73
2.5.4 Descrição das Medidas/Dispositivos de Segurança de Caráter Preventivo Existentes no Trecho, Incluindo Estacionamento para Veículos de Transporte de Produtos Perigosos.....	84
2.5.5 Descrição das Medidas de Segurança de Caráter Corretivo	85
3 ÁREA DE ESTUDO E ÁREA DIRETAMENTE AFETADA.....	87
3.1 ÁREA DE ESTUDO DO MEIO FÍSICO E BIÓTICO	87





3.2	ÁREA DE ESTUDO DO MEIO SOCIOECONÔMICO	87
4	INSERÇÃO REGIONAL E LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	89
4.1	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL COM INTERFACE COM O EMPREENDIMENTO.....	89
4.1.1	Legislação Ambiental Federal	89
4.1.2	Legislação Ambiental Estadual	92
4.1.3	Legislação Ambiental Municipal	93
4.2	PLANOS E/OU PROGRAMAS PÚBLICOS E/OU DA INICIATIVA PRIVADA PROPOSTOS OU EM ANDAMENTO NA ÁREA DE ESTUDO	94
4.2.1	Inserção Regional no Âmbito do Plano Nacional de Logística.....	94
4.2.2	Inserção Regional no Âmbito da Infraestrutura Energética.....	95
4.2.3	Inserção Regional no Âmbito de Programas, Ações e Metas do Governo Estadual para as Regiões Funcionais 7 e 8.....	96
4.2.4	Inserção Regional no Âmbito do Plano Estadual de Logística de Transportes.....	97
4.2.5	Inserção Regional no Âmbito do Plano de Obras da Secretaria de Logística e Transportes do Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem	99
4.3	ATIVIDADES OU EMPREENDIMENTOS EXISTENTES E PREVISTOS PARA A ÁREA DE ESTUDO DO MEIO SOCIOECONÔMICO	99

TOMO II

5	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	100
5.1	MEIO FÍSICO.....	100
5.1.1	Clima	100
5.1.1.1	Metodologia.....	100
5.1.1.2	Climatologia do Rio Grande do Sul	101
5.1.1.2.1	Climatologia na Área de Estudo do Meio Físico	101
5.1.2	Geologia e Geomorfologia.....	114
5.1.2.1	Geologia.....	114
5.1.2.1.1	Metodologia.....	114
5.1.2.1.2	Caracterização Geotectônica	115
5.1.2.1.3	Caracterização Litoestratigráficas	116
5.1.2.1.4	Aspectos Gerais Observados em Campo.....	121
5.1.2.2	Geomorfologia.....	130
5.1.2.2.1	Metodologia.....	130
5.1.2.2.2	Aspectos Gerais.....	131
5.1.2.2.3	Descrição das Unidades Geomorfológicas.....	134
5.1.3	Solos e Geotecnia	140
5.1.3.1	Solos.....	140
5.1.3.1.1	Metodologia.....	140
5.1.3.1.2	Regiões Fisiográficas.....	141
5.1.3.1.3	Classificação dos Solos na Área de Estudo do Meio Físico	141
5.1.3.1.4	Suscetibilidade à Erosão	144
5.1.3.1.5	Resistência a Impactos Ambientais.....	144
5.1.3.1.6	Levantamento de Campo.....	147
5.1.3.2	Geotecnia.....	154





5.1.3.2.1	Mapeamento das Áreas com Potencialidade para Desenvolvimento de Movimentos de Massa	154
5.1.3.2.2	Aspectos Geotécnicos da Área de Estudo do Meio Físico	167
5.1.4	Espeleologia	183
5.1.4.1	Metodologia	184
5.1.4.2	Contexto Geológico e Geomorfológico	187
5.1.4.3	Potencial para Formação e Manutenção de Cavernas	187
5.1.4.4	Pesquisa para Identificação de Cavidades Naturais	188
5.1.4.5	Cavidades Naturais Registradas e Identificadas na Área de Estudo do Meio Físico	191
5.1.4.5.1	Caverna do Faxinal	191
5.1.4.5.2	Caverna dos Militares	193
5.1.4.5.3	Caverna do Barranco	194
5.1.4.5.4	Caverna Toropi	194
5.1.4.5.5	Gruta Santa Bárbara	196
5.1.4.6	Considerações Finais	197
5.1.5	Recursos Hídricos	197
5.1.5.1	Hidrologia e Hidrogeologia	197
5.1.5.1.1	Hidrologia	197
5.1.5.1.2	Hidrogeologia	228
5.1.5.2	Qualidade da Água	236
5.1.5.2.1	Metodologia	236
5.1.5.2.2	Caracterização dos Pontos de Amostragem	239
5.1.5.2.3	Realização das Campanhas de Amostragem	242
5.1.5.2.4	Conclusão	248
5.1.6	Ruído e Vibração	249
5.1.6.1	Ruído	249
5.1.6.1.1	Metodologia	249
5.1.6.1.2	Caracterização dos Segmentos	250
5.1.6.1.3	Caracterização dos Pontos a Serem Monitorados	252
5.1.6.1.4	Monitoramento de Ruídos	255
5.1.6.1.5	Conclusão	257
5.1.6.2	Vibração	257
5.1.6.2.1	Introdução	257
5.1.6.2.2	Normas	257
5.1.6.2.3	Situações de Ocorrência, Tipos e Níveis das Vibrações	258
5.1.6.2.4	Vibrações Potenciais Relacionadas ao Empreendimento	259
5.1.6.2.5	Expectativa de Impactos das Vibrações	260
5.1.6.2.6	Conclusão Preliminar	260
5.1.7	Paleontologia	261
5.1.7.1	Metodologia	261
5.1.7.2	Geologia e Paleontologia na Área de Estudo do Meio Físico	261
5.1.7.3	Levantamento de Campo	261
5.1.7.4	Considerações sobre o Traçado em Estudo	280
5.1.7.4.1	Trecho 1	281
5.1.7.4.2	Trecho 2	281





5.1.7.4.3	Trecho 3	281
5.1.7.4.4	Trecho 4	281

TOMO III

5.2	MEIO BIÓTICO.....	282
5.2.1	Caracterização dos Ecossistemas.....	282
5.2.1.1	Unidades de Conservação e Outras Áreas de Relevância para a Conservação.....	282
5.2.1.1.1	Unidades de Conservação	282
5.2.1.1.2	Reservas Legais	291
5.2.1.1.3	Áreas de Preservação Permanente.....	294
5.2.1.2	Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade	297
5.2.1.3	Corredores Ecológicos e/ou Corredores entre Remanescentes de Vegetação Nativa	300
5.2.1.3.1	Padrões Espaciais da Paisagem	300
5.2.1.3.2	Conectividade da Paisagem	316
5.2.1.3.3	Corredores Ecológicos.....	322
5.2.2	Flora.....	326
5.2.2.1	Caracterização da Flora na Área de Estudo do Meio Biótico.....	326
5.2.2.2	Espécies de Interesse Ambiental, Ecológico e Econômico	332
5.2.2.3	Identificação e Caracterização das Áreas de Preservação Permanente na Área Diretamente Afetada.....	340
5.2.2.4	Levantamentos Florísticos - Dados Primários.....	344
5.2.2.4.1	Florística	345
5.2.2.4.2	Componente Arbóreo	349
5.2.2.4.3	Componente Campestre	367
5.2.3	Fauna.....	396
5.2.3.1	Metodologias.....	398
5.2.3.1.1	Fauna de Provável Ocorrência da Área de Estudo do Meio Biótico	398
5.2.3.1.2	Fauna Ocorrente na Área de Estudo do Meio Biótico	398
5.2.3.1.3	Fauna Atropelada na Área de Estudo do Meio Biótico.....	410
5.2.3.1.4	Programa de Telemetria.....	414
5.2.3.1.5	Avaliação da Conectividade da Paisagem em Função das Espécies-alvo	416
5.2.3.1.6	Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos Através de Bioindicadores - Macroinvertebrados Bentônicos.....	418
5.2.3.2	Resultados.....	425
5.2.3.2.1	Fauna de Provável Ocorrência na Área de Estudo do Meio Biótico	425
5.2.3.2.2	Fauna Ocorrente na Área de Estudo do Meio Biótico	433
5.2.3.2.3	Fauna Atropelada na Área de Estudo do Meio Biótico.....	466
5.2.3.2.4	Programa de Telemetria	475
5.2.3.2.5	Avaliação da Conectividade da Paisagem em Função das Espécies-alvo	480
5.2.3.2.6	Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos Através de Bioindicadores - Macroinvertebrados Bentônicos.....	485
5.2.4	Discussões e Conclusões sobre o Meio Biótico.....	499
5.2.4.1	Vulnerabilidade e Sensibilidade das Espécies.....	501
5.2.4.1.1	Anfíbios	502
5.2.4.1.2	Aves.....	502



5.2.4.1.3	Mamíferos	503
5.2.4.1.4	Peixes-anuais.....	505
5.2.4.1.5	Répteis	505
5.2.4.1.6	Macroinvertebrados Bentônicos	506

TOMO IV

5.3	MEIO SOCIOECONÔMICO	509
5.3.1	Metodologia	509
5.3.2	Caracterização da População	510
5.3.2.1	Processo de Ocupação Humana e Formação dos Municípios da Área de Estudo do Meio Socioeconômico.....	510
5.3.2.2	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e Índice de Escolaridade.....	514
5.3.2.3	Distribuição Geográfica da População nos Municípios.....	521
5.3.2.4	Aglomerados Populacionais no Âmbito da Área Diretamente Afetada.....	527
5.3.2.4.1	Santo Ângelo.....	530
5.3.2.4.2	Entre-Ijuís.....	531
5.3.2.4.3	São Miguel das Missões	536
5.3.2.4.4	Tupanciretã	538
5.3.2.4.5	Jari	539
5.3.2.4.6	Toropi.....	540
5.3.2.4.7	São Pedro do Sul.....	541
5.3.2.4.8	Santa Maria.....	543
5.3.2.4.9	São Sepé e Formigueiro.....	545
5.3.3	Saúde	546
5.3.4	Educação	553
5.3.5	Estrutura Viária.....	557
5.3.5.1	Santo Ângelo	564
5.3.5.2	Entre-Ijuís	564
5.3.5.3	São Miguel das Missões	566
5.3.5.4	Tupanciretã.....	568
5.3.5.5	Jari.....	569
5.3.5.6	Toropi.....	570
5.3.5.7	São Pedro do Sul.....	571
5.3.5.8	Santa Maria.....	572
5.3.6	Comunicação e Informação	574
5.3.7	Aspectos Econômicos.....	575
5.3.7.1	Caracterização das Principais Atividades Econômicas dos Municípios da ADA.....	575
5.3.7.1.1	Estrutura Produtiva e de Serviços	575
5.3.7.1.2	Vetores de Crescimento Econômico na ADA	577
5.3.7.2	Caracterização das Principais Atividades Econômicas na ADA com Vistas a Identificar as Possíveis Restrições Associadas ao Empreendimento.....	580
5.3.7.3	Potencial Turístico da AE do Meio Socioeconômico.....	588
5.3.8	Uso e Ocupação do Solo	592
5.3.8.1	Uso e Cobertura da Terra.....	593
5.3.8.2	Vetores de Expansão Urbana.....	598



5.3.8.2.1	Giruá	600
5.3.8.2.2	Santo Ângelo.....	602
5.3.8.2.3	Entre Ijuís	604
5.3.8.2.4	Vitória das Missões.....	606
5.3.8.2.5	São Miguel das Missões	608
5.3.8.2.6	Eugênio de Castro.....	610
5.3.8.2.7	Jóia	611
5.3.8.2.8	Capão do Cipó.....	612
5.3.8.2.9	Tupanciretã	613
5.3.8.2.10	Jari	614
5.3.8.2.11	Quevedos.....	616
5.3.8.2.12	Toropi.....	618
5.3.8.2.13	São Martinho da Serra.....	620
5.3.8.2.14	São Pedro do Sul	622
5.3.8.2.15	Dilermando de Aguiar	623
5.3.8.2.16	Santa Maria.....	625
5.3.8.2.17	Formigueiro	627
5.3.8.2.18	São Sepé	628
5.3.8.3	Plano Diretor Municipal	630
5.3.8.4	Edificações e Benfeitorias Impactadas pelo Traçado da Rodovia.....	632
5.3.8.5	Áreas com o Direito de Lavra ou Documento Equivalente que Permita a Exploração Mineral.....	634
5.3.9	Desapropriação.....	637
5.3.10	Comunidades Quilombolas	637
5.3.11	Comunidades Indígenas.....	640
5.3.12	Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico	643
5.3.12.1	Histórico dos Procedimentos Efetuados Anteriormente Junto ao IPHAN.....	643
5.3.12.2	Abordagem das “Novas Legislações” que Regram o Licenciamento Específico do Tema.....	644
5.3.12.3	Fluxograma Geral com as Etapas a Serem Executadas nos Estudos do Patrimônio.....	644
5.3.13	Comunidades Tradicionais	646
5.3.14	Discussões e Conclusões sobre a Socioeconomia.....	650
5.3.14.1	Caracterização da População	650
5.3.14.2	Saúde e Educação.....	652
5.3.14.3	Uso e Ocupação do Solo	653
5.3.14.4	Estrutura Vária	654
5.3.14.5	Desapropriação	655
5.3.14.6	Cenário Econômico.....	655
5.4	PASSIVOS AMBIENTAIS.....	656
5.5	SÍNTESE DA SITUAÇÃO AMBIENTAL DA REGIÃO.....	657

TOMO V

6	ANÁLISE DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	662
6.1	IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS IMPACTOS	662
6.1.1	Impactos sobre o Meio Físico	673
6.1.1.1	Exposição de Material Rochoso com Potencial Paleontológico	673





6.1.1.1.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	674
6.1.1.2	Alteração/Destruição de Material Paleontológico	674
6.1.1.2.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	675
6.1.1.3	Formação ou Intensificação de Processos Erosivos	675
6.1.1.3.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	676
6.1.1.4	Alteração na Qualidade dos Recursos Hídricos Superficiais	677
6.1.1.4.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	679
6.1.1.5	Intensificação do Assoreamento em Corpos Hídricos	679
6.1.1.5.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	680
6.1.1.6	Interferência nos Fluxos Naturais dos Corpos Hídricos	681
6.1.1.6.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	681
6.1.1.7	Contaminação do Solo	681
6.1.1.7.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	683
6.1.1.8	Alteração da Qualidade do Ar	683
6.1.1.8.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	684
6.1.1.9	Alteração nos Níveis de Ruídos e Vibração	685
6.1.1.9.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	687
6.1.1.10	Contaminação dos Recursos Hídricos Subterrâneos	688
6.1.1.10.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	689
6.1.1.11	Alteração das Condições de Estabilidade de Encostas e Taludes	690
6.1.1.11.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	692
6.1.1.12	Alteração/Destruição do Patrimônio Espeleológico	692
6.1.1.12.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	693
6.1.2	Impactos sobre o Meio Biótico	694
6.1.2.1	Aumento da Fragmentação da Paisagem e Incidência de Efeito de Borda	694
6.1.2.1.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	695
6.1.2.2	Interferência em Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade	696
6.1.2.2.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	696
6.1.2.3	Aumento da Dispersão de Espécies Exóticas/Invasoras da Flora	697
6.1.2.3.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	698
6.1.2.4	Interrupção de Corredores Ecológicos	698
6.1.2.4.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	699
6.1.2.5	Interferência em Áreas de Preservação Permanente	700
6.1.2.5.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	701
6.1.2.6	Redução de Ambientes Florestais	701
6.1.2.6.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	702
6.1.2.7	Redução de Ambientes Campestres	702
6.1.2.7.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	703
6.1.2.8	Redução de Espécimes da Flora com Interesse Econômico, Medicinal e Ambiental	703
6.1.2.8.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	705
6.1.2.9	Aumento de Incêndios em Vegetação Nativa	705
6.1.2.9.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	706
6.1.2.10	Perda de <i>Habitat</i>	707
6.1.2.10.1	Perda de <i>Habitat</i> para a Fauna Florestal	708
6.1.2.10.2	Perda de <i>Habitat</i> para a Fauna Campestre	709





6.1.2.10.3	Perda de <i>Habitat</i> para a Fauna de Áreas Úmidas/Banhados.....	710
6.1.2.10.4	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	711
6.1.2.11	Perda de Qualidade de <i>Habitat</i> para a Fauna.....	711
6.1.2.11.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	715
6.1.2.12	Perda de Qualidade de <i>Habitat</i> para a Fauna por Ruído.....	715
6.1.2.12.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	718
6.1.2.13	Perda de Qualidade de <i>Habitat</i> para a Fauna por Luminosidade.....	718
6.1.2.13.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	721
6.1.2.14	Aumento da Dispersão de Espécies Invasoras da Fauna.....	721
6.1.2.14.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	722
6.1.2.15	Aumento das Fatalidades de Fauna.....	722
6.1.2.15.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	724
6.1.2.16	Aumento da Caça e Pesca.....	724
6.1.2.16.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	725
6.1.2.17	Perda de Conectividade de <i>Habitat</i> para a Fauna	725
6.1.2.17.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	727
6.1.2.18	Perda de Conectividade de <i>Habitat</i> para a Fauna de Cursos D'água.....	727
6.1.2.18.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	728
6.1.2.19	Atração da Fauna para a Rodovia em Função da Disponibilização de Novos Recursos.....	729
6.1.2.19.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	729
6.1.2.20	Atração da Fauna Sinantrópica.....	730
6.1.2.20.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	730
6.1.2.21	Alteração na Composição da Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos pela Perda da Heterogeneidade do Substrato do Ambiente Aquático.....	730
6.1.2.21.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	732
6.1.2.22	Perda de <i>Habitat</i> para a Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos.....	732
6.1.2.22.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	734
6.1.2.23	Redução da Qualidade de <i>Habitat</i> para a Comunidade de Macroinvertebrados Bentônicos por Contaminação com Efluentes.....	735
6.1.2.23.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	736
6.1.3	Impactos sobre o Meio Socioeconômico.....	736
6.1.3.1	Geração de Expectativas na População.....	736
6.1.3.1.1	Medidas Potencializadoras.....	737
6.1.3.2	Alterações nos Valores Imobiliários.....	738
6.1.3.2.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	739
6.1.3.2.2	Medidas Potencializadoras.....	739
6.1.3.3	Desapropriação	739
6.1.3.3.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	739
6.1.3.4	Afluxo Populacional Para a Região.....	740
6.1.3.4.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	740
6.1.3.4.2	Medidas Potencializadoras.....	741
6.1.3.5	Geração de Emprego e Renda.....	741
6.1.3.5.1	Medidas Potencializadoras.....	742
6.1.3.6	Aumento da Pressão sobre Infraestrutura de Serviços Locais.....	742
6.1.3.6.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias	743





6.1.3.7	Aumento da Incidência de Doenças.....	743
6.1.3.7.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias.....	744
6.1.3.8	Aumento de Ocorrência de Acidentes Rodoviários e com Maquinários da Obra.....	744
6.1.3.8.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias.....	745
6.1.3.9	Aumento de Acidentes com Animais Peçonhentos e Proliferação de Vetores.....	746
6.1.3.9.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias.....	747
6.1.3.10	Transtornos à População.....	747
6.1.3.10.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias.....	748
6.1.3.11	Incremento da Economia Regional e Aumento da Arrecadação dos Municípios.....	748
6.1.3.11.1	Medidas Potencializadoras.....	749
6.1.3.12	Danos às Benfeitorias.....	749
6.1.3.12.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias.....	750
6.1.3.13	Aumento das Atividades Informais e Ocupações Desordenadas na Faixa de Domínio.....	750
6.1.3.13.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias.....	751
6.1.3.14	Alteração da Paisagem.....	751
6.1.3.14.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias.....	752
6.1.3.15	Alteração/Destruição de Sítios Arqueológicos.....	753
6.1.3.15.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias.....	753
6.1.3.16	Perda de Emprego e Renda.....	754
6.1.3.16.1	Medidas Mitigadoras e Compensatórias.....	754
6.1.3.17	Melhoria na Mobilidade, Acessibilidade e Segurança dos Usuários.....	754
6.1.3.17.1	Medidas Potencializadoras.....	756
6.1.3.18	Potencialização do Turismo Local e Acesso à Cultura e Lazer.....	756
6.1.3.18.1	Medidas Potencializadoras.....	757
6.1.3.19	Contribuição Científica Proporcionada por Estudos Ambientais.....	757
6.1.3.19.1	Medidas Potencializadoras.....	759
6.2	AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	759
6.3	ANÁLISE INTEGRADA DOS IMPACTOS AMBIENTAIS.....	763
6.3.1	Análise do Grau de Impacto.....	768
6.3.2	Análise dos Efeitos Cumulativos Aditivos dos Impactos Ambientais.....	768
6.3.3	Análise dos Efeitos Cumulativos Sinérgicos dos Impactos Ambientais.....	771
6.3.4	Aspectos Ambientais Significativos.....	774
6.3.5	Impactos Cumulativos com Outros Empreendimentos.....	775
7	ÁREAS DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO.....	780
7.1	ÁREAS DE INFLUÊNCIA DIRETA.....	780
7.1.1	Área de Influência Direta do Meio Físico e Biótico.....	780
7.1.2	Área de Influência Direta do Meio Socioeconômico.....	782
7.1.3	Área de Influência Direta Total.....	784
7.2	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA.....	784
7.2.1	Área de Influência Indireta do Meio Físico.....	784
7.2.2	Área de Influência Indireta do Meio Biótico.....	786
7.2.3	Área de Influência Indireta do Socioeconômico.....	788
7.2.4	Área de Influência Indireta Total.....	790
7.3	ÁREAS DE INFLUÊNCIA TOTAL.....	791





8	MEDIDAS MITIGADORAS, COMPENSATÓRIAS E PROGRAMAS AMBIENTAIS.....	792
8.1	COMPENSAÇÃO AMBIENTAL	813
8.1.1	Caracterização das Áreas de Influência.....	813
8.1.2	Unidades de Conservação	814
8.1.3	Áreas de Importância Biológica	816
8.1.4	Grau de Impacto e Destinação dos Recursos da Compensação Ambiental	819
8.1.4.1	Cálculo dos Índices.....	819
8.1.4.1.1	Índice de Magnitude	819
8.1.4.1.2	Índice de Biodiversidade	820
8.1.4.1.3	Índice de Abrangência.....	821
8.1.4.1.4	Índice de Temporalidade.....	821
8.1.4.1.5	Índice de Comprometimento de Áreas Prioritárias	822
8.1.4.1.6	Impacto Sobre a Biodiversidade	823
8.1.4.1.7	Comprometimento de Área Prioritária	823
8.1.4.2	Influência em Unidades de Conservação.....	824
8.1.4.3	Cálculo do Grau de Impacto do Empreendimento	824
8.1.4.4	Proposição de Unidade de Conservação a ser Beneficiada com os Recursos da Compensação Ambiental	824
9	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E LOCACIONAIS.....	827
9.1	ALTERNATIVAS LOCACIONAIS GERAIS	827
9.1.1	Procedimentos Metodológicos	827
9.1.1.1	Análise Multicritério	827
9.1.1.1.1	Estruturação Hierárquica dos <i>Layers</i>	828
9.1.1.1.2	Comparação Pareada.....	830
9.1.1.2	Mapa de Sensibilidade Ambiental.....	841
9.1.1.3	Índice e Razão de Consistência.....	841
9.1.1.4	Análise de Sensibilidade	842
9.1.1.5	Caminho Linear de Menor Custo	843
9.1.2	Segmento de Estudo	845
9.1.3	Resultados.....	845
9.1.3.1	Análise Multicritério	845
9.1.3.1.1	Meio Socioeconômico.....	845
9.1.3.1.2	Meio Físico	847
9.1.3.1.3	Meio Biótico	850
9.1.3.1.4	Variáveis Básicas de Projeto	852
9.1.3.2	Alternativas Locacionais	854
9.1.3.2.1	Alternativa 1	855
9.1.3.2.2	Alternativa 2	857
9.1.3.2.3	Alternativa 3	859
9.1.3.2.4	Alternativa 4	861
9.1.3.2.5	Alternativa 5	863
9.2	ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS.....	866
9.2.1	Alternativas de Pavimentação.....	866



9.2.1.1	Pavimentos Flexíveis.....	866
9.2.1.1.1	Vantagens.....	866
9.2.1.2	Pavimento Rígido.....	867
9.2.1.2.1	Vantagens.....	867
9.2.1.3	Considerações Relativas aos Custos.....	867
9.2.2	Alternativa para Execução dos Aterros.....	868
9.2.3	Alternativa para Construção de Obra de Arte Especial.....	868
9.2.4	Alternativa para Construção de Passagens de Fauna.....	868
9.3	ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS ESPECÍFICAS.....	869
9.3.1	ALE 01 (km 42+200 ao 47+200).....	870
9.3.2	ALE 02 (km 47+800 ao 48+200).....	871
9.3.3	ALE 03 (km 61+400 ao 62+200).....	872
9.3.4	ALE 04 (km 85+200 ao 87+000).....	873
9.3.5	ALE 05 (km 91+000 ao 92+800).....	874
9.3.6	ALE 06 (km 93+500 ao 96+200).....	875
9.3.7	ALE 07 (km 108+200 ao 109+200).....	876
9.3.8	ALE 08 (km 110+000 ao 113+000).....	877
9.3.9	ALE 09 (km 190+000 ao 191+000).....	878
9.3.10	ALE 10 (km 197+000 ao 198+900).....	879
9.3.11	ALE 11 (km 204+600 ao 205+800).....	880
9.3.12	ALE 12 (km 208+200 ao 208+600).....	881
9.3.13	ALE 13 (km 233+300 ao 234+300).....	882
9.3.14	ALE 14 (km 236+000 ao 237+500).....	883
9.3.15	ALE 15 (km 245+000 ao 246+000).....	884
10	PROGNÓSTICO AMBIENTAL.....	885
11	CONCLUSÕES.....	890
11.1	PROVÁVEIS MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS, SOCIAIS OU ECONÔMICAS NA REGIÃO DECORRENTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO, CONSIDERANDO A ADOÇÃO DAS MEDIDAS MITIGADORAS E COMPENSATÓRIAS PROPOSTAS.....	890
11.2	BENEFÍCIOS E MALEFÍCIOS SOCIAIS, ECONÔMICOS E AMBIENTAIS DECORRENTES DA IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	891
11.3	AValiação DO PROGNÓSTICO REALIZADO QUANTO À VIABILIDADE AMBIENTAL DO PROJETO.....	892
12	BIBLIOGRAFIA.....	894
13	GLOSSÁRIO.....	932
TOMO VI		
14	LISTA DE ANEXOS.....	937
TOMO VII		
15	LISTA DE APÊNDICES.....	938





5.2.3.1 Metodologias

As atividades de campo foram realizadas entre os meses de abril e outubro de 2020 e em agosto de 2021. A seguir no Quadro 131 consta a síntese do esforço amostral empregado na coleta de dados. Os quadros dos esforços amostrais de aves, mamíferos e rivulídeos estão detalhados nos Apêndice 15, Apêndice 16 e Apêndice 17, respectivamente. Já a memória de cálculo dos esforços amostrais empregados para o levantamento faunístico e das análises estatísticas realizadas constam no Apêndice 18.

Quadro 131. Síntese do esforço amostral empregado nas coletas de dados das atividades de campo.

Grupo/atividade	Área amostrada	Método	Quantidade	Esforço amostral
Aves	21,65 ha/UA	Gravadores autônomos	108 UAs	3.251 horas
		Ponto de escuta	55 UAs	9,16 horas
Mamíferos	21,65 ha/UA	Armadilhas fotográficas	118 UAs	1.805 dias
Peixes-anuais	400 m ² /UA	Lances de puçá	63 UAs	180 lances de puçá
Quirópteros nas cavidades naturais	1.387 m ²	Busca ativa	3 UAs	1 hora e 15 minutos
	12 m	Rede de neblina	1 UA	12 horas
	600m ²	Gravadores autônomos	3 UAs	78 horas
Vertebrados não voadores nas cavidades naturais	1.387 m ²	Busca ativa	3 UAs	12 horas
	-	Armadilhas fotográficas	3 UAs	21 dias
Macroinvertebrados bentônicos	0,27 m ² /AFB	Rede Surber	12 AFBs	72 coletas de surber
Atropelamento de fauna	237,54 km	Monitoramento de carro	7 trechos	1.425,24 km
Telemetria	65,77 km ²	Armadilha tipo gaiola/Colares transmissores GPS-VHF	15 indivíduos	275 armadilhas

Legenda: Amostra de Fauna Bentônica (AFB) e Unidade Amostral (UA).

As UAs dos grupos faunísticos avaliados estão representadas nas pranchas no Apêndice 19 e as descrições completas das UAs, contendo as coordenadas geográficas, fitofisionomia, estado de conservação, topografia e presença de corpos hídricos, estão no Apêndice 20 (para aves e mamíferos) e no Apêndice 21 (rivulídeos). No geral, as UAs de aves e mamíferos estão distribuídas 60% em fitofisionomia florestal e 40% em campestre. As relativas aos peixes-anuais encontram-se majoritariamente em ambiente campestre, com exceção de uma UA que está localizada próxima à borda de floresta. O estado de conservação de todas as UAs foi categorizado em três níveis, considerando o percentual de cobertura de floresta e/ou campo nativo na área das UAs, com base nas imagens do *Google Earth V 7.3.37786* (acessado em 18 de novembro de 2020): 1 = 0 a 30%, 2 = 30 a 70% e 3 = 70 a 100%, sendo o nível 1 a área mais degradada e o nível 3 a área mais conservada. As UAs dos três grupos faunísticos estão distribuídas entre os três estados de conservação, sendo o estado 3 o predominante, principalmente para os peixes-anuais. A topografia variou de plano a montanhoso, com predominância de terrenos ondulados para aves e mamíferos e planos para os peixes-anuais.

Os tópicos a seguir apresentam a metodologia utilizada para cada grupo de fauna.

5.2.3.1.1 Fauna de Provável Ocorrência da Área de Estudo do Meio Biótico

As espécies de vertebrados e invertebrados (anfíbios, aves, mamíferos, peixes-anuais, répteis e macroinvertebrados bentônicos) com potencial ocorrência na AE do Meio Biótico foram identificadas com base em dados secundários. Foram revisadas as bases de dados do sistema LIVE (FZB, 2014), revisão de literatura científica e técnica e consulta a especialistas e coleções biológicas. As listas de espécies geradas foram utilizadas na definição das espécies-alvo para a modelagem de probabilidade de ocorrência na AE do Meio Biótico.

5.2.3.1.2 Fauna Ocorrente na Área de Estudo do Meio Biótico

Os métodos para levantamento da fauna ocorrente na AE do Meio Biótico são descritos a seguir. As autorizações dos proprietários para acesso às propriedades encontram-se no Anexo 11.



Avaliação da Probabilidade de Ocorrência das Espécies-alvo

Para avaliar a qualidade das áreas de vegetação nativa remanescentes foi analisada a probabilidade de ocorrência das espécies-alvo dos grupos taxonômicos selecionados na AE do Meio Biótico. A escolha dessas espécies da fauna visa representar as demais que possuem preferências de *habitat* florestais ou campestres e que sejam sensíveis ou vulneráveis aos impactos causados pelo empreendimento.

A partir dessas análises, foram elaborados mapas de probabilidade de ocorrência das espécies-alvo que identificam a qualidade dos remanescentes de vegetação nativa presentes na AE do Meio Biótico. Essa informação espacializada compôs a análise multicritério, permitindo identificar alternativas locais para a rodovia que evitem remanescentes de maior relevância, sendo possível a comparação quanto à conversão, degradação e perda dos remanescentes de maior qualidade entre as alternativas locais.

Para a amostragem de aves e mamíferos, a AE do Meio Biótico foi subdividida em hexágonos com círculo interno de 250 m de raio (área igual a 21,65 ha; Apêndice 19), os quais correspondem às UAs. Foram selecionados aleatoriamente 120 hexágonos dentro do perímetro que compreende 2,5 quilômetros para cada lado do traçado proposto, em áreas de campo nativo ou floresta nativa seguindo a classificação do *Mapbiomas* 5.0 (SOUZA *et al.*, 2020).

Todas as 120 UAs foram visitadas, porém para as análises foram utilizadas 108 para as aves e 118 para os mamíferos (Quadro 131). Algumas UAs amostradas foram escolhidas *in loco* porque apresentavam uma formação vegetal importante para a fauna, com pouca distribuição e pouco amostrada (ex. campo com presença de espinilho ou campo de barba-de-bode) ou porque as UAs sorteadas próximas não foram acessíveis. Para os peixes-anauais foi elaborado um mapa de *habitat* potencial a partir do qual foram amostradas 63 UAs.

Espécies-alvo

Para aves e mamíferos foram escolhidas espécies-alvo para realização das análises (Quadro 132), enquanto para os peixes-anauais, devido a raridade, endemismo e similaridade ecológica, foram realizadas para o grupo como um todo, a fim de não perder informações de ocorrência desses animais.

Para as aves, a escolha das espécies-alvo foi feita a partir da lista de espécies obtidas no item 5.2.3.2.1. As espécies foram selecionadas de modo que representassem bem os ambientes florestais e campestres e apresentassem susceptibilidade à alteração na qualidade do ambiente e da conectividade da paisagem, decorrentes da construção de uma rodovia. Além disso, foram priorizadas espécies que tivessem uma boa detecção, ou seja, que não fossem muito raras ou difíceis de registrar com o método utilizado a ponto de não gerar dados suficientes para as análises. Por essa razão, o critério de ser uma espécie ameaçada, em geral, não foi aplicável. No entanto, foram selecionadas espécies que pudessem indicar a ocorrência potencial de ameaçadas por compartilharem ambientes com qualidade semelhante.

Para os mamíferos, como o método escolhido para a amostragem (armadilhas fotográficas) permite registrar um amplo número de espécies e tem uma triagem de dados menos complexa, as espécies-alvo foram escolhidas após a amostragem, de acordo com a quantidade de registros. Foram selecionadas espécies suscetíveis à alteração na qualidade do ambiente e à mortalidade direta por atropelamento e que tivessem ampla distribuição na AE do Meio Biótico. As espécies-alvo selecionadas estão descritas no Quadro 132.

Quadro 132. Espécies-alvo de aves e mamíferos para a elaboração dos mapas de probabilidade de ocorrência.

Grupo	Família	Espécie	Nome popular	Habitat preferencial	Categoria de ameaça		
					RS	Brasil	Global
Aves	Cariamidae	<i>Cariama cristata</i>	seriema	Campo	-	-	-
Aves	Formicariidae	<i>Chamaeza campanisona</i>	tovaca-campainha	Floresta	-	-	-
Aves	Furnariidae	<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	bichoita	Campo	-	-	-
Aves	Picidae	<i>Dryocopus lineatus</i>	pica-pau-de-banda-branca	Floresta	-	-	-



Grupo	Família	Espécie	Nome popular	Habitat preferencial	Categoria de ameaça		
					RS	Brasil	Global
Aves	Picidae	<i>Piculus aurulentus</i>	pica-pau-dourado	Floresta	-	-	NT
Aves	Rhynchocyclidae	<i>Leptopogon amaurocephalus</i>	cabeçudo	Floresta	-	-	-
Aves	Tinamidae	<i>Crypturellus noctivagus</i>	jaó-do-sul	Floresta	CR	VU	NT
Aves	Tinamidae	<i>Crypturellus obsoletus</i>	inhambu-guaçu	Floresta	-	-	-
Aves	Tinamidae	<i>Crypturellus parvirostris</i>	inhambu-chororó	Floresta	-	-	-
Aves	Tinamidae	<i>Crypturellus tataupa</i>	inhambu-chintã	Floresta	-	-	-
Aves	Tinamidae	<i>Nothura maculosa</i>	codorna-amarela	Campo	-	-	-
Aves	Tinamidae	<i>Rhynchotus rufescens</i>	perdigão	Campo	-	-	-
Aves	Thraupidae	<i>Emberizoides herbicola</i>	canário-do-campo	Campo	-	-	-
Aves	Thraupidae	<i>Embernagra platensis</i>	sabiá do banhado	Campo	-	-	-
Aves	Trogonidae	<i>Trogon surrucura</i>	surucuá-variado	Floresta	-	-	-
Mamíferos	Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	graxaim-do-mato	Campo e floresta	-	-	-
Mamíferos	Canidae	<i>Lycalopex gymnocercus</i>	graxaim-do-campo	Campo	-	-	-
Mamíferos	Caviidae	<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	capivara	Áreas úmidas	-	-	-
Mamíferos	Cervidae	<i>Mazama gouazoubira</i>	veado-catingueiro	Floresta	-	-	DD
Mamíferos	Felidae	<i>Leopardus geoffroyi</i>	gato-do-mato-grande	Campo e floresta	VU	VU	-
Mamíferos	Felidae	<i>Leopardus guttulus</i>	gato-do-mato-pequeno	Floresta	VU	VU	VU
Mamíferos	Felidae	<i>Leopardus wiedii</i>	gato-maracajá	Floresta	EN	VU	NT
Mamíferos	Mephitidae	<i>Conepatus chinga</i>	zorriho	Campo e floresta	-	-	-
Mamíferos	Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	quati	Floresta	VU	-	-

Legenda: NT - Quase ameaçada, VU - Vulnerável, EN - Em perigo e CR - Criticamente em perigo, de acordo com o Decreto Estadual nº 51.797 (RS, 2014b), Portaria MMA nº 444 (BRASIL, 2014b) e Lista Vermelha da IUCN (2020).

Coleta de Dados

- Aves

A fim de amostrar o início da estação reprodutiva (primavera/verão), quando as taxas de vocalização das espécies são mais altas (FOOTE; BARBER, 2009; HARMS; DINSMORE, 2014; SELMI; BOULINIER, 2003; WILSON; BART, 1985), a amostragem da avifauna foi realizada entre os meses de agosto e outubro de 2020, totalizando 108 UAs (Apêndice 19). As espécies de aves foram amostradas com gravadores autônomos *AudioMoth* 1.1.0, da empresa *Open Acoustic Devices*. Um gravador foi instalado em cada UA, geralmente fixado em alguma árvore ou outro local que fosse possível (Foto 346), e permaneceu gravando entre 3 e 19 dias (Apêndice 15).

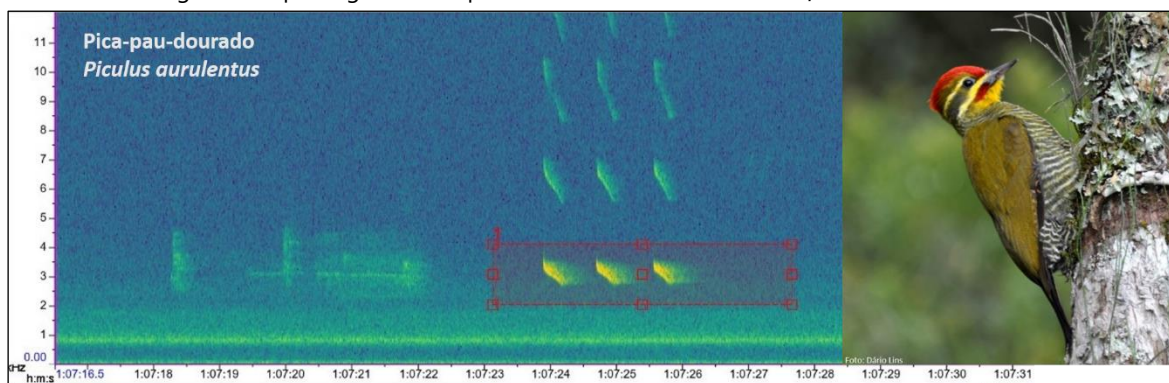
A amostragem de 108 UAs foi resultante da apresentação de falhas em 5, de um total de 40 gravadores utilizados, que não puderam ser substituídos, pois são importados e sem disponibilidade no Brasil. No entanto, os 108 pontos amostrados foram bem distribuídos e adequados para a realização das análises propostas, sem comprometimento dos resultados. Além disso, 24 equipamentos gravaram por menos dias do que o programado devido a um problema com a atualização do *software* fornecido pela empresa desenvolvedora dos equipamentos. Porém os dados dos dias amostrados foram utilizados nas análises, não comprometendo a realização delas, visto que é estimada a capacidade de detecção do conjunto de UAs e sendo possível gerar os modelos de previsão de probabilidade de ocorrência com bons ajustes para toda a AE do Meio Biótico.

Cada gravador foi programado para gravar nos horários de maior atividade da avifauna, duas horas no início da manhã (com início 30 minutos antes do nascer do sol) e uma hora no final da tarde (com início 30 minutos antes do pôr do sol). Desse modo, a probabilidade de registrar as vocalizações das espécies de interesse foi aumentada, especialmente durante a manhã, momento em que as aves vocalizam para defender territórios e acasalar (SLATER, 2008).

Os arquivos obtidos através dos gravadores foram analisados utilizando o *software Raven Pro* 1.6.1. (CENTER FOR CONSERVATION BIOACOUSTICS, 2019), que gera espectrogramas que possibilitam analisar atributos de cada vocalização específica. As gravações foram inspecionadas visualmente em busca das vocalizações correspondentes às espécies-alvo que foram subsequentemente escutadas para validação da detecção (Figura 22). Para se ter certeza de que toda variabilidade vocal foi detectada, utilizou-se as bases de dados disponíveis no WikiAves (WIKIAVES,

2020), Xeno-Canto (PLANQUÉ; VELLINGA, 2020) e Macaulay Library (CORNELL UNIVERSITY, 2020) para treinamento diário dos observadores durante o processo de triagem.

Figura 22. Espectrograma da espécie-alvo *Piculus aurulentus* no software Raven Pro 1.6.1.



Adicionalmente às amostragens com gravadores, foi monitorado um subconjunto de 55 UAs através de pontos de escuta (Foto 347) para calcular a riqueza de espécies nessas UAs. Cada ponto foi amostrado por 10 minutos pelo especialista em avifauna, que registrou todas as espécies avistadas e ouvidas nesse período.

Foto 346. Gravador AudioMoth instalado para a amostragem de aves na UA 84. Coord.: -29,627622° e -54,079887°.



Foto 347. Amostragem através de pontos de escuta na UA 51. Coord.: -28,861941° e -54,372776°.



- Mamíferos

A amostragem da mastofauna foi realizada entre os meses de agosto e outubro de 2020, totalizando 118 UAs (Apêndice 19). As espécies de mamíferos foram amostradas através de armadilhas fotográficas (*Bushnell Core Low-Glow* 24mp, Foto 348 e Foto 349) com sensor ativo para disparo nas 24 horas do dia. Foram também utilizadas iscas nas proximidades das armadilhas para aumentar a chance de detecção das espécies. Uma armadilha foi instalada em cada UA, geralmente fixada em uma árvore ou outro local que fosse possível e permaneceu ativa entre 1 e 19 dias (Apêndice 16).

A amostragem de 118 UAs foi resultante da apresentação de falhas em 3, de um total de 40 armadilhas fotográficas utilizadas, sendo possível a substituição de apenas uma delas. As UAs foram bem distribuídas na AE do Meio Biótico e em número adequado para contemplar os objetivos propostos. Além disso, as câmeras ficaram ativas por menos tempo do que o programado em oito UAs devido ao alagamento no local da amostragem (ficaram submersas) ou ao esgotamento da memória (grande número de registros fotográficos). No entanto, essa perda de dias amostrais em algumas UAs não comprometeu a qualidade das análises, visto que é estimada a capacidade de detecção do conjunto de UAs e sendo possível gerar os modelos de predição de probabilidade de ocorrência com bons ajustes para toda a AE do Meio Biótico.

As fotos foram revisadas com auxílio do programa *DigiKam* 7.1.0. (KULZER *et al.*, 2010) e todos os registros de mamíferos foram identificados até o menor nível taxonômico possível.



Foto 348. Instalação da armadilha fotográfica Bushnell na UA 83. Coord.: -29,575959° e -54,103860°.



Foto 349. Armadilha fotográfica Bushnell instalada para a amostragem de mamíferos na UA 88. Coord.: -29,680940° e -53,995580°.



- Peixes-anuais

A amostragem dos peixes-anuais foi realizada em duas campanhas no mês de agosto de 2020. Foram amostradas 10 UAs na primeira campanha e 53 na segunda, totalizando 63 UAs (Apêndice 17 e Apêndice 19).

Para a seleção das UAs dos peixes-anuais foi gerado um mapa de *habitat* potencial para esses organismos. Foram filtradas as classes de cobertura do solo que fossem áreas extraídas do *Mapbiomas* v.5.0 (SOUZA *et al.*, 2020) de possível presença para os peixes-anuais (campos alagados/banhados, campo nativo e pastagem). Dentro dessas classes foram identificados os locais com presença de áreas úmidas intermitentes, baseadas no índice WIW (*Water in Wetlands*; LEFEBVRE *et al.*, 2019). Para tal, foram utilizadas imagens do satélite Sentinel 2 (DRUSCH *et al.*, 2012) que possuem resolução de 10 m, datadas entre os dias 15 e 17 de maio de 2020, dias seguintes a precipitações.

Foram sorteados 120 locais com provável ocorrência de poças intermitentes e esses foram avaliados, com base na opinião dos especialistas em campo, se eram propícios ou não para presença de peixes-anuais. Em caso afirmativo, a poça selecionada foi delimitada por um quadrante de 400 m² para a amostragem. Nesse quadrante foi avaliada a presença ou ausência de peixes-anuais (e suas respectivas abundâncias) e de outros peixes com o auxílio de um puçá redondo com diâmetro de 50 cm e malha de 0,5 mm. No quadrante também foram mensuradas a área alagada (%), a área vegetada na lâmina d'água (%), a média de profundidade (N= 15), a temperatura da água na margem e no centro do alagado, a média de invertebrados por lance de puçá e o número de peixes-anuais por ocasião de amostragem (Foto 350 e Apêndice 21). Cada ocasião foi categorizada em 15 lances de puçá, com um intervalo entre as ocasiões de 10 minutos.

Foram amostrados mais charcos sazonais do que o proposto no Plano de Fauna (Quadro 130). Em cada UA foram realizadas pelo menos duas ocasiões. Caso não houvesse registro de rivulídeos até a segunda ocasião, encerrava-se a amostragem. Caso houvesse algum registro, eram realizadas cinco ocasiões de amostragem (Apêndice 17). Destaca-se que a capacidade de detecção nos charcos sazonais é muito alta (aproximadamente 92%), ou seja, é muito improvável que algum indivíduo seja capturado depois de duas ocasiões com ausências, o que justifica a mudança no número de ocasiões ao proposto inicialmente. Essa alteração possibilitou amostrar um número maior de charcos sazonais, aumentando o esforço e número de UAs avaliadas.

Os peixes coletados em cada ocasião foram removidos do ambiente e mantidos em um balde com água do alagado. Após o término das ocasiões, a maior parte dos peixes foi devolvida ao ambiente. Alguns, no entanto, foram fotografados sem vida e pelo menos dois exemplares de peixes-anuais por ponto foram anestesiados com óleo de cravo e posteriormente fixados para inclusão e registro permanente na coleção científica do Departamento de Zoologia da UFRGS (Foto 351). A carta atestando o recebimento do material biológico e a tabela contendo as informações dos animais enviados para a instituição depositária constam no Apêndice 22.



Foto 350. Amostragem de rivulídeos na poça da UA P16. Coord.: -29,834221° e -53,816247°.



Foto 351. Indivíduos macho e fêmea de *Austrolebias ibicuiensis* fotografados em campo. Coord.: -29,636283° e -54,031742°.



Obtenção de Métricas de Paisagem

Para a geração de mapas de probabilidade de ocorrência foram extraídas variáveis da paisagem que pudessem explicar a presença ou não das espécies-alvo. Foi utilizado o mapa classificado do *Mapbiomas* v.5.0 do ano de 2019 (SOUZA *et al.*, 2020).

A divergência de escolha de métricas de paisagem entre o item 5.2.1, relativo aos corredores ecológicos, e este que trata da fauna se dá devido aos diferentes objetivos desses dois temas. As métricas de paisagem utilizadas pelo item 5.2.1.3 tiveram por objetivo auxiliar na interpretação da estrutura atual da AE, quantificando as classes de cobertura e descrevendo os fragmentos de vegetação nativa remanescentes. Enquanto as métricas de paisagem utilizadas pela fauna, como descrito neste item, tiveram por objetivo auxiliar na predição das probabilidades de ocorrência e de fatalidade das espécies-alvo na AE do Meio Biótico e, portanto, foram escolhidas métricas, e suas escalas de efeito, pensando na perspectiva do uso da paisagem pela fauna.

Para aves e mamíferos, as classes do *Mapbiomas* foram reclassificadas em nove categorias: mata nativa, campo nativo, lavouras temporárias, pastagem, rios/lagos, área urbana, silvicultura, campos alagados/banhados e solo exposto. Dessas, a classe "lavouras temporárias" agrupou "Mosaico de Agricultura e Pastagem", "Soja" e "Outras Lavouras Temporárias", enquanto a classe "solo exposto" agrupou "Afloramento Rochoso" e "Outras Áreas Não Vegetadas" (Quadro 133).

Para peixes-anuais foi extraída a proporção de *habitat* presente, sendo consideradas como *habitat* as classes campos alagados/banhados, campo nativo e pastagem com presença de poças intermitentes.

Com objetivo de avaliar qual a escala de efeito mais apropriada de cada métrica para a ocorrência das espécies-alvo (JACKSON; FAHRIG, 2015) essas foram obtidas em diferentes escalas. Para aves e mamíferos testou-se 100, 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000 e 3000 m, enquanto para mamíferos foram testadas também as escalas de 4000, 5000, 6000 e 7000 m. Para os peixes-anuais foram testadas as escalas 100, 300, 500 e 1000 m. Todas as métricas da paisagem foram obtidas através do pacote *landscapemetrics* v1.3 (HESELBARTH *et al.*, 2019) no programa R (R CORE TEAM, 2019).

Quadro 133. Métricas de classe e paisagem utilizadas na avaliação da relação com a ocorrência das espécies-alvo. Os nomes originais das métricas referem-se ao pacote *landscapemetrics* v1.3.

Tipo de métrica	Definição	Abreviatura utilizada	Nome original da métrica
Classe	Proporção de determinadas classes dentro da escala de interesse	PROP_MATA	Percentage of landscape of class (pland)
		PROP_CAMPO	
		PROP_SOLO	
		PROP_PASTAGEM	
		PROP_LAVOURA	



Tipo de métrica	Definição	Abreviatura utilizada	Nome original da métrica
Paisagem	Densidade de manchas dentro da escala de interesse	DENSI_MANCH	<i>Patch Density (pd)</i>
	Densidade de borda das manchas dentro da escala de interesse	DENSI_BORD	<i>Edge Density (ed)</i>
	Conectividade da paisagem dentro da escala de interesse	CONNECT_P	<i>Effective Mesh Size (mesh)</i>
	Dominância da maior mancha dentro da escala de interesse	DOMINA_P	<i>Largest Patch Index (lpi)</i>
	Riqueza de classes dentro da escala de interesse	RIQ_C	<i>Relative Patch Richness (rpr)</i>

Análises

Com o objetivo de descrever a diversidade de espécies detectadas nas UAs, foram realizadas análises de métricas de diversidade. Para aves e mamíferos foram apresentadas as riquezas de cada UA, sendo que para mamíferos também foi possível apresentar abundância, abundância relativa e calcular os índices de diversidade (Índice de Shannon) e equabilidade (Índice de Pielou). Para peixes-anuais não foram apresentadas métricas de diversidade por UA, devido ao baixo número de espécies pertencentes ao grupo e ao alto número de UAs com registro de uma ou nenhuma espécie. Para todos os grupos foi estimada a riqueza de espécies nativas na AE, sendo que para mamíferos e peixes-anuais foi utilizado o índice Chao 1, enquanto para as aves foi utilizado o índice Chao 2 (por meio dos dados de ponto de escuta). O índice de Chao 1 leva em conta dados de abundância, enquanto o de Chao 2 faz essa estimativa através de dados de presença e ausência (CHAO, 1984, 1987).

A avaliação da suficiência amostral foi realizada por meio de curvas de acumulação de espécies. Para as aves foi utilizado o método aleatório, onde os sítios amostrais são adicionados em ordem randômica. Para mamíferos e peixes-anuais foi utilizado o método de rarefação, onde o tamanho da amostra (acúmulo de indivíduos) também é considerado. As análises de métricas de diversidade foram realizadas através do pacote *vegan* (OKSANEN *et al.*, 2020) e o pacote *fossil* (VAVREK, 2011), utilizando o programa R (R CORE TEAM, 2019).

Para gerar os mapas de probabilidade de ocorrência foram utilizadas como variáveis-resposta os históricos de detecção das espécies-alvo (observações de detecção/não detecção em cada ocasião amostral) e como variáveis preditoras da ocorrência dessas espécies foram utilizadas variáveis locais ou de paisagem para cada UA (item 5.2.1.3.1). Os históricos de detecção/não detecção foram construídos utilizando-se cada dia como uma ocasião amostral para mamíferos, cada turno (início da manhã ou final da tarde de cada dia) como uma ocasião amostral para aves e cada 15 lances de puçá como uma ocasião amostral para peixes.

Foram construídos modelos de ocupação de estação única (MACKENZIE *et al.*, 2006) com as variáveis-resposta e preditoras descritas acima para cada espécie-alvo através do pacote *unmarked* (FISKE e CHANDLER, 2011). Esses modelos levam em conta a detecção imperfeita para as estimativas de ocorrência das espécies. A partir do histórico de detecção de cada espécie, foram estimados os parâmetros de probabilidade de detecção e probabilidade de ocorrência. Para selecionar os modelos que pudessem prever a ocorrência de cada espécie em função das métricas da paisagem, em suas melhores escalas, foram realizadas seleções de modelos via Critério de Informação de Akaike (AIC) (BURNHAM e ANDERSON, 2002). Foram considerados como modelos plausíveis para a ocorrência das espécies-alvo aqueles com delta AIC < 2, em relação ao modelo nulo.

Para os peixes-anuais além da métrica espacial de quantidade de *habitat* também foram testadas as métricas locais relacionadas às características das poças intermitentes (área alagada, área vegetada na lâmina d'água média de profundidade, temperatura da água na margem e no centro do alagado, média de invertebrados por lance de puçá e o número de peixes-anuais por ocasião de amostragem) que poderiam estar relacionadas à ocorrência ou à detecção dessas espécies. Os principais métodos realizados para os peixes-anuais estão apresentados na Figura 23.

Para cada espécie-alvo de aves e mamíferos, foram realizadas todas as combinações possíveis das métricas selecionadas anteriormente utilizando a função *dredge* do pacote *MuMIn* (BARTÓN, 2020). Os modelos igualmente plausíveis (delta AIC < 2) gerados nessas combinações foram utilizados na geração de modelos ponderados usando



a função *model.avg* do pacote *MuMIn* (BARTÓN, 2020). Modelos ponderados são uma forma de incorporar a incerteza na seleção de modelos, na qual os parâmetros estimados para cada modelo candidato são pesados usando o AIC de cada um desses modelos. A partir dos coeficientes dos modelos ponderados, e usando a função *predict* do pacote *stats* (R CORE TEAM, 2019), foi realizada a predição da probabilidade de ocorrência de cada espécie-alvo para todos os hexágonos da AE do Meio Biótico. A partir da média da probabilidade de ocorrência dessas espécies foi gerado um mapa integrado (separado para aves e mamíferos) das probabilidades de ocorrência em cada hexágono de remanescente de vegetação nativa na AE e no traçado proposto. Também foi calculada a incerteza dessas médias para cada hexágono. Todas as análises dessa seção foram realizadas no programa R (R CORE TEAM, 2019) e os principais passos analíticos descritos aqui estão apresentados na Figura 24 para aves e mamíferos.

As avaliações das performances dos modelos foram obtidas utilizando o Teste qui-quadrado de Pearson (FISKE e CHANDLER, 2015), sendo considerados bons os modelos com valores de p maiores que 0.05. Os valores de p foram obtidos usando a função *parboot* do pacote *unmarked* (FISKE e CHANDLER, 2011).



Figura 23. Fluxograma com os principais passos dos métodos para a análise de rivulídeos.

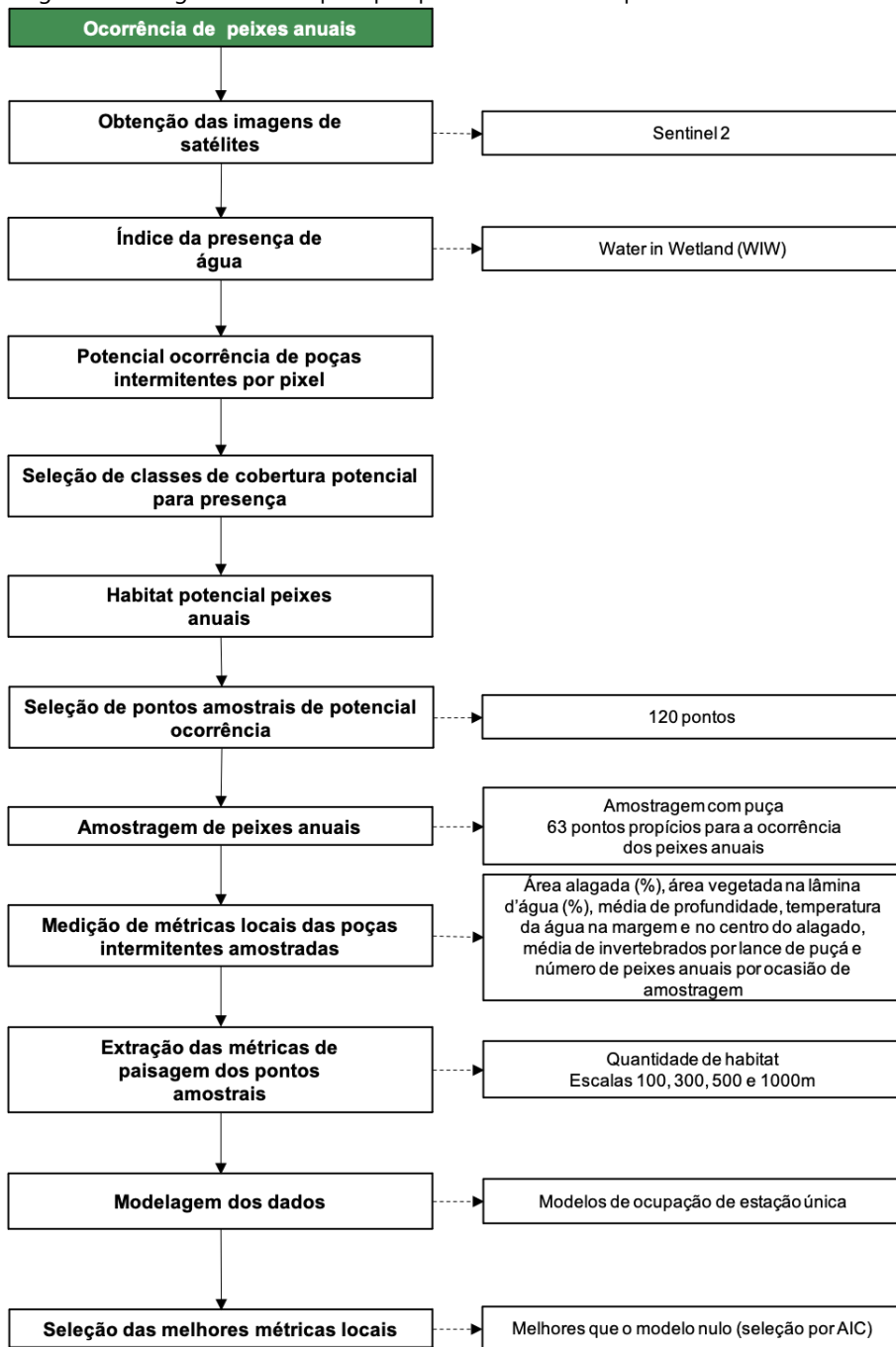
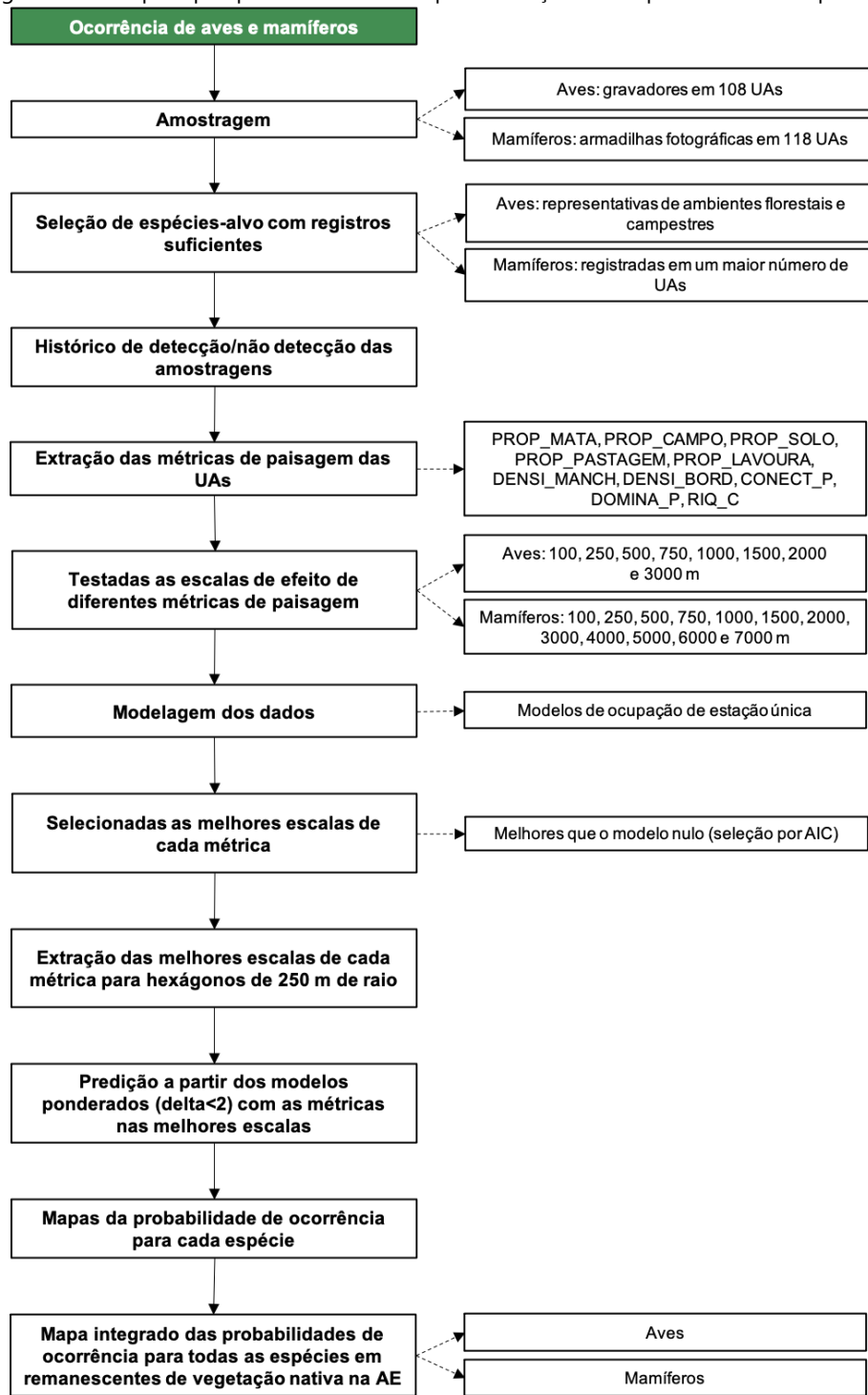




Figura 24. Fluxograma com os principais passos dos métodos para obtenção dos mapas de ocorrência para aves e mamíferos.





Quiropterofauna e Vertebrados Não Voadores Presente nas Cavidades Naturais

Quiropterofauna

Para avaliar a quiropterofauna foram identificadas as espécies de morcegos presentes nas cavidades naturais registradas na AE do Meio Biótico por meio de métodos combinados que possibilitassem a detecção do maior número de espécies possível deste grupo.

A partir do mapa das cavidades naturais identificadas no diagnóstico ambiental do Meio Físico, foram amostradas três cavidades, duas localizadas no município de São Pedro do Sul (Caverna do Faxinal e Caverna do Barranco) e outra em Toropi (Caverna Toropi).

Destaca-se que a Caverna do Faxinal foi amostrada em setembro de 2020 e as demais posteriormente, em agosto de 2021.

- Coleta de Dados

A Caverna do Faxinal (coordenadas geográficas: -29,59947° e -54,15228°) situa-se em declive acentuado, inserido em uma matriz florestal que permanece pouco alterada ao longo da encosta do morro (Apêndice 19). Entretanto, há uma propriedade com monocultura exótica de *Pinus* sp. próxima à área, além de outras áreas convertidas para diversos cultivos e para agropecuária.

A Caverna Toropi (coordenadas geográficas -29,462251° e -54,236935°) encontra-se na encosta de um morro e sua entrada está situada na base de um perau. O topo do morro possui uma cobertura vegetal pouco alterada, entretanto, na encosta e no ambiente adjacente à encosta pode-se observar a ação antrópica, caracterizado por campo baixo com criação de animais e plantações.

Assim como a Caverna Toropi, a Caverna do Barranco (coordenadas geográficas -29,531664° e -54,269965°) encontra-se na encosta de um morro e na base de um perau. O topo do morro possui uma cobertura vegetal pouco alterada que permanece pouco impactada ao longo da encosta. O morro é circundado por uma paisagem rural que apresenta consideráveis alterações antrópicas, com pastagens para criação de animais e plantações.

As amostragens foram realizadas no interior e no entorno das cavidades naturais através de três métodos: busca ativa, rede de neblina e identificação acústica. Com exceção da rede de neblina, a qual foi instalada apenas na Caverna do Faxinal, os demais métodos foram aplicados nas três cavidades. Destaca-se que na amostragem das cavernas do Barranco e Toropi, identificadas posteriormente à emissão da Abio nº 1256/2020, não foi realizado nenhum tipo de manejo da fauna silvestre.

A busca ativa foi realizada durante o dia e consistiu na avaliação das três cavernas à procura de indivíduos vivos e vestígios da presença de morcegos, tais como fezes, restos alimentares e indivíduos mortos.

A amostragem com rede de neblina foi realizada ao anoitecer, apenas no dia 13 de setembro de 2020. Uma rede com malha de 20 milímetros e 3,0 x 12,0 m de dimensão foi instalada na abertura da Caverna do Faxinal, de maneira a cobrir a maior parte possível da saída. A abertura da rede ocorreu durante o horário de entrada e saída dos morcegos da caverna (entre 18h e 00h), tendo sido instalada cerca de 15 minutos antes do pôr do sol (que ocorreu às 18h21min). A cada 10 minutos foi feita a revisão da rede pelos pesquisadores, a fim de evitar que os animais se machucassem por permanecerem muito tempo presos à rede.

O levantamento acústico foi realizado através de gravações feitas entre às 18h e 7h, durante oito noites. Foram utilizados dois gravadores de amplo espectro da marca *AudioMoth*, fixados em árvores próximas à entrada das cavernas. Os áudios foram gravados por amostras de 15 segundos a cada 2 minutos, totalizando 26h de esforço amostral em cada cavidade. Na Caverna do Faxinal foram realizadas duas campanhas de quatro noites de



amostragem, de 13 a 16 de setembro e de 1º a 4 de outubro de 2020. Já nas Cavernas do Barranco e Toropi foi realizada uma campanha de campo entre os dias 11 e 18 de agosto de 2021.

Foto 352. Um dos gravadores instalados na Caverna Toropi.
Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 353. Instalação da rede de neblina na Caverna do Faxinal.
Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



- Análises

Os dados obtidos do monitoramento acústico foram pré-triados no *software* Kaleidoscope versão 5.3.8 (ACOUSTICS, 2015), que identificou todos os arquivos de áudios que possuíam gravações nas frequências emitidas pelos morcegos, entre 8 e 100 kHz. Os áudios selecionados foram analisados individualmente no *software* Raven Pro versão 1.6.1 (CENTER FOR CONSERVATION BIOACOUSTICS, 2019) e as espécies foram identificadas através de uma chave de identificação acústica para morcegos brasileiros (ARIAS-AGUILAR *et al.*, 2018).

Vertebrados Não Voadores Presentes nas Cavidades Naturais

As três cavidades presentes na AE do Meio Biótico foram também avaliadas quanto à interação com os demais vertebrados não voadores. Foram utilizados dois métodos de amostragem: a busca ativa (Foto 354), concentrada no interior das cavidades, a procura de qualquer vestígio da fauna; e a busca passiva, por meio da instalação de armadilhas fotográficas (Camera trap) em frente a principal entrada das cavernas (Foto 355). As armadilhas permaneceram ativas 24 horas por aproximadamente 21 dias, no período entre o dia 10 de agosto e 31 de agosto, e foram programadas para realizarem cinco registros a cada acionamento do sensor. Por ser um levantamento qualitativo, a frequência dos registros só foi considerada para avaliação de possível interação com o interior das cavidades.

As interações entre os animais e as cavidades foram classificadas buscando um entendimento com a IN nº 02/2017 (BRASIL, 2017), conforme segue:

- Entorno - animais registrados nas proximidades, mas não apresentaram interação com a caverna. Foram flagrados nas armadilhas geralmente transitando pela frente da cavidade;
- Ocasional - animais que apresentaram interação acidental ou casual com a caverna. Foram flagrados entrando eventualmente na cavidade por breve período; e
- Regular - animais que intencionalmente utilizaram a caverna com regularidade. Foram flagrados utilizando assiduamente a cavidade com o intuito de se abrigar ou formar ninho.



Foto 354. Exemplo de Busca Ativa no interior das cavidades.



Foto 355. Exemplo de instalação de armadilha fotográfica em frente à principal entrada da cavidade.



5.2.3.1.3 Fauna Atropelada na Área de Estudo do Meio Biótico

Para identificar os locais com maior probabilidade de mortalidade por colisões para toda a AE do Meio Biótico e para o traçado proposto foi analisada a relação entre locais de registros de atropelamentos (em rodovias já existentes) e a composição e configuração da paisagem. Toda a AE e as estradas monitoradas foram divididas em quadrículas de 500 x 500 m, e a partir disso foi possível prever para a AE os locais com maior probabilidade de colisões. Essa informação espacializada compôs a análise multicritério para a comparação das alternativas locais da rodovia.

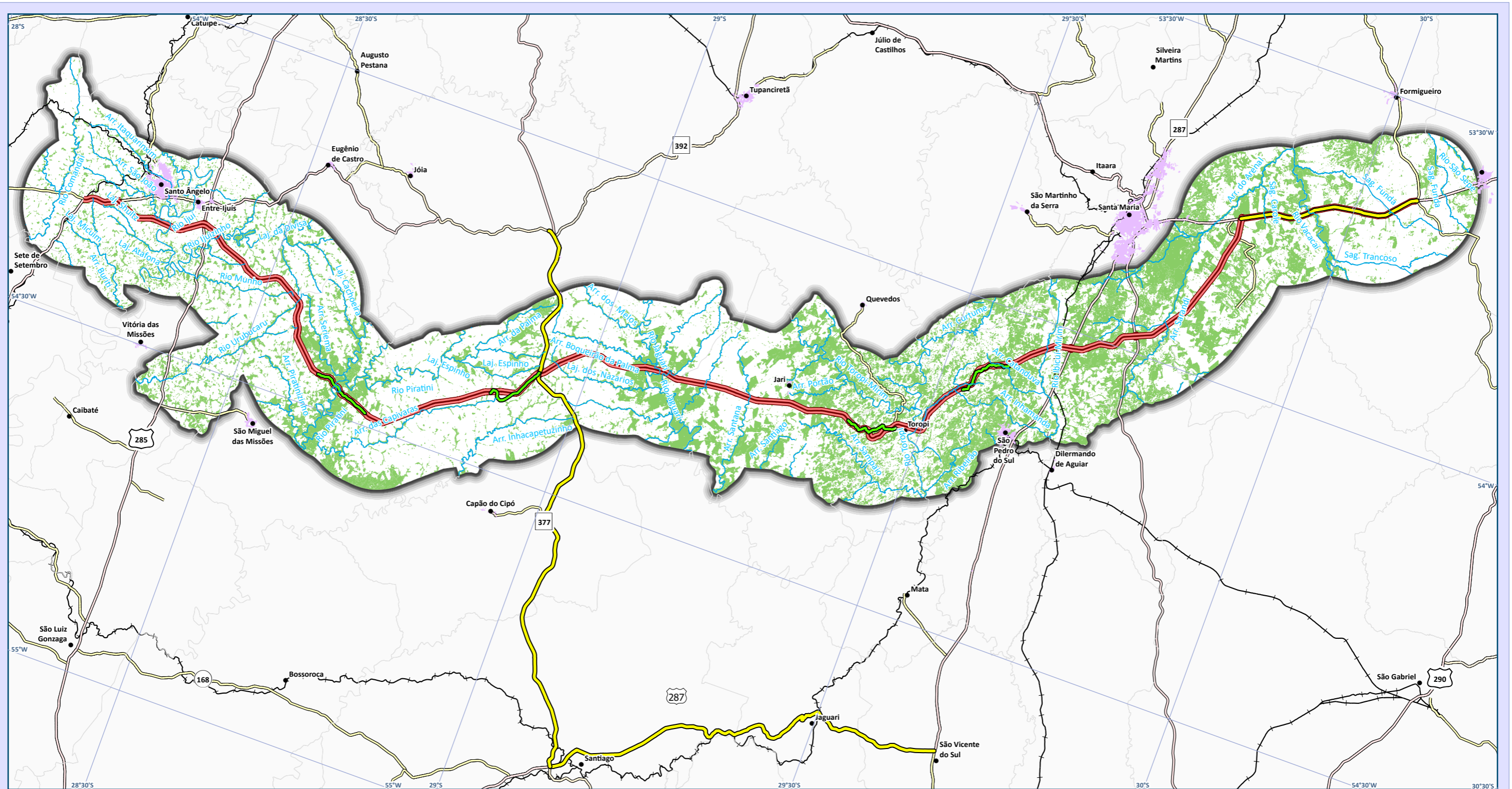
Coleta de Dados

As atividades de coleta de dados da fauna atropelada foram realizadas entre os meses de agosto e outubro de 2020, totalizando seis amostragens com intervalo de aproximadamente 15 dias entre elas. Em cada amostragem foram monitorados três trechos de rodovias nas proximidades da AE: a BR-392 (já existente), a BR-377 e a BR-287 (Quadro 134 e Mapa 48). É esperado que essas rodovias representem o contexto paisagístico, de fauna e tráfego de veículos da região, e, portanto, possam melhor refletir o padrão esperado de fatalidades para o traçado a ser implementado. Também foram amostrados quatro trechos de estradas de leito natural que se sobrepõem parcialmente ao traçado (Quadro 134 e Mapa 48), a fim de comparação de antes-depois de composição de espécies e localização dos atropelamentos.

A busca por animais atropelados nas estradas foi realizada por dois observadores em um veículo com velocidade entre 30 km/h (em leito natural) e 50 km/h (em rodovias asfaltadas) em sentido único. As carcaças encontradas tiveram sua localização registrada através de receptor GPS, foram fotografadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível. Para evitar a dupla contagem das carcaças, os registros foram posteriormente conferidos através das coordenadas geográficas e das fotografias, sendo excluídos os registros claramente repetidos.

Quadro 134. Rodovias monitoradas quanto ao atropelamento de fauna, apresentando as coordenadas geográficas iniciais e finais (datum SIRGAS 200, graus decimais) e a extensão de cada trecho.

Estrada monitorada	Ponto Inicial		Ponto Final		Extensão (km)
	Coord. Latitude	Coord. Longitude	Coord. Latitude	Coord. Longitude	
BR-287/RS	-29,68407°	-54,66602°	-29,14881°	-54,88602°	73,88
BR-377/RS	-29,14881°	-54,88602°	-28,87131°	-54,12840°	91,47
BR-392	-30,08337°	-53,63941°	-29,84398°	-53,75493°	30,80
Trecho leito natural 1	-28,93094°	-54,33446°	-28,87241°	-54,38819°	10,49
Trecho leito natural 2	-29,46341°	-54,22920°	-29,39219°	-54,24251°	9,86
Trecho leito natural 3	-29,59132°	-54,07994°	-29,53852°	-54,14025°	10,17
Trecho leito natural 4	-28,70486°	-54,48144°	-28,61841°	-54,44998°	10,87
Total	-	-	-	-	237,54

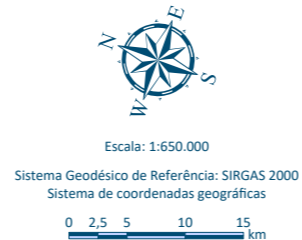


Mapa das Estradas Monitoradas - Fauna Atropelada

Legenda e fonte dos dados

- Ferrovias
- Hidrografia
- Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)
- Rodovias estaduais
- Rodovias estaduais coincidentes
- Rodovias federais
- Trecho Asfaltado
- Leito Natural Monitorado
- AE Meio Biótico, STE (2020)
- Limite municipal, IBGE (2018)
- Mancha urbana (IBGE, 2010)
- Remanescente de vegetação nativa, SOUZA et al. (2020)
- AE Meio Biótico
- Limite municipal, IBGE (2018)

Dados cartográficos



PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





Para gerar os mapas de probabilidade de fatalidade para toda a AE do Meio Biótico e para o traçado proposto, foram medidas variáveis potencialmente preditivas da presença de atropelamentos das espécies nos segmentos das rodovias amostradas. Para isso, foram obtidas métricas de classe e de paisagem, como descrito no item “Obtenção de métricas de paisagem”, considerando os centroides de segmentos de 500 m de cada rodovia asfaltada monitorada e foram avaliadas em múltiplas escalas (500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 e 5000 m) para definição da escala de efeito mais apropriada para cada métrica (JACKSON; FAHRIG, 2015). Essa análise não foi feita para as estradas de leito natural pois elas apresentaram poucos registros (apenas seis).

Análises

A partir do conjunto de dados obtidos no monitoramento das três rodovias asfaltadas, as espécies de mamíferos com registros suficientes para análise foram selecionadas para a modelagem. Para cada espécie foram consideradas as rodovias com maiores proporções de registros das mesmas, a fim de obter melhores resultados nos modelos. Foi verificada a presença ou ausência de registros de atropelamentos de cada espécie nos segmentos de 500 m.

Não foi possível realizar a análise utilizando trechos de 100 m como especificado no Plano de Fauna (Quadro 130), pois nessa escala os segmentos não apresentaram registros de atropelamentos suficientes. Foi utilizado trechos de 500 m que obtinham número de registros adequados para relacionar as variáveis críticas da paisagem com os atropelamentos.

Para gerar os mapas de probabilidade de fatalidade para toda a AE do Meio Biótico e para o traçado proposto foi utilizada como variável resposta a presença de fatalidades das espécies selecionadas nos segmentos de 500 m e como variáveis preditoras as métricas de paisagem no entorno das rodovias asfaltadas nas diferentes escalas. Essa relação foi avaliada por meio de modelos lineares generalizados com distribuição binomial (ZUUR *et al.*, 2009) usando a função *glm* do pacote *stats* (R CORE TEAM, 2019). Foram realizadas seleções de modelos via AIC (BURNHAM e ANDERSON, 2002) e considerados como modelos plausíveis aqueles com $\Delta AIC < 2$, em relação ao modelo nulo.

Para cada espécie modelada, foram realizadas todas as combinações possíveis das métricas selecionadas anteriormente para gerar modelos candidatos utilizando-se a função *dredge* do pacote *MuMIn* (BARTÓN, 2020). Todas as combinações de modelos igualmente plausíveis ($\Delta AIC < 2$) foram usadas para gerar um modelo ponderado para prever a probabilidade de fatalidades para toda a AE e para o traçado proposto. Os modelos ponderados foram gerados com a função *model.avg* do pacote *MuMIn* (BARTÓN, 2020). Foi realizada a predição do modelo ponderado para cada quadrícula por meio da função *predict* do pacote *stats* (R CORE TEAM, 2019). O poder de predição dos modelos foi avaliado por meio do valor da Curva Característica de Operação do Receptor (ROC), sendo valores acima de 0,5 indicativos de modelos com boa predição. Os valores de ROC variam de 0 a 1, sendo que modelos mais próximos de 1 têm melhores poder de predição e valores abaixo de 0,5 indicam predições piores que o esperado ao acaso (MURDOCH *et al.*, 2017).

Elaborou-se um mapa integrado das probabilidades de fatalidades para todas as espécies na AE do Meio Biótico e no traçado proposto a partir da média das probabilidades de atropelamento de cada uma das espécies analisadas. Também foi calculada a incerteza dessas médias para cada quadrícula da AE. Todas as análises dessa seção foram realizadas no programa R (R CORE TEAM, 2019) e os principais passos dos métodos descritos aqui estão apresentados na Figura 25.

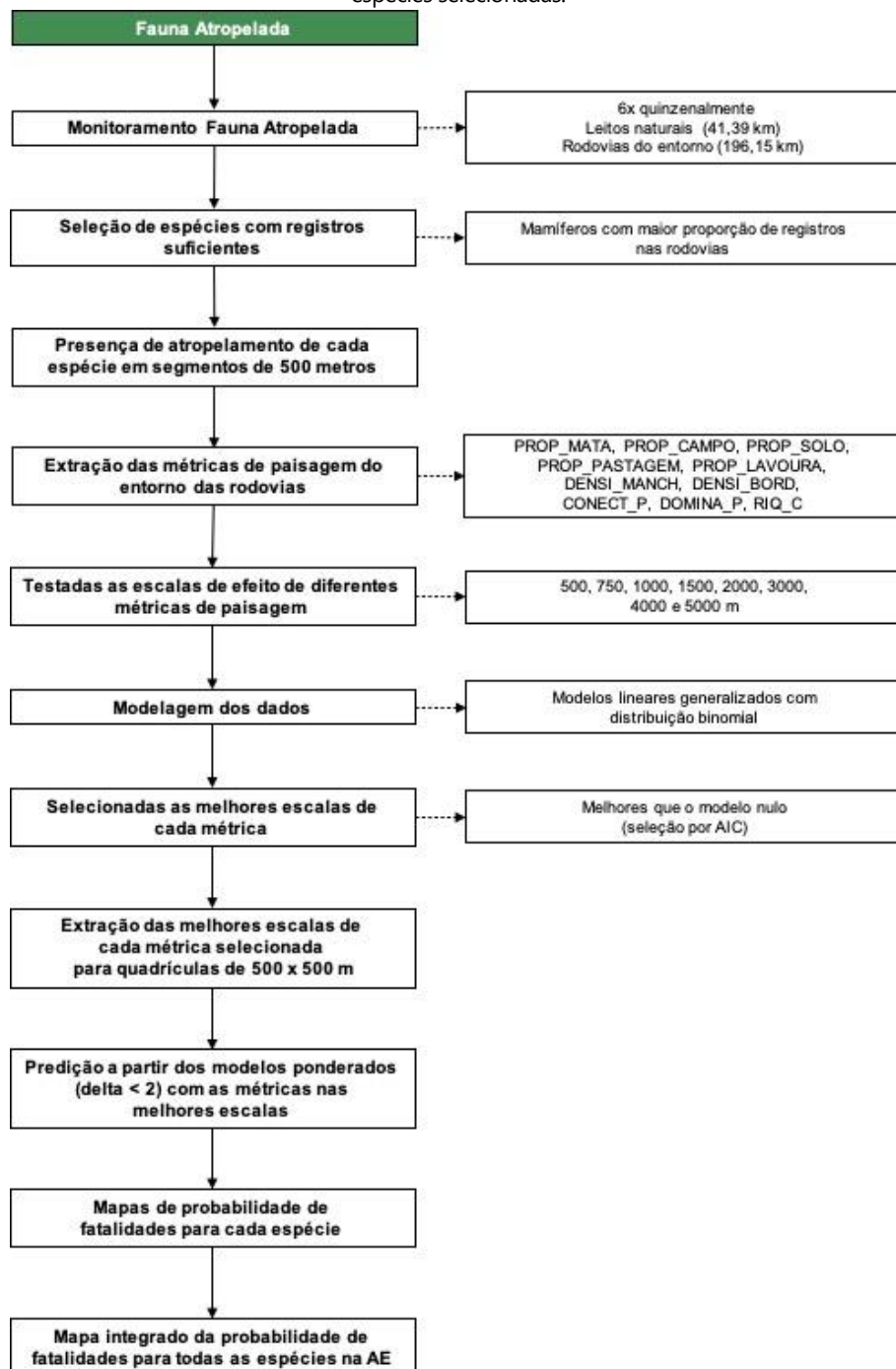
Os segmentos de leito natural apresentaram poucos registros, sendo insuficientes para realizar análises de *hotspots*, sendo assim, não foram apresentados os diagramas unifilares. No entanto, foram preditos para toda



a AE (num pixel de 500 m) os locais com maior probabilidade de atropelamentos, ou zonas críticas de atropelamentos, o que conceitualmente se equivale aos tradicionais *hotspots*.

A sazonalidade dos atropelamentos deve ser avaliada quando há disponíveis medidas de mitigação que sejam implementadas somente em determinadas épocas do ano. Essas medidas são utilizadas quando há grupos faunísticos que sejam extremamente abundantes em períodos específicos, como, por exemplo, uma migração de indivíduos em massa que seja necessário o fechamento da rodovia. No entanto, o grupo avaliado neste estudo (mamíferos) quanto às fatalidades não apresenta variação sazonal nos atropelamentos e, portanto, não se justifica a execução dessa análise (COELHO; KINDEL; COELHO, 2008). Além disso, para uma avaliação de sazonalidade são necessárias réplicas temporais, tendo cada estação, no mínimo, de três anos de avaliação. As medidas de mitigação são propostas no item 8 deste EIA.

Figura 25. Fluxograma com os principais passos dos métodos para obtenção dos mapas de probabilidade de fatalidades para as espécies selecionadas.





5.2.3.1.4 Programa de Telemetria

Com o objetivo de identificar os padrões de deslocamento da mastofauna na paisagem para qualificar os modelos preditivos, foi realizado um programa de telemetria com o graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*). Foram capturados apenas indivíduos de *Lycalopex gymnocercus* para aumentar o número de réplicas de movimentos (cada indivíduo equivale a uma UA), sendo um número amostral mais adequado para poder inferir as preferências de deslocamento da espécie em um gradiente latitudinal e não apenas representar o movimento de alguns poucos indivíduos sem ser representativo do global. Além disso, o graxaim-do-campo apresenta uma alta correlação com ambientes campestres, sendo uma importante espécie para qualificar a disponibilidade e a conectividade dessa fitofisionomia. Da mesma forma não foram utilizados colares com a tecnologia *drop-off*, pois esse equipamento só possui disponibilidade fora do Brasil com um preço muito elevado. A aquisição desses equipamentos inviabilizaria o número de réplicas necessário para as análises.

Para considerar o deslocamento do graxaim-do-campo, foi analisado o uso preferencial do *habitat* e as suas preferências foram utilizadas na avaliação da conectividade para essa espécie-alvo.

Coleta de Dados

Entre os dias 11 e 22 de junho foram instalados colares transmissores GPS-VHF (TX-RX) em 15 indivíduos de graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*). O esforço de captura foi dividido entre as áreas de planície, encosta e planalto para considerar as possíveis diferenças no padrão de deslocamento entre as paisagens, sendo capturados cinco indivíduos em cada local.

Na planície, os indivíduos foram capturados no município de Santa Maria (coord.: -29,731596° e -53,968394°), na encosta no município de Júlio de Castilhos (coord.: -29,36175° e -54,006778°) e no planalto no município de São Miguel das Missões (coord.: -28,655077° e -54,466015°). Foi priorizada a captura dos indivíduos em ambientes marginais a rodovias já existentes e em ambientes próximos ao traçado proposto. Os indivíduos representantes da área de encosta foram capturados mais à leste da AE do Meio Biótico. A escolha dessa área foi devido à dificuldade de acesso aos locais da encosta e ao fato de a topografia mais acentuada comprometer a captação do sinal dos rádio colares pela antena VHF. Sendo assim, foi priorizada uma área onde a captação do sinal dos colares fosse mais satisfatória e as chances de recapturar os indivíduos e recuperar os dados fossem maiores.

Para a captura dos indivíduos foram instaladas 25 armadilhas/noite do tipo gaiola com iscas para a atração dos animais (Foto 356 e Foto 357). A isca utilizada foi bacon e sardinha enlatada. Os indivíduos capturados foram anestesiados por um veterinário, receberam um nome (ex.: Regalita) e foram realizadas medidas padrão de tamanho do corpo, determinação do sexo e idade e instalados os colares (Foto 358). Os indivíduos foram acompanhados durante todo o período em que estiveram sob efeito do anestésico e nenhum dos animais capturados teve problemas de escoriações ou lesões, sendo liberados imediatamente após o efeito da droga (Foto 359 e Foto 360).

Os espécimes ficaram com os colares por aproximadamente dois meses consecutivos coletando uma coordenada geográfica a cada 30 minutos. A primeira campanha de recaptura foi realizada entre os dias 11 e 27 de agosto e a segunda entre os dias 10 e 20 de setembro. Foi empregado o mesmo esforço de campo da captura com 25 armadilhas/noite em cada área.



Foto 356. Armadilha instalada com isca de bacon e sardinha enlatada ao fundo da gaiola. Coord.: -29,731596° e -53,968394°.



Foto 357. Indivíduo de graxaim-do-campo capturado na gaiola com o rádio colar. Coord.: -29,731596° e -53,968394°.



Foto 358. Medidas padrão de tamanho do corpo, determinação do sexo, idade e a instalação de colares transmissores. Coord.: -29,731596° e -53,968394°.



Foto 359. Indivíduo de graxaim-do-campo após a captura, medições corporais e instalação do rádio colar. Coord.: -29,731596° e -53,968394°.

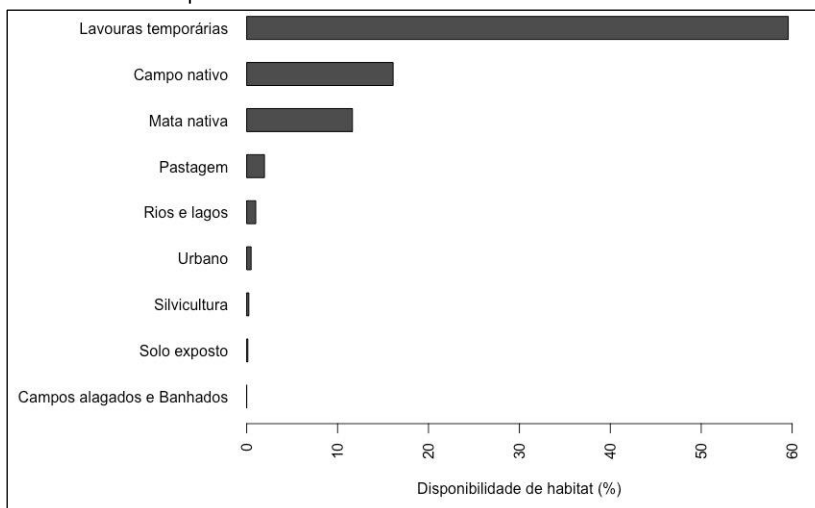


Foto 360. Indivíduo de graxaim-do-campo com rádio colar instalado. Coord.: -29,731596° e -53,968394°.



Análises

A seleção de *habitat* foi estimada por meio da razão de seleção de Manly, com base na proporção de utilização de cada classe de *habitat* relativa a sua disponibilidade na paisagem (Gráfico 84), sob desenho tipo II, que pressupõe que os animais em estudo são selecionados independentemente dentro de uma única população, de modo que possam fornecer a replicação necessária para fazer inferências a respeito da utilização de cada classe de *habitat* (MANLY *et al.*, 2004). Os dados sobre o uso de recursos são registrados para cada um dos indivíduos monitorados, porém a disponibilidade é medida no nível da população e implicitamente assumida como aproximadamente a mesma para cada animal (MANLY *et al.*, 2004). No total, foram utilizadas 21.536 localizações, de 11 indivíduos de graxaim-do-campo com uma média de 1.957,82 (\pm SD = 1.125,36) localizações por indivíduo. As análises de seleção de *habitat* foram realizadas no pacote *adehabitatHS* (CALENGE, 2006) no programa R (R CORE TEAM, 2019).

Gráfico 84. Disponibilidade de cada classe de *habitat* na AE do Meio Biótico.

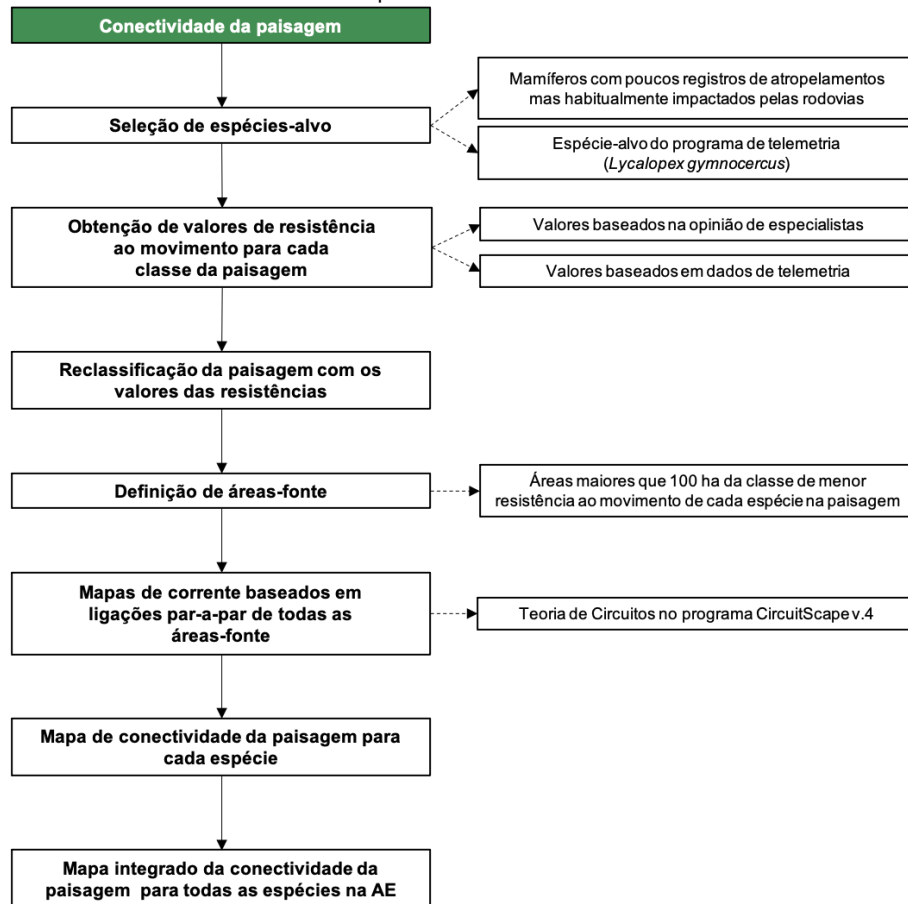
5.2.3.1.5 Avaliação da Conectividade da Paisagem em Função das Espécies-alvo

Para prever os locais de maior probabilidade de travessia (deslocamento) das espécies na AE, visando identificar áreas críticas para a manutenção da conectividade da paisagem para as populações da mastofauna, foram identificados os padrões de deslocamento das espécies-alvo de mamíferos na paisagem. Locais de travessia podem não ser a melhor estratégia para determinar onde ocorrem os atropelamentos, pois podem representar locais em que os animais atravessam a rodovia com sucesso e não morrem atropelados. Mesmo assim, podem ser uma importante estratégia para representar os potenciais locais de movimento dos animais e úteis para a caracterização do impacto de barreira que a rodovia pode causar.

O mapa integrado de áreas críticas para a manutenção da conectividade da paisagem compôs a análise multicritério, a fim de comparar as alternativas locais quanto aos impactos na conectividade de ambientes para a fauna. Nesta seção, é descrito o método para a elaboração dos mapas de conectividade, tanto a partir dos dados levantados pelo especialista para algumas espécies da mastofauna quanto dos dados levantados com o programa de telemetria para o graxaim-do-campo, seguindo os passos do fluxograma apresentado a seguir (Figura 26).



Figura 26. Fluxograma com os principais passos dos métodos para obtenção dos mapas de conectividade da paisagem para as espécies selecionadas.



Análises

Foram escolhidas espécies-alvo para a identificação dos padrões de deslocamentos na paisagem. As espécies escolhidas foram aquelas que não apresentaram muitos registros de atropelamentos, mas que são habitualmente impactadas pelas rodovias. São elas: ouriço-cacheiro (*Coendou* sp.), paca (*Cuniculus paca*), tatu (*Dasyopus* sp.), gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*), graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*), quati (*Nasua nasua*) e tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*).

Obtenção de Valores de Resistência da Paisagem a Partir da Opinião de Especialista

Para realizar as análises de conectividade é necessário identificar as classes da paisagem que são de uso preferencial das espécies, e para tal foram utilizadas as mesmas classes descritas no item "Obtenção de métricas de paisagem". A descrição das classes e as espécies selecionadas foram enviadas para o especialista em mastofauna para que este classificasse o grau de resistência de cada classe para o deslocamento de cada espécie-alvo. As resistências variaram de 1 a 100, sendo 1 uma classe de nenhuma resistência para travessia e 100 uma classe de máxima resistência para o movimento do animal.

Obtenção de Valores de Resistência da Paisagem a Partir do Programa de Telemetria

Adicionalmente à obtenção dos valores de resistência da paisagem a partir da opinião de especialista, para o graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*) também foram gerados valores de resistência a partir dos dados obtidos no programa de telemetria. Dessa forma, foi possível comparar através de uma análise de correlação se o padrão de deslocamento predito a partir da opinião de especialista foi similar ao padrão predito a partir dos dados de uso preferencial do *habitat* pelos indivíduos com rádio colares.



Para gerar os mapas de conectividade, o valor médio da razão da análise de seleção de *habitat* (item 5.2.3.1.4) foi reescalado para variar de 1-100. Este valor escalonado foi utilizado como valores de resistência para a análise de conectividade. O *raster* da paisagem foi reclassificado utilizando os valores de resistência no programa QGIS (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2020).

Elaboração do Mapa Final de Conectividade da Paisagem para as Espécies-alvo

Os mapas de conectividade foram gerados usando a Teoria de Circuitos por meio do programa *CircuitScape* v.4 (MCRAE *et al.*, 2008), utilizando um mapa de resistência e um mapa de áreas-fonte para cada espécie-alvo. Para a definição das áreas-fonte foram mapeadas as maiores que 100 ha da classe de menor resistência ao movimento de cada espécie na paisagem (resistência = 1). Foram definidos os cálculos de mapas de corrente para todos os pares de áreas-fonte e utilizado o mapa de corrente acumulado como resultado. Devido a dificuldades de processamento decorrente da extensão da AE, foi utilizada uma resolução de 104 x 104 m para a execução das análises. Esses mapas foram reamostrados posteriormente para a resolução final (12,5 x 12,5 m) para serem incorporados na análise multicritério. Os valores de conectividade finais foram padronizados de zero a um para serem usados como a probabilidade de travessia em cada um dos *pixels* analisados. Foi elaborado um mapa integrado dessas probabilidades para a AE do Meio Biótico e para o traçado proposto a partir da média das probabilidades de travessia de cada espécie de mamífero analisada e foi calculada a incerteza dessas médias para todos os *pixels*.

5.2.3.1.6 Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos Através de Bioindicadores - Macroinvertebrados Bentônicos

Para avaliação da qualidade da água por meio dos macroinvertebrados bentônicos foram realizadas duas campanhas no ano de 2020: uma no período seco em abril (C_S - Campanha Seca) e outra em período chuvoso (C_C - Campanha Chuvosa), no mês de setembro. Foram coletadas amostras em corpos d'água a jusante e a montante do traçado da rodovia, totalizando 12 pontos. As amostragens foram realizadas em triplicatas com um amostrador do tipo "*Suber*" (malha de 0,5 mm), totalizando 36 amostras. Dentre os pontos coletados, todos inseridos na ADA, três compõem a categoria Ponto Controle (PC), devido a suas características estruturais, em atendimento ao TR, a saber: AFB02, AFB06 e AFB13. O esforço amostral total foi de aproximadamente uma hora em cada ponto.

Destaca-se que foi proposta no Plano de Fauna a coleta de 13 pontos pré-definidos, além de 2 PCs que seriam escolhidos a campo, totalizando 15. No entanto, pelas circunstâncias em que os corpos d'água da região se encontravam, altamente impactados por ações antrópicas oriundas principalmente da agricultura e degradação da mata ciliar, e considerando que 3 dos 13 pontos pré-definidos possuíam condições de desempenharem o papel de PC, não foram adicionados pontos a campo. Além disso, um ponto entre os pré-definidos no Plano de Fauna - AFB11 - não foi coletado em nenhuma das ocasiões, pois encontra-se em um local de profundidade muito superior aos demais, maior que 1,5 m.

Caracterização da Região

Para o levantamento de dados primários foram amostrados 12 rios inseridos na AE, a saber: Arroio São João, Arroio Lajeado do Moinho, Arroio Siriema, Arroio das Capivaras, Arroio Lajeado dos Nazário, Arroio Boqueirão da Palma, Arroio São José Tuja, Arroio Santana, Arroio do Pessegueiro, Arroio Catanduva, Afluente Arroio Raimundo e Arroio Sarandi. Esse levantamento/diagnóstico tem como objetivo identificar a estrutura da composição da macrofauna bentônica, antes do início das obras de implantação do empreendimento e, desta forma, fornecer informações que contribuam na mitigação de possíveis impactos.



Destaca-se que no entorno do empreendimento há residências e propriedades com culturas variadas e criação de animais que poderão interferir na qualidade da água e na estrutura do *habitat* a partir de intervenções alheias a implantação da rodovia.

Além do diagnóstico da biodiversidade de macroinvertebrados bentônicos, também foram aferidas nos rios estudados as variáveis físico-químicas da água no momento da amostragem.

A seguir, no Quadro 135, são apresentadas as características de cada um dos rios amostrados bem como localização, classificação (jusante e montante do traçado proposto), ordem do curso, profundidade, largura aproximada e granulometria. No Apêndice 19 constam a localização das UAs e o registro fotográfico.



Quadro 135. Caracterização dos pontos de monitoramento de macroinvertebrados bentônicos.

Ponto	Recursos hídricos	Ordem do recurso hídrico	Montante/ Jusante (do empreendimento)	Descrição dos pontos	Granulometria	Profundidade média (metros)	Largura aproximada (metros)	Coordenadas Geográficas	
								Latitude	Longitude
AFB01	Arroio São João	5	Montante	Constitui-se de afluente do rio Ijuí. A mata ciliar encontra-se fragmentada, a montante do ponto a mata ciliar encontra-se pouco preservada, quase inexistente. Foi observada ocupação irregular da APP a jusante do ponto. A região se caracteriza por agricultura familiar com uso diversificado do solo. O relevo é fortemente ondulado.	Areia fina e Areia média	1,5 a 0,5	10	-28,311600°	-54,31046°
AFB02PC	Arroio Lajeado do Moinho	3	Jusante	A mata ciliar do arroio apresenta relativa preservação e a ocupação do entorno é predominantemente de culturas de soja e pastagens cultivadas. O relevo na região é suave ondulado.	Seixos	0,3	3	-28,467014°	-54,315891°
AFB03	Arroio Seriemá	5	Montante	A mata ciliar do arroio apresenta relativa preservação e a ocupação do entorno é com campo nativo.	Areia fina e Areia média	0,5 a 0,3	5	-28,622167°	-54,425359°
AFB04	Arroio das Capivaras	4	Jusante	A mata ciliar desse arroio é estreita, porém encontra-se relativamente preservada. No entorno do ponto predominam cultivos anuais. Nessa região, as propriedades são de médio e grande porte, também há desenvolvimento de atividade pecuária.	Areia fina, média e Grossa	0,8 a 0,5	4	-28,761867°	-54,486022°
AFB05	Arroio Lajeado dos Nazários	4	Montante	A mata ciliar desse arroio encontra-se em sua grande maioria preservada. No entorno há culturas de soja e trigo e pastagem cultivada, como a aveia e o azevém. Nessa região as propriedades são de médio e grande porte, também com desenvolvimento de atividade pecuária.	Seixos	0,2	2	-28,951444°	-54,312922°
AFB06PC	Arroio Boqueirão da Palma	4	Montante	A mata ciliar desse arroio encontra-se em sua grande maioria preservada. O uso do solo é predominantemente de culturas de soja e de pastagem cultivada, como a aveia e o azevém, além da cultura do trigo. O relevo é ondulado.	Seixos	0,7	5	-29,03014°	-54,262016°
AFB07	Arroio São José Tuja	4	Jusante	O arroio possui mata ciliar relativamente preservada e a ocupação do entorno é com campo nativo.	Seixos	0,2	5	-29,160850°	-54,288652°
AFB08	Arroio Santana	5	Jusante	O arroio possui relativa mata ciliar preservada. O relevo é suave ondulado e o entorno é ocupado com monoculturas, em espacial a soja, e pastagens cultivadas como a aveia e o azevém.	Seixos	0,4	7	-29,242709°	-54,279593°
AFB09	Arroio do Pessegueiro	4	Montante	O arroio apresenta mata ciliar relativamente preservada. Nesta região o relevo é forte ondulado a montanhoso. Há a presença de pequenas propriedades rurais, os principais cultivos são: soja e milho, além da pecuária, em especial a bovinocultura. Possíveis fontes poluidoras com potencial para influenciar a qualidade da água são as áreas agrícolas e os processos erosivos a elas associados levando ao aporte de sedimentos e nutrientes. A atividade pecuária pode levar à poluição orgânica.	Areia fina	0,5 a 0,2	3	-29,532368°	-54,136650°
AFB10	Arroio Catanduva	4	Jusante	O arroio apresenta mata ciliar relativamente preservada em ambas as margens. A montante, a área é ocupada com pastagem nativa e presença de gado. No entorno há pequenas propriedades rurais de pequenos agricultores, os cultivos são principalmente soja e milho, além da pecuária. As possíveis fontes poluidoras com potencial para influenciar na qualidade da água são as áreas agrícolas e os processos erosivos, podendo levar o aporte de sedimentos e nutrientes e poluição orgânica pelo acesso direto dos animais ao corpo hídrico.	Seixos	0,4	2	-29,584560°	-54,087136°
AFB12	Afluente Arroio Raimundo	5	Jusante	Arroio com mata ciliar escassa. É possível observar monocultura em alguns trechos (lavoura de arroz), que se estendem até a margem do arroio.	Areia fina	0,3	5	-29,740325°	-53,969214°
AFB13PC	Arroio Sarandi	6	Jusante	Possui relativa mata ciliar, sendo escassa nas margens, onde há pequenos arbustos e indícios de acesso ao gado. Também em suas proximidades existem monoculturas, como exemplo a soja. O rio possui uma pequena lâmina d'água com baixa velocidade.	Seixos	0,2	3	-29,794850°	-53,891199°

Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica e PC - Ponto de controle. Observação: A largura do curso d'água indicada refere-se ao local das amostragens.



Coleta de Dados

Os invertebrados bentônicos foram amostrados com o auxílio de um coletor tipo "Surber" de malha de 0,5 mm, sendo a metodologia mais indicada (DA CUNHA *et al.*, 2019). A metodologia "Kick-sampling" foi aplicada, a qual consiste em posicionar o coletor contra a correnteza, revolvendo o sedimento contido com o auxílio das mãos na área de 0,09 m². Três subamostras foram coletadas para cada ponto amostral, totalizando 0,27 m² de área amostrada por ponto, visando representar a heterogeneidade do ambiente e obter o maior número de táxons, conforme sugerido por Eaton (2003) para avaliações biológicas no monitoramento de qualidade da água.

O esforço amostral para cada uma das estações foi de 3,24 m². Ainda em campo, as amostras foram acondicionadas em recipientes de polipropileno identificados e fixadas em formalina 4%.

Complementarmente foram realizadas, por meio da Sonda Multiparamétrica Aquared (*Water Monitoring Instruments*), medições *in loco* dos parâmetros da água como temperatura (°C), oxigênio dissolvido (mg/L), condutividade elétrica (µS/cm), pH e turbidez (UNT).

Para os procedimentos laboratoriais foi utilizado o Laboratório de Ecologia da Consultora Ambiental, onde o material coletado foi lavado em peneiras de 500 µm (0,5 mm), disposto em bandejas plásticas brancas e, com auxílio de pinças e lupa manual, os organismos foram pré-triados. A identificação foi realizada até o menor nível taxonômico possível com o auxílio de estereomicroscópio e chaves de identificação dos seguintes autores: Hamada *et al.* (2018), Bouchard (2004), Merritt e Cummins (1996) e Pérez (1996). O material coletado foi posteriormente encaminhado ao Laboratório de Biodiversidade e Conservação Marinha da Universidade Federal de Santa Catarina. A carta atestando o recebimento e a tabela contendo as informações dos animais enviados para a instituição depositária constam no Apêndice 23.

A seguir o registro fotográfico.

Foto 361. Amostragem de macroinvertebrados bentônicos: coleta do material em área padronizada de 0,09 m² com coletor "Surber".



Foto 362. Material coletado sendo lavado em peneira de 0,5 mm e armazenado em recipientes plásticos.



Foto 363. Material sendo armazenado em frasco plástico identificado e com a presença de formalina 4%.



Foto 364. Medições *in loco* dos parâmetros da água com sonda multiparamétrica.





Análise

A seguir são descritos os tópicos que compõe a análise dos macroinvertebrados bentônicos.

Medidas de Composição da Comunidade

A composição da comunidade é medida através do número de espécies (riqueza) dos diferentes grupos presentes em uma comunidade. São medidas simples e diretas e, por isso, amplamente utilizadas em estudos de biomonitoramento. As medidas de riqueza de táxons podem ser calculadas com base na identificação de espécies (menor nível taxonômico) ou então com base na identificação de grupos taxonômicos mais elevados como gênero, família ou ordem. Uma alta riqueza está correlacionada com boas condições de integridade, uma vez que sugere uma disponibilidade adequada de *habitat*, fontes de alimento e nichos a serem ocupados, dando suporte a propagação e sobrevivência da biota aquática (BARBOUR *et al.*, 1999). Neste estudo foram calculadas as seguintes medidas de composição da comunidade: índice de riqueza taxonômica (S), abundância total de indivíduos (N) e proporção dos grupos predominantes (k). O resultado esperado com o aumento da perturbação ambiental é uma redução geral na riqueza de táxons e em especial das três ordens sensíveis Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera (EPT).

Estrutura da Comunidade

As medidas de estrutura da comunidade são baseadas no cálculo dos valores de contribuição relativa dos principais táxons presentes na comunidade macrobentônica. Medidas de abundância relativa são mais úteis na compreensão dos processos em nível de comunidade porque implicam em informações sobre a interação entre os organismos (BARBOUR *et al.*, 1999). Parte-se do princípio de que as comunidades de áreas íntegras apresentariam poucas espécies dominantes e seriam representadas por vários táxons proporcionais apresentando maior equitabilidade. Entre as medidas estruturais mais comumente utilizadas para biomonitoramento são aplicados o Índice de Diversidade de Shannon (H' log) e o Índice de Equitabilidade de Pielou (J'). Outras medidas são a riqueza de *taxa* e a proporção de EPT, além dos táxons tolerantes como (%CHI) Chironomidae (Diptera) (BARBOUR *et al.*, 1999).

O Índice de Diversidade de Shannon representa o grau de "incerteza" na predição de que um certo indivíduo, escolhido ao acaso, vai representar uma espécie determinada na amostra. Este índice considera tanto a riqueza quanto a abundância de espécies na sua avaliação e tende a ser maior em áreas pouco perturbadas, sendo explícito em uma função do número de espécies em uma comunidade e da distribuição dos indivíduos entre as espécies, sendo:

$$H' = - \sum (P_i \cdot \ln P_i)$$

Onde:

- P_i - Abundância relativa de cada táxon identificado na amostra, sendo $P_i = n_i/N$;
- N_i - Número de indivíduos de um determinado táxon;
- N - Número total de indivíduos na amostra.

O resultado obtido é comparado com os valores do Quadro 136 para a determinação da qualidade da água.

Quadro 136. Índice de Shannon para qualidade da água.

Índice	Qualidade da água
>2,50	I - Muito boa
1,50 - 2,49	II - Boa
1,00 - 1,49	III - Regular
< 1,00	IV - Ruim
Azoico	V - Muito Ruim



O Índice de Equitabilidade de Pielou, representado pela fórmula a seguir, está intimamente ligado à diversidade (H'). Ele mede a relação entre a diversidade encontrada em uma localidade e a diversidade máxima. Considerando que a diversidade máxima só é observada quando todas as espécies de uma amostra são igualmente abundantes, a equitabilidade acaba representando uma medida do “equilíbrio” da amostra. Seu valor tende a diminuir quando as abundâncias são muito divergentes e aumentar quando as distribuições são similares (BAPTISTA, 1998).

$$J' = \frac{H'}{H' \max = \log_2 S}$$

Dominância de Pielou = $1 - J'$

O índice de proporção de EPT é aplicado dividindo o total de indivíduos EPT pelo total de indivíduos macroinvertebrados coletados na amostra. O resultado obtido (valor entre 0 e 1) é comparado com os valores do Quadro 137 para a determinação da qualidade da água.

Quadro 137. Índice da análise de EPT e sua respectiva qualidade de água.

Proporção	Qualidade de água
0,801 - 1	I - Muito boa
0,601 - 0,800	II - Boa
0,401 - 0,600	III - Regular
0,201 - 0,400	IV - Ruim
0 - 0,200	V - Muito Ruim

Percentagem dos organismos de Chironomidae na campanha, sendo calculada pela seguinte equação:

$$\%CHI = \sum \frac{\text{Chironomidae}}{\text{Total de organismos}} \times 100$$

Medidas de Tolerância dos Organismos ao Impacto (Índices Bióticos)

Os índices bióticos são medidas baseadas em análises sistemáticas da variação na distribuição da macrofauna bentônica, comparando-a com um gradiente de contaminação ambiental. O objetivo é classificar os organismos de acordo com sua tolerância e ou sensibilidade em função da sua resposta frente a um tipo de impacto ambiental. Nesse estudo foram aplicados os índices mais utilizados na literatura para biomonitoramento de macroinvertebrados bentônicos, sendo o Índice de ASPTscore e o Índice de *Biological Monitoring Working Party* (BMWP).

O Índice ASPTscore é obtido a partir do valor de BMWP dividido pelo número total de famílias identificadas no ponto amostral analisado. Valores elevados deste índice (Quadro 138) são indicativos de locais de boa qualidade, constituídos por um número relativamente grande de táxons.

Quadro 138. Valores de referência do índice ASPT.

ASPTscore	Diagnóstico
> 6	Água limpa
6-5	Qualidade duvidosa
5-4	Provável poluição moderada
< 4	Provável poluição severa

O índice BMWP ordena as famílias de macroinvertebrados aquáticos em nove grupos, seguindo um gradiente de menor a maior tolerância dos organismos quanto à poluição orgânica. É atribuída uma pontuação a cada família, que oscila de 10 a 1 (Apêndice 24), sendo que as famílias mais sensíveis à contaminação recebem pontuações maiores, chegando, em ordem decrescente, até 1, onde estão aquelas mais tolerantes. Esse índice correlaciona o grau de contaminação com a qualidade da água, possibilitando obter as pontuações para comparar situações de qualidade do corpo d'água. As informações de pontuação e da qualidade de água referente ao BMWP utilizadas neste Relatório são apresentadas no Quadro 139.



Quadro 139. Tabela de cores, valores e significado das classes do protocolo BMWP para avaliação dos índices.

Classes	Qualidade	Valor	Significado
I	ÓTIMA	>150	Águas muito limpas (águas prístinas)
II	BOA	121-150	Águas limpas, não poluídas ou sistema perceptivelmente não alterado
III	ACEITÁVEL	101-120	Águas pouco poluídas ou sistema já com um pouco de alteração
IV	DUVIDOSA	61-100	São evidentes os efeitos moderados de poluição
V	POLUÍDA	36-60	Águas contaminadas ou poluídas (sistema alterado)
VI	MUITO POLUÍDA	16-35	Águas muito poluídas (sistema muito alterado)
VII	FORTEMENTE POLUÍDA	<16	Águas fortemente poluídas (sistema fortemente alterado)

Fonte: Quadro modificado por Alba-Tercedor; Sánchez-Ortega (1988).

Medidas Tróficas

Para complementar os resultados da macrofauna bentônica, foram realizadas medidas que se baseiam na avaliação da estrutura trófica da comunidade, as quais utilizam os Grupos Funcionais Tróficos (GFT), as guildas. A categorização dos animais em grupos funcionais de alimentação levou em consideração aspectos morfológicos característicos das peças bucais e adaptações comportamentais, conforme proposto por Vannote *et al.* (1980) e Merritt e Cummins (1996). Essa categorização funcional permite a classificação dos organismos em cinco guildas tróficas:

- a) Coletor: animais que coletam matéria orgânica em depósitos de sedimentos, vivendo imersos nesses locais e apresentando pouca especialização quanto à morfologia e ao comportamento alimentar;
- b) Filtrador: apresentam brânquias, cerdas ou outras estruturas modificadas para coletar e incorporar as partículas ou ainda constroem redes capazes de capturar o alimento em suspensão na coluna d'água;
- c) Fragmentador: mastigam material vegetal vivo ou material orgânico presente na liteira, transformando matéria orgânica particulada grossa em matéria orgânica particulada fina;
- d) Predador: ingerem animais vivos, incluindo outros invertebrados, pequenos peixes ou ainda seus ovos; e
- e) Raspador: adaptados para raspar superfícies duras, alimentam-se de algas, bactérias, fungos e matéria orgânica morta adsorvidos aos substratos.

Segundo Barbour *et al.* (1999), os organismos mais especializados como os raspadores e fragmentadores são grupos mais sensíveis e devem ocorrer associados a áreas de maior integridade. Já organismos generalistas como os coletores e filtradores têm uma maior gama de recursos alimentares, e desta forma, são mais tolerantes a distúrbios que afetem a disponibilidade de alimentos (desmatamento, assoreamento, turbidez, etc.).

Acurácia das Medidas Bioindicadoras

A verificação da acurácia das medidas bioindicadoras avaliadas foi feita para cada estação monitorada (seca e chuvosa), a fim de obter informações relevantes sobre o conjunto de dados que foi empregado na análise exploratória de dados AED (ZUUR *et al.*, 2010). Nessa etapa foram empregadas técnicas de visualização para melhor compreender os dados, além de técnicas quantitativas onde foi possível identificar a distribuição das variáveis e suas tendências assim como a qualidade dos dados e comportamentos anômalos. Possíveis diferenças de macroinvertebrados bentônicos entre os pontos de amostragem (PC e P) foram avaliadas utilizando a análise de variância (*One way ANOVA*) com testes de permutação. A análise permutacional randomiza o conjunto de dados para gerar todas as permutações possíveis dos valores obtidos. O p-valor é obtido comparando o efeito de cada probabilidade gerada através da permutação com o efeito do conjunto de dados real. Os métodos de permutação são livres de suposições sobre distribuições normais e são adequados quando os tamanhos das amostras são pequenos.

A fim de obter informações estatisticamente relevantes e possíveis diferenças na abundância e riqueza de macroinvertebrados entre os pontos de amostragem (PC e P) e entre as estações seca e chuvosa, os dados



foram avaliados por meio da análise de variância (*Two-way* ANOVA) com testes de permutação. Posteriormente, constatada diferença significativa entre os pontos de amostragem e/ou estações, foi aplicado o método de comparações múltiplas através do teste *a posteriori* de Tukey para observar entre quais categorias e estações essas diferenças existem.

Também foi realizada a análise de correlação entre as comunidades de macroinvertebrados e os fatores físico-químicos da água (pH, temperatura, turbidez, condutividade e oxigênio dissolvido) e do sedimento, (teores de seixos, areia grossa, média, fina, silte e argila). Esta análise foi feita a partir de um Modelo Linear sobre matriz de distância (*DistLM*), e foi utilizada também uma Análise de redundância baseada em distância (*dbRDA*) para a visualização gráfica do gradiente ecológico formado. Para tanto, foi usada uma matriz de dados de fauna com as famílias mais abundantes nas campanhas, as quais representaram aproximadamente 95% da abundância total na estação seca e 98% na estação chuvosa. Em seguida, os dados de fauna foram transformados pela raiz quarta para uma maior linearidade, e uma matriz de dissimilaridade foi então construída a partir da distância de *Bray-Curtis*.

Para os dados físico-químicos, usou-se uma transformação pela raiz quadrada e a matriz de dissimilaridade foi calculada a partir da distância Euclidiana. O melhor modelo de correlações foi selecionado pelo método "Best" usando um critério de seleção baseado no maior R² (coeficiente de correlação) dos modelos. Todas as análises estatísticas e figuras foram geradas e rodadas nos programas PRIMER-e7+ e R versão 3.6.1 (R CORE TEAM, 2019), além de gráficos.

5.2.3.2 Resultados

5.2.3.2.1 Fauna de Provável Ocorrência na Área de Estudo do Meio Biótico

A seguir estão descritos os quantitativos das famílias e espécies elencadas como de provável ocorrência na AE, obtidas a partir de dados secundários. As listas completas são apresentadas no Apêndice 25 (anfíbios), Apêndice 26 (aves), Apêndice 27 (mamíferos), Apêndice 28 (répteis), Apêndice 29 (peixes-anuais) e Apêndice 30 (macroinvertebrados bentônicos). Neste capítulo relativo à obtenção de dados secundários são também apresentados os dados do PRIM-IVT (ICMBio, 2018).

Anfíbios

Foram identificadas 8 famílias de anfíbios com provável ocorrência na AE do Meio Biótico, com um total de 43 espécies. A família com o maior número de espécies foi a *Leptodactylidae*, com 16 (37% do total), seguida pelas famílias *Hylidae* e *Bufo*, com 15 (35%) e 7 espécies (16%), respectivamente. As demais famílias foram representadas por uma espécie cada. Duas espécies ameaçadas de extinção foram identificadas (Quadro 140). Não foram encontradas no levantamento espécies que sejam raras, migratórias, endêmicas, cinegéticas ou de relevante interesse médico-sanitário.

Quadro 140. Espécies de anfíbios ameaçadas de extinção com provável ocorrência na AE do Meio Biótico.

Família	Espécie	Nome popular	Categoria de ameaça		
			RS	Brasil	Global
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus furnarius</i> (Foto 365)	rã-assoviadora	NT	-	-
Leptodactylidae	<i>Leptodactylus labyrinthicus</i> (Foto 366)	rã-pimenta	CR	-	-

Legenda: NT - Quase ameaçada e CR - Criticamente em perigo, de acordo com Decreto Estadual nº 51.797 (RS, 2014b), Portaria MMA nº 444 (BRASIL, 2014b) e Lista Vermelha da IUCN (2020).



Foto 365. Rã-assoviadora (*Leptodactylus furnarius*), espécie de provável ocorrência na AE do Meio Biótico e Quase ameaçada no RS.



Fonte: Diogo B. Provete.

Foto 366. Rã-pimenta (*Leptodactylus labyrinthicus*), espécie de provável ocorrência na AE do Meio Biótico e Criticamente em perigo no RS.



Fonte: AAGiareta.

Aves

Foram identificadas 62 famílias da avifauna com provável ocorrência na AE do Meio Biótico, totalizando 385 espécies. A família com maior número de espécies prováveis foi Tyrannidae, com 47 espécies, representando 12% do total, seguida por Thraupidae e Accipitridae, com 39 (10%) e 22 espécies (6%), respectivamente.

O levantamento de espécies com provável ocorrência identificou 19 ameaçadas de extinção (Quadro 141), com destaque para a família Thraupidae, com 6 espécies ameaçadas, e as famílias Accipitridae e Tyrannidae que possuem 4 cada. As famílias Cuculidae, Icteridae, Psittacidae, Rynchocyclidae e Tinamidae apresentam uma espécie ameaçada de extinção cada. Foram encontradas no levantamento 65 espécies raras, com destaque novamente para a família Accipitridae, com 12, seguida por Thraupidae e Tyrannidae, com 9 e 8. Além disso, levantou-se 73 espécies migratórias, destacando-se as famílias Tyrannidae (24 espécies), Scolopacidae (9) e Hirundinidae (6), e 23 cinegéticas, majoritariamente pertencentes à família Anatidae (15 espécies), mas também Tinamidae (6) e Columbidae (2). Não foram encontradas espécies endêmicas ou de relevante interesse médico-sanitário (Apêndice 26).

Quadro 141. Espécies de aves ameaçadas com provável ocorrência na AE do Meio Biótico.

Família	Espécie	Nome popular	Categoria de ameaça		
			RS	Brasil	Global
Thraupidae	<i>Sporophila cinnamomea</i>	caboclinho-de-chapéu-cinza	NT	VU	VU
Thraupidae	<i>Sporophila hypoxantha</i>	caboclinho-de-barriga-vermelha	VU	VU	-
Thraupidae	<i>Sporophila palustris</i> (Foto 367)	caboclinho-de-papo-branco	VU	VU	EN
Thraupidae	<i>Sporophila ruficollis</i>	caboclinho-de-papo-escuro	VU	VU	NT
Thraupidae	<i>Sporophila angolensis</i>	curió	EN	-	-
Thraupidae	<i>Sporophila beltoni</i>	patativa-tropeira	VU	VU	VU
Accipitridae	<i>Circus cinereus</i>	gavião-cinza	VU	VU	-
Accipitridae	<i>Spizaetus melanoleucus</i>	gavião-pato	EN	-	-
Accipitridae	<i>Spizaetus tyrannus</i>	gavião-pega-macaco	EN	-	-
Accipitridae	<i>Urubitinga coronata</i>	águia-cinzenta	CR	EN	EN
Tyrannidae	<i>Capsiempis flaveola</i>	marianinha-amarela	VU	-	-
Tyrannidae	<i>Culicivora caudacuta</i>	papa-moscas-do-campo	VU	VU	VU
Tyrannidae	<i>Polystictus pectoralis</i>	papa-moscas-canela	EN	NT	NT
Tyrannidae	<i>Xolmis dominicanus</i>	noivinha-de-rabo-preto	VU	VU	VU
Cuculidae	<i>Dromococcyx pavoninus</i>	peixe-frito-pavonino	VU	-	-
Icteridae	<i>Xanthopsar flavus</i>	veste-amarela	VU	VU	EN
Psittacidae	<i>Amazona pretrei</i>	papagaio-charão	VU	VU	VU
Rynchocyclidae	<i>Corythopsis delalandi</i>	estalador	EN	-	-
Tinamidae	<i>Crypturellus noctivagus</i> (Foto 368)	jaó-do-sul	CR	VU	NT

Legenda: NT - Quase ameaçada, VU - Vulnerável, EN - Em perigo e CR - Criticamente em perigo, de acordo com Decreto Estadual nº 51.797 (RS, 2014b), Portaria MMA nº 444 (BRASIL, 2014b) e Lista Vermelha da IUCN (2020).



Foto 367. Cabodinho-de-papo-branco (*Sporophila palustris*), espécie de provável ocorrência na AE do Meio Biótico e Vulnerável no RS e Brasil e Em perigo globalmente.



Fonte: Caio Belleza.

Foto 368. Jaó-do-sul (*Crypturellus noctivagus*), espécie de provável ocorrência na AE do Meio Biótico e Criticamente em perigo no RS, Vulnerável no Brasil e Quase ameaçada globalmente.



Fonte: José Kachimareck.

Mamíferos

Foram levantadas 22 famílias de mamíferos com provável ocorrência na AE do Meio Biótico, com um total de 86 espécies. As famílias com maior riqueza no levantamento são Cricetidae e Vespertilionidae, ambas com 12 espécies, representando 14% da riqueza total, seguidas pelas famílias Phyllostomidae, Felidae e Molossidae, com 10 (11%), 7 (8%) e 6 espécies (7%), respectivamente.

Das espécies com provável ocorrência na AE, 18 são consideradas ameaçadas de extinção, pertencentes a 10 famílias (Quadro 142). Destaque para a família Felidae, que possui todas as sete espécies levantadas em algum grau de ameaça, e para as famílias Atelidae e Cervidae, que possuem duas espécies cada. As famílias Ctenomyidae, Cuniculidae, Dasyproctidae, Didelphidae, Myrmecophagidae, Mustelidae e Procyonidae possuem uma espécie ameaçada cada. Foram encontradas no levantamento três espécies raras: o pequenomorcego-marrom-de-orelhas-grandes (em tradução livre; *Histiopus montanus*), o veado-mão-curta (*Mazama nana*) e o gato-palheiro (*Leopardus munoai*), espécie recentemente proposta (NASCIMENTO; CHENG; FEIJÓ, 2020) dentro do complexo conhecido como *Leopardus colocola*.

Levantou-se 17 espécies cinegéticas, destacando-se a família Felidae com todas as sete espécies se enquadrando nessa categoria, a família Dasyproctidae com 6 espécies e a família Cervidae com 3. Identificou-se também uma espécie endêmica para o Brasil (*Ctenomys minutus*; o tuco-tuco) e nenhuma migratória ou de relevante interesse médico-sanitário (Apêndice 27).

Quadro 142. Espécies de mamíferos ameaçadas com provável ocorrência na AE do Meio Biótico.

Família	Espécie	Nome popular	Categoria de ameaça		
			RS	Brasil	Global
Felidae	<i>Herpailurus yagouaroundi</i>	gato-mourisco	VU	VU	-
Felidae	<i>Leopardus munoai*</i>	gato-palheiro	EN	VU	NT
Felidae	<i>Leopardus geoffroyi</i>	gato-do-mato-grande	VU	VU	-
Felidae	<i>Leopardus guttulus</i>	gato-do-mato-pequeno	VU	VU	VU
Felidae	<i>Leopardus pardalis</i>	jaguaririca	VU	-	-
Felidae	<i>Leopardus wiedii</i> (Foto 369)	gato-maracajá	VU	VU	NT
Felidae	<i>Puma concolor</i>	onça-parda	EN	VU	-
Atelidae	<i>Alouatta caraya</i>	bugio-preto	EN	NT	-
Atelidae	<i>Alouatta guariba clamitans</i>	bugio-ruivo	VU	VU	NT
Cervidae	<i>Mazama nana</i>	veado-boró	EN	VU	VU
Cervidae	<i>Ozotoceros bezoarticus</i>	veado-campeiro	CR	VU	NT
Ctenomyidae	<i>Ctenomys minutus</i>	tuco-tuco	VU	-	-
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i> (Foto 370)	paca	VU	-	-
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia	VU	-	DD
Didelphidae	<i>Chironectes minimus</i>	cuica-d'água	VU	-	-



Família	Espécie	Nome popular	Categoria de ameaça		
			RS	Brasil	Global
Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim	VU	-	-
Mustelidae	<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	NT	NT	NT
Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	quati	VU	-	-

Legenda: NT - Quase ameaçada; VU - Vulnerável; EN - Em perigo; CR - Criticamente em perigo; e DD - Dados insuficientes, de acordo com Decreto Estadual nº 51.797 (RS, 2014b), Portaria MMA nº 444 (BRASIL, 2014b) e Lista Vermelha da IUCN (2020).

*Espécie recentemente separada de um complexo de espécies (NASCIMENTO; CHENG; FEIJÓ, 2020), referida nas listas de espécies ameaçadas estadual e nacional como *Leopardus coloto*. Manteve-se a avaliação de ameaça dessa, pois o desmembramento do grupo só tende a piorar seu grau de ameaça.

Foto 369. Gato-maracajá (*Leopardus wiedii*), espécie de provável ocorrência na AE do Meio Biótico e Vulnerável no RS e Brasil e Quase ameaçado globalmente.



Fonte: Felipe Peters.

Foto 370. Paca (*Cuniculus paca*), espécie de provável ocorrência na AE do Meio Biótico e Vulnerável no RS.



Fonte: Christian Iriarte.

Répteis

Foram levantadas 58 espécies de répteis com provável ocorrência na AE do Meio Biótico, pertencentes a 16 famílias. A família com maior riqueza é a Dipsadidae, com 30 espécies (52% do total), seguida de Amphisbanidae e Viperidae, com 4 espécies cada (7%).

Foram encontradas na revisão bibliográfica três espécies ameaçadas (Quadro 143), duas da família Dipsadidae e uma da família Chelidae. Foram verificadas quatro espécies raras: a cobra-preta-de-rabo-preto (*Apostolepis quirogai*), a cobra-coral (*Micrurus lemniscatus*), a nariguda-rajada (*Xenodon histricus*) e o cágado-de-pescoço-lateral (*Phrynops williamsi*). Seis espécies de interesse médico-sanitário foram identificadas, todas pertencentes ao gênero *Bothrops* (popularmente conhecidas como jararacas ou cruzeira) e ao gênero *Micrurus* (popularmente conhecidas como cobras-coral). Não foram encontradas no levantamento espécies migratórias, endêmicas e cinegéticas.

Quadro 143. Espécies de répteis ameaçadas com provável ocorrência na AE do Meio Biótico.

Família	Espécie	Nome popular	Categoria de ameaça		
			RS	Brasil	Global
Dipsadidae	<i>Apostolepis quirogai</i>	cobra-preta-de-rabo-preto	EN	EN	-
Dipsadidae	<i>Hydrodynastes gigas</i> (Foto 371)	jararacuçu-piau	VU	-	-
Chelidae	<i>Phrynops williamsi</i> (Foto 372)	cágado-de-pescoço-lateral	NT	-	VU

Legenda: NT - Quase ameaçada; VU - Vulnerável e EN - Em perigo, de acordo com Decreto Estadual nº 51.797 (RS, 2014b), Portaria MMA nº 444 (BRASIL, 2014b) e Lista Vermelha da IUCN (2020).



Foto 371. Jararacuçu-piau (*Hydrodynastes gigas*), espécie de provável ocorrência na AE do Meio Biótico e Vulnerável no RS.



Fonte: Bernard Dupont.

Foto 372. Cágado-de-pescoço-lateral (*Phrynops williamsi*), espécie de provável ocorrência na AE do Meio Biótico e Quase Ameaçada no RS.



Fonte: Sergio Cusano.

Peixes-anauais

Foram identificadas três espécies da família Rivulidae com potencial ocorrência na AE do Meio Biótico por meio de cinco registros para o trecho amostrado, todos situados na porção sul do traçado proposto: *Austrolebias litzi* (Foto 373; em Santa Maria), *Austrolebias ibicuiensis* (Santa Maria e São Pedro do Sul) e *Cynopoecilus intimus* (Foto 374; São Sepé e Santa Maria). As três espécies levantadas são ameaçadas de extinção (Quadro 144) e endêmicas do RS, sendo as espécies *Austrolebias ibicuiensis* e *Cynopoecilus intimus* consideradas raras. Não há espécies migratórias, cinegéticas ou de relevante interesse médico-sanitário.

Quadro 144. Espécies de peixes-anauais ameaçados com provável ocorrência na AE do Meio Biótico.

Família	Espécie	Nome popular	Categoria de ameaça		
			RS	Brasil	Global
Rivulidae	<i>Austrolebias ibicuiensis</i>	peixe-anual	CR	CR	-
Rivulidae	<i>Austrolebias litzi</i> (Foto 373)	peixe-anual	CR	CR	-
Rivulidae	<i>Cynopoecilus intimus</i> (Foto 374)	peixe-anual	VU	VU	-

Legenda: VU - Vulnerável e CR - Criticamente em perigo, de acordo com Decreto Estadual nº 51.797 (RS, 2014b), Portaria MMA nº 445 (BRASIL, 2014c) e Lista Vermelha da IUCN (2020).

Foto 373. *Austrolebias litzi*, espécie de provável ocorrência na AE do Meio Biótico e criticamente ameaçadas no RS.



Fonte: Luiz Malabarba.

Foto 374. *Cynopoecilus intimus*, espécie de provável ocorrência na AE do Meio Biótico e vulnerável no RS e no Brasil.



Fonte: Luiz Malabarba.

Macroinvertebrados Bentônicos

Foram levantadas 62 famílias de macroinvertebrados bentônicos com provável ocorrência na AE do Meio Biótico, segundo Salvarrey (2010); Kotzian *et al.* (2014); Oliveira *et al.* (2009); ICMBio (2016); ICMBio (2018); Coleção de Referência de Macroinvertebrados Bentônicos/ICB/UFMG; Coleção de tipos de Insetos INPA - INPA-Insecta-tipo; Coleção Entomológica de Santa Cruz do Sul (CESC); SpeciesLink/CRIA (2020). As famílias pertencem a classe Insecta,



Filo Platyhelminthes, Mollusca, Annelida e Arthropoda. As ordens com maior ocorrência são Coleoptera e Diptera, ambas com 10 famílias cada, representando juntas 32,25% do total, seguidas de Trichoptera com 5 famílias (8,06%).

As categorias citadas para o *status* de conservação e grau de ameaça na lista de provável ocorrência de macroinvertebrados bentônicos para a AE do Meio Biótico foram obtidas com base nas espécies de possíveis ocorrência no RS para as famílias levantadas, visto que a identificação foi até o nível taxonômico de família.

Foto 375. Leptoceridae (Trichoptera), família de provável ocorrência na AE do Meio Biótico.



Foto 376. Perlidae (Plecoptera), família de provável ocorrência na AE do Meio Biótico.



Foto 377. Leptohiphidae (Ephemeroptera), família de provável ocorrência na AE do Meio Biótico.



Foto 378. Ceratopogonidae (Diptera), família de provável ocorrência na AE do Meio Biótico.



Ocorrência de Espécies Sensíveis à Implantação de Rodovias na Área de Estudo

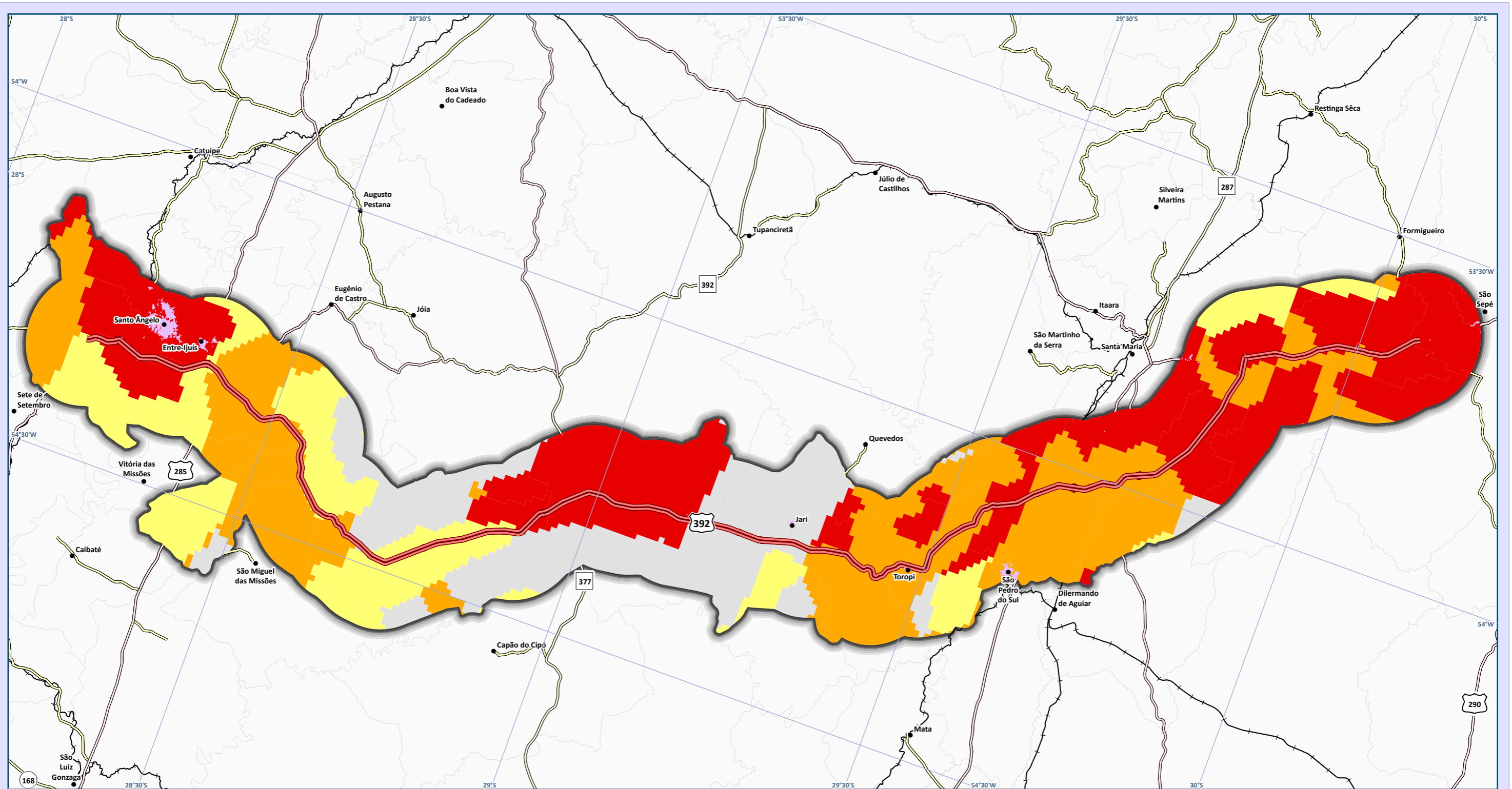
Dentro da avaliação de dados secundários existe, desde 2018, uma ferramenta para auxiliar na tomada de decisão quanto à construção de novas infraestruturas viárias, o PRIM-IVT. Esse Plano foi elaborado pelo ICMBio com o objetivo de "gerar cenários de compatibilização entre a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento de infraestruturas viárias terrestres, por meio da identificação de medidas objetivas de redução dos impactos potenciais e da busca de espaços geográficos onde se garanta a manutenção dos serviços ecossistêmicos e de populações viáveis de espécies, sem prejuízo da construção e operação de empreendimentos e atividades" (ICMBio, 2018).

Foram identificados alvos de conservação de diferentes componentes da biodiversidade (fauna, flora e ambientes singulares) sensíveis aos potenciais impactos desses empreendimentos. A partir da identificação das áreas com maior ou menor concentração desses componentes com base em dados secundários, foram identificadas áreas com maior ou menor custo ambiental para a implementação de infraestruturas viárias. Com isso, o PRIM-IVT (ICMBio, 2018) define polígonos de área classificados como menos preocupantes, sensíveis, muito sensíveis ou extremamente sensíveis à implementação de rodovias.

Dentre os alvos de conservação utilizados estão incluídas 462 espécies da fauna. Algumas dessas espécies são coincidentes com as espécies-alvo escolhidas no presente estudo, são elas: o gato-do-mato-grande (*Leopardus geoffroyi*), o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*) o gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) e o peixe-anual



(*Astrolebias ibicuiensis*). Levando em conta que as áreas levantadas pelo PRIM-IVT (ICMBio, 2018) são baseadas em espécies de interesse para a conservação e sensíveis justamente à implementação de infraestruturas viárias, as áreas de maior sensibilidade deveriam ser evitadas em caso de construções de novas rodovias. No Mapa 49 são apresentadas as áreas indicadas pelo PRIM-IVT como extremamente sensíveis a infraestruturas viárias dentro da AE do Meio Biótico. Essa informação compôs a análise multicritério para a comparação das alternativas locais da rodovia.



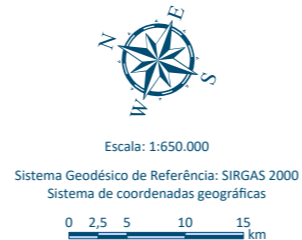
Mapa das Áreas com Categorias de Sensibilidade Indicadas pelo PRIM-IVT para Infraestruturas Viárias dentro da Área de Estudo do Meio Biótico e para o Traçado Proposto

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
 - Ferrovias
 - Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
 - Sistema viário, DAER (2019)
 - Rodovias estaduais
 - Rodovias estaduais coincidentes
 - Rodovias federais
 - AE Meio Biótico, STE (2020)
 - Limite municipal, IBGE (2018)
 - Mancha urbana, IBGE (2010)
-
- Sensibilidade Ambiental, MMA (2018)**
- Extremamente Sensível
 - Muito Sensível
 - Sensível
 - Menos Preocupante

Fonte: Plano de Redução de Impacto de Infraestruturas Viárias Terrestres sobre a Biodiversidade (MMA, 2018)

Dados cartográficos



PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





5.2.3.2.2 Fauna Ocorrente na Área de Estudo do Meio Biótico

Neste item são apresentadas as espécies registradas nos levantamentos em campo realizados para avaliar a qualidade ambiental dos remanescentes de vegetação nativa da AE do Meio Biótico. As tabelas de dados brutos com os indivíduos capturados e/ou observados durante as atividades de levantamento primário (modelo do Sisbio) constam no Apêndice 31.

Aves

Foram registradas 148 espécies de aves nativas na AE, através dos dois métodos de amostragem (pontos de escuta e gravadores; Quadro 1 do Apêndice 32). De forma ocasional foram registradas 13 espécies, apresentadas no Quadro 2 do Apêndice 32. Destaca-se que as identificações das vocalizações registradas pelos gravadores foram focadas somente nas 15 espécies-alvo, enquanto as dos pontos de escuta em todas as espécies presentes no momento da amostragem. Assim, algumas espécies foram registradas unicamente por pontos de escuta (pois não eram alvo da triagem das gravações) e outras pelos gravadores (não foram escutadas/avistadas nos pontos de escuta). As espécies de aves mais registradas nos pontos de escuta foram:

- tico-tico (*Zonotrichia capensis*) - registrada em 22 (40%) das 55 UAs;
- joão-de-barro (*Furnarius rufus*) - registrada em 17 UAs (31%);
- asa-branca (*Patagioenas picazuro*) - registrada em 16 UAs (29%); e
- quero-quero (*Vanellus chilensis*) - registrada em 16 UAs (29%).

E as mais registradas nos gravadores foram:

- codorna-amarela (*Nothura maculosa*) - 459 registros em 63 (58%) das 108 UAs;
- sabiá-do-banhado (*Embernagra platensis*) - 173 registros em 31 UAs (29%);
- seriema (*Cariama cristata*) - 133 registros em 35 UAs (32%);
- inhambu-chintã (*Crypturellus tataupa*) - 113 registros em 23 UAs (21%); e
- surucuá-variado (*Trogon surrucura*) - 94 registros em 21 UAs (19%).

Foram encontradas quatro espécies quase ameaçadas de extinção, três por meio dos pontos de escuta e uma por gravadores (Quadro 145). Não foram encontradas espécies endêmicas de aves, tampouco exóticas. Através dos registros ocasionais foram visualizadas duas espécies quase ameaçadas de extinção no RS (*Mesembrinibis cayennensis* e *Sporophila collaris*) e duas ameaçadas de extinção, a saber: veste-amarela (*Xanthopsar flavus*), considerada Vulnerável no RS e Brasil e Em perigo globalmente e a noivinha-de-rabo-preto (*Xolmis dominicanus*), Vulnerável nos três níveis de classificação (Apêndice 32). A descrição dos *habitat* nos quais os registros foram feitos pode ser visualizada no Apêndice 20. O quadro com a lista completa da avifauna ocorrente na AE do Meio Biótico encontra-se no Apêndice 32.

Quadro 145. Espécies de aves quase ameaçadas de extinção registradas na AE do Meio Biótico.

Espécie	Nome popular	Método de coleta	Número de UAs que a espécie foi registrada	Categoria de ameaçada		
				RS	Brasil	Global
<i>Euphonia chalybea</i>	cais-cais	Ponto de escuta	2	-	-	NT
<i>Gubernetes yetapa</i> (Foto 379)	tesoura-do-brejo	Ponto de escuta	2	NT	-	-
<i>Piculus aurulentus</i>	pica-pau-dourado	Gravadores	10	-	-	NT
<i>Rhea americana</i> (Foto 380)	ema	Ponto de escuta	2	-	-	NT

Legenda: NT - Quase ameaçada, de acordo com Decreto Estadual nº 51.797 (RS, 2014b), Portaria MMA nº 444 (BRASIL, 2014b) e Lista Vermelha da IUCN (2020).



Foto 379. Tesoura-do-brejo (*Gubernetes yetapa*), espécie Quase ameaçada no RS, registrada em duas UAs.



Fonte: Felipe Peters.

Foto 380. Ema (*Rhea americana*), espécie Quase ameaçada globalmente, registrada em duas UAs.

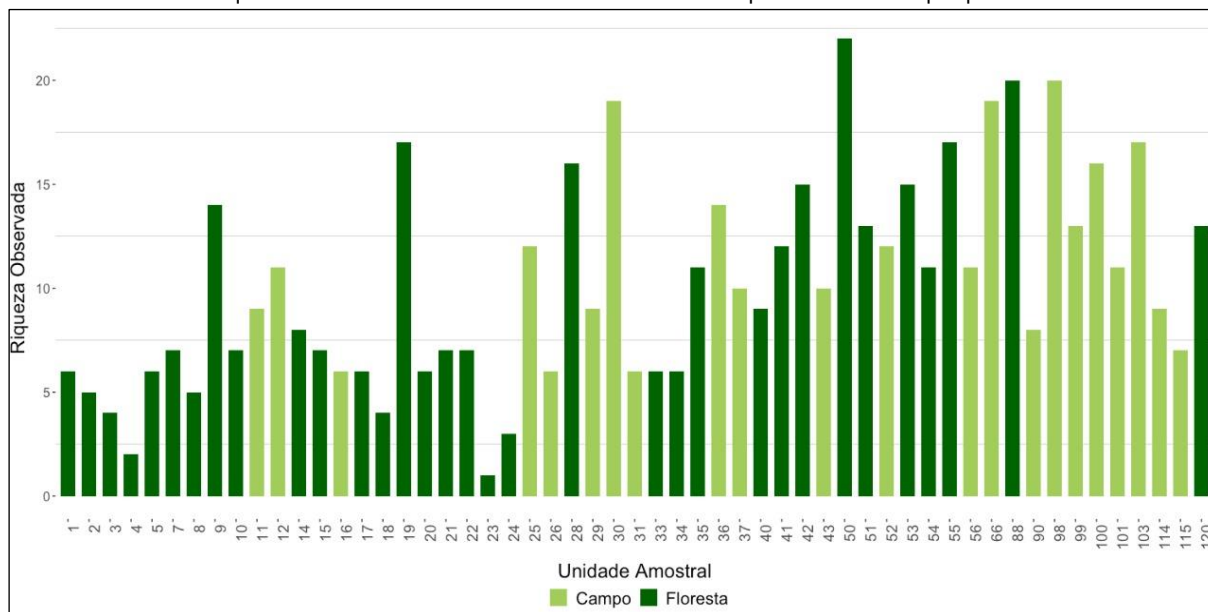


Fonte: Geraldo Luiz.

Foram realizados índices de biodiversidade de riqueza de espécies e curva de acumulação de espécies. Porém não foi possível realizar outros índices de biodiversidade (Como Shannon e Pielou), pois o método empregado de pontos de escuta não permite inferir a abundância de espécies presentes no local, necessária para o cálculo desses índices.

Tendo em vista a diferença nos dados gerados pelos dois métodos (pontos de escuta e gravadores), somente os dados de ponto de escuta foram utilizados para gerar as curvas de acumulação de espécies e os quantitativos de riqueza. A riqueza observada de aves para cada UA está ilustrada no Gráfico 85 e a riqueza estimada de aves para a AE do Meio Biótico foi de 174 espécies.

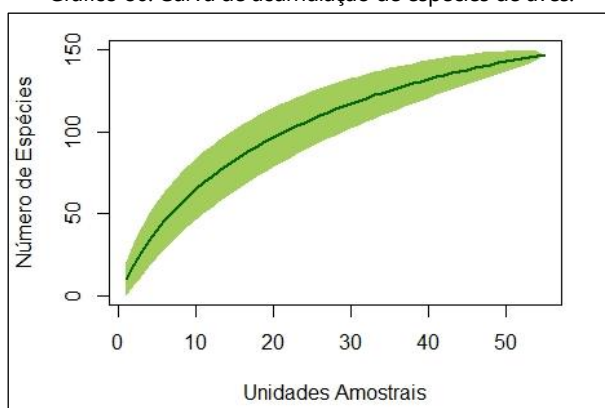
Gráfico 85. Riqueza observada de aves em cada UA florestal e campestre amostrada por ponto de escuta.



A curva de acumulação de espécies, embora ainda em ascensão, mostra um início de estabilização a partir da UA 50 (Gráfico 86). A curva de acumulação não foi realizada por campanha, pois as UAs foram visitadas uma única vez.



Gráfico 86. Curva de acumulação de espécies de aves.



Mamíferos

Foram registradas 35 espécies de mamíferos nativos na AE, 23 por meio de armadilhas fotográficas (Apêndice 33) e 12 por gravadores autônomos e por busca ativa (Apêndice 34), sendo as últimas pertencentes à três famílias de mamíferos voadores. Não foram registradas espécies ocasionalmente. As espécies de mamífero com maior número de registros nas armadilhas fotográficas foram:

- graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*) - 240 registros em 42 (36%) das 118 UAs;
- graxaim-do-mato (*Cerdocyon thous*) - 192 registros em 53 UAs (45%);
- gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) - 128 registros em 35 UAs (30%);
- quati (*Nasua nasua*) - 96 registros em 32 UAs (27%);
- capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) - 86 registros em 17 UAs (14%); e
- veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) - 84 registros em 35 UAs (30%).

Foram registradas dez espécies ameaçadas de extinção (Quadro 146) e não houve registro de espécies endêmicas e raras. Além das 35 espécies nativas, foram observadas 2 espécies exóticas, a lebre (*Lepus europaeus*) e o javali (*Sus scrofa*), espécies invasoras e de preocupação para a conservação.

Quadro 146. Espécies de mamíferos ameaçadas registradas na AE do Meio Biótico por armadilhas fotográficas.

Espécie	Nome popular	Número de UAs que a espécie foi registrada	Categoria de ameaça		
			RS	Brasil	Global
<i>Alouatta guariba clamitans</i> (Foto 381)	bugio-ruivo	1	VU	VU	NT
<i>Cuniculus paca</i> (Foto 382)	paca	8	VU	-	-
<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia	1	VU	-	-
<i>Herpailurus yagouaroundi</i> (Foto 383)	gato-mourisco	2	VU	VU	-
<i>Leopardus geoffroyi</i> (Foto 384)	gato-do-mato-grande	17	VU	-	-
<i>Leopardus guttulus</i> (Foto 385)	gato-do-mato-pequeno	10	VU	VU	VU
<i>Leopardus wiedii</i>	gato-maracajá	9	EN	VU	NT
<i>Lontra longicaudis</i>	lontra	3	NT	NT	NT
<i>Nasua nasua</i> (Foto 386)	quati	32	VU	-	-
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Foto 387)	tamanduá-mirim	3	VU	-	-

Legenda: NT - Quase ameaçada, VU - Vulnerável e EN - Em perigo, de acordo com Decreto Estadual nº 51.797 (RS, 2014b), Portaria MMA nº 444 (BRASIL, 2014b) e Lista Vermelha da IUCN (2020).



Foto 381. Bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*), espécie Vulnerável no RS e Brasil, registrada em uma UA. Coord.: -29,940441° e -53,737349°.



Foto 382. Paca (*Cuniculus paca*), espécie Vulnerável no RS, registrada em oito UAs. Coord.: -29,266375° e -54,285516°.



Foto 383. Gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*), espécie Vulnerável no RS e no Brasil, registrada em três UAs. Coord.: -28,78293° e -54,44799°.



Foto 384. Gato-do-mato-grande (*Leopardus geoffroyi*), espécie Vulnerável no RS e no Brasil, registrada em 17 UAs. Coord.: -29,851480° e -53,858990°.



Foto 385. Gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*), espécie Vulnerável no RS e Brasil, registrada em dez UAs. Coord.: -28,78293° e -54,44799°.



Foto 386. Quati (*Nasua nasua*), espécie Vulnerável no RS, registrada em 32 UAs. Coord.: -28,47422° e -54,35088°.





Foto 387. Tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), espécie Vulnerável no RS, registrada em três UAs.
Coord.: -29,559389° e -54,142560°.



Somente os dados das armadilhas fotográficas foram utilizados para gerar a curva de acumulação de espécies e os quantitativos de riqueza e diversidade, tendo em vista que os dados da quiropterofauna são exclusivos para o grupo e para uma única UA e não seriam comparáveis às outras. No Gráfico 87 e no Gráfico 88 estão apresentadas as riquezas observadas nas UAs florestais e campestre, respectivamente. A riqueza estimada de mamíferos nativos para a AE do Meio Biótico foi de 25 espécies. As abundâncias absolutas e relativas e os índices de Shannon e Pielou para cada UA estão representados no Apêndice 35. As métricas não foram apresentadas por campanha, pois as UAs foram visitadas apenas uma única vez.

Gráfico 87. Riqueza observada de mamíferos em cada UA florestal.

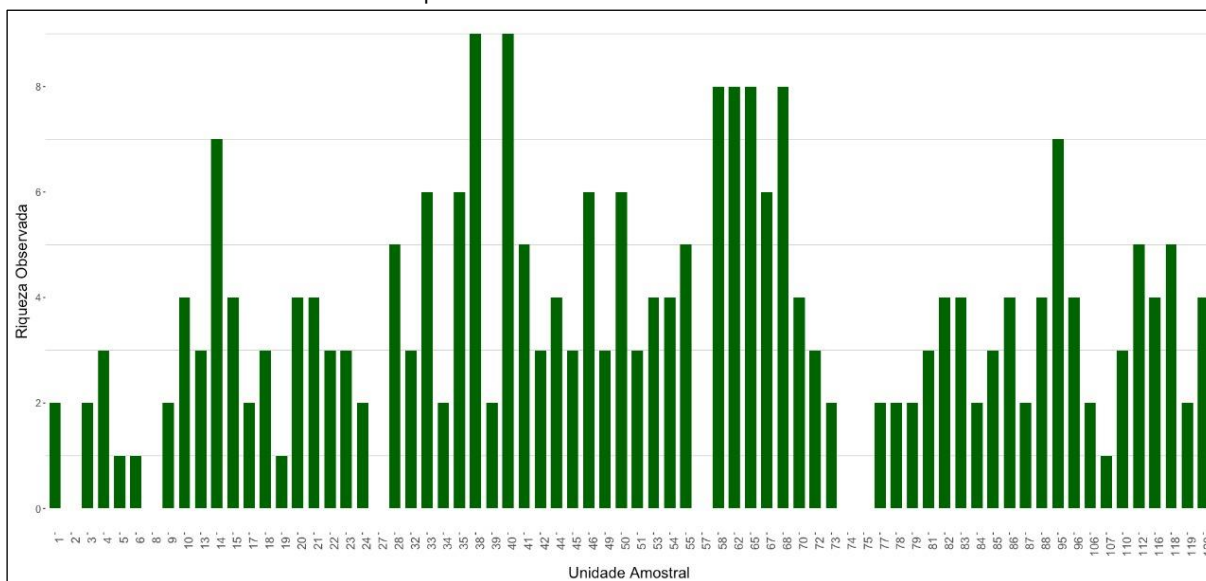
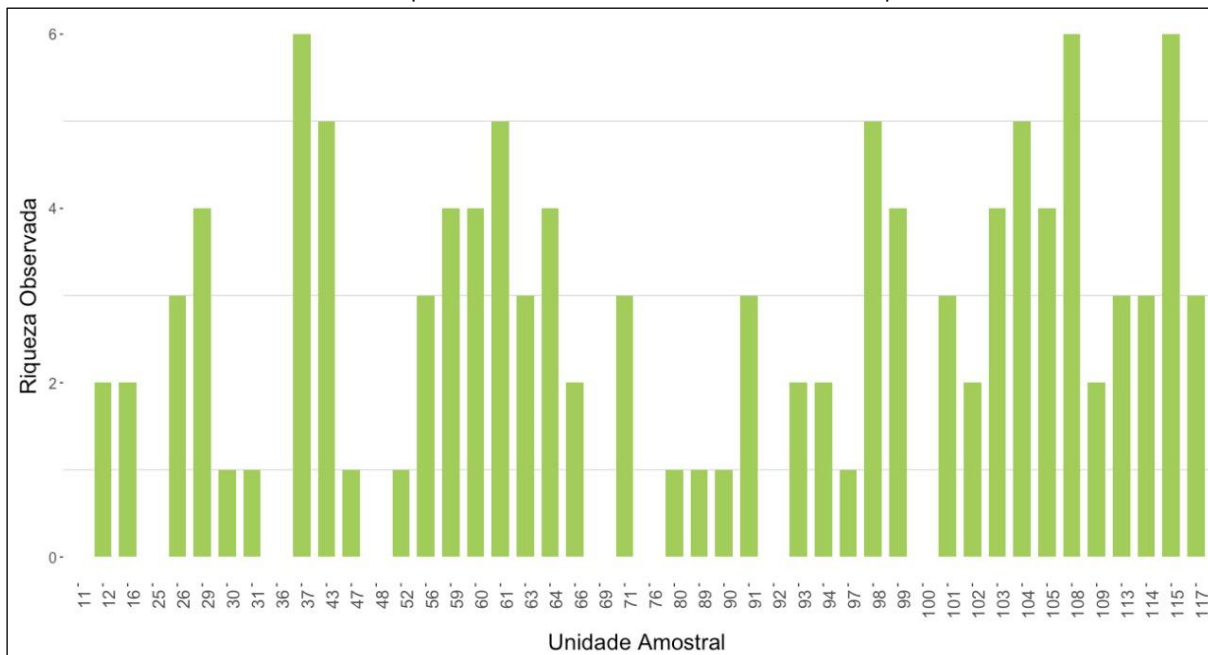


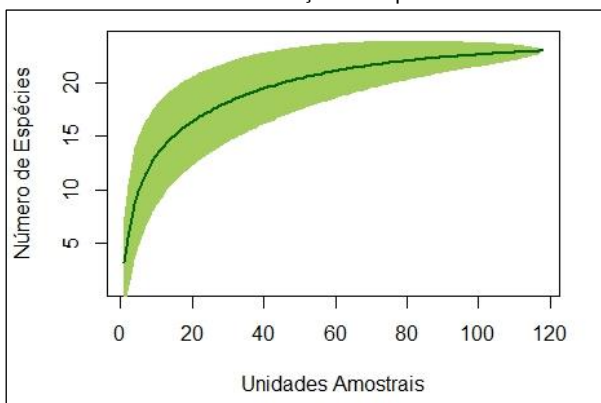


Gráfico 88. Riqueza observada de mamíferos em cada UA campestre.



A curva de rarefação mostra uma estabilização no número de espécies a partir do ponto 60, indicando uma boa suficiência amostral para mamíferos (Gráfico 89).

Gráfico 89. Curva de acumulação de espécies de mamíferos.



Peixes-anuais

Das espécies levantadas de provável ocorrência na AE, a sua totalidade foi registrada no levantamento em campo. Ainda, foi registrada uma espécie não descrita para o gênero *Austrolebias* (Foto 388). Não foram registradas espécies de peixes-anuais ocasionalmente.



Foto 388. Duas fêmeas e um macho de uma espécie nova do gênero *Austrolebias* registrados na UA P60.
Coord.: -28,323728° e -54,312665°.



Em 18 das 63 UAs para peixes-anuais foram registradas 4 espécies (Quadro 147), a saber: *Austrolebias litzi* (14 UAs), *Austrolebias ibicuiensis* (3 UAs), *Austrolebias* sp. (1 UA) e *Cynopoecilus intimus* (3 UAs). Em três UAs (P1, P24 e P25), *Cynopoecilus intimus* e *Austrolebias litzi* foram registradas conjuntamente. Nas demais UAs somente uma das espécies de peixe anual foi registrada. Em dez UAs com ocorrência de peixe-anual foram registradas outras espécies de peixes (UAs: P5, P19, P20, P23, P24, P25, P28, P29, P40 e P60), como pequenos Characiformes, Siluriformes ou Cyprinodontiformes não anuais (barrigudinhos da família Poeciliidae).

De uma maneira geral, as UAs amostradas eram poças rasas e bem vegetadas. Algumas poças apresentavam pouca vegetação na lâmina d'água e os tamanhos e formas bem variados. Usualmente, os charcos ou poças estavam próximos a riachos ou rios nas bordas das matas ripárias. No entanto, algumas poças estavam completamente expostas nos campos distantes dos rios ou riachos e somente um charco estava na borda de mata (UA P19). Não foram registradas espécies de peixes-anuais migratórias, cinegéticas ou de relevante interesse médico-sanitário.

Quadro 147. Espécies de rivulídeos registradas na AE do Meio Biótico.

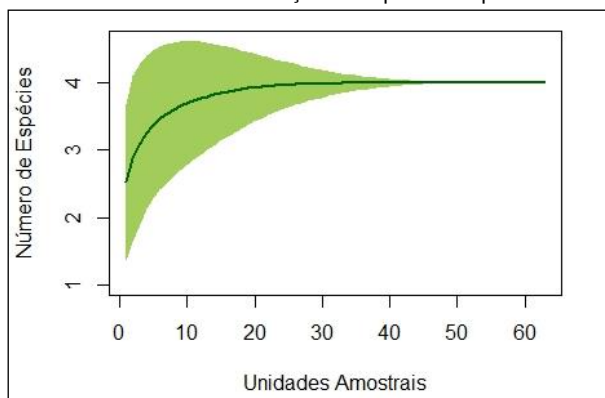
Espécie	Nome popular	Unidade amostral	Abundância total	Abundância relativa	Endêmica	Rara	Categoria de ameaça		
							RS	BR	Global
<i>Austrolebias ibicuiensis</i>	peixe-anual	P10; P39; P40	1242	54,43	Sim	Sim	CR	CR	-
<i>Austrolebias litzi</i>	peixe-anual	P0; P1; P5; P6; P11; P15; P16; P19; P20; P23; P24; P25; P28; P29	999	43,78	Sim	-	CR	CR	-
<i>Austrolebias</i> sp.	peixe-anual	P60	7	0,31	-	-	-	-	-
<i>Cynopoecilus intimus</i>	peixe-anual	P1; P24; P25	34	1,49	Sim	Sim	VU	VU	-
Riqueza total: 4 espécies	-	-	2.282	-	-	-	-	-	-

Legenda: VU - Vulnerável e CR - Criticamente em perigo, de acordo com Decreto Estadual nº 51.797 (RS, 2014b), Portaria MMA nº 445 (BRASIL, 2014c) e Lista Vermelha da IUCN (2020).

A riqueza estimada de peixes-anuais para a AE do Meio Biótico foi de quatro espécies. Para avaliar a suficiência amostral foi feita uma curva de acumulação de espécies pelo método de rarefação (Gráfico 90). A curva mostra uma estabilização no número de espécies a partir do ponto 10, indicando uma boa suficiência amostral para peixes-anuais.



Gráfico 90. Curva de acumulação de espécies de peixes-anauais.



Macroinvertebrados Bentônicos

A consolidação de todas as famílias registradas nas campanhas encontra-se no Apêndice 24, contendo ainda as seguintes informações: nome popular; área amostral do registro; descrição do *habitat*; *status* de conservação e grau de ameaça; e espécies endêmicas, raras, migratórias, cinegéticas e de relevante interesse médico-sanitário. Também neste apêndice estão registrados os indivíduos por m², abundância, riqueza, percentagem de EPT, classificação dos Índices de Shannon e BMWP, além da tabela dos dados abióticos e suas referências para a classificação da água segundo a Resolução Conama nº 357/2005.

No Quadro 148 observa-se os valores dos índices de diversidade gerados para cada ponto amostral nas duas estações (seca e chuvosa) de coleta de macroinvertebrados bentônicos.

Quadro 148. Índices de diversidade por ponto amostral para a fauna bentônica coletada na estação seca e chuvosa.

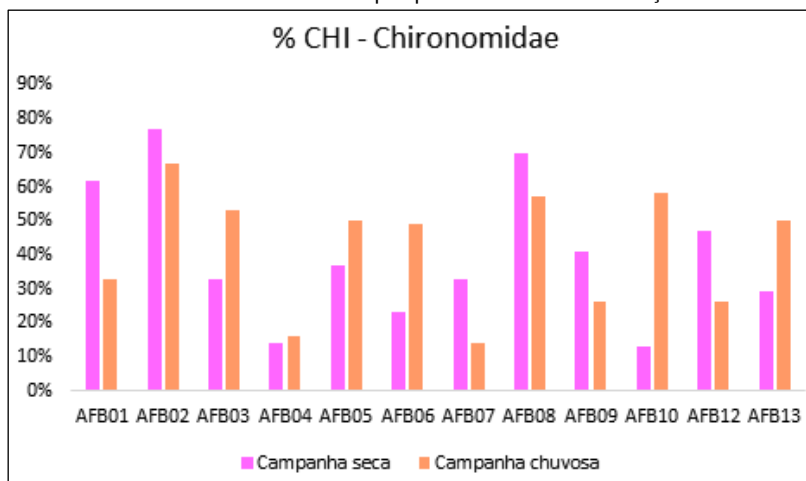
Pontos	Campanha da estação seca						Campanha da estação chuvosa					
	S	N	d	J'	H'(log)	k (%)	S	N	d	J'	H'(log)	k (%)
AFB01	8	53	1,763	0,5973	1,242	39,72	5	202	0,7535	0,4633	0,745	36,47
AFB02*	10	90	2	0,4471	1,029		10	152	1,791	0,5324	1,226	
AFB03	14	189	2,48	0,68	1,795		7	173	1,164	0,9042	1,759	
AFB04	13	169	2,339	0,6974	1,789		9	59	1,962	0,8724	1,917	
AFB05	15	330	2,414	0,7312	1,98		8	113	1,481	0,7554	1,571	
AFB06*	12	139	2,229	0,8127	2,019		11	145	2,009	0,7832	1,878	
AFB07	13	156	2,376	0,7291	1,87		7	228	1,105	0,5229	1,017	
AFB08	9	280	1,42	0,482	1,059		10	218	1,671	0,7363	1,695	
AFB09	25	220	4,45	0,6857	2,207		5	76	0,9236	0,7378	1,188	
AFB10	18	478	2,755	0,5324	1,539		5	40	1,084	0,6574	1,058	
AFB12	11	257	1,802	0,6561	1,573		7	31	1,747	0,8514	1,657	
AFB13*	15	41	3,77	0,8419	2,28		8	46	1,828	0,7392	1,537	

Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica, S - Número total de famílias, N - Número total de indivíduos, d - Riqueza de espécies/famílias (Margalef), J' - Índice de Pielou, H' - Índice de Shannon e k - percentual de ocorrência do táxon mais abundante. *Ponto controle (PC).

A família Chironomidae foi observada em todos os pontos em ambas as estações, como pode ser observado no Gráfico 91, além de ser o táxon mais abundante em ambas as campanhas. Sabe-se que os integrantes desta família são comuns na maioria dos estudos de macrofauna de águas continentais. É representada por espécies tolerantes, bioindicadoras de alterações ambientais e que se adaptam muito bem a diferentes condições (CALLISTO; ESTEVES, 1998; TRIVINHO-STRIXINO; STRIXINO, 1995).



Gráfico 91. Percentual de Chironomidae por ponto amostral nas estações seca e chuvosa.



Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica.

A avaliação da qualidade da água por meio do Índice BMWP é apresentada no Quadro 149. Na campanha da estação seca, nove pontos apresentaram classificação “Poluída”, representando 75% do total, dois rios (16,7%) apresentaram classificação “Muito poluída” e um (8,3%) com classificação “Duvidosa”. Já na estação chuvosa, em apenas um ponto (8,3%) houve uma melhora na classificação, de “Muito poluída” para “Poluída” no AFB08, três (25%) mantiveram a mesma classificação da campanha anterior e em oito (66,7%) houve um declínio, sendo o AFB10 classificado como “Fortemente poluída” e os demais como “Muito poluída”.

Quadro 149. Classificação dos pontos amostrais conforme Índice BMWP nas duas estações de coleta.

Pontos	Campanha da estação seca		Campanha da estação chuvosa	
	Pontuação	Classificação BMWP	Pontuação	Classificação BMWP
AFB01	25	Muito poluída	23	Muito poluída
AFB02	43	Poluída	42	Poluída
AFB03	38	Poluída	33	Muito poluída
AFB04	48	Poluída	36	Poluída
AFB05	53	Poluída	33	Muito poluída
AFB06	54	Poluída	33	Muito poluída
AFB07	39	Poluída	26	Muito poluída
AFB08	29	Muito poluída	37	Poluída
AFB09	94	Duvidosa	17	Muito poluída
AFB10	49	Poluída	12	Fortemente poluída
AFB12	40	Poluída	22	Muito poluída
AFB13	58	Poluída	26	Muito poluída

Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica.

Quanto ao Índice ASPT, observa-se no Quadro 150 que a maioria dos pontos (83,3%) apresentou qualidade de água “Provável poluição severa” na campanha da estação seca e apenas dois pontos (16,7%) de “Provável poluição moderada”. Na campanha chuvosa, cinco pontos (41,7%) apresentaram “Provável poluição moderada” e os demais pontos (58,3%) “Provável poluição severa”.

Quadro 150. Diagnóstico da água por meio do Índice ASPT dos pontos amostrais nas duas estações de coleta.

Pontos	Campanha da estação seca		Campanha da estação chuvosa	
	Pontuação	ASPTscore	Pontuação	ASPTscore
AFB01	3,13	Provável poluição severa	4,60	Provável poluição moderada
AFB02	4,30	Provável poluição moderada	4,20	Provável poluição moderada
AFB03	2,71	Provável poluição severa	4,71	Provável poluição moderada
AFB04	3,69	Provável poluição severa	4,00	Provável poluição moderada
AFB05	3,53	Provável poluição severa	4,13	Provável poluição moderada
AFB06	4,50	Provável poluição moderada	3,00	Provável poluição severa
AFB07	3,00	Provável poluição severa	3,71	Provável poluição severa
AFB08	3,22	Provável poluição severa	3,70	Provável poluição severa
AFB09	3,76	Provável poluição severa	3,40	Provável poluição severa
AFB10	2,72	Provável poluição severa	2,40	Provável poluição severa
AFB12	3,64	Provável poluição severa	3,14	Provável poluição severa



Pontos	Campanha da estação seca		Campanha da estação chuvosa	
	Pontuação	ASPTscore	Pontuação	ASPTscore
AFB13	3,87	Provável poluição severa	3,25	Provável poluição severa

Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica.

A proporção de EPT obtida em cada amostra coletada é apresentada no Quadro 151. Na estação seca é possível observar que os pontos que obtiveram uma melhor qualidade de água foram AFB10 e AFB04, com classificação "Muito boa" e "Boa", respectivamente. Os pontos AFB03, AFB05, AFB06 e AFB07 foram classificados como "Regular" e os demais com uma qualidade de água inferior. Já na estação chuvosa, nenhum ponto apresentou uma boa qualidade de água, porém alguns obtiveram uma classificação "Regular", sendo eles: AFB03, AFB04 e AFB06. Os demais apresentaram qualidade de água "Ruim" e "Muito Ruim".

Quadro 151. Proporção de EPTs dos pontos amostrais nas duas estações de coleta.

Pontos	Campanha da estação seca		Campanha da estação chuvosa	
	Proporção	Qualidade da água	Proporção	Qualidade da água
AFB01	0.038	Muito ruim	0.010	Muito Ruim
AFB02	0.044	Muito ruim	0.092	Muito Ruim
AFB03	0.513	Regular	0.578	Regular
AFB04	0.645	Boa	0.525	Regular
AFB05	0.403	Regular	0.274	Ruim
AFB06	0.482	Regular	0.497	Regular
AFB07	0.571	Regular	0.026	Muito Ruim
AFB08	0.071	Muito Ruim	0.234	Ruim
AFB09	0.400	Ruim	0.075	Muito Ruim
AFB10	0.828	Muito boa	0.092	Muito Ruim
AFB12	0.288	Ruim	0.065	Muito Ruim
AFB13	0.293	Ruim	0.152	Muito Ruim

Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica.

Quiropterofauna e Vertebrados Não Voadores Presente nas Cavidades Naturais

A seguir o resultado obtido no monitoramento nas cavidades naturais presentes na AE do Meio Biótico.

Caverna do Faxinal

- Quiropterofauna

Na Caverna do Faxinal foram identificadas 12 espécies de morcegos (Apêndice 34), o que representam 30% da fauna de quirópteros conhecida no RS (PACHECO *et al.*, 2007; PASSOS *et al.*, 2010). Na rede de neblina não foi capturada nenhuma espécie. Acredita-se que o mau tempo na noite da amostragem pode ter reduzido a atividade dos morcegos, contribuindo para a não captura de indivíduos. A busca ativa realizada no interior da caverna resultou na identificação de dois indivíduos do morcego popularmente conhecido como morcego-vampiro (*Desmodus rotundus*; Foto 390), e um indivíduo de morcego-bombachudo ou falso-vampiro (*Chrotopterus auritus*; Foto 389). Não foram registrados quirópteros ocasionalmente.

Foram identificadas 12 espécies através das gravações, pertencentes a 2 famílias: Vespertilionidae e Molossidae. As duas espécies mais recorrentes nos áudios dos gravadores foram *Lasiurus cinereus* (Vespertilionidae) e *Nyctinomops laticaudatus* (Molossidae). Foi feito também o registro do gênero *Histiotus*, não sendo possível a identificação da espécie, pois, apesar das gravações obtidas em campo possuírem características diagnósticas deste grupo, elas não se encaixam nos padrões descritos de ecolocalização de nenhuma das espécies conhecidas na região: *H. velatus* e *H. montanus* (PACHECO *et al.*, 2007; PASSOS *et al.*, 2010). Esse registro pode indicar a presença de uma espécie ainda não relatada do gênero no Estado. As espécies do gênero *Eumops*, juntamente com *Nyctinomops macrotis*, são de difícil diferenciação através dos padrões de ecolocalização, por isso, para este estudo, elas foram agrupadas no complexo de espécies *Nyctinomops macrotis/Eumops* sp.



Também foi identificado o morcego *Molossus currentium*, destacando-se que essa espécie ainda não possui registros no RS (PACHECO *et al.*, 2007; PASSOS *et al.*, 2010). Esse molossídeo aparenta estar presente em mais regiões do Brasil do que antes se acreditava, prometendo ter sua área de distribuição expandida em decorrência da crescente utilização de inventários acústicos, assim como a espécie *Promops centralis*, também registrada na amostragem, que teve a distribuição expandida para o Estado recentemente.

Apesar do registrado de 12 espécies de morcegos, apenas 2 possuem seu hábito relacionado à cavidade natural, são elas o morcego-vampiro (*Desmodus rotundus*) e o morcego-bombachudo ou falso-vampiro (*Chrotopterus auritus*), sendo considerada uma cavidade com baixa diversidade.

Foto 389. Falso-vampiro (*Chrotopterus auritus*) no interior da cavidade natural em São Pedro do Sul, registro feito no dia 13 de setembro de 2020. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 390. Morcego-vampiro (*Desmodus rotundus*) na cavidade natural em São Pedro do Sul, registro feito no dia 13 de setembro de 2020. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



- Vertebrados Não Voadores

Na busca ativa realizada no interior da cavidade não foram encontrados vestígios (pegadas, pelos/penas, fezes etc.) que indicassem o uso do local pelos grupos faunísticos. Foram observadas penas logo abaixo do abrigo de quirópteros da espécie *Chrotopterus auritus*, sugerindo se tratar de restos de ave predada pelos morcegos.

No interior da caverna foram encontradas estruturas que lembravam algum tipo de armadilha e resíduo doméstico como garrafas PET e latas de alumínio, sugerindo visitação e eventual uso da cavidade por lindeiros. A seguir o registro fotográfico.

Foto 391. Acesso principal da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.

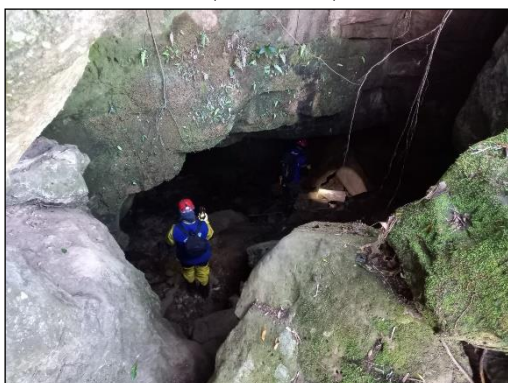


Foto 392. Aspecto do interior da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.





Foto 393. Aspecto do interior da caverna do Faxinal com a presença de resíduo doméstico. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 394. Trabalho de busca ativa no interior da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.

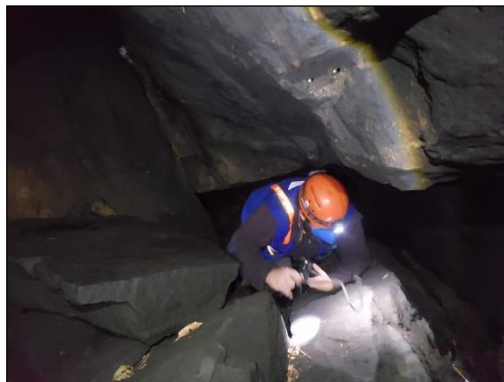


Foto 395. Penas encontradas no interior da caverna do Faxinal logo abaixo do abrigo de morcegos carnívoros. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 396. Estruturas que lembram armadilhas dentro da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Na busca passiva foi possível o registro da fauna que circula em frente à caverna, assim como o registro de animais interagindo de forma regular com a cavidade. A armadilha registrou 10 espécies no período de 21 dias, sendo 8 apenas transitando no entorno de forma eventual e 2 de forma regular. Houve o registro de uma família de pacas (*Cuniculus paca*) e um indivíduo de cutia (*Dasyprocta azarae*) utilizando uma passagem de acesso ao interior da caverna. A paca apresentou um comportamento que sugere a confecção ou manutenção de um abrigo, carregando folhiço para dentro da cavidade em 19 dos 21 dias amostrados. A cutia foi registrada em três dias distintos. Acredita-se que a cutia seja o mesmo indivíduo e que este também utilize a cavidade como abrigo. Cabe salientar que tanto a paca como a cutia são animais ameaçados de extinção no RS, ambas na categoria Vulnerável.

Além dos animais que apresentaram interação com a cavidade, também foram registrados no entorno espécimes de quati (*Nasua Nasua*) e tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), ambos ameaçados de extinção na categoria Vulnerável.

Os mamíferos silvestres foram registrados prioritariamente durante o período noturno, entre o crepúsculo e a alvorada (18h às 6h do dia seguinte). Entre os registros diurnos, foram flagradas aves típicas de interior e borda de mato forrageando em frente a caverna, além de animais domésticos e moradores do entorno. A seguir o registro fotográfico.



Foto 397. Exemplar de quati (*Nasua nasua*) passando pela frente da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 398. Exemplar de tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), com filhote agarrado, passando pela frente da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 399. Exemplares de graxaim (*Cerdocyon thous*) passando pela frente da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 400. Indivíduo de cutia (*Dasyprocta azarae*) utilizando pequena passagem para acesso ao interior da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.

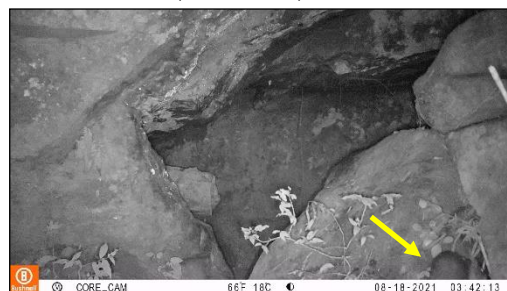


Foto 401. Sequência de registros (1/2) mostrando filhote de paca (*Cuniculus paca*) utilizando pequena passagem para acesso ao interior da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 402. Sequência de registros (2/2) mostrando filhote de paca (*Cuniculus paca*) utilizando pequena passagem para acesso ao interior da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 403. Paca (*Cuniculus paca*) e filhote saindo do abrigo no interior da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 404. Sequência de registros (1/3) mostrando paca (*Cuniculus paca*) carregando folhíço para o interior da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.





Foto 405. Sequência de registros (2/3) mostrando paca (*Cuniculus paca*) carregando folhíço para o interior da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 406. Sequência de registros (3/3) mostrando paca (*Cuniculus paca*) carregando folhíço para o interior da caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 407. Exemplo de borboletinha-do-mato (*Phylloscartes ventralis*) forrageando em frente ao acesso a caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 408. Exemplo de sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*) forrageando em frente ao acesso a caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 409. Urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) vistoriando a entrada da caverna do Faxinal. Provavelmente atraídos pelo odor proveniente dos restos de aves encontrados e/ou do abrigo das pacas. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Foto 410. Exemplo de registro de cães domésticos e atividade antrópica junto à caverna do Faxinal. Coord.: - 29,59947° e - 54,15228°.



Caverna Toropi

- Quiropterofauna

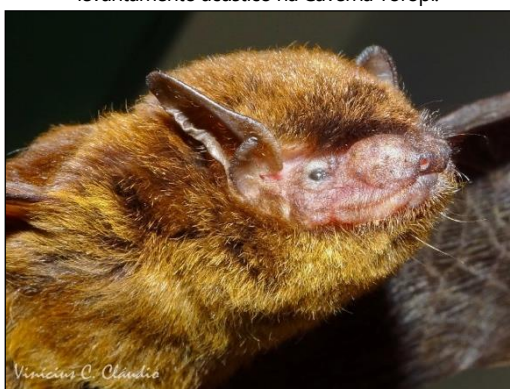
Na Caverna Toropi foram identificadas oito espécies de morcegos (Apêndice 34), o que representa 20% da fauna de quirópteros conhecida no RS. Destaca-se que todas foram registradas pelo levantamento acústico. Destas, quatro espécies pertencem a família Vespertilionidae e quatro a família Molossidae.

A espécie *Eptesicus brasiliensis* (Foto 411) identificada no estudo possui três subespécies reconhecidas no Brasil, sendo *Eptesicus brasiliensis* registrada no RS. A espécie identificada, *Lasiurus cinereus* (Foto 412), abriga-se em folhagens e possui hábito em geral solitário, ainda que pequenos grupos possam frequentar a mesma árvore (GONZÁLEZ, 2001). Através das gravações foi possível identificar pelo menos duas espécies pertencentes ao gênero *Myotis*. Este gênero possui a mais ampla distribuição geográfica entre os morcegos, sendo reconhecidas nove espécies no Brasil, entretanto, a situação sistemática e taxonômica das espécies sul-americanas são difíceis e não asseguram confiabilidade (BIANCONI; PEDRO, 2017). Por este motivo, no caso de uma das espécies reconhecida nos áudios não foi possível chegar ao nível específico (*Myotis sp.*). A outra espécie identificada foi *Myotis riparius* (Foto 413), conhecido como morcego-ribeirinho.



Em relação as espécies de molossídeos identificadas, *Tadarida brasiliensis* (Foto 414) é uma espécie muito comumente encontrada em ambientes antropizados, abriga-se em diversos tipos de construções humanas e devido a isso entra em constante conflito com as populações humanas. No ambiente natural é encontrada exclusivamente em cavernas (FABIÁN; GREGORIN, 2007). A espécie identificada *Nyctinomops laticaudatus* é a menor espécie do gênero que ocorre no Brasil (FABIÁN; GREGORIN, 2007). Se abriga preferencialmente em cavernas e frestas em rochas, mas pode se abrigar também em construções (AVILA-FLORES; FLORES-MARTÍNEZ; ORTEGA, 2002). Conforme supracitado, as espécies do gênero *Eumops* e *Nyctinomops macrotis* são de difícil diferenciação através dos padrões de ecolocalização. Futuramente, com o avanço das pesquisas na área de acústica espera-se chegar a um consenso sobre sua identificação, entretanto, para este estudo elas foram agrupadas em no complexo de espécies *Nyctinomops macrotis/Eumops sp.*. Os morcegos pertencentes a este complexo podem ser encontrados em construções humanas em ambientes florestais alterados (FABIÁN; GREGORIN, 2007).

Foto 411. Morcego *Eptesicus brasiliensis*, espécie registrada pelo levantamento acústico na Caverna Toropi.



Fonte: Vinícius Cardoso Cláudio

Foto 412. Morcego *Lasiurus cinereus*, espécie registrada pelo levantamento acústico na Caverna Toropi.



Fonte: Roberto L. M. Novaes

Foto 413. Morcego-ribeirinho *Myotis riparius*, espécie registrada pelo levantamento acústico na Caverna Toropi.



Fonte: Roberto L. M. Novaes

Foto 414. Morceguinho-das-casas *Tadarida brasiliensis*, espécie registrada pelo levantamento acústico na Caverna Toropi.



Fonte: Rafael de Souza Laurindo

- Vertebrados Não Voadores

Na busca ativa realizada no interior da cavidade não foram encontrados vestígios (pegadas, pelos/penas, fezes etc.) que indicassem o uso do local pelos grupos faunísticos existentes no entorno. A seguir o registro fotográfico.



Foto 415. Acesso principal da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Os registros realizados na busca passiva mostram atividade no entorno, mas somente interações ocasionais com a cavidade. Trata-se de visitas esporádicas com duração de aproximadamente um minuto em ambas as ocorrências. Foram realizados dois registros ocasionais, um com gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*) e outro com tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*), ambos ameaçados de extinção (Vulnerável e Criticamente em perigo, respectivamente).

Os mamíferos silvestres foram registrados prioritariamente durante o período noturno. Entre os registros diurnos, observou-se aves típicas de interior e borda de mata forrageando em frente à caverna, além de animais domésticos e moradores do entorno. A seguir o registro fotográfico.

Foto 416. Exemplar de gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*) observado junto a entrada da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 417. Exemplar de mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) observado junto a entrada da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 418. Exemplar de graxaim-do-mato (*Cerdocyon thous*) observado junto a entrada da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 419. Exemplo de pequeno roedor forrageando próximo a caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.





Foto 420. Sequência de registros (1/4) mostrando tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) visitando o interior da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 421. Sequência de registros (2/4) mostrando tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) visitando o interior da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 422. Sequência de registros (3/4) mostrando tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) visitando o interior da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 423. Sequência de registros (4/4) mostrando tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) visitando o interior da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 424. Sequência de registros (1/4) mostrando gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*) visitando o interior da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 425. Sequência de registros (2/4) mostrando gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*) visitando o interior da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 426. Sequência de registros (3/4) mostrando gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*) visitando o interior da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 427. Sequência de registros (4/4) mostrando gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*) visitando o interior da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.





Foto 428. Exemplos de jacuaçu (*Penelope obscura*) forrageando próximo a entrada da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 429. Exemplos de juriti-pupu (*Leptotila verreauxi*) forrageando próximo a entrada da caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 430. Exemplo de registro de cães domésticos próximos a caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Foto 431. Exemplo de registro de atividade antrópica junto à caverna do Toropi. Coord.: - 29,462251° e - 54,236935°.



Caverna do Barranco

- Quiropterofauna

Na Caverna do Barranco foram identificadas, por meio do levantamento acústico, dez espécies de morcegos (Apêndice 34), correspondendo a 25% da diversidade de morcegos reconhecida no RS. Dessas, seis espécies pertencem a família Vespertilionidae e quatro a Molossidae.

À semelhança da Caverna Toropi, na Caverna do Barranco foram identificadas as espécies *Lasiurus cinereus*, *Eptesicus brasiliensis* já mencionadas anteriormente. Foram também identificadas duas espécies de *Myotis*, uma em que não foi possível chegar ao nível específico (*Myotis* sp.) e *Myotis albescens* (Foto 432). O morcego *M. albescens* possui extensa distribuição pela América do Sul chegando ao sul do México (BIANCONI; PEDRO, 2017). Tem o hábito de forragear em florestas e clareiras, sendo geralmente coletado em locais úmidos tanto em áreas abertas quanto florestas primárias, alteradas e suas bordas (BIANCONI; PEDRO, 2017). Possui uma grande variabilidade de locais de abrigo, tendo sido registrado em grutas, cavernas, fendas em rochas, árvores (copas, ocos e cascas), barrancos de rios e construções humanas (BIANCONI; PEDRO, 2017).

Além da espécie *Lasiurus cinereus* foi identificada outra espécie com chamados característicos do gênero *Lasiurus*, mas que não pode ser identificada com exatidão, pois ainda não se tem consenso sobre os padrões de ecolocalização de todas as espécies deste grupo.

A última espécie de vespertilionídeos identificada foi *Histiotus velatus* (Foto 433). Esta espécie parece ser capaz de se adaptar com muito sucesso a diversas estruturas feitas pelo homem, sendo, juntamente com *Myotis nigricans* (Foto 434), um dos morcegos sinantrópicos mais comuns do RS (BIANCONI; PEDRO, 2017). Em relação as espécies de molossídeos foram identificadas na Caverna do Barranco as mesmas espécies anteriormente listadas para a Caverna Toropi, são elas *Eumops* sp., o complexo *Nyctinomops macrotis/Eumops* sp., *Nyctinomops laticaudatus* (Foto 435) e *Tadarida brasiliensis*.



Foto 432. Morcego *Myotis albescens* espécie registrada pelo levantamento acústico na Caverna do Barranco.



Fonte: Roberto L. M. Novaes

Foto 433. Morcego *Histiotus velatus*, espécie registrada pelo levantamento acústico na Caverna do Barranco.



Fonte: Vinícius Cardoso Cláudio

Foto 434. Morcego *Myotis nigricans*, espécie registrada pelo levantamento acústico na Caverna do Barranco.



Fonte: Roberto L. M. Novaes

Foto 435. Morcego *Nyctinomops laticaudatus*, espécie registrada pelo levantamento acústico na Caverna do Barranco.



Fonte: Roberto L. M. Novaes

- Vertebrados Não Voadores

Na busca ativa realizada no interior da cavidade foram encontrados vestígios (fezes), sugerindo a utilização, mesmo que ocasional, por algum espécime silvestre. Destaca-se, porém, que foi a cavidade com o menor número de registros de animais com porte mais robusto no entorno, tais como o tamanduá observado nas outras duas cavidades. Acredita-se que a declividade deva inibir o trânsito desses animais, privilegiando pequenos roedores.

Não foram encontrados vestígios (resíduos, fogo etc.) de utilização da cavidade por moradores lindeiros, e acredita-se, portanto, que o difícil acesso também iniba a atividade antrópica. A seguir o registro fotográfico.

Foto 436. Vestígios (fezes) atribuídos a animal silvestre no interior da caverna do Barranco. Coord.: -29,531664° e -54,269965°.



Foto 437. Trabalho de busca ativa no interior da caverna do Barranco. Coord.: -29,531664° e -54,269965°.





Na busca passiva foi possível o registro da fauna que circula em frente à caverna, sendo que no registro das câmeras não houve nenhuma interação com a cavidade.

Os registros dos mamíferos foram predominantemente durante o período noturno, sendo que indivíduos das espécies graxaim (*Cerdocyon thous*) e quati (*Nasua nasua*) também foram registrados no início da manhã no entorno da cavidade. No período diurno foram registradas aves típicas de áreas de mata e borda de mata forrageando. Cabe salientar que não houve registro de interação da fauna ocorrente no entorno com a cavidade. A seguir o registro fotográfico.

Foto 438. Exemplo de graxaim (*Cerdocyon thous*) em frente ao acesso da caverna do Barranco.
Coord.: -29,531664° e -54,269965°.



Foto 439. Exemplo de gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) forrageando em frente ao acesso da caverna do Barranco.
Coord.: -29,531664° e -54,269965°.



Foto 440. Exemplo do registro de pequeno roedor forrageando próximo a caverna do Barranco.
Coord.: -29,531664° e -54,269965°.



Foto 441. Exemplo do registro de pequeno roedor forrageando próximo a caverna do Barranco.
Coord.: -29,531664° e -54,269965°.



Foto 442. Exemplar de quati (*Nasua nasua*) utilizando caminho em frente a caverna do Barranco.. Coord.: -29,531664° e -54,269965°



Foto 443. Exemplar de sabiá-laranjeira (*Turdus rufigiventris*), uma das muitas aves que forrageiam próximo a caverna do Barranco.
Coord.: -29,531664° e -54,269965°



Foto 444. Exemplar de inhambuagaçu (*Crypturellus obsoletus*) registrado próximo a caverna do Barranco.
Coord.: -29,531664° e -54,269965°



Foto 445. Cão doméstico (*Canis lupus familiaris*) no entorno da caverna do Barranco. Coord.: -29,531664° e -54,269965°





- Conclusão

No que tange a quiropterofauna, nenhuma das espécies identificadas se classifica como rara ou endêmica da região. Todas as espécies identificadas nas cavernas Toropi e do Barranco estão classificadas como "Least Concern" (LC) pela IUCN, que representa o mais baixo grau de ameaça. As espécies *E. bonariensis* e *E. patagonicus*, que neste levantamento estão incorporadas no complexo *Nyctinomops macrotis/Eumops* sp., são apontadas como "Data Deficient" (DD), demonstrando que ainda não se tem dados suficientes sobre as populações destas espécies para poder classificá-las em algum dos graus de ameaça. Adicionalmente, as espécies *Nyctinomops macrotis* e *Eumops perotis* são apontadas como DD pela "Lista das Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção no RS" e nenhuma das espécies registradas se encontra classificada como ameaçada no estado (RS, 2014).

Com relação aos vertebrados não voadores, ao todo foram registradas 11 espécies/ morfoespécies de mamíferos, sendo que 5 se encontram sob algum grau de ameaça de extinção, e 10 espécies de aves. Todos os registros foram feitos com a metodologia da busca passiva, sendo que os registros realizados pela busca ativa não permitiram a mínima identificação dos animais. Não foram encontrados répteis ou anfíbios, nem mesmo vestígios, dentro ou no entorno das cavidades, conforme Quadro 152.

Quadro 152. Lista das espécies/morfoespécies encontradas nas armadilhas de busca passiva.

Família/ORDEM*	Nome Científico	Nome Vulgar	Grau ameaça		Caverna		
			Brasil	RS	F	B	T
MASTOFAUNA							
Canidae	<i>Cerdocyon thous</i>	graxaim-do-mato	LC	LC	E	E	E
Cuniculidae	<i>Cuniculus paca</i>	paca	LC	VU	R	-	-
Dasyproctidae	<i>Dasyprocta azarae</i>	cutia	DD	VU	R	-	-
Didelphidae	<i>Didelphis albiventris</i>	gambá-de-orelha-branca	LC	LC	-	E	
Felidae	<i>Leopardus guttulus</i>	gato-do-mato-pequeno	VU	VU	-	-	O
Myrmecophagidae	<i>Tamandua tetradactyla</i>	tamanduá-mirim	LC	VU	E	-	O
Procyonidae	<i>Nasua nasua</i>	quati	LC	VU	E	E	
	<i>Procyon cancrivorus</i>	mão-pelada	LC	LC	-	-	E
RODENTIA*	<i>Roedor sp1*</i>	-	-	-	-	E	-
	<i>Roedor sp2*</i>	-	-	-	-	E	-
	<i>Roedor sp3*</i>	-	-	-	-	-	E
AVIFAUNA							
Tinamidae	<i>Crypturellus obsoletus</i>	inhambuquaçu	LC	LC	-	E	-
Columbidae	<i>Leptotila verreauxi</i>	juriti-pupu	LC	LC	E	E	E
Turdidae	<i>Turdus albicollis</i>	sabiá-coleira	LC	LC	-	E	-
Turdidae	<i>Turdus rufiventris</i>	sabiá-laranja	LC	LC	E	E	-
Parulidae	<i>Myiothlypis leucoblephara</i>	pula-pula-assobiador	LC	LC	-	E	-
Formicariidae	<i>Chamaeza campanisona</i>	tovaca-campainha	LC	LC	-	E	-
Rhynchocyclidae	<i>Phylloscartes ventralis</i>	borboletinha-do-mato	LC	LC	E	-	-
Parulidae	<i>Basileuterus culicivorus</i>	pula-pula	LC	LC	E	-	-
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	urubu-de-cabeça-preta	LC	LC	E	-	-
Cracidae	<i>Penelope obscura</i>	jacuaçu	LC	LC	-	-	E

Legenda: LC - Preocupação menor, VU - Vulnerável, CR - Criticamente em perigo, de acordo com Decreto Estadual nº 51.797 (RS, 2014b), Portaria MMA nº 444 (BRASIL, 2014b) e Lista Vermelha da IUCN (2020). E - Entorno, R - Regular, O - Ocasional, F - Faxinal, B - Barranco e T - Toropi.

As interações observadas conferem à Caverna Faxinal um maior interesse ecológico entre as cavidades observadas, visto que serve como abrigo a duas espécies de vertebrados ameaçados de extinção no RS. A falta de interação da fauna com as outras duas cavernas não são justificadas pela falta de atividade no entorno, sendo que os dados coletados revelam a importância dos fragmentos florestais nos quais as cavidades estão inseridas.

O que difere a caverna Faxinal das outras duas cavidades, além da humidade, é a dificuldade de acesso ao seu interior. Enquanto as cavernas de Toropi e Barranco possuem entrada franca, em nível com o interior da cavidade, a caverna Faxinal apresenta um degrau na principal via de acesso. Este obstáculo é contornado pela paca e pela cutia por uma fresta entre as rochas, formando uma pequena entrada secundária, grande o suficiente para permitir o trânsito com segurança e impedir que animais maiores, geralmente seus predadores, acessem o interior da cavidade.



Avaliação da Probabilidade de Ocorrência das Espécies-alvo

Aves

Dentre as espécies-alvo listadas no Quadro 132 foram selecionadas para a modelagem de ocorrência aquelas que foram registradas em pelo menos dez UAs amostradas por gravadores, a fim de obter melhores resultados nos modelos. Assim, a relação entre a ocorrência de espécies e as métricas da paisagem foi avaliada para as seguintes espécies: seriema (*Cariama cristata*), inhambu-chintã (*Crypturellus tataupa*), sabiá-do-banhado (*Embernagra platensis*), codorna-amarela (*Nothura maculosa*), pica-pau-dourado (*Piculus aurulentus*), bichoita (*Schoeniophylax phryganophilus*) e surucuá-variado (*Trogon surrucura*). As probabilidades de detecção estimadas a partir dos modelos para cada espécie-alvo de aves são apresentadas no Quadro 153.

Quadro 153. Probabilidades de detecção para as espécies-alvo de aves.

Espécies	Deteção (p)	Erro padrão
<i>Cariama cristata</i>	0,17	0,01
<i>Crypturellus tataupa</i>	0,19	0,02
<i>Embernagra platensis</i>	0,25	0,02
<i>Nothura maculosa</i>	0,33	0,01
<i>Piculus aurulentus</i>	0,09	0,02
<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	0,25	0,03
<i>Trogon surrucura</i>	0,18	0,02

Diferentes métricas foram selecionadas em diferentes escalas nos modelos de ocupação para cada espécie de ave analisada, demonstrando que a probabilidade de ocorrência de cada espécie-alvo responde de forma diferente à composição e configuração da paisagem. Os modelos selecionados (igualmente plausíveis pelo AIC) para cada espécie-alvo e utilizados para gerar os modelos ponderados estão apresentados no Apêndice 36.

As métricas e melhores escalas selecionadas para cada uma das espécies são apresentadas no Quadro 154, juntamente com a relação, o coeficiente e o erro padrão das métricas relacionadas à probabilidade de ocorrência gerados nos modelos ponderados. Os resultados dos modelos ponderados gerados possibilitam visualizar de que forma as métricas da paisagem estão relacionadas à ocorrência das espécies, isto é, métricas que têm relação positiva significam que quanto maior o valor da métrica maior a probabilidade de ocorrência, e métricas que têm relação negativa significam o oposto.

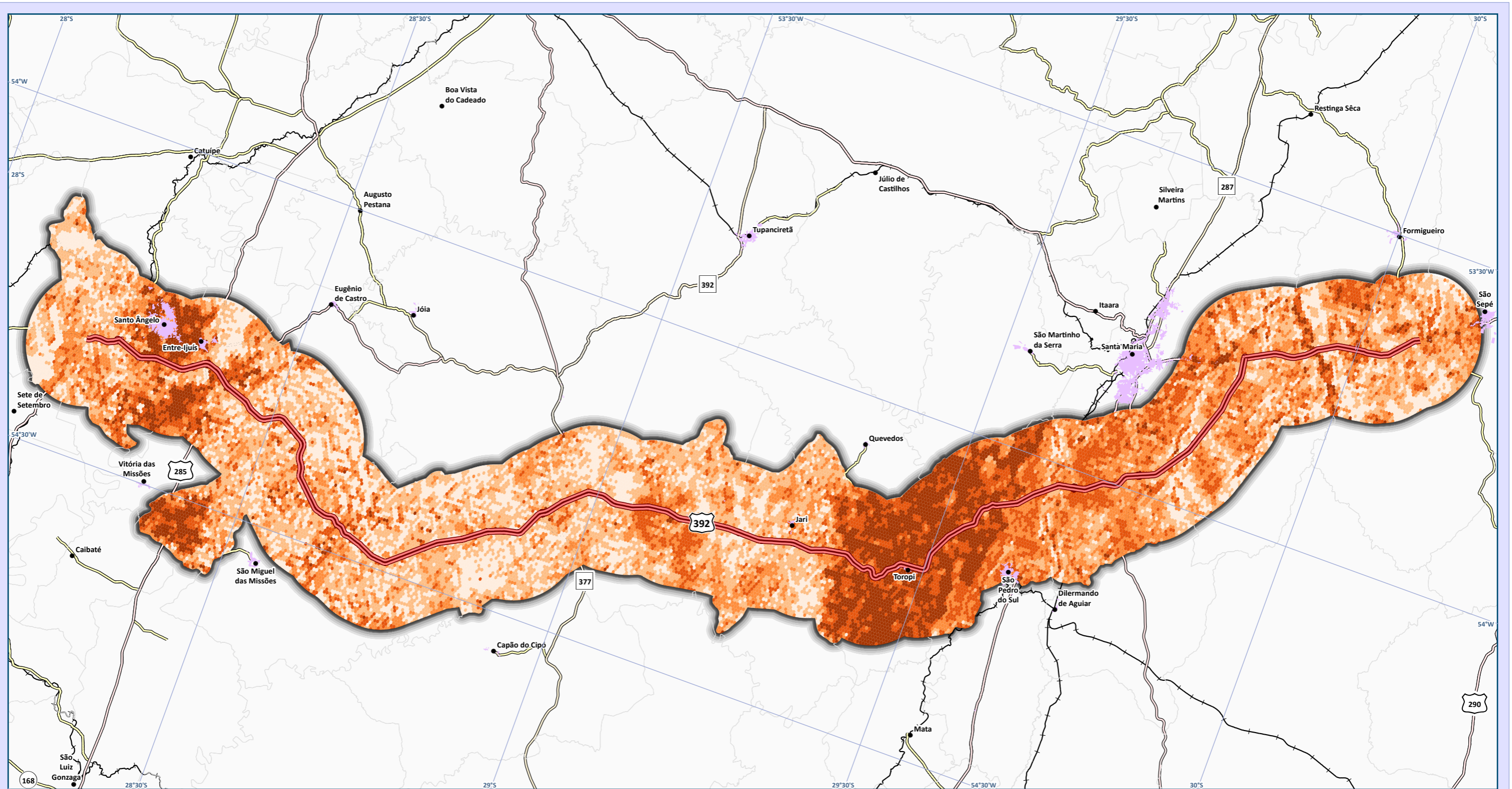
Por exemplo, para a espécie *Crypturellus tataupa* as métricas relacionadas a sua ocorrência foram: PROP_CAMPO 1000, PROP_PASTAGEM 3000, RIQ_C 2000, DENSI_BORD 750, PROP_LAVOURA 3000, CONECT_P 2000 e DOMINA_P 3000. As métricas PROP_CAMPO 1000, PROP_PASTAGEM 3000, CONECT_P 2000 e DOMINA_P 3000 têm relação negativa com a ocorrência dessa espécie, sugerindo que há menor probabilidade de ocorrência em áreas com valores maiores dessas métricas da paisagem nas escalas de efeito selecionadas. Já para as métricas RIQ_C 2000, DENSI_BORD 750, PROP_LAVOURA 3000, como a relação é positiva, espera-se que áreas com maiores valores dessas métricas tenham maior probabilidade de ocorrência da espécie *Crypturellus tataupa* nas escalas de efeito selecionadas.

O Mapa 50 apresenta a média das probabilidades de ocorrência das espécies, e a incerteza associada à essa média (desvio padrão) está apresentada no Mapa 51. As probabilidades de ocorrência das espécies-alvo foram utilizadas como indicadoras da qualidade ambiental dos remanescentes de vegetação nativa na AE do Meio Biótico e, para tal, foram elaborados mapas integrados das probabilidades de ocorrência apenas para os remanescentes de vegetação nativa utilizando a média (Mapa 52) e o desvio padrão da média (Mapa 53).



Quadro 154. Coeficientes dos modelos ponderados para cada espécie-alvo.

Espécie	Métricas	Melhor escala	Relação	Coefficiente	Erro padrão	Teste qui-quadrado de Pearson
<i>Cariama cristata</i>	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-0,98	0,29	0.628
	PROP_CAMPO	1000	Positiva	1,33	0,51	
	PROP_MATA	250	Positiva	0,60	0,43	
	PROP_PASTAGEM	3000	Positiva	2,70	1,59	
	RIQ_C	250	Positiva	0,62	0,31	
	Intercepto detecção	-	Negativa	-1,55	0,10	
	PROP_LAVOURA	750	Positiva	0,16	0,47	
	DENSI_MANCH	750	Positiva	0,07	0,23	
	CONNECT_P	3000	Positiva	0,02	0,14	
	DOMINA_P	3000	Positiva	0,02	0,13	
<i>Crypturellus tataupa</i>	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-2,74	0,74	0.226
	PROP_CAMPO	1000	Negativa	-2,79	1,03	
	PROP_PASTAGEM	3000	Negativa	-2,53	1,60	
	RIQ_C	2000	Positiva	0,59	0,48	
	Intercepto detecção	-	Negativa	-1,46	0,11	
	DENSI_BORD	750	Positiva	0,04	0,17	
	PROP_LAVOURA	3000	Positiva	0,04	0,26	
	CONNECT_P	2000	Negativa	-0,01	0,15	
<i>Embernagra platensis</i>	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-1,06	0,26	0.469
	PROP_MATA	750	Negativa	-0,97	0,37	
	Intercepto detecção	-	Negativa	-1,12	0,09	
<i>Nothura maculosa</i>	Intercepto ocorrência	-	Positiva	0,43	0,22	0.960
	PROP_MATA	1000	Negativa	-0,57	0,24	
	PROP_CAMPO	3000	Positiva	0,66	0,26	
	Intercepto detecção	-	Negativa	-0,71	0,06	
<i>Piculus aurulentus</i>	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-2,81	0,57	0.415
	PROP_MATA	500	Positiva	1,65	0,64	
	Intercepto detecção	-	Negativa	-2,41	0,23	
	DENSI_BORD	1000	Negativa	-0,26	0,86	
	DENSI_MANCH	1000	Positiva	0,34	0,86	
	CONNECT_P	1000	Positiva	0,04	0,24	
	DOMINA_P	2000	Negativa	0,00	0,18	
	PROP_LAVOURA	1000	Negativa	0,00	0,19	
<i>Schoeniophylax phryganophilus</i>	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-2,41	0,41	0.318
	PROP_MATA	250	Negativa	-1,11	0,58	
	Intercepto detecção	-	Negativa	-1,12	0,16	
<i>Trogon surrucura</i>	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-2,20	0,49	0.164
	DENSI_BORD	750	Positiva	1,29	0,49	
	PROP_CAMPO	1000	Negativa	-2,36	0,78	
	RIQ_C	250	Positiva	0,46	0,39	
	Intercepto detecção	-	Negativa	-1,53	0,12	
	PROP_MATA	750	Negativa	-0,03	0,16	
	CONNECT_P	500	Positiva	0,02	0,16	
	DENSI_MANCH	500	Positiva	0,02	0,21	
	DOMINA_P	500	Positiva	0,01	0,13	
PROP_LAVOURA	100	Positiva	0,01	0,13		



Mapa Integrado das Probabilidades de Ocorrência de Aves na Área de Estudo do Meio Biótico (Média das Probabilidades)

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
- Ferrovias
- Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)
 - Rodovias estaduais
 - Rodovias estaduais coincidentes
 - Rodovias federais
- AE Meio Biótico, STE (2020)
- Limite municipal, IBGE (2018)
- Mancha urbana (IBGE, 2010)

Probabilidade Média de Ocorrência de Aves, STE (2020)

Em %

0,122728 - 0,216687
0,216688 - 0,258661
0,258662 - 0,304972
0,304973 - 0,366452
0,366453 - 0,513768

Dados cartográficos



PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

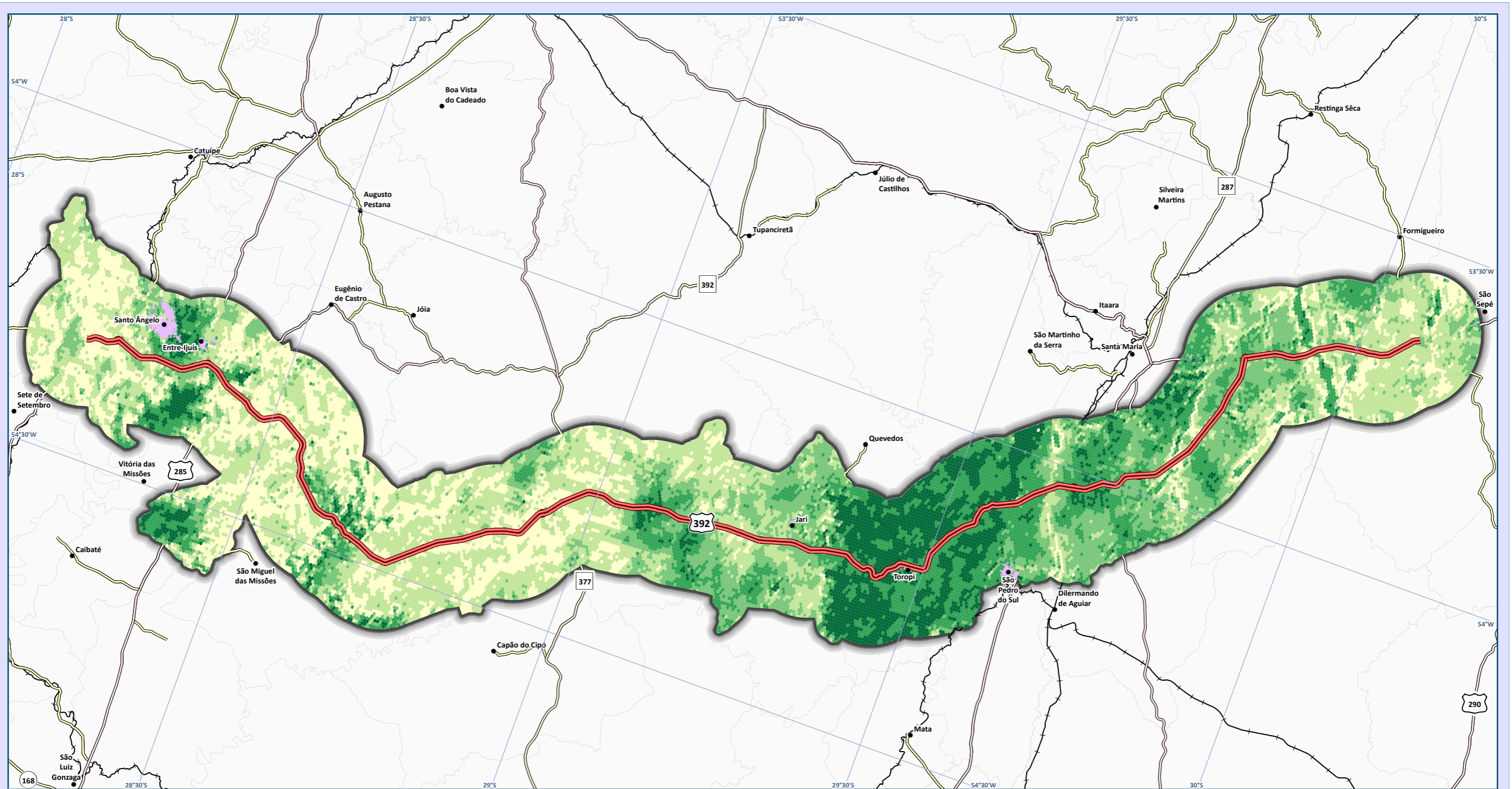
Localização



DNIT

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS

ste
SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S.A.

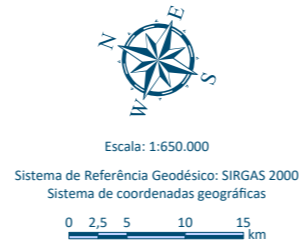


Mapa Integrado das Probabilidades de Ocorrência de Aves na Área de Estudo do Meio Biótico (Desvio Padrão da Média das Probabilidades)

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
 - Ferrovias
 - Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
 - Sistema viário, DAER (2019)
 - Rodovias estaduais
 - Rodovias estaduais coincidentes
 - Rodovias federais
 - AE Meio Biótico, STE (2020)
 - Limite municipal, IBGE (2018)
 - Mancha urbana (IBGE, 2010)
- | Desvio padrão da probabilidade de ocorrência de aves, STE (2020) | |
|--|---------------------|
| | 0,092115 - 0,203746 |
| | 0,203747 - 0,261186 |
| | 0,261187 - 0,326890 |
| | 0,326891 - 0,400315 |
| | 0,400316 - 0,509455 |

Dados cartográficos



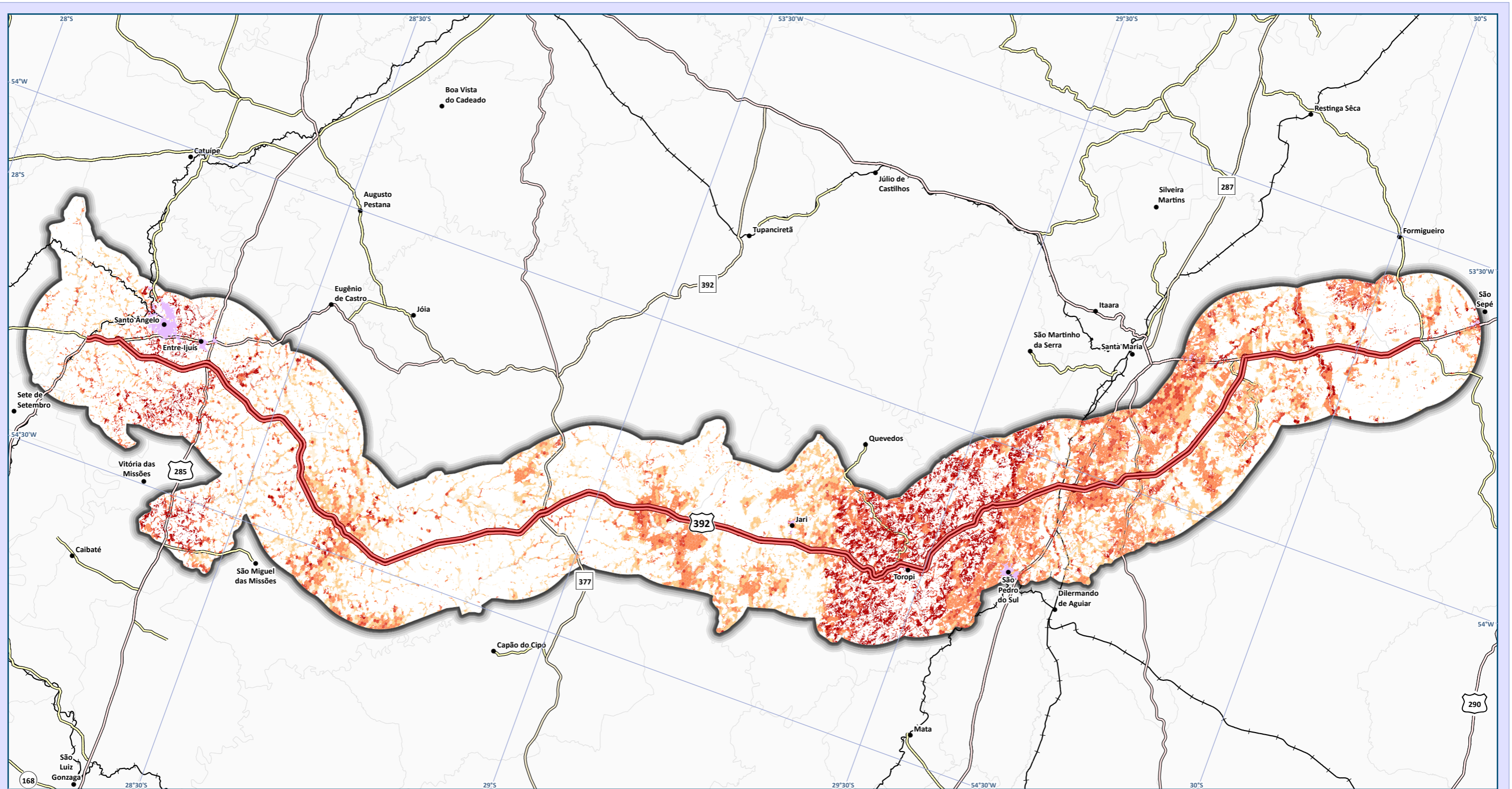
PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





Integrado das Probabilidades de Ocorrência de Aves em Remanescentes de Vegetação Nativa (Média das Probabilidades)

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
- Ferrovias
- Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)
- Rodovias estaduais
- Rodovias estaduais coincidentes
- Rodovias federais
- AE Meio Biótico, STE (2020)
- Limite municipal, IBGE (2018)
- Mancha urbana (IBGE, 2010)

Probabilidade Média de Ocorrência de Aves, STE (2020)

Probabilidade Média de Ocorrência de Aves, STE (2020)	Em %
0,126169 - 0,227360	
0,227361 - 0,276134	
0,276135 - 0,328285	
0,328286 - 0,385088	
0,385089 - 0,518499	

Dados cartográficos



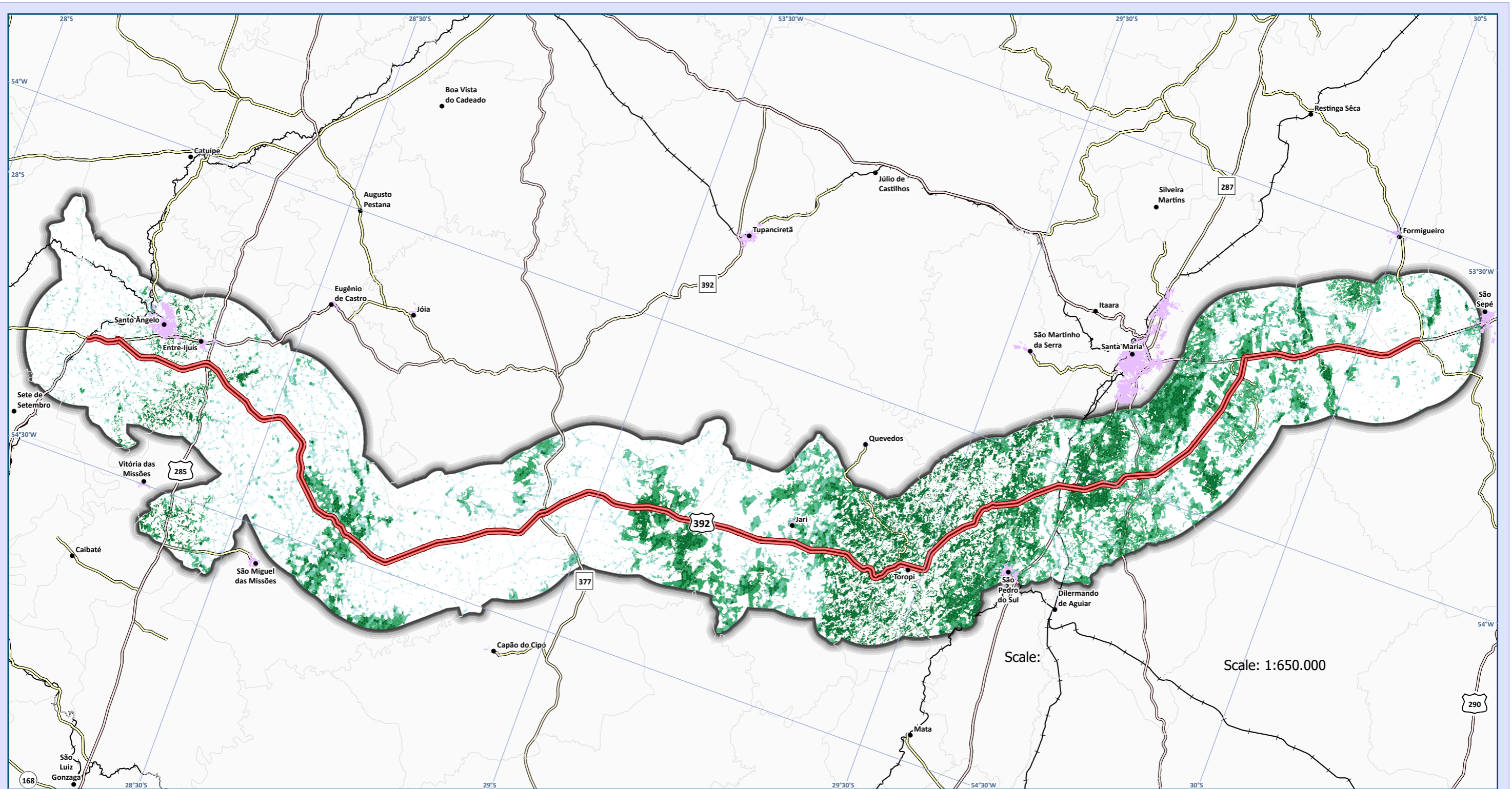
PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





Mapa Integrado das Probabilidades de Ocorrência de Aves Remanescentes de Vegetação Nativa (Desvio Padrão)

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
- ▬ Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)
 - ▬ Rodovias estaduais
 - ▬ Rodovias estaduais coincidentes
 - ▬ Rodovias federais
 - ▬ Ferrovias
- ▭ AE Meio Biótico, STE (2020)
- ▭ Limite municipal, IBGE (2018)
- ▭ Mancha urbana (IBGE, 2010)

Desvio padrão das probabilidades médias de ocorrência de aves, STE (2020)

- 0,092115 - 0,185641
- 0,185642 - 0,236377
- 0,236378 - 0,299374
- 0,299375 - 0,370148
- 0,370149 - 0,486739

Dados cartográficos



Escala: 1:650.000

Sistema de Referência Geodésico: SIRGAS 2000
Sistema de coordenadas geográficas



PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





Mamíferos

Dentre as espécies de mamíferos registradas com armadilhas fotográficas, foram selecionadas oito espécies-alvo para modelar a probabilidade de ocorrência em toda a AE do Meio Biótico. Para seleção das espécies-alvo foram considerados como critérios ter representantes de diferentes tipos de ambiente (florestas, campos e espécies associadas à água) para poder estimar um valor de qualidade dos remanescentes da AE em função da probabilidade de ocorrência das espécies. Para tal, foram consideradas também espécies que estão ameaçadas de extinção no RS e que tivessem pelo menos 10% de representatividade nas UAs com armadilhas fotográficas (Apêndice 33). As espécies-alvo selecionadas para modelagem da probabilidade de ocorrência foram: graxaim-do-mato (*Cerdocyon thous*), zorrilho (*Conepatus chinga*), capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), gato-do-mato-grande (*Leopardus geoffroyi*), gato-do-mato-pequeno e gato-maracajá (*Leopardus guttulus/Leopardus wiedii*; modelados conjuntamente), graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*), veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*) e quati (*Nasua nasua*). As probabilidades de detecção estimadas a partir dos modelos para cada espécie-alvo de mamífero são apresentadas no Quadro 155.

Quadro 155. Critério de seleção para inclusão nas análises e probabilidades de detecção para as espécies-alvo de mamíferos.

Espécie	Critério de seleção	Deteção (p)	Erro padrão
<i>Cerdocyon thous</i>	Floresta	0,17	0,01
<i>Conepatus chinga</i>	Campo	0,12	0,02
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Corpos d'água	0,24	0,03
<i>Leopardus geoffroyi</i>	Vulnerável	0,02	0,01
<i>Leopardus guttulus / Leopardus wiedii</i>	Vulnerável	0,05	0,02
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	Campo	0,25	0,02
<i>Mazama gouazoubira</i>	Floresta;	0,08	0,01
<i>Nasua nasua</i>	Floresta; Vulnerável	0,11	0,02

Diferentes métricas foram selecionadas em diferentes escalas nos modelos de ocupação para cada espécie de mamífero analisada, demonstrando que a probabilidade de ocorrência de cada espécie-alvo responde de forma diferente à composição e configuração da paisagem. Os modelos selecionados (igualmente plausíveis pelo AIC) para cada espécie-alvo e utilizados para gerar os modelos ponderados estão apresentados no Apêndice 36.

As métricas e melhores escalas selecionadas para cada uma das espécies são apresentadas no Quadro 156, juntamente com a relação, o coeficiente e o erro padrão das métricas relacionadas à probabilidade de ocorrência gerados nos modelos ponderados.

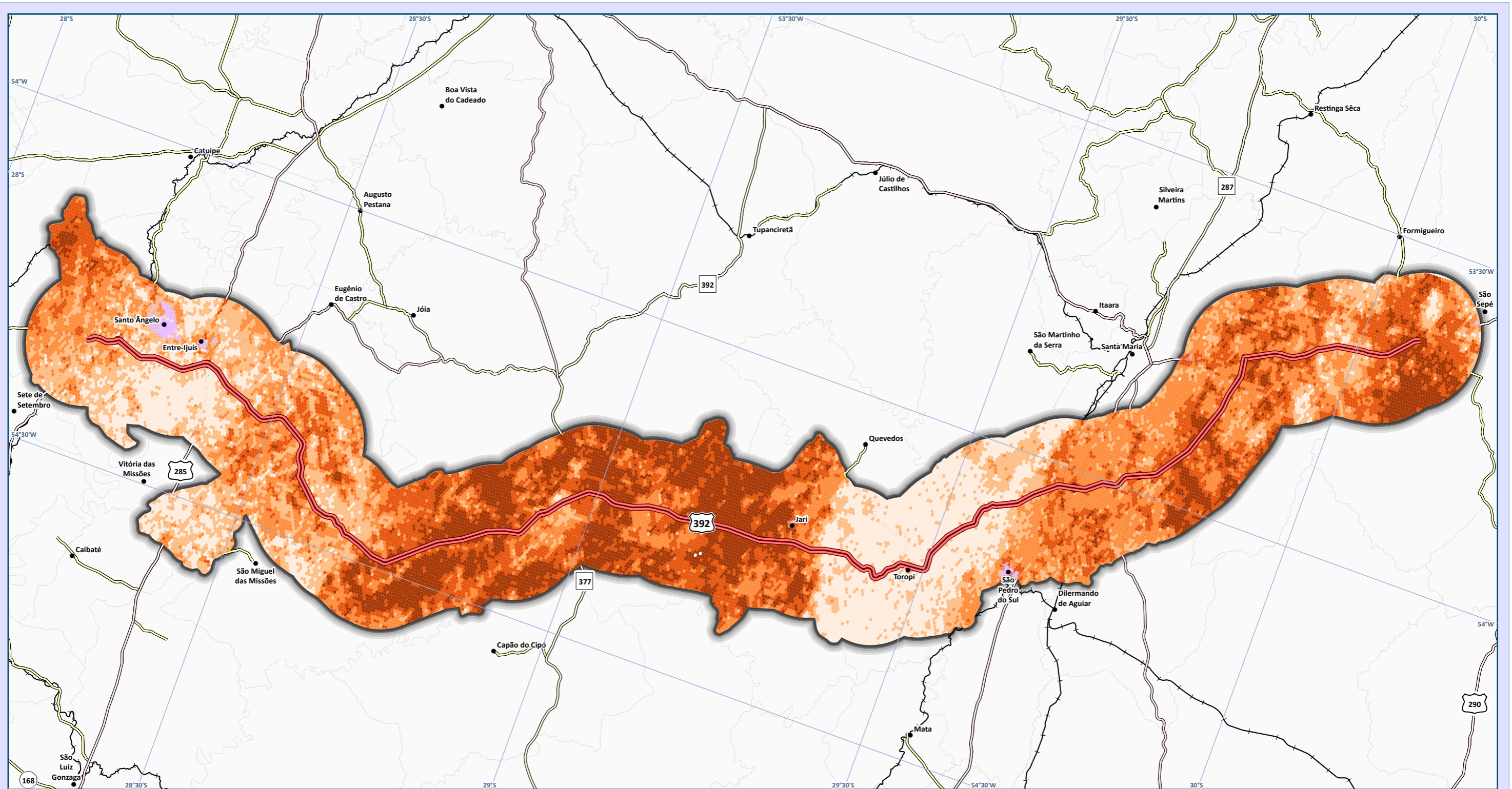
O Mapa 54 contém a média das probabilidades de ocorrência das espécies, já a incerteza associada à essa média (desvio padrão) é apresentada no Mapa 55. Por fim, as probabilidades de ocorrência das espécies-alvo foram utilizadas como indicadores da qualidade ambiental dos remanescentes de vegetação nativa na AE e, para tal, foram elaborados mapas integrados das probabilidades de ocorrência de mamíferos apenas para os remanescentes de vegetação nativa utilizando a média e o desvio padrão da média (Mapa 56 e Mapa 57).

Quadro 156. Coeficientes dos modelos ponderados para cada espécie-alvo.

Espécie	Métricas	Melhor escala	Relação	Coeficiente	Erro padrão	Teste qui-quadrado de Pearson
<i>Cerdocyon thous</i>	Intercepto detecção	-	Negativa	-1,57	0,10	0.123
	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-0,07	0,23	
	PROP_CAMPO	500	Negativa	-0,65	0,39	
	PROP_LAVOURA	750	Positiva	0,11	0,31	
	DENSI_MANCH	3000	Negativa	-0,44	0,69	
	DENSI_BORD	3000	Positiva	0,31	0,74	
	DOMINA_P	7000	Negativa	-0,70	1,15	
	CONNECT_P	6000	Positiva	0,89	1,18	
PROP_SOLO	1000	Positiva	1,16	0,63		
<i>Conepatus chinga</i>	Intercepto detecção	-	Negativa	-1,97	0,18	0.247
	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-1,29	0,28	



Espécie	Métricas	Melhor escala	Relação	Coefficiente	Erro padrão	Teste qui-quadrado de Pearson
	PROP_CAMPO	7000	Positiva	0,76	0,30	
	CONNECT_P	3000	Negativa	-0,08	0,21	
	DOMINA_P	3000	Negativa	-0,06	0,19	
<i>Hydrochoerus hydrochaeris</i>	Intercepto detecção	-	Negativa	-1,17	0,15	0.066
	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-2,21	0,42	
	DENSI_MANCH	7000	Negativa	-1,01	1,20	
	DENSI_BORD	7000	Positiva	0,16	0,92	
	RIQ_C	4000	Negativa	-0,78	0,40	
<i>Leopardus geoffroyi</i>	Intercepto detecção	-	Negativa	-3,74	0,27	0.098
	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-6,14	6,65	
	DENSI_BORD	1000	Positiva	29,56	21,37	
	DENSI_MANCH	1500	Negativa	-0,62	21,31	
	PROP_MATA	750	Negativa	-39,01	43,18	
	PROP_LAVOURA	1000	Positiva	15,12	13,97	
	PROP_SOLO	750	Positiva	74,97	93,96	
	PROP_CAMPO	6000	Positiva	12,89	13,75	
<i>Leopardus guttulus/ Leopardus wiedii</i>	Intercepto detecção	-	Negativa	-2,99	0,36	0.429
	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-1,54	0,56	
	PROP_LAVOURA	500	Positiva	1,43	0,75	
	PROP_PASTO	1500	Positiva	3,24	1,42	
	PROP_CAMPO	500	Negativa	-0,13	0,52	
	DOMINA_P	750	Positiva	0,01	0,30	
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	Intercepto detecção	-	Negativa	-1,11	0,09	0.905
	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-0,71	0,27	
	CONNECT_P	100	Negativa	-0,77	0,73	
	DENSI_MANCH	100	Negativa	-1,48	0,63	
	PROP_CAMPO	1000	Positiva	1,89	0,62	
	PROP_MATA	1000	Negativa	-0,47	0,40	
	DOMINA_P	100	Negativa	-0,15	0,49	
	PROP_LAVOURA	1500	Positiva	0,23	0,50	
	RIQ_C	100	Negativa	-0,06	0,27	
<i>Mazama gouazoubira</i>	Intercepto detecção	-	Negativa	-2,40	0,18	0.658
	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-0,57	0,34	
	DENSI_MANCH	7000	Negativa	-1,78	1,53	
	PROP_CAMPO	750	Negativa	-0,73	0,38	
	DENSI_BORD	7000	Positiva	0,61	1,64	
	PROP_MATA	7000	Positiva	0,07	0,28	
	RIQ_C	7000	Negativa	-0,04	0,16	
	PROP_LAVOURA	7000	Negativa	-0,04	0,20	
	CONNECT_P	6000	Positiva	0,09	0,41	
	DOMINA_P	7000	Negativa	-0,02	0,14	
<i>Nasua nasua</i>	Intercepto detecção	-	Negativa	-2,14	0,17	0.623
	Intercepto ocorrência	-	Negativa	-0,93	0,31	
	DENSI_BORD	6000	Negativa	-1,23	0,85	
	PROP_CAMPO	2000	Negativa	-1,23	0,72	
	PROP_LAVOURA	3000	Negativa	-1,29	0,90	
	RIQ_C	6000	Negativa	-0,53	0,33	
	DENSI_MANCH	6000	Negativa	-0,86	0,77	
	PROP_MATA	7000	Positiva	0,31	0,71	
	CONNECT_P	6000	Positiva	0,19	0,62	
DOMINA_P	6000	Negativa	-0,29	0,76		



Mapa Integrado das Probabilidades de Ocorrência de Mamíferos na Área de Estudo do Meio Biótico (Média das Probabilidades)

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
- ▬ Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)**
- ▬ Rodovias estaduais
- ▬ Rodovias estaduais coincidentes
- ▬ Rodovias federais
- ▬ Ferrovias
- ▭ AE Meio Biótico, STE (2020)
- ▭ Limite municipal, IBGE (2018)
- ▭ Mancha urbana (STE, 2021)

Probabilidade média de Ocorrência de Mamíferos, STE (2020)

Em %

- 0,091985 - 0,244849
- 0,244850 - 0,324905
- 0,324906 - 0,403079
- 0,403080 - 0,490215
- 0,490216 - 0,637446

Dados cartográficos



Escala: 1:650.000

Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Sistema de coordenadas geográficas



PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

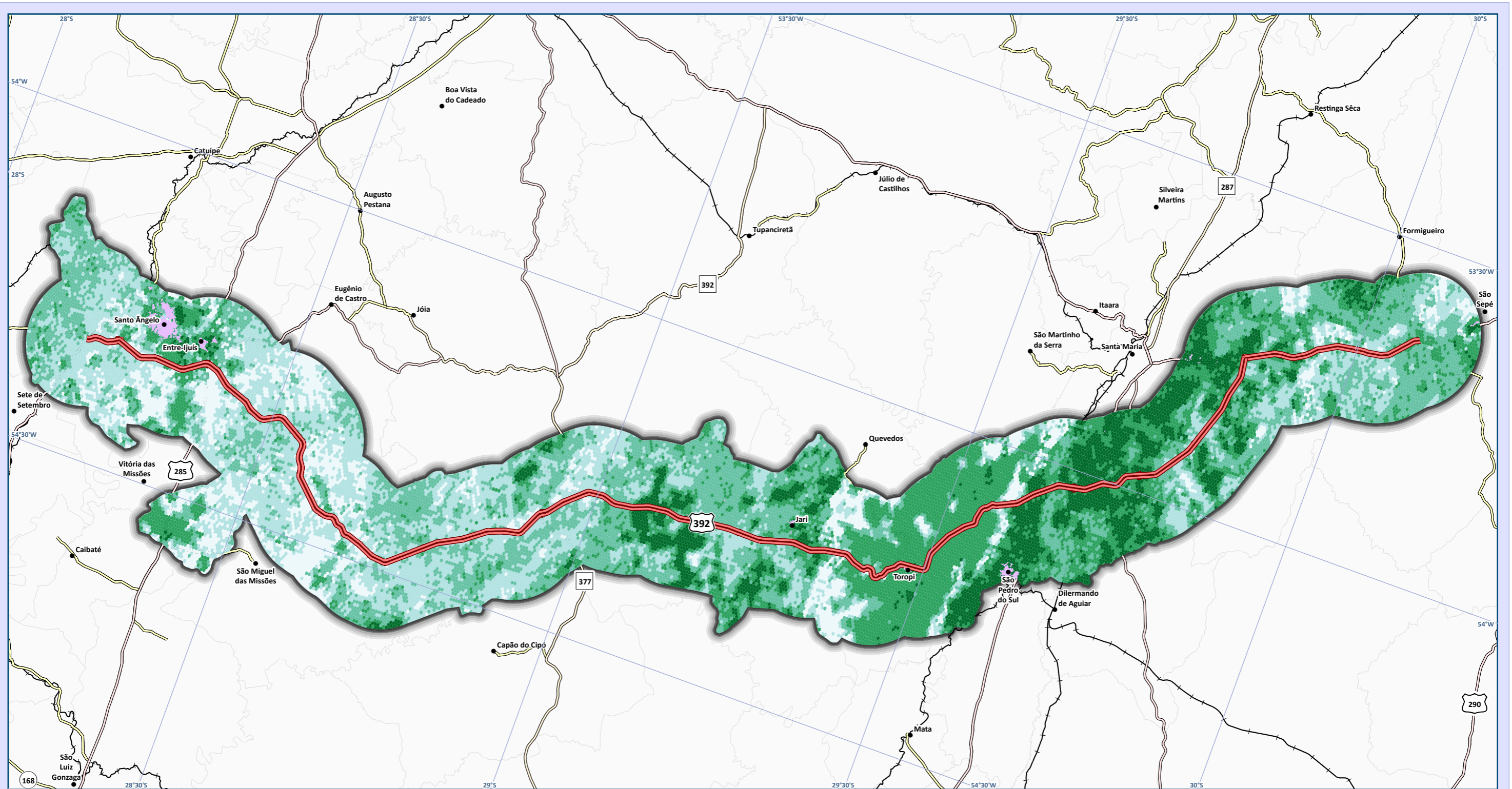
Localização



DNIT

**Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e
Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)
BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS**





Mapa Integrado das Probabilidades de Ocorrência de Mamíferos na Área de Estudo do Meio Biótico (Desvio Padrão das Probabilidades)

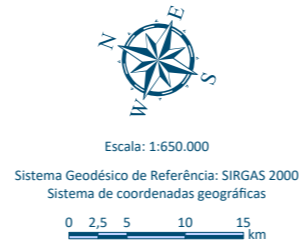
Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
- ▬ Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)**
- ▬ Rodovias estaduais
- ▬ Rodovias estaduais coincidentes
- ▬ Rodovias federais
- ▬ Ferrovias
- ▭ AE Meio Biótico, STE (2020)
- ▭ Limite municipal, IBGE (2018)
- ▭ Mancha urbana (IBGE, 2010)

Desvio padrão das probabilidades médias de ocorrência de mamíferos, STE (2020)

- 0,082268 - 0,207598
- 0,20759 - 0,264539
- 0,264540 - 0,309859
- 0,309860 - 0,367415
- 0,367416 - 0,484570

Dados cartográficos



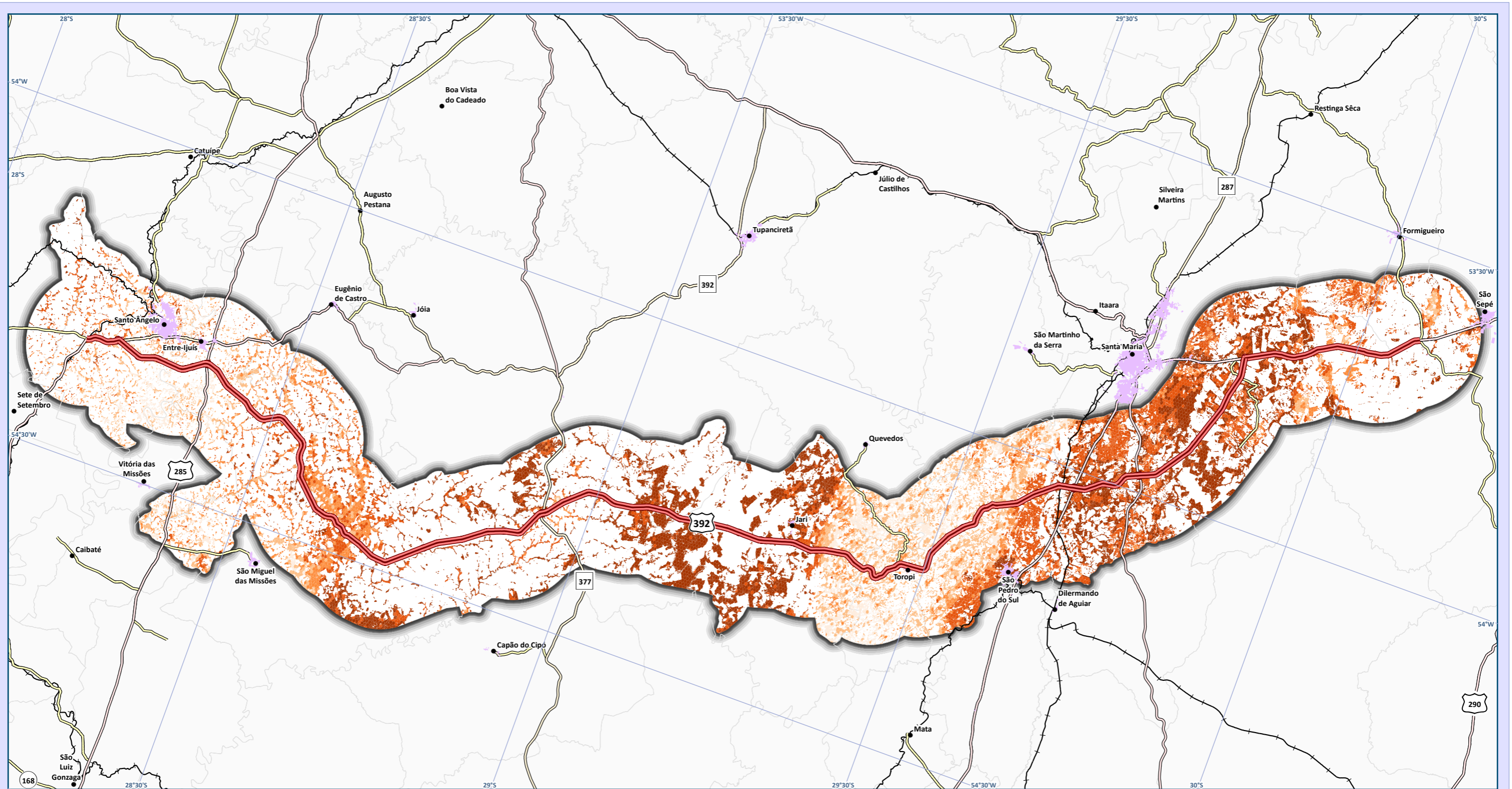
PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





Mapa Integrado das Probabilidades de Ocorrência de Mamíferos em Remanescentes de Vegetação Nativa (Média das Probabilidades)

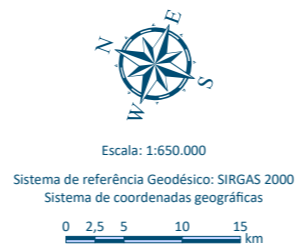
Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
- Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)
 - Rodovias estaduais
 - Rodovias estaduais coincidentes
 - Rodovias federais
 - Ferrovias
- AE Meio Biótico, STE (2020)
- Limite municipal, IBGE (2018)
- Mancha urbana (IBGE, 2010)

Média das probabilidades de ocorrência de mamíferos, STE (2020)

- 0,101058 - 0,189314
- 0,189315 - 0,243462
- 0,243463 - 0,296614
- 0,296615 - 0,360400
- 0,360401 - 0,519172

Dados cartográficos



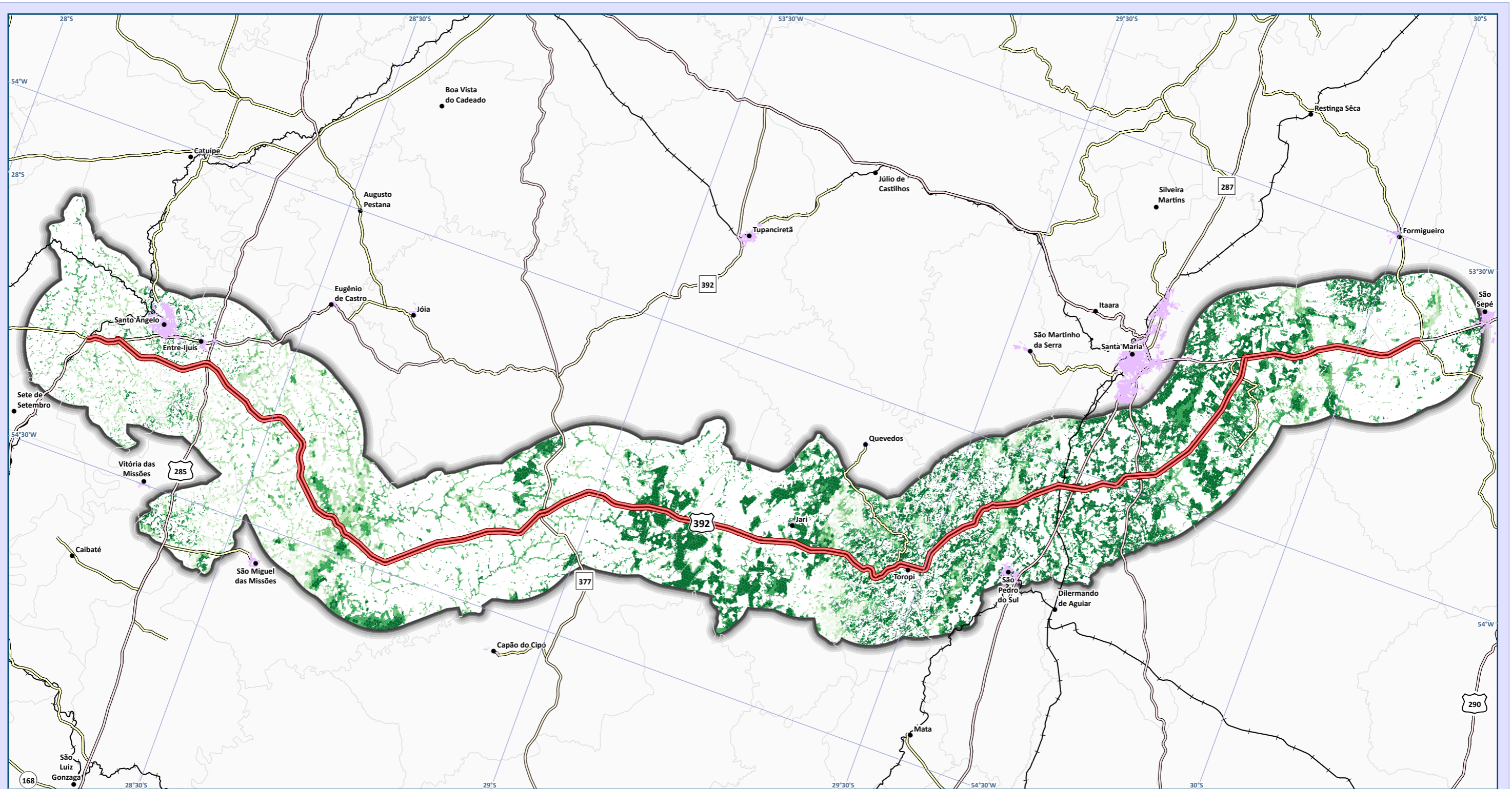
PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





Mapa Integrado das Probabilidades de Ocorrência de Mamíferos em Remanescentes de Vegetação Nativa (Desvio Padrão da Média das Probabilidades)

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
- ▬ Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)
 - ▬ Rodovias estaduais
 - ▬ Rodovias estaduais coincidentes
 - ▬ Rodovias federais
 - ▬ Ferrovias
- ▭ AE Meio Biótico, STE (2020)
- ▭ Mancha urbana (IBGE, 2010)
- ▭ Limite municipal, IBGE (2018)

Desvio padrão das probabilidades médias de ocorrência de mamíferos em veg. nativa, STE (2020)

- 0,086621 - 0,175061
- 0,175062 - 0,225313
- 0,225314 - 0,270814
- 0,270815 - 0,315178
- 0,315179 - 0,418720

Dados cartográficos



PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





Peixes-anuais

A probabilidade de detecção de peixes-anuais estimada a partir dos modelos de ocupação de estação única foi de 0,92 ($\pm 0,02$). A seleção de modelos de ocupação para os peixes-anuais resultou em apenas um modelo plausível (delta AIC <2; Quadro 157) utilizando variáveis locais das UAs coletadas em campo (Apêndice 21).

O único modelo plausível tinha como variável preditora a temperatura, indicando que quanto maior a temperatura da água, menor a probabilidade de ocorrência de peixes-anuais (relação negativa). Nenhum modelo utilizando métricas de paisagem que pudessem ser utilizadas para extrapolação da probabilidade de ocorrência para a região foi mais plausível do que o modelo nulo (não considerando nenhuma variável), logo, não foi possível elaborar um mapa de probabilidade de ocorrência de peixes-anuais para toda a AE do Meio Biótico e por esta razão não foi avaliado o ajuste do modelo. Na análise multicritério foram utilizados como camada os pontos de ocorrência das espécies registradas durante o estudo.

Quadro 157. Seleção de modelos plausíveis (delta AIC <2) das variáveis locais.

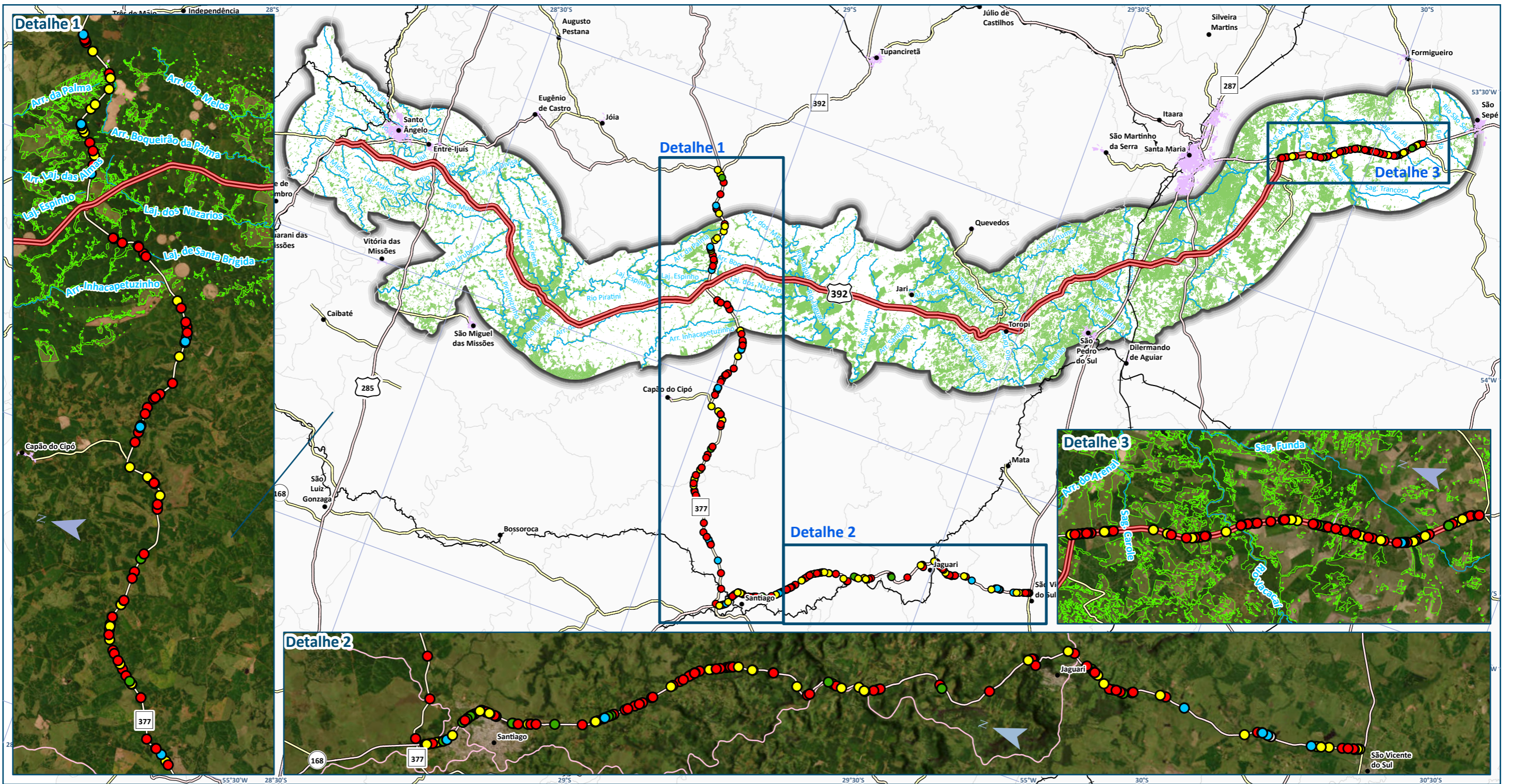
Métricas locais	AICc	delta	Peso
Temperatura	124.04	0	0.53
Não considerada (modelo nulo)	128.55	4.52	0.06

5.2.3.2.3 Fauna Atropelada na Área de Estudo do Meio Biótico

Durante as seis amostragens de atropelamento de fauna foram registrados 357 indivíduos de 67 espécies (Mapa 58, Mapa 59 e Apêndice 37), sendo 31 indivíduos de 2 espécies de anfíbios, 93 indivíduos de 33 espécies de aves, 214 indivíduos de 21 espécies de mamíferos e 18 indivíduos de 11 espécies de répteis. Para um registro não foi possível identificar a classe, sendo classificado como vertebrado não identificado (NI), além de 9 indivíduos de aves e 11 indivíduos de mamíferos que foram identificados apenas até classe. A tabela de dados brutos com os indivíduos observados durante as atividades consta no Apêndice 31.

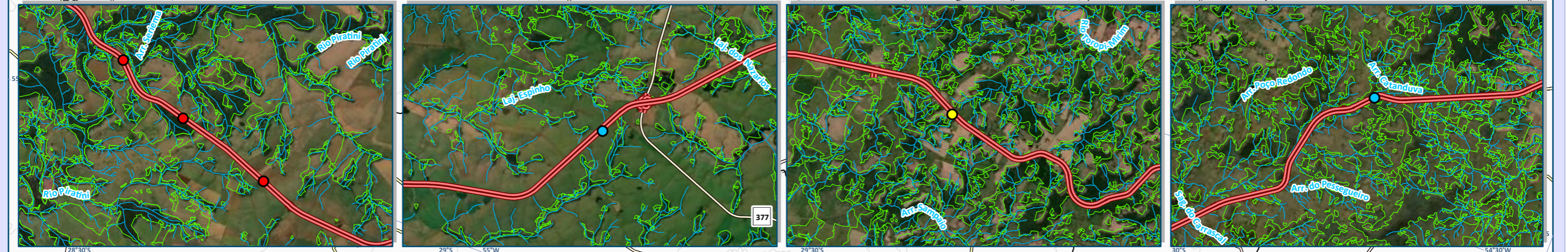
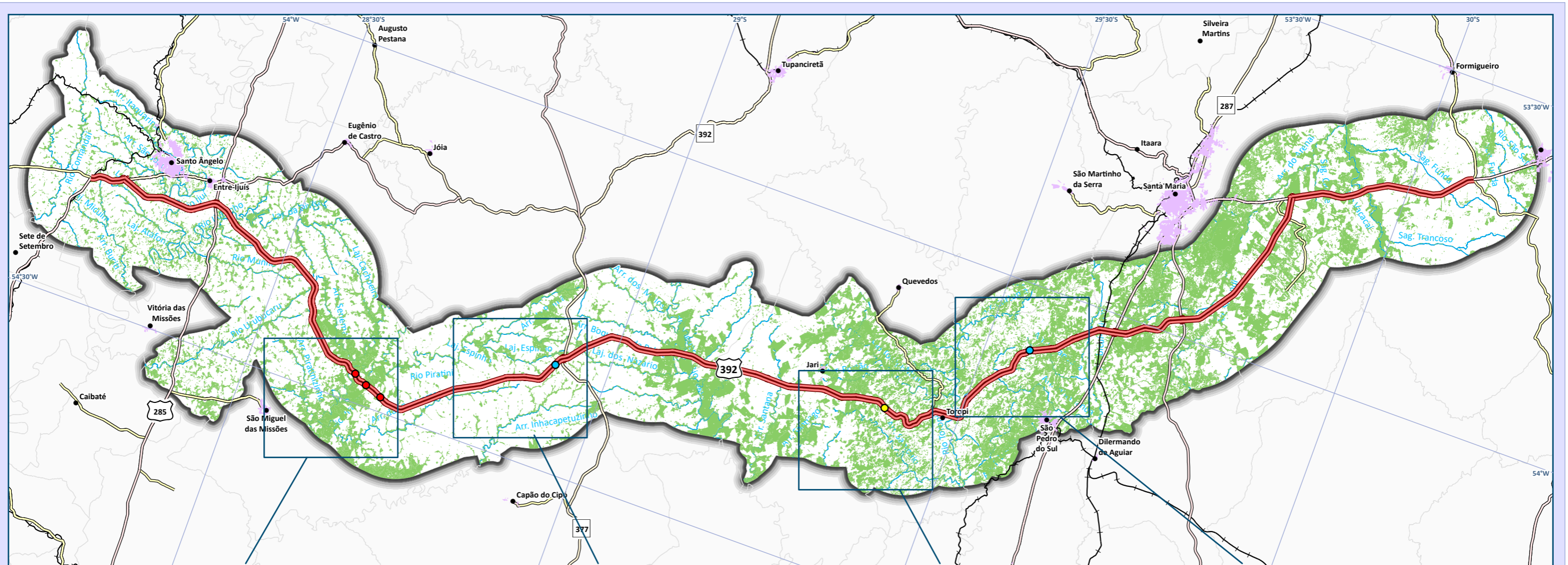
Mamíferos foi a classe com maior número de registros de atropelamentos, com 59,94% do total, sendo os mais recorrentes o gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*), com 38 registros (17,76% dos mamíferos; Foto 446), e o zorrilho (*Conepatus chinga*), com 30 registros (14,02% dos mamíferos; Foto 447; Apêndice 37).

O sapo-cururu (*Rhinella gr. marina*; Foto 448) foi a espécie mais registrada de anfíbios, com 30 registros (96,77% dos anfíbios; Apêndice 37), provavelmente devido ao seu tamanho corporal maior, quando comparado as outras espécies do grupo, o que facilita sua detecção. As aves mais registradas foram a pomba-de-bando (*Zenaida auriculata*), com 15 registros (16,13% das aves; Foto 449), e a codorna-amarela (*Nothura maculosa*), com 7 (7,53% das aves; Foto 450; Apêndice 37). A espécie de réptil mais frequente, a serpente papa-pinto (*Philodryas patagoniensis*), obteve três registros (16,67% dos répteis; Foto 451; Apêndice 37). Duas espécies exóticas foram encontradas, sendo uma de ave (*Passer domesticus* - pardal) e outra de mamífero (*Lepus europaeus* - lebre-europeia), cada uma com um registro.



Mapa do Registro de atropelamentos observados em rodovias asfaltadas

<p>Legenda e fonte dos dados</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sede municipal, IBGE (2015) — Ferrovias — Hidrografia — Traçado da rodovia, EVTEA (2012) — Sistema viário, DAER (2019) — Rodovias estaduais — Rodovias estaduais coincidentes — Rodovias federais □ AE Meio Biótico, STE (2020) ■ Mancha urbana (IBGE, 2010) — Limite municipal, IBGE (2018) 	<p>Registro de atropelamentos, STE (2020)</p> <p><i>Classe de Vertebrados</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ● Anfíbio ● Ave ● Mamífero ● Réptil ○ Não Identificado ■ Remanescente de Vegetação Nativa, SOUZA et al. (2020) 	<p>Dados cartográficos</p> <p>Escala: 1:300.000</p> <p>Sistema de Referência Geodésico: SIRGAS 2000 Sistema de coordenadas geográficas</p> <p>0 2,5 5 10 15 km</p> <p>PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.</p>	<p>Localização</p>	<p>DNIT</p> <p>Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS</p> <p>ste SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S.A.</p>
--	--	--	---------------------------	--



Mapa do Registro de Atropelamentos Observados em Leito Natural

Legenda e fonte dos dados

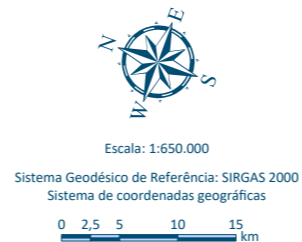
- Sede municipal, IBGE (2015)
- Ferrovias
- Hidrografia
- Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)
 - Rodovias estaduais
 - Rodovias estaduais coincidentes
 - Rodovias federais
- AE Meio Biótico, STE (2020)
- Limite municipal, IBGE (2018)
- Mancha urbana, IBGE (2010)

Registros de Atropelamentos, STE (2020)

Classe de vertebrados

- Anfíbio
- Ave
- Mamífero
- Réptil
- Não Identificado
- Remanescente de Vegetação Nativa, SOUZA et al. (2020)

Dados cartográficos



PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





A seguir o registro fotográfico.

Foto 446. Gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) registrado atropelado na BR-287, em Santiago, no dia 30 de setembro de 2020.
Coord.: -29,260652° e -54,813403°.



Foto 447. Zorrilho (*Conepatus chinga*) registrado atropelado na BR-377, em Santiago, no dia 1º de outubro de 2020.
Coord.: -29,088459° e -54,772563°.



Foto 448. Sapo-cururu (*Rhinella gr. marina*) registrado atropelado na BR-377, em Santiago, no dia 17 de setembro de 2020.
Coord.: -29,014298° e -54,508312°.



Foto 449. Pomba-de-bando (*Zenaida auriculata*) registrada atropelada na BR-287, em Santiago, no dia 22 de agosto de 2020.
Coord.: -29,207294° e -54,847021°.



Foto 450. Codorna-amarela (*Nothura maculosa*) registrada atropelada na BR-377, em Capão do Cipó, no dia 1º de outubro de 2020.
Coord.: -29,031282° e -54,6808508°.



Foto 451. Papa-pinto (*Philodryas patagoniensis*) registrada atropelada na BR-287, em Jaguari, no dia 30 de setembro de 2020.
Coord.: -29,654822° e -54,675978°.



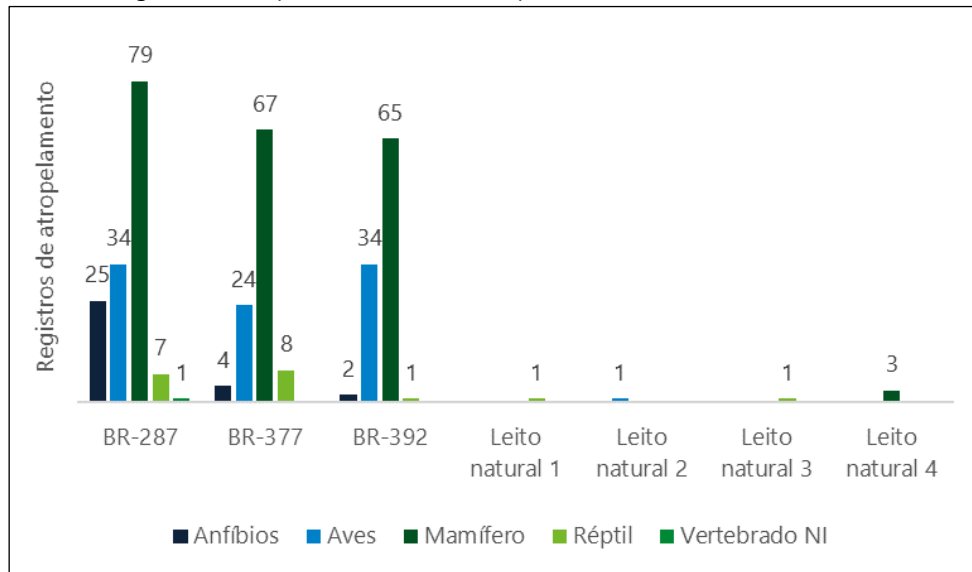
O trecho com maior número de registros foi a rodovia BR-287, com 146 indivíduos (40,9% do total), seguida da BR-377, com 103 indivíduos (28,8% do total) e da BR-392, com 102 indivíduos (28,6% do total; Mapa 58, Gráfico 92; Apêndice 37). Nos trechos das estradas de leito natural foram registrados apenas seis indivíduos (1,7% do total), sendo três registros no Leito natural 4 (Foto 452) e um registro cada nos outros trechos de leito natural (Mapa 59 e Apêndice 37).

Foram registrados também indivíduos de espécies classificadas como Vulnerável na lista da fauna silvestre ameaçada de extinção no RS (Apêndice 37; ESTADO DO RS, 2014), entre elas estão: o quati (*Nasua nasua*; Foto 453), o gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*; Foto 454), a paca (*Cuniculus paca*; Foto 455), o tamanduá-mirim (*Tamandua*



tetradactyla; Foto 456) e a cutia (*Dasyprocta azarae*), além da lontra (*Lontra longicaudis*; Foto 457) considerada quase ameaçada de extinção.

Gráfico 92. Registros de atropelamentos observados por classe em cada rodovia/estrada monitorada.



Legenda: NI - Não identificado.

A seguir o registro fotográfico.

Foto 452. Capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) registrada atropelada no Leito Natural 4, em São Miguel das Missões, no dia 22 de agosto de 2020. Coord.: -28,654718° e -54,459380°.



Foto 453. Quati (*Nasua Nasua*) registrado atropelado na BR-287, em Santiago, no dia 22 de agosto de 2020. Coord.: -29,360620° e -54,760806°.



Foto 454. Gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*) registrado atropelado na BR-377, em São Miguel das Missões, no dia 05 de setembro de 2020. Coord.: -28,965203° e -54,358108°.



Foto 455. Paca (*Cuniculus paca*) registrada atropelada na BR-287, em Jaguari, no dia 15 de outubro de 2020. Coord.: -29,461815° e -54,716541°.





Foto 456. Tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) registrado atropelado na BR-287, em Jaguari, no dia 21 de agosto de 2020. Coord.: -29,479196 ° e -54,685444°.



Foto 457. Lontra (*Lontra longicaudis*) registrada atropelada na BR-377, em Santiago, no dia 1º de outubro de 2020. Coord.: -29,043827° e -54,707723°.



Dentre as espécies de mamíferos registradas, foram selecionadas quatro para modelar a relação entre a presença de fatalidades e as métricas de paisagem no entorno: *Cerdocyon thous* (Foto 458), *Conepatus chinga* (Foto 447), *Didelphis albiventris* (Foto 446) e *Lycalopex gymnocercus* (Foto 459). Visto que não foram registrados indivíduos de *Didelphis aurita*, os indivíduos de *Didelphis sp.* foram considerados conjuntamente com os registros de *Didelphis albiventris* para esta modelagem. A totalidade de registros das espécies não foi utilizada na modelagem, sendo utilizados apenas os registros das rodovias em que havia maior proporção de segmentos com presença de atropelamento, com o objetivo de evitar excesso de zeros nos modelos (Quadro 158).

Foto 458. Graxaim-do-mato (*Cerdocyon thous*) registrado atropelado na BR-377, entre Joia e Tupanciretã, no dia 22 de agosto de 2020 (AT160). Coord.: -28,898430° e -54,197308°.



Foto 459. Graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*) registrado atropelado na BR-377, em Santiago, no dia 4 de setembro de 2020 (AT220). Coord.: -29,074986° e -54,750483°.



Quadro 158. Espécies selecionadas para modelar a relação entre a presença de fatalidades e as métricas de paisagem no entorno, rodovias utilizadas para cada espécie, o número de presença utilizado para cada uma e a proporção de presença relativa ao total de presenças nas três rodovias asfaltadas.

Espécies	Rodovias utilizadas			Total de presenças utilizadas	Proporção de presença utilizada
	BR-392	BR-377	BR-287		
<i>Cerdocyon thous</i>		X		12	63%
<i>Conepatus chinga</i>	X	X		21	80%
<i>Didelphis albiventris</i>	X		X	39	90%
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	X	X		24	92%

As combinações de modelos igualmente plausíveis ($\Delta AIC < 2$) geradas a partir dessas variáveis e utilizadas para gerar os modelos ponderados para prever a probabilidade de fatalidade para toda a AE do Meio Biótico e para o traçado proposto são apresentadas no Apêndice 36.

As métricas relacionadas à presença de fatalidades geradas nos modelos ponderados, juntamente com a relação, o coeficiente e o erro padrão estão apresentados no Quadro 159. O poder de predição dos modelos (avaliado por meio do valor de ROC) demonstraram-se aceitáveis, visto que valores acima de 0,5 refletem

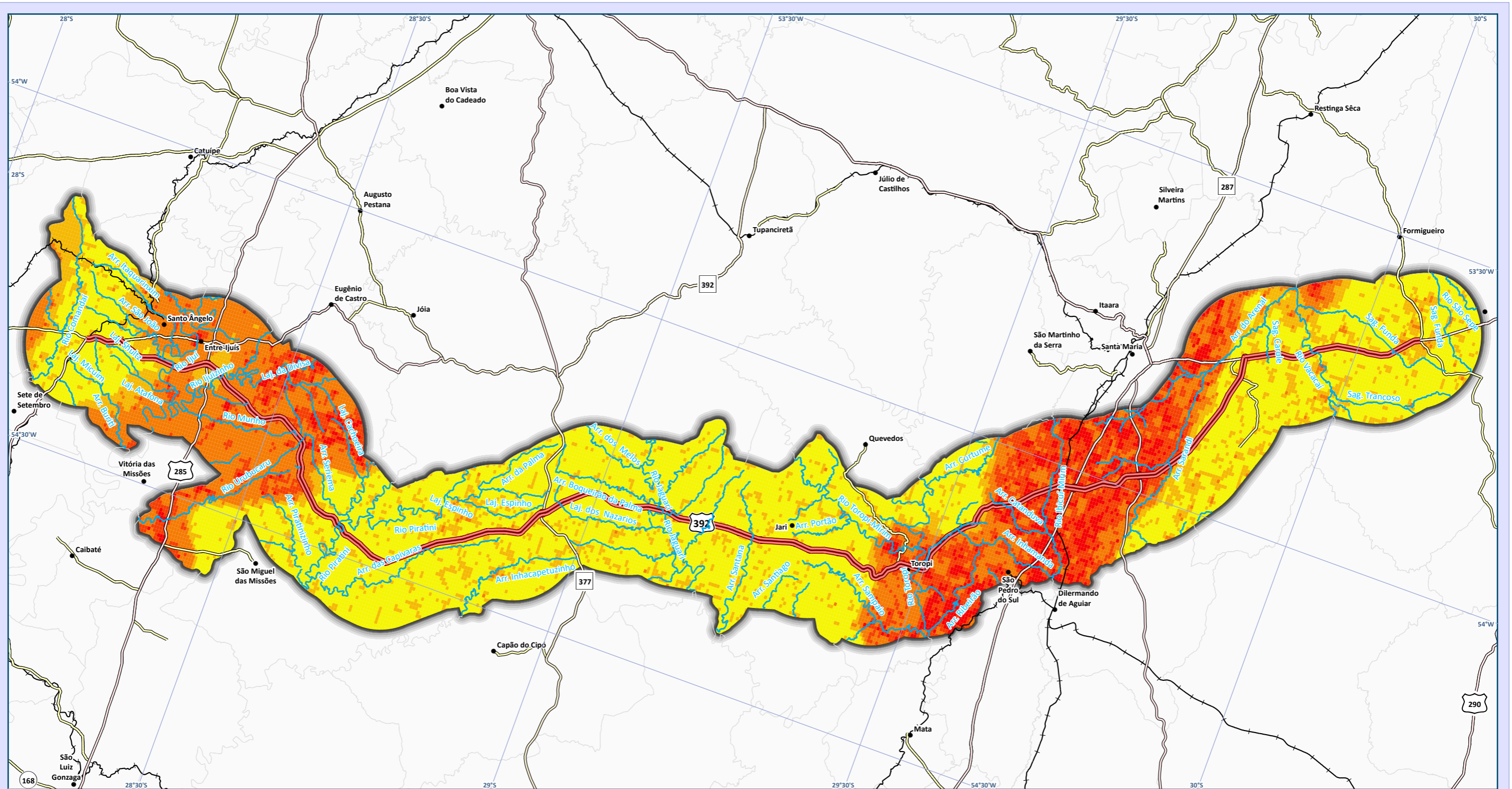


modelos com previsões melhores que ao acaso. Os resultados dos modelos ponderados gerados possibilitam visualizar de que forma as métricas selecionadas estão relacionadas à presença de fatalidades de cada espécie analisada, isto é, métricas que têm relação positiva significam que quanto maior o valor da métrica maior a probabilidade de fatalidades, e métricas que tem relação negativa significam o oposto.

A partir dos coeficientes gerados nos modelos ponderados (Quadro 159) foram previstas as probabilidades de fatalidades para mamíferos. O mapa integrado, elaborado considerando a média dessas probabilidades para as quatro espécies na AE do Meio Biótico e para o traçado proposto, está apresentado no Mapa 60, bem como o desvio padrão da média das probabilidades no Mapa 61.

Quadro 159. Coeficientes dos modelos ponderados das probabilidades de fatalidades para cada espécie-alvo.

Espécie	Métricas	Melhor escala	Relação	Coefficiente	Erro padrão	ROC
<i>Cercopithecus thomasi</i>	Intercepto	-	Negativa	-4,278	1,1682	0,7895
	DOMINA_P	500	Negativa	-1,2548	1,216	
	PROP_SOLO	500	Negativa	-5,1715	3,4766	
	CONNECT_P	500	Positiva	0,3086	1,2788	
<i>Conepatus chinga</i>	Intercepto	-	Negativa	-2,57133	0,27075	0,7147
	RIQ_C	750	Positiva	0,47008	0,37635	
	DENSI_BORD	750	Positiva	0,12079	0,23943	
	DENSI_MANCH	750	Positiva	0,13437	0,25472	
<i>Didelphis albiventris</i>	Intercepto	-	Negativa	-1,62987	0,20067	0,7175
	DENSI_BORD	750	Positiva	0,16134	0,25082	
	PROP_PASTAGEM	4000	Positiva	0,67507	0,20966	
	DENSI_MANCH	1500	Positiva	0,02171	0,16943	
	DOMINA_P	2000	Negativa	-0,01244	0,14699	
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	Intercepto	-	Negativa	-2,36044	0,24959	0,6693
	CONNECT_P	3000	Positiva	0,14498	0,39108	
	PROP_MATA	2000	Negativa	-0,22544	0,31708	
	DENSI_MANCH	2000	Negativa	-0,18801	0,2844	
	PROP_LAVOURA	3000	Positiva	0,12014	0,24693	
	DOMINA_P	3000	Positiva	0,08015	0,38763	



Mapa da Probabilidade Média de Atropelamento de Mamíferos

Legenda e fonte dos dados

- | | |
|------------------------------------|---|
| ● Sede municipal, IBGE (2015) | Prob. média de atropelamentos, STE (2021) |
| — Ferrovias | ≤0,071612 |
| — Hidrografia | ≤0,120736 |
| — Traçado da rodovia, EVTEA (2012) | ≤0,170167 |
| — Sistema viário, DAER (2019) | ≤0,209620 |
| — Rodovias estaduais | ≤0,311052 |
| — Rodovias estaduais coincidentes | |
| — Rodovias federais | |
| □ AE Meio Biótico, STE (2020) | |
| □ Limite municipal, IBGE (2018) | |

Dados cartográficos

Escala: 1:650.000

 Sistema de Referência Geodésico: SIRGAS 2000

 Sistema de coordenadas geográficas

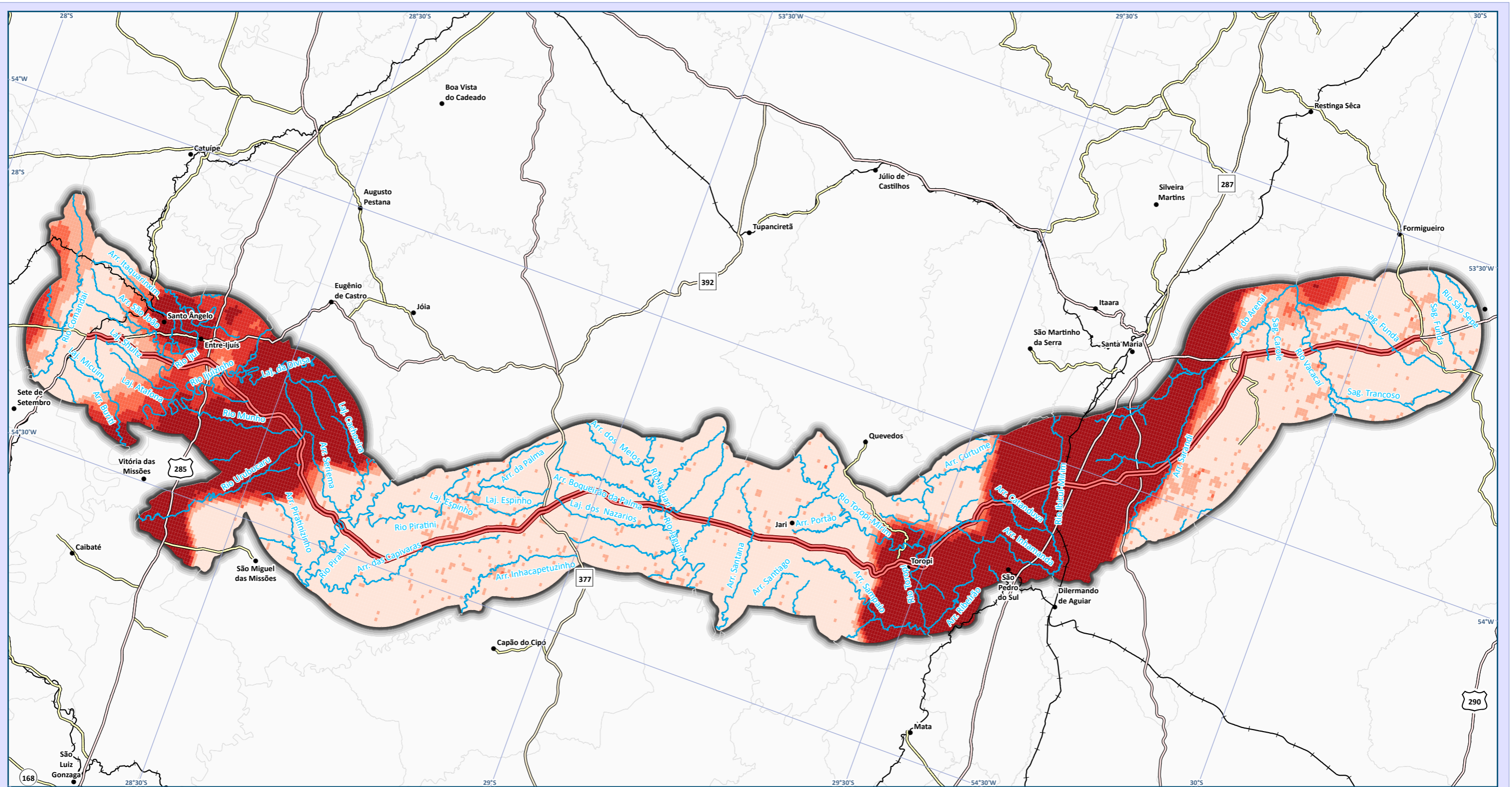
PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



DNIT

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS



Mapa do Desvio Padrão da Probabilidade Média de Atropelamento de Mamíferos

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
- Ferrovias
- Hidrografia
- Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)
 - Rodovias estaduais
 - Rodovias estaduais coincidentes
 - Rodovias federais
- AE Meio Biótico, STE (2020)
- Limite municipal, IBGE (2018)

Desvio padrão da probabilidade de atropelamento de mamíferos, STE (2020)

	0,031401 - 0,063863
	0,063864 - 0,116954
	0,116955 - 0,196772
	0,196773 - 0,287540
	0,287541 - 0,350879

Dados cartográficos



PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



DNIT

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS



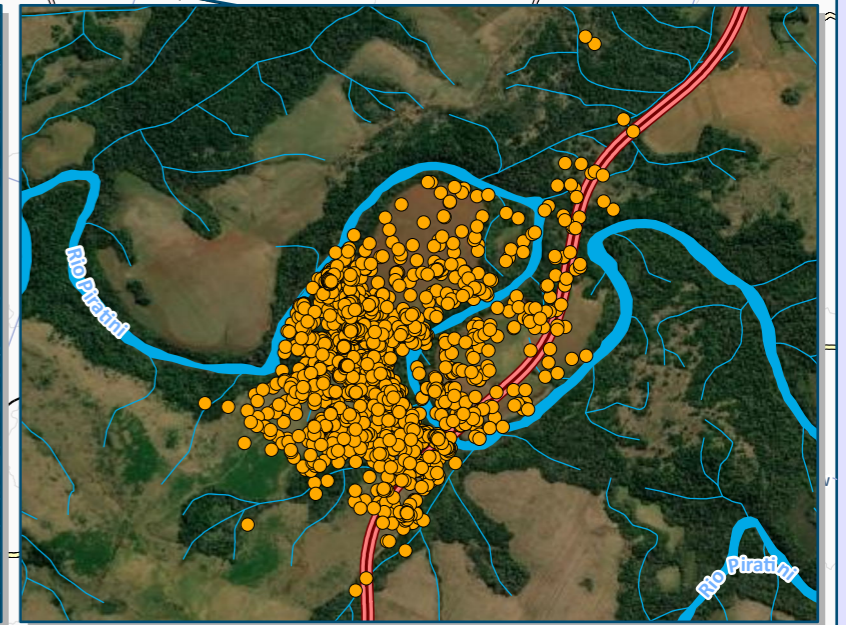
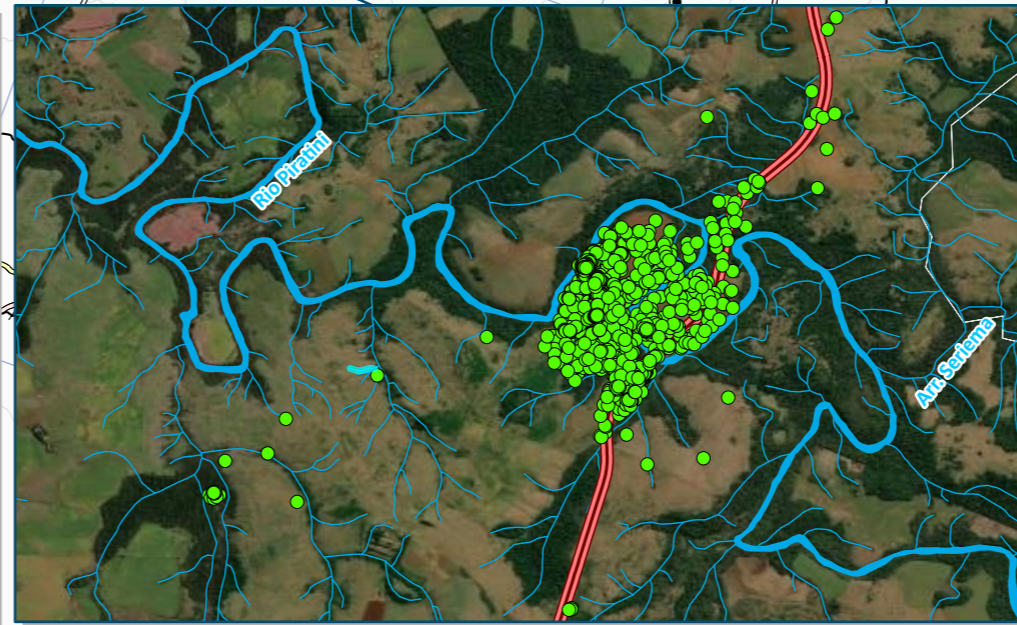
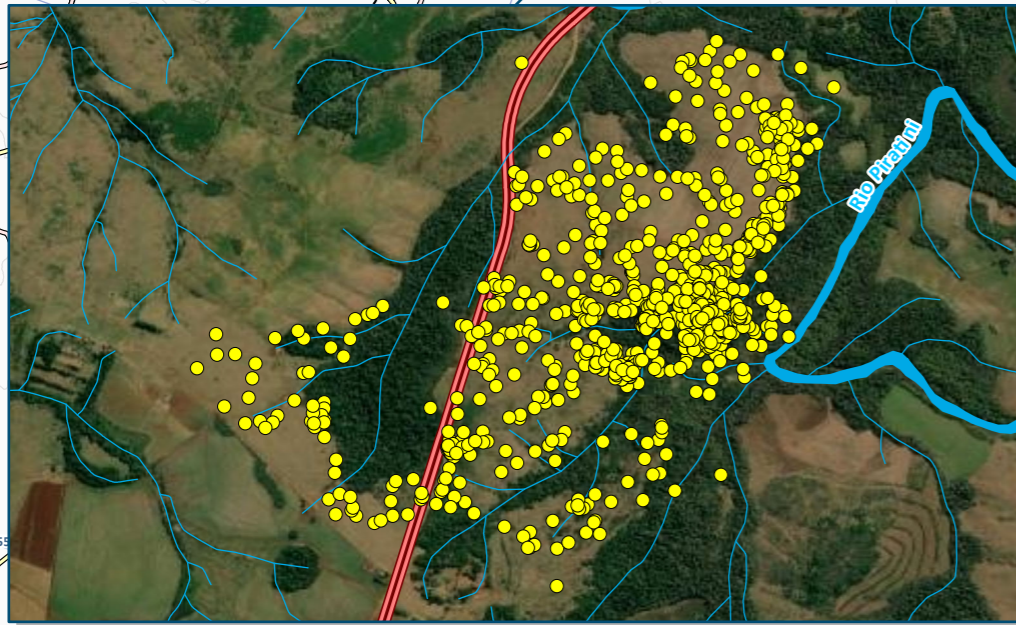
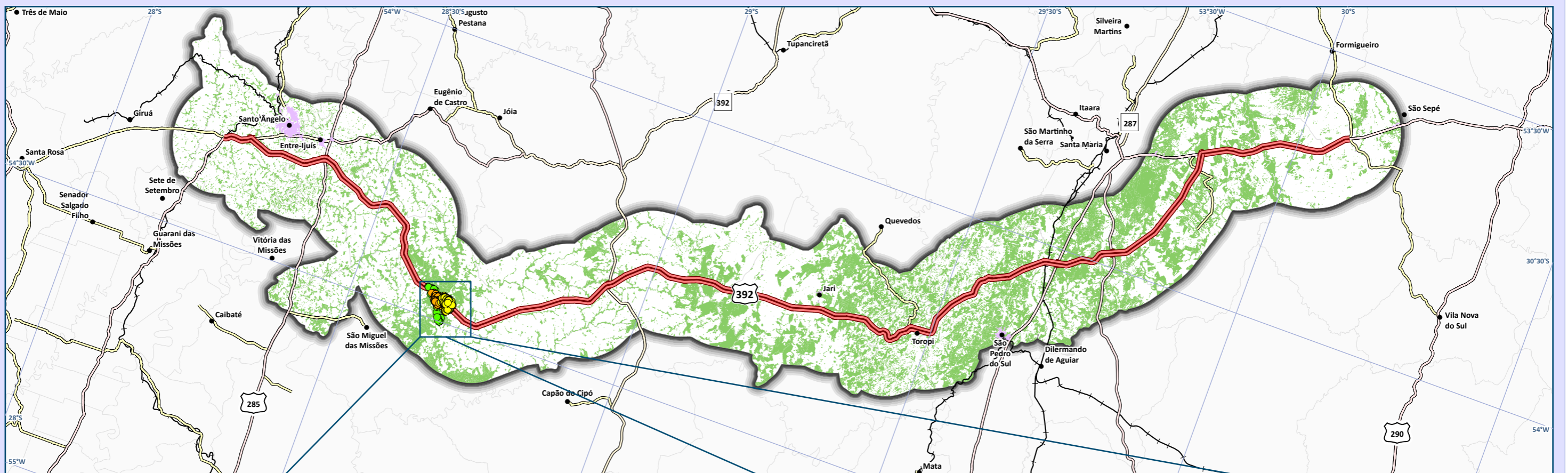


5.2.3.2.4 Programa de Telemetria

Dos 15 espécimes de graxaim-do-campo, 9 indivíduos foram recapturados. Para dois indivíduos, apesar de não terem sido recapturados, foi possível coletar alguns pontos através do sinal VHF. Em cada uma das áreas (planalto, encosta e planície) foram recapturados três dos cinco indivíduos previamente capturados. Os demais indivíduos não foram localizados nem por sinal VHF, o que pode ter acontecido devido a diferentes fatores: os indivíduos podem ter danificado as antenas dos colares dificultando ou até impossibilitando a transmissão do sinal (Foto 460); os indivíduos podem ter saído da área de amostragem; ou podem ter vindo a óbito. Em Santa Maria foi verificado um evento de mortalidade da mastofauna na AE, provavelmente decorrente de envenenamento. Foram vistos gatos-do-mato e outros graxains mortos, levando a crer que os dois indivíduos não encontrados possam também ter vindo a óbito. Os deslocamentos dos nove indivíduos de graxaim-do-campo recapturados e dos dois localizados por sinal VHF (Anahi e Martina) estão apresentados no Mapa 62, Mapa 63 e Mapa 64.

Foto 460. Colares transmissores com antenas danificadas. Colar da esquerda com antena quebrada, colar do meio com uma das antenas faltando, colar da direita sem antena. Coord.: -29,731596° e -53,968394°.





Mapa dos Pontos de Captura dos Indivíduos de Graxaim-do-Campo na Região do Planalto

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
- Ferrovias
- Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)
 - Rodovias estaduais
 - Rodovias estaduais coincidentes
 - Rodovias federais
- AE Meio Biótico, STE (2020)
- Limite municipal, IBGE (2018)
- Mancha urbana (IBGE, 2010)

Nome do indivíduo capturado, STE (2020)

- Mercúrio
- Noel
- Regalita
- Remanescente de Vegetação Nativa, SOUZA et al. (2020)

Dados cartográficos



Escala: 1:800.000
Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Sistema de coordenadas geográficas



PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

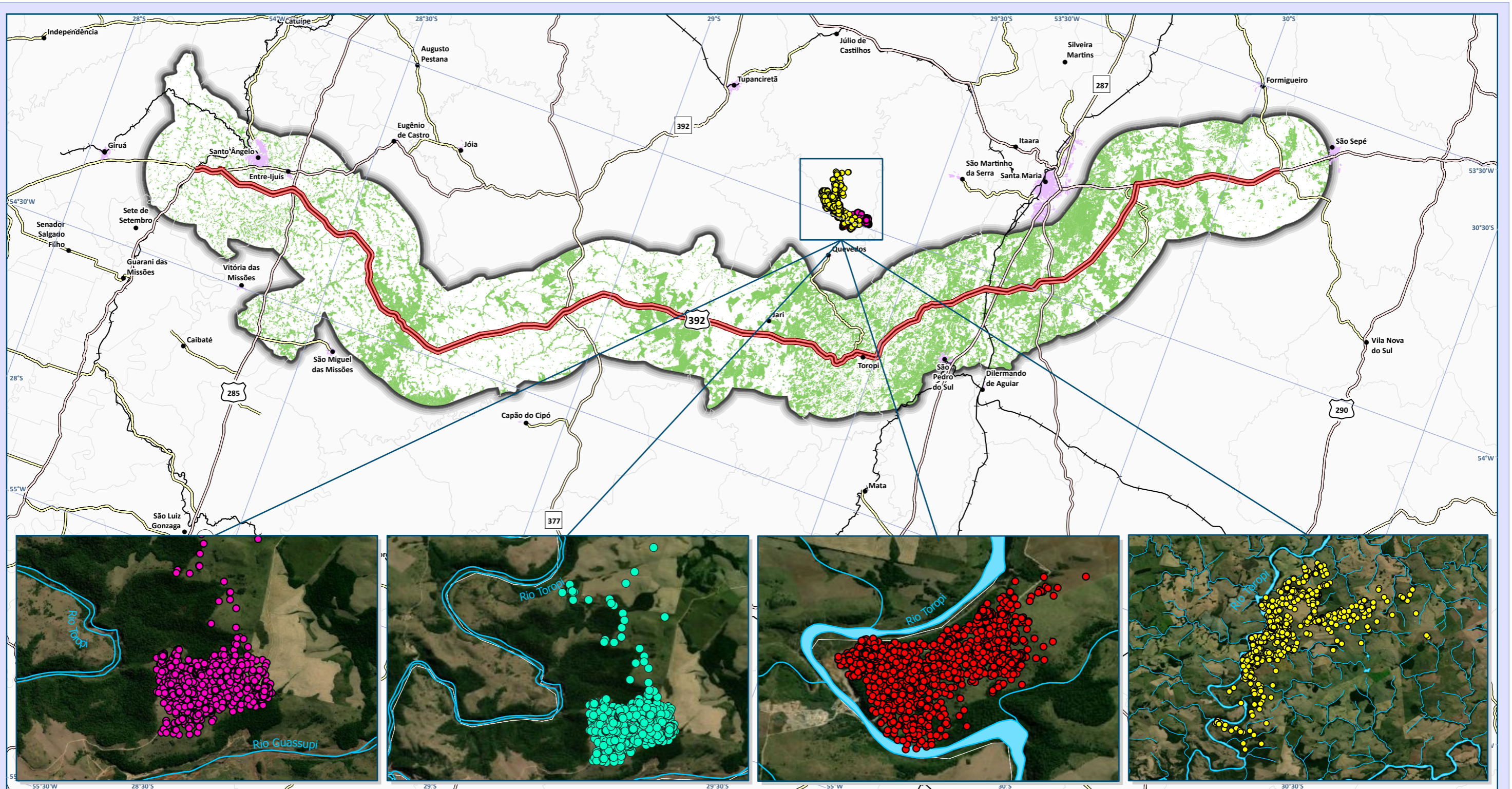
Localização



DNIT

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





Mapa dos Pontos de Captura dos Indivíduos de Graxaim-do-Campo na Região de Encosta

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
- Ferrovias
- Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
- Sistema viário, DAER (2019)
 - Rodovias estaduais
 - Rodovias estaduais coincidentes
 - Rodovias federais
- AE Meio Biótico, STE (2020)
- Limite municipal, IBGE (2018)
- Mancha urbana (IBGE, 2010)

Nome do indivíduo capturado, STE (2020)

- Chuvisco
- Martina
- Matilda
- Potira
- Remanescente de Vegetação Nativa, SOUZA et al. (2020)

Dados cartográficos



Escala: 1:800.000

Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000
Sistema de coordenadas geográficas



PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

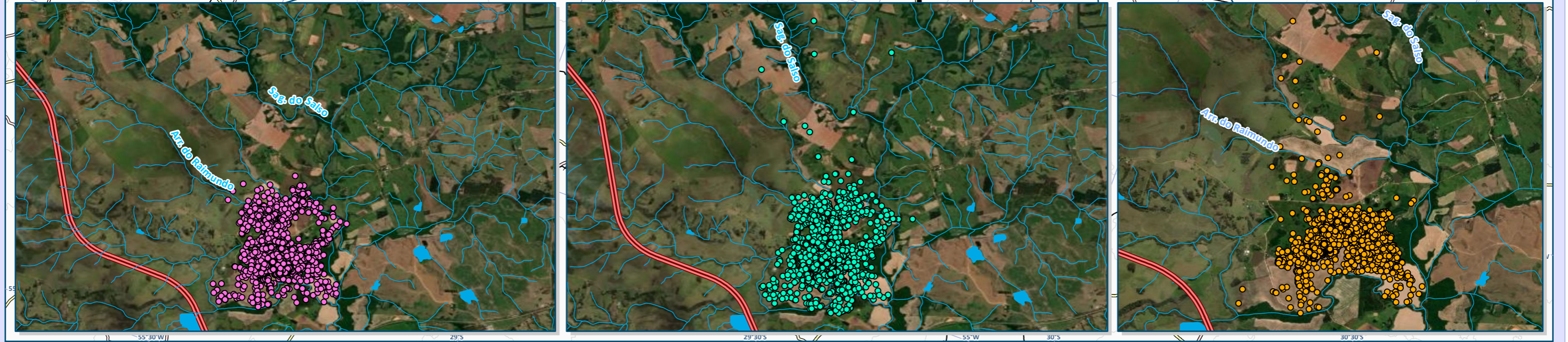
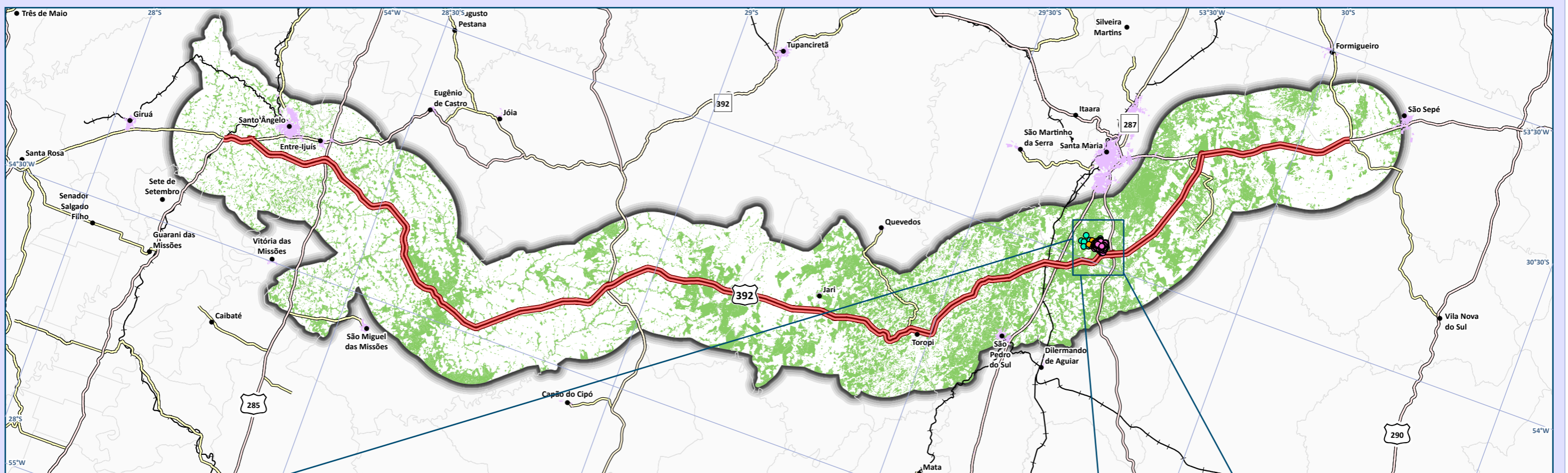
Localização



DNIT

Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e
Relatório de Impacto Ambiental (RIMA)
BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





Mapa dos Pontos de Captura dos Indivíduos de Graxaim-do-Campo na Região de Planície

<p>Legenda e fonte dos dados</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sede municipal, IBGE (2015) — Ferrovias — Traçado da rodovia, EVTEA (2012) Sistema viário, DAER (2019) — Rodovias estaduais — Rodovias estaduais coincidentes — Rodovias federais □ AE Meio Biótico, STE (2020) □ Limite municipal, IBGE (2018) ■ Mancha urbana (IBGE, 2010) 	<p>Nome do indivíduo capturado, STE (2020)</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Chinoca ● DomPedro ● Leopoldina ■ Remanescente de Vegetação Nativa, SOUZA et al. (2020) 	<p>Dados cartográficos</p> <p>Escala: 1:800.000</p> <p>Sistema Geodésico de Referência: SIRGAS 2000 Sistema de coordenadas geográficas</p> <p>0 2,5 5 10 15 km</p> <p>PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.</p>	<p>Localização</p>	<p align="right">DNIT</p> <p align="center">Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS</p> <p align="right"></p>
--	--	--	---------------------------	--



Apesar da variação na utilização das classes de *habitat* pelos indivíduos monitorados (Gráfico 93), a razão de seleção mostra que as espécies utilizam significativamente mais ambientes da classe campo nativo do que esperado pela sua disponibilidade na AE, e negativamente todas as demais classes, com exceção da classe mata nativa, para a qual a razão de uso e disponibilidade não difere de 1 (Gráfico 94).

Os ambientes mais utilizados por *L. gymnocercus* foram: campos nativos, lavouras e matas nativas (Gráfico 95). Não foi possível reconhecer quais atributos da rodovia estão associados com os cruzamentos dos graxains-do-campo, conforme previsto no Plano de Trabalho, porque não foram observadas travessias nas rodovias nos dados coletados por telemetria. Não foi realizada a identificação da área de vida conforme a mudança de metodologia analítica proposta no Plano de Fauna.

Gráfico 93. Razão de seleção de *habitat* de cada indivíduo estudado por telemetria. Linha contínua indica razão entre utilização da classe e disponibilidade são iguais.

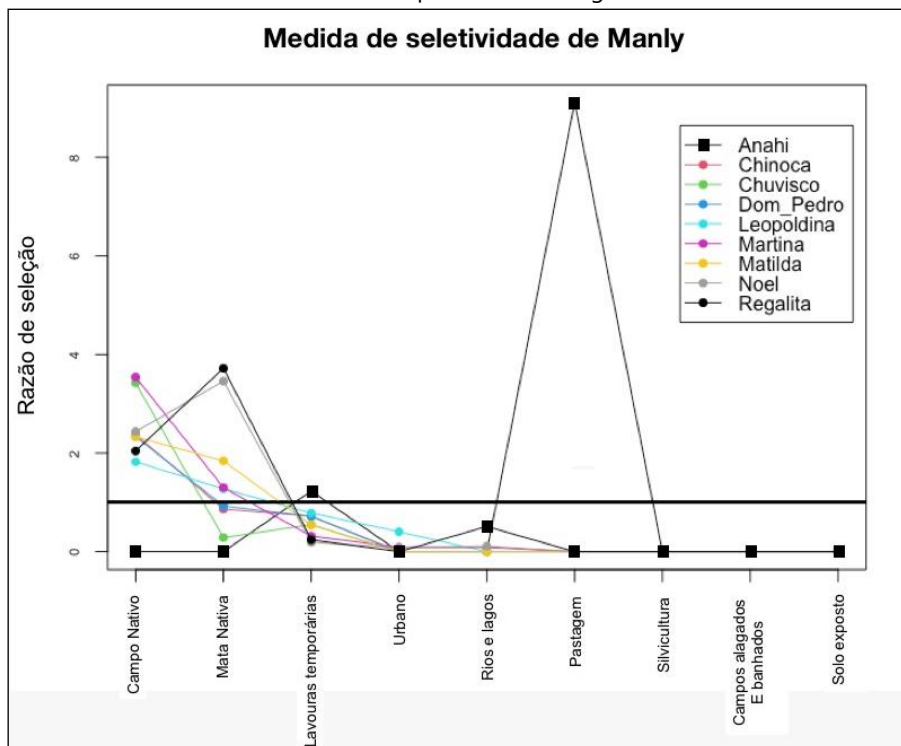




Gráfico 94. Valor médio e intervalo de confiança 95% da seleção de *habitat* de *Lycalopex gymnocercus* estudado por telemetria na AE do Meio Biótico. Intervalos de confiança (95%) acima da linha razão igual a 1 indicam que a classe de *habitat* é mais utilizada do que esperado pela sua disponibilidade relativa na paisagem, Intervalos de confiança (95%) abaixo desta linha significam que a classe de *habitat* é menos utilizada do que esperado pela sua disponibilidade no ambiente.

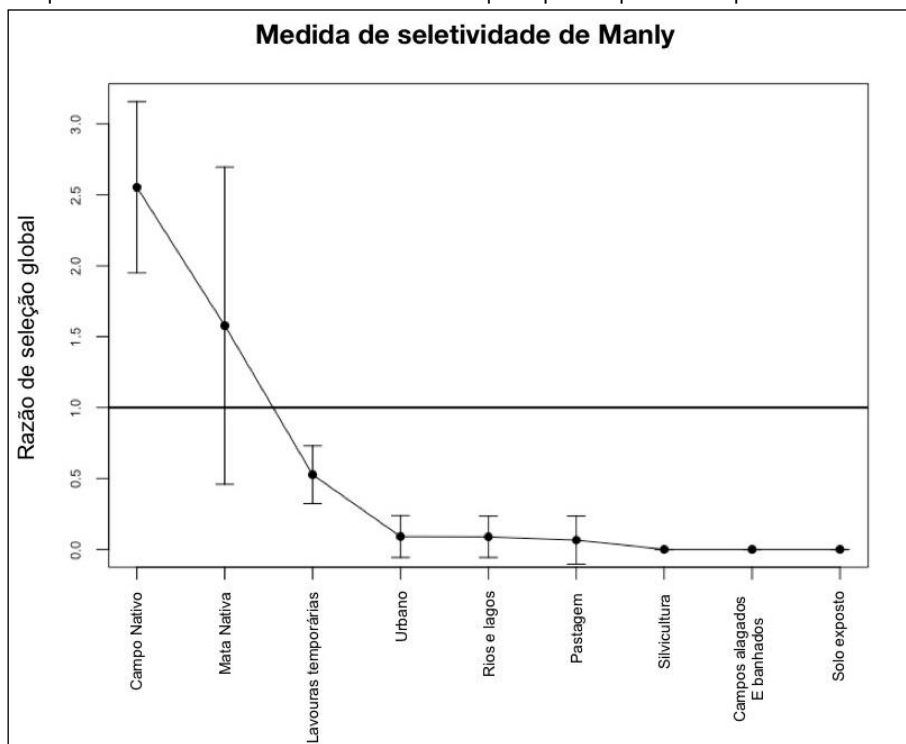
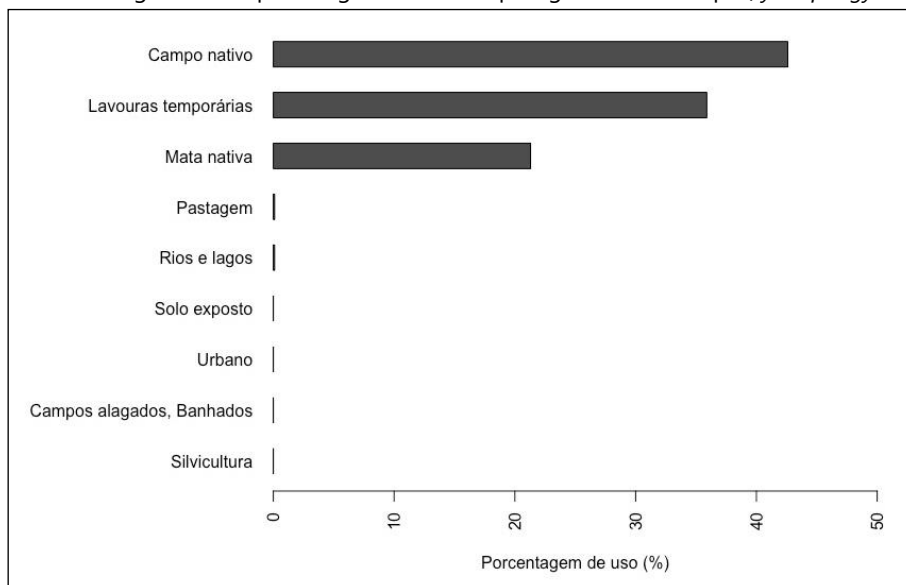


Gráfico 95. Porcentagem de uso por categoria de *habitat* para graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*).



5.2.3.2.5 Avaliação da Conectividade da Paisagem em Função das Espécies-alvo

Como os locais em que há alto risco de atropelamento não necessariamente coincidem com os locais com maior deslocamento dos animais, foram gerados mapas de áreas críticas para manutenção da conectividade da paisagem com foco no potencial efeito de barreira da rodovia. Esses mapas foram gerados para as seguintes espécies-alvo: ouriço-cacheiro (*Coendou sp.*), paca (*Cuniculus paca*), tatu (*Dasypus sp.*), gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*), graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*), quati (*Nasua nasua*) e tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*).



Valores de Resistência

No Quadro 160 constam os valores de resistência utilizados na análise de conectividade para as espécies. Os valores de resistência foram obtidos a partir da opinião do especialista em mastofauna para todas as espécies-alvo e a partir da análise dos dados de telemetria para *Lycalopex gymnocercus*.

Quadro 160. Valores de resistência (sendo 1 as classes de mínima resistência e 100 as classes de máxima resistência) informados por especialistas em mastofauna para cada espécie-alvo e pelo programa de telemetria para *Lycalopex gymnocercus*.

Espécies	Classes								
	Solo Exposto	Campos Alagados Banhados	Silvicultura	Áreas Urbanas	Rios e Lagos	Pastagem	Lavouras Temporárias	Mata Nativa	Campo Nativo
<i>Cuniculus paca</i>	90	80	70	100	50	100	100	1	70
<i>Coendou sp.</i>	90	80	70	90	100	90	90	1	50
<i>Dasyus novemcinctus</i>	90	50	70	90	90	90	90	1	1
<i>Leopardus guttulus</i>	90	50	70	100	90	90	90	1	50
<i>Lycalopex gymnocercus</i> (especialista)	50	1	70	90	80	70	70	80	1
<i>Lycalopex gymnocercus</i> (telemetria)	50	1	50	90	80	70	70	80	1
<i>Nasua nasua</i>	90	70	70	90	90	70	70	1	50
<i>Tamandua tetradactyla</i>	90	80	70	100	100	90	90	1	50

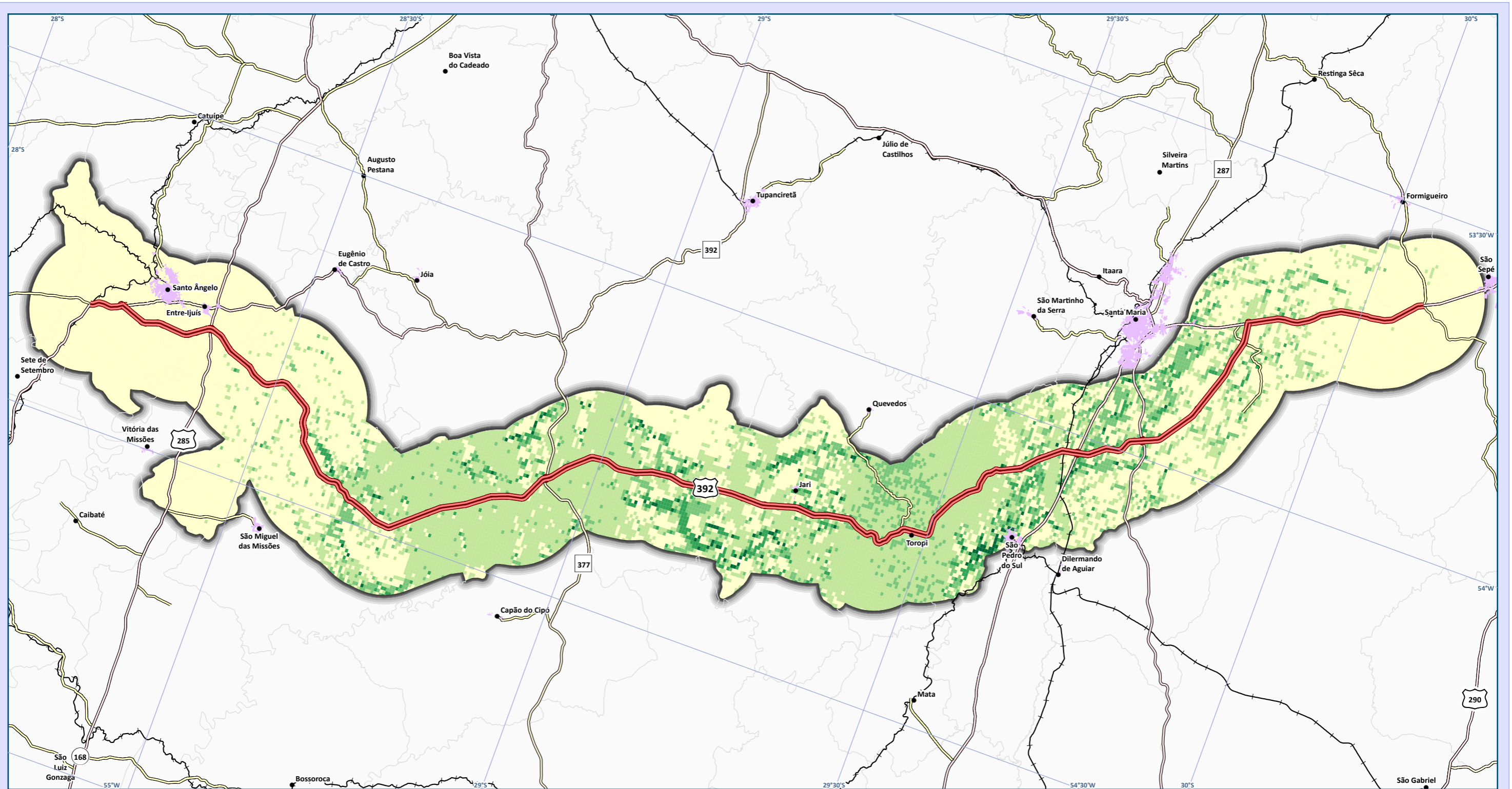
Mapa Final de Áreas Críticas para a Manutenção da Conectividade da Paisagem em Função das Espécies-alvo

As áreas-fonte para cada espécie-alvo variaram conforme o *habitat* classificado como preferencial pelo especialista. No Quadro 161 estão apresentadas as classes preferenciais para cada espécie. Para *Lycalopex gymnocercus*, as áreas-fonte definidas pelo especialista foram coerentes com as áreas com maiores probabilidades de ocorrência da espécie obtidas pela predição da probabilidade de ocorrência para a AE do Meio Biótico.

Quadro 161. Classes de cobertura que foram consideradas como áreas-fonte para cada espécie-alvo.

Espécies	Áreas-fonte		
	Campos Alagados e Banhados	Mata Nativa	Campo Nativo
<i>Cuniculus paca</i>		X	
<i>Coendou sp.</i>		X	
<i>Dasyus novemcinctus</i>		X	X
<i>Leopardus guttulus</i>		X	
<i>Lycalopex gymnocercus</i>	X		X
<i>Nasua nasua</i>		X	
<i>Tamandua tetradactyla</i>		X	

A comparação entre os mapas de conectividade para o graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*), utilizando o mapa de resistência gerado a partir da análise dos dados do programa de telemetria e o mapa de resistência gerado a partir da opinião de especialistas, resultou em uma correlação de 0,98, indicando que os dois mapas são altamente similares. Em função dessa alta correlação, para a integração dos mapas de conectividade das diferentes espécies-alvo foi considerado apenas o mapa de conectividade gerado a partir da telemetria para *Lycalopex gymnocercus* (Mapa 65). Os mapas de conectividade para cada espécie-alvo foram agrupados em um mapa final de áreas críticas para a manutenção da conectividade da paisagem para a AE do Meio Biótico e para o traçado proposto considerando a média (Mapa 66) e o desvio padrão (Mapa 67) de todas as espécies.

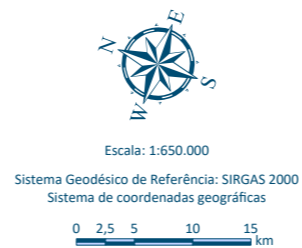


Mapa de Conectividade da Paisagem para Graxim-do-Campo na Área de Estudo do Meio Biótico

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
 - Ferrovias
 - Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
 - Sistema viário, DAER (2019)
 - Rodovias estaduais
 - Rodovias estaduais coincidentes
 - Rodovias federais
 - AE Meio Biótico, STE (2020)
 - Limite municipal, IBGE (2018)
 - Mancha urbana (IBGE, 2010)
- | Probabilidade de conectividade da paisagem, STE (2020) | |
|--|---------------------|
| 0,000000 - 0,032147 | 0,032148 - 0,086928 |
| 0,086929 - 0,187106 | 0,187107 - 0,389886 |
| 0,389887 - 0,924059 | |

Dados cartográficos



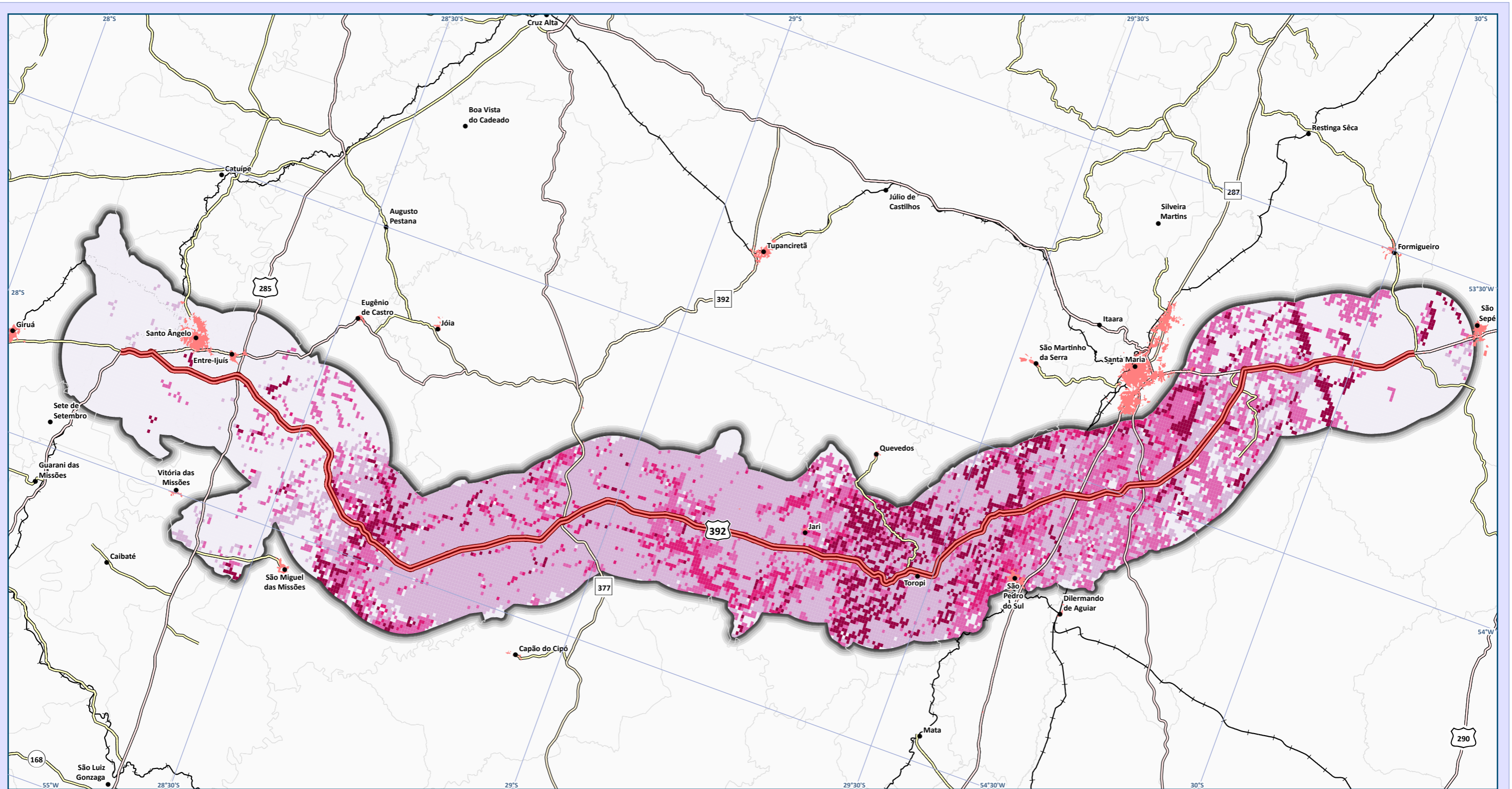
PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS



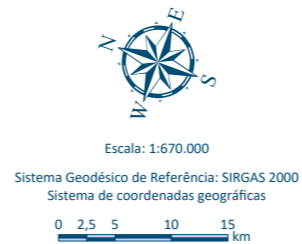


Mapa Integrado da Conectividade da Paisagem para Mamíferos (Média da Conectividade para as Espécies)

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
 - Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
 - Sistema viário, DAER (2019)
 - Rodovias estaduais
 - Rodovias estaduais coincidentes
 - Rodovias federais
 - Ferrovias
 - AE Meio Biótico, STE (2020)
 - Limite municipal, IBGE (2018)
 - Mancha urbana (IBGE, 2010)
- | Probabilidade média da conectividade da paisagem, STE (2020) | |
|--|---------------------|
| 0 - 0,024731 | 0,024732 - 0,065825 |
| 0,065826 - 0,115363 | 0,115364 - 0,242214 |
| 0,242215 - 0,595969 | |

Dados cartográficos



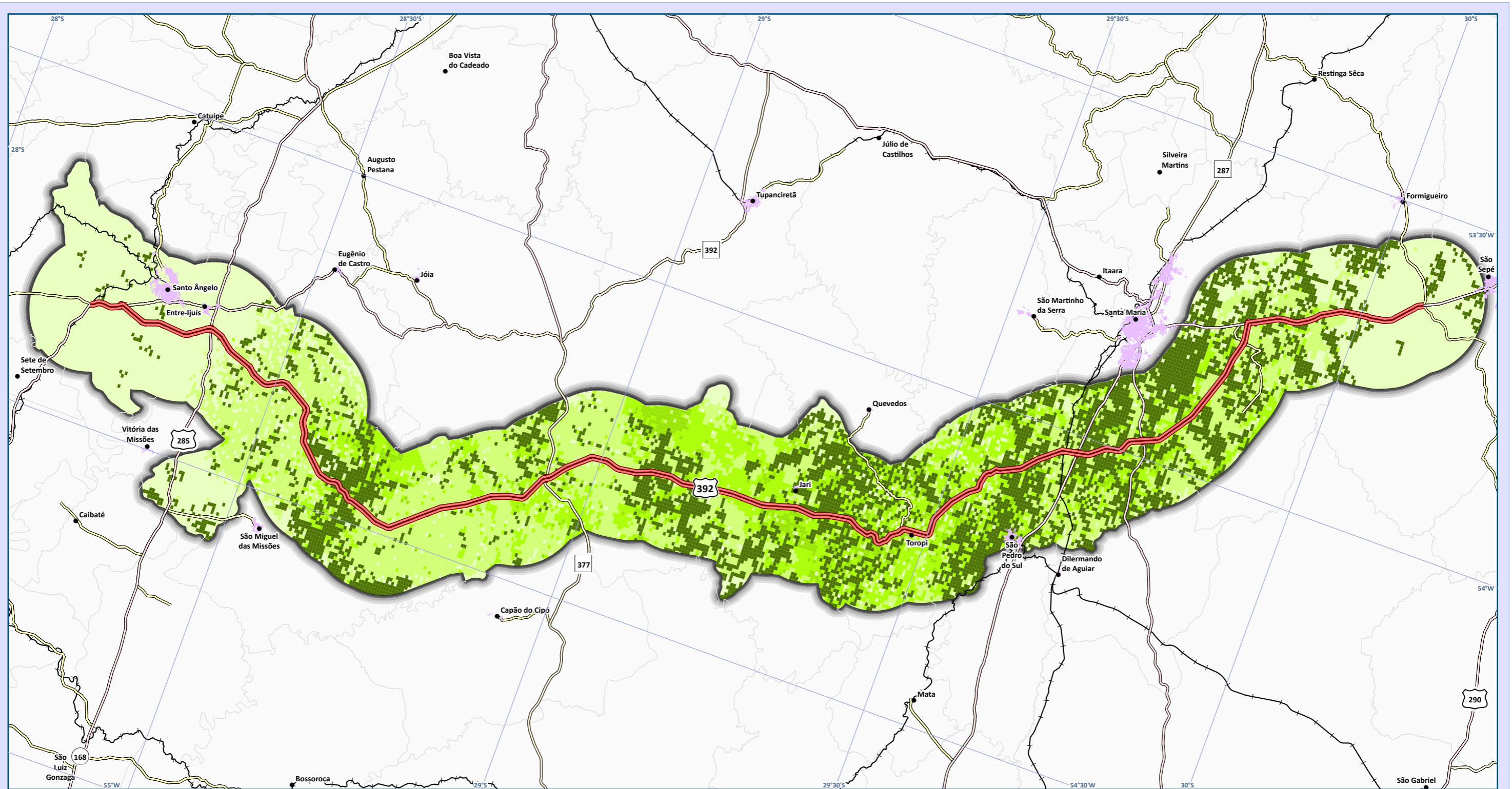
PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS



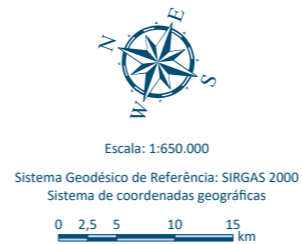


Mapa Integrado da Conectividade da Paisagem para Mamíferos (Desvio Padrão da Média da Conectividade para as Espécies)

Legenda e fonte dos dados

- Sede municipal, IBGE (2015)
 - Traçado da rodovia, EVTEA (2012)
 - Sistema viário, DAER (2019)
 - Rodovias estaduais
 - Rodovias estaduais coincidentes
 - Rodovias federais
 - Ferrovias
 - AE Meio Biótico, STE (2020)
 - Limite municipal, IBGE (2018)
 - Mancha urbana (IBGE, 2010)
- Desvio padrão das probabilidades médias da conectividade da paisagem, STE (2020)
- 0 - 0,015181
 - 0,015182 - 0,033241
 - 0,033242 - 0,057577
 - 0,057578 - 0,114677
 - 0,114678 - 0,334716

Dados cartográficos



PS: A adoção do sistema de coordenadas geográfico foi realizada, pois a área de estudo localiza-se entre os fusos cartográficos da projeção UTM 21 e 22S.

Localização



Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) BR-392 Santa Maria-Santo Ângelo/RS





5.2.3.2.6 Monitoramento da Qualidade dos Recursos Hídricos Através de Bioindicadores - Macroinvertebrados Bentônicos

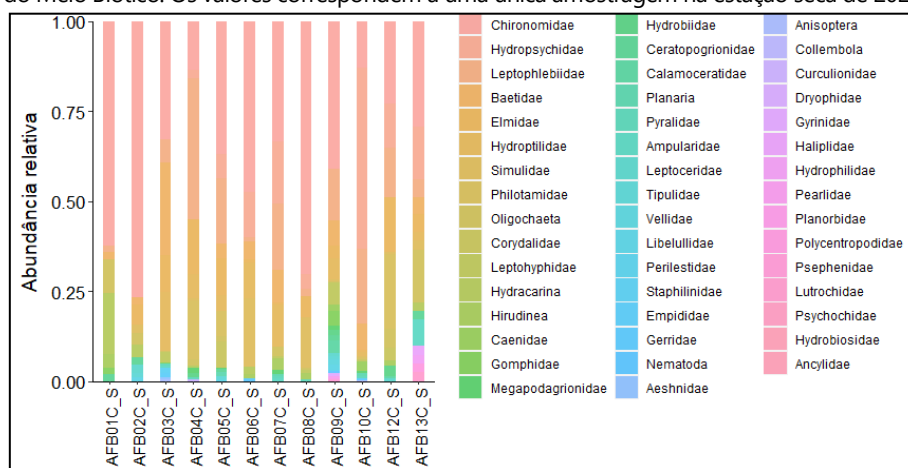
Estação Seca

Composição de Macroinvertebrados Bentônicos

A composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de cada ponto amostral pode ser visualizada no Gráfico 96, enquanto no Gráfico 97 a composição da fauna é apresentada por categoria de pontos de amostragem (PC e P). No geral houve um predomínio da família Chironomidae em todos os pontos, principalmente nos pontos AFB08 e AFB02, onde a abundância relativa desse grupo foi superior a 70% da abundância total (Gráfico 96). Além disso, as famílias Hydropsychidae e Leptophlebiidae também foram representativas em quase todos os pontos, apresentando abundância relativa superior a 30% nos pontos AFB10 e AFB05, respectivamente.

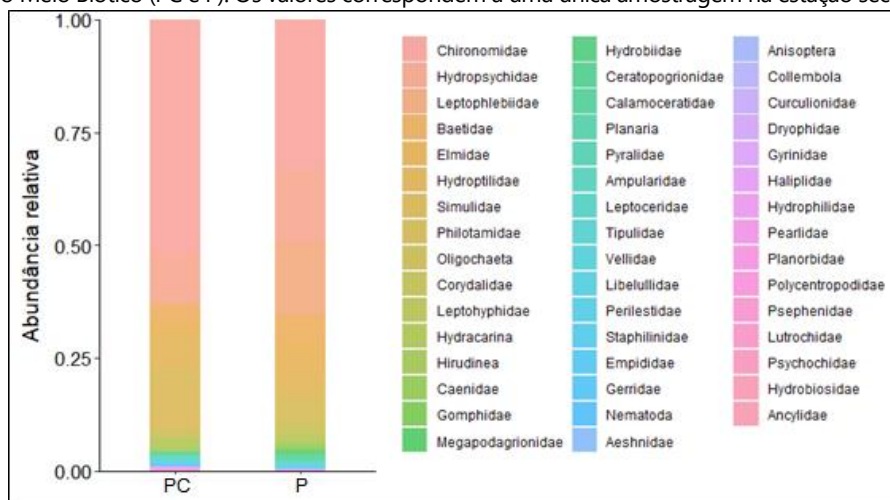
Considerando as categorias de pontos de amostragem (Gráfico 97), a família Chironomidae foi predominante em todos os pontos, com abundância relativa igual a 41,85% nos PC e 36,32% nos P. As famílias Hydropsychidae e Leptophlebiidae foram bem representativas, principalmente nos P, com abundância relativa igual a 14,87% e 14,47% respectivamente, enquanto as famílias Elmidae (10,37%) e Philotamidae (10,74%) foram representativas nos PC.

Gráfico 96. Composição (abundância relativa; %) dos macroinvertebrados bentônicos encontrados em diferentes pontos na AE do Meio Biótico. Os valores correspondem a uma única amostragem na estação seca de 2020.



Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica, 01 - Número do ponto amostral e C_S - Campanha seca (AFB01C_S).

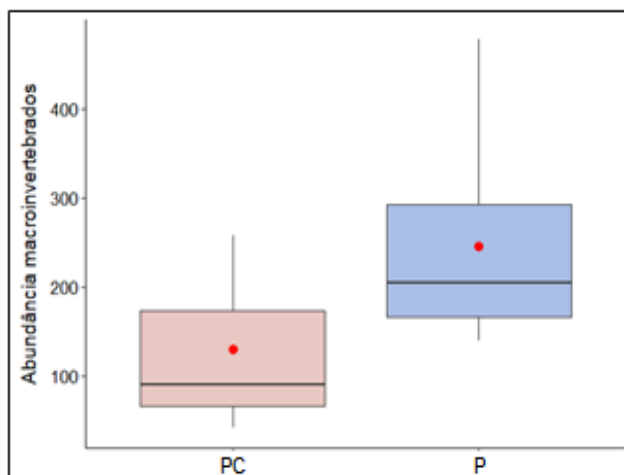
Gráfico 97. Composição (abundância relativa; %) dos macroinvertebrados bentônicos encontrados nos diferentes pontos dentro da AE do Meio Biótico (PC e P). Os valores correspondem a uma única amostragem na estação seca de 2020.





Apesar do Gráfico 98 indicar uma possível diferença na abundância média de macroinvertebrados entre os diferentes pontos de amostragem, essa diferença não foi significativa ($p = 0,168$; Quadro 162), provavelmente devido ao grande erro padrão (ou seja, alta variação na abundância média entre os pontos amostrados).

Gráfico 98. Média da abundância de macroinvertebrados bentônicos amostrados na AE do Meio Biótico nos pontos considerados PC e P.



Quadro 162. Resultados de ANOVA com testes de permutação, testando possíveis diferenças na abundância média de macroinvertebrados entre os pontos amostrados situados nas categorias (controle e ADA).

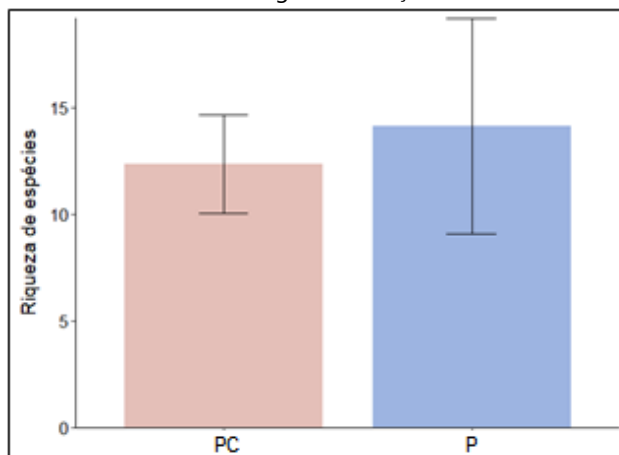
	df	SS	Iter	p-valor
Categorias	1	29253	500	0,168
Resíduos	10	117082	N/A	N/A

Legenda: df: Graus de liberdade; SS: Soma dos quadrados; Iter: Iterações realizadas no teste; e N/A - Não se aplica.

Riqueza Numérica de Espécies

O total de espécies registradas na estação seca foi igual a 44. A média da riqueza total de espécies observada na estação seca foi igual a 12,3 táxons nos PC e 14,1 táxons nos P (Gráfico 99). Não foi observada diferença significativa de riqueza de espécies entre os pontos ($p = 0,478$; Quadro 163).

Gráfico 99. Riqueza numérica de espécies nos pontos de amostragem (PC e P) na AE do Meio Biótico. Os valores correspondem a uma única amostragem na estação seca de 2020.



Quadro 163. Resultados de ANOVA com testes de permutação, testando possíveis diferenças na média da riqueza numérica de macroinvertebrados entre os pontos de amostragem (PC e P).

	df	SS	Iter	p-valor
Categorias	1	14,09	111	0,478
Resíduos	10	173,54	N/A	N/A

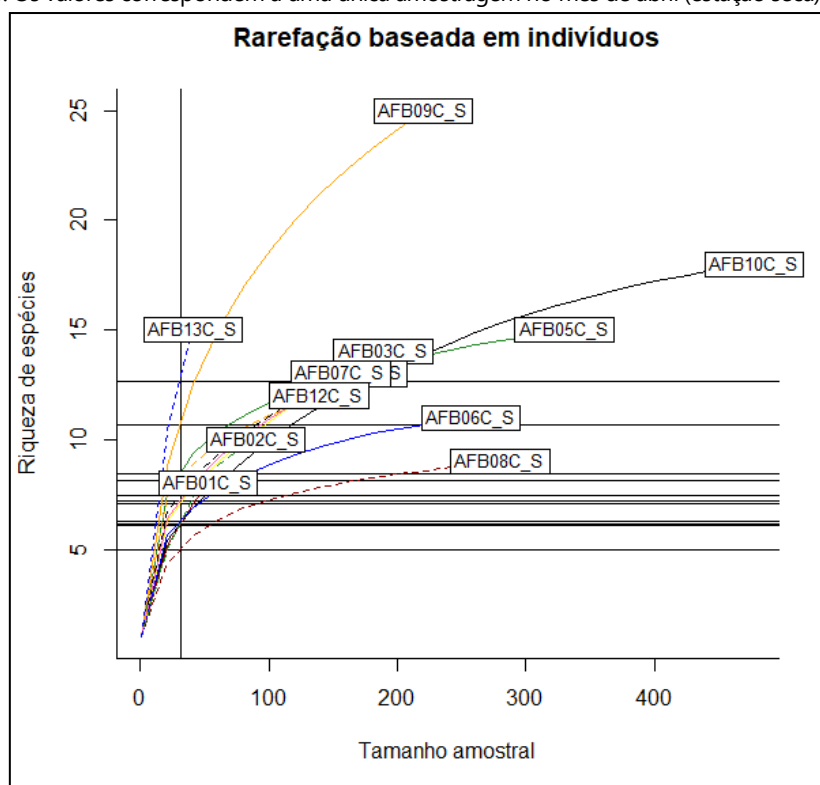
Legenda: df: Graus de liberdade; SS: Soma dos quadrados; Iter: Iterações realizadas no teste; e N/A - Não se aplica.



Curva de Rarefação e Curva de Acumulação de Espécies

No presente estudo, a curva de rarefação (Gráfico 100) foi obtida através das contagens quantitativas de uma única coleta no mês de abril de 2020 em 12 pontos de amostragem distintos. A partir destes resultados, é possível observar que as amostras dos diferentes pontos apresentam o mesmo padrão de curva, porém não apresentam o mesmo tamanho amostral (diferença de esforço amostral).

Gráfico 100. Curva de rarefação de espécies por número de indivíduos (tamanho amostral) para cada ponto na AE do Meio Biótico. Os valores correspondem a uma única amostragem no mês de abril (estação seca) de 2020.



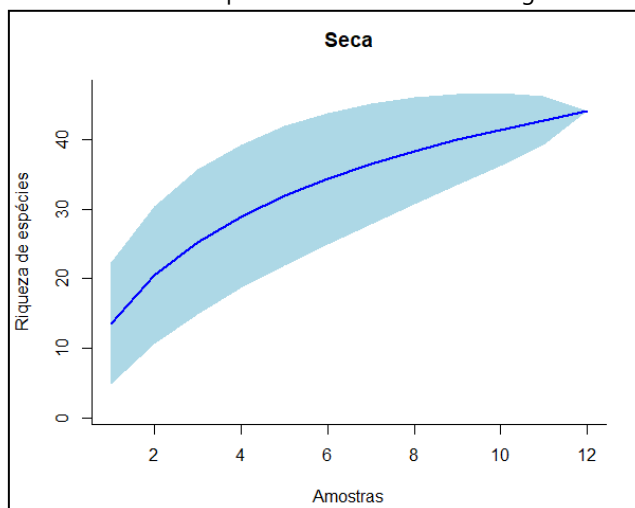
Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica, 01 - Número do ponto amostral e C_S - Campanha seca (AFB01C_S).

A curva de espécies acumuladas ou curva do coletor (Gráfico 101) por unidade amostral apresenta o número de espécies registradas em cada ponto de amostragem, assim como o número de espécies acumuladas em uma única amostragem (abril de 2020). A partir desse resultado é possível observar que a curva apresenta um comportamento ascendente, ou seja, não é observada uma estabilização da curva. Esse resultado sugere que seria possível encontrar um maior número de espécies nos pontos amostrados para esse período, indicando que a suficiência amostral não foi alcançada.

A curva do coletor tem característica temporal dependente do ambiente. Em geral, pode-se observar que o aumento de unidades amostrais melhora a representação da fauna de interesse, pois a curva tende a uma estabilidade. Porém em regiões onde não há uma grande amplitude térmica, a estabilização da curva do coletor pode não ser alcançada, pois depende da estação. Assim, com o aumento do esforço amostral poderá haver o aumento do número das espécies, de modo que o tamanho da amostra poderá ser ilimitado, ou seja, em alguns casos dependendo do clima é preciso impor um limitante de custo ou do esforço amostral.



Gráfico 101. Curva de acumulação de espécies (ou curva do coletor) da macrofauna bentônica por unidade amostral na AE do Meio Biótico. Os valores correspondem a uma única amostragem na estação seca.



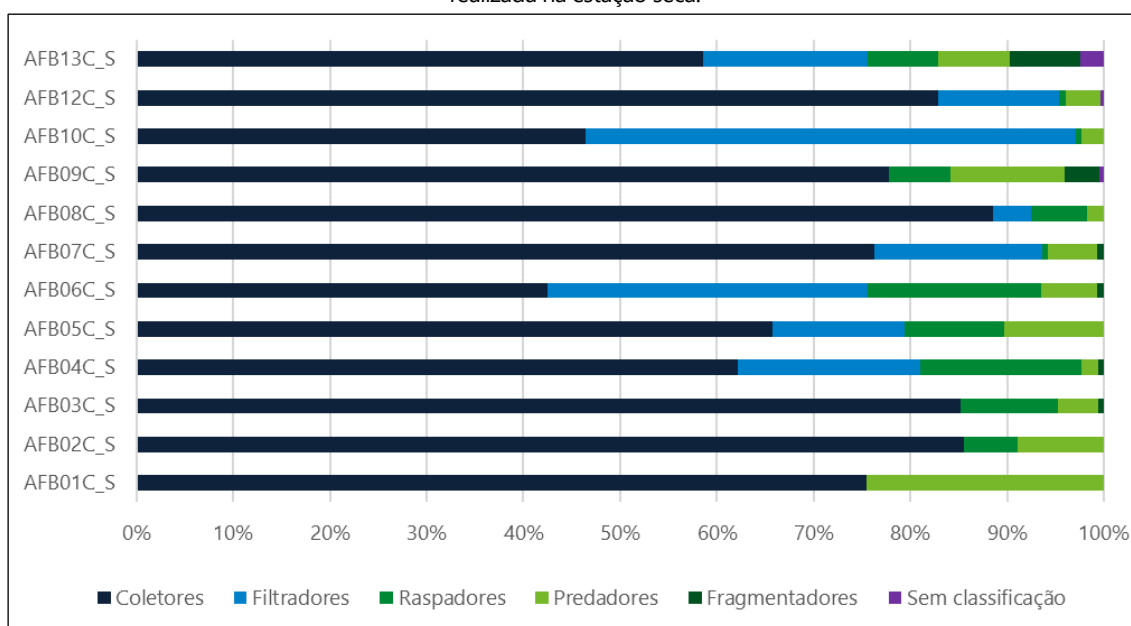
Guildas Tróficas

A categorização funcional dos representantes dessa comunidade de macroinvertebrados permitiu a classificação deles em cinco guildas tróficas: Coletores, Filtradores, Fragmentadores, Predadores e Raspadores (Apêndice 24).

Durante a primeira campanha - estação seca, a guilda mais frequente foi a dos Coletores, correspondendo a uma soma de 69% do total, os quais são representados pelos seguintes táxons: Chironomidae, Simuliidae, Leptophlebiidae, Baetidae, Hydroptilidae, Oligochaeta, Leptohyphidae, Caenidae, Collembola, Pyralidae e Tipulidae.

A exceção foi o ponto AFB10, onde a guilda mais frequente foi a dos Filtradores, como pode ser observado no Gráfico 102, sendo considerada a segunda com maior representatividade na campanha (18%) e composta pelos seguintes táxons: Hydropsychidae, Philopotamidae e Polycentropodidae.

Gráfico 102. Frequência relativa das guildas tróficas funcionais dos macroinvertebrados bentônicos registrados na campanha realizada na estação seca.



Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica; 01 - Número do ponto amostral; e C_S - Campanha seca (AFB01C_S).

O melhor modelo de correlação explicou 57,1% da variação total dos dados (38,8% no eixo RDA1 e 18,3% em RDA2). No Gráfico 103 é possível visualizar um gradiente ecológico ao longo do eixo RDA1, onde os pontos AFB01,



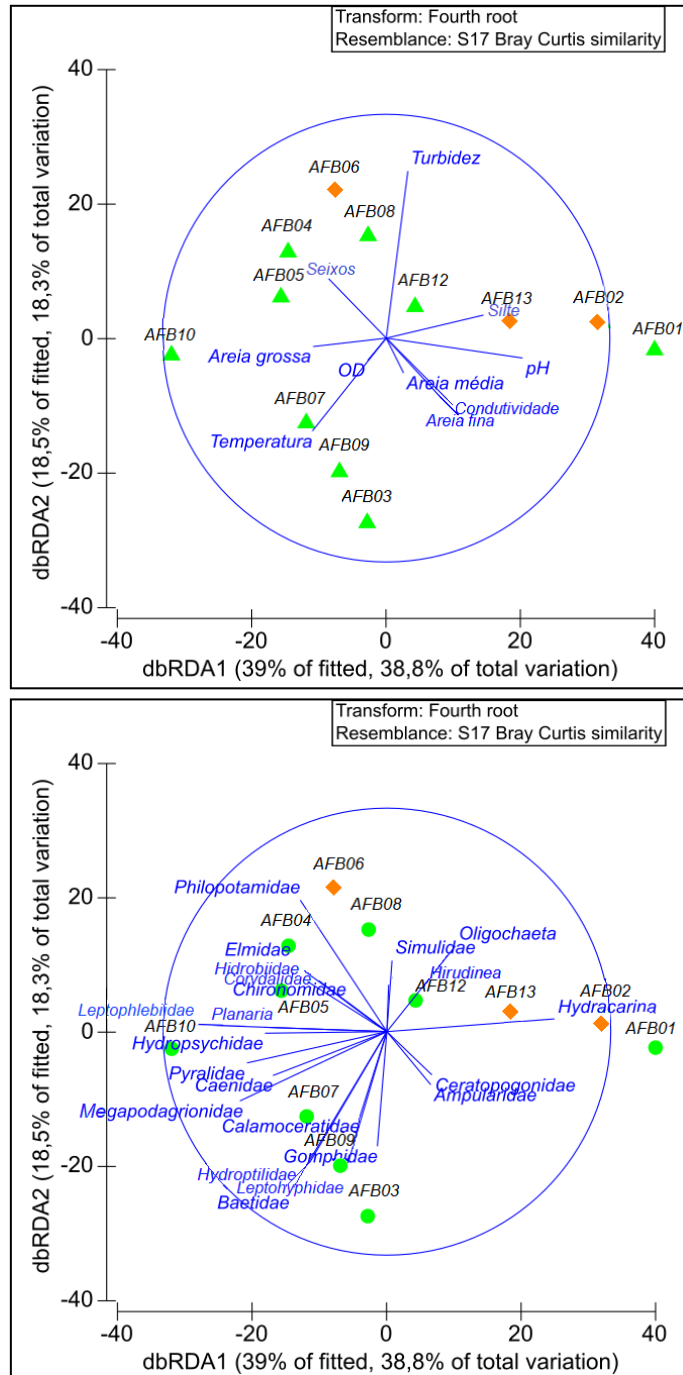
AFB02, AFB13 e AFB12 têm características ambientais e biológicas mais semelhantes entre si, agrupando-se no lado direito do gráfico, e estão mais relacionados a aumentos no pH, silte, areias média e fina, condutividade e turbidez. Nesses pontos também houve predominância dos táxons Hydracarina, Oligochaeta, Ampularidae, Ceratopogonidae, Simulidae e Hirudinea.

Do lado oposto do gráfico, as amostras restantes formaram dois conjuntos de pontos, um deles agrupando AFB08, AFB06, AFB04, AFB05 e AFB10 e mais fortemente influenciados pelo substrato de seixos e pela presença de Leptophlebiidae, planarias, Hydropsychidae, Philopotamidae, Elmidae, Hydrobiidae e Chironomidae. O segundo agrupamento no lado esquerdo do gráfico foi representado pelos pontos AFB07, AFB09 e AFB03, que estão mais relacionados a maiores temperaturas, oxigênio dissolvido e areia grossa, além da predominância dos táxons Baetidae, Leptohyphidae, Hydroptilidae, Gomphidae, Calamoceratidae e Megapodagrionidae.

É importante ressaltar que os pontos considerados PC (AFB13, AFB02 e AFB06 - losangos laranjas) estão representados em cada um dos dois terços dos agrupamentos do gráfico, contemplando grande parte da heterogeneidade ambiental encontrada ao longo dos rios avaliados. Cada grupo de pontos possui um conjunto de características ambientais únicas que condicionam comunidades de macroinvertebrados igualmente características a esses grupos. Essas informações possibilitam uma boa avaliação para comparação futura de impactos ambientais que venham porventura ocorrer em relação a obra de implantação da rodovia nesses rios estudados. Os ambientes já estão condicionados a impactos antrópicos, como mata ciliar reduzida e outros diversos principalmente oriundos da agricultura local.



Gráfico 103. Análise de Redundância baseada em distância (dbRDA), correlacionando os parâmetros físico-químicos e os macroinvertebrados na campanha da estação seca.



Legenda: Vetores azuis - primeiro gráfico: parâmetros físico-químicos; vetores azuis - segundo gráfico: macroinvertebrados; símbolos: pontos amostrais. Os vetores indicam a direção do aumento do efeito da variável no gráfico de ordenação.

Estação Chuvosa

Composição de Macroinvertebrados Bentônicos

A composição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos de cada ponto de amostragem está apresentada no Gráfico 104, enquanto no Gráfico 105 a composição da fauna é apresentada por categoria de pontos de amostragem (PC e P).

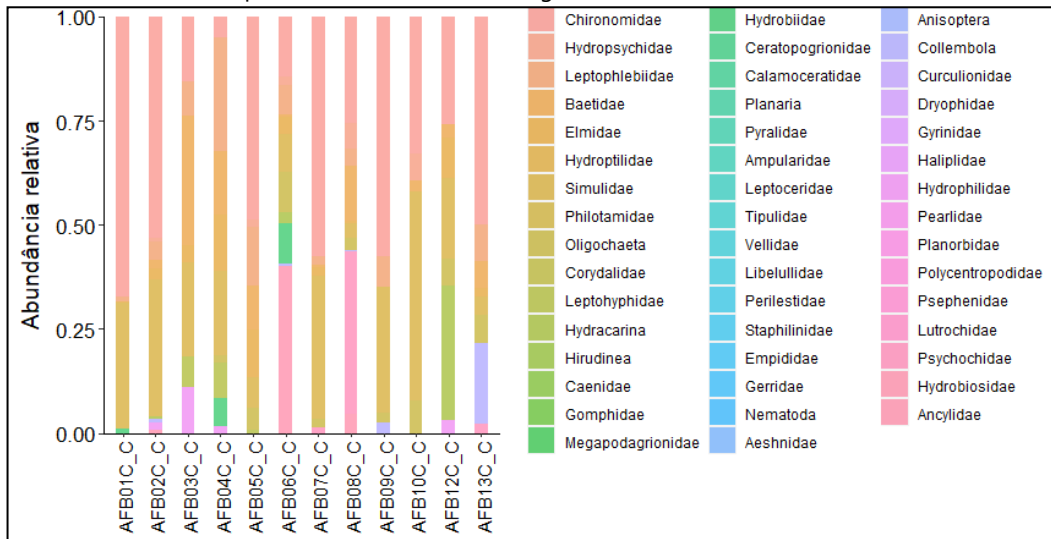
No geral houve também um predomínio da família Chironomidae na estação chuvosa, principalmente nos pontos AFB01, AFB09, AFB07, AFB02 e AFB13, onde a abundância relativa desse grupo foi igual ou superior a 50% da abundância total da comunidade (Gráfico 104). A família Simuliidae também foi representativa em quase todos



os pontos, apresentando abundância relativa igual ou superior a 30% nos pontos AFB10, AFB01, AFB09, AFB07 e AFB02, e superior a 20% nos pontos AFB03 e AFB04. Além disso, as famílias Leptophlebiidae, Baetidae, Elmidae, Hydracarina, Collembola, Hydrophilidae, Psychochidae e Hydrobiosidae apresentaram abundâncias relativas significativas em alguns pontos de amostragem.

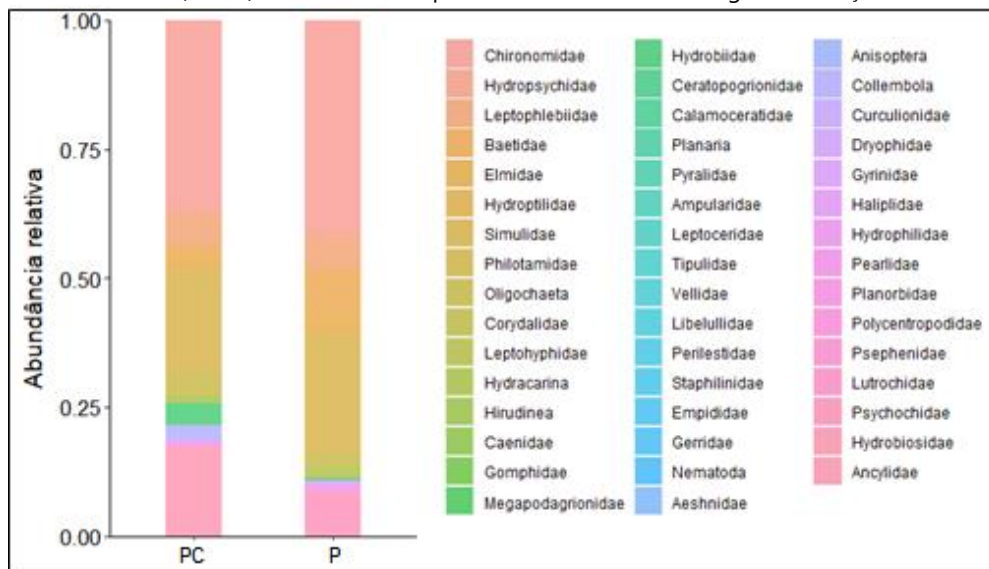
Considerando os diferentes pontos de amostragem (Gráfico 105), a família Chironomidae foi predominante nas duas categorias, com abundância relativa igual a 36,44% e 39,58%, respectivamente. A família Simuliidae também foi representativa nos PC (18,95%) e nos P (22,62%). Além disso, a família Baetidae foi representativa nos P (10,02%), enquanto a família Hydrobiosidae (16,91%) foi representativa nos PC.

Gráfico 104. Abundância relativa dos táxons encontrados em diferentes pontos na AE do Meio Biótico. Os valores correspondem a uma única amostragem no mês de setembro de 2020.



Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica e C_C: Campanha Chuvosa (AFB01C_C).

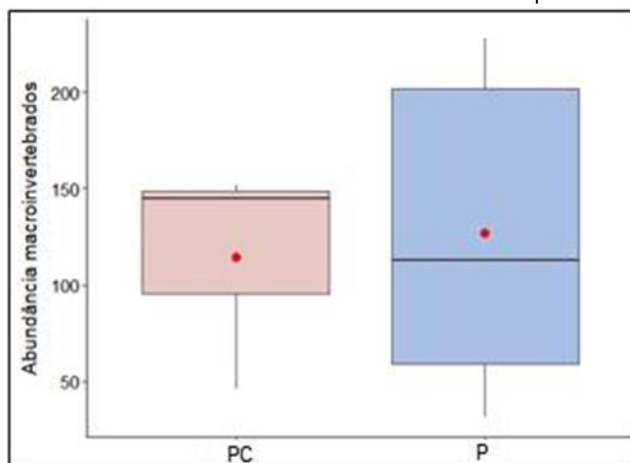
Gráfico 105. Composição (abundância relativa; %) de macroinvertebrados bentônicos encontrados nos diferentes pontos dentro da AE do Meio Biótico (PC e P). Os valores correspondem a uma única amostragem na estação chuvosa de 2020.



Apesar do Gráfico 106 indicar uma possível diferença na abundância média de macroinvertebrados entre os diferentes pontos de amostragem, essa diferença não foi significativa ($p = 0,804$; Quadro 164) provavelmente devido ao grande erro padrão (ou seja, alta variação na abundância média entre os pontos amostrados).



Gráfico 106. Média da abundância de macroinvertebrados entre os pontos de amostragem .



Quadro 164. Resultados de ANOVA com testes de permutação, testando possíveis diferenças na abundância de macroinvertebrados entre os pontos de amostragem.

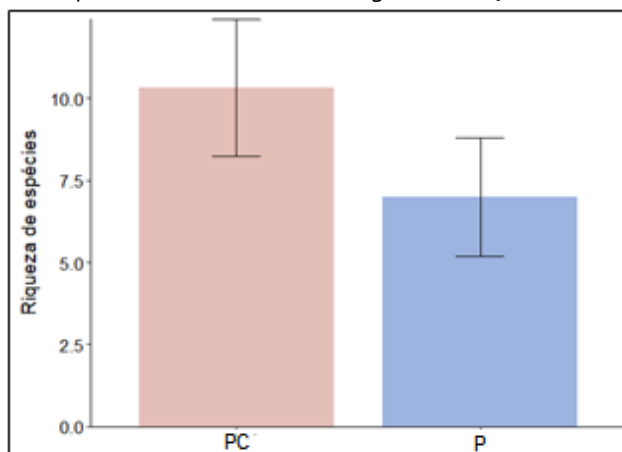
	df	SS	Iter	p-valor
Áreas	1	342	51	0,804
Resíduos	10	57457	N/A	N/A

Legenda: df: Graus de liberdade; SS: Soma dos quadrados; Iter: Iterações realizadas no teste; e N/A - Não se aplica.

Riqueza Numérica de Espécies

O total de espécies registradas na estação chuvosa foi igual a 15. Foi observada uma diferença significativa na média da riqueza de espécies entre os pontos de amostragem (PC e P; Gráfico 107). A média da riqueza das famílias foi maior nos PC ($p = 0,025$; Quadro 165).

Gráfico 107. Riqueza numérica de espécies em cada conjunto de pontos de amostragem (PC e P) na AE do Meio Biótico. Os valores correspondem a uma única amostragem na estação chuvosa de 2020.



Quadro 165. Resultados de ANOVA com testes de permutação, testando possíveis diferenças na abundância de macroinvertebrados entre os pontos de amostragem.

	df	SS	Iter	p-valor
Áreas	1	25,00	3909	0,025
Resíduos	10	34,67	N/A	N/A

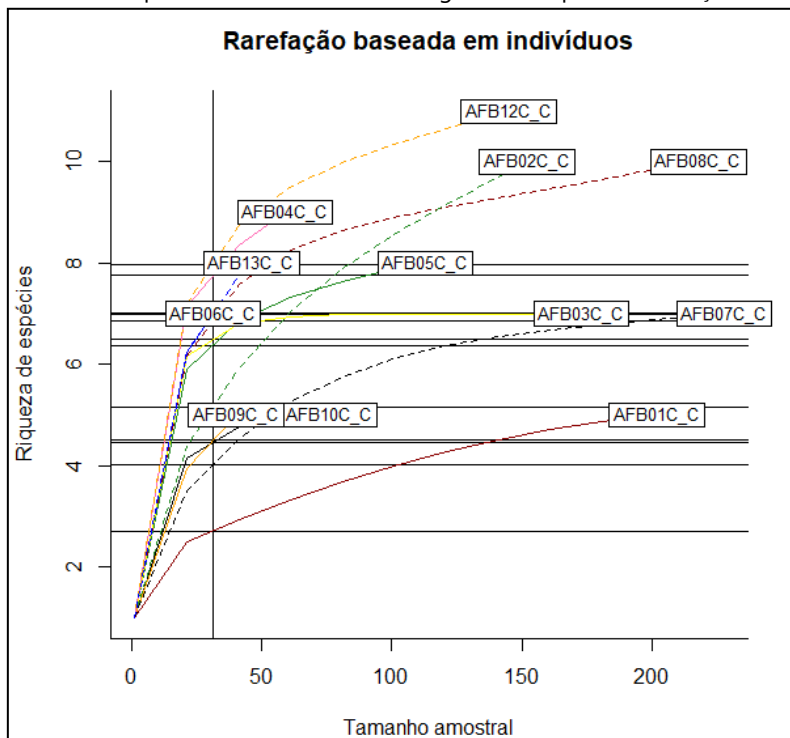
Legenda: df: Graus de liberdade; SS: Soma dos quadrados; Iter: Iterações realizadas no teste; e N/A - Não se aplica.

Curva de Rarefação e Curva de Acumulação de Espécies

No presente estudo, a curva de rarefação (Gráfico 108) foi obtida através das contagens quantitativas de uma única coleta no mês de setembro de 2020 em 12 pontos de amostragem distintos. A partir destes resultados, é possível observar que as amostras dos diferentes pontos apresentam o mesmo padrão de curva, porém não apresentam o mesmo tamanho amostral (diferença de esforço amostral).



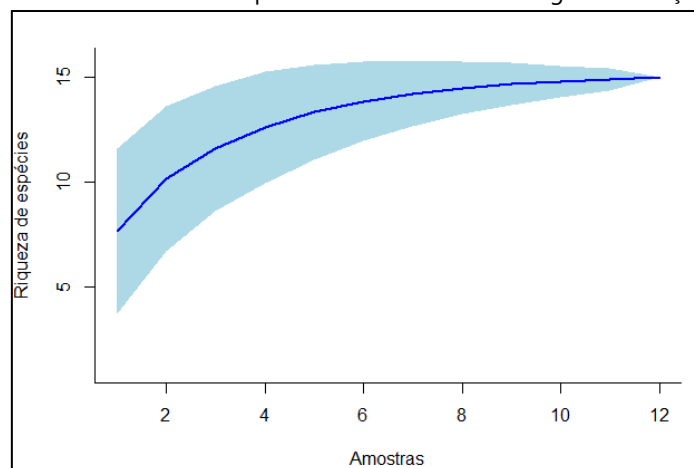
Gráfico 108. Curva de rarefação de espécies por número de indivíduos (tamanho amostral) para cada ponto na AE do Meio Biótico. Os valores correspondem a uma única amostragem na campanha da estação chuvosa de 2020.



Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica, 01 - Número do ponto amostral e C_C: Campanha Chuvosa (AFB01C_C).

A curva de espécies acumuladas ou curva do coletor (Gráfico 109) por unidade amostral apresenta o número de espécies registradas em cada ponto de amostragem, assim como o número de espécies acumuladas em uma única amostragem - estação chuvosa (setembro de 2020). A partir desse resultado, é possível observar que a curva para essa campanha apresenta uma estabilização a partir da 10ª unidade amostral, indicando que a suficiência amostral foi alcançada.

Gráfico 109. Curva de acumulação de espécies (ou curva do coletor) da Macrofauna bentônica por ponto de amostragem na AE do Meio Biótico. Os valores correspondem a uma única amostragem na estação chuvosa.



Guildas Tróficas

A categorização funcional dos representantes dessa comunidade de macroinvertebrados permitiu a classificação deles em cinco guildas tróficas: Coletores, Filtradores, Fragmentadores, Predadores e Raspadores (Apêndice 24).

Durante a segunda campanha - estação chuvosa, a guilda mais frequente foi também a dos Coletores (80%), referente a soma de todos os pontos amostrais (Gráfico 110), e representados pelos seguintes táxons: Chironomidae, Simuliidae, Leptophlebiidae, Baetidae, Hydroptilidae, Oligochaeta, Leptohiphidae, Caenidae, Collembola, Pyralidae e Tipulidae.



A guilda dos Raspadores, composta pelos táxons Psychodidae, Hydrobiidae, Ancyliidae, Pshephenidae, Dryopidae, Haliplidae, Planorbidae e Elmidae, foi a segunda mais representatividade na campanha (11%).

Gráfico 110. Frequência relativa das guildas tróficas funcionais dos macroinvertebrados bentônicos registrados na campanha realizada na estação chuvosa.



Legenda: AFB: Amostra de Fauna Bentônica; 01 - Número do ponto amostral; C_C: Campanha Chuvosa (AFB01C_C).

Para a estação chuvosa, o modelo final de correlação explicou 48,5% da variação total dos dados (26,1% no eixo RDA1 e 22,4% em RDA2). No Gráfico 111 é possível visualizar um gradiente ecológico tanto ao longo do eixo RDA1 quanto RDA2, com a formação de três grupos de amostras dos lados direito e esquerdo do gráfico, cada qual possuindo características ambientais e biológicas mais semelhantes entre si do que com as amostras de outros grupos.

O primeiro grupo (ao lado direito) engloba amostras dos pontos AFB01, AFB07, AFB02, AFB10 e AFB08, que estão mais relacionados a aumentos na condutividade, turbidez, temperatura, teores de areia grossa, argila e silte (notar direção de crescimento dos vetores no gráfico). Nesses pontos também houve predominância dos táxons Chironomidae e Simuliidae, além de Ancyliidae, Psychodidae e Hydroptilidae.

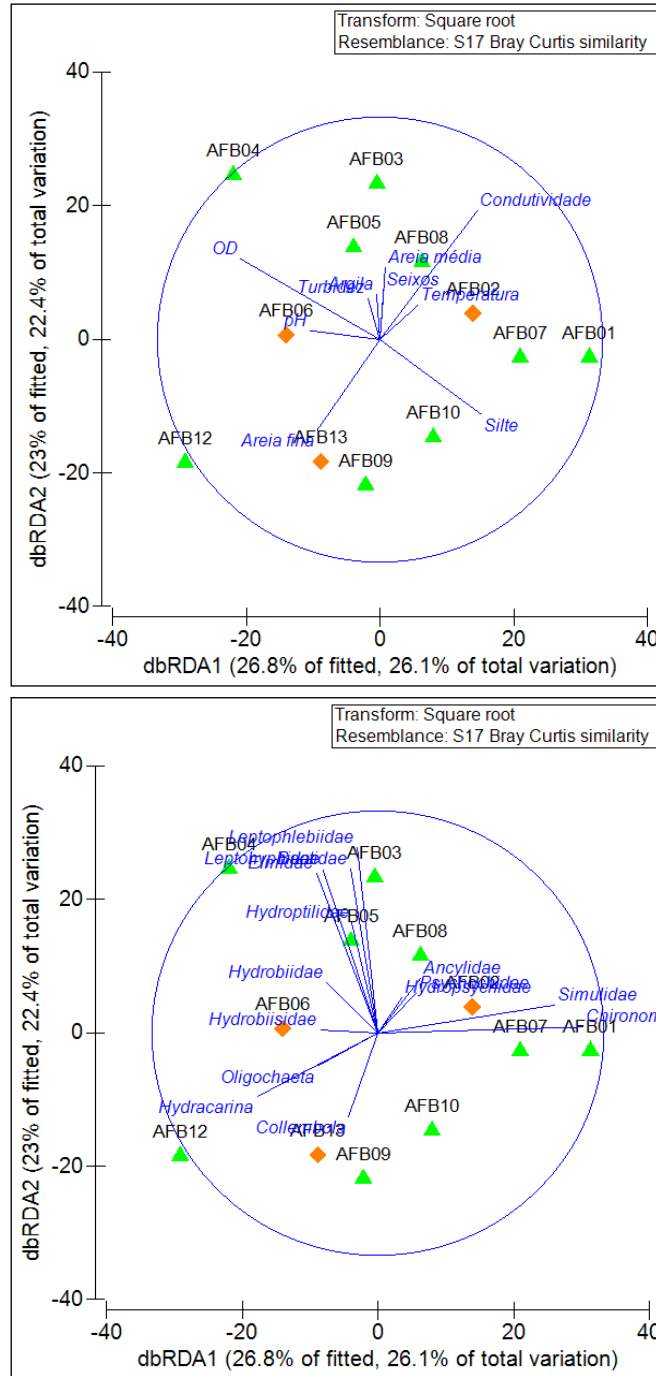
O segundo grupo foi formado pelos pontos AFB03, AFB05 e AFB04, por sua vez mais relacionados a aumentos de pH e teores de seixos e areia média, com maiores abundância de Baetidae, Leptophlebiidae, Elmidae, Leptohiphidae e Hydroptilidae. Por fim, o terceiro agrupamento ao lado esquerdo do gráfico foi representado pelos pontos AFB12, AFB06, AFB13 e AFB09, que estavam mais relacionados a aumentos na areia fina, além de maior abundância de Hydracarina, Hydrobiosidae, Oligochaeta, Hydrobiidae e Collembola.

Dos pontos considerados PC (losangos laranjas), AFB06 (mais próximo da argila) e AFB13 (mais próximo a areia fina) encontram-se no grupo de amostras à esquerda, enquanto AFB02 (mais próximo ao seixo, areia grossa e média) no grupo mais à direita, o que significa que possuem características ambientais distintas e complementares, contempladas nos diversos subambientes ao longo dos rios avaliados (uma característica desejável para pontos controle).

O conjunto de características ambientais únicas a cada grupo de amostras condicionam comunidades de macroinvertebrados de estrutura igualmente única a cada um desses grupos. Essas características evidenciadas (estruturais do ambiente, além das físico-químicas associadas as comunidades bentônicas) servem como base para comparação das possíveis intervenções futuras relacionadas a implantação da rodovia que possam vir a afetar os corpos hídricos estudados, alterando os ecossistemas aquáticos de forma a modificar as comunidades da biota aquática que ali vivem.



Gráfico 111. Análise de Redundância baseada em distância (dbRDA), correlacionando os parâmetros físico-químicos e os macroinvertebrados na campanha chuvosa de 2020.



Legenda: Vetores azuis - primeiro gráfico: parâmetros físico-químicos; vetores azuis - segundo gráfico: macroinvertebrados; símbolos: pontos amostrais. Os vetores indicam a direção do aumento do efeito da variável no gráfico de ordenação. Todas as variáveis abióticas e todas as famílias que se encontram dentro do gráfico são explicitadas no texto e para melhor compreensão são indicadas os locais próximo aos pontos amostrais.

Estação Seca e Chuvosa - Análise Integrada

Composição de Macroinvertebrados Integrados

Na estação seca, a família Chironomidae foi predominante em ambas as categorizações dos pontos de amostragem (PC e P), com abundância relativa igual a 41,85% nos PC e 36,32% nos P. As famílias Hydropsychidae e Leptophlebiidae foram bem representativas nos pontos P, com abundância relativa igual a 14,87% e 14,475% respectivamente, enquanto as famílias Elmidae (10,37%) e Philotomidae (10,74%) foram representativas nos PC.

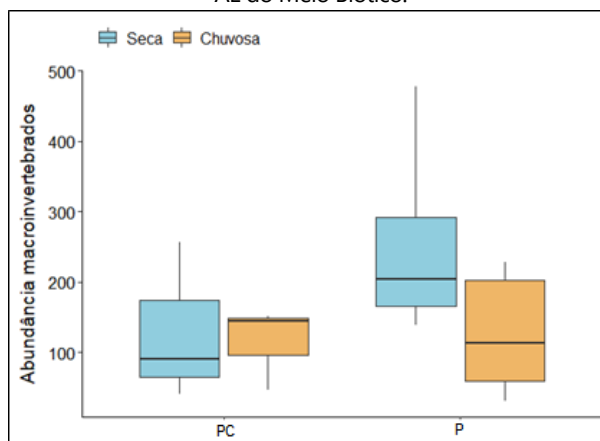
Na estação chuvosa, a família Chironomidae foi também predominante em todos os pontos da AE, com abundância relativa igual a 36,44% nos PC e 39,58% nos P. A família Simuliidae também foi representativa nos PC (18,95%) e nos



P (22,62%). Além disso, a família Baetidae foi representativa nos P (10,02%), enquanto a família Hydrobiosidae (16,91%) foi representativa nos PC.

Apesar do Gráfico 112 indicar uma possível diferença na abundância média de macroinvertebrados entre os diferentes pontos de amostragem (PC e P), essa diferença não foi significativa na abundância média de macroinvertebrados entre as categorias ($p = 0,306$; Quadro 166) e entre as estações ($p = 0,103$; Quadro 166).

Gráfico 112. Média da abundância de indivíduos em cada categorização dos pontos de amostragem nas diferentes estações na AE do Meio Biótico.



Quadro 166. Resultados de ANOVA com testes de permutação, testando possíveis diferenças na abundância de macroinvertebrados entre os pontos de amostragem (PC e P) e as estações (C_S e C_C).

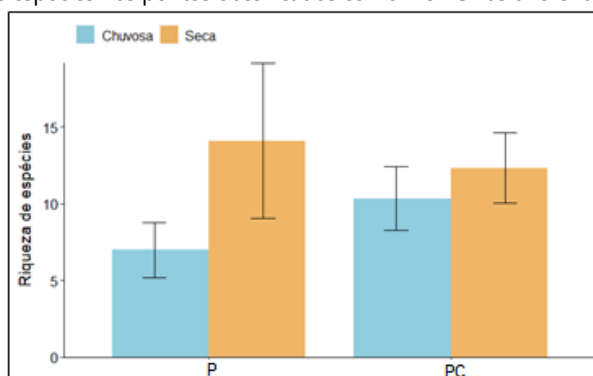
	df	SS	Iter	p-valor
categorias	1	18183,89	229	0,306
Estação	1	19729,25	874	0,103
categorias * Estação	1	11856,33	376	0,210
Resíduos	19	174538,2	N/A	N/A

Legenda: df: Graus de liberdade; SS: Soma dos quadrados; Iter: Iterações realizadas no teste; e N/A - Não se aplica.

Riqueza Numérica de Espécies

Não foi observada diferença significativa da média de riqueza de espécies (Gráfico 113) entre as categorias de pontos de amostragem ($p = 0,01$; Quadro 167), no entanto, uma diferença significativa de riqueza foi observada entre as estações seca e chuvosa ($p = 0,001$; Quadro 167). A média da riqueza de espécies foi significativamente maior na estação seca nos PC ($p = 0,021$; Quadro 168). No entanto, esse padrão não foi observado para os demais pontos ($p = 0,330$; Quadro 168). Apesar de indicar uma grande diferença de riqueza entre as estações nos pontos de amostragem P, essa diferença não foi significativa (Quadro 168) provavelmente devido ao grande erro padrão (ou seja, alta variação na riqueza média de espécies entre os pontos amostrados).

Gráfico 113. Média da riqueza de espécies nos pontos classificados como P e PC nas diferentes estações na AE do Meio Biótico.





Quadro 167. Resultados de ANOVA com testes de permutação, testando possíveis diferenças na riqueza de espécies entre os pontos de amostragem (PC e P) e as estações seca e chuvosa. d.f.: graus de liberdade; SS: soma dos quadrados.

	df	SS	Iter	p-valor
Pontos de amostragem	1	0,69	51	0,824
Estação	1	108,02	5000	0,001
Pontos de amostragem + Estação	1	38,23	5063	0,151
Pontos de amostragem	1	0,69	51	0,824

Legenda: df: Graus de liberdade; SS: Soma dos quadrados; Iter: Iterações realizadas no teste; e N/A - Não se aplica.

Quadro 168. Resultados do teste a posteriori de Tukey apontando diferenças na riqueza de espécies entre os pontos de amostragem (PC e P) e as estações seca e chuvosa.

	Diferença	Limite inferior	Limite superior	p-valor
P:Seca-PC:Seca	2,46	-3,84	8,76	0,695
PC:Chuvosa-PC:Seca	8,68	1,08	16,28	0,021
P:Chuvosa-PC:Seca	5,26	-0,94	11,47	0,114
PC:Chuvosa-P:Seca	6,22	-0,08	12,52	0,053
P:Chuvosa-P:Seca	2,80	-1,72	7,33	0,330
P:Chuvosa-PC:Chuvosa	-3,42	-9,62	2,79	0,430

Guildas Tróficas

A oferta de matéria orgânica particulada é um fator importante para as comunidades límnicas. Ela sustenta muitos dos processos que ocorrem ao longo do gradiente longitudinal. Nesse sentido, os grupos de alimentação funcional são guildas tróficas que agrupam qualitativamente macroinvertebrados que utilizam os mesmos recursos de uma maneira morfo-comportamental similar. Sua presença no ambiente pode ser um indicativo da disponibilidade dos recursos alimentares.

A categorização funcional dos representantes dessa comunidade de macroinvertebrados permitiu a classificação em cinco guildas tróficas: Coletores, Filtradores, Fragmentadores, Predadores e Raspadores.

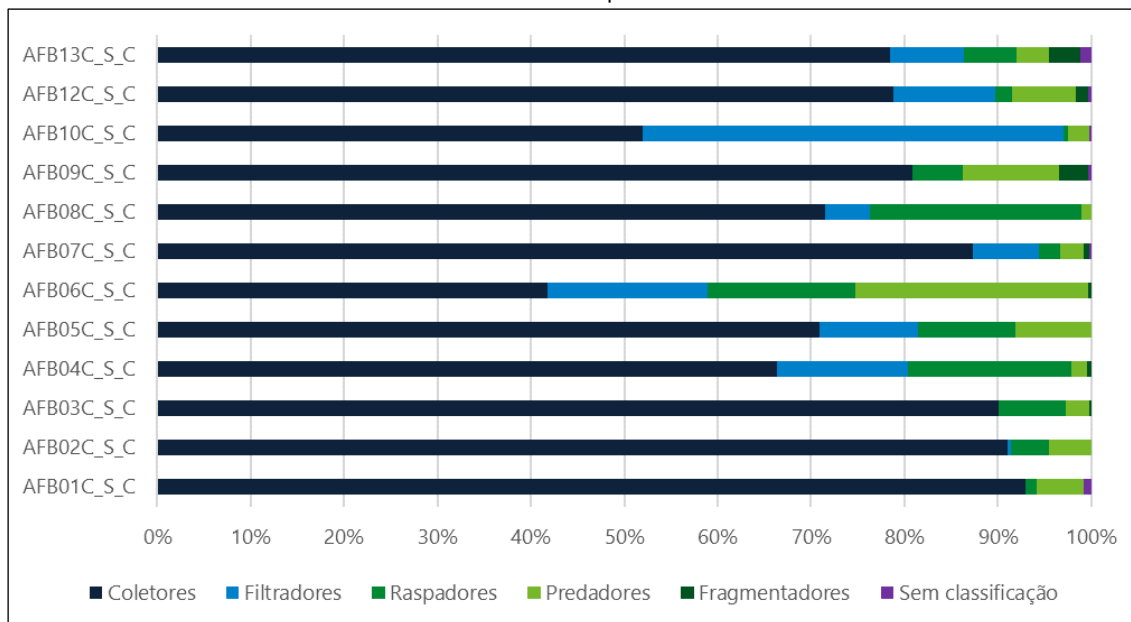
A guilda mais frequente em todos os pontos amostrais foi a dos Coletores (correspondendo a 73% do total; Gráfico 114), a qual foi representada pelos seguintes táxons: Chironomidae, Simuliidae, Leptophlebiidae, Baetidae, Hydroptilidae, Oligochaeta, Leptohiphidae, Caenidae, Collembola, Pyralidae e Tipulidae.

A guilda dos Filtradores foi a segunda mais representatividade, com 12,1%, seguida dos Raspadores (8,2%), composta pelos táxons Psychodidae, Hydrobiidae, Ancyliidae, Pshephenidae, Dryopidae, Haliplidae, Planorbidae e Elmidae. Já a Guilda dos Predadores, composta pelos táxons Dysticidae, Hydrobiosidae, Hydracarina, Corydalidae, Hirudinea, Ceratopogonidae, Gomphidae, Megapodogronidae, Planaria, Leptoceridae, Libellulidae, Perilestidae, Staphylinidae, Gerridae, Gyrinidae, Naucoridae, Vellidae, Empididae, Aeshnidae, Anisoptera, Hydrophilidae e Pearlidae, representou 5,7% na soma das campanhas realizadas.

Por fim, os Fragmentadores, compostos pelos táxons Aeglidae, Curculionidae, Calamoceratidae, Ampularidae e Griptoptygidae, somaram 0,5% do total em ambas as campanhas, e os táxons sem classificação para os grupos funcionais representaram 0,2% do total.



Gráfico 114. Frequência relativa das guildas tróficas funcionais dos macroinvertebrados bentônicos registrados (somatório) em ambas as campanhas.



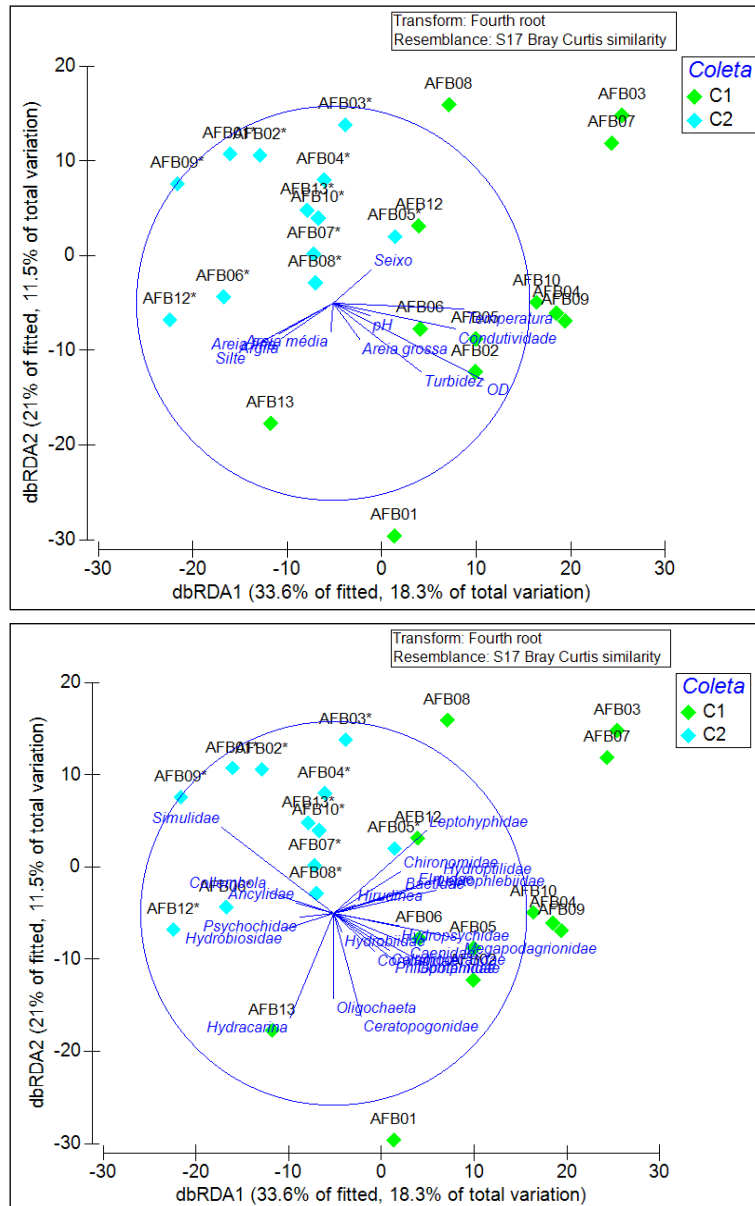
Legenda: AFB - Amostra de Fauna Bentônica; 01: número do ponto amostral; e C,S,C: Campanha seca e chuvosa (AFB01C_S_C).

O modelo final explicou 29,8% da variação total dos dados (18,3% no eixo RDA1 e 11,5% em RDA2 - Gráfico 115). No gráfico da dbRDA é possível visualizar um gradiente ecológico ao longo do eixo RDA1, com um grupo de amostras mais ao lado direito do gráfico correspondendo em geral à campanha da estação seca (C1) e outro grupo no lado oposto correspondendo à campanha da estação chuvosa (C2). Isto ocorreu porque amostras de características ambientais e biológicas mais similares tendem a se posicionar mais próximas entre si no gráfico e distantes das amostras de características mais diferentes.

O grupo de amostras da C1 está mais relacionado a aumentos na temperatura, condutividade, oxigênio dissolvido, turbidez, teores de areia grossa e média e seixos, além da dominância de uma maior variedade de famílias, com destaque para Hydroptilidae, Leptophlebiidae, Leptohyphidae, Megapodagrionidae, Elmidae, Caenidae, Leptohyphidae, Baetidae e Chironomidae. Já o grupo formado pelas amostras de C2 foi em geral mais marcado por sedimentos finos (como areia fina, silte, argila), além da alta abundância de Simuliidae, Ancyliidae, Psychochidae, Collembola e Hydrobiosidae. Isto significa que as condições ambientais nas duas campanhas foram bastante diferentes, condicionando comunidades de macroinvertebrados com estrutura única em cada campanha. A campanha C2 (chuvosa) foi marcada por fortes chuvas. É importante salientar que houve em geral uma homogeneização da fauna de todos os pontos considerados Controle (AFB02, AFB06 e AFB13), que estão misturados aos grupos formados no gráfico. Isto indica que esses são pontos que representam adequadamente os diferentes subambientes avaliados no estudo.



Gráfico 115. Análise de Redundância baseada em distância (dbRDA), correlacionando os parâmetros físico-químicos e os macroinvertebrados na campanha seca e chuvosa de 2020.



5.2.4 Discussões e Conclusões sobre o Meio Biótico

Conforme o Uso do Solo na AE do Meio Biótico, as áreas com vegetação nativa são representadas pelos campos e florestas, totalizando 55,5%, dos quais 39,2% são de campos e 16,3% de florestas. Foram identificados 13.719 fragmentos de vegetação nativa na AE, sendo 45,9% deles pertencentes a classe florestal e 54,1% de campos nativos. Na ADA, os fragmentos florestais representam apenas 8%, geralmente limitados às margens de cursos d'água. Os campos nativos são coincidentes com o Bioma Pampa e abrangem 41% da ADA, majoritariamente na porção norte.

Embora em pequena proporção na ADA e AE do Meio Biótico, as florestas apresentam-se com elevada diversidade de espécies (Shannon = 2,86 a 3,71 nats/ind), principalmente nas relacionadas ao estágio médio de regeneração natural. A antropização destes ambientes é menos intensa na região de abrangência do Bioma Mata Atlântica, que se mantém mais conservada devido às áreas de morro (encostas) em sua porção central.

Nas áreas campestres, os valores de diversidade e equabilidade também demonstraram alta riqueza florística ao longo de todo o traçado proposto, comparados também com estudos realizados na região e entorno. Observou-se tal fato principalmente nos territórios de Jari e Tupanciretã, onde foram registrados os maiores valores de riqueza de todo o



estudo nas UAs ali localizadas. De forma geral, os dados apresentados neste relatório técnico demonstraram que os campos de barba-de-bode no Planalto Médio, interceptando municípios como Jari, Tupanciretã, São Miguel das Missões, Entre-Ijuís e Santo Ângelo, apresentam comunidades campestres ricas e com alta diversidade beta. Dado o contexto regional de uso desses campos, com boa parte deles convertidos em extensas lavouras de soja, por este motivo foram considerados no item 9 no que tange a sua preservação.

Os campos mistos apresentaram diversidade beta maior que os campos de barba-de-bode, consequência da heterogeneidade de ambientes avaliados ao longo do traçado preliminar. A fragmentação da paisagem nesses campos é igualmente preocupante, e a perda de *habitat* pode conduzir a perdas na qualidade ambiental e diversidade desses campos. Por esta razão, os campos de barba-de-bode na região do Planalto Médio, juntamente com outros itens de igual relevância ambiental, tiveram destaque na análise multicritério, com vistas a sua preservação, de forma a minimizar os impactos de fragmentação na paisagem, já que atualmente estes campos estão isolados e reduzidos a pequenos remanescentes e/ou ilhas de vegetação em meio às extensas áreas de monocultura de soja.

Os estudos realizados na AE do Meio Biótico mostram que o ambiente onde se insere o traçado preliminar da rodovia está altamente fragmentado. A baixa disponibilidade de *habitat* evidenciada pelo tamanho predominante dos fragmentos de vegetação (<50 ha) leva a um ambiente onde tendem a prosperar espécies generalistas em comparação com as especialistas. No entanto, embora mais afetados pelo efeito de borda e pela perda de riqueza de espécies, os fragmentos pequenos, predominantes na AE, são de grande importância para a conectividade da paisagem por servirem de ligação entre outros fragmentos maiores na matriz.

Os campos nativos na AE são hoje vistos de modo geral como fragmentos isolados em uma matriz antrópica. Em sua condição original constituíam uma matriz homogênea, entremeados por fragmentos florestais, principalmente nas matas ciliares. A composição atual da paisagem se deve ao incremento de atividades agrossilvipastoris na região.

O IIC apresentou valores muito baixos tanto para os fragmentos campestres quanto para os florestais, mostrando que existe pouca conectividade entre as manchas de vegetação presentes na AE e evidenciando a necessidade de preservação das áreas classificadas como de extrema importância para a conectividade da paisagem. O empreendimento pode aumentar a pressão sobre os remanescentes de vegetação e sobre a paisagem, mas pode também servir para implementação de medidas mitigadoras e/ou compensatórias que estimulem a criação e restauração de áreas alteradas. Devido às consequências prejudiciais que a fragmentação traz ao meio, sua redução deverá ser uma das metas dos Programas Ambientais desenvolvidos pela Gestão Ambiental do empreendimento.

Com relação às espécies da flora protegidas por Lei, raras ou endêmicas, foram constatadas 63 através de dados primários e secundários. Destas, 22 espécies foram observadas nos levantamentos de dados primários. Estas espécies e outras que porventura sejam detectadas no momento do manejo da vegetação deverão ser avaliadas para execução da realocação. Sobre algumas delas tem-se conhecimento acerca da sobrevivência após o procedimento, como é o caso de epífitas, figueiras e algumas palmeiras. Em outras não há referências na bibliografia sobre os melhores procedimentos para garantir seu desenvolvimento, o que deverá ser testado a campo no momento da execução para observar a adaptação após a realocação. Propõe-se que para estas espécies sejam feitas outras formas de resgate de germoplasma como coleta de sementes e plântulas, de forma a garantir a propagação genética destes exemplares.

Na etapa dos estudos que subsidiarão a emissão da LI do empreendimento será elaborado o PGA, o qual irá propor Programas Ambientais com vistas a monitorar, controlar e mitigar os impactos ambientais durante a implantação e operação da rodovia. Para a flora prevê-se o Programa de Controle de Supressão de Vegetação e Resgate de Germoplasma. De forma geral, o controle de supressão visará que a execução seja realizada de forma a impactar o mínimo a fauna e flora, bem como definir sobre os destinos do material lenhoso e não lenhoso proveniente desta intervenção; já o resgate de germoplasma terá como objetivo identificar, resgatar e realocar exemplares da flora da



área onde haverá intervenção, priorizando as espécies raras, endêmicas e ameaçadas de extinção, e destinando-os para ambientes similares aos de origem.

5.2.4.1 Vulnerabilidade e Sensibilidade das Espécies

Conforme supracitado, os campos nativos na AE do Meio Biótico estão, de modo geral, recortados e isolados em uma matriz antrópica. A fragmentação dos remanescentes campestres e o consequente aumento de áreas de borda fragilizam esses ecossistemas, principalmente devido às pressões oriundas de atividades agrícolas e pecuárias. Deve-se ter especial atenção com as espécies ameaçadas encontradas na AE e relacionadas com esse ambiente.

Para algumas espécies da fauna com deslocamento e hábitos mais restritivos, a persistência dos poucos remanescentes dos campos secos e úmidos na região é de extrema necessidade para a manutenção de suas populações. Destaca-se a ocorrência das espécies ameaçadas de anfíbios e da ave tesoura-do-brejo (*Gubernetes yetapa*) nesses ambientes úmidos, além dos rivulídeos, grupo altamente restrito e com espécies endêmicas e vulneráveis às alterações. Praticamente todos os registros de peixes-anuais estão concentrados na porção campestre sul (municípios de Santa Maria a São Pedro do Sul), onde há maior disponibilidade desses ambientes. Porém uma espécie ainda não descrita foi encontrada na porção norte em apenas uma localidade, sendo uma região de alta sensibilidade para esses indivíduos.

O grau de isolamento entre os fragmentos florestais presentes na AE do Meio Biótico não é tão severo, no entanto, levando em consideração que estão contidos em uma matriz essencialmente de produção agrícola e pastagens, esses valores podem representar um grau de isolamento significativo entre as populações de flora e fauna locais, como, por exemplo, o bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*), espécie arborícola e ameaça presente na AE do Meio Biótico. Pode-se constatar que na região do planalto, entre os Municípios de Jari e Santo Ângelo, onde há expansão da monocultura e remanescentes nativos mais isolados, há uma baixa probabilidade de ocorrência das espécies da avifauna, indicando esse isolamento. No entanto, os fragmentos restantes nessa região podem ser áreas de extrema relevância para a manutenção das populações locais da avifauna. Além disso, apresentam altas probabilidades de ocorrência das espécies-alvo de mamíferos, e portanto, devem ser evitados durante a definição do traçado.

As áreas florestais mais bem conservadas na AE do Meio Biótico, onde há ocorrência de fragmentos florestais maiores e característicos do Bioma Mata Atlântica, localizam-se nos municípios de Jari, Toropi e São Pedro do Sul. Estão associadas a regiões declivosas ou a cursos d'água (matas ciliares), com predomínio da agricultura familiar. Essa região contém concentração de fragmentos com maior probabilidade de ocorrência das espécies-alvo da avifauna, classificando esses ambientes como áreas de maior qualidade, importantes para as espécies ameaçadas florestais, como a cais-cais (*Euphonia chalybea*). Nota-se também que para os mamíferos essa região apresenta remanescentes de vegetação nativa em maior quantidade e mais amplamente distribuídos, porém sendo de baixa a média probabilidade de ocorrência.

Na porção sul da AE do Meio Biótico, caracterizada pelos municípios de São Pedro do Sul, Santa Maria e São Sepé é possível verificar a preservação de florestas geralmente associadas a recursos hídricos. Há inúmeros fragmentos de vegetação nativa de média a alta probabilidade de ocorrência, estando distribuídos de forma mais homogênea ao longo do ambiente de transição latitudinal, sendo essa uma região importante para a ocorrência das espécies.

As zonas críticas de atropelamentos para a mastofauna na AE do Meio Biótico se encontram em duas grandes regiões. Na região do planalto as probabilidades de colisão variam entre média e alta em uma ampla extensão do traçado proposto entre os municípios de São Miguel das Missões e Santo Ângelo. A outra zona de especial interesse, sendo ainda mais relevante para evitar o impacto de atropelamentos, devido às altas probabilidades



de fatalidades, se encontra na região de transição da encosta para a planície, compreendendo os municípios de Toropi, São Pedro do Sul e Santa Maria.

Quanto à manutenção da conectividade e, conseqüentemente, a diminuição do efeito barreira, três zonas apresentam leves destaques: a encosta, a parte mais ao norte, nos municípios de São Miguel das Missões, Entre-Ijuís e Eugenio de Castro (onde se encontram as probabilidades mais altas de conectividade) e mais ao sul, uma zona estreita nos municípios de Formigueiro e São Sepé.

As áreas críticas para atropelamentos e para a manutenção da conectividade foram consideradas na análise multicritério para definição das alternativas locais, conforme item 9, e também deverão demandar especial atenção nas ações de mitigação, minimizando, assim, os dois maiores impactos advindos das rodovias: a perda de indivíduos direta causado pelos atropelamentos e a fragmentação das populações causada pelo efeito barreira.

A quantificação da magnitude esperada para perda/degradação de ambientes, perda de conectividade e risco de atropelamento de fauna está descrita no item 6.

5.2.4.1.1 Anfíbios

As duas espécies ameaçadas de extinção levantadas pelos dados secundários têm ocorrência confirmada apenas para o município de Santa Maria, destacando-se a importância dessa região para o grupo. Apesar da distribuição da rã-assoviadora (*Leptodactylus furnarius*) se dar desde o norte do Uruguai até o Brasil Central e Sudeste, no RS sua distribuição é mais restrita e disjunta do resto do Brasil, ocorrendo em uma faixa que vai do sudoeste ao centro do Estado, justamente nas proximidades de Santa Maria (AMPHIBIAWEB, 2002; DE LEMA; MARTINS, 2011).

Já a rã-pimenta (*Leptodactylus labyrinthicus*) é uma espécie sensível nessa região, pois possui apenas seis registros históricos coletados em Santa Maria. Porém, conforme Fundação Zoobotânica (FZB, 2021), a raridade da espécie na região pode estar relacionada com este sendo o limite de sua distribuição.

As principais ameaças para o grupo na AE do Meio Biótico são o atropelamento em rodovias e a conversão de seus *habitat*. Estudos demonstram que aproximadamente 90% dos atropelamentos de fauna em rodovias são de anfíbios (PUKY, 2005), sendo um grupo extremamente vulnerável a esse impacto. O último registro recente (2005) da rã-pimenta, por exemplo, foi um atropelamento na BR-392, no município de Cerro Largo. Apesar do município estar fora da AE, esse registro ressalta a importância desse impacto para o grupo e para as espécies mais sensíveis e vulneráveis. Atrelado aos atropelamentos, as rodovias também são um vetor de conversão de remanescentes nativos, impacto associado ao declínio e fragmentação das populações. A preservação dessas áreas de campo e floresta de maior qualidade, como as destacadas nos mapas de probabilidade de ocorrência de aves e mamíferos (Mapa 52 e Mapa 56), beneficiariam também o grupo dos anfíbios.

5.2.4.1.2 Aves

A amostragem em campo confirmou a ocorrência de 38% da lista potencial de espécies para a AE do Meio Biótico. Apesar de terem sido levantadas 19 espécies ameaçadas de extinção na lista de provável ocorrência, nenhuma delas foi encontrada em campo. Porém houve o registro de quatro espécies quase ameaçadas de extinção: três à nível global, cais-cais (*Euphonia chalybea*), pica-pau-dourado (*Piculus aurulentus*) e ema (*Rhea americana*), e uma à nível estadual a tesoura-do-brejo (*Gubernetes yetapa*).

As espécies cais-cais, pica-pau-dourado e ema possuem ampla distribuição no RS, as duas primeiras de hábitos florestais e a segunda campestre. Já a tesoura-do-brejo possui uma distribuição mais restrita, ocupando o noroeste do Estado. Os municípios com ocorrência confirmada para a tesoura-do-brejo na AE do Meio Biótico localizam-se na parte norte, são eles: Santa Maria, Dilermando de Aguiar, Tupanciretã, Jóia, São Miguel das Missões, Entre-Ijuís e Santo Ângelo. As ameaças para as espécies estão relacionadas com a perda e conversão de *habitat* em



monoculturas. A persistência dos poucos remanescentes nativos na região é importante para não acelerar o declínio das espécies, principalmente dos campos úmidos que são *habitat* da tesoura-do-brejo. As áreas de maior qualidade ambiental estão apresentadas no mapa de probabilidade de ocorrência das aves (Mapa 52).

As UAs com maior riqueza apresentaram em torno de 20 espécies, são elas: UAs 98, 88, 66, 50 e 30. As UAs 98, 66 e 30 estão localizadas em remanescentes campestres, enquanto as UAs 88 e 50 em remanescentes florestais. Apesar dessas UAs apresentarem maior riqueza, apenas a UA 66 registrou uma das espécies categorizadas como quase ameaçada, a ema.

5.2.4.1.3 Mamíferos

A amostragem em campo confirmou a ocorrência de 31% da lista potencial de espécies para a AE do Meio Biótico. Das 17 espécies ameaçadas de extinção com provável ocorrência na AE do Meio Biótico, foram registradas 10 espécies no levantamento primário, conforme relacionado nos parágrafos a seguir.

O bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) ocorre em remanescentes da mata atlântica do leste ao centro do Estado (DA SILVEIRA *et al.*, 2020), estando distribuído em toda a AE do Meio Biótico. A espécie é sensível à fragmentação do *habitat*, eletrocussões em áreas urbanas, aos atropelamentos, tendo sua situação agravada devido a recente epidemia de febre-amarela (2008-2009), que reduziu sua população em 80% (FZB, 2012).

A paca (*Cuniculus paca*) e a cutia (*Dasyprocta azarae*) possuem ampla distribuição no Estado, estando presentes também em toda a AE do Meio Biótico. Apesar da ampla distribuição, essas espécies são sensíveis à fragmentação florestal e perda de qualidade de *habitat*, além da extensiva caça ilegal. Estima-se que ocorrerá um declínio de 10% nas próximas gerações das populações de paca (FZB, 2012). Já para as cutias, sua baixa densidade populacional fora de áreas de conservação agrava a ameaça às suas populações (FZB, 2012).

Os gatos-do-mato, apesar de estarem relacionados a formações vegetais diferentes, enfrentam ameaças semelhantes, tais como a perda e a fragmentação de *habitat*, a caça ilegal e os altos índices de atropelamentos (FZB, 2012). O gato-maracajá (*Leopardus wiedii*) possui distribuição em todo o território do RS. O gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*) e o gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*) estão concentrados na parte norte do Estado, só não estando presente na porção bem ao sul da AE (São Sepé). Já o gato-do-mato-grande (*Leopardus geoffroyi*) ocupa a parte sul do Estado e da AE do Meio Biótico, possuindo sobreposições na parte central do RS com as espécies supracitadas.

A lontra (*Lontra longicaudis*) possui ampla distribuição e está presente em toda AE do Meio Biótico, tanto em áreas de Pampa como de Mata Atlântica. Dependente de cursos d'água e matas ciliares, a espécie sofre com a perda e degradação desses ambientes e com a caça por retaliação devido ao conflito com a pesca e piscicultura, expansão da malha hidroenergética e atropelamentos (RODRIGUES, 2013).

O quati (*Nasua nasua*) e o tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) são espécies com ampla distribuição no Estado e na AE do Meio Biótico, sendo dependentes de ambientes florestais, mas também ocorrendo em mosaicos com áreas campestres. As espécies sofrem com a fragmentação de florestas e atropelamentos nas rodovias (FZB, 2012). Além disso, a baixa densidade populacional do tamanduá-mirim o torna mais sensível a esses impactos (FZB, 2012).

O bugio-ruivo, o gato-mourisco, o gato-do-mato-grande, o gato-do-mato-pequeno e o gato-maracajá foram elencados também como espécies de alta sensibilidade aos impactos das rodovias pelo PRIM-IVT (ICMBio, 2018), sendo espécies-alvo para conservação.

Para os mamíferos voadores, o levantamento de dez espécies, representando 30% da fauna de todo o RS, revela uma alta riqueza na região. Através do método de monitoramento acústico foram identificadas espécies de difícil captura pelas redes de neblina. Destaca-se *Promops centralis*, espécie cuja ocorrência foi apenas recentemente



confirmada na região do estudo, *Molossus currentim*, que ainda não possuía registro no RS, e uma espécie de morcego do gênero *Histiotus* não identificada, que representa um possível novo registro para o Estado.

O índice de diversidade de Shannon para as UAs de mamíferos variou de 0 a 1,92. As UAs com valores maiores foram 40, 95, 58, 65 e 62. Essas UAs apresentaram uma riqueza em torno de oito espécies cada e se encontram em áreas florestais, geralmente associadas a corpos d'água, demonstrando a importância desses ambientes para o grupo. Nessas UAs foram registradas seis das dez espécies ameaçadas encontradas na amostragem, a saber:

- UA 40: gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*); gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*); e quati (*Nasua nasua*);
- UA 58: gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*); gato-maracajá (*Leopardus wiedii*); e quati (*Nasua nasua*);
- UA 62: gato-do-mato-pequeno (*Leopardus guttulus*); gato-maracajá (*Leopardus wiedii*); paca (*Cuniculus paca*); e quati (*Nasua nasua*);
- UA 95: gato-mourisco (*Herpailurus yagouaroundi*); paca (*Cuniculus paca*); e gato-do-mato-grande (*Leopardus geoffroyi*).

As UAs que apresentaram Índice de Shannon igual a zero foram as que apresentaram uma ou nenhuma espécie. O Índice de Equabilidade de Pielou representa a uniformidade da distribuição dos indivíduos entre as espécies e pode variar de zero a um, sendo um (1) a uniformidade máxima. As UAs 13, 66, 77, 78, 87, 93, 94, 109, 119 e 120 tiveram Índice de Pielou máximo, porém esse resultado se deve ao registro de poucas espécies e poucos indivíduos nessas UAs. Da mesma forma que ocorreu com o Índice de Shannon, UAs com nenhuma espécie observada tiveram Índice de Pielou igual a zero e UAs com apenas uma espécie observada não puderam ter o índice calculado, já que o cálculo é feito pela divisão do Índice de Shannon pela riqueza, não sendo uma divisão possível nesses casos (NA).

Deve-se ter cuidado com a interpretação dos resultados dos índices de diversidade, já que possuem problemas conceituais e analíticos (ANDERSON, 2001). Eles comparam diferentes áreas baseando-se na composição e abundância de espécies, tendo como pressuposto que áreas mais conservadas terão maiores valores desses parâmetros. Porém a composição de espécies em um determinado ambiente se dá muito mais por influência de eventos históricos climáticos e geográficos do que por fatores ecológicos atuais, que são de interesse deste estudo. Do mesmo modo, a abundância ou densidade dos indivíduos em uma área é muito mais influenciada pelas características da história de vida e evolutiva de cada espécie, como, por exemplo, as taxas e estratégias reprodutivas combinadas com as interações intra e interespecíficas, do que pela qualidade do ambiente. Além disso, esses índices são muito sensíveis ao tamanho amostral, ou seja, populações com diferentes tamanhos afetam muito o resultado. Outro problema é que não é possível avaliar a probabilidade de o resultado dos índices serem verdadeiros, já que não é possível saber a curva de distribuição esperada do índice. Portanto, os resultados e comparação dos índices entre áreas são de difícil interpretação e possuem pouco ou nenhum significado (ANDERSON, 2001; BARRANTES; SANDOVAL, 2009).

Nesse estudo foi aplicado um método que avalia a ocorrência das espécies (item 5.2.3.1.2), uma variável populacional que responde mais prontamente a uma intervenção atual no sistema e é mais fácil de interpretar. No caso dos índices, é necessário que espécies desapareçam por completo e várias populações mudem de abundância para que se possa perceber uma interferência na diversidade, já no caso da probabilidade de ocorrência das espécies, essa mudança é mais facilmente percebida. Além disso, esse método considera a detecção imperfeita, ou seja, que os valores observados são resultado não somente do processo ecológico (de interesse deste estudo), mas também do processo amostral (KÉRY; ROYLE, 2016), gerando resultados mais próximos à realidade (KÉRY; SCHMIDT, 2008), o que raramente é levado em consideração no cálculo dos índices de diversidade (ANDERSON, 2001). Embora existam métodos para calcular a detecção imperfeita também nas estimativas de riqueza, eles são de difícil implementação e interpretação.



5.2.4.1.4 Peixes-anuais

Foram encontradas 100% das espécies presente na lista de provável ocorrência para a AE, além de uma espécie desconhecida do gênero *Austrolebias*. Três espécies de peixes-anuais registradas são endêmicas do RS e estão na lista vermelha de espécies ameaçadas de extinção no Estado e no Brasil. Além disso, nenhuma delas tem registros em UCs Federais ou Estaduais. O principal impacto para as espécies é a conversão de seu *habitat* para implementação de extensas lavouras de arroz e de soja.

Austrolebias ibicuiensis é uma espécie conhecida de poucas localidades nas margens do rio Ibicuí Mirim e Toropi. Na localidade onde foi descrita, nas margens da BR-287, a subpopulação da espécie está provavelmente extinta, não sendo registrada desde sua descoberta, em 1982. Essa espécie foi elencada como espécie de alta sensibilidade aos impactos das rodovias pelo PRIM-IVT (ICMbio, 2018), sendo uma espécie-alvo para conservação.

Austrolebias litzi possui distribuição conhecida próxima à várzea dos rios Vacacaí e Arenal. A extração de areia em rios é comum na região e pode afetar o *habitat* da espécie, principalmente nos locais onde são realizados os carregamentos e construídos os acessos para os caminhões e máquinas, o que poderia ser acentuado com a implantação do empreendimento. Durante o levantamento em campo foi registrado um número considerável de localidades inéditas para a espécie, tanto em novos charcos sazonais em Santa Maria (município já conhecido), como expandindo a ocorrência para os municípios de Dilermando de Aguiar e São Sepé. Essas informações serão úteis na reavaliação do grau de ameaça da espécie, realizada em planos de ação específicos organizados pelos respectivos órgãos responsáveis.

Cynopoecilus intimus possui poucos registros de ocorrência conhecidos e estão concentrados na Bacia do Rio Vacacaí. Como é encontrada em sintopia com *Austrolebias litzi*, enfrenta os mesmos impactos citados acima. As três UAs (P1, P24 e P25) são registros adicionais para *C. intimus*.

Por fim, uma espécie de peixe anual identificada como *Austrolebias* sp. foi registrada em uma única UA (P60) a poucos metros do rio Ijuí (Santo Ângelo) e a 300 m do traçado proposto. Com base na avaliação de seu colorido é possível afirmar que se trata de uma espécie ainda não descrita do gênero e, portanto, que ainda não foi avaliada quanto ao seu grau de ameaça. No entanto, pode-se supor que seja uma espécie ameaçada de extinção devido a sua distribuição muito restrita, associada aos impactos observados na região.

Na elaboração do Projeto Básico/Executivo da rodovia recomenda-se o ajuste do traçado buscando evitar ambientes favoráveis à ocorrência destas espécies. Especial atenção deverá ser dada na região da depressão central e no planalto, onde foi descoberta a nova espécie. Destaca-se, ainda, que a camada com os pontos de ocorrência confirmada das espécies foi utilizada na análise multicritério para a definição das alternativas locais, sendo classificada como áreas de extrema importância ambiental (zona de repulsão, conforme detalhado no item 9).

5.2.4.1.5 Répteis

As espécies ameaçadas de extinção levantadas através dos dados secundários com ocorrência confirmada são serpentes com poucos registros na AE do Meio Biótico. A jararacuçu-piau (*Hydrodynastes gigas*) localiza-se na parte sul da AE no município de Dilermando de Aguiar. A cobra-preta-do-rabo-preto (*Apostolepis quirogai*) possui registro apenas no norte da AE do Meio Biótico, no município de Santo Ângelo. A principal ameaça a essas espécies é a conversão do *habitat* para uso agrícola e a consequente fragmentação das populações. Além disso, sofrem com os atropelamentos nas rodovias, principalmente nos meses mais quentes (primavera-verão).

Em virtude de sua difícil detecção, os répteis não foram objeto de estudos primários, assumindo-se que são beneficiários da proteção a ser atribuída aos remanescentes de ambientes campestres e florestais avaliados através das espécies-alvo.



5.2.4.1.6 Macroinvertebrados Bentônicos

Os fatores físico-químicos são de grande importância na estruturação ecológica dos biótopos aquáticos, pois através deles é possível determinar a ocorrência e a distribuição dos organismos (KLEEREKOPER, 1990). Os valores registrados nos corpos d'água coletados no levantamento para condutividade, pH e temperatura refletiram diferenças sazonais, com os maiores valores de condutividade e de temperatura sendo obtidos na estação seca, caracterizada por prolongados intervalos de estiagem, o que pode influenciar na concentração de íons presentes. Kleerekoper (1990) encontrou valores elevados de condutividade depois de prolongado período de seca em estudo das lagoas litorâneas no RS.

Ao todo, foram coletados 3.917 organismos, distribuídos em 53 famílias pertencentes às Classes Insecta e Crustácea e Filos Molusca e Annelida. A comunidade de macroinvertebrados na região amostrada esteve representada por grande parte dos grupos taxonômicos comumente citados como representantes da comunidade lótica bentônica para a região e para o Brasil. De acordo com Hynes (1970), os insetos compõem a maior parte da fauna de águas correntes, predominando em diversidade e abundância.

Para a compreensão dos hábitos e da distribuição dos macroinvertebrados bentônicos existe a classificação baseada em Grupos Funcionais Tróficos, segundo Cummins (1973), Cummins, Merritt e Andrade (2005), Merritt e Cummins (1996) e Tomanova *et al.* (2006).

Os Coletores constituíram o Grupo Trófico mais abundante, representando 73% dos macroinvertebrados bentônicos coletados em ambas as estações. Esses organismos utilizam matéria orgânica particulada em suspensão e depositada em áreas com baixo fluxo de correnteza, favorecendo a abundância de seu grupo trófico. Os Filtradores foram o segundo grupo mais abundante, representando 12% do total, seguidos dos Raspadores (8%), Predadores (6%) e Fragmentadores (1%). Esses valores e dominâncias demonstram que as redes tróficas, envolvendo organismos bentônicos, também podem ser bem complexas, permitindo um entendimento mais completo do ecossistema aquático em seu estado atual. A menor ocorrência de Fragmentadores está relacionada com o fato de os trechos deste levantamento situarem-se em locais com escassa mata ripária e, conseqüentemente, baixa oferta de recursos vegetais alóctones.

Comparando as estações chuvosa e seca, a ausência de certos grupos ou a diminuta presença de outros pode estar relacionada à mistura de *habitat* ocasionada pelas chuvas, principalmente na estação chuvosa, que acaba reduzindo a riqueza de grupos tróficos funcionais. Essa redução provavelmente também altera o período de metamorfose das larvas e ninfas, afetando assim o número de adultos que voam para o ambiente terrestre.

Por outro lado, levando em consideração os números individuais, nos períodos de seca e chuvoso foram registrados 1.656 e 1.219 indivíduos, respectivamente, correspondentes aos coletores. Esse resultado permite sugerir que a maior contribuição da quantidade de nutriente e conseqüentemente matéria orgânica foi o agente decisivo e responsável pelo aumento registrado desses indivíduos.

O táxon dominante em ambas as estações foi o Chironomidae (Diptera), sendo que na estação seca o segundo e terceiro táxons dominantes foram, respectivamente, Hydropsychidae (Tricoptera) e Leptophlebiidae (Ephemeroptera). Já na estação chuvosa, o segundo e terceiro táxon dominantes foram Simuliidae (Diptera) e Baetidae (Ephemeroptera), respectivamente.

As ordens que recebem maior destaque em estudos de biomonitoramento pertencem ao grupo EPT, devido a sua sensibilidade à poluição (CRISCI-BISPO; BISPO; FROEHLICH, 2007). Neste levantamento observou-se uma predominância de EPT principalmente durante a campanha da estação seca (1.091 organismos), já no período da estação chuvosa foram 326 organismos.



Os valores baixos de predominância desses grupos no período chuvoso podem demonstrar que esse é período mais crítico para esses organismos em ambientes com muitas perturbações estruturais e mais sensíveis a impactos antrópicos.

A diversidade H' foi maior nos pontos amostrados na estação seca, sendo eles: AFB13 (2,28) AFB09 (2,207) e AFB06 (2,019), sendo que os pontos AFB13 e AFB06 foram denominados como PC, apresentando boa funcionalidade e representatividade de substratos para tal. Já na estação chuvosa, os pontos com maior diversidade H' foram: AFB04 (1,917), AFB06 (1.878) e AFB03 (1.759). Verifica-se que a diversidade apresentou seus maiores índices justamente na estação seca. É possível observar também que o número de táxons registrados na estação seca (44) e chuvosa (15), assim como o número de espécies acumuladas, difere entre as duas estações. A curva de acumulação da estação chuvosa apresenta uma estabilização a partir da 10ª unidade amostral, enquanto a curva de acumulação da estação seca apresenta um comportamento ascendente. Isto evidencia que há grande diferenciação das comunidades de macroinvertebrados em ambas as estações por características ambientais, podendo ser inclusive mais evidenciadas se todas as estações forem amostradas durante o monitoramento do futuro empreendimento (outono, inverno, primavera e verão), obtendo uma verificação temporal/sazonal.

Os pontos amostrados, de forma geral, apresentaram uma qualidade ruim segundo os índices baseados na fauna, evidenciando uma baixa capacidade de degradação de poluentes advindos de atividades antrópicas. A abundância da macrofauna bentônica, além da distribuição e da ocorrência, depende muito das características ambientais, sendo o grau de especialização dessa fauna, na ocupação de diferentes micro-*habitat*, bastante conhecido, tornando alguns ambientes especialmente ricos em espécies (MERRITT; CUMMINS, 1996).

Nesse levantamento, todos os índices baseados na fauna, BMWP', ASPT, índice EPT e % Chironomidae apontaram qualidade ruim ou muito ruim para todos os pontos. Tal dado pode servir para compreender que, por serem cursos fluviais de maiores ordens, seus afluentes estejam também impactados, principalmente levando em consideração que nesses cursos normalmente há uma menor riqueza bentônica, e que podem ser mais facilmente afetados por impactos alóctones (especialmente agrícolas). Contudo, campanhas ao longo do tempo (estudos temporais - sazonalmente) devem ser realizadas, além de programas de preservação ambiental, para indicar claramente seu real estado de saúde ambiental.

Os resultados deste levantamento em ambas as estações (seca e chuvosa) permitem concluir que a utilização de Grupos Tróficos Funcionais de macroinvertebrados no estudo, bem como a compreensão correta desses fatores associados aos índices de diversidade, constituem uma ferramenta útil para a conservação de ecossistemas aquáticos nessa região. As comunidades bentônicas são extremamente adaptáveis aos ambientes e suas respostas refletem a natureza e a magnitude de diferentes fontes de impactos antropogênicos, mesmo quando ocorrem simultaneamente. O grupo de macroinvertebrados bentônicos representa um dos melhores grupos para avaliação de impactos ambientais de ecossistemas aquáticos por serem uma ferramenta de baixo custo e alta resposta. Além disso, as reações às mudanças ambientais determinam as populações predominantes, as proporções dos grupos funcionais tróficos e as diferentes formas de uso dos recursos primários, evitando, na maioria das vezes, o processo de eutrofização.

Assim, o monitoramento antes e durante a implantação do empreendimento é recomendado a fim de melhor compreender a resiliência das espécies mais sensíveis às alterações ambientais, os padrões de dominância e acompanhar possíveis variações na qualidade e funcionamento do ecossistema aquáticos frente aos possíveis impactos da obra.

Por fim, esses resultados fornecem um conhecimento que, apesar de preliminar e básico, é essencial para a identificação de políticas e propostas para a conservação e manutenção do uso dos recursos naturais dessa determinada área.



Por fim, como anteriormente citado, a fauna bentônica é classificada como um dos melhores bioindicadores para recursos hídricos (MATSUMARA-TUNDISI,1999), pois sua metodologia é de baixo custo e de efetiva resposta, sendo considerada por esta Consultoria suficiente para o monitoramento ambiental. No entanto, pode-se citar e sugerir outros grupos bioindicadores para agregar aos resultados do monitoramento, obtendo respostas complementares e mais aprofundadas dos recursos hídricos, como, por exemplo, as comunidades de zooplâncton e os fitoplâncton. Esses grupos representam diferentes elos na cadeia aquática e são diretamente afetados por descargas de poluentes, auxiliando na compreensão de uma possível perda do equilíbrio ambiental dos ecossistemas aquáticos.

Tais grupos podem ser levantados nos pontos amostrados para fauna bentônica e nos mesmos períodos (estações sazonais), reduzindo custos de campo e aumentando a eficiência de uma boa avaliação de impactos ambientais para o ambiente aquático, pois contempla mais elos da cadeia trófica e contribui para conclusões robustas na interpretação dos resultados. Os parâmetros interessantes a serem levantados para esses grupos são de estrutura da comunidade zooplanctônica e fitoplanctônica (riqueza, abundância, composição de espécies e frequência de ocorrência e índices de diversidade).



DNIT

MINISTÉRIO DA
INFRAESTRUTURA

