



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

DNIT Departamento Nacional de
Infra-Estrutura de Transportes
Ministério dos Transportes



**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL DAS OBRAS DE
DUPLICAÇÃO DA RODOVIA BR-386/RS
TRECHO: ENTR BR-158(A) (DIV SC/RS) – ENTR BR-
116(B)/290 (PORTO ALEGRE), SUBTRECHO: ENTR
BR-453/RS-130 (P/ LAJEADO) – ENTR BR-287(A)
(TABAÍ), SEGMENTO: KM 350,8 – KM 386,0, COM 35,2
KM DE EXTENSÃO.**

EIA VOLUME I



Brasília – DF

Abril/2009





APRESENTAÇÃO

MRS Estudos Ambientais Ltda.
apresenta ao DEPARTAMENTO NACIONAL
DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES
DNIT
o documento intitulado:

**ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL – EIA
REFERENTE ÀS OBRAS DE DUPLICAÇÃO
DA RODOVIA BR-386/RS, TRECHO: ENTR.
BR-158(A) (DIV. SC/RS) – ENTR. BR-
116(B)/290 (PORTO ALEGRE),
SUBTRECHO: ENTR. BR-453/RS-130 (P/
LAJEADO) – ENTR. BR-287(A)-TABAÍ,
SEGMENTO: KM 350,8 – KM 386,0, COM
35,2 KM DE EXTENSÃO.**

VOLUME I

**Caracterização do Empreendimento,
Diagnóstico Ambiental do Meio Físico e
Diagnóstico Ambiental do Meio Biótico**

Abril de 2009

Alexandre Nunes da Rosa
MRS Estudos Ambientais Ltda.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUÇÃO | 1 |
| 1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E EMPRESA CONSULTORA | 2 |
| 1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR | 2 |
| 1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA | 2 |
| 1.3 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR | 3 |
| 2 DADOS DO EMPREENDIMENTO | 5 |
| 2.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO | 5 |
| 2.1.1 Histórico | 5 |
| 2.1.2 Objetivos do Empreendimento | 7 |
| 2.1.3 Justificativas | 8 |
| 2.1.3.1 Volume de tráfego | 8 |
| 2.1.3.2 Crescimento do volume de tráfego | 9 |
| 2.1.3.3 Nível de serviço | 9 |
| 2.1.3.4 Acidentes | 10 |
| 2.1.3.5 Custo dos acidentes | 12 |
| 2.1.3.6 Adequações na pista existente | 12 |
| 2.1.3.7 Travessias urbanas e acessos | 12 |
| 2.1.3.8 Localização | 12 |
| 2.1.4 Localização Geográfica | 12 |
| 2.1.4.1 Caracterização da malha viária existente e prevista no Rio Grande do Sul | 14 |
| 2.1.5 Inserção regional | 15 |
| 2.1.5.1 Programas públicos ou de iniciativa privada | 15 |
| 2.1.5.1.1 Pró-Guaíba | 15 |
| 2.1.5.1.2 Programas municipais | 17 |
| 2.1.5.2 Dispositivos legais | 18 |
| 2.1.5.2.1 Legislação Federal | 20 |
| 2.1.5.2.2 Legislação Estadual | 24 |
| 2.1.5.2.3 Legislação Municipal | 26 |
| 2.1.5.3 Outros empreendimentos que podem potencializar impactos | 26 |
| 2.1.6 Órgão Financiador / Valor do Empreendimento | 26 |
| 2.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO | 28 |
| 2.2.1 Classe da rodovia | 28 |
| 2.2.2 Seção tipo | 29 |
| 2.2.2.1 Largura do acostamento | 32 |
| 2.2.2.2 Declividade transversal | 33 |
| 2.2.2.3 Faixa de domínio | 34 |
| 2.2.3 Extensão | 34 |

| | | |
|------------|--|----|
| 2.2.4 | Estimativa de volumes DE terraplanagem | 34 |
| 2.2.5 | Aterro em várzeas e áreas de baixada e travessia de cursos d'água | 34 |
| 2.2.6 | Revestimentos | 34 |
| 2.2.7 | Mão de obra | 35 |
| 2.2.8 | Localização das jazidas, bota foras e canteiros de obras | 35 |
| 2.2.8.1 | Jazidas | 35 |
| 2.2.8.1.1 | Pedreiras | 36 |
| 2.2.8.1.2 | Empréstimos laterais | 37 |
| 2.2.8.1.3 | Empréstimos concentrados | 39 |
| 2.2.8.1.4 | Areias | 47 |
| 2.2.8.2 | Bota foras | 47 |
| 2.2.8.3 | Canteiros de obras | 47 |
| 2.2.9 | Materiais e equipamentos necessários à implantação do empreendimento | 47 |
| 2.2.10 | Volume de tráfego e tipos de carga na fase de operação | 48 |
| 2.2.11 | Velocidades | 49 |
| 2.2.12 | Passarelas de pedestre | 50 |
| 2.2.13 | Obras de infraestrutura | 52 |
| 2.2.13.1 | Estruturas de drenagem e obras de arte | 52 |
| 2.2.13.2 | Interseções e acessos | 54 |
| 2.2.13.3 | Obras de arte especiais | 54 |
| 2.2.13.3.1 | Pontes | 54 |
| 2.2.13.3.2 | Viadutos | 55 |
| 2.2.13.4 | Equipamentos de segurança | 55 |
| 2.2.14 | Cronograma Físico-financeiro | 56 |
| 3 | ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS | 57 |
| 3.1 | ALTERNATIVAS LOCACIONAIS | 57 |
| 3.1.1 | Gerais | 57 |
| 3.1.2 | Específicas ou locais | 57 |
| 3.1.3 | Não realização do empreendimento | 58 |
| 3.2 | ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS | 58 |
| 3.2.1 | Pavimento | 58 |
| 3.2.2 | Utilização da faixa de domínio, considerando-se cortes e aterros | 59 |
| 3.2.3 | Áreas úmidas, banhados, nascentes e açudes | 59 |
| 4 | ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO | 60 |
| 4.1 | ÁREA DIRETAMENTE AFETADA | 60 |
| 4.2 | ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA | 60 |
| 4.3 | ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA | 60 |
| 5 | DIAGNÓSTICO AMBIENTAL | 62 |
| 5.1 | MEIO FÍSICO | 62 |
| 5.1.1 | Metodologia aplicada | 62 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 5.1.2 | Clima..... | 62 |
| 5.1.2.1 | Metodologia | 63 |
| 5.1.2.2 | Caracterização climática | 63 |
| 5.1.2.3 | Precipitação | 65 |
| 5.1.2.4 | Balço hídrico | 66 |
| 5.1.2.5 | Temperatura | 68 |
| 5.1.2.6 | Umidade relativa do ar | 71 |
| 5.1.2.7 | Direção e velocidade do vento | 74 |
| 5.1.2.8 | Insolação..... | 77 |
| 5.1.3 | Geologia | 77 |
| 5.1.3.1 | Geologia Regional | 77 |
| 5.1.3.1.1 | Grupo Passa Dois | 78 |
| 5.1.3.1.2 | Grupo Rosário do Sul | 78 |
| 5.1.3.1.3 | Grupo São Bento | 78 |
| 5.1.3.2 | Geologia da Área Diretamente Afetada..... | 81 |
| 5.1.3.3 | Características Geotécnicas | 85 |
| 5.1.3.3.1 | Relevo | 85 |
| 5.1.3.3.2 | Tipos de terrenos | 86 |
| 5.1.3.3.3 | Propensão à erosão | 87 |
| 5.1.3.3.4 | Travessias de regiões com solos hidromórficos | 87 |
| 5.1.3.3.5 | Instabilização de taludes..... | 87 |
| 5.1.3.4 | Principais problemas geológico-geotécnicos..... | 88 |
| 5.1.3.5 | Cavidades Naturais e Monumentos Naturais Relevantes | 89 |
| 5.1.4 | Geomorfologia..... | 89 |
| 5.1.4.1 | Abrangência Geográfica..... | 89 |
| 5.1.4.2 | Mapeamento Geomorfológico | 89 |
| 5.1.4.2.1 | Unidades Geomorfológicas | 90 |
| 5.1.4.3 | Processos erosivos..... | 92 |
| 5.1.4.4 | Geomorfometria | 96 |
| 5.1.4.5 | Suscetibilidade dos solos à erosão..... | 98 |
| 5.1.4.6 | Assoreamento..... | 99 |
| 5.1.5 | Solos | 99 |
| 5.1.5.1 | Metodologia | 99 |
| 5.1.5.1.1 | Abrangência geográfica..... | 99 |
| 5.1.5.1.2 | Classificação dos solos | 100 |
| 5.1.5.2 | Resultados | 101 |
| 5.1.5.2.1 | Caracterização dos solos da AII | 101 |
| 5.1.5.3 | Descrição das unidades de mapeamento | 102 |
| 5.1.5.3.1 | Unidade PVa8..... | 102 |
| 5.1.5.3.2 | Unidade PVa9..... | 102 |
| 5.1.5.3.3 | Unidade Re24..... | 103 |
| 5.1.5.3.4 | Unidade TBCh3 | 103 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 5.1.5.3.5 | Unidades TRe3 e TRe7 | 103 |
| 5.1.5.4 | Descrição das unidades taxonômicas e correlação de legenda | 104 |
| 5.1.5.4.1 | Argissolos | 105 |
| 5.1.5.4.2 | Neossolos | 105 |
| 5.1.5.4.3 | Nitossolos | 106 |
| 5.1.5.5 | Caracterização dos solos da AID | 106 |
| 5.1.5.5.1 | Classificação Pedológica | 106 |
| 5.1.5.6 | Conclusões | 109 |
| 5.1.6 | Recursos hídricos | 109 |
| 5.1.6.1 | Hidrologia e Hidrogeologia | 110 |
| 5.1.6.1.1 | Sistema hidrográfico | 110 |
| 5.1.6.1.2 | Regime hidrológico | 110 |
| 5.1.6.1.3 | Assoreamentos e processos erosivos na Área de Influência | 112 |
| 5.1.6.2 | Avaliação da interferência da rodovia existente | 113 |
| 5.1.6.3 | Intervenções previstas | 115 |
| 5.1.6.4 | Caracterização Hidrogeológica | 117 |
| 5.1.6.4.1 | Sistema Aquífero Guarani | 117 |
| 5.1.6.4.2 | Sistema Aquífero Serra Geral II | 117 |
| 5.1.6.4.3 | Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia | 119 |
| 5.1.6.4.4 | Aquíferos Freáticos | 121 |
| 5.1.6.5 | Qualidade da Água | 122 |
| 5.1.6.5.1 | Metodologia | 122 |
| 5.1.6.5.2 | Resultados | 125 |
| 5.1.6.5.3 | Fontes poluidoras que poderão ser desenvolvidas em função da implantação do empreendimento | 129 |
| 5.1.6.5.4 | Usos da Água | 130 |
| 5.1.7 | Análise Integrada da Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Recursos Hídricos da Área Diretamente Afetada | 131 |
| 5.1.7.1 | Trecho 1 | 132 |
| 5.1.7.2 | Trecho 2 | 135 |
| 5.1.8 | Níveis de ruído | 138 |
| 5.1.8.1 | Metodologia | 138 |
| 5.1.8.2 | Geração e controle de ruídos | 138 |
| 5.1.8.3 | Variação dos níveis de ruído | 140 |
| 5.1.8.4 | Medidas mitigadoras | 141 |
| 5.1.9 | Níveis de Poluição Atmosférica | 142 |
| 5.1.9.1 | Qualidade do ar | 142 |
| 5.1.9.1.1 | Material particulado | 143 |
| 5.1.9.1.2 | Dióxido de enxofre | 144 |
| 5.1.9.1.3 | Monóxido de carbono | 144 |
| 5.1.9.2 | Metodologia | 145 |
| 5.1.9.3 | Caracterização da qualidade do ar | 145 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 5.1.9.4 | Diagnóstico na Área de Influência Indireta | 148 |
| 5.2 | MEIO BIÓTICO | 152 |
| 5.2.1 | Metodologia aplicada | 152 |
| 5.2.2 | Flora..... | 153 |
| 5.2.2.1 | Metodologia | 153 |
| 5.2.2.2 | Área de Influência Indireta | 154 |
| 5.2.2.3 | Área de Influência Direta | 157 |
| 5.2.2.3.1 | Florestas de galeria | 157 |
| 5.2.2.3.2 | Fragmentos florestais | 158 |
| 5.2.2.3.3 | Encostas de morros areníticos | 160 |
| 5.2.2.3.4 | Vegetação de ambientes abertos (campo, pastagem, potreiro)..... | 161 |
| 5.2.2.3.5 | Áreas antropizadas (reflorestamentos, lavoura e solo exposto)..... | 162 |
| 5.2.2.4 | Levantamento florístico..... | 163 |
| 5.2.2.4.1 | Espécies vegetais importantes..... | 173 |
| 5.2.2.4.2 | Espécies ameaçadas e/ou protegidas da flora | 175 |
| 5.2.2.5 | Material coletado | 176 |
| 5.2.2.6 | Estimativa de área com vegetação florestal a suprimir | 176 |
| 5.2.2.7 | Percentual de cada fitofisionomia na Área de Influência Direta..... | 176 |
| 5.2.2.8 | Corredores Ecológicos | 176 |
| 5.2.3 | Fauna..... | 177 |
| 5.2.3.1 | Coleta de dados primários | 177 |
| 5.2.3.2 | Coleta de dados secundários | 178 |
| 5.2.3.3 | Ictiofauna..... | 179 |
| 5.2.3.3.1 | Metodologia..... | 179 |
| 5.2.3.3.2 | Resultados do levantamento | 180 |
| 5.2.3.3.3 | Espécies endêmicas, raras e ameaçadas..... | 183 |
| 5.2.3.3.4 | Espécies de importância econômica | 184 |
| 5.2.3.3.5 | Espécies migratórias | 184 |
| 5.2.3.4 | Herpetofauna..... | 185 |
| 5.2.3.4.1 | Metodologia..... | 185 |
| 5.2.3.4.2 | Resultados e discussão..... | 187 |
| 5.2.3.4.3 | Espécies raras, endêmicas e ameaçadas..... | 191 |
| 5.2.3.5 | Avifauna..... | 192 |
| 5.2.3.5.1 | Metodologia..... | 192 |
| 5.2.3.5.2 | Resultados..... | 195 |
| 5.2.3.5.3 | Espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção e locais de nidificação | 207 |
| 5.2.3.5.4 | Avifauna atropelada..... | 207 |
| 5.2.3.5.5 | Considerações sobre o impacto da duplicação da rodovia na comunidade de aves | 209 |
| 5.2.3.6 | Mastofauna..... | 209 |
| 5.2.3.6.1 | Metodologia..... | 210 |
| 5.2.3.6.2 | Resultados obtidos no levantamento | 212 |
| 5.2.3.6.3 | Espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção | 218 |



| | | |
|---|--|-----|
| 5.2.3.6.4 | Considerações e possíveis impactos sobre a mastofauna..... | 222 |
| 5.2.3.7 | Corredores ecológicos | 224 |
| 5.2.4 | Unidades de conservação..... | 226 |
| 5.2.5 | Bioindicadores | 230 |
| 5.2.6 | Síntese | 232 |
| BIBLIOGRAFIA | | 234 |
| GLOSSÁRIO | | 248 |
| ANEXO | | 264 |
| ANEXO I – LAUDOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA..... | | 265 |
| APÊNDICES..... | | 266 |
| APÊNDICE I – ATLAS TEMÁTICO DO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (VOLUME SEPARADO) | | 267 |
| APÊNDICE II – MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO POR FOTOINTERPRETAÇÃO INTEGRADA AO USO DO SOLO (VOLUME SEPARADO)..... | | 268 |
| APÊNDICE III – ESTUDO SOCIOAMBIENTAL DO GRUPO INDÍGENA KAINGANG (VOLUME SEPARADO)..... | | 269 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 – ESTATÍSTICA DE ACIDENTES – BR-386, KM 351,5 AO KM 385,0, ANO 2008..... | 10 |
| FIGURA 2 – ACIDENTE NA BR-386/RS | 11 |
| FIGURA 3 – NÚMERO DE MORTES – BR-386, ENTRE TRIUNFO E CANOAS | 11 |
| FIGURA 4 – PORCENTAGEM POR ATIVIDADE: ALTERNATIVA A..... | 27 |
| FIGURA 5 – PORCENTAGEM POR ATIVIDADE: ALTERNATIVA B..... | 28 |
| FIGURA 6 – SEÇÕES TRANSVERSAIS TIPO: SEGMENTOS RURAIS E TRAVESSIAS URBANAS..... | 31 |
| FIGURA 7 – PEDREIRA LOCALIZADA A APROXIMADAMENTE 1.400 M DO LADO ESQUERDO A PARTIR DO KM 354+500 | 36 |
| FIGURA 8 – FACE SUDOESTE DA PEDREIRA, ONDE É POSSÍVEL DE SE OBSERVAR A BOA QUALIDADE DA OCORRÊNCIA | 36 |
| FIGURA 9 – ARGILA MUITO ARENOSA, PROVÁVEL MATERIAL A SER UTILIZADO PARA CAMADA DE ATERRO, NO KM 358+900, LADO DIREITO | 38 |
| FIGURA 10 – EMPRÉSTIMO LATERAL NO KM 359+500, LADO ESQUERDO | 38 |
| FIGURA 11 – MATERIAL DE EMPRÉSTIMO COMPOSTO POR ARGILA ARENOSA NO KM 371+800, LADO DIREITO..... | 39 |
| FIGURA 12 – PASSARELA PARA PEDESTRES | 51 |
| FIGURA 13 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE DRENAGEM E DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS EXISTENTES | 53 |
| FIGURA 14 – MASSAS DE AR QUE ATUAM NA AMÉRICA DO SUL | 64 |
| FIGURA 15 – ROTAS DE ATUAÇÃO DAS FRENTES FRIAS NO INVERNO (A) E VERÃO (B)..... | 65 |
| FIGURA 16 – PRECIPITAÇÃO (MM) PARA TAQUARI..... | 66 |
| FIGURA 17 – PRECIPITAÇÃO SAZONAL PARA TAQUARI | 66 |
| FIGURA 18 – BALANÇO HÍDRICO PARA O MUNICÍPIO DE TAQUARI | 68 |
| FIGURA 19 – TEMPERATURA DO AR (°C) PARA O MUNICÍPIO DE TAQUARI | 69 |
| FIGURA 20 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C) NA PRIMAVERA..... | 69 |
| FIGURA 21 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C) NO VERÃO | 70 |
| FIGURA 22 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C) NO OUTONO | 70 |
| FIGURA 23 – TEMPERATURA MÉDIA DO AR (°C) NO INVERNO | 71 |
| FIGURA 24 – UMIDADE RELATIVA DO AR (%) | 72 |
| FIGURA 25 – UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NA PRIMAVERA | 72 |
| FIGURA 26 – UMIDADE RELATIVA DO AR NO VERÃO..... | 73 |
| FIGURA 27 – UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NO OUTONO..... | 73 |
| FIGURA 28 – UMIDADE RELATIVA DO AR (%) NO INVERNO..... | 74 |
| FIGURA 29 – DIREÇÃO E INTENSIDADE (M/S) DO VENTO SAZONAL NA PRIMAVERA, PARA A REGIÃO DO EMPREENDIMENTO .. | 75 |
| FIGURA 30 – DIREÇÃO E INTENSIDADE (M/S) DO VENTO SAZONAL NO VERÃO, PARA A REGIÃO DO EMPREENDIMENTO..... | 75 |
| FIGURA 31 – DIREÇÃO E INTENSIDADE (M/S) DO VENTO SAZONAL NO OUTONO, PARA A REGIÃO DO EMPREENDIMENTO..... | 76 |
| FIGURA 32 – DIREÇÃO E INTENSIDADE (M/S) DO VENTO SAZONAL NO INVERNO, PARA A REGIÃO DO EMPREENDIMENTO..... | 76 |
| FIGURA 33 – INSOLAÇÃO (HORAS) PARA O MUNICÍPIO DE TAQUARI | 77 |
| FIGURA 34 – COLUNA ESTRATIGRÁFICA DA BACIA DO PARANÁ..... | 81 |
| FIGURA 35 – AFLORAMENTO DE BASALTO VESICULAR COM 2,5 M DE ALTURA E 50 M DE EXTENSÃO NO KM 351 | 82 |
| FIGURA 36 – DETALHE DO AFLORAMENTO ONDE SE OBSERVA A PRESENÇA INTENSA DE VESÍCULAS CENTIMÉTRICAS PREENCHIDAS POR ZEÓLITAS..... | 82 |
| FIGURA 37 – AFLORAMENTO DE BASALTO COM DISJUNÇÃO HORIZONTAL E FRATURAMENTO INTENSO, KM 352+120 | 82 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 38 – AFLORAMENTO NO KM 352+140, LADO DIREITO DA RODOVIA, ONDE SE OBSERVA QUE JÁ FOI REMOVIDO O HORIZONTE DE SOLO, RESTANDO PARTE DO REGOLITO | 82 |
| FIGURA 39 – AFLORAMENTO DE ROCHA BASÁLTICA COM APROXIMADAMENTE 5 M DE ALTURA E 30 M DE EXTENSÃO, KM 353+660..... | 83 |
| FIGURA 40 – DETALHE DA DISJUNÇÃO TABULAR E DA PORÇÃO MACIÇA DA ROCHA BASÁLTICA, KM 353+660 | 83 |
| FIGURA 41 – AFLORAMENTO DE ROCHA BASÁLTICA NO LADO ESQUERDO DA RODOVIA, KM 368+700 | 83 |
| FIGURA 42 – AFLORAMENTO DE ROCHA BASÁLTICA NO LADO DIREITO DA RODOVIA, KM 368+700 | 83 |
| FIGURA 43 – AFLORAMENTO DE ARENITO BOTUCATU NO LADO DIREITO DA RODOVIA, KM 370, COM APROXIMADAMENTE 10 M DE ALTURA E 50 M DE EXTENSÃO..... | 84 |
| FIGURA 44 – AFLORAMENTO DE ARENITO BOTUCATU NO LADO DIREITO DA RODOVIA, KM 372 | 84 |
| FIGURA 45 – AFLORAMENTO DE ARENITO BOTUCATU COM APROXIMADAMENTE 15 M DE ALTURA. INICIA-SE NO KM 380+100 E SE ESTENDE ATÉ O KM 381 | 84 |
| FIGURA 46 – MORRO TESTEMUNHO NO LADO ESQUERDO DA RODOVIA, KM 382+500 | 84 |
| FIGURA 47 – DETALHE DO MORRO TESTEMUNHO ONDE SE OBSERVA O ARENITO BOTUCATU NO TOPO E OS ARENITOS DA FORMAÇÃO PIRAMBÓIA NA BASE | 85 |
| FIGURA 48 – DETALHE DO CONTATO EROSIVO (NA ELIPSE VERMELHA) ENTRE AS FORMAÇÕES BOTUCATU (TOPO) E PIRAMBÓIA (BASE)..... | 85 |
| FIGURA 49 – TRE – NITOSSOLO VERMELHO DERIVADOS DE ROCHAS ÍGNEAS BÁSICAS | 107 |
| FIGURA 50 – TRE – PAISAGEM DE OCORRÊNCIA DA UNIDADE DE MAPEAMENTO TRE | 107 |
| FIGURA 51 – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DERIVADO DE ROCHAS SEDIMENTARES (TEOR DE ARGILA INTERMEDIÁRIO) | 108 |
| FIGURA 52 – PVA9 – PAISAGEM DE OCORRÊNCIA DO ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO E ARGISSOLO VERMELHO. | 108 |
| FIGURA 53 – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DERIVADO DE ROCHAS SEDIMENTARES (MAIS ARENOSO)..... | 109 |
| FIGURA 54 – PVA8 – PAISAGEM DE OCORRÊNCIA DO ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DA UNIDADE PVA8 | 109 |
| FIGURA 55 – MARGEM DO ARROIO ESTRELA PRÓXIMA À CIDADE, COM EVIDÊNCIAS DE DESMORONAMENTO DE SUA MARGEM ESQUERDA..... | 112 |
| FIGURA 56 – DESMORONAMENTO DA MARGEM ESQUERDA DO ARROIO ESTRELA..... | 112 |
| FIGURA 57 – EROSÃO DA MARGEM ESQUERDA DO ARROIO ESTRELA | 113 |
| FIGURA 58 – DETALHE DA EROSÃO E DESMORONAMENTO DA MARGEM DO ARROIO ESTRELA..... | 113 |
| FIGURA 59 – MARGEM ESQUERDA DO ARROIO CONCÓRDIA SEM EVIDÊNCIAS DE EROSÃO..... | 113 |
| FIGURA 60 – MARGEM DIREITA DO ARROIO CONCÓRDIA – ESTÁVEL E SEM DESMORONAMENTO..... | 113 |
| FIGURA 61 – DRENAGEM EXISTENTE NO KM 359 | 114 |
| FIGURA 62 – DUTO DA DRENAGEM DO KM 359..... | 114 |
| FIGURA 63 – BUEIRO EXISTENTE NO KM 361+820..... | 114 |
| FIGURA 64 – AÇUDE EXISTENTE NA ADA, KM 365+600 | 114 |
| FIGURA 65 – AÇUDE EXISTENTE NA ADA, KM 365+900 | 114 |
| FIGURA 66 – AÇUDE EXISTENTE NA ADA, KM 367+720 | 114 |
| FIGURA 67 – AÇUDE EXISTENTE NA ADA, KM 374+100 | 115 |
| FIGURA 68 – ÁREA DE BAIXADA E ALAGADA EXISTENTE NA ADA, KM 376+700 | 115 |
| FIGURA 69 – AÇUDES EXISTENTES NA ADA, KM 381+600 | 115 |
| FIGURA 70 – ÁREA DE BAIXADA E ALAGADA EXISTENTE NA ADA, KM 381+500 | 115 |
| FIGURA 71 – INFLEXÃO DO ARROIO ESTRELA (EM AZUL) NO LOCAL ONDE SERÁ INSERIDA A PONTE (EM VERMELHO) | 116 |
| FIGURA 72 – INFLEXÃO DO ARROIO CONCÓRDIA (EM AZUL) NO LOCAL ONDE SERÁ INSERIDA A PONTE (EM VERMELHO) | 116 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 73 – SISTEMAS AQUÍFEROS EXISTENTES NA ÁREA (SEGMENTO A SER DUPLICADO MARCADO PELA ELIPSE) | 121 |
| FIGURA 74 – CORTE DE BARRANCO DE SOLO ARGILOSO COM ÁREA ALAGADA DEVIDO À BAIXA TAXA DE INFILTRAÇÃO APÓS PERÍODO DE CHUVA..... | 122 |
| FIGURA 75 – AFLORAMENTO DE ARENITO EM CORTE DE ESTRADA ONDE SE OBSERVA ÁGUA VERTENDO APÓS PERÍODO DE CHUVA | 122 |
| FIGURA 76 – GRÁFICO DE ESPESURAS DAS SONDAGENS REALIZADAS NA ADA NO TRECHO 1..... | 133 |
| FIGURA 77 – PERFIL TOPOGRÁFICO, GEOLÓGICO E DE SOLOS DO TRECHO 1 | 134 |
| FIGURA 78 – GRÁFICO DE ESPESURAS DAS SONDAGENS REALIZADAS NA ADA NO TRECHO 2..... | 136 |
| FIGURA 79 – PERFIL TOPOGRÁFICO, GEOLÓGICO E DE SOLOS DO TRECHO 2 | 137 |
| FIGURA 80 – MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR | 150 |
| FIGURA 81 – TAXA DE EMISSÃO DE MATERIAL PARTICULADO..... | 151 |
| FIGURA 82 – FLORESTA DE GALERIA NO ARROIO ESTRELA, EVIDENCIANDO A PRESENÇA DE MORUS NIGRA, NO PRIMEIRO PLANO; GUADUA TRINII E LUEHEA DIVARICATA AO FUNDO | 158 |
| FIGURA 83 – DETALHE MOSTRANDO O TAQUARUÇU (GUADUA TRINII), ESPÉCIE EXCLUSIVA DAS FLORESTAS DE GALERIA, ONDE POR VEZES PODE FORMAR EMARANHADOS INTRANSPONÍVEIS | 158 |
| FIGURA 84 – EXEMPLAR DE IPÊ-ROXO (TABEBUIA HEPTAPHYLLA) FLORIDO, TESTEMUNHO DE UMA ÉPOCA EM QUE AS FLORESTAS ESTACIONAIS COBRIAM GRANDE PARTE DA REGIÃO | 159 |
| FIGURA 85 – INTERIOR DE UM FRAGMENTO FLORESTAL PRIMÁRIO, EM CUJO INTERIOR HOUE, POSSIVELMENTE, CORTE SELETIVO. O EXEMPLAR AO CENTRO É UM CEDRO (CEDRELA FISSILIS)..... | 159 |
| FIGURA 86 – FRAGMENTO FLORESTAL EM ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO, COM PRESENÇA DA ARAUCÁRIA EM MISTURA COM OS ELEMENTOS DA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL | 160 |
| FIGURA 87 – TÍPICO REPRESENTANTE DE FLORESTA EM ESTÁGIO MÉDIO DE REGENERAÇÃO, EVIDENCIANDO A FALTA DE ESTRATIFICAÇÃO E A UNIFORMIDADE DE DIÂMETROS DE TRONCO..... | 160 |
| FIGURA 88 – MORRO ARENÍTICO PRÓXIMO DA SEDE DE TABAÍ, NUMA DAS PONTAS DO TRECHO DA BR-386 SOB LICENCIAMENTO; NOTE-SE A COBERTURA FLORESTAL CONTÍNUA NO MORRO..... | 161 |
| FIGURA 89 – INTERIOR DA FLORESTA NA BASE DE UM PAREDÃO DE ARENITO..... | 161 |
| FIGURA 90 – TÍPICO POTREIRO OU CAMPO DE PASTAGEM DA REGIÃO, NO PRIMEIRO PLANO, ONDE A DIVERSIDADE É MUITO BAIXA..... | 162 |
| FIGURA 91 – OUTRO EXEMPLO DE POTREIRO, NESTE CASO COM GRAMÍNEAS EXÓTICAS FORMANDO A MATRIZ DA COBERTURA VEGETAL | 162 |
| FIGURA 92 – PLANTAÇÕES COMERCIAIS DE EUCALIPTO E ACÁCIA-NEGRA DOMINAM GRANDE PARTE DA REGIÃO..... | 162 |
| FIGURA 93 – ... E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA PODE SER VISTA NA BEIRA DAS ESTRADAS SECUNDÁRIAS | 162 |
| FIGURA 94 – PAISAGEM PRESERVADA, COM FLORESTA DE ENCOSTA DE MORRO ARENÍTICO (A), FRAGMENTO FLORESTAL COM ARAUCÁRIA (B), FLORESTA DE GALERIA COM TAQUARUÇU (C) E VEGETAÇÃO PALUSTRE ADJACENTE..... | 163 |
| FIGURA 95 – PAISAGEM MAIS FACILMENTE ENCONTRADA NA REGIÃO, COM FLORESTA COMERCIAL DE EUCALIPTO (D), UMA PEQUENA FAIXA DE MATA NATIVA EM ESTÁGIO MÉDIO (E) E O SOLO EXPOSTO PREPARADO PARA O PLANTIO | 163 |
| FIGURA 96 – FICUS ADHATODIFOLIA (FIGUEIRA)..... | 174 |
| FIGURA 97 – MAYTENUS DASYCLADA (CORÇÃO-DE-BUGRE)..... | 174 |
| FIGURA 98 – TILLANDSIA AERANTHOS (CRAVO-DO-MATO) | 174 |
| FIGURA 99 – TILLANDSIA TENUIFOLIA (CRAVO-DO-MATO)..... | 174 |
| FIGURA 100 – TROPAEOLUM PENTAPHYLLUM (CHAGA-MIÚDA) | 174 |
| FIGURA 101 – APULEIA LEIOCARPA (GRÁPIA-PUNHA)..... | 174 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 102 – AECHMEA CALYCVLATA (BROMÉLIA) | 175 |
| FIGURA 103 – ARROIO CONCÓRDIA JUNTO À PONTE NA BR 386 | 179 |
| FIGURA 104 – ARROIO ESTRELA JUNTO À PONTE NA BR-386 | 179 |
| FIGURA 105 – CURVA DE SUFICIÊNCIA AMOSTRAL | 180 |
| FIGURA 106 – HÁBITO ALIMENTAR DAS ESPÉCIES IDENTIFICADAS PARA A ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO | 182 |
| FIGURA 107 – HABITAT PREFERENCIAL DAS ESPÉCIES IDENTIFICADAS PARA A ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO . | 183 |
| FIGURA 108 – CHEIRODON INTERRUPTUS (LAMBARÍ) | 184 |
| FIGURA 109 – HYPHESSOBRYCON BOULENGERI (LAMBARÍ) | 184 |
| FIGURA 110 – HYPHESSOBRYCON LUETKENII (LAMBARÍ) | 184 |
| FIGURA 111 – RINELORICARIA CADEAE (VIOLA) | 184 |
| FIGURA 112 – OLIGOSARCUS SP. (TAMBICU) | 184 |
| FIGURA 113 – CYPHOCHARAX VOGA (BIRU) | 184 |
| FIGURA 114 – CURVA DE SUFICIÊNCIA AMOSTRAL | 187 |
| FIGURA 115 – EXEMPLAR DE PHRYNOPS HILARII (CÁGADO-PESCOÇUDO) AMOSTRADO TERMORREGULANDO EM AÇUDE ARTIFICIAL | 189 |
| FIGURA 116 – CURVA DE SUFICIÊNCIA AMOSTRAL | 190 |
| FIGURA 117 – VISUALIZAÇÃO DA UMA ÁREA ABERTA COM ARBUSTOS E PLANTAÇÕES DE EUCALIPTOS AO FUNDO | 192 |
| FIGURA 118 – VISUALIZAÇÃO DA ÁREA DE CAMPO ALAGADA ADJACENTE A BR – 386 | 192 |
| FIGURA 119 – VISUALIZAÇÃO DA UMA ÁREA DE MATA COM FORTE PRESSÃO ANTRÓPICA | 193 |
| FIGURA 120 – VISUALIZAÇÃO DA ÁREA DE MATA CILIAR PRÓXIMA AO ARROIO ESTRELA QUE ATRAVESSA A BR-386 | 193 |
| FIGURA 121 – CASAL DE BALANÇA-RABO-DE-MÁSCARA (POLIOPTILA DUMICOLA) PREPARANDO PARA O ACASALAMENTO .. | 195 |
| FIGURA 122 – GARÇA-VAQUEIRA (BUBULCUS IBIS). UMA ESPÉCIE MUITO COMUM NA ÁREA DE ESTUDO | 195 |
| FIGURA 123 – BEIJA-FLOR-DE-TOPETE (STEPHANOXIS LALANDI), ESPÉCIE DE FÁCIL VISUALIZAÇÃO NA ÁREA DE ESTUDO | 195 |
| FIGURA 124 – JOÃO-DE-BARRO (FURNARIUS RUFUS). UMA DAS ESPÉCIES MAIS COMUNS DA AVIFAUNA BRASILEIRA | 195 |
| FIGURA 125 – CURVA DE SUFICIÊNCIA AMOSTRAL DOS PONTOS DE CONTAGEM NO INVERNO E PRIMAVERA NOS TRÊS AMBIENTES ESTUDADOS DA BR-386/RS | 196 |
| FIGURA 126 – RIQUEZA OBSERVADA E ESTIMADA (JACK-KNIFE 1) NO INVERNO E PRIMAVERA NOS TRÊS AMBIENTES ESTUDADOS DA BR-386/RS | 197 |
| FIGURA 127 – ABUNDÂNCIA RELATIVA DAS ESPÉCIES (ÍNDICE PONTUAL DE ABUNDÂNCIA) NOS TRÊS AMBIENTES ESTUDADOS (PONTO DE CONTAGEM/Nº DE REGISTROS) NAS ESTAÇÕES ESTUDADAS DA BR-386/RS | 197 |
| FIGURA 128 – FOTO DE UMA ARACUÃ RECÉM ATROPELADA | 209 |
| FIGURA 129 – FOTO DE UMA JURITI-PUPU | 209 |
| FIGURA 130 – ÁREA DE FLORESTA AMOSTRADA | 210 |
| FIGURA 131 – ÁREA DE CAMPO AMOSTRADA | 210 |
| FIGURA 132 – SEMENTES DE PALMEIRA PREDADAS POR ESQUILO | 212 |
| FIGURA 133 – PEGADAS DE GAMBÁ | 212 |
| FIGURA 134 – CARAPAÇA DE TATU | 213 |
| FIGURA 135 – ARMADILHA UTILIZADA NO ESTUDO. RATO-DO-MATO (OLIGORYZOMYS NIGRIPES) | 213 |
| FIGURA 136 – PORCENTAGEM DE ESPÉCIES EM CADA UMA DAS ORDENS DE MAMÍFEROS REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO | 213 |
| FIGURA 137 – NÚMERO DE INDIVÍDUOS CAPTURADOS DAS QUATRO ESPÉCIES DE PEQUENOS MAMÍFEROS REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO | 214 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 138 – CURVA DE SUFICIÊNCIA AMOSTRAL NA ÁREA DE ESTUDO | 214 |
| FIGURA 139 – HABITAT DE PREFERÊNCIA DAS ESPÉCIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO..... | 215 |
| FIGURA 140 – PORCENTAGEM DE ESPÉCIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO QUANTO AO TIPO DE LOCOMOÇÃO | 215 |
| FIGURA 141 – PORCENTAGEM DE ESPÉCIES DE MAMÍFEROS REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO QUANTO À DIETA | 216 |
| FIGURA 142 – ESTIMATIVA DA ABUNDÂNCIA DE MAMÍFEROS ATROPELADOS NO PERCURSO DA DUPLICAÇÃO DA BR-386 EM UM ANO (365 DIAS) | 217 |
| FIGURA 143 – ESTIMATIVA DA ABUNDÂNCIA DE MAMÍFEROS ATROPELADOS NO PERCURSO DA DUPLICAÇÃO DA BR-386 EM UM ANO (365 DIAS) | 217 |
| FIGURA 144 – PORCENTAGEM DE INDIVÍDUOS ATROPELADOS AO LONGO DO TRAJETO DE DUPLICAÇÃO DA BR-386 | 218 |
| FIGURA 145 – GAMBÁ-DE-ORELHA-BRANCA DIDELPHIS ALBIVENTRIS ATROPELADO..... | 218 |
| FIGURA 146 – OURIÇO-CACHEIRO SPHIGGURUS VILLOSUS ATROPELADO | 218 |
| FIGURA 147 – VISTA DO ARROIO ESTRELA | 225 |
| FIGURA 148 – VISTA DO ARROIO CONCÓRDIA | 226 |
| FIGURA 149 – VISTA DO ARROIO SANTA CRUZ (TRECHO JÁ DUPLICADO) | 226 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|---|-----|
| TABELA 1 – NÚMERO MÉDIO DE VEÍCULOS POR DIA, PRAÇA DE PEDÁGIO FAZENDA VILANOVA..... | 8 |
| TABELA 2 – CUSTOS POR TIPO DE ACIDENTE PARA O ANO DE 2007 | 12 |
| TABELA 3 – OCUPAÇÃO LATERAL DA RODOVIA BR-386/RS | 13 |
| TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS DAS RODOVIAS NO RIO GRANDE DO SUL – 2004 | 15 |
| TABELA 5 – RESUMO DO ORÇAMENTO | 27 |
| TABELA 6 – LARGURAS DAS FAIXAS DE ROLAMENTO (EM METROS) | 32 |
| TABELA 7 – LARGURAS DOS ACOSTAMENTOS EXTERNOS (EM METROS) | 32 |
| TABELA 8 – LARGURAS DOS ACOSTAMENTOS INTERNOS (EM METROS) PARA PISTAS DE MÃO ÚNICA..... | 33 |
| TABELA 9 – AFASTAMENTO LATERAL MÍNIMO DO BORDO DO ACOSTAMENTO (METROS) PARA RODOVIAS CLASSE I | 33 |
| TABELA 10 – VOLUMES DE TERRAPLANAGEM. | 34 |
| TABELA 11 – EQUIPE TÉCNICA MÍNIMA..... | 35 |
| TABELA 12 – EMPRÉSTIMOS CONCENTRADOS – DADOS DO LEVANTAMENTO DE CAMPO REALIZADO EM 15/12/2008 | 40 |
| TABELA 13 – RELAÇÃO DE EQUIPAMENTOS MÍNIMOS NECESSÁRIOS PARA A IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO | 48 |
| TABELA 14 – ESTIMATIVAS DE TRÁFEGO FUTURO – VMD | 49 |
| TABELA 15 – TEMPOS DE RECORRÊNCIA PARA ESTRUTURAS DE DRENAGEM..... | 52 |
| TABELA 16 – RESULTADOS DO BALANÇO HÍDRICO PARA O VALE DO TAQUARI | 67 |
| TABELA 17 – FATOR DE ERODIBILIDADE (K EM $T.H.MJ^{-1}.MM^{-1}$) DE ALGUNS LATOSSOLOS NO BRASIL | 95 |
| TABELA 18 – FATOR DE ERODIBILIDADE DE SOLOS DO DF PELO MÉTODO DO NOMOGRAMA | 96 |
| TABELA 19 – GRAU DE SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO DAS DIFERENTES CLASSES DE SOLOS | 96 |
| TABELA 20 – CLASSES DE DECLIVIDADE E INTERVALOS DE VALORES PERCENTUAIS | 97 |
| TABELA 21 – SUSCETIBILIDADE À EROÇÃO: ÁREAS | 99 |
| TABELA 22 – UNIDADES DE MAPEAMENTO..... | 101 |
| TABELA 23 – ÁREAS DAS SUB-BACIAS DA AII | 110 |
| TABELA 24 – PARÂMETROS HIDROLÓGICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA TAQUARI-ANTAS | 111 |
| TABELA 25 – DEMANDAS HÍDRICAS GLOBAIS E SETORIAIS ANUAIS (MÉDIAS) PARA A BACIA | 111 |
| TABELA 26 – RESULTADOS DAS ANÁLISES DE LABORATÓRIO DA QUALIDADE DA ÁGUA | 126 |
| TABELA 27 – NÍVEL DE CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO NCA PARA AMBIENTES EXTERNOS, EM DB(A) | 141 |
| TABELA 28 – LIMITES MÁXIMOS DE EMISSÕES PARA VEÍCULOS LEVES NOVOS, SEGUNDO PROCONVE | 147 |
| TABELA 29 – TIPOS DE VEGETAÇÃO FLORESTAL LOCALIZADAS NA ÁREA ONDE HAVERÁ SUPRESSÃO E RESPECTIVA ÁREA..... | 176 |
| TABELA 30 – TIPOS DE VEGETAÇÃO E FISIONOMIAS OCORRENTES NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA E RESPECTIVAS ÁREAS DE COBERTURA, ORDENADAS SEGUNDO A IMPORTÂNCIA EM EXTENSÃO OCUPADA..... | 176 |
| TABELA 31 – LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM DOS DADOS PRIMÁRIOS DA FAUNA. | 178 |
| TABELA 32 – VALORES DE CPUE PARA ESPÉCIES CAPTURADAS NOS DIFERENTES PONTOS DE COLETA..... | 182 |
| TABELA 33 – ESPÉCIES ENCONTRADAS ATROPELADAS E FORMAÇÃO ADJACENTE À RODOVIA BR-386/RS | 208 |
| TABELA 34 – UNIDADES DE CONSERVAÇÃO ESTADUAIS E FEDERAIS NO RIO GRANDE DO SUL..... | 227 |
| TABELA 35 – RESERVAS PARTICULARES DO PATRIMÔNIO NATURAL NO RIO GRANDE DO SUL..... | 229 |

ÍNDICE DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| QUADRO 1 – IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR | 2 |
| QUADRO 2 – IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA | 2 |
| QUADRO 3 – EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO EIA/RIMA | 3 |
| QUADRO 4 – SELEÇÃO DO NÍVEL DE SERVIÇO NO PROJETO DE RODOVIAS RURAIS | 9 |
| QUADRO 5 – PRINCIPAIS LEGISLAÇÕES APLICÁVEIS AO PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL DA ATIVIDADE PROPOSTA | 19 |
| QUADRO 6 – RELAÇÃO GERAL ENTRE AS CLASSES FUNCIONAIS E AS CLASSES DE PROJETO | 29 |
| QUADRO 7 – CLASSES DE PROJETO E CRITÉRIOS DE CLASSIFICAÇÃO TÉCNICA | 29 |
| QUADRO 8 – TIPOS DE PROBLEMAS GEOLÓGICO-GEOTÉCNICOS | 88 |
| QUADRO 9 – UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS QUE OCORREM NA ÁREA EM ESTUDO | 90 |
| QUADRO 10 – RELAÇÃO ENTRE A CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ATUAL E A ANTERIORMENTE UTILIZADA EM LEVANTAMENTOS PEDOLÓGICOS NO BRASIL | 104 |
| QUADRO 11 – CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DOCES EM FUNÇÃO DO USO CONFORME RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005 .. | 123 |
| QUADRO 12 – FONTES DE RUÍDOS RODOVIÁRIOS | 139 |
| QUADRO 13 – PADRÕES DE QUALIDADE DO AR | 146 |
| QUADRO 14 – PADRÕES NACIONAIS DA QUALIDADE DO AR (RESOLUÇÃO CONAMA Nº 03, DE 28/06/90) | 146 |
| QUADRO 15 – LISTA DAS ESPÉCIES IDENTIFICADAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DA BR-386 E RESPECTIVAS INFORMAÇÕES ECOLÓGICAS | 163 |
| QUADRO 16 – ESPÉCIES RELACIONADAS PARA A ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO JUNTAMENTE COM INFORMAÇÕES REFERENTES AO HÁBITO ALIMENTAR E HABITAT PREFERENCIAL | 181 |
| QUADRO 17 – ESPÉCIES DE ANFÍBIOS ENCONTRADAS NOS LEVANTAMENTOS PRIMÁRIOS | 187 |
| QUADRO 18 – ESPÉCIES DE ANFÍBIOS CITADAS PARA REGIÃO E ÁREA DE DUPLICAÇÃO DA BR-386, COM O NOME CIENTÍFICO, NOME POPULAR E TIPO DE REGISTRO | 188 |
| QUADRO 19 – ESPÉCIES DE RÉPTEIS ENCONTRADAS NOS LEVANTAMENTOS PRIMÁRIOS | 190 |
| QUADRO 20 – ESPÉCIES DE RÉPTEIS CITADAS PARA REGIÃO E ÁREA DE DUPLICAÇÃO DA BR-386, COM O NOME CIENTÍFICO, NOME POPULAR E TIPO DE REGISTRO | 191 |
| QUADRO 21 – RELAÇÃO DAS ESPÉCIES DE AVES REGISTRADAS NAS ÁREAS DA DUPLICAÇÃO DA BR-386 ENTRE OS MUNICÍPIOS DE TABAÍ E ESTRELA | 198 |
| QUADRO 22 – LISTA DE ESPÉCIES REGISTRADAS NA ÁREA DE ESTUDO | 219 |
| QUADRO 23 – BIOINDICADORES DA FLORA | 231 |

LISTA DE SIGLAS

A - Perda de solo

AASHTO - Associação Estadunidense de Oficiais de Transporte e Rodovias

ADA - Área Diretamente Afetada

AID - Área de Influência Direta

All - Área de Influência Indireta

APHA - American Public Health Association

BPR - Bureau of Public Roads

BR - Rodovia Federal

BRAMS - Brazilian Regional Atmospheric Modeling System

C - Fator de uso e manejo do solo

CAD - Capacidade Disponível

CATT-BRAMS - Coupled Aerosol and Tracers Transport Atmospheric Modeling System

CBR - Índice de Suporte Califórnia de Solos

CBRO - Conselho Brasileiro de Registros Ornitológicos

cE - Massa equatorial continental

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CF - Constituição Federal

CLT - Consolidação das Leis do Trabalho

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

CPRM - Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais

CPTEC - Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos

CPUE - Índice de Captura por Unidade de Esforço

cT - Massa tropical continental

CTF - Conselho Técnico Federal

dB - Decibéis

DEF - Deficiência Hídrica

DEFAP - Departamento de Florestas e Áreas Protegidas

DMT - Distância Média de Transporte

DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagens

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte

DQO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DRH - Departamento de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul



DSG - Diretoria de Serviço Geográfico
EC - Empréstimos Concentrados
EIA/RIMA - Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental
EPI - Equipamento de Proteção Individual
ETP - Evapotranspiração Potencial
ETR - Evapotranspiração Real
EUPS - Equação Universal de Perdas de Solos
EXC - Excedente Hídrico
FEPAGRO - Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária
FEPAM/RS - Fundação Estadual de Proteção Ambiental do Estado do Rio Grande do Sul
FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
ha - Hectare
HAZEN - Unidade de medida de cor
HUNIVATES - Herbário do Museu de Ciências Naturais da Univates
IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPA - Índice Pontual de Abundância
IPR - Instituto de Pesquisas Rodoviárias
ISA - Indicator Species Analyses
K - Condutividade hidráulica
K - Fator erodibilidade do solo
km - Quilômetro
km² - Quilômetro quadrado
L e S - Componentes do fator topográfico
LD - Lado Direito
LE - Lado Esquerdo
LI - Licença de Instalação
LO - Licença de Operação
LP - Licença Prévia
m - Metro
m/dia - Metro por dia
m/s - Metro por segundo
m² - Metro
m³/h/m - Metro cúbico por hora por metro

m³/s - Metro cúbico por segundo
MERCOSUL - Mercado Comum do Sul
mg/l - Miligrama por litro
MJ.mm. ha⁻¹ ano⁻¹ - Mega Joule milímetro por hectare ano
mm - Milímetro
MNT - Modelo Numérico do Terreno
mP - Massa polar marítima
mT - Massa tropical marítima
NBR - Norma Brasileira Regulamentadora
NMP/100 ml - Número Mais Provável por cem mililitros
NPS - Nível de Pressão Sonora
NR - Norma Regulamentadora
NRRsf - Nível de Redução de Ruído – *subject fit*
OD - Oxigênio dissolvido
P - Fator Práticas conservacionistas
PACA - Porto Alegre-Colégio Anchieta/Herbário Anchieta
PCA - Plano de Controle Ambiental
PCMSO - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
pH - Potencial hidrogeniônico
PM₁₀ - Partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 10 µm
PNMA - Política Nacional de Meio Ambiente
PPRA - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais
PRONAR - Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar
PTS - Partículas Totais em Suspensão
R - Fator erosividade da chuva
RPPN - Reservas Particulares do Patrimônio Natural
RS - Rio Grande do Sul
RSC - Rodovia Estadual Coincidente
RST - Rodovia Estadual Transitória
S - Coeficiente de armazenamento
SAG - Sistema Aquifero Guarani
SEMA - Secretaria de Meio Ambiente do Rio Grande do Sul
SEPLAG/RS - Secretaria de Planejamento e Gestão do Rio Grande do Sul
SiBCS - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SIG - Sistema de Informações Geográficas



SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente

STE - Serviços Técnicos de Engenharia S.A.

T - Transmissividade

t.h.MJ⁻¹mm⁻¹ - Tonelada hora por mega Joule milímetro

t.ha⁻¹ano⁻¹ - Tonelada por hectare ano

UC - Unidade de Conservação

UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul

UNIVATES - Centro Universitário Univates

UNIVIAS - Consórcio privado formado pelas concessionárias Convias, Sulvias e Metrovias

UNT - Unidade Nefelométrica de Turbidez

USAID - United States Agency for International Development

UTM - Universal Transversa Mercator

μS/cm - Micro Siemens por centímetro

‰ - Por mil

% - Por cento

°C - Grau Celsius

INTRODUÇÃO

O presente trabalho contempla o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) referente à implantação do empreendimento rodoviário de duplicação da rodovia federal BR-386/RS, no trecho compreendido entre o entroncamento com a BR-158(A) – divisa entre Santa Catarina e Rio Grande do Sul e o entroncamento com a BR-116(B)/290 – Porto Alegre, subtrecho entre o entroncamento com a BR-453/RS-130 – para Lajeado e o entroncamento com a BR-287(A) – Tabaí. O documento visa atender ao predisposto na legislação ambiental brasileira e ao Termo de Referência (TR) do “Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental, referentes à duplicação da rodovia BR-386, no subtrecho entre o entroncamento BR-453/RS-130 (para Lajeado) até o entroncamento BR-287(A) – Tabaí, segmento entre os quilômetros 350,8 e 386,0, no estado do Rio Grande do Sul, com 35,2 km de extensão”, emitido pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) para a atividade.

Este estudo é composto por dois volumes e seus anexos e apêndices, a saber:

- Volume I: Caracterização do Empreendimento, Diagnóstico Ambiental – Meio Físico e Meio Biótico;
- Volume II: Diagnóstico Ambiental – Meio Socioeconômico –, Avaliação de Impacto Ambiental e Medidas Mitigadoras, Compensatórias e Programas Ambientais;
- Anexo I: Laudos das Análises de Água;
- Anexo II: Prospecção e Diagnóstico Arqueológico Pré-histórico e Histórico na Área de Duplicação da BR-386, Triunfo, Tabaí, Taquari, Fazenda Vilanova, Bom Retiro do Sul e Estrela – RS;
- Apêndice I: Atlas Temático do Estudo de Impacto Ambiental (volume separado);
- Apêndice II: Mapeamento da vegetação por fotointerpretação integrada ao uso do solo (volume separado);
- Apêndice III: Estudo socioambiental do Grupo Indígena Kaingang (volume separado).

1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR E EMPRESA CONSULTORA

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Quadro 1 – Identificação do empreendedor

| Empreendedor | Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes |
|---------------------|---|
| CNPJ-MF | 04.892.707/0001-00 |
| CTF-IBAMA | 671.360 |
| Endereço | Setor de Autarquias Norte, Edifício Núcleo dos Transportes, Quadra 3, Bloco A, CEP: 70040-902 |
| Cidade | Brasília – DF |
| Telefone/Fax | (61)3315-4198 / (61) 3315-4083 |
| Representante Legal | Luiz Antônio Pagot (CPF nº 435.102.567-00) |
| Contato | Jair Sarmento |
| Fone/fax | (61) 3315-4198 / (61) 3315-4083 |
| E-mail | jair.sarmento@dnit.gov.br |

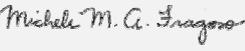
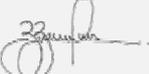
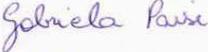
1.2 IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA

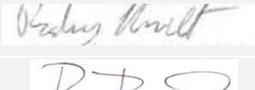
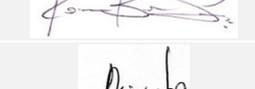
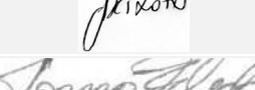
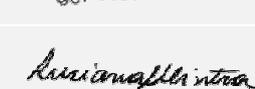
Quadro 2 – Identificação da empresa consultora

| Empresa Consultora | MRS – Estudos Ambientais Ltda. |
|---------------------|---|
| CNPJ-MF | 94.526.480/0001-72 |
| CREA/RS | 82.171 |
| CTF IBAMA | 196.572 |
| Endereço Completo: | Matriz: Av. Praia de Belas nº 2.174, Ed. Centro Profissional Praia de Belas 4º andar, sala 403. Bairro Menino Deus, Porto Alegre-RS. CEP 90.110-001 Filial: SRTVS Quadra 701, Bloco O, Ed. Centro Multiempresarial, entrada A, Sala 504. CEP: 70340-000 – Brasília, DF |
| Telefone / FAX: | Matriz: (51) 3029-0068 Filial: (61) 3201-1800 |
| E-mail: | mrs@mrsdf.com.br |
| Diretores: | Alexandre Nunes da Rosa – Geólogo Luciano Cezar Marca – Geólogo |
| Representante Legal | Alexandre Nunes da Rosa (CPF nº 339.761.041-91) |
| Contato | Alexandre Nunes da Rosa – Sócio-Diretor |
| Fone/fax | (61) 3201-1800 |
| E-mail | alexandre@mrsdf.com.br |

1.3 DADOS DA EQUIPE TÉCNICA MULTIDISCIPLINAR

Quadro 3 – Equipe Técnica responsável pela elaboração do EIA/RIMA

| Nome | Função | Registro Profissional | CTF/IBAMA | Assinatura |
|--|--|-----------------------|-----------|---|
| Coordenador Geral | | | | |
| Alexandre Nunes da Rosa | Geólogo | 66.876/D CREA-RS | 225.743 |  |
| Coordenação Técnica | | | | |
| Coordenador do Meio Físico | | | | |
| Luciano Cezar Marca | Geólogo | 21158/D CREA-PR | 306.766 |  |
| Coordenadora do Meio Biótico | | | | |
| Yone Melo de Figueiredo Fonseca | Bióloga | 408785/90-D CRBio | 1.509.550 |  |
| Coordenadora do Meio Socioeconômico | | | | |
| Rosiclér Theodoro da Silva | Arqueóloga | - | 458.421 |  |
| Equipe Meio Físico | | | | |
| Adriano Coutinho de Lima | Eng ^o Civil | 15.972/D CREA-DF | 3.168.196 |  |
| André Almeida Bastos | Geólogo | 93626/D CREA-RS | 40.024 |  |
| Heider Damas Vieira | Eng ^o Ambiental | 14.132/D CREA-DF | 2.449.176 |  |
| Luis Fernando Roxo Medeiros | Geógrafo | 8273/D CREA-MT | 2.318.542 |  |
| Maria Angélica Gonçalves Cardoso | Eng ^a Civil | 146946 CREA-RS | 2.876.057 |  |
| Michele Mitie Arake Fragoso | Eng ^a Civil | 78673/D CREA-PR | 3.236.045 |  |
| Paulo Deni de Farias | Eng ^o Mecânico e de Segurança do Trabalho | 11635 CREA-RS | 127.951 |  |
| Zelaine de Souza Caixeta | Química | 121005/37 CRQ-12 | 2.468.328 |  |
| Equipe Meio Biótico | | | | |
| Gabriela Paise | Bióloga | 34485/03-D CRBio | 586.192 |  |
| Helena Maia de A. Figueiredo | Eng ^a Florestal | 15.189/D CREA-DF | 2.235.332 |  |
| Iberê Farina Machado | Biólogo | 45083/03-D CRBio | 1.907.672 |  |

| Nome | Função | Registro Profissional | CTF/IBAMA | Assinatura |
|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-----------|---|
| Janderson Brito Pereira | Biólogo | 37854/04-D CRBio | 469.096 |  |
| Julian Mahus | Biólogo | 25012/03-D | 238.725 |  |
| Leonardo Felipe Bairos Moreira | Biólogo | 45938/03-D CRBio | 3.539.409 |  |
| Lízia do Lago Murbach | Eng ^a Agrônoma | 3729/D CREA-RO | 2.223.461 |  |
| Luciana Arutim Adamo | Bióloga | 57278/04-D CRBio | 1.725.328 |  |
| Rafael Gustavo Becker | Biólogo | 53449/03-D CRBio | 586.216 |  |
| Rodney Schmidt | Biólogo | 09611/03-D CRBio | 313.622 |  |
| Roger Borges da Silva | Biólogo | 28893/03-D CRBio | 1.920.851 |  |
| Samanta Balsini Peixoto | Bióloga | 25680/03-D CRBio | 681.570 |  |
| Tomás Fleck | Bióloga | 34481/03-D | 1.894.991 |  |
| Equipe Meio Antrópico | | | | |
| Deisi Scunderlick Eloy de Farias | Arqueóloga | - | 463.338 |  |
| Jaci Rocha Gonçalves | Antropólogo | - | 3.812.579 |  |
| Luciana Arutim Adamo | Bióloga | 57278/04-D CRBio | 1.725.328 |  |
| Luciana Gonçalves Leite Cintra | Eng ^a Ambiental | 12931/D CREA-DF | 705.763 |  |
| Márcia Fernandes da Rosa Neu | Geógrafa | 062152/088 CREA | 3.812.898 |  |
| Geoprocessamento e SIG | | | | |
| Juliane Chaves da Silva | Eng ^a Ambiental | 15.376/D CREA-DF | 1.783.367 |  |
| Wellington Mesquita de Carvalho | Eng ^o Ambiental | 15.310/D CREA-DF | 2.207.194 |  |
| Equipe de Apoio | | | | |
| Daniela Cappellesso Mangoni | Estagiária | - | 2665210 |  |
| Lilian Moreira Oliveira | Estagiária | - | 864761 |  |

2 DADOS DO EMPREENDIMENTO

2.1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

2.1.1 HISTÓRICO

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, responsável pela rodovia BR-386, deu início, em agosto de 2007, ao licenciamento para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental. Após o processo licitatório, em julho de 2008, o DNIT celebrou contrato com a empresa MRS Estudos Ambientais Ltda para a elaboração de tais estudos que subsidiarão o Licenciamento Ambiental da duplicação do trecho da rodovia em questão.

Paralelamente, o DNIT firmou contrato com a empresa Serviços Técnicos de Engenharia S.A. – STE para a elaboração do Projeto Executivo de Engenharia das Obras Prioritárias de Melhoria de Capacidade da BR-386/RS, incluindo a Duplicação e Restauração da Pista Existente. Este documento dá subsídios para a elaboração da descrição do empreendimento deste Estudo de Impacto Ambiental.

A BR-386 é uma rodovia diagonal no sentido noroeste-sudeste, que tem seu início no município de São Miguel d'Oeste, em Santa Catarina, estendendo-se até Canoas, no Rio Grande do Sul.

A duplicação será implantada no segmento Estrela-Tabaí, perfazendo uma distância de 35,2 km. Entre Lajeado e Estrela e entre Triunfo e Canoas a rodovia já está duplicada. Sendo assim, o segmento sem duplicação ocasiona um afunilamento na circulação, que combinado ao intenso fluxo, aumenta o tempo de viagem e potencializa o risco de acidentes.

Diversas rodovias federais do Rio Grande do Sul foram delegadas pela União ao Governo do estado no período entre os anos de 1945 e 1960, quando retornaram ao controle Federal. O segmento Estrela-Entroncamento RST/287 foi implantado integrando o trecho que interligava as localidades de Sarandi, no km 137,0, e Tabaí, no km 391, havendo abertura ao tráfego em novembro de 1970, com a denominação de Rodovia Presidente Kennedy. As obras foram executadas em duas etapas, a saber:

- obras de terraplanagem, desenvolvidas na década de 1950;
- obras de pavimentação, executadas entre 1965 e 1970, pela Construtora SULTEPA.

Os serviços de pavimentação foram efetuados por meio da ação do DAER/RS, utilizando também financiamentos externos originários do Programa “Aliança para o Progresso” da USAID – “*United States Agency for International Development*”.

A rodovia BR-386/RS faz parte do grupo de importantes rodovias federais que tiveram a sua gestão repassada ao Governo do Estado do Rio Grande do Sul com vistas ao Programa Estadual de Concessão Rodoviária. O segmento Estrela-Tabaí encontra-se integralmente sob o regime de concessão, integrando o Pólo Lajeado. A administração e exploração estão a cargo da Empresa Concessionária SULVIAS S/A, conforme Contrato PJ/CD/089/98.

A duplicação do segmento, que foi responsável em 2007 pela circulação de 6,4% da exportação do estado, irá reduzir os custos de transporte, gerando maior competitividade da cadeia produtiva regional. Além disso, haverá melhoria da hinterlândia do Porto Fluvial de Estrela, potencializando a capacidade de escoamento regional.

Essa rodovia federal é de fundamental importância para economia de toda região, grande produtora de alimentos, com PIB superior a R\$ 4,6 bilhões, com destaque para elevada geração de tributos e recolhimento de encargos sociais.

Para a elaboração do projeto de duplicação da BR-386/RS foram realizados estudos relativos ao tráfego, geologia, hidrologia, topografia e geotecnia.

Em face do máximo aproveitamento da área pertencente à faixa de domínio, a qual apresenta-se excêntrica em relação ao eixo, a duplicação foi projetada à direita da rodovia existente.

Conceitualmente, a BR-386/RS deverá se transformar, de rodovia Classe I-B, com pista simples, em rodovia Classe I-A, com pista dupla, com controle parcial de acesso e elevado padrão geométrico. Além do aumento de capacidade, diretamente proporcional ao acréscimo de faixas de tráfego, especial ênfase será dedicada aos aspectos de segurança de operação, priorização e fluência do tráfego de passagem, segurança dos pedestres e ciclistas das urbanizações lindeiras, indução à ocupação ordenada e uso de solo adequado ao longo da via.

Toda a operação da rodovia deverá ocorrer evitando cruzamentos diretos dos fluxos de tráfego, substituídos por manobras de convergência e divergência ou por passagens a níveis diversos. Para tanto as interseções que permitem a travessia foram concebidas como rótulas fechadas. Ao longo do desenvolvimento do eixo, a distâncias não maiores que 3 km, sempre existe a possibilidade de retorno, quer seja através de interseções ou travessias urbanas, ou através de dispositivos especialmente implantados para esta finalidade.

A travessia urbana de Fazenda Vila Nova, de caráter mais consolidado, foi concebida com equipamentos de separação de fluxos em níveis diferentes, com disposição e dimensionamento que deverão atender e orientar o crescimento das cidades de forma permanente. Foram previstas duas alternativas. A diferença entre as duas alternativas está na travessia do trecho urbano de Fazenda Vilanova. A alternativa A prevê viaduto duplo longitudinal ao longo da BR-386. Na Alternativa B, a rodovia seria rebaixada,

aproveitando a topografia. Porém a Consultora recomenda para detalhamento na Fase de Projeto Básico a alternativa B, pois entende que esta é a mais adequada e segura.

Dois cursos d'água são cortados pela rodovia no segmento em questão: os arroios Estrela e Concórdia, para os quais serão construídas mais duas pontes.

A unidade de conservação mais próxima é o Parque Estadual do Delta do Jacuí, distante aproximadamente 35 km do empreendimento.

Em se tratando dos aspectos ambientais, os estudos apontam para trabalhos de recomposição da vegetação. Isto é decorrente de que as obras a serem feitas para a implantação da nova pista de rolamento e canteiro central utilizarão a faixa de domínio já existente. A referida faixa de domínio possui muitos segmentos composto de maciços de vegetação de regeneração inicial e secundária, ocasionando deste modo uma supressão de vegetação expressiva. Os impactos a serem causados à fauna, pelo uso da área para a instalação do empreendimento, consideram-se irrelevantes os danos porventura gerados. A fauna, que é incipiente, poderá refugiar-se na área que será mantida preservada. Em relação à socioeconomia, a duplicação atravessará três áreas urbanas. As demais são áreas tipicamente rurais e fragmentos florestais. Há também residências, comércio e indústrias isoladas, sendo que alguns imóveis deverão ser desapropriados.

2.1.2 OBJETIVOS DO EMPREENDIMENTO

O empreendimento tem como objetivos:

- sociais:
 - aumento da segurança dos veículos e pedestres;
 - redução no número de acidentes;
 - ordenamento claro e atribuições de prioridades aos fluxos de tráfego local e de passagem;
 - reorganização e racionalização dos esquemas de interseções, retornos e acessos;
- econômicos:
 - diminuição do tempo de circulação;
 - favorecimento enfático das condições gerais da operação com consequente redução no custo final do transporte;
 - aumento da competitividade dos produtos locais;
 - diminuição de prejuízos advindos de acidentes;
- políticos:

- definição, orientação e condução ordenada do uso do solo no entorno da via, em harmonia com sua função hierárquica;
- promoção de um vetor de desenvolvimento para a região.

Com a duplicação e restauração da BR-386, a rodovia passará a absorver o carregamento atual e futuro do tráfego dentro de um padrão determinado, a ser conseguido por meio da adoção de uma série de procedimentos por meio dos quais visa-se um substancial incremento na capacidade e segurança gerais do sistema concebido.

Todas as interferências ao segmento serão adequadas à situação de pista dupla, envolvendo interseções e acessos secundários que deverão permitir conversão apenas à pista adjacente, evitando transposições da rodovia. Para isso deverão ser utilizados tão-somente os retornos projetados ou os dispositivos integrantes das interseções de maior porte, além das travessias urbanas e vias locais, que irão minimizar os conflitos entre tráfego local e de longo curso.

A adequação da infraestrutura rodoviária contribui para o bom funcionamento da economia local, regional e estadual. Em escala estadual, o Rio Grande do Sul está posicionado geograficamente distante dos principais mercados consumidores do Brasil e exterior, de modo que uma redução nos custos de transporte e logística se torna imprescindível para manter a competitividade do estado (SEPLAGa, 2008). Por outro lado, o estado tem uma posição geográfica privilegiada no MERCOSUL, fazendo fronteira com a Argentina e o Uruguai e estando também próximo ao Paraguai.

2.1.3 JUSTIFICATIVAS

2.1.3.1 Volume de tráfego

O segmento em questão, em sua configuração atual (sem a duplicação), foi planejado pelo DAER para atender a um fluxo diário de três mil (3.000) veículos por dia. Entretanto, de acordo com a contagem de veículos realizada na praça de pedágio de Fazenda Vilanova, os valores são bastante superiores ao de projeto, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Número médio de veículos por dia, Praça de pedágio Fazenda Vilanova

| Ano | Mês | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul | Ago | Set | Out | Nov | Dez |
|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| 2006 | | 8801 | 8603 | 8274 | 8549 | 8124 | 7839 | 8324 | 8497 | 8560 | 8541 | 8606 | 9527 |
| 2007 | | 8998 | 8679 | 8460 | 9000 | 8484 | 8297 | 8905 | 9080 | 9260 | 9425 | 9511 | 10269 |
| 2008 | | 9716 | 9508 | 9591 | 9542 | 9551 | 9200 | 9863 | 9038 | 9872 | - | - | - |

Fonte: adaptado de STE.

2.1.3.2 Crescimento do volume de tráfego

Além do número de veículos propriamente dito, é interessante ressaltar que o seu crescimento é expressivo. A partir dos valores da Tabela 1 pode-se verificar que entre 2006 e 2007 o crescimento foi de 6%.

Para estimativa de tráfego futuro, entretanto, utilizou-se uma taxa média de crescimento de 3,5% ao ano, entre 2009 – ano previsto para a inauguração das melhorias – e 2028 – ano do horizonte do projeto.

2.1.3.3 Nível de serviço

Segundo o antigo DNER,

“o conceito de nível de serviço refere-se a uma avaliação qualitativa das condições de operação de uma corrente de tráfego, tal como é percebida por motoristas e passageiros. Indica o conjunto de condições operacionais que ocorrem em uma via, faixa ou interseção, considerando-se os fatores velocidade, tempo de percurso, restrições ou interrupções de trânsito, grau de liberdade de manobra, segurança, conforto, economia e outros”.

As condições gerais de operação para níveis de serviço são designadas pelas letras de A a F:

- A: fluxo livre, com baixos volumes e altas capacidades;
- B: fluxo razoavelmente livre, porém com velocidade começando a diminuir devido às condições do tráfego;
- C: zona de fluxo estável, porém com velocidade começando a diminuir devido às condições do tráfego;
- D: aproximando-se de fluxo instável, os motoristas têm pouca liberdade de manobra;
- E: fluxo instável, possíveis paradas breves;
- F: situação de colapso do fluxo.

Para o projeto de rodovias, o nível de serviço recomendado é apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Seleção do nível de serviço no projeto de rodovias rurais

| Tipo de rodovia | Relevo | | |
|-----------------|--------|----------|------------|
| | Plano | Ondulado | Montanhoso |
| Via expressa | B | B | C |
| Via arterial | B | B | C |
| Coletora | C | C | D |
| Local | D | D | D |

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, DNER (1999).

Como o segmento em questão estará em uma via expressa desenvolvendo-se em relevo ondulado, o nível de serviço recomendado é o B, que corresponde à condição

de fluxo estável, em que os motoristas começam a sofrer restrições pela ação dos demais veículos, mas ainda têm razoável liberdade de escolha de velocidade e faixa de circulação. As velocidades médias variam de 87 a 89 km/h. Há maior pressão dos veículos mais lentos, que provocam restrições que podem atingir 45% do tempo de viagem. Para condições ideais, o fluxo máximo atinge 750 veículos por hora. (DNER, 1999). Esse fluxo é dado em unidades de carros de passeio equivalentes e corresponde à soma dos dois sentidos.

Atualmente, segundo a empresa STE, o segmento em questão está operando em nível de serviço E, com velocidade média de viagem de 57,96 km/h no sentido Estrela-Tabaí e 56,92 km/h no sentido Tabaí-Estrela. Com a duplicação, o nível de serviço passará para B, conforme recomendado.

2.1.3.4 Acidentes

O gráfico da Figura 1 apresenta o número de acidentes de trânsito registrados entre o km 351,5 e km 385,0, no período de janeiro a julho de 2008.

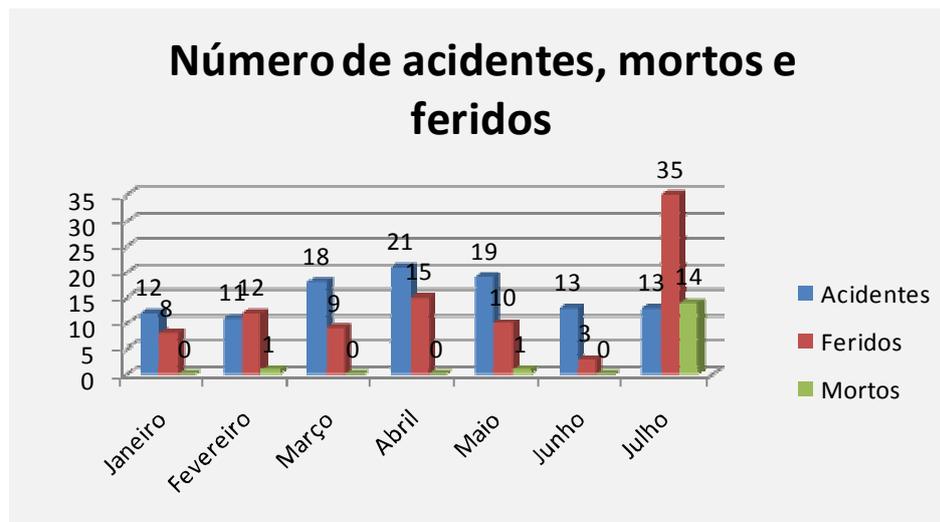


Figura 1 – Estatística de acidentes – BR-386, km 351,5 ao km 385,0, ano 2008
Fonte: DNIT.

O número de acidentes em 2008, somente nos primeiros sete meses, já supera o total ocorrido em todo o ano de 2006 (DNIT, 2008).

Em 22 de julho de 2008, o abalroamento lateral entre uma carreta e um ônibus, em sentidos opostos, no km 371 da BR-386, deixou 13 mortos e 22 feridos, tornando-se um dos mais graves acidentes de trânsito da história do Rio Grande do Sul. A Figura 2 mostra o estado do ônibus após o ocorrido. Esse tipo de acidente seria evitado com a duplicação, uma vez que os fluxos opostos seriam separados.



Figura 2 – Acidente na BR-386/RS
Fonte: Zero Hora, 22 de julho de 2008.

O elevado número de acidentes e vítimas requer ações que melhorem as condições de segurança da rodovia. Espera-se que a duplicação contribua para isso, como no caso do segmento da BR-386 entre Triunfo e Canoas, em que a duplicação, executada entre 1996 e 2001 e cobrindo 61 km, resultou em queda do número de mortos em acidentes de trânsito (Figura 3).

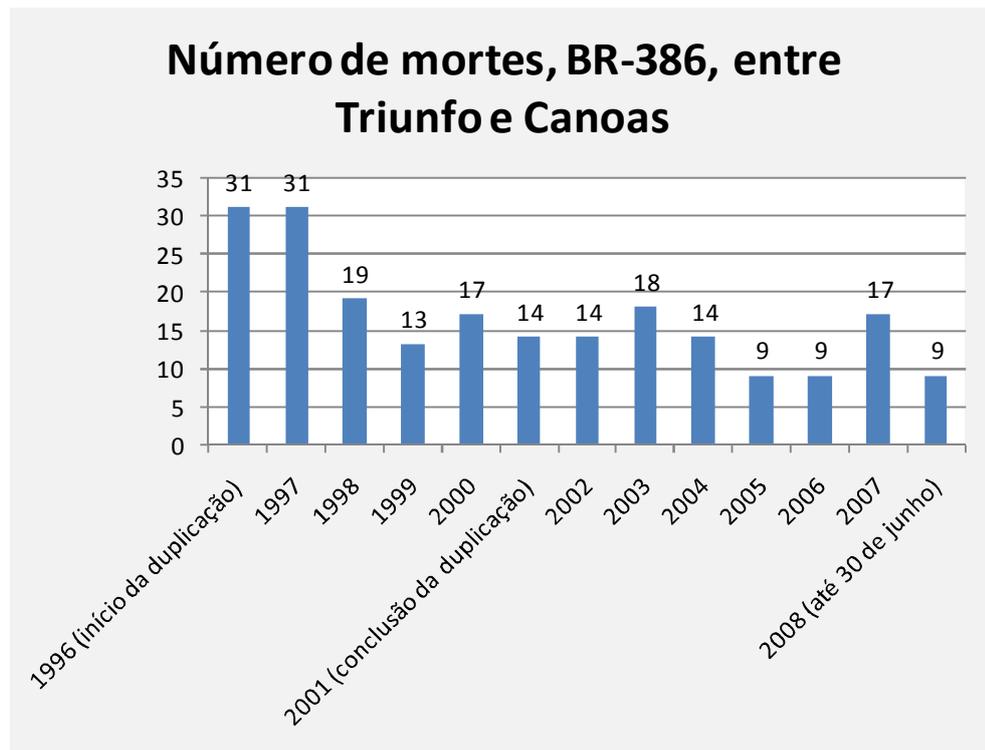


Figura 3 – Número de mortes – BR-386, entre Triunfo e Canoas
Fonte: Polícia Rodoviária Federal.

2.1.3.5 Custo dos acidentes

Ainda sobre os acidentes, cabe ressaltar seus custos. Em 2007, segundo o Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR, o custo total dos acidentes no segmento em questão foi de R\$ 6.151.288 (Tabela 2). Espera-se, ainda, que o número de acidentes cresça na mesma taxa do volume de tráfego, ou seja, 3,5% ao ano. Sendo assim, o custo acumulado dos acidentes entre 2007 e 2030 seria de R\$ 225.546.375,00.

Tabela 2 – Custos por tipo de acidente para o ano de 2007

| | Sem vítimas | Com vítimas não fatais | Com mortes |
|----------------------|----------------|------------------------|------------------|
| Número de acidentes | 70 | 52 | 6 |
| Custo por acidente | R\$ 6.976,00 | R\$ 66.960,00 | R\$ 363.508,00 |
| Custo total por tipo | R\$ 488.320,00 | R\$ 3.481.920,00 | R\$ 2.181.048,00 |
| Custo total | | R\$ 6.151.288,00 | |

Fonte: IPR.

2.1.3.6 Adequações na pista existente

Em determinados pontos, o segmento apresenta sinuosidade elevada que, associada a velocidades acima do permitido, condições de baixa visibilidade ou imperfeições no pavimento, potencializa o risco de acidente. Sendo assim, recomenda-se reparos no pavimento e utilização de sinalização ou redutores de velocidade.

2.1.3.7 Travessias urbanas e acessos

O segmento intercepta, ao longo dos 35,2 km em que se desenvolve, três trechos urbanos: Estrela, Fazenda Vilanova e Tabaiá. Além disso, há acessos a outros núcleos urbanos, minas e fazendas ao longo do trecho, gerando grande circulação de veículos, pedestres e ciclistas, com deslocamentos transversais e longitudinais ao nível do fluxo principal, interferindo na segurança da via.

Sendo assim, faz-se necessária a separação entre o tráfego local e o de passagem, bem como a implantação de melhorias para os acessos.

2.1.3.8 Localização

O segmento da BR-386/RS a ser duplicado se constitui em uma ligação ao Porto de Estrela, importante no escoamento da produção regional até o Porto de Rio Grande. Este segmento também constitui-se como uma importante via de acesso à Argentina, a partir da ligação com a BR-285. Destaca-se, também, o fato de a rodovia se estender até o município de Canoas, já na Região Metropolitana de Porto Alegre.

2.1.4 LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA

O trecho de rodovia BR-386/RS a ser duplicado e restaurado se desenvolve entre o limite do perímetro urbano da cidade de Estrela, no km 351,50, coincidindo com o final

da pista duplicada entre Lajeado e Estrela, e o entroncamento com a RSC/287, no km 385,00, localizado junto à cidade de Tabaí.

A rodovia corta o estado do Rio Grande do Sul no sentido geral noroeste-sudeste, idêntica orientação mantida no segmento Estrela-Entroncamento RST/287. O segmento está localizado na porção sudeste do estado do Rio Grande do Sul, atravessando os municípios de Tabaí, Taquari, Fazenda Vilanova, Bom Retiro do Sul e Estrela.

Apenas os municípios de Tabaí, Estrela e Fazenda Vilanova possuem seus núcleos urbanos na Área de Influência Direta. Nos demais, a rodovia corta áreas rurais. O Mapa 1 – Localização e Situação da BR-386/RS – (Apêndice I) mostra a localização geográfica do empreendimento.

A zona atravessada pelo segmento Estrela-Entroncamento RST/287 caracteriza-se por uma topografia ondulada, desenvolvendo-se em área densamente colonizada e povoada, onde se destacam as atividades ligadas à produção de leite e laticínios em geral.

Por tratar-se de um importante corredor rodoviário, o segmento Estrela-Entroncamento RST/287 (Tabaí) apresenta elevada concentração de ocupação residencial, além de empreendimentos comerciais, industriais e de serviços ao longo de sua diretriz, podendo-se destacar as seguintes ocorrências apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Ocupação lateral da rodovia BR-386/RS

| Local (km) | Descrição |
|-----------------|--|
| 351,50 – 352,12 | Perímetro Urbano de Estrela, Zona de Serviços e Indústrias |
| 352,96 | Indústria Languiru (LE) |
| 357,58 – 358,80 | Travessia Urbana; Escola (LE) |
| 358,24 | Posto de Abastecimento de Combustíveis (LD) |
| 359,7 – 360,1 | Acampamento Indígena (LD) |
| 360,50 – 361,50 | Zona de Serviços |
| 364,16 | Cemitério (LD) |
| 365,00 – 365,20 | Zona de Serviços |
| 366,60 | Campo de Futebol (LD) |
| 367,40 – 368,60 | Perímetro Urbano de Fazenda Vila Nova |
| 367,85 | Posto de Abastecimento de Combustíveis (LE) |
| 369,96 | Escola e Igreja (LD) |
| 372,45 | Escola (LE) |
| 373,00 – 373,44 | Zona de Serviços |
| 373,04 | Posto de Abastecimento de Combustíveis (LE) |
| 377,90 | Indústrias |
| 379,50 – 381,00 | Residências (LE/LD) |
| 384,00 – 385,00 | Residências (LE) |

Observação: LD – Lado Direito; LE – Lado Esquerdo (sentido Estrela → Tabaí)

Fonte: DNIT, 2008.

A principal tipologia vegetal encontrada na Área de Influência do trecho a ser duplicado é a Floresta Estacional Decidual, sendo nas altitudes mais elevadas representada pela formação submontana (Mapa 2 – Tipologias Vegetais nas Áreas de Influência do Empreendimento – Apêndice I). A caracterização da tipologia vegetal será detalhada no item 5.2 – Meio Biótico.

O Apêndice II – Mapeamento da vegetação por fotointerpretação integrada ao uso do solo - apresenta, em escala 1:2.000, 55 mapas com a disposição do empreendimento, localizando ainda os principais núcleos urbanos, cursos d'água e áreas de preservação permanente transpostos.

2.1.4.1 Caracterização da malha viária existente e prevista no Rio Grande do Sul

Segundo o Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul (SEPLAGa, 2008), o estado apresenta, em função das suas condições naturais e da sua história econômica e cultural, um sistema de transportes diversificado que, a exemplo do Brasil, baseia-se no modal rodoviário. Considerando a relação do volume de cargas transportadas pelas distâncias, as rodovias são responsáveis por 85,3% do total transportado, quantidade bem superior à brasileira, que é de 68,6%.

A movimentação de cargas e passageiros é feita predominantemente por rodovias, que interligam as várias regiões do estado, bem como a outros estados brasileiros e aos países do MERCOSUL. Boa parte das transações comerciais entre o Brasil e o bloco de países do MERCOSUL, principalmente a Argentina, passa pelo estado, em virtude da sua localização estratégica. Com isso, rodovias como a BR-101 e BR-290, entre outras, enfrentam um tráfego pesado de cargas movimentadas entre esses dois países. A tradição exportadora de grande parte da agricultura e indústria gaúchas também contribuiu para definir a conformação da rede das principais estradas pavimentadas, ligando vários pontos do estado à capital e ao Porto de Rio Grande.

O estado possui 153.960 km de rodovias, sob jurisdição federal, estadual ou municipal. A malha federal estrutura a rede de transporte com rodovias longitudinais, diagonais, transversais e de ligação. A rede estadual articula-se com a federal, sendo mais densa nas regiões Norte e Nordeste do estado, influenciada pela maior ocupação destas regiões (ver Mapa 3 – Malha Rodoviária do Rio Grande do Sul – Apêndice I).

A região Centro Sul apresenta a menor densidade de rodovias do estado, com cerca de 40% da população residindo a mais de 5 km de uma rodovia pavimentada. A segunda região menos atendida pela malha rodoviária é a Fronteira Oeste, que apesar disso, possui boas condições de acessibilidade devido à população ser predominantemente urbana (SEPLAGb, 2008)

A malha rodoviária pavimentada do estado é de 12.608 km, sendo que destes, 6.593 km correspondem a rodovias estaduais, 5.316 km a federais e 699 km são municipais. Possui também 141.352 km de estradas não pavimentadas, em sua maior parte municipais (136.556 km) (Tabela 4).

Tabela 4 – Características das rodovias no Rio Grande do Sul – 2004

| Característica | Rodovias (km) | | | |
|-----------------|---------------|----------|------------|--------|
| | Estaduais | Federais | Municipais | Total |
| Pavimentada | 6593 | 5316 | 699 | 12608 |
| Não Pavimentada | 4430 | 366 | 136556 | 141352 |
| Total | 11023 | 5682 | 137255 | 153960 |

Fonte: Secretaria de Planejamento e Gestão do RS - SCP – Rumos 2015.

Em relação à conservação das rodovias gaúchas, embora a malha rodoviária concedida, de modo geral, esteja em boas condições, esta corresponde à apenas 6% da malha pavimentada do estado. Segundo o DNIT, o trecho da BR-386 em questão, que está concessionado, apresenta-se em boas condições.

2.1.5 INSERÇÃO REGIONAL

2.1.5.1 Programas públicos ou de iniciativa privada

2.1.5.1.1 Pró-Guaíba

Trata-se de um programa do Governo do estado do Rio Grande do Sul, criado em 1989 e com duração prevista de 20 anos, com o intuito de promover o desenvolvimento socioambiental da Região Hidrográfica do Guaíba (Pró-Guaíba, 2008). Nessa região encontra-se inserida a Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, na qual está inserido o Sistema Hidrográfico da região em estudo.

Os principais objetivos desse projeto são:

- estudar a vocação natural do solo, quanto ao uso atual e suas potencialidades;
- realizar obras físicas de conservação de solos, reflorestamento e de controle de agrotóxicos, com técnicas mais modernas e menos poluentes;
- estudar a relação entre os impactos positivos e negativos gerados pela utilização dos recursos naturais;
- contribuir para a conservação efetiva do patrimônio natural, fortalecendo as unidades de conservação existentes e promovendo o estabelecimento de unidades adicionais;
- promover a educação ambiental e a extensão rural, contribuindo para a mudança de atitude das pessoas face ao meio ambiente, especialmente em relação aos usuários dos recursos mais frágeis;
- promover o fortalecimento institucional e consolidar uma base legal integradora;
- elaborar um plano integrado para o manejo ambiental da região que trace as diretrizes, objetivos, políticas e estratégias para guiar o trabalho das instituições que ali executam ações;

- prestar serviços que facilitem o trabalho integrado das instituições envolvidas, especialmente através da geração de informações básicas e de critérios que guiem o uso adequado do solo, água e florestas;
- identificar, analisar, projetar e implantar sistemas de redução e tratamento de contaminação atmosférica e de despejos sólidos e líquidos.

O Módulo I do Programa iniciou em 1995 e foi concluído em junho de 2005, com um investimento total de U\$\$ 220,5 milhões, 60% financiados pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID – e 40% de contrapartida local.

O Módulo II do Pró-Guaíba, com início no segundo semestre de 2002 e término previsto em 2012, representou um avanço em relação ao primeiro módulo. Está sendo planejado de modo participativo, por meio de um plano diretor, garantindo o controle social durante todo o processo. Os projetos estão sendo orientados para a transição do modelo de desenvolvimento, incentivando a produção limpa nas indústrias e no campo e incorporando as questões sociais e as alternativas ecológicas nos processos construtivos e no uso de materiais. Estão sendo previstos investimentos da ordem de US\$ 500 milhões, em duas fases de cinco anos, tendo como referência a Carta Consulta apresentada ao Governo Federal e ao BID em 1999.

Os resultados do Programa Pró-Guaíba, Módulo I, estão relacionados com os seguintes temas: agroecologia, reflorestamento ambiental, monitoramento da qualidade ambiental, controle da poluição industrial, saneamento, educação ambiental, Projeto Habitantes do Rio, o problema do mexilhão dourado, resíduos sólidos, parques e Sistema de Informação Geográfica.

No meio rural, mais de 8.650 famílias em 156 municípios estão sendo beneficiadas por meio da EMATER/RS, com um financiamento médio de R\$ 3,4 mil por família, para práticas agroecológicas, num total de mais de R\$ 24.777.534,00 já liberados aos agricultores beneficiários do Programa. Já o Reflorestamento Ambiental atingiu 9.747 ha na área rural.

A partir do Programa Pró-Guaíba também foram instaladas sete estações fixas de monitoramento do ar: três em Porto Alegre, uma em Caxias do Sul, uma em Canoas, uma em Sapucaia do Sul e uma no Pólo Petroquímico de Triunfo, bem como uma unidade móvel complementar de controle da poluição industrial atmosférica. A Rede de Monitoramento da Qualidade da Água, outro componente do Projeto da Rede de Monitoramento Ambiental do Pró-Guaíba, construiu, em 2003, o primeiro IQA – Índice de Qualidade da Água para a Região. O IQA relaciona problemas referentes à carga orgânica, nutrientes, sedimentos e contaminação de origem fecal, principais problemas identificados na Região Hidrográfica do Guaíba. Foram monitorados um total de 23 parâmetros em 88 pontos de amostragem, distribuídos nos rios Gravataí, Sinos, Caí, Taquari, Jacuí e Lago Guaíba, assim como seus afluentes principais.

O Pró-Guaíba, por meio da Fundação Estadual de Proteção Ambiental, cadastrou 15.684 indústrias na Região Hidrográfica do Guaíba, relacionando as 500 empresas com maior potencial poluidor, que passaram a ter um controle mais rígido.

Os projetos de Educação Ambiental Não Formal e Informal desenvolvidos pelo Programa procuram sensibilizar as comunidades da Região Hidrográfica do Guaíba para que participem do processo de gestão do Pró-Guaíba, não apenas tendo acesso às informações, mas sendo capacitadas para interpretá-las e, assim, acompanhar e fiscalizar as ações do Programa.

O Pró-Guaíba também participa do Projeto Habitantes do Rio, movimento constituído por diversas instituições governamentais e não-governamentais, que tem como objetivo a conscientização socioecológica das comunidades da Região Hidrográfica do Guaíba, e desde 2003 ocorre nas demais regiões hidrográficas.

O Módulo I do Pró-Guaíba propiciou também iniciativas relacionadas ao problema do Mexilhão Dourado, como o apoio a pesquisas, a viabilização de curso de treinamento para a identificação de estágios larvais do molusco e a realização de *workshop* e curso de capacitação com a participação de representantes de vários segmentos da comunidade, envolvidos de alguma forma com o assunto.

Outro resultado do Programa foi a cobertura de 100% da coleta do lixo domiciliar em Porto Alegre e também a implantação da coleta seletiva, que hoje beneficia toda a população. Nas Unidades de Conservação foram priorizados os Parques Estaduais Delta do Jacuí e Itapuã, que por suas localizações na região metropolitana, os tornam extremamente vulneráveis às pressões antrópicas.

Foi implantado também um Sistema de Informação Geográfica, o qual busca o fortalecimento institucional, a capacitação de técnicos e a aplicação da tecnologia de geoprocessamento. Para isso, está sendo estruturada uma base de dados para apoiar no planejamento, gerenciamento e monitoramento das ações desenvolvidas na Região Hidrográfica do Guaíba.

2.1.5.1.2 Programas municipais

Em **Tabaí**, existem alguns programas sociais, desenvolvidos pela Prefeitura em parceria com o Governo Federal, mas não são referenciados no site da Prefeitura Municipal de Tabaí (2008). Dentre eles destaca-se:

- Plantão social: supre as necessidades sociais e emergenciais, como: retirada de documento a carentes, distribuição de cestas básicas, auxílio funeral, auxílio passe para trabalhadores (principalmente de áreas rurais que trabalham longe de sua residência);
- Programa Bolsa Família, com apoio às famílias que recebem menos de R\$ 120,00 mensais, financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome.

Em **Estrela**, destacam-se diversos programas e projetos, organizados no site da Prefeitura Municipal de Estrela (2008), destacando-se:

- Plantão Social, com atendimento aos cidadãos, por meio de diversas ações, dentre elas avaliação socioeconômica, visitas domiciliares, com auxílio a Urnas mortuárias, auxílio vestuário, mobiliário e alimentar;
- articulação da rede sócio-assistencial, com apoio e assessoria aos Conselhos Tutelar e de Direito e Política Social;
- Programa Acolher, com orientação e apoio sócio familiar, para geração de renda;
- Programa Bolsa Família, com apoio às famílias que recebem menos de R\$ 120,00 mensais, financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome;
- Projovem, programa sócio educativo, com apoio aos jovens;
- Rede de proteção à pessoa portadora de deficiência, com apoio ao passe livre, acesso ao benefício de meio salário mínimo.

Em **Fazenda Vilanova** existem alguns programas sociais, desenvolvidos pela Prefeitura em parceria com o Governo Federal, os quais não estão referenciados no site da Prefeitura Municipal de Fazenda Vilanova (2008). Dentre eles destaca-se:

- Programa Bolsa Família, com apoio às famílias que recebem menos de R\$ 120,00 mensais, financiado pelo Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome;
- projeto de atenção básica em saúde mental.

2.1.5.2 Dispositivos legais

O processo de licenciamento é baseado em um conjunto de regulamentações, as quais definem, entre outros, atribuições, prazos, responsabilidades e punições de todos os atores envolvidos ao longo do processo. Portanto é fundamental o seu pleno conhecimento e consideração desde o início da elaboração do EIA/RIMA até o pleno funcionamento do empreendimento. Em adição, há diversas regulamentações que norteiam os estudos a serem desenvolvidos, sendo necessária sua abordagem no presente documento.

Na Quadro 5 apresentam-se as principais leis, decretos, e resoluções utilizadas nesta etapa de estudos.

Quadro 5 – Principais Legislações aplicáveis ao processo de Licenciamento Ambiental da atividade proposta

| Âmbito | Regulamentação | Tema |
|------------------------------------|---|---|
| Federal | Art. 225 da Constituição Federal | Trata do Meio Ambiente |
| | Art. 231 da Constituição Federal | Trata dos Índios |
| | Decreto nº 750 de 10/02/1993 | Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica e dá outras providências. |
| | Decreto nº 3945 de 28/09/2001 | Define a composição do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético e estabelece as normas para o seu funcionamento, mediante a regulamentação dos artigos 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18 e 19 da Medida Provisória nº 2.186-16, de 23 de agosto de 2001, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e transferência de tecnologia para sua conservação e utilização, e dá outras providências. |
| | Decreto nº 95.733 de 12/02/1988 | Dispõe sobre a inclusão, no orçamento dos projetos e obras federais, de recursos destinados a prevenir ou corrigir prejuízos de natureza ambiental, cultural e social decorrentes da execução de projetos e obras. |
| | Decreto nº 99.274 de 06/06/1990 | Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. |
| | Lei nº 3.924 de 26/07/1961 | Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos. |
| | Lei nº 6001 de 19/12/1973 | Dispõe sobre o Estatuto do Índio |
| | Lei nº 6.938 de 07/01/1981 – Política Nacional do Meio Ambiente | Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. |
| | Lei nº 9.985 de 8/06/2000 | Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e estipula a exigência de compensação pela implantação de empreendimentos com significativos impactos ambientais (Artigo 36), e regulamentação pelo Decreto Federal 4340/2002. |
| | Lei nº 11.428 de 22/12/2006 | Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. |
| | Medida Provisória nº 2186-16/2001 | Convenção sobre Diversidade Biológica, dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e transferência de tecnologia para sua conservação e utilização, e dá outras providências. |
| | Portaria do IPHAN nº 230 de 17/12/2002 | Institui os procedimentos necessários para obtenção das licenças ambientais, referentes à apreciação e acompanhamento das pesquisas arqueológicas no país. |
| | Resolução CONAMA 001 de 23/01/1986 | Cria a obrigatoriedade de realização de EIA-RIMA para o licenciamento de atividades impactantes. |
| | Resolução CONAMA 006 de 24/01/1986 | Trata da publicação dos pedidos de licenciamento ambiental. |
| Resolução CONAMA 009 de 03/12/1987 | Estabelece critérios acerca da execução de audiência pública em processos de licenciamento ambiental. | |

| Âmbito | Regulamentação | Tema |
|-----------|--|--|
| | Resolução CONAMA 001 de 16/03/1988 | Dispõe sobre o Cadastro Técnico Federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental. |
| | Resolução CONAMA 001 de 08/03/1990 | Estabelece padrões para a emissão de ruídos no território nacional. |
| | Resolução CONAMA 013 de 06/12/90 | Determina que o órgão responsável por cada Unidade de Conservação, juntamente com os órgãos licenciadores e de meio ambiente, definirá as atividades que possam afetar a biota da Unidade de Conservação. |
| | Resolução CONAMA 002 de 18/04/96 | Determina que o licenciamento de empreendimentos de relevante impacto ambiental, assim considerado pelo órgão ambiental competente com fundamento do EIA/RIMA, terá como um dos requisitos a serem atendidos pela entidade licenciada, a implantação de uma unidade de conservação de domínio público e uso indireto, preferencialmente uma Estação Ecológica, a critério do órgão licenciador, ouvido o empreendedor. |
| | Resolução CONAMA 237 de 19/12/1997 | Estabelece o Sistema de Licenciamento Ambiental. |
| | Resolução CONAMA 303 de 20/03/2002 | Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. |
| | Resolução CONAMA 307 de 17/07/2002 | Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. |
| Estadual | Código Estadual do Meio Ambiente – Lei nº 11.520 de 03/08/2000 | Estabelece conceitos, competências, define áreas de preservação, metodologia de licenciamento ambiental, estabelece a gestão dos recursos naturais, entre outros. |
| Municipal | Estrela – Lei nº 3294 de 22/12/1999 | Institui o Código do Meio Ambiente do município e dá outras providências. |
| | Lei Orgânica de Estrela nº 2638 de 01/03/1994 | Lei Orgânica do Município de Estrela |
| | Lei Orgânica de Fazenda Vilanova – 1999 | Lei Orgânica do Município de Fazenda Vilanova. |
| | Tabaí | Nenhuma legislação pertinente ao empreendimento foi encontrada na rede mundial de computadores. |
| | Bom Retiro do Sul – 04/04/1990 | Lei Orgânica do Município de Bom Retiro do Sul. |
| | Lei Orgânica de Taquari – 1990 | Lei Orgânica do Município de Taquari. |
| | Paverama | Nenhuma legislação pertinente ao empreendimento foi encontrada na rede mundial de computadores. |
| | Triunfo | Nenhuma legislação pertinente ao empreendimento foi encontrada na rede mundial de computadores. |

2.1.5.2.1 Legislação Federal

A Constituição da República Federativa do Brasil, promulgada por um poder constituinte originário em 1988, inovou no âmbito do direito brasileiro ao conferir um capítulo inteiro ao Meio Ambiente. Essa inovação, dentre outras ocorridas na constituição, lhe rendeu o codinome de “constituição cidadã”. O Artigo 225 do Capítulo VI da Constituição Federal (CF) dispõe que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia

qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Nesse mesmo capítulo, são previstas formas de assegurar efetivamente o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Dentre as ações é previsto o Estudo Prévio de Impacto Ambiental, ao qual será dada publicidade, para a instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente. Para garantir esses direitos previstos na constituição, previu-se, no seu Artigo 5º Inciso LXXIII, regulamentado pela Lei nº 4.717/65, a Ação Popular, um “remédio constitucional” que visa à anulação de atos lesivos ao Patrimônio Público ou de entidades de que o estado participe, à moralidade administrativa, ao meio ambiente e ao patrimônio histórico e cultural.

Além desse capítulo dedicado exclusivamente ao meio ambiente, o uso adequado dos recursos naturais e a preservação ambiental estão contemplados ao longo de todo texto constitucional, inserindo assim, a variável ambiental nos diversos setores de fomento do País, estabelecendo, inclusive, competência comum e concorrente da União, das Unidades da Federação e dos municípios, para preservar e legislar sobre o meio ambiente.

Em 31 de agosto de 1981, foi sancionada a Lei nº 6.938 que institui a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) que estabeleceu princípios e regras de proteção ambiental, criou o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), introduziu instrumentos preventivos e corretivos, entre eles, o licenciamento ambiental. Dentre os objetivos dessa lei, de acordo com seu Artigo 2º, está “(...) a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento sócio-econômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (...)”.

O CONAMA, conforme definido no Artigo 6º, é “(...) o órgão consultivo e deliberativo, o qual assessora, estuda e propõe, ao Conselho do Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e recursos naturais”. Dentre as suas competências, está o estabelecimento de normas e critérios para o licenciamento das atividades efetivas ou potencialmente poluidoras.

Para assegurar a implantação da PNMA, essa lei prevê instrumentos, entre eles estão previstos a avaliação de impactos ambientais, estabelecida pela Resolução CONAMA 01/86, e o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras, normatizado pela Resolução CONAMA 237/97.

Assim, a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão competente, integrante do SISNAMA, e do IBAMA, em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças.

O licenciamento ambiental, previsto na PNMA, foi objeto de Resolução do CONAMA, citando-se aqui além da nº 001, de 23 de Janeiro de 1986 (dispõe sobre a elaboração do EIA/RIMA) e nº 237, de 19 de Dezembro de 1997 (dispõe sobre o Licenciamento Ambiental), as de nº 009, de 03 de Dezembro de 1987, que dispõe sobre a realização de Audiências Públicas, a de nº 001, de 16 de Março de 1988, que dispõe sobre o Cadastro Técnico Federal (CTF) de atividades e instrumentos de defesa ambiental e a nº 006, de 24 de Janeiro de 1986, que trata da publicação dos pedidos de licenciamento.

A Resolução CONAMA 001/1986 dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o RIMA. Em seu Artigo 1º é definido impacto ambiental como sendo:

- “(...) qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas ou indiretamente afetam:
- a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- as atividades sociais e econômicas;
- a biota;
- as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- a qualidade dos recursos hídricos”.

No Artigo segundo da referida Resolução são estabelecidos os empreendimentos que serão submetidos ao EIA/RIMA que, além de atender à legislação, em especial os princípios e objetivos expressos na PNMA, obedecerá às diretrizes previstas no Art. 6º da Resolução CONAMA 001/86. Entre algumas estão:

- I. contemplar todas as alternativas tecnológicas e de localização de projeto, confrontando-as com a hipótese de não execução do projeto;
- II. identificar e avaliar sistematicamente os impactos ambientais gerados nas fases de implantação e operação da atividade;
- III. definir os limites da área geográfica a ser diretamente ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto;
- IV. considerar os planos e programas governamentais, propostos e em implantação na área de influência do projeto, e sua compatibilidade;

Entre as atividades técnicas que deverão ser abordadas no EIA estão: o Diagnóstico Ambiental da área de influência do projeto, considerando o meio físico, meio biológico e o meio sócio-econômico; a análise dos impactos ambientais do projeto e de suas alternativas; definição das medidas mitigatórias dos impactos negativos; e a elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos. Já o RIMA refletirá as conclusões do referido EIA”.

A Resolução CONAMA 237, de 19 de dezembro de 1997, foi implantada devido à necessidade de revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento

ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumentos de gestão ambiental instituído pela PNMA.

Assim ele estabelece o sistema de licenciamento ambiental, que é definido em seu Artigo 1º como:

“procedimento administrativo pelo qual o órgão competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos naturais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas, que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental”.

O Artigo 8º dessa Resolução, reforçado pelo Decreto 99.274/1990, diz respeito às licenças a serem emitidas pelo órgão ambiental. Segundo esse Artigo, o Órgão Público expedirá as seguintes licenças:

- “Licença Prévia (LP) – concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;
- Licença de Instalação (LI) – autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivos determinantes;
- Licença de Operação (LO) – autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação”.

Em adição, no mesmo Artigo, o parágrafo único define que *“as licenças ambientais poderão ser expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividades”*. O processo de licenciamento ambiental obedecerá aos procedimentos que são elencados pelo Artigo 10 da referida resolução, sendo as etapas as seguintes:

- “definição pelo órgão ambiental competente, com a participação do empreendedor, dos documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;
- requerimento da licença ambiental pelo empreendedor, acompanhado dos documentos, projetos e estudos ambientais pertinentes, dando-se a devida publicidade;
- análise pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados e a realização de vistorias técnicas, quando necessárias;
- solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, integrante do SISNAMA, uma única vez, em decorrência da análise dos documentos, projetos e estudos ambientais apresentados, quando couber, podendo haver a reiteração da mesma solicitação caso os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;

- audiência pública, quando couber, de acordo com a regulamentação pertinente;
- solicitação de esclarecimentos e complementações pelo órgão ambiental competente, decorrentes de audiências públicas, quando couber, podendo haver reiteração da solicitação quando os esclarecimentos e complementações não tenham sido satisfatórios;
- emissão de parecer técnico conclusivo e, quando couber, parecer jurídico;
- deferimento ou indeferimento do pedido de licença, dando-se a devida publicidade”.

Sobre o Inciso 5º da Resolução CONAMA 09/1987, é definido que as Audiências Públicas têm por finalidade expor aos interessados o conteúdo do produto em análise e de seu referido RIMA, dirimindo dúvidas e recolhendo dos presentes as críticas e sugestões a respeito do empreendimento. Elas serão promovidas sempre que entidades civis, ou Ministério Público, ou cinquenta ou mais cidadãos solicitar, ou o Órgão do Meio Ambiente julgar necessário.

Cabe ressaltar que todos pedidos de licenciamento ambiental, de renovação ou respectiva concessão para quaisquer modalidades citadas na Resolução CONAMA 001/86, devem obedecer a um padrão de publicação conforme estabelecido na mesma Resolução.

Inicialmente, observa-se que a área do empreendimento não intercepta Unidades de Conservação. A unidade mais próxima é o Parque Estadual do Delta do Jacuí, cuja distância em linha reta até o segmento a ser duplicado é de 35,4 km. Dessa forma, o empreendimento não deverá causar interferência direta sobre Unidades de Conservação. A Resolução CONAMA nº 13/90 em seu artigo 2º diz que “nas áreas circundantes das Unidades de Conservação, num raio de dez quilômetros, qualquer atividade que possa afetar a biota deverá ser obrigatoriamente licenciada pelo órgão ambiental competente”; no caso em tela, o Departamento de Florestas e Áreas Protegidas – DEFAP, órgão coordenador do Sistema Estadual de Unidades de Conservação.

2.1.5.2.2 Legislação Estadual

A Constituição Federal, em seu Título III, dispõe sobre a organização do Estado, estabelecendo em seu Artigo 24 que:

“competem à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre:

(...)

VI. florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;

VII. proteção ao patrimônio histórico, cultural, artístico, turístico e paisagístico;

VIII. responsabilidade por dano ao meio ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico”.

Portanto, a competência de legislar sobre o meio ambiente não é só da União, mas sim, de todos os entes da federação, sendo a mesma situação observada quando se remete à competência administrativa, que também é comum a todos os entes. Esta competência está elencada da seguinte forma:

“Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios:

(...)

III. proteger os documentos, as obras e outros bens de valor histórico, artístico e cultural, os monumentos, as paisagens naturais notáveis e os sítios arqueológicos;

IV. impedir a evasão, a destruição e a descaracterização de obras de arte e de outros bens de valor histórico, artístico ou cultural;

(...)

VI. proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII. preservar as florestas, a fauna e a flora”.

Assim, por ser comum à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos municípios a competência de cuidar e legislar sobre o meio ambiente, é necessário dispor sobre as leis regionais e locais. Ressalta-se que a lei estadual e a municipal não podem ter opiniões contrárias à mesma matéria elencada na lei federal, pois esta dispõe sobre as normas gerais tendo uma hierarquia superior às outras (exceto quando for menos restritiva). Assim a lei estadual e a municipal serão discricionárias até o limite imposto pela lei federal.

No processo de licenciamento ambiental, o órgão ambiental estadual será competente de julgar os casos, de acordo com a Resolução CONAMA 237/97 incisos I a IV, quando os empreendimentos estiverem localizados em Áreas de Preservação Permanente cujos impactos ultrapassem os limites territoriais de mais de um município ou quando delegados pela União aos estados.

2.1.5.2.2.1 Estado do Rio Grande do Sul

O Código Estadual de Meio Ambiente representado pela Lei Estadual 11.520/00 apregoa, no seu Artigo 6º, parágrafo primeiro, que não poderão ser realizadas ações ou atividades suscetíveis de alterar a qualidade do ambiente sem licenciamento. Objetivando, assim, o desenvolvimento integrado harmônico e sustentável, conforme o caput deste artigo.

Sabe-se que, por determinação, o licenciamento ambiental é instrumento da Política Estadual do Meio Ambiente e que a ampliação e alteração de obras utilizadoras de recursos ambientais ou consideradas efetivas ou potencialmente poluidoras, bem como capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de

prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis, segundo é determinado no caput do Artigo 55, do Capítulo VIII, do Licenciamento Ambiental deste Código Ambiental Estadual.

No Artigo 71 do supracitado código consta que o licenciamento para a construção, instalação, ampliação, alteração e operação de empreendimentos ou atividades utilizadoras de recursos ambientais considerados de significativo potencial de degradação ou poluição, dependerá da apresentação do Estudo Prévio de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

2.1.5.2.3 Legislação Municipal

Conforme o Código Estadual de Meio Ambiente, especificamente no Artigo 69, os municípios promoverão o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades consideradas como de impacto local, bem como aquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

Preliminarmente, define-se impacto local, para fins de licenciamento ambiental, como qualquer alteração direta, ou seja, decorrente de uma única relação de causa e efeito, das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, que afetem: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e/ou a qualidade dos recursos ambientais, nos limites do município.

Porém, quando os impactos ambientais diretos ultrapassam os limites territoriais de um ou mais municípios o empreendimento, obra ou atividade deve ser licenciada pelo estado, de acordo com o Artigo 5º, inciso III, da Resolução do CONAMA nº 237/97.

Dentre os municípios que onde o empreendimento está inserido, foi identificado Código Ambiental Municipal somente para o município de Estrela. Os municípios de Fazenda Vilanova, Bom Retiro do Sul e Taquari apresentam disposições sobre o meio-ambiente em suas respectivas leis orgânicas.

2.1.5.3 Outros empreendimentos que podem potencializar impactos

Durante a fase de implantação, aumentará a circulação de veículos pesados e máquinas na rodovia. Associado a isso, os empreendimentos que podem ser considerados pólos geradores de viagens, como indústrias, também podem provocar aumento na circulação de veículos. Além disso, conforme anteriormente mencionado, o crescimento estimado no volume de tráfego para o projeto é de 3,5% ao ano.

2.1.6 ÓRGÃO FINANCIADOR / VALOR DO EMPREENDIMENTO

Segundo o DNIT, os recursos para a execução do empreendimento serão provenientes do Orçamento da União.

O valor do empreendimento, com discriminação das etapas construtivas, é apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Resumo do orçamento

| Discriminação | Custo (R\$) | |
|------------------------------------|----------------|---------------|
| | Alternativa A | Alternativa B |
| Terraplanagem | 28.477.969,24 | 32.662.500,00 |
| Pavimentação | 32.603.439,50 | 32.603.439,50 |
| Drenagem e obras de arte correntes | 6.627.414,88 | 6.627.414,88 |
| Sinalização e segurança viária | 3.995.717,53 | 3.995.717,53 |
| Obras de arte especiais | 22.720.000,00 | 5.200.000,00 |
| Obras complementares | 8.189.704,13 | 8.189.704,13 |
| Paisagismo | 348.173,88 | 348.173,88 |
| Iluminação viária | 1.805.939,50 | 1.805.939,50 |
| Desapropriação | 1.452.392,26 | 1.452.392,26 |
| Remanejamento de redes | 164.461,89 | 164.461,89 |
| Valor total | 106.385.212,80 | 94.249.743,55 |

Fonte: STE.

A diferença entre as duas alternativas está na travessia do trecho urbano de Fazenda Vilanova. A alternativa A prevê viaduto duplo longitudinal ao longo da BR-386. Na Alternativa B, a rodovia seria rebaixada, aproveitando a topografia.

As porcentagens no custo da obra de cada uma das atividades listadas na Tabela 5 são apresentadas na Figura 4 e na Figura 5

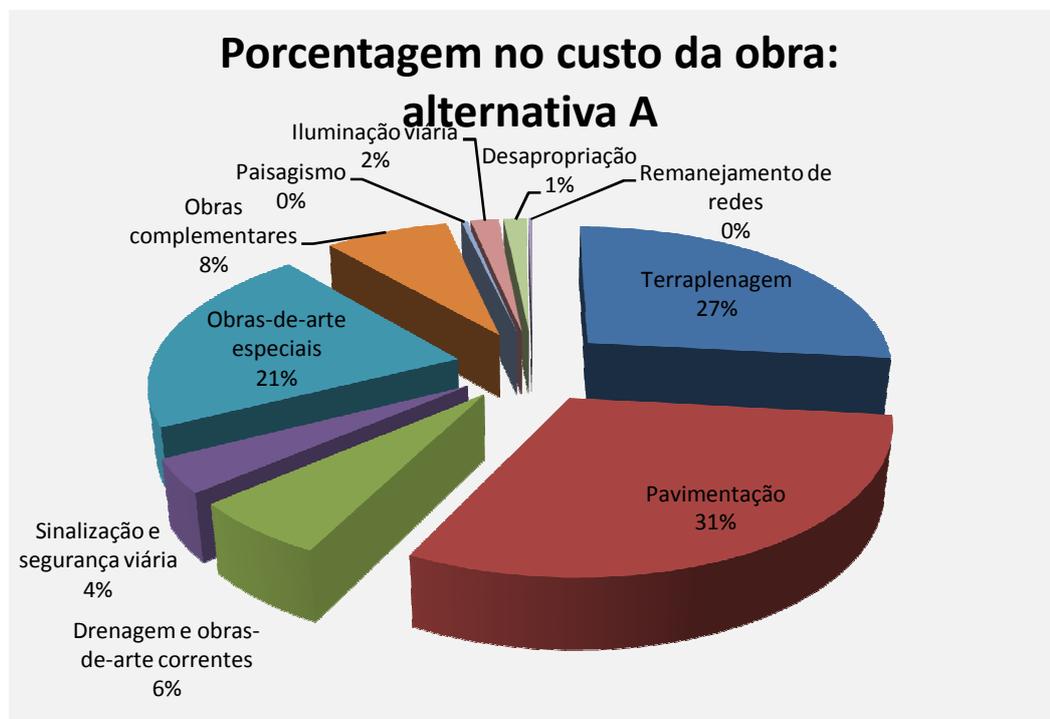


Figura 4 – Porcentagem por atividade: alternativa A

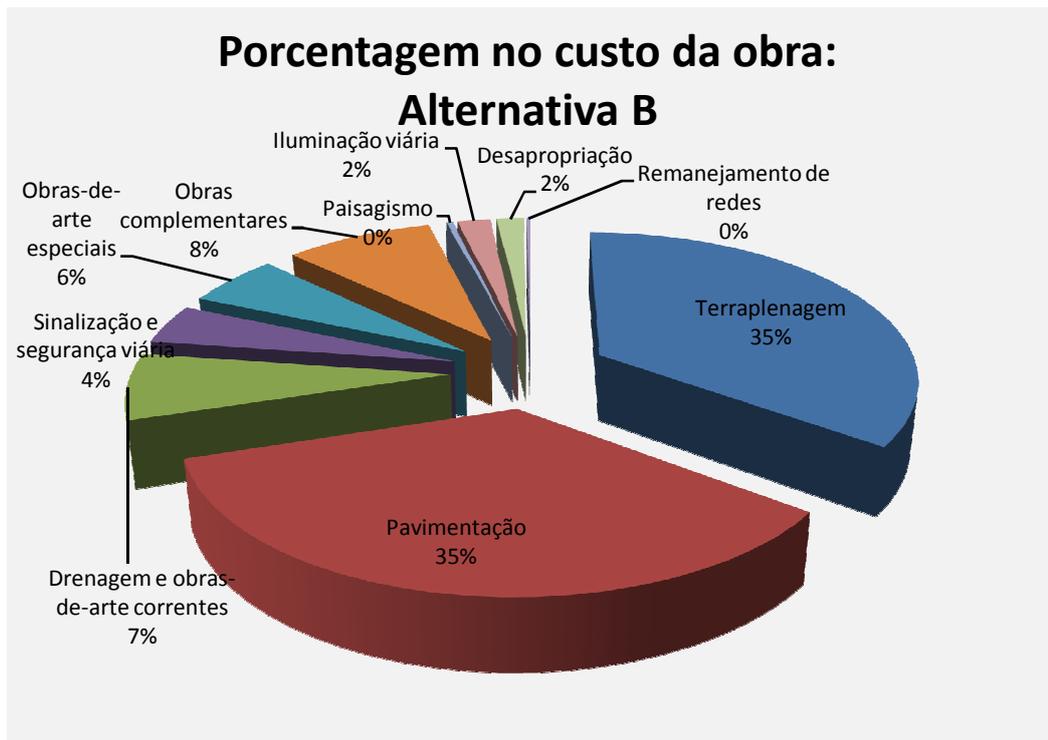


Figura 5 – Porcentagem por atividade: alternativa B

2.2 DESCRIÇÃO DO PROJETO

2.2.1 CLASSE DA RODOVIA

A classe funcional do segmento em questão é arterial principal. Segundo o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER (Brasil, 1999):

“classificam-se como Arteriais Principais as rodovias utilizadas para viagens internacionais e inter-regionais. Essas rodovias devem proporcionar um sistema contínuo dentro da região e articular-se com rodovias de funções similares nas regiões vizinhas, atendendo principalmente à função mobilidade. De um modo geral devem conectar cidades com população acima de 150 mil e as capitais dos estados, bem como promover as conexões destas com a capital do País.”

A classe de projeto do segmento, com a duplicação, passará de I-B para I-A. A relação entre as classificações funcionais e de projeto está apresentada na Quadro 6.

Quadro 6 – Relação geral entre as classes funcionais e as classes de projeto

| Sistema | Classes funcionais | Classes de projeto |
|----------|--------------------|--------------------|
| Arterial | Principal | Classes 0 e I |
| | Primário | Classes I |
| | Secundário | Classes I e II |
| Coletor | Primário | Classes II e III |
| | Secundário | Classes III e IV |
| Local | Local | Classes III e IV |

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, DNER (Brasil, 1999).

O resumo das classes de projeto está apresentado na Quadro 7.

Quadro 7 – Classes de projeto e critérios de classificação técnica

| Classes de projeto | Características | Critérios de classificação técnica ¹ |
|--------------------|--|---|
| 0 | Via expressa – controle total de acesso | Decisão administrativa. |
| I-A | Pista dupla – controle parcial de acesso | Quando os valores de tráfego previstos ocasionarem níveis de serviço em uma rodovia de pista simples inferiores aos aceitáveis. |
| I-B | Pista simples | Volume horário de projeto maior que 200. Volume médio diário maior que 1400. |
| II | Pista simples | Volume médio diário de 700 a 1400. |
| III | Pista simples | Volume médio diário de 300 a 700. |
| IV-A | Pista simples | Volume médio diário (abertura) de 50 a 200. |
| IV-B | Pista simples | Volume médio diário (abertura) inferior a 50. |

Fonte: Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais, DNER (Brasil, 1999).

O segmento desenvolve-se em região ondulada, que, segundo a Associação Estadunidense de Oficiais de Transporte e Rodovias, AASHTO, “é aquela onde as inclinações naturais do terreno exigem frequentes cortes e aterros de dimensões reduzidas para acomodação dos greides das rodovias, e que eventualmente oferecem alguma restrição à implantação dos alinhamentos horizontal e vertical”.

2.2.2 SEÇÃO TIPO

Os elementos da seção transversal de uma via têm influência direta sobre suas características operacionais, estéticas e de segurança. Sendo assim, devem ser adequados aos padrões de velocidade, capacidade de tráfego, nível de serviço, aparência e segurança (DNIT, 2008).

A seção tipo da pista existente apresenta as seguintes características:

- largura da pista: 7,20 m (duas faixas de rolamento de 3,60 m);
- largura do acostamento: 2,50 m;

¹ Critérios preliminares.

- declividade transversal da pista: 2%, caimento duplo;
- declividade transversal dos acostamentos: 5%.

Para a zona de travessia urbana, a seção tipo da pista existente apresenta caimento simples com acostamento interno com largura de 1,20 m e acostamento externo com 2,50 m.

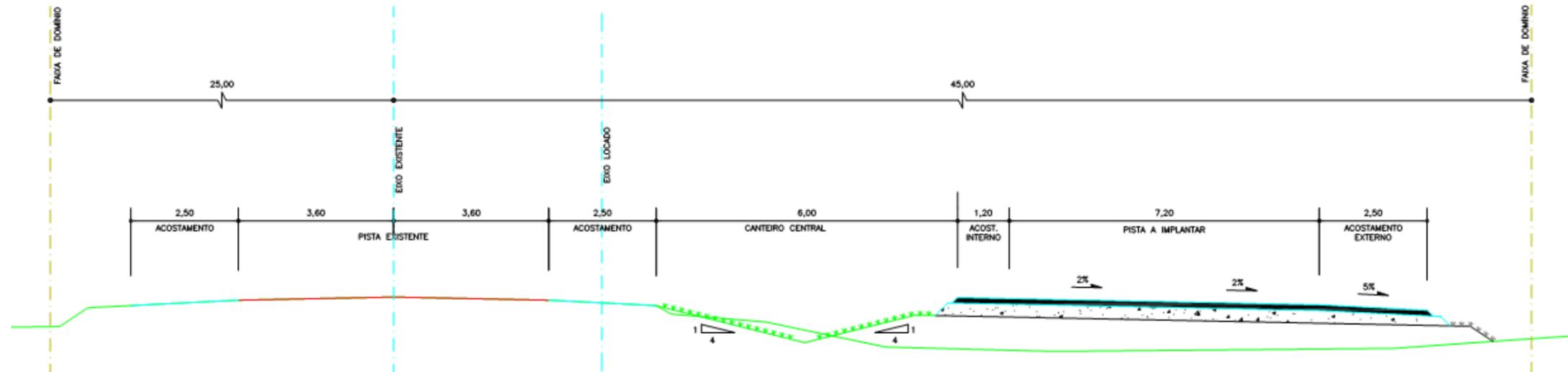
Para a pista a ser implantada, as características são as seguintes:

- largura da pista: 7,20 m (duas faixas de rolamento de 3,60 m);
- largura do acostamento externo: 2,50 m;
- largura do acostamento interno: 1,20 m;
- declividade transversal da pista e do acostamento interno: 2% (caimento para um único lado);
- declividade transversal do acostamento externo: 5%;
- largura do canteiro central: 6 m.

A Figura 6 apresenta a seção transversal tipo nos segmentos rurais e na travessia urbana.

O local compreendido entre os km 358+650 e 360+280 recebeu um tratamento especial, por ser margeado por um acampamento indígena: o canteiro central foi estreitado e a separação das pistas feita com barreiras do tipo New Jersey.

SEÇÃO TRANSVERSAL-TIPO SEGMENTOS RURAIS



SEÇÃO TRANSVERSAL-TIPO TRAVESSIAS URBANAS

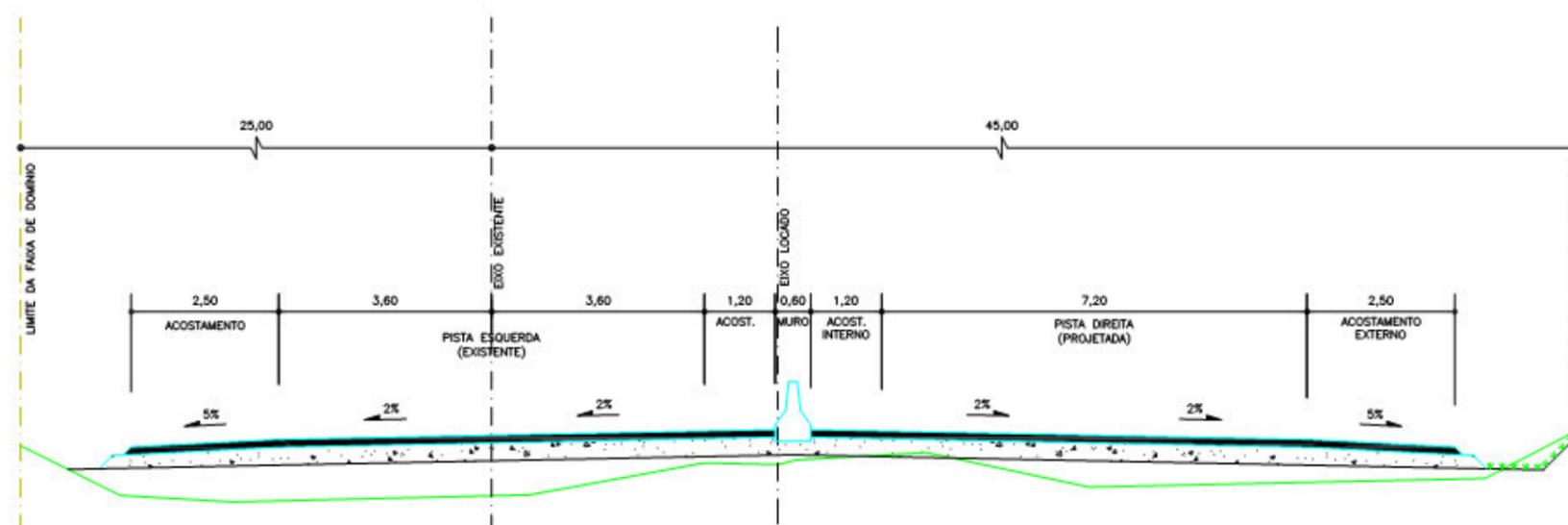


Figura 6 – Seções transversais tipo: segmentos rurais e travessias urbanas

Os valores de largura da faixa de rolamento são usualmente determinados a partir da largura do veículo tipo, acrescida de uma faixa de segurança definida em função da classe da rodovia.

A largura das faixas da nova pista será a mesma da anterior, 3,60 m, conforme recomendação do DNER apresentada na Tabela 6.

Tabela 6 – Larguras das faixas de rolamento (em metros)

| Classe do projeto | Relevo | | |
|--------------------------|--------|-------------------|-------------------|
| | Plano | Ondulado | Montanhoso |
| Classe 0 | 3,60 | 3,60 | 3,60 |
| Classe I | 3,60 | <u>3,60</u> | 3,50 |
| Classe II | 3,60 | 3,50 | 3,30 ¹ |
| Classe III | 3,50 | 3,30 ¹ | 3,30 |
| Classe IV-A ² | 3,00 | 3,00 | 3,00 |
| Classe IV-B ² | 2,50 | 2,50 | 2,50 |

¹ Preferivelmente 3,50 m, quando esperada alta percentagem de veículos comerciais.
² Os valores referentes à Classe IV são baseados na publicação “Manual de Rodovias Vicinais”, BIRD/BNDE/DNER, 1976.

Fonte: DNER (Brasil, 1999).

2.2.2.1 Largura do acostamento

Segundo o Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais do DNER (Brasil, 1999), todas as vias deverão possuir acostamentos, sejam pavimentadas ou não. A largura do acostamento externo recomendada pelo Manual deve ser tal que permita abrigar o veículo de projeto e permitir que uma pessoa possa trabalhar ao seu lado com segurança.

Os valores recomendados para largura do acostamento estão apresentados na Tabela 7 e na Tabela 8. Na Tabela 9 estão apresentados os valores mínimos de afastamento do bordo lateral de acostamentos com relação a obstáculos, caso existam.

Tabela 7 – Larguras dos acostamentos externos (em metros)

| Classe do projeto | Relevo | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | Plano | Ondulado | Montanhoso |
| Classe 0 | 3,50 | 3,00 ¹ | 3,00 ¹ |
| Classe I | 3,00 ¹ | <u>2,50</u> | 2,50 |
| Classe II | 2,50 | 2,50 | 2,00 |
| Classe III | 2,50 | 2,00 | 1,50 |
| Classe IV – A ² | 1,30 | 1,30 | 0,80 |
| Classe IV – B ² | 1,00 | 1,00 | 0,50 |

¹ Preferivelmente 3,50 m onde for previsto um volume horário unidimensional de caminhões superior a 250 veículos.
² Valores baseados na publicação “Manual de Rodovias Vicinais”, BIRD/BNDE/DNER, 1976. No caso de rodovias não pavimentadas, representam a contribuição para estabelecimento da largura da plataforma.

Fonte: DNER (Brasil, 1999).

Tabela 8 – Larguras dos acostamentos internos (em metros) para pistas de mão única

| Número de faixas de rolamento da pista | Relevo | | |
|--|-----------|-----------|------------|
| | Plano | Ondulado | Montanhoso |
| 2 | 1,20-0,60 | 1,00-0,60 | 0,60-0,50 |
| 3 ¹ | 3,00-2,50 | 2,50-2,00 | 2,50-2,00 |
| ≥4 | 3,00 | 3,00-2,50 | 3,00-2,50 |

1. Quando julgado necessário um acostamento. Em caso contrário, adotar os valores referentes a pistas de 2 Faixas.

Fonte: DNER (Brasil, 1999).

Tabela 9 – Afastamento lateral mínimo do bordo do acostamento (metros) para rodovias Classe I

| Tipo de obstáculo | Relevo | | |
|-------------------|--------|----------|------------|
| | Plano | Ondulado | Montanhoso |
| Contínuo | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Isolado | 1,50 | 1,50 | 1,50 |

Fonte: DNER (Brasil, 1999).

A pista existente, por ter sido concebida para tráfego de mão dupla, apresenta acostamentos de largura 2,50 m em ambos os lados. Para a nova pista, que será concebida para tráfego em mão única, haverá diferenciação entre acostamento externo e interno. O externo também apresentará largura de 2,50 m, enquanto o interno terá 1,20 m, apesar de o valor excepcional ser de 1,00 m para pistas com duas faixas de rolamento e relevo ondulado.

2.2.2.2 Declividade transversal

A pista existente apresenta seção transversal abaulada, ou seja, com caimento para ambos os lados (com exceção da seção que atravessa a área urbana), enquanto que a nova pista apresentará seção com caimento simples. A solução a ser adotada é a mais comumente verificada para vias de pista dupla com duas faixas de rolamento, apresentando as seguintes vantagens (DNIT, 2008):

- algumas instalações de drenagem, de um modo geral, são somente necessárias em um só lado da pista;
- o sentido de atuação da aceleração transversal é constante;
- a concepção da superelevação é mais simples;
- a execução do pavimento pode muitas vezes ser mais simples.

Entre as desvantagens, mencionam-se:

- maior acúmulo de águas pluviais na faixa de rolamento de cota mais baixa;
- constante desnível entre os bordos da pista.

O escoamento de águas pluviais é facilitado quando a declividade é maior. Por outro lado, declividades menores são vantajosas por questões tanto de estética quanto de segurança, uma vez que uma menor aceleração transversal proporciona um maior

conforto de dirigir e um menor desvio lateral por ocasião de freadas bruscas, vento forte ou lama na pista (DNIT, 2008).

Para a nova pista, o valor de declividade 2% será adotado para as pistas de rolamento e acostamento interno. O acostamento externo terá uma declividade igual a 5%.

2.2.2.3 Faixa de domínio

A faixa de domínio tem 70,00 m de largura, com a pista existente localizada assimetricamente para a esquerda, no sentido Estrela-Tabaí. Por essa razão, a nova pista será implantada à direita da existente.

2.2.3 EXTENSÃO

O segmento a sofrer intervenções está compreendido entre os quilômetros 350,8 e 386,0, perfazendo uma extensão total de 35,2 km.

2.2.4 ESTIMATIVA DE VOLUMES DE TERRAPLANAGEM

Os volumes de terraplanagem estimados para a implantação do empreendimento são apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Volumes de terraplanagem.

| Tipo de obra de terraplanagem | Volume (m ³) |
|-------------------------------|--------------------------|
| Cortes | 350.000 |
| Aterros | 958.000 |
| Empréstimos | 900.000 |

2.2.5 ATERRO EM VÁRZEAS E ÁREAS DE BAIXADA E TRAVESSIA DE CURSOS D'ÁGUA

A empresa de engenharia STE ainda não realizou os estudos relacionados a este item.

2.2.6 REVESTIMENTOS

Os pavimentos são estruturas compostas por múltiplas camadas, sendo que o revestimento é a camada responsável por receber e transmitir a carga dos veículos e de forma mais direta, o intemperismo.

A nova pista terá a base somada à sub-base com 30 cm de espessura de brita graduada, enquanto que o revestimento do pavimento terá 14 cm de espessura e será confeccionado utilizando-se o Concreto Betuminoso Usinado a Quente (CBUQ) com polímeros.

Esse é um dos tipos de revestimento asfáltico flexível mais utilizados nas vias urbanas e rodovias brasileiras. O CBUQ é normalmente composto por um agregado miúdo (areia), agregado graúdo (brita) e um ligante (CAP – Cimento Asfáltico de Petróleo), obtido da destilação fracionada do petróleo. A mistura dos agregados com o ligante é realizada à quente em uma usina de asfalto e transportada até o local de sua aplicação por caminhões especialmente equipados onde é lançado por equipamento adequado, chamado de vibroacabadora. Após seu lançamento a mistura é compactada por rolos compactadores até atingir a densidade especificada em projeto (Bernucci *et al.*, 2006).

2.2.7 MÃO DE OBRA

Será utilizada, preferencialmente, mão de obra local com experiência na área rodoviária. A Tabela 11 resume a equipe técnica mínima para a implantação do empreendimento.

Tabela 11 – Equipe técnica mínima

| Discriminação | Quantidade |
|--|-------------------|
| Engenheiro Residente | 01 |
| Engenheiro Auxiliar para Terraplanagem | 01 |
| Engenheiro Auxiliar para Pavimentação | 01 |
| Engenheiro Auxiliar para OAE | 01 |
| Engenheiro de Segurança | 01 |
| Engenheiro para Controle de Qualidade | 01 |
| Engenheiro para Manutenção | 01 |
| Encarregado de terraplanagem | 01 |
| Encarregado de pavimentação | 01 |
| Encarregado de drenagem | 01 |
| Encarregado de OAE | 01 |
| Encarregado de segurança | 01 |
| Encarregado de britagem | 01 |
| Chefe de laboratório | 01 |
| Topógrafo condutor | 02 |
| Encarregado de usina | 01 |

2.2.8 LOCALIZAÇÃO DAS JAZIDAS, BOTA FORAS E CANTEIROS DE OBRAS

2.2.8.1 Jazidas

Na região são encontrados os seguintes materiais que podem vir a ser utilizados na construção:

- rocha basáltica pertencente à Formação Serra Geral;
- diques e soleiras de diabásio da Formação Serra Geral, ocorrentes no trecho;

- solos do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo álico, oriundos das alterações dos arenitos da Formação Botucatu;
- solos do tipo Terra Roxa Estruturada eutrófica, oriundos das alterações dos basaltos da Formação Serra Geral;
- depósitos comerciais de areia em Estrela, oriundas da extração mineral do rio Jacuí, a sul do trecho projetado.

2.2.8.1.1 Pedreiras

A pesquisa de pedreiras foi efetuada, em um primeiro momento, em jazidas que já se encontram em operação. Há uma pedreira acessada através da estrada Jacob Mallmann, a 1.400 m do km 354+550, lado esquerdo (Figura 7 e Figura 8). Possui, no aspecto visual, uma boa qualidade para servir de fonte de material pétreo para a referida obra.



**Figura 7 – Pedreira localizada a aproximadamente 1.400 m do lado esquerdo a partir do km 354+500
Fonte: STE, 2008.**



**Figura 8 – Face sudoeste da pedreira, onde é possível de se observar a boa qualidade da ocorrência
Fonte: STE, 2008.**

Há, ainda, uma ocorrência rochosa situada próxima à sede do município de Fazenda Vilanova, próxima ao centro geométrico da rodovia, ou seja, com menor distância

média de transporte (DMT). Possui coordenadas UTM: N 6.724.971; E 418.313. A partir de estudos, concluiu-se que o material apresenta boa qualidade.

2.2.8.1.2 Empréstimos laterais

O material presente nas margens do subtrecho em questão possui volume e boa condição geotécnica, confirmado pelas sondagens ali realizadas. Os locais prováveis que servirão de empréstimos laterais são listados a seguir (STE, 2008) (Mapa 4 – Localização das Áreas de Empréstimo, Apêndice I):

- km 352+700, lado esquerdo;
- km 355+200, lado direito;
- km 356+800, ambos os lados;
- km 358+900, lado direito (Figura 9);
- km 359+500, lado esquerdo (Figura 10);
- km 362+650, lado direito;
- km 365+920, ambos os lados;
- km 369+200, lado esquerdo;
- km 369+800, lado esquerdo;
- km 371+800, lado direito (Figura 11);
- km 372+700, lado direito;
- km 373+200, lado direito;
- km 374+700, lado direito;
- km 375+400, lado direito;
- km 375+675, lado esquerdo;
- km 376+500, ambos os lados;
- km 378+200, lado direito;
- km 378+700, lado direito;
- km 380+100, lado direito;
- km 381+600, lado esquerdo;
- km 382+800, lado direito.



Figura 9 – Argila muito arenosa, provável material a ser utilizado para camada de aterro, no km 358+900, lado direito
Fonte: STE, 2008.



Figura 10 – Empréstimo lateral no km 359+500, lado esquerdo
Fonte: STE, 2008.



Figura 11 – Material de empréstimo composto por argila arenosa no km 371+800, lado direito
Fonte: STE, 2008.

2.2.8.1.3 Empréstimos concentrados

Os empréstimos concentrados terão a função de fornecer material de aterro para os locais onde a carência de empréstimos laterais é notória e as condições geomorfológicas condicionam a demanda de materiais para a execução de aterros.

Características dessas jazidas são apresentadas na Tabela 12.



Tabela 12 – Empréstimos concentrados – Dados do levantamento de campo realizado em 15/12/2008

| Área | km | Lado | Material | Volume | Coordenadas | Fotos |
|---|---------|------|--------------------|-----------------------|----------------------------------|--|
| Jazida 1 e Jazida 2 São Juntas | 352+820 | LE | Argila vermelha | 20.000 m ³ | 409040/6735864 409252/6736592 |  |



| Área | km | Lado | Material | Volume | Coordenadas | Fotos |
|----------|---------|------|-----------------|-----------------------|----------------------------------|--|
| Jazida 3 | 354+560 | LE | Argila vermelha | 60.000 m ³ | 409498/6733608 409578/6733667 |  |
| Jazida 4 | 354+900 | LD | Argila vermelha | 60.000 m ³ | 409263/6733342 |  |



| Área | km | Lado | Material | Volume | Coordenadas | Fotos |
|----------|---------|------|-----------------|------------------------|----------------------------------|--|
| Jazida 5 | 356+580 | LE | Argila vermelha | 150.000 m ³ | 411091/6732524 411059/6732738 |  |
| Jazida 6 | 357+560 | LD | Argila vermelha | 30.000 m ³ | 411417/6731773 |  |



| Área | km | Lado | Material | Volume | Coordenadas | Fotos |
|----------|---------|------|----------------------------------|------------------------|--|--|
| Jazida 7 | 360+600 | LD | Argila vermelha | 160.000 m ³ | 413818/6729617 414002/6729803 414086/6729633 |  |
| Jazida 8 | 364+880 | LD | Argila marrom Argila vermelha | 60.000 m ³ | 417762/6728079 |  |



| Área | km | Lado | Material | Volume | Coordenadas | Fotos |
|-----------|---------|------|---|------------------------|----------------------------------|--|
| Jazida 9 | 366+140 | LE | Argila arenosa vermelha Arenito rosa | 40.000 m ³ | 418621/6727406 |  |
| Jazida 10 | 369+970 | LE | Argila vermelha | 100.000 m ³ | 421241/6725179 421441/6725268 |  |



| Área | km | Lado | Material | Volume | Coordenadas | Fotos |
|-----------|---------|------|----------------------------------|-----------------------|--|--|
| Jazida 11 | 372+080 | LD | Argila vermelha Argila marrom | 60.000 m ³ | 422752/6723535 422653/6723407 422773/6723449 |  |
| Jazida 12 | 377+960 | LE | Argila arenosa | 60.000 m ³ | 426218/6719928 426292/6719833 |  |



| Área | km | Lado | Material | Volume | Coordenadas | Fotos |
|-----------|---------|------|---|-----------------------|----------------------------------|--|
| Jazida 13 | 382+900 | LE | Areia argilosa marrom Argila arenosa vermelha | 50.000 m ³ | 429716/6716565 429904/6716577 |  |
| Jazida 14 | 374+750 | | Argila vermelha Argila Rosa Argila amarela Argila marrom | 55.000 m ³ | 424966/6722722 424983/6722527 |  |

2.2.8.1.4 Areias

Areias de boa qualidade não ocorrem naturalmente na região de estudo, uma vez que ela faz parte da bacia hidrográfica do rio Taquari, condicionada pela geologia (basaltos) da região. Esses materiais poderão ser obtidos nos depósitos comerciais da região de Estrela. Depósitos naturais de areia poderão ser encontrados no leito do rio Jacuí, nas proximidades das cidades de São Jerônimo e Charqueadas.

2.2.8.2 **Bota foras**

Bota foras são os volumes de materiais que, por excesso ou por condições geotécnicas insatisfatórias, são escavados nos cortes e destinados a depósitos em áreas alheias à construção da rodovia, ou seja, são os volumes de materiais não utilizáveis na terraplanagem.

Não foram definidas áreas de bota fora uma vez que os cortes e remoções de solos existentes no trecho da rodovia serão utilizados na pavimentação.

2.2.8.3 **Canteiros de obras**

A localização do canteiro de obras deve considerar, entre outros fatores, uma posição favorável em relação à dispersão de poluentes. A empresa de engenharia não definiu esses locais até o momento.

2.2.9 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS À IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Os materiais a serem empregados na implantação da rodovia dividem-se em três grupos: materiais terrosos, materiais pétreos e materiais diversos.

Os materiais terrosos incluem os solos. Os materiais pétreos usados na pavimentação são os normalmente denominados de agregados. Já os materiais diversos englobam aglomerantes, cal, cimento Portland, aceleradores, retardadores, materiais pozolânicos, materiais betuminosos, entre outros.

A discriminação dos materiais necessários para a implantação do empreendimento ainda não foi feita pela empresa de engenharia.

A Tabela 13 apresenta a relação de equipamentos mínimos necessários durante a execução da obra de duplicação.

Tabela 13 – Relação de equipamentos mínimos necessários para a implantação do empreendimento

| Equipamento | Quantidade |
|--|------------|
| Trator de esteiras – 130 HP | 3 |
| Trator de esteiras – 330 HP | 4 |
| Carregadeira de pneus – 140 HP | 4 |
| Caminhão Basculante – 10 m ³ | 42 |
| Motoniveladora – 125 HP | 4 |
| Perfuratriz Manual | 18 |
| Compressor de ar – 350 pcm | 3 |
| Caminhão Basculante para rocha – 10 m ³ | 4 |
| Rolo pé de carneiro autopropelido | 4 |
| Grade de discos – 24 x 24" | 4 |
| Trator de pneus – 90 HP | 4 |
| Caminhão pipa d'água – 10000 l | 4 |
| Carreta perfuratriz | 2 |
| Compressor de ar – 600 pcm | 2 |
| Conjunto de britagem – 60 m ³ /h | 1 |
| Carregadeira de pneus 140 IIP | 2 |
| Caminhão basculante – 10 m ³ | 24 |
| Distribuidor de agregados autopropelido | 3 |
| Rolo Tandem vibratório autopropelido – 10,9 t | 3 |

2.2.10 VOLUME DE TRÁFEGO E TIPOS DE CARGA NA FASE DE OPERAÇÃO

Na Tabela 14 está apresentado o volume médio diário – VMD – esperado para o período compreendido entre os anos de 2009 – ano previsto para a inauguração das melhorias – e 2028 – ano do horizonte do projeto. Os valores foram obtidos a partir de contagem volumétrica, com aplicação de fatores de sazonalidade e volume horário de projeto. O crescimento esperado é de 3,5% ao ano.

Tabela 14 – Estimativas de tráfego futuro – VMD

| Ano | Veículos de passeio | Coletivo | Caminhão | Total |
|------|---------------------|----------|----------|-------|
| 2009 | 7187 | 415 | 3489 | 11091 |
| 2010 | 7439 | 429 | 3611 | 11480 |
| 2011 | 7699 | 444 | 3738 | 11881 |
| 2012 | 7969 | 460 | 3869 | 12297 |
| 2013 | 8248 | 476 | 4004 | 12728 |
| 2014 | 8536 | 493 | 4144 | 13173 |
| 2015 | 8835 | 510 | 4289 | 13634 |
| 2016 | 9144 | 528 | 4439 | 14111 |
| 2017 | 9464 | 546 | 4595 | 14605 |
| 2018 | 9796 | 565 | 4756 | 15116 |
| 2019 | 10139 | 585 | 4922 | 15646 |
| 2020 | 10493 | 605 | 5094 | 16193 |
| 2021 | 10861 | 627 | 5273 | 16760 |
| 2022 | 11241 | 649 | 5457 | 17347 |
| 2023 | 11634 | 671 | 5648 | 17954 |
| 2024 | 12041 | 695 | 5846 | 18582 |
| 2025 | 12463 | 719 | 6050 | 19232 |
| 2026 | 12899 | 744 | 6262 | 19906 |
| 2027 | 13351 | 770 | 6481 | 20602 |
| 2028 | 13818 | 797 | 6708 | 21323 |

Fonte: adaptado de STE, 2008.

A carga transportada na região é composta predominantemente por produtos diversos de origem agropecuária, com destaque para o milho, soja, mandioca, trigo, laranja, e derivados da avicultura, suinocultura e bovinocultura.

2.2.11 VELOCIDADES

A velocidade diretriz recomendada para rodovias Classe I-A em região ondulada é de 80 km/h. Este foi o valor adotado para o presente projeto.

Certos pontos, como travessias urbanas e interseções, deverão, entretanto, sofrer um tratamento específico, podendo ser adotadas medidas como sinalização vertical intensa de advertência e de regulamentação; sinalização horizontal não convencional, por meio da pintura de mensagens de advertência e de faixas de travessias de pedestres, quando for o caso; adoção de sonorizadores associados à sinalização de advertência; utilização de faixas transversais à pista, constituídas por tachas refletivas. As ondulações (quebra-molas), embora não de todo descartadas, devem ser vistas com muita reserva, tendo sua utilização reduzida a casos de extrema necessidade, além de cercar a sua implantação de todos os cuidados no que se refere à visibilidade e, principalmente, à sinalização. Esses pontos incluem:

- o acesso a Bom Retiro do Sul, km 360-361;
- o acesso a Teutônia, km 366-367;

- a travessia urbana de Fazenda Vilanova, km 368;
- áreas próximas ao acesso a Santa Cruz do Sul, km 385.

Até o momento, não foram definidos os valores dos limites de velocidades para os pontos de travessias e interseções.

2.2.12 PASSARELAS DE PEDESTRE

A proposição de passarela para pedestres tem seção transversal útil de 2,20 m e rampas de acesso com comprimentos variáveis. Os vãos poderão ser alterados conforme necessidades locais devidas à seção da rodovia, porém deverá ser mantida a geometria em planta e o gabarito de 5,50 m de altura em relação às ruas laterais e pistas.

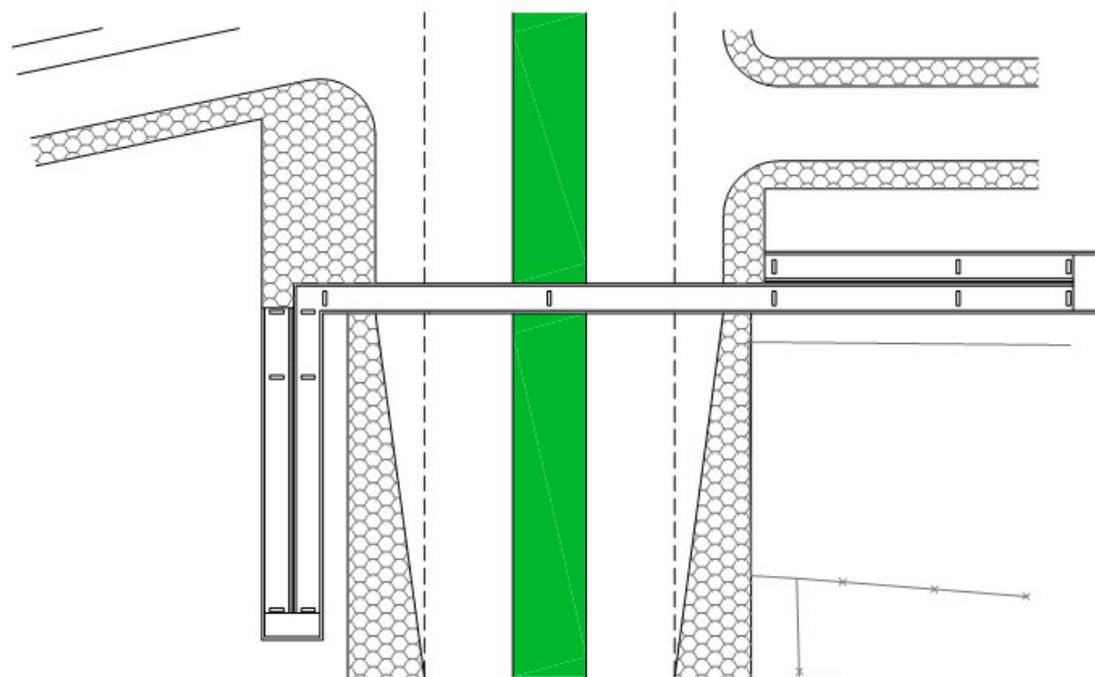
Ao longo do segmento será implantada uma única passarela, no km 386, em Tabai. Nesse local, há um pequeno adensamento populacional com forte comércio, intensificando a movimentação de pessoas de um lado a outro da rodovia.

Na Figura 12 são apresentadas a vista em planta e a seção transversal da passarela a ser implantada.

Na travessia urbana de Fazenda Vilanova, km 368-369, há ocupações em ambas às margens da rodovia. Entretanto, nesse local será implantado um viaduto, conforme será detalhado no item 2.2.13.3.2 - Viadutos.

Outros pontos da rodovia, apesar de margeados ocupações laterais, não apresentam necessidade de passarelas, por apresentarem ocupações somente de um dos lados da rodovia ou por não apresentarem fluxo de pedestre que justifique a implantação de uma passarela.

PLANTA



DETALHE DA SEÇÃO

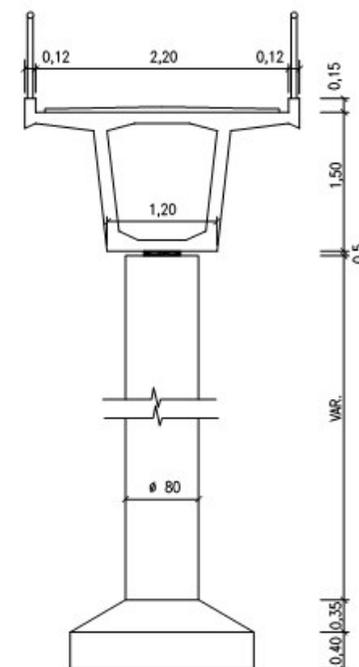


Figura 12 – Passarela para pedestres
Fonte: STE, 2008.

2.2.13 OBRAS DE INFRAESTRUTURA

2.2.13.1 Estruturas de drenagem e obras de arte

Serão implantadas, ao longo da rodovia, obras de drenagem superficial do pavimento, obras de drenagem profunda e obras de arte correntes, como bueiros. O diâmetro mínimo dos novos bueiros tubulares será de 0,80 m. Para bueiros de interseção e acessos, o diâmetro mínimo poderá ser de 0,60 m.

Na Tabela 15 estão listadas as estruturas de drenagem a serem implantadas na nova pista com seus respectivos tempos de recorrência.

Tabela 15 – Tempos de recorrência para estruturas de drenagem

| Estrutura | | Tempo (anos) | |
|--------------------------------|-------------------|---------------------------|----|
| Obras de drenagem superficial | | 10 | |
| Obras de drenagem do pavimento | | 10 | |
| Obras de drenagem profunda | | 10 | |
| Obras de arte correntes | Bueiros tubulares | Trabalhando como canal | 15 |
| | | Trabalhando como orifício | 25 |
| | Bueiros celulares | Trabalhando como canal | 25 |
| | | Trabalhando como orifício | 50 |
| Obras de arte especiais | Pontes | 100 | |

Fonte: STE, 2008.

Na Figura 13 são apresentadas a localização das estruturas de drenagem e as obras de arte especiais ao longo do segmento a ser duplicado.

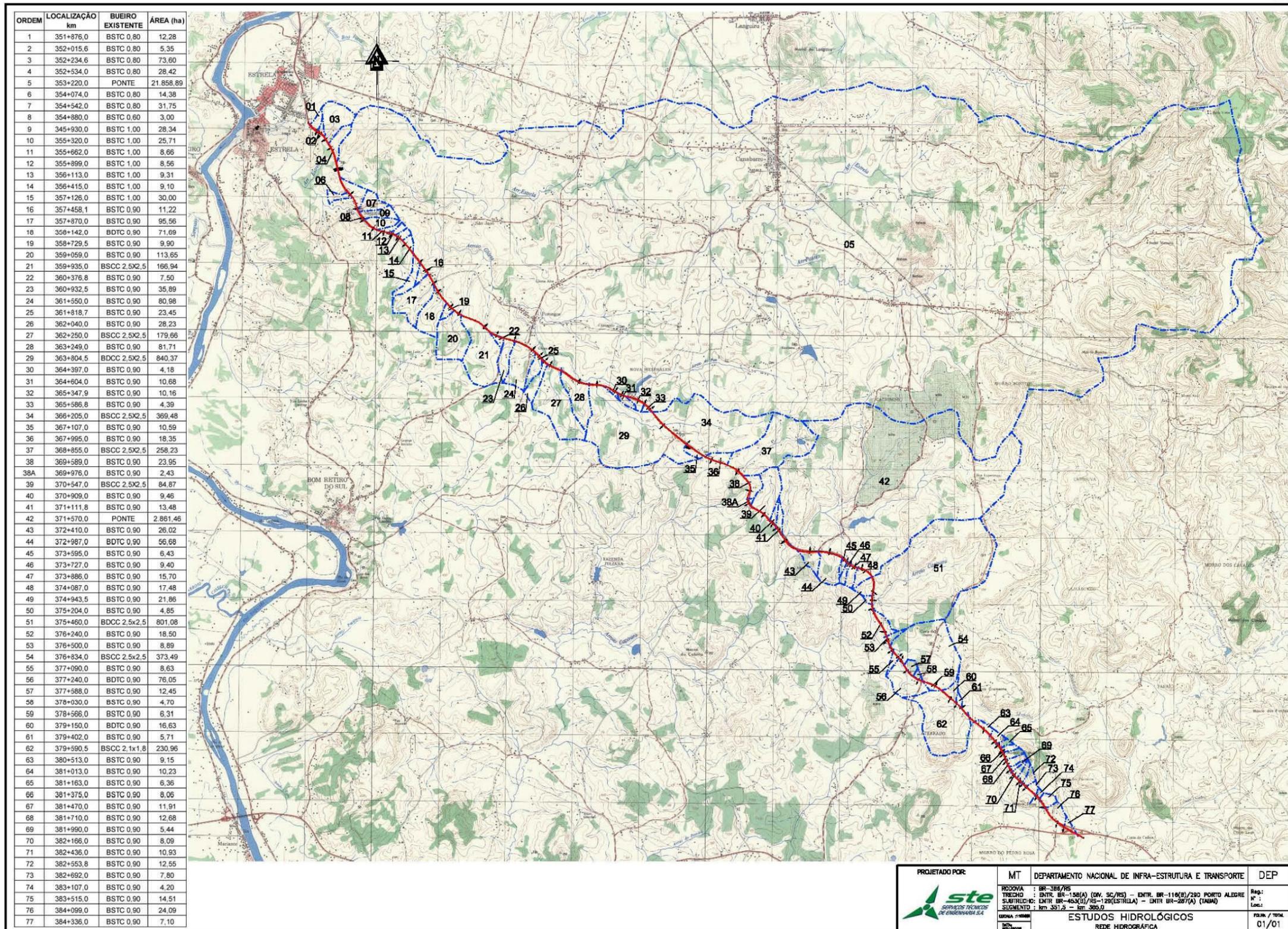


Figura 13 – Localização das estruturas de drenagem e das obras de arte especiais existentes
Fonte: STE, 2008.

| | | | |
|---------------|---|---|--------------|
| PROJETADO POR | MT | DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA E TRANSPORTE | DEP |
| | RODOVIA : BR-386/RS | TRECHO : ENTR. BR-158(A) (DV. SC/RS) - ENTR. BR-116(B)/230 PONTO ALEGRE | Red: N°: |
| | SUBTRECHO: ENTR. BR-463(B)/RS-128(ESTRELA) - ENTR. BR-267(A) (TAMÁ) | SEGMENTO : km 351,5 - km 386,0 | Loc.: : |
| | USINA : 08888 | ESTUDOS HIDROLÓGICOS | FOIN / TOTM: |
| | DATA : 02/08/08 | REDE HIDROGRÁFICA | 01/01 |

2.2.13.2 Interseções e acessos

São previstas interseções e acessos nos seguintes locais (STE, 2008):

- km 352+820, lado esquerdo (acesso à Rota do Sol): acesso simples com ilha canalizadora (direcional);
- km 354+540, lado esquerdo (acesso à Linha Santa Rita): rótula fechada;
- km 354+880 ao km 355+240, lado direito (acessos à Estrela): rótula fechada (com canteiro central alongado);
- km 360+600, lado direito (acesso a Bom Retiro do Sul): rótula fechada;
- km 361+300, lado esquerdo (acesso à Vila Glória): rótula fechada;
- km 366+160, lado esquerdo (acesso à Teutônia, Poço das Antas e Garibaldi): rótula fechada;
- km 373+250, lado esquerdo (acesso ao restaurante existente, com a rua lateral permite o acesso secundário a Paverama): rótula fechada;
- km 378+110, lado esquerdo (acesso a Paverama), LD (acesso secundário a Taquari): rótula fechada;
- km 383+540, lado esquerdo (acesso à sede do município de Tabai): rótula fechada.

Há também outros pontos de acesso secundários ao longo da rodovia, para os quais prevê-se ou uma solução conjunta com a interseção ou a pavimentação de um segmento de 20 m do ramal, com faixas de desaceleração e aceleração na principal. Esta concepção visa disciplinar os pontos de entrada e saída da rodovia, concentrando os fluxos em locais bem definidos.

Há ainda, locais em que serão instalados retornos a fim de se permitir a ligação de um lado a outro da rodovia quando não há interseções ou acessos próximos. Os retornos-tipo são constituídos a partir do alargamento do canteiro central, com implantação de ramos internos de conversão à esquerda e faixas de mudança de velocidade.

2.2.13.3 Obras de arte especiais

2.2.13.3.1 Pontes

No segmento em questão há duas pontes construídas: uma sobre o arroio Estrela, no km 353+400, e outra sobre o arroio Concórdia, no km 371+500. Com a duplicação, outras duas pontes serão construídas, paralelas às anteriores.

A ponte existente sobre o arroio Estrela possui pista com 8,00 m de largura e passeios laterais de 0,70 m. A fundação é em tubulões sobre rocha basáltica e a superestrutura

desenvolve-se em duas longarinas contínuas de três vãos apoiados em encontros caixão.

A ponte existente sobre o arroio Concórdia apresenta pista com 8,20 m de largura e passeios laterais de 0,70 m. A fundação é em sapatas sobre arenito e a superestrutura também foi construída sobre duas longarinas.

Essas pontes serão alargadas, mantendo as duas faixas de tráfego com largura de 3,60 m, incorporando um acostamento interno de 1,20 m e outro externo de 2,50 m, ambos guarnecidos por defensas de 0,40 m. Será acrescentada à defesa do acostamento externo, exteriormente, uma passarela com largura de 1,50 m, guarnecida por guarda-corpos de espessura de 0,20 m, de modo que a obra final terá a largura total de 12,60 m.

O estado de conservação de ambas as pontes é bom.

Para as novas pontes, a largura da pista será a mesma adotada na seção transversal da rodovia e nas pontes antigas após as obras de melhoria: 10,90 m, e, com o passeio de 1,50 m mais o guarda-corpo exterior, totalizando 12,60 m, tal quais as pontes existentes após as melhorias. A modulação de vãos será concordante com os existentes e o trem tipo será de 45 toneladas.

O afastamento entre obras paralelas será igual à largura do canteiro central no trecho da rodovia em que estiverem localizadas. As vazões de projeto dos arroios serão correspondentes a um tempo de recorrência de 100 anos.

2.2.13.3.2 Viadutos

A travessia do núcleo urbano de Fazenda Vilanova (km 368-369) será por meio de viadutos. Há duas alternativas:

- na alternativa A prevê-se um viaduto longitudinal ao longo da rodovia. O tabuleiro de cada um dos viadutos incluirá pista com 10,90 m de largura e será guarnecido externamente por guarda rodas de concreto padrão DNER, totalizando 11,70 m de largura.
- na solução B está previsto o rebaixamento da rodovia existente, aproveitando a topografia do local. O desenvolvimento do tráfego local se dará em viadutos transversais sobre a rodovia, com pista de 9,0 m de largura e passeios de 1,50 m de cada lado. Estes viadutos terão sentido duplo.

Além desse caso, não haverá outros viadutos construídos ao longo do segmento.

2.2.13.4 Equipamentos de segurança

Serão empregadas defensas e barreiras onde houver probabilidade de um veículo desgovernado:

- Cruzar o canteiro central e se chocar com outro veículo no sentido oposto;

- Chocar-se com obstáculo fixo próximo à pista (postes, guarda-corpos, pilares);
- Sair da pista e rolar sobre o talude de um aterro íngreme ($v:h > 1:4$), por influência de curvas acentuadas, ou ainda se as condições no pé do talude de aterro forem adversas (muro de arrimo, rio, rochas, abismo).

Também serão implantadas defensas nos canteiros centrais, em função do volume de tráfego e velocidades.

Outras situações frequentes do uso de defensas são proximidades de pilares ou protuberâncias rochosas ou ainda se as condições no pé do talude de um aterro forem adversas.

Defensas metálicas serão empregadas nas passagens de pedestre em nível, nas aproximações de pontes e viadutos, ou ainda, em outros locais onde as condições exijam.

2.2.14 CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO

O cronograma físico-financeiro será elaborado após a aprovação do Plano Funcional do projeto de duplicação da BR-386/RS.

3 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS

A alternativa locacional proposta está baseada na escolha de um traçado em que haja menor número de desapropriações, menor volume de aterro utilizado, menor área de vegetação a ser suprimida e menores custos para a implantação. Ou seja, a alternativa locacional para a duplicação do segmento da BR-386 em questão deve minimizar os impactos ambientais.

Portanto, o projeto prevê que a nova pista será inserida paralelamente à existente, à direita no sentido Estrela (km 350,8) – Tabaí (km 386,0).

3.1 ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

3.1.1 GERAIS

A nova pista será inserida à direita (sentido Estrela-Tabaí) da existente (Figura 6), ao longo de todo o segmento. A definição do lado da duplicação foi feita levando-se em consideração os menores volumes de terraplanagem e o menor número de desapropriações. Além disso, uma vez que a pista existente está localizada assimetricamente à esquerda na faixa de domínio, o posicionamento da nova pista à direita da existente otimiza o uso da faixa.

3.1.2 ESPECÍFICAS OU LOCAIS

O único ponto específico em que há mais de uma alternativa de traçado é a travessia urbana de Fazenda Vilanova, no km 368-369. A alternativa A prevê um viaduto longitudinal ao longo da rodovia. Já na alternativa B, a rodovia seria rebaixada, com viadutos transversais sobre a rodovia para uso do tráfego local.

Ainda não foi definido qual das alternativas será implantada. Visto que trata-se de uma travessia urbana, os impactos mais significativos ocorrerão sobre o meio socioeconômico.

Ressalta-se que a alternativa B provocaria menores impactos ao núcleo urbano, considerando-se questões estéticas e nível de ruídos, além de apresentar menor custo, conforme apresentado na Tabela 5. Uma maior degradação do ambiente urbano, mais propensa caso seja implantada a alternativa A, levaria a uma desvalorização das áreas às margens da rodovia.

3.1.3 NÃO REALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

O volume de tráfego no segmento entre Estrela e Triunfo é bastante intenso, e continua crescendo significativamente. A configuração atual desse segmento mostra-se obsoleta para essa situação, com elevado número de acidentes e configurando-se em um gargalo para a circulação na região, uma vez que a rodovia já está duplicada além desse segmento em ambos os sentidos.

Caso as obras de duplicação não sejam realizadas, novas alternativas para a circulação de pessoas e produtos deveriam ser previstas. No trecho em análise, não se verifica nenhuma rodovia que poderia desviar o tráfego da BR-386. Além disso, os impactos ambientais decorrentes de uma duplicação são menores que os da implantação de uma nova rodovia.

Ressalta-se que as modalidades ferroviária e aquaviária também existem na região e se interligam no porto de Estrela, localizado às margens da BR-386, em um segmento já duplicado. Entretanto, essas modalidades são limitadas ao transporte de cargas e necessitam do complemento do transporte rodoviário.

3.2 ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

3.2.1 PAVIMENTO

De forma geral, os pavimentos são classificados em flexíveis, semi-flexíveis e rígidos:

- Flexível: aquele em que todas as camadas do pavimento sofre deformação elástica sob carregamento aplicado, e portanto, se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas;
- Semi-flexível: caracteriza-se por uma base cimentada por um aglutinante com propriedades cimentícias como, por exemplo, uma camada de solo cimento revestido por uma camada asfáltica;
- Rígido: aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado.

No Brasil, a maior parte das rodovias é construída em pavimento flexível, por representar o melhor benefício e menor custo.

O segmento a ser duplicado da BR-386 utilizará o revestimento em pavimento flexível CBUQ com polímeros. Este tipo de revestimento flexível, apesar de maior custo para a implantação em relação a outros revestimentos flexíveis, apresenta maior durabilidade e menor custo de manutenção.

3.2.2 UTILIZAÇÃO DA FAIXA DE DOMÍNIO, CONSIDERANDO-SE CORTES E ATERROS

Neste projeto, os volumes de aterro são significativamente maiores que os de corte, o que leva a uma demanda considerável por material de empréstimo. Levando-se em consideração que algumas das possíveis jazidas podem ter seu uso restrito ou dificultado por razões diversas, como não disponibilização das áreas pelos proprietários, distância até o local de uso do material, ou restrições ambientais, pode-se adotar como solução a máxima utilização da faixa de domínio nos segmentos onde predomina o corte com material aproveitável. Ou seja, o canteiro central seria alargado, com as pistas posicionadas o mais próximo possível das bordas da faixa de domínio. Esta medida minimiza o impacto ambiental, e está incluída no licenciamento do segmento a ser duplicado, eliminando a necessidade de licenciamento de outras áreas. É possível, ainda, rebaixar o canteiro central, obtendo-se ainda mais material, mas desde que não se atinja o nível freático.

3.2.3 ÁREAS ÚMIDAS, BANHADOS, NASCENTES E AÇUDES

Ao longo do detalhamento do projeto de Engenharia, deverão ser estudadas alternativas específicas para áreas úmidas, banhados, nascentes e açudes e corredores ecológicos.

4 ÁREA DE INFLUÊNCIA DO EMPREENDIMENTO

As definições de Área Diretamente Afetada (ADA), Área de Influência Direta (AID) e Área de Influência Indireta (All) adotadas variam conforme o meio a ser caracterizado, tipo do empreendimento, localização, dentre outros.

4.1 ÁREA DIRETAMENTE AFETADA

A Área Diretamente Afetada – ADA – compreende a área que deverá ser submetida às intervenções diretas durante as obras de duplicação da rodovia, como o caso das áreas onde ocorrerão desapropriações, instalações de acessos e estruturas de apoio.

Para os meios físico, biótico e socioeconômico, a ADA foi definida como a área delimitada pela distância de 100 m para o lado direito da rodovia, no sentido Estrela-Tabaí, a partir do eixo principal da rodovia. A ADA foi delimitada para o lado onde será inserida a duplicação. Apenas para os levantamentos arqueológicos, cuja presença na região foi considerada relevante, a ADA foi delimitada pela distância de 200 m a partir do eixo da rodovia para ambos os lados (ver Mapa 5 – Área de Influência do Meio Físico, Mapa 6 – Área de Influência do Meio Biótico, Mapa 7 – Área de Influência do Meio Socioeconômico – Apêndice I).

4.2 ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA

A Área de Influência Direta – AID – foi definida como a área sujeita às interferências diretas de execução das obras e de serviços durante a duplicação e operação da rodovia.

Para o meio físico e socioeconômico foi considerada como AID a faixa de 1 km para cada um dos lados da rodovia, dispensando atenção especial aos municípios em que o núcleo urbano é cortado pela BR-386. Já para o meio biótico essa distância foi definida como sendo 2,5 km, e para a arqueologia, 300 m. O Mapa 5 – Área de Influência do Meio Físico, Mapa 6 – Área de Influência do Meio Biótico e o Mapa 7 – Área de Influência do Meio Socioeconômico (Apêndice I) apresentam as Áreas de Influência Direta dos meios físico, biótico e socioeconômico, respectivamente.

4.3 ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA

A Área de Influência Indireta – All – é aquela real ou potencialmente ameaçada pelos impactos indiretos, decorrentes de alterações ocorridas na área de influência direta.

Para o meio físico, a All foi considerada como sendo a área das sub-bacias hidrográficas seccionadas pela AID do meio físico. Sendo assim, são englobadas as

bacias delimitadas pelos arroios Estrela, Concórdia e Santa Cruz (Mapa 5 – Área de Influência do Meio Físico – Apêndice I). Já a All para o estudo do meio biótico foi considerada uma área delimitada por uma faixa de 25 km para cada um dos lados da rodovia (Mapa 6 – Área de Influência do Meio Biótico – Apêndice I). Para a caracterização do meio socioeconômico e arqueológico considerou-se como Área de Influência Indireta os limites dos municípios que são atingidos pela Área de Influência Direta do meio socioeconômico. Sendo assim, compõem a All os municípios de Triunfo, Tabaí, Taquari, Fazenda Vilanova, Bom Retiro do Sul, Estrela e Paverama (Mapa 7 – Área de Influência do Meio Socioeconômico – Apêndice I).

A All é bastante antropizada. A cobertura florestal outrora existente foi extensivamente substituída por lavouras, permanecendo apenas alguns remanescentes. Algumas áreas migraram significativamente para o reflorestamento de acácia e eucalipto. Concomitantemente verificou-se uma recuperação de áreas com vegetação florestal nativa secundária, em estágio inicial e médio de regeneração.

5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

5.1 MEIO FÍSICO

5.1.1 METODOLOGIA APLICADA

As principais características de uma rodovia são sua extensão e linearidade. Devido ao fato de se tratar de uma obra de engenharia superficial, envolvendo na maioria das vezes apenas o horizonte de solo e a rocha decomposta ou sã, a caracterização do meio físico no diagnóstico ambiental deve levar em consideração as interações dos ambientes como um todo e não a caracterização específica de determinada unidade geológica, geomorfológica, hidrogeológica ou pedológica.

Desta maneira, devem ser consideradas as interceptações de diferentes formações geológicas, com os tipos de solos, condições geotécnicas e hidrogeológicas a elas associadas e, principalmente, a relação solo/rocha/declividade em conjunto com as estruturas tectônicas como foliações, bandamentos, fraturas e falhas existentes nas litologias do trajeto.

Associado a estes fatores, a relação entre o clima e o escoamento superficial originado pelas condições climáticas e pluviométricas determinarão, em conjunto com a associação entre solo e rocha, o grau de vulnerabilidade à erosão, assoreamento e alagamento que poderá ocorrer no segmento em estudo.

Todos os dados levantados sobre o meio físico foram analisados qualitativamente e obtidos conforme os objetivos da pesquisa. Com isso, fez-se a análise dos possíveis impactos ambientais que poderão atingir o meio físico das localidades por onde passará a duplicação da BR-386. Sendo assim, serão apresentadas as características climáticas, geológicas, geomorfológicas, pedológicas e de recursos hídricos da região onde encontra-se inserido o segmento a ser duplicado.

5.1.2 CLIMA

O clima é uma integração das condições meteorológicas de uma região para um determinado período. Para a caracterização do clima são necessárias extensas e frequentes observações do tempo que vão fundamentar as Normais Climatológicas, que são as médias para o período de 30 anos de dados meteorológicos. Muitas estações não possuem uma série longa de dados. Por esse motivo, especialistas se reuniram em Washington, nos Estados Unidos, e recomendaram o cálculo das normais com séries de 10 anos de dados, sendo chamadas de normais climatológicas provisórias (Krusche, 2002).

O objetivo desta etapa do trabalho é fazer a caracterização climática da região que abrange os municípios de Estrela, Bom Retiro do Sul, Fazenda Vilanova, Paverama, Taquari, Tabai e Triunfo, onde será implementada a duplicação da BR-386.

5.1.2.1 Metodologia

Para a caracterização do clima foram utilizadas as normais climatológicas de 1931 a 1960 da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) para o município de Taquari (29°48'00" de latitude sul 51°51'35" de longitude oeste). Os dados analisados podem ser extrapolados para a caracterização climática da área em questão, por esta estação ser mais próxima da área do empreendimento. Também foram utilizados dados da climatologia de 10 anos do modelo BRAMS (*Brazilian Regional Atmospheric Modeling System*), com suas coordenadas centradas na cidade de São Leopoldo. O BRAMS é baseado na versão 5.02 do modelo RAMS, com diversos aperfeiçoamentos numéricos e de parametrizações físicas que foram introduzidas visando seu uso nos trópicos. A climatologia foi desenvolvida pelo Projeto G-BRAMS financiado pela FINEP e que engloba a USP, UFRGS, INPE e o CPTEC. A resolução espacial é de 40 km x 40 km. Para o período de 1989 a 1999, os dados foram organizados em gráficos, correspondendo às médias mensais dos respectivos elementos meteorológicos observados.

Entre as principais variáveis estão precipitação (mm), temperatura (°C), insolação (horas e décimos), balanço hídrico, velocidade e direção do vento e umidade do ar (%).

Para verificar a tendência de circulação do campo de vento na região também se utilizou o modelo BRAMS.

5.1.2.2 Caracterização climática

O estado do Rio Grande do Sul possui um comportamento com estações do ano bem definidas, com invernos rigorosos, verões quentes e chuvas bem distribuídas durante o ano.

A faixa latitudinal (30° sul) onde se encontra o empreendimento não permite a formação de massas de ar. Desse modo, configura-se uma zona de transição entre as massas de ar quente (tropicais marítimas, continentais secas), oriundas do quadrante norte e mais frequentes no verão, e as massas de ar frio (massas secas de ar polar marítimo) vindas do sul, atuando frequentemente no inverno.

A circulação do ar em superfície, na área de estudo, é controlada pelas massas de ar que atuam na região, como mostrado na Figura 14. As massas de ar que influem na gênese do clima do sul do Brasil são as seguintes:

- Massa Tropical Marítima (mT): com origem no anticiclone do Atlântico (30°S), caracteriza-se como quente e úmida e atua durante todo o ano no território rio-grandense;
- Massa Polar Marítima (mP): com origem em latitudes subpolares, caracteriza-se como fria e úmida e atua no Rio Grande do Sul durante todo o ano, porém de forma mais ativa no inverno;
- Massa Tropical Continental (cT): originária da região do Chaco, penetra no Rio Grande do Sul pelo oeste, caracterizando-se como quente e seca e de atividade mais intensa no verão;
- Massa Equatorial Continental (cE): massa quente e úmida, penetra no estado pelo noroeste, especialmente no verão, tendo como origem a planície amazônica.

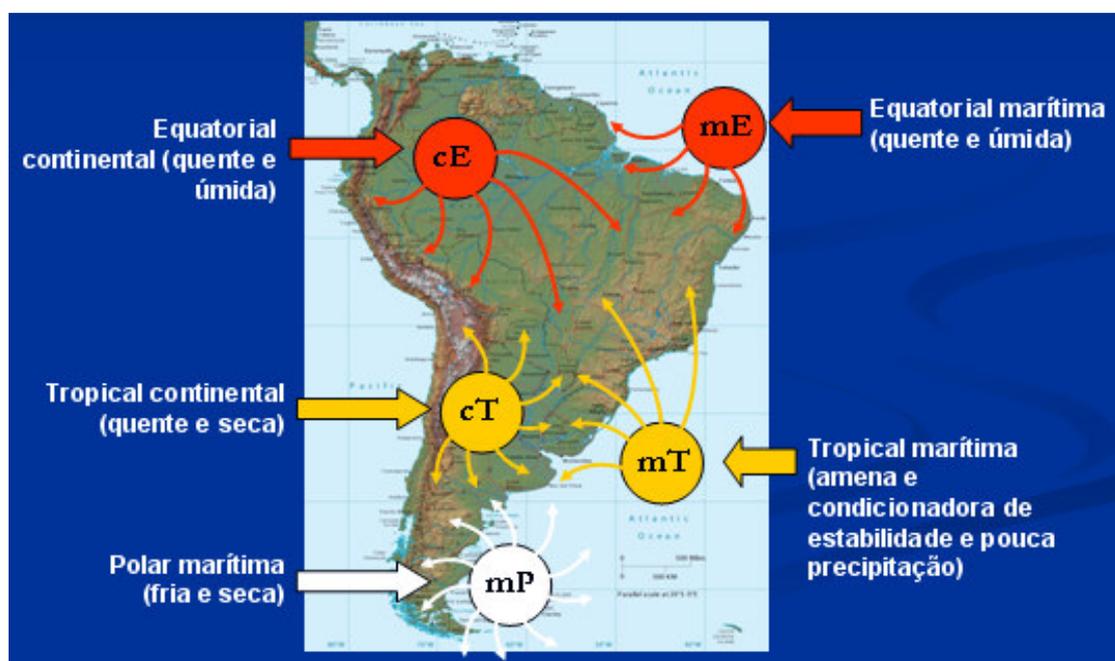


Figura 14 – Massas de ar que atuam na América do Sul
Fonte: Sentelhas e Angelocci, 2007.

Durante todo o ano, sobre os continentes, a atmosfera experimenta vários tipos de distúrbios transientes, tanto de origem tropical como extratropical. Os distúrbios transientes de alta frequência mais comuns são as frentes frias. Os sistemas frontais são de grande importância devido ao fato de provocarem mudanças significativas no tempo em diversas partes do globo principalmente na região subtropical e de latitudes médias e altas. No Brasil podem causar chuvas intensas, ventos fortes, geadas, com impactos na agricultura, recursos hídricos, setor econômico e social (Andrade, 2005).

No Brasil, as frentes frias atuam durante todo o ano, e afetam mais significativamente as Regiões Sul e Sudeste, sendo responsáveis pelas chuvas e frio, principalmente no sul do país (Quadro *et al.*, 1996).

No inverno, as massas de ar frio penetram sobre o continente na retaguarda das frentes frias, podendo causar geadas fortes ao sul de 30°S e moderadas ao norte (Marengo *et al.*, 1997).

Na estação de verão, a entrada de ar frio não provoca quedas tão bruscas na temperatura, no entanto, organiza atividade convectiva e chuva em áreas onde normalmente há pouca precipitação (Garreaud, 2000).

Na Figura 15 estão mostradas as rotas de atuação das frentes frias no verão e inverno.

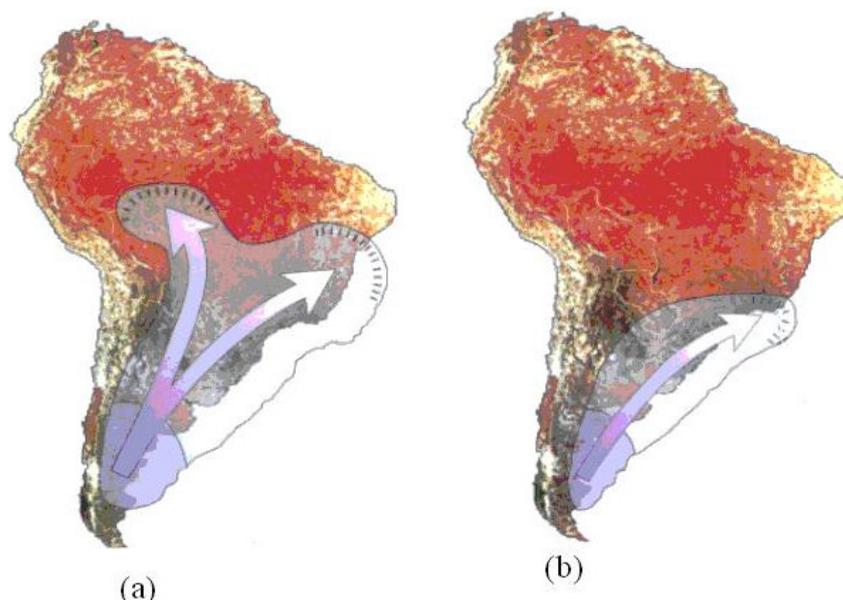


Figura 15 – Rotas de atuação das frentes frias no inverno (a) e verão (b)
Fonte: Atlas Ambiental de Porto Alegre (Menegat *et al.*, 1999).

Para os objetivos deste diagnóstico, a seguir são apresentados os resultados da medição dos elementos atmosféricos, capazes de caracterizar mais detalhadamente as condições climáticas e meteorológicas da região.

O comportamento anual das variáveis meteorológicas para o município de Taquari é apresentado a seguir.

5.1.2.3 Precipitação

A precipitação está relacionada com todas as formas de água, líquida ou sólida, que caem das nuvens, alcançando o solo. A quantidade de chuva precipitada, em uma determinada região, é usualmente representada em milímetros e medida em um determinado intervalo de tempo.

A precipitação total anual de Taquari é da ordem de 1.423 mm. A precipitação é bem distribuída ao longo do ano, sendo novembro o mês menos chuvoso e junho o mais chuvoso (Figura 16).

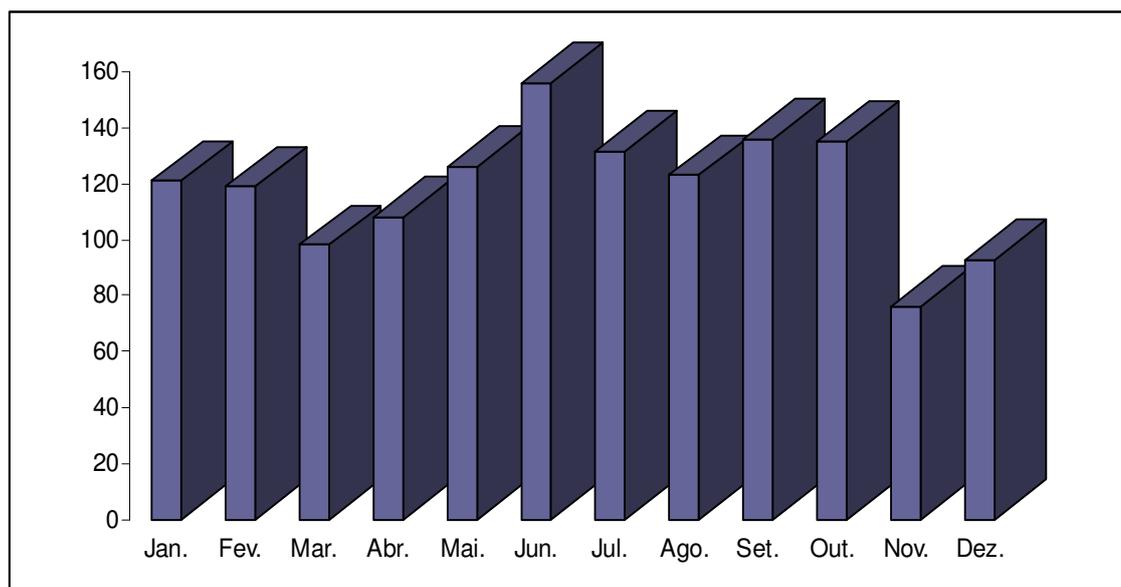


Figura 16 – Precipitação (mm) para Taquari

A distribuição sazonal (Figura 17) mostra que a entrada do verão traz consigo um período de redução pluviométrica. O período chuvoso se concentra no inverno, devido principalmente a passagem dos sistemas frontais com 30% da precipitação total.

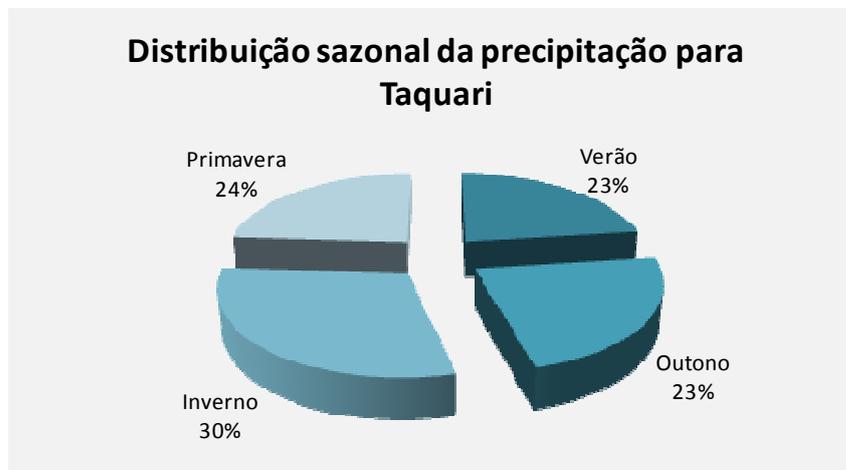


Figura 17 – Precipitação sazonal para Taquari

5.1.2.4 Balanço hídrico

O conceito de balanço hídrico leva em consideração a precipitação, a infiltração da água no solo (capacidade de armazenamento) e a perda de água para a atmosfera (evapotranspiração). A evapotranspiração consiste na soma da perda de água do solo para a atmosfera através da superfície do solo (evaporação) e da superfície das plantas (transpiração). O conceito de evapotranspiração potencial (ETP) refere-se à evapotranspiração de uma vegetação de porte baixo, verde, cobrindo totalmente o solo e com toda a sua necessidade de água suprida por ele. Já a evapotranspiração real (ETR) é aquela que realmente ocorre na área considerada e depende da disponibilidade de água no solo.

O balanço hídrico climatológico, desenvolvido por Thornthwaite e Mather (1955), é uma das maneiras de se monitorar a variação do armazenamento de água no solo. Por meio da contabilização do suprimento natural de água ao solo pela chuva (P), da demanda atmosférica pela evapotranspiração potencial (ETP) e com um nível máximo de armazenamento ou capacidade de água disponível (CAD) apropriada ao estudo em questão, o balanço hídrico fornece estimativas da evapotranspiração real (ETR), da deficiência hídrica (DEF), do excedente hídrico (EXC) e do armazenamento de água no solo (ARM), podendo ser elaborado desde a escala diária até a mensal (Camargo, 1971; Pereira *et al.*, 1997).

De acordo com Camargo e Camargo (1993), o balanço hídrico climatológico é um instrumento agrometeorológico útil e prático para caracterizar o fator umidade do clima, sendo sua utilização indispensável na caracterização climática (Vianello e Alves, 1991; Pedro Júnior *et al.*, 1994).

Foram utilizados na elaboração do balanço hídrico-climatológico dados do período de 1931-1960, empregando-se o método de Thornthwaite e Mather (1955). Como capacidade de água disponível (CAD) utilizou-se o valor de 100 mm e a evapotranspiração potencial foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948). A inicialização do balanço hídrico seguiu o critério de Mendonça (1958) devido à facilidade de sua informatização em relação ao método original. Como resultado, é apresentada a Tabela 16, contendo dados mensais de evapotranspiração real, evapotranspiração potencial, da deficiência hídrica, do excedente hídrico, além dos dados de temperatura e precipitação.

Tabela 16 – Resultados do balanço hídrico para o vale do Taquari

| Mês | T (°C) | P (mm) | ETP (mm) | ETR (mm) | EXC (mm) | DEF (mm) |
|-----------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|
| Janeiro | 24,7 | 121,0 | 135,83 | 129,5 | 0,0 | 6,3 |
| Fevereiro | 24,3 | 119,0 | 118,51 | 118,5 | 0,0 | 0,0 |
| Março | 22,7 | 98,0 | 107,84 | 103,0 | 0,0 | 4,8 |
| Abril | 19,2 | 108,0 | 68,60 | 68,6 | 0,0 | 0,0 |
| Mai | 16,1 | 126,0 | 45,82 | 45,8 | 68,3 | 0,0 |
| Junho | 13,9 | 156,0 | 30,94 | 30,9 | 125,1 | 0,0 |
| Julho | 13,6 | 132,0 | 30,22 | 30,2 | 101,8 | 0,0 |
| Agosto | 15,0 | 123,0 | 38,55 | 38,6 | 84,4 | 0,0 |
| Setembro | 16,9 | 136,0 | 51,30 | 51,3 | 84,7 | 0,0 |
| Outubro | 18,9 | 135,0 | 71,98 | 72,0 | 63,0 | 0,0 |
| Novembro | 21,2 | 76,0 | 94,44 | 92,8 | 0,0 | 1,6 |
| Dezembro | 23,2 | 93,0 | 122,65 | 114,3 | 0,0 | 8,3 |

Os resultados do balanço hídrico demonstram a ocorrência de deficiência hídrica de novembro a março, com um máximo em dezembro (8,3 mm). A ocorrência de deficiência hídrica nos meses mais quentes é provocada pelo aumento da evapotranspiração, visto que a precipitação registrada nesses meses não é muito inferior à verificada nos meses em que há excedente hídrico. No mês de abril, a precipitação é maior do que a evapotranspiração, havendo reposição das reservas de

água do solo. De maio a outubro, as reservas do solo atingem sua capacidade máxima, ocorrendo excedente hídrico, com valor máximo em junho de 125,1 mm.

De acordo com as recomendações de Camargo e Camargo (1993), observa-se na Figura 18 a representação gráfica do balanço hídrico (DEF e EXC).

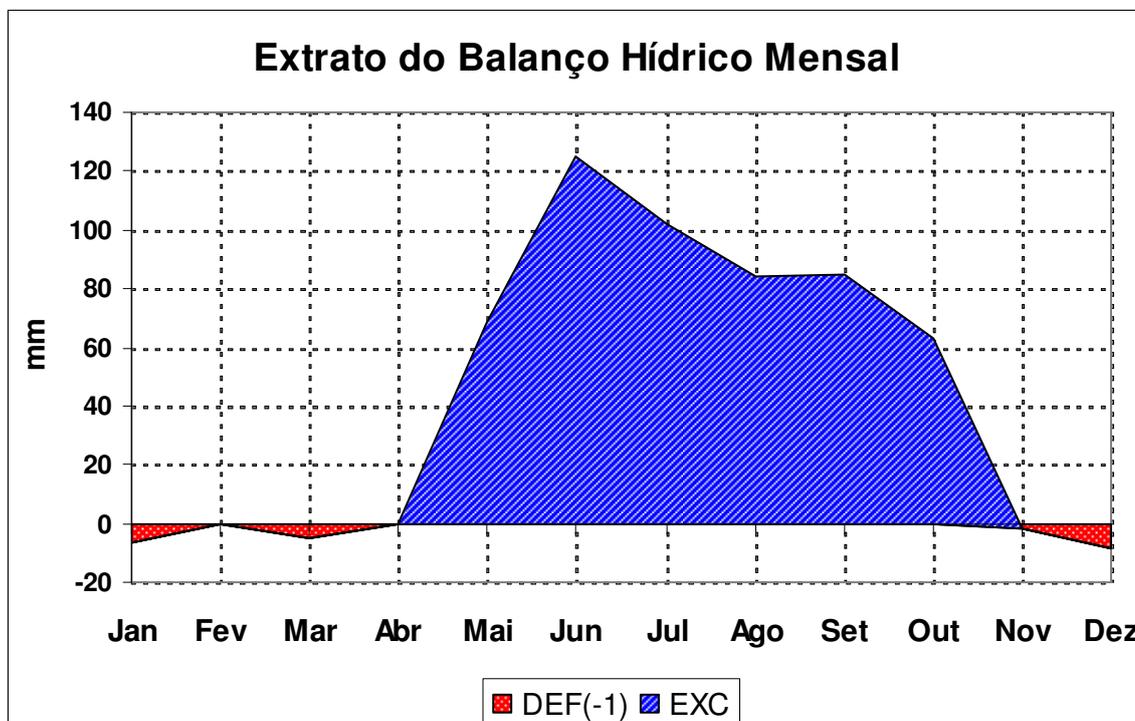


Figura 18 – Balanço hídrico para o município de Taquari

5.1.2.5 Temperatura

Devido a sua localização, a região apresenta elevada amplitude térmica sazonal, o que determina quatro estações bem definidas ao longo do ano.

De acordo com a Figura 19, ocorrem nos meses de junho e julho as menores temperaturas para Taquari. As temperaturas mais elevadas são registradas nos meses de dezembro e janeiro. A mínima para Taquari é de 9,3 °C no mês de julho. Registros apontam que a temperatura máxima média é de 25,7 °C.

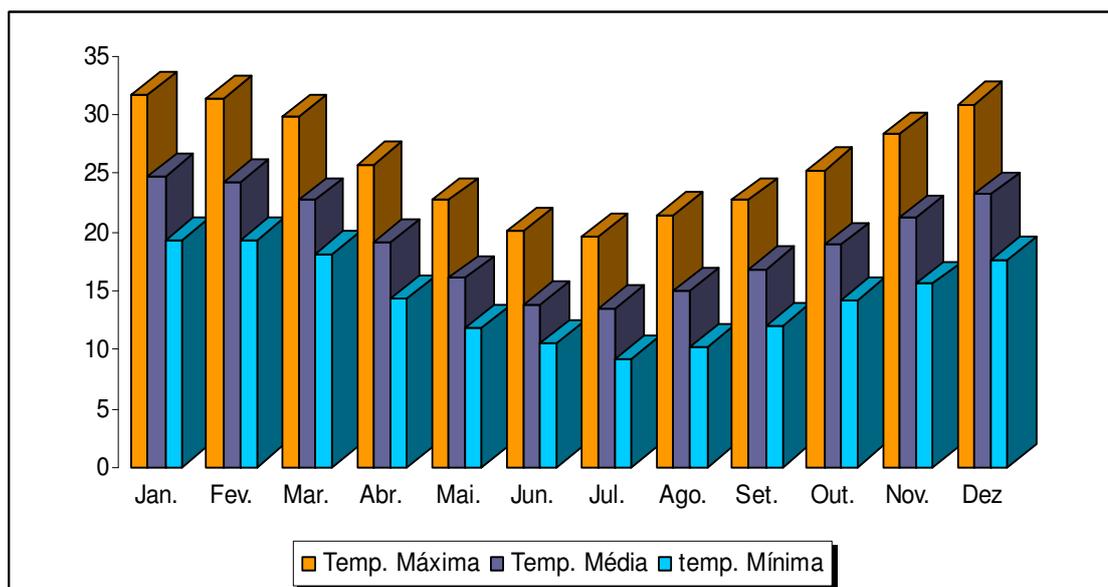


Figura 19 – Temperatura do ar (°C) para o município de Taquari

As figuras a seguir ilustram o comportamento da temperatura média do ar na região do Vale de Taquari para todas as estações do ano, que assim como o Rio Grande do Sul em geral, apresenta as estações bem definidas durante o ano. O verão (Figura 21) é a estação onde são registradas as maiores temperaturas em torno de 26 °C. Na primavera e no outono (Figura 20 e Figura 22) as temperaturas variam em torno de 20 °C e no inverno (Figura 23) as temperaturas oscilam em torno de 13 °C.

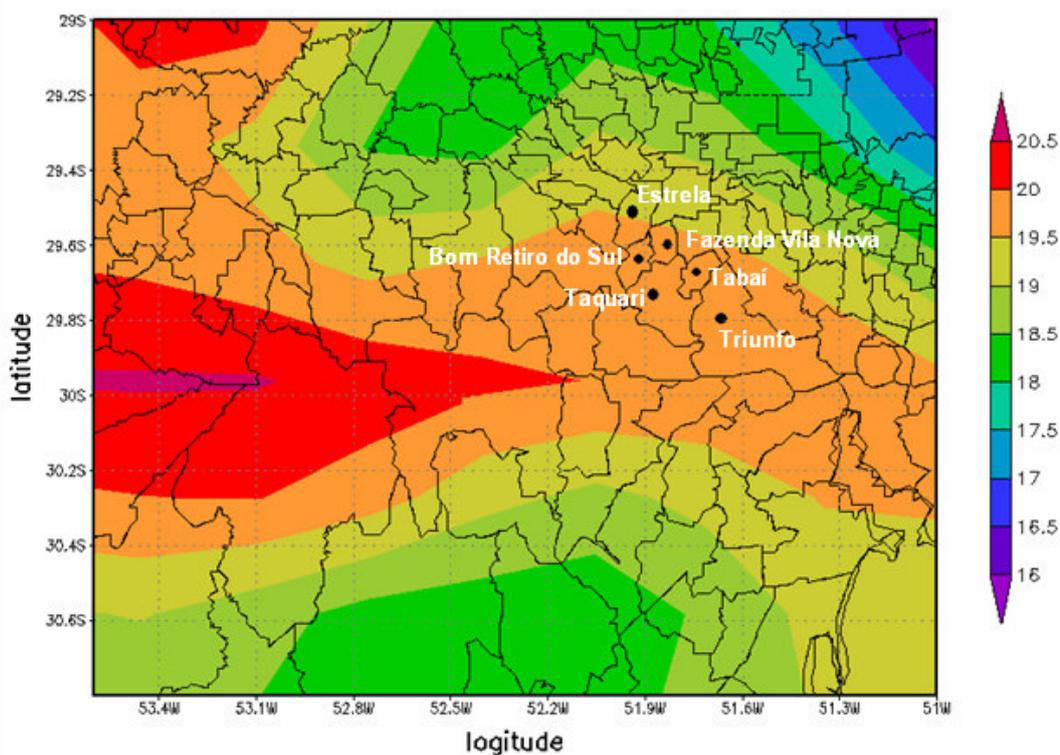


Figura 20 – Temperatura média do ar (°C) na primavera

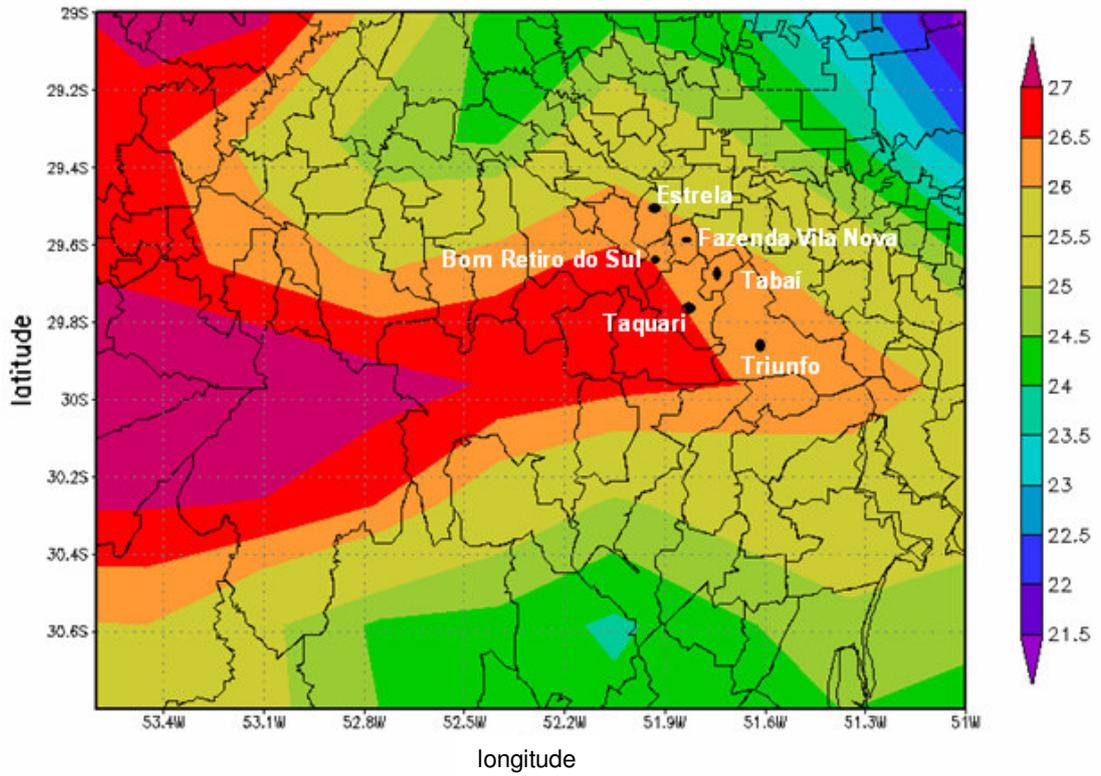


Figura 21 – Temperatura média do ar (°C) no verão

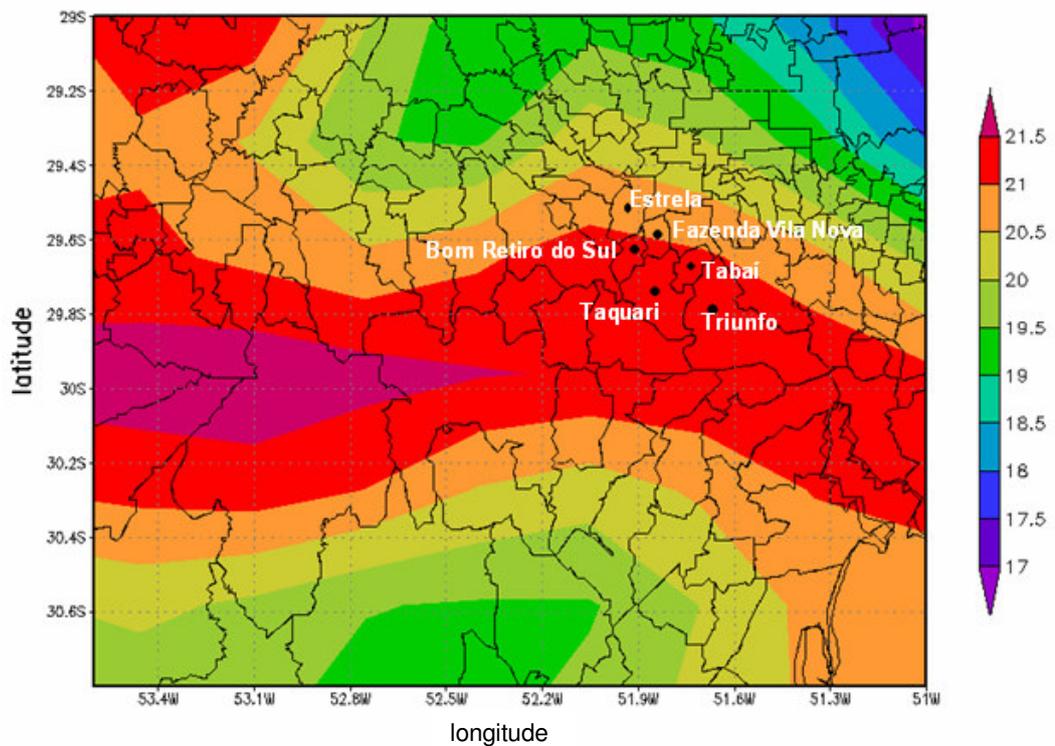


Figura 22 – Temperatura média do ar (°C) no outono

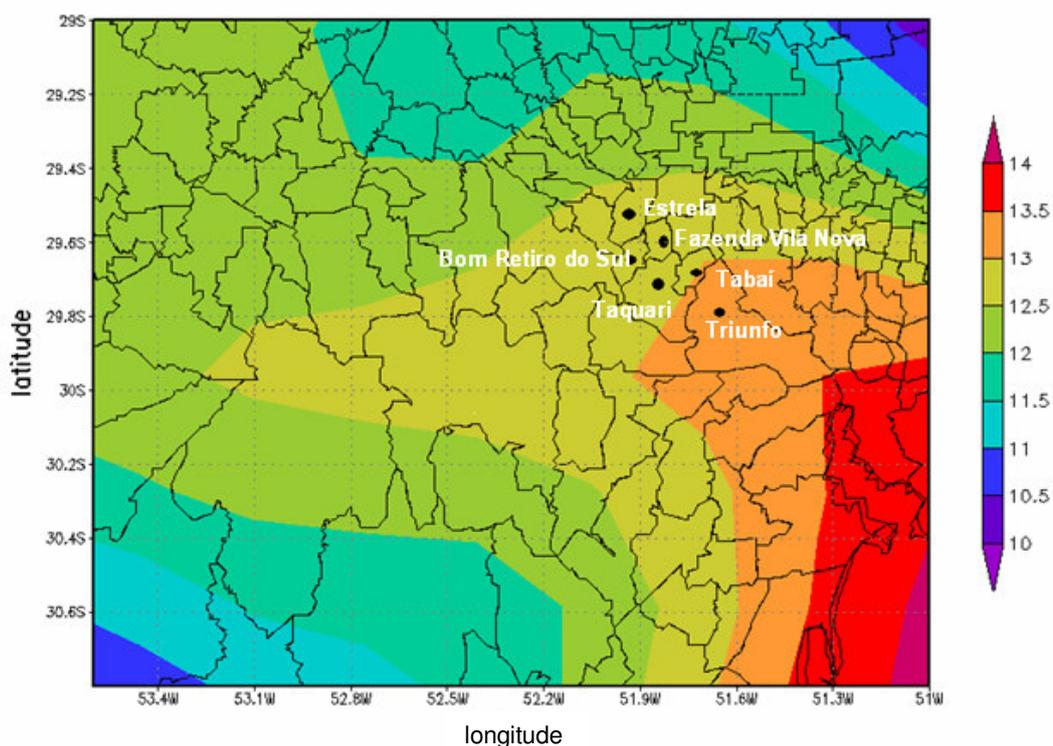


Figura 23 – Temperatura média do ar (°C) no inverno

5.1.2.6 Umidade relativa do ar

A umidade relativa é verificada entre a pressão de vapor de água na atmosfera e a saturação da pressão de vapor na mesma temperatura, apresentando um comportamento bem característico ao longo do ano, uma vez que com a entrada do inverno, a umidade do ar apresenta uma gradual elevação. Este fato está relacionado aos sistemas atmosféricos de alta pressão que prevalecem nesta estação, pois assim que estes avançam sobre o Rio Grande do Sul e atingem o oceano, lançam para dentro do continente uma massa de ar caracteristicamente úmida.

A umidade relativa (Figura 24) mantém-se alta o ano inteiro para todas as estações, variando entre 68% e 85%. Os valores mais altos concentram-se nos meses de inverno. A amplitude anual é de 20 %.

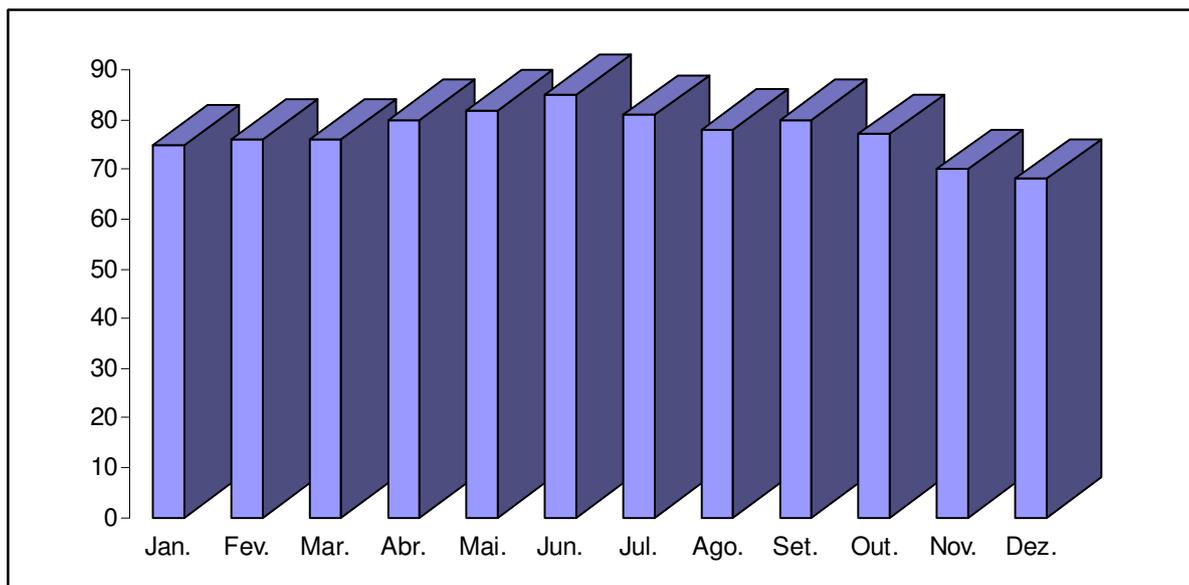


Figura 24 – Umidade Relativa do ar (%)

De acordo com a análise sazonal, a umidade relativa varia em torno de 70% na primavera, com um decréscimo no verão, quando oscila entre 50% e 60%. No outono, a umidade relativa do ar volta a subir, variando em torno de 70%. Os valores mais altos são registrados no inverno, com umidades relativas da ordem de 76%, como mostrado da Figura 25 à Figura 28.

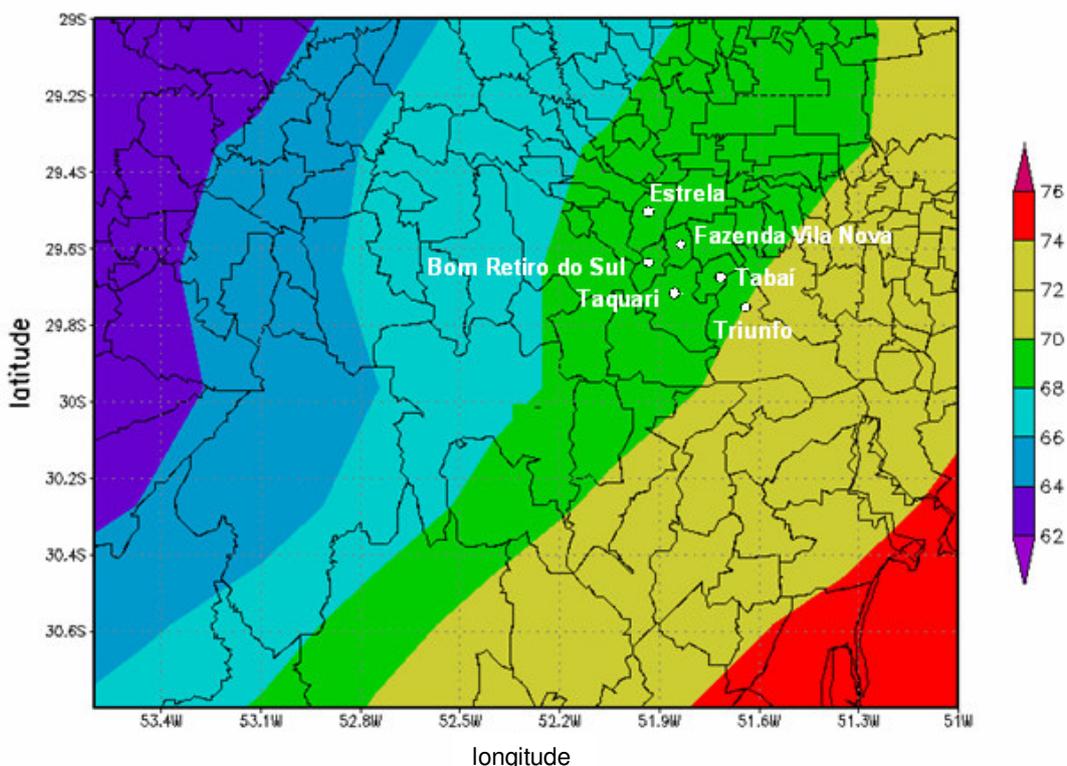


Figura 25 – Umidade Relativa do ar (%) na primavera

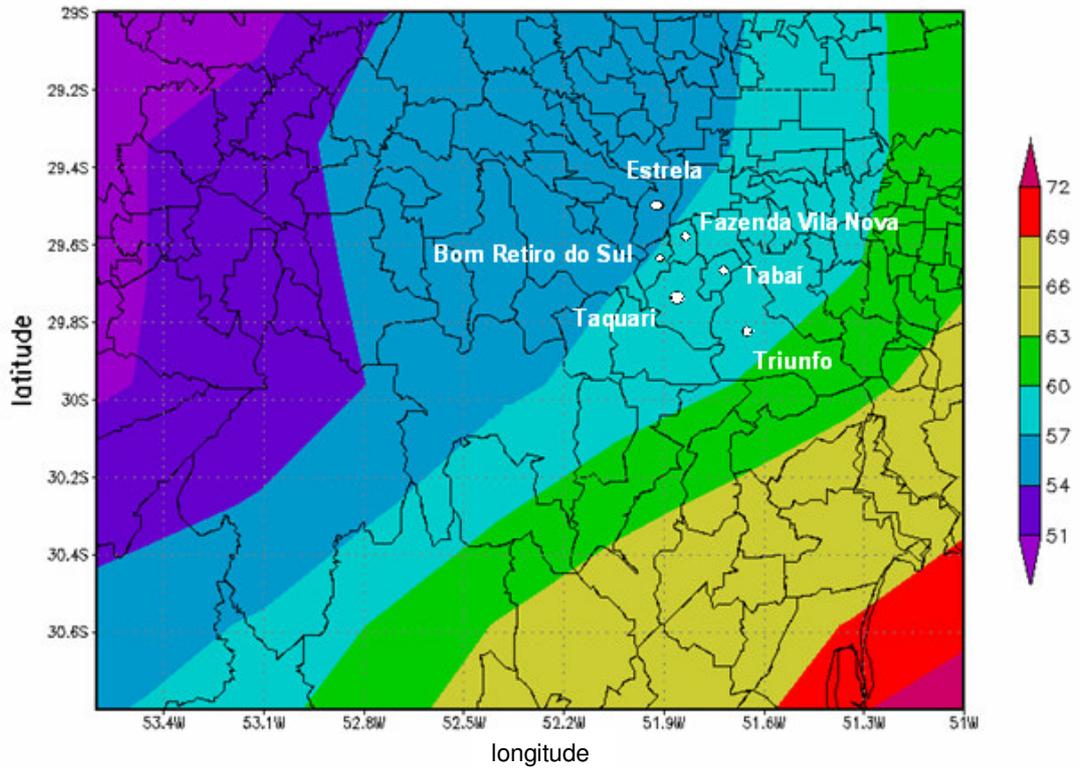


Figura 26 – Umidade Relativa do ar no verão

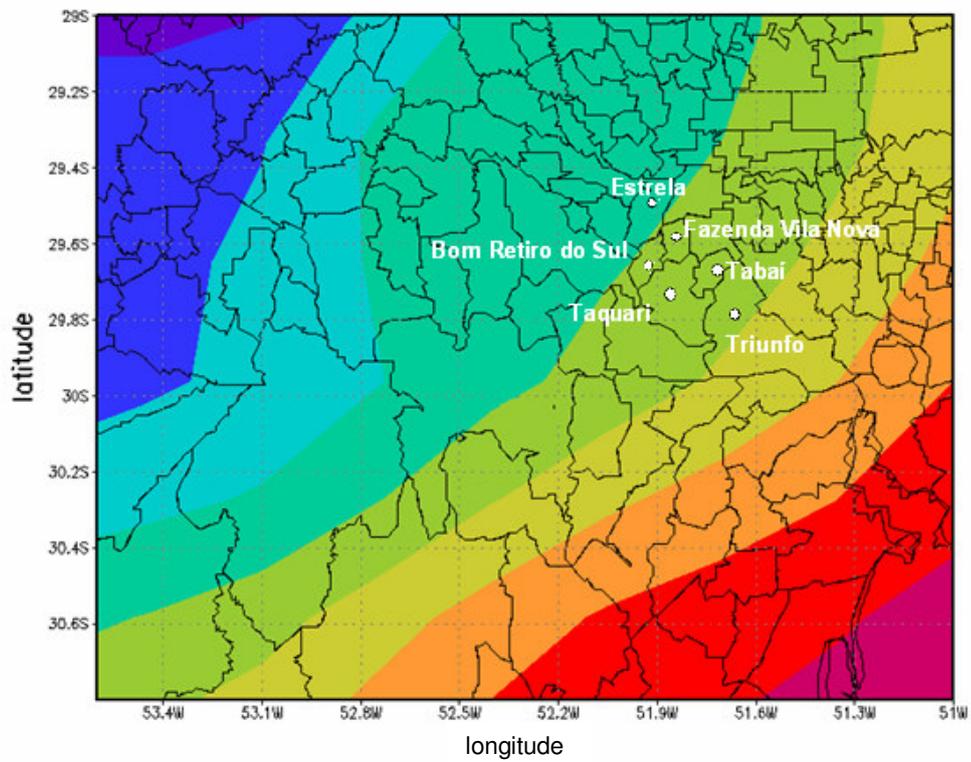


Figura 27 – Umidade Relativa do ar (%) no outono

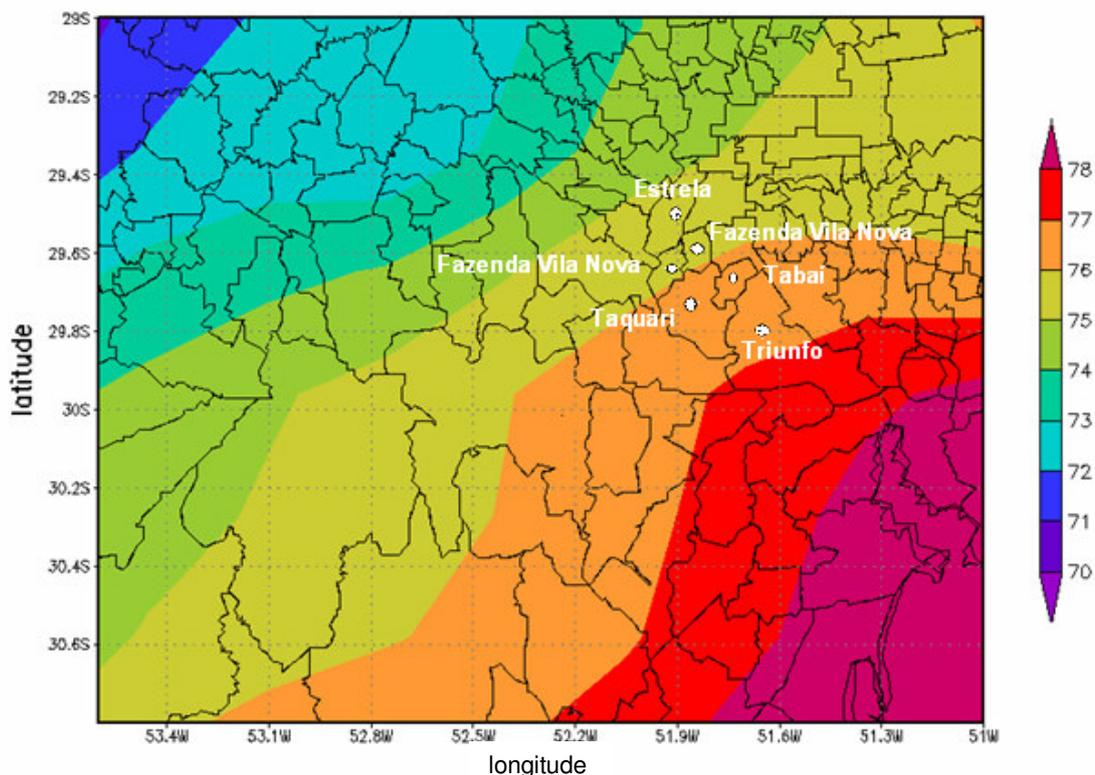


Figura 28 – Umidade Relativa do ar (%) no inverno

5.1.2.7 Direção e velocidade do vento

O vento é a parte horizontal do movimento das parcelas de ar. A velocidade do vento é a quantificação do movimento do ar numa unidade de tempo e pode ser medida de vários modos.

Apesar de sua aparente imprevisibilidade, o vento traduz uma contínua movimentação da atmosfera, resultante da circulação de massas de ar provocada pela energia radiante do Sol e pela rotação da Terra. Entre os principais mecanismos atuantes, destaca-se o aquecimento desigual da superfície terrestre, que ocorre tanto em escala global (latitudes e ciclo dia-noite) quanto local (mar-terra, montanha-vale).

A velocidade e a direção do vento determinam, em grande parte, o tamanho e a localização da área afetada por emissões de gases e material particulado ocorrentes no empreendimento, por condicionar a dispersão de poluentes.

Observa-se, da Figura 29 à Figura 32, que em praticamente todas as estações do ano a direção do vento predominante sobre a região de estudo é de leste-sudeste, exceto no inverno, com ventos soprando do sul devido à passagem dos sistemas frontais.

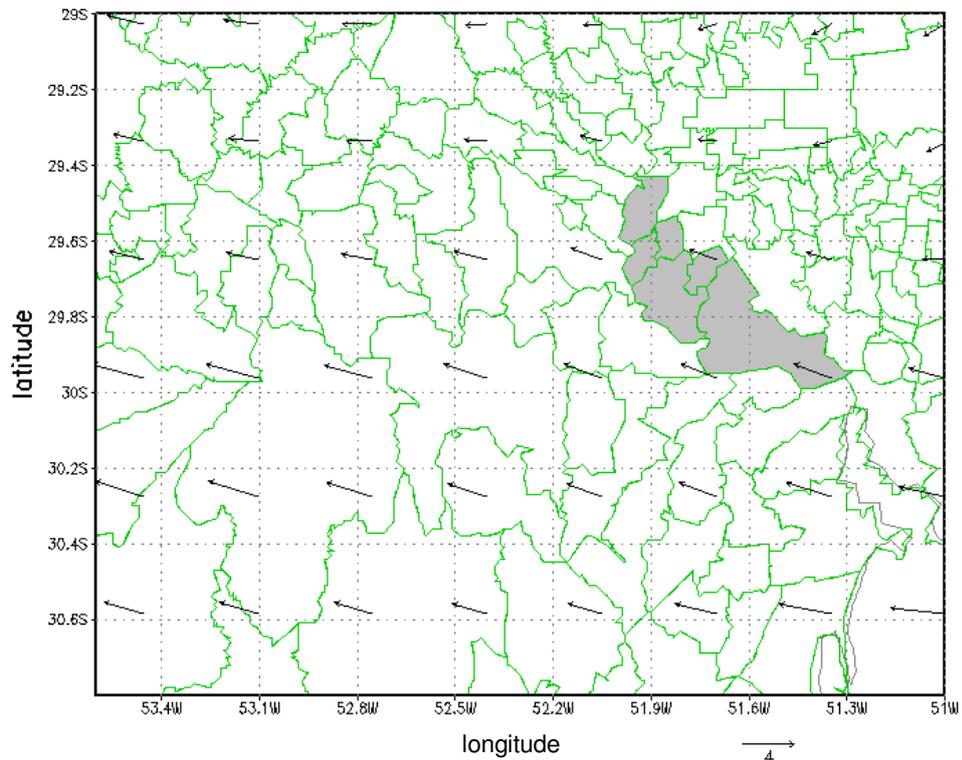


Figura 29 – Direção e intensidade (m/s) do vento sazonal na primavera, para a região do empreendimento

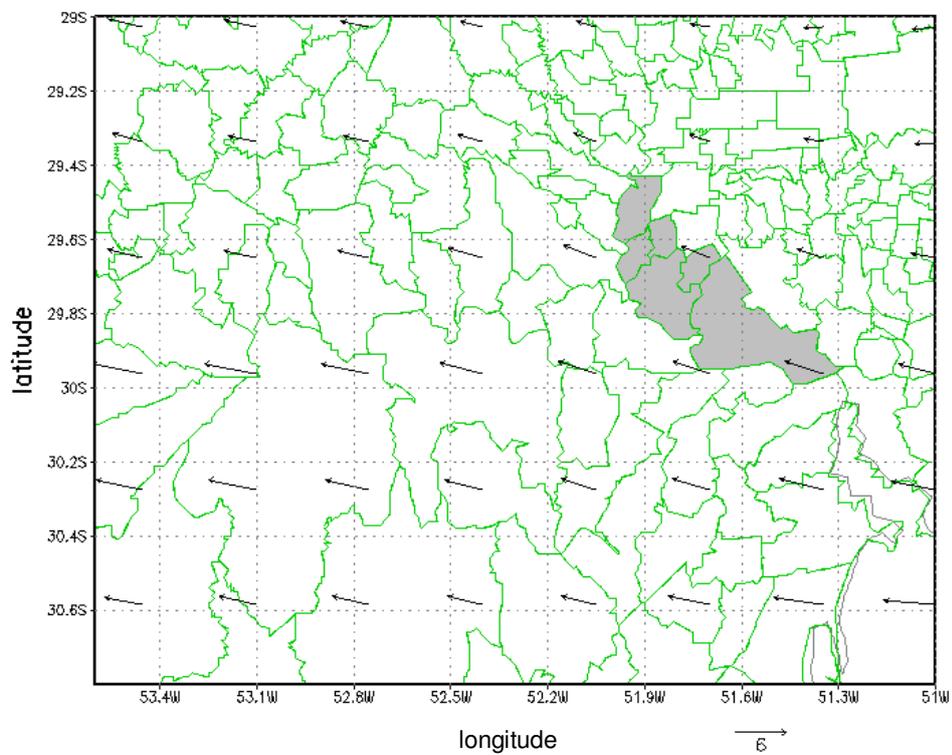


Figura 30 – Direção e intensidade (m/s) do vento sazonal no verão, para a região do empreendimento

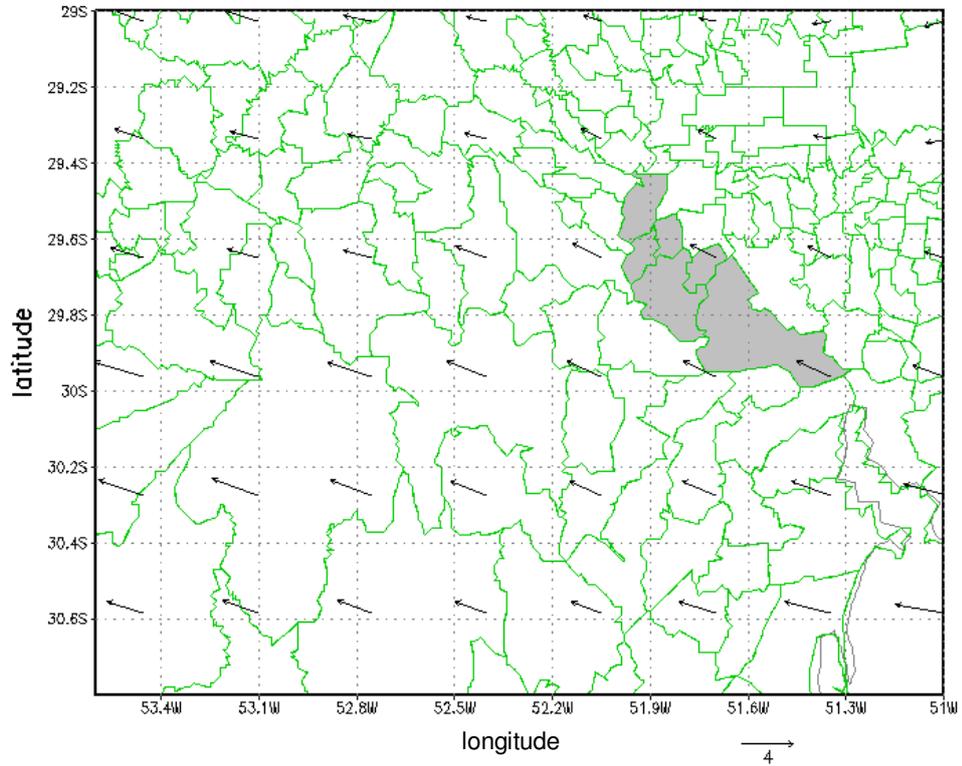


Figura 31 – Direção e intensidade (m/s) do vento sazonal no outono, para a região do empreendimento

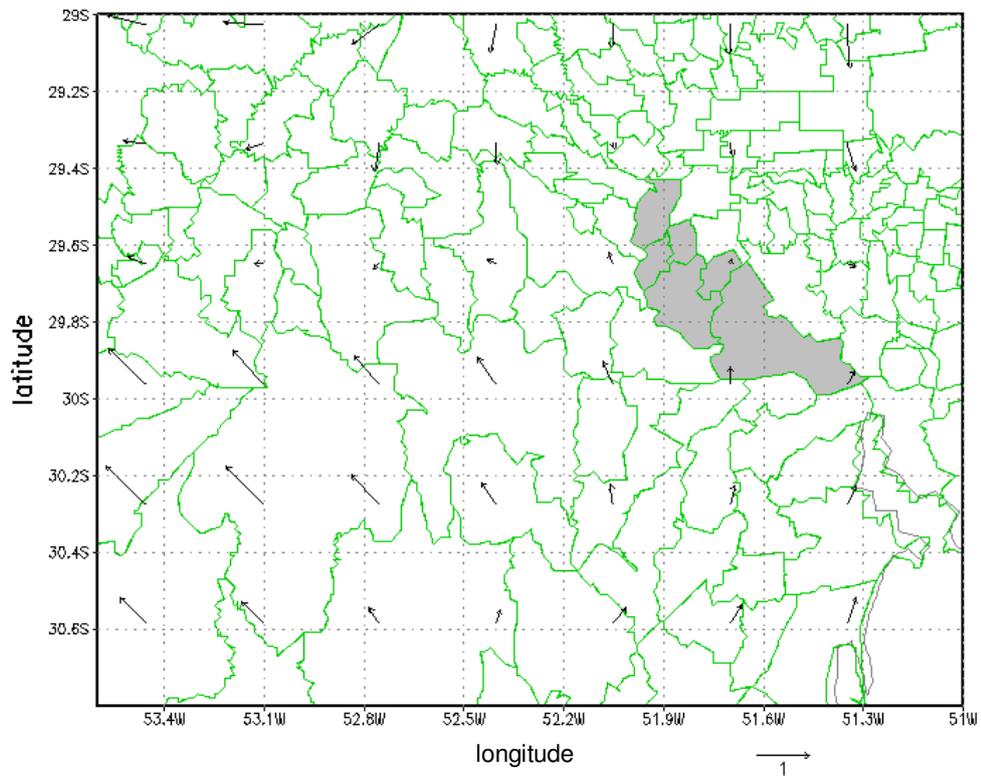


Figura 32 – Direção e intensidade (m/s) do vento sazonal no inverno, para a região do empreendimento

5.1.2.8 Insolação

Insolação é o número total de horas de energia solar que atinge uma unidade de área da Terra. Devido à cobertura de nuvens, a insolação é sempre menor que a duração efetiva do brilho solar. Se o valor de insolação exceder ao valor da duração efetiva do brilho solar, este valor é descartado da série de dados. Os maiores valores de insolação são observados nos meses de dezembro a janeiro e os menores valores nos meses de junho e julho (Figura 33), para o município de Taquari.

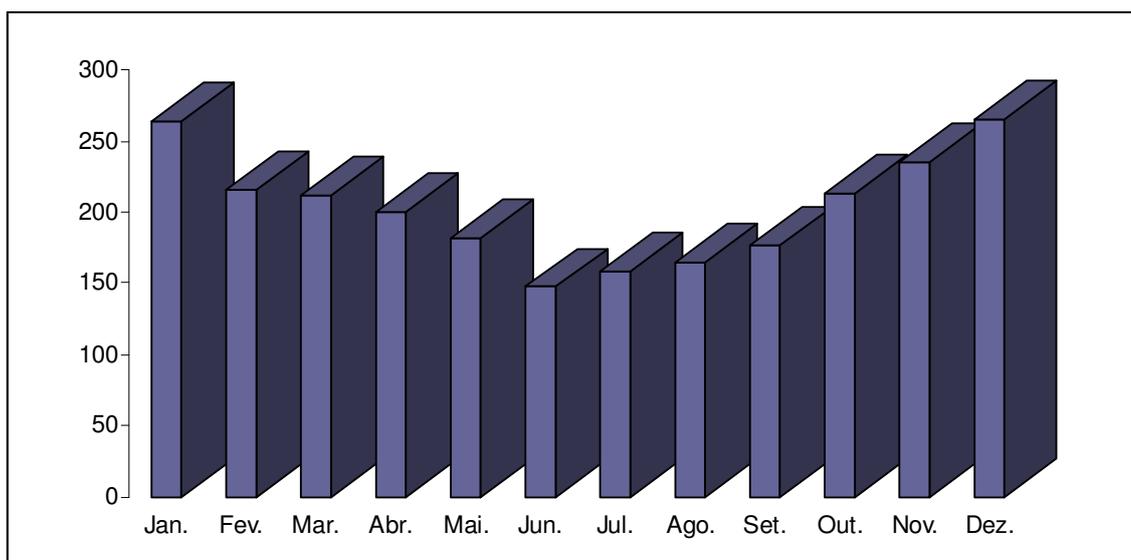


Figura 33 – Insolação (horas) para o município de Taquari

5.1.3 GEOLOGIA

O levantamento geológico da área do empreendimento foi realizado a partir do mapa geológico do estado do Rio Grande do Sul, desenvolvido pela CPRM em 2007.

Foram observadas fotos aéreas e imagens de satélite em conjunto com as Cartas Topográficas da DSG do Exército Brasileiro e posterior mapeamento de campo com ênfase ao detalhamento da ADA.

5.1.3.1 Geologia Regional

A região em estudo está situada na província geomorfológica da Depressão Central, constituída por rochas vulcânicas e sedimentares da porção sul da Bacia do Paraná e por depósitos aluviais quaternários.

A bacia do Paraná está representada por litologias dos grupos Passa Dois, Rosário do Sul e São Bento. Dessas unidades, as que ocorrem na ADA estão relacionadas às rochas sedimentares das formações Pirambóia (grupo Rosário do Sul) e Botucatu (grupo São Bento) em conjunto com as rochas vulcânicas da formação Serra Geral (grupo São Bento) (Mapa 8 – Geologia da Área de Influência Indireta – Apêndice I).

5.1.3.1.1 Grupo Passa Dois

As litologias do Grupo Passa Dois ocorrem a sudeste da rodovia, no extremo limitado por Tabai, e englobam, na All, as formações Rio do Rasto e Pirambóia. A Formação Rio do Rasto é constituída por arenitos finos, bem selecionados, lenticulares em conjunto com argilitos e siltitos esverdeados, bordôs ou avermelhados, com laminações plano-paralelas, cruzadas acanaladas, *climbing*, *wavy* e *linsen*.

A formação Pirambóia é constituída principalmente por arenitos, arenitos poucos a muito argilosos, lamitos e argilitos arenosos, com intercalações lenticulares de conglomerados.

Os arenitos são geralmente de granulação média a fina, possuindo fração argilosa nas porções basais, e estratificação plano paralela e cruzada acanalada de pequeno a grande porte, sendo estas últimas características de sedimentos de origem eólica. As declividades deste grupo, na All, são baixas, estando na maior parte compreendidas entre 0% e 3%, e com poucas ocorrências maiores que 8%.

5.1.3.1.2 Grupo Rosário do Sul

O grupo Rosário do Sul está representado pelas litologias das formações Santa Maria, localizada na região sul e sudoeste da All, não existindo nos limites da AID.

A formação Santa Maria é constituída pelo membro Alemoa e membro Passo das Tropas. As rochas que constituem o membro Alemoa são caracterizadas por uma sucessão homogênea de siltitos argilosos vermelhos, maciços e pouco laminados, com ocorrência de veios e concreções carbonáticas. Ocorrem associadas camadas delgadas e lenticulares de arenito fino.

O membro Passo das Tropas é formado por uma sucessão de camadas de arenitos róseos, de granulometria grossa a média com estratificações cruzadas acanaladas e planares, de pequeno a grande porte. Ocorrem ainda camadas de arenitos de cores cinza a amarronzadas, geralmente mais grossos e com fragmentos de argilitos róseos, com dimensões inferiores a 50 cm.

5.1.3.1.3 Grupo São Bento

O grupo São Bento é representado pelas formações Botucatu e Serra Geral. As duas formações compõem uma sequência vulcano-sedimentar cujas características litológicas são responsáveis pela brusca mudança no relevo, dando origem às escarpas e morros testemunhos da região.

5.1.3.1.3.1 Formação Botucatu

A formação Botucatu é constituída litologicamente por arenitos finos a médios, quartzosos, que apresentam como principais atributos a coloração rósea e a presença de estratificações cruzadas de grande porte.

Os arenitos da formação Botucatu apresentam uma ampla distribuição areal aflorando ao longo de toda a borda da bacia do Paraná, tanto em território brasileiro, quanto paraguaio, uruguaio e argentino, cobrindo uma área superior a 1.500.000 km².

Em território brasileiro, apresentam uma distribuição contínua na maior parte da bacia, com espessuras variadas, atingindo o máximo de 420 m nos estados de Mato Grosso e Goiás, mas sendo mais comuns espessuras de 50 m a 100 m. As declividades são mais significativas, sendo verificados, em diversas áreas, valores entre 8 e 13%, e em certos locais, valores maiores que 45%.

Os arenitos da formação Botucatu são recobertos e intercalam-se com os derrames vulcânicos da formação Serra Geral, sendo estes últimos definidos como arenitos *intertraps*.

A formação Botucatu é constituída, na área, por arenitos com estruturas típicas de deposição eólica, com coloração vermelha, rosa e esbranquiçada, sendo finos a médios, normalmente bimodais, quartzosos, friáveis devido à matriz reduzida, apresentando grãos foscos e geralmente bem arredondados. Os feldspatos presentes raramente ultrapassam 5% e a impregnação por pigmentos ferruginosos é responsável pela cor e cimentação.

Os arenitos desta unidade, por vezes, apresentam-se silicificados devido a processos secundários recentes, que produziram a dissolução dos grãos detríticos de quartzo, reprecipitando calcedônia devido à variação nas condições físico-químicas do meio, pela variação do nível freático.

A principal característica destes arenitos é a ausência da variação litológica, constituindo uma monótona sucessão de corpos nos quais persistem, de modo geral, as mesmas propriedades texturais, estruturais e mineralógicas, constituindo um empilhamento de cunhas arenosas que apresentam prolongamento maior na direção do vento. Os estratos ou lâminas de uma unidade mostram-se cruzados em relação aos das cunhas vizinhas.

5.1.3.1.3.2 Formação Serra Geral

As rochas da formação Serra Geral foram geradas por um magmatismo bimodal que compreende basaltos e basaltos andessíticos (de filiação toleítica), riolitos e riodacitos. Esse evento vulcânico foi acompanhado por uma intensa atividade intrusiva. Os derrames basálticos são de origem fissural e idade jurássica (Svisero e Franco, 1991).

Wildner (2004) estabeleceu a estratigrafia da formação Serra Geral subdividindo-a em fácies. Na área em estudo ocorre a fácies Gramado.

Segundo o autor, a fácies Gramado refere-se a um conjunto composto por cerca de 16 derrames e espessura máxima de 350 m, aflorantes principalmente nas bordas sul e sudeste da bacia, com seção-tipo ao longo das escarpas da serra do Rio Grande do Sul que se iniciam em Novo Hamburgo e sobem em direção à Nova Petrópolis, entre Estrela e São José do Herval e entre Igrejinha e as proximidades de Gramado. As declividades são baixas, em poucos locais ultrapassando 8%.

O pacote inicial do vulcanismo ao longo da borda sul-sudeste da bacia do Paraná constitui uma sequência com cerca de 7 derrames cujas características físicas, petrográficas, químicas e reológicas permitem uma correlação com a divisão litoquímica para a fácies Gramado, estando representado por máficas em níveis que variam entre 12 m a 40 m de espessura, com geometria aproximadamente tabular, contendo níveis de vesículas bem desenvolvidos no topo e incipientes na base, normalmente preenchidas por zeólitas (carbonatos e saponita). Na porção central dos derrames, que ocupa entre 60% e 70% da espessura e é constituída por rochas granulares finas a médias, cinza-escuro a cinza-esverdeadas, predomina um padrão colunado irregular característico que compõe blocos colunares de contorno pseudo-hexagonal que variam entre 0,1 m e 0,4 m de espessura, delineados por fraturas irregulares.

As rochas dessa fácies são tipicamente de grão fino, afíricas a raramente microporfíricas a plagioclásio. Constituem-se de um arranjo de cristais de plagioclásio euédricos aos quais somam-se o par de clinopiroxênios (augita-pigeonita) e quantidades esporádicas de olivinas. Como acessórios destaca-se a presença dos óxidos de Fe-Ti (magnetita-ilmenita), apatita e quartzo. O espaço intersticial entre cristais encontra-se preenchido por vidro intersertal, podendo ocasionalmente estar rearranjado para um mosaico de cristálitos de plagioclásio e quartzo.

Na Figura 34 apresenta-se a coluna estratigráfica da bacia do Paraná com as formações que ocorrem na área.

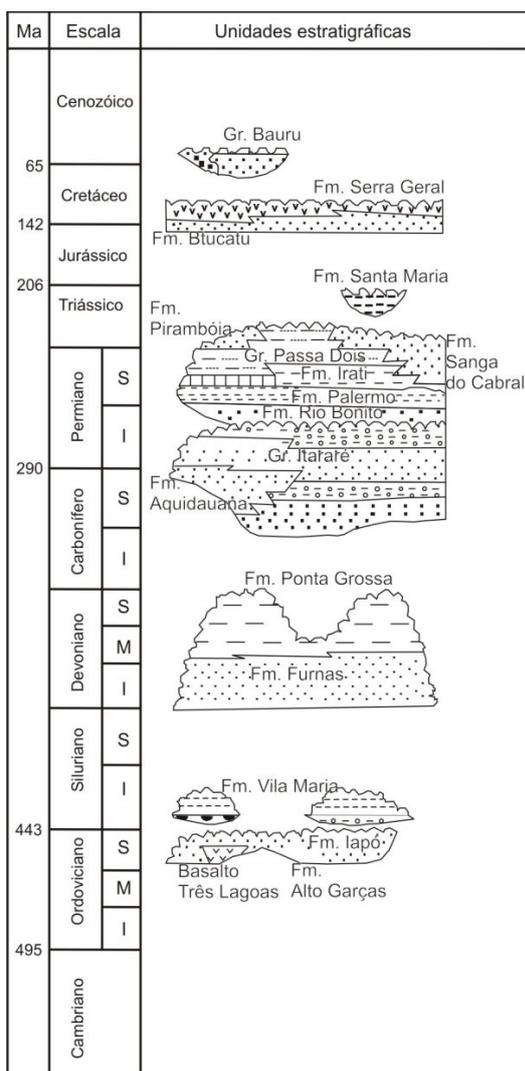


Figura 34 – Coluna estratigráfica da Bacia do Paraná
Fonte: Milani e Zalán, 1999 (modificado).

5.1.3.2 Geologia da Área Diretamente Afetada

Com o mapeamento geológico da ADA identificou-se os trechos de ocorrências das rochas vulcânicas da formação Serra Geral e das rochas sedimentares das formações Botucatu e Pirambóia.

Os afloramentos das rochas basálticas da formação Serra Geral ocorrem entre os quilômetros 351 e 369, apresentando estruturas e texturas características de topo, meio e base de derrames. São afloramentos com alturas inferiores a 5 m e extensões que variam de 30 m a 300 m.

Ocorrem basaltos vesiculares, maciços, estrutura de resfriamento como disjunção tabular e fraturamento intenso a incipiente, em conjunto com estruturas tectônicas representadas por fraturas com planos contínuos e penetrativos.

As relações de contato erosivo ou tectônico com os arenitos da formação Botucatu não foram identificadas em campo. A presença de arenitos *intertraps* nos basaltos ou

de diques e soleiras de diabásio nos arenitos também não foram encontrados. A transição entre os basaltos da formação Serra Geral e os arenitos da formação Botucatu ocorre entre os quilômetros 369 e 370. A geologia da ADA é mostrada da Figura 35 à Figura 42.



Figura 35 – Afloramento de basalto vesicular com 2,5 m de altura e 50 m de extensão no km 351



Figura 36 – Detalhe do afloramento onde se observa a presença intensa de vesículas centimétricas preenchidas por zeólitas



Figura 37 – Afloramento de basalto com disjunção horizontal e fraturamento intenso, km 352+120



Figura 38 – Afloramento no km 352+140, lado direito da rodovia, onde se observa que já foi removido o horizonte de solo, restando parte do regolito



Figura 39 – Afloramento de rocha basáltica com aproximadamente 5 m de altura e 30 m de extensão, km 353+660



Figura 40 – Detalhe da disjunção tabular e da porção maciça da rocha basáltica, km 353+660



Figura 41 – Afloramento de rocha basáltica no lado esquerdo da rodovia, km 368+700



Figura 42 – Afloramento de rocha basáltica no lado direito da rodovia, km 368+700

No km 370 da BR-386 ocorre um afloramento de arenito da formação Botucatu com aproximadamente 50 m de extensão e 10 m de altura, onde se observa estratificações cruzadas acanaladas de médio a grande porte (Figura 43, Figura 44 e Figura 45).

O contato entre os arenitos das formações Botucatu e Pirambóia pôde ser observado em um afloramento de um morro testemunho no km 382, estando condizente com o mapa base utilizado no mapeamento realizado para este estudo (Figura 46).

Observa-se nesse afloramento a ocorrência do arenito Botucatu no topo do morro e o arenito Pirambóia na base, sendo que o contato entre os dois é marcado por uma superfície erosiva (Figura 47 e Figura 48).



Figura 43 – Afloramento de arenito Botucatu no lado direito da rodovia, km 370, com aproximadamente 10 m de altura e 50 m de extensão



Figura 44 – Afloramento de arenito Botucatu no lado direito da rodovia, km 372



Figura 45 – Afloramento de arenito Botucatu com aproximadamente 15 m de altura. Inicia-se no km 380+100 e se estende até o km 381

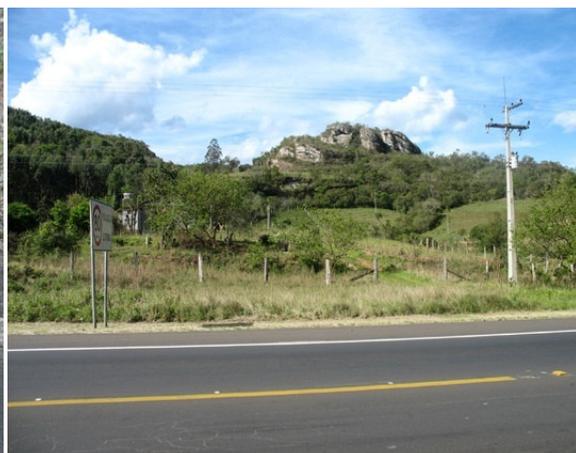


Figura 46 – Morro testemunho no lado esquerdo da rodovia, km 382+500



Figura 47 – Detalhe do morro testemunho onde se observa o arenito Botucatu no topo e os arenitos da formação Pirambóia na base



Figura 48 – Detalhe do contato erosivo (na elipse vermelha) entre as formações Botucatu (topo) e Pirambóia (base)

5.1.3.3 Características Geotécnicas

As características geológicas e geomorfológicas não são determinantes na definição de alguns pontos de passagem e em pontos extremos de uma estrada; porém, condicionam as características e a problemática de uma estrada ao longo de todo o seu curso.

5.1.3.3.1 Relevo

O condicionante básico de uma estrada, tanto em planta como em perfil, é o relevo.

Rodovias executadas em regiões de colinas, mas de relevo suave, costumam possuir abundância de trechos retos (tangentes) e rampas suaves. Os cortes e os aterros são geralmente de pequena altura, se compensando em volumes, e as curvas podem ser de grande raio. Como consequência, nessas regiões os custos de terraplanagem podem ser baixos e os problemas de estabilidade dos cortes e dos aterros, em geral, de pequena importância.

Em regiões planas há necessidade de se construir o leito da estrada com predomínio de aterros sobre cortes, levando a uma descompensação entre o volume de material cortado e o necessário para construção dos aterros. Assim há necessidade de se obter material terroso em pontos definidos, chamados caixas de empréstimo, muitas vezes situados a distâncias consideráveis.

Por outro lado, quando os terrenos são de natureza aluvial, ocorrem frequentemente depósitos inconsolidados, com elevados teores de umidade, algumas vezes superiores a 100%, e matéria orgânica, conhecidos como solos moles, em alusão às suas características de baixa resistência ao cisalhamento e elevada compressibilidade. Tais solos são responsáveis por problemas de instabilidade e deformações, do tipo recalques, nas fundações e aterros, quando é ultrapassada uma altura máxima suportável denominada altura crítica. As deformações se processam por adensamento devido à expulsão de água do interior do solo. Estas deformações desenvolvem-se

lentamente, em razão da baixa permeabilidade das argilas, da ordem de 10^{-8} a 10^{-12} cm/s, estendendo-se, muitas vezes, por anos a fio.

Os recalques são mais danosos às estradas na medida em que são mais diferenciais, isto é, quando possuem valores diferentes em porções diferentes do mesmo aterro. O caráter diferencial dos recalques, no caso de estradas novas, pode ter sua origem na lenticularidade das camadas compressíveis ou no modo como o aterro se desenvolve sobre sua superfície: se transversal, longitudinal ou obliquamente, ou ainda, na diferença de carga aplicada, isto é, da altura do aterro, como por exemplo, um aterro em rampa curva.

Casos extremamente problemáticos costumam ser planícies litorâneas, em razão das grandes espessuras e da forte lenticularidade das camadas orgânicas, bem como de sua intercalação com camadas de areias. O mesmo pode-se dizer das planícies aluviais, formadas por rios meandantes, cujos problemas estão associados aos meandros abandonados.

Outra situação muito crítica é a presença de camadas compressíveis sob aterros de acesso a pontes, pois, além do forte diferencial, gerado pelos recalques, em relação à estrutura rígida da ponte, sua deformação pode gerar esforços horizontais contra a fundação das mesmas.

No segmento em questão, desde o km 350+800 até o km 368, o relevo é menos sinuoso e a rodovia apresenta curvas mais amplas e retas mais longas. A partir do km 368 até o km 386, a rodovia é mais sinuosa, com curvas menos amplas e retas mais curtas.

Para a definição dos parâmetros de projeto, a região é classificada como ondulada (conforme o item 2.2.1), que de acordo com a AASHTO, “é aquela onde as inclinações naturais do terreno exigem frequentes cortes e aterros de dimensões reduzidas para acomodação dos greides das rodovias, e que eventualmente oferecem alguma restrição à implantação dos alinhamentos horizontal e vertical”. Entretanto, para o caso em questão, os volumes de aterro predominarão significativamente sobre os de corte (STE, 2008), uma vez que, apesar de a região ser considerada ondulada para efeito dos parâmetros de projeto, os trechos retos são significativos, principalmente do km 350+800 ao km 368.

5.1.3.3.2 Tipos de terrenos

Os tipos de terrenos, determinados pelo substrato geológico e sua cobertura pedológica, condicionam o comportamento da estrada, em termos de processos de dinâmica superficial, que são alterados, ou mesmo, criados pela sua construção.

5.1.3.3.3 Propensão à erosão

A exposição de saprolitos, solos saprolíticos ou horizonte C, de rochas graníticas, gnáissicas e outras, quando siltosos, propicia intensos processos erosivos nos cortes. Os mesmos materiais colocados em aterros ou bota foras, desprovidos de proteção, estão sujeitos aos mesmos processos.

Os solos arenosos finos, como os de várias formações das bacias sedimentares brasileiras, são muito suscetíveis a processos de erosão linear, ravinhas e voçorocas, quando submetidos a escoamentos d'água concentrados em bueiros ou galerias inadequadas. As erosões, se não controladas a tempo, podem atingir a própria estrada.

Os locais mais propensos à erosão na AID foram identificados na região das formações Pirambóia e Botucatu, principalmente na primeira, sendo ambas compostas por arenitos. A formação Serra Geral apresentou menor propensão à erosão, constituída de rochas vulcânicas, intercaladas de camadas de arenito, litarenito e sedimento vulcanogênico.

5.1.3.3.4 Travessias de regiões com solos hidromórficos

O segmento a ser duplicado atravessa solos pertencentes às ordens Argissolos (unidades PVa8 e PVa9) e Nitossolos (unidade TRe3). Nenhuma dessas é caracterizada como hidromórfica.

5.1.3.3.5 Instabilização de taludes

As regiões onde ocorrem matacões exigem a prevenção de possíveis rolamentos de blocos, além de condicionarem os métodos de investigações, quando é necessário definir o topo rochoso e a distribuição dos matacões no maciço. Nestes casos, as sondagens rotativas passam a ser necessárias, sendo a penetração mínima, em rocha, definida em função do tamanho previsto para os blocos.

Já em regiões de maciços cristalinos, de uma forma geral, especialmente nas regiões acidentadas, com cortes de grande amplitude, impõem a necessidade de se conhecer direções das estruturas principais que condicionam a estabilidade dos cortes, tanto em rocha como em seu solo de alteração, de maneira a prevenir a ocorrência de escorregamentos ou quedas de blocos.

Em corpos de talus, alterados pela construção de estradas mal projetadas, os mesmos podem ter seus movimentos intensificados, deflagrando escorregamentos que podem destruí-los.

No segmento a ser duplicado, do km 351+500 ao km 371+000, observa-se a presença de solos derivados da alteração dos basaltos e diabásios da Formação Serra Geral, predominantemente compostas de argilas vermelhas. Apresentado maior estabilidade, as inclinações indicadas para os taludes de corte, para rocha são de 4(v): 1(h).

Entretanto, em áreas em avançado estágio de alteração, sugere-se um inclinação menor, de 1(v): 1(h). Para os aterros, sugere-se a inclinação de 1(v): 1,5(h). Os solos provenientes da alteração destas rochas possuem boa qualidade geotécnica, com CBR acima de 10%.

Já do km 371+000 ao km 385+000 predominam os arenitos da Formação Botucatu e os solos formados pela sua alteração possuem boa qualidade geotécnica. Uma vez que as características geotécnicas desse litotipo são bastante variadas em função do grau de alteração e do cimento componente destas rochas, a inclinação dos cortes deverá ser orientada pelo princípio da precaução. Para os aterros, sugere-se também a inclinação de 1(v): 1,5(h).

5.1.3.4 Principais problemas geológico-geotécnicos

Os principais problemas geológico-geotécnicos que podem ocorrer em taludes e aterros são apresentados no Quadro 8.

Quadro 8 – Tipos de problemas geológico-geotécnicos

| Tipo de problema | Forma de ocorrência | Principais causas |
|--|---|--|
| Erosão | Em talude de corte e aterro | <ul style="list-style-type: none"> Deficiência de drenagem Deficiência de proteção superficial |
| | Longitudinal ao longo da plataforma | <ul style="list-style-type: none"> Concentração de água superficial e/ou interceptão do lençol freático |
| | Localizada e associada a obras de drenagem (ravinas e voçorocas) | <ul style="list-style-type: none"> Concentração de água superficial e/ou interceptão do lençol freático |
| | Internas em aterros (<i>piping</i>) | <ul style="list-style-type: none"> Deficiência ou inexistência de drenagem interna |
| Desagregação superficial | Empastilhamento superficial em taludes de corte | <ul style="list-style-type: none"> Secagem ou umedecimento do material Presença de argilo-mineral expansivo ou desconfinamento do material |
| Escorregamento de corte | Superficial | <ul style="list-style-type: none"> Inclinação acentuada do talude |
| | Profundo | <ul style="list-style-type: none"> Relevo energético |
| | Formas e dimensões variadas | <ul style="list-style-type: none"> Descontinuidades do solo e da rocha |
| | Superficial em corte ou encostas naturais | <ul style="list-style-type: none"> Saturação do solo |
| | Profundo em cortes | |
| Formas de dimensões variadas Movimentação de grandes dimensões e generalizada em corpo de tálus | <ul style="list-style-type: none"> Evolução por erosão Corte de corpo de tálus Alteração da drenagem | |
| Escorregamento em aterro | Atingindo a borda do aterro | <ul style="list-style-type: none"> Compactação inadequada da borda |

| Tipo de problema | Forma de ocorrência | Principais causas |
|---------------------|---|---|
| | Atingindo o corpo do aterro | <ul style="list-style-type: none"> • Deficiência de fundação • Deficiências de drenagem • Deficiência de proteção superficial • Má qualidade do material • Compactação inadequada • Inclinação inadequada do talude |
| Recalque em aterro | Deformação vertical da plataforma | <ul style="list-style-type: none"> • Deficiência de fundação • Deficiências de drenagem • Rompimento de bueiro • Compactação inadequada |
| Queda de blocos | Geralmente em queda livre | <ul style="list-style-type: none"> • Ação da água e de raízes na descontinuidade do maciço rochoso |
| Rolamento de blocos | Movimento de bloco por rolamento no corte | <ul style="list-style-type: none"> • Descalçamento da base por erosão |

5.1.3.5 Cavidades Naturais e Monumentos Naturais Relevantes

Não ocorrem cavidades naturais ou monumentos naturais relevantes nas áreas de influências do empreendimento.

5.1.4 GEOMORFOLOGIA

5.1.4.1 Abrangência Geográfica

A Área de Influência Indireta (All) definida para a análise regional dos processos ambientais relacionados com os aspectos geomorfológicos foi definida como sendo as bacias hidrográficas determinadas pela interseção dos principais mananciais com o eixo principal do empreendimento.

A Área de Influência Direta (AID) definida para a análise local dos impactos ambientais ocasionados pelas características dos diferentes terrenos que ocorrem ao longo da rodovia foi definida como sendo uma faixa de 1.000 m de cada lado do eixo do empreendimento.

5.1.4.2 Mapeamento Geomorfológico

Conforme mostra o Mapa 9 – Geomorfologia da Área de Influência Indireta – Apêndice I, a região abrangida pela All apresenta a ocorrência de cinco unidades geomorfológicas distintas, sendo estas:

- Depressão do Rio Jacuí
- Patamares da Serra Geral
- Planalto dos Campos Gerais
- Serra Geral

- Planície Aluvio-coluvionar.

Na área de influência direta ocorrem somente as duas primeiras unidades.

5.1.4.2.1 Unidades Geomorfológicas

Os Domínios Morfoestruturais são as unidades de maior abrangência dentro das escalas de mapeamento geomorfológico, e prevalecem na delimitação destes domínios as características geológicas fundamentais, como litologias, direções estruturais que definem o alinhamento geral das formas de relevo, o tipo e o controle das drenagens. Estes fatores estão relacionados diretamente à gênese dos grandes traços geomorfológicos, formando arranjos regionais de relevo, que embora possuam formas variadas, foram formados sob mesmo processo evolutivo. Os Domínios Morfoestruturais presentes são os Depósitos Sedimentares e Bacias e Coberturas Sedimentares (Quadro 9).

Quadro 9 – Unidades Geomorfológicas que ocorrem na área em estudo

| Domínios Morfoestruturais | Regiões Geomorfológicas | Unidades Geomorfológicas |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| I – Depósitos Sedimentares | Planície Continental | Planície Aluvio-Coluvionar |
| II – Bacias e Coberturas Sedimentares | Planalto das Araucárias | Planalto dos Campos Gerais |
| | | Serra Geral |
| | | Patamares da Serra Geral |
| | Depressão Central Gaúcha | Depressão Rio Jacuí |

A Região Geomorfológica Planície Continental é caracterizada por depósitos sedimentares de origem continental associados aos cursos dos rios e drenagens associadas.

A Região Geomorfológica Planalto das Araucárias é caracterizada por uma ampla diversidade de formas de relevo, que variam desde superfícies aplanadas até bordas escarpadas, esculpidas principalmente nas rochas vulcânicas da Formação Serra Geral. A heterogeneidade do relevo que caracteriza esta região permite a identificação de diferentes Unidades Geomorfológicas.

A Região Geomorfológica Depressão Central Gaúcha constitui-se numa área baixa, interplanáltica, onde os processos erosivos esculpiram em rochas sedimentares paleozóicas, triássicas e jurássicas da Bacia do Paraná, colinas alongadas, conhecidas regionalmente como coxilhas.

5.1.4.2.1.1 Unidade Geomorfológica Planície Alúvio-Coluvionar

Esta unidade corresponde à superfície plana, rampeada suavemente para leste, em alguns trechos descontínua, posicionada entre a Planície Lagunar a leste e os relevos das Regiões Geomorfológicas Planaltos das Araucárias e Sul-Riograndense a oeste. O posicionamento espacial desta unidade possibilita enquadrá-la como área de transição entre influências continental e marinha, no que diz respeito à origem da deposição.

Nas áreas de influência continental predominam os modelos planos ou embaciados, resultantes da convergência de leques coluviais de espraiamento, cones de dejeção ou concentração de depósitos de enxurradas, nas partes terminais de rampas de pendimentos. Ocorrem ainda formas de topo plano ou baixos tabuleiros.

5.1.4.2.1.2 Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais

A Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais é representada por uma ampla área elevada, com cotas variando de 500 m a mais de 1500 m, e desenvolvida principalmente sobre rochas vulcânicas ácidas da Formação Serra Geral. Caracteriza-se a oeste por superfícies de aplanamento desnudadas, retocadas e degradadas, desenvolvidas no interflúvio dos rios Caí e das Antas, onde predominam morfologias planas, muito conservadas, e colinas de topo plano, por vezes de pequena amplitude, isoladas entre si por amplos vales de fundo chato. A leste, são comuns formas de relevo com maior dissecação diferencial, marcadas por vales fluviais encaixados em linhas estruturais.

As rochas vulcânicas ácidas ocorrem de forma mais expressiva em altitudes acima de 700 m. Associados a estas rochas, predominam solos das classes Cambissolo Bruno e solos Litólicos húmicos, na área dos municípios de Canela e São Francisco de Paula. As condições climáticas desta região associam baixas temperaturas e altos índices pluviométricos, o que acarreta acúmulo de matéria orgânica, fornecendo aos solos caráter húmico e alta acidez (álícos). Estes solos possuem características como pequena profundidade, drenagem deficiente e baixo potencial agrícola, devido a problemas de fertilidade natural, sendo destinados, predominantemente, às pastagens nativas. Associados às características do relevo, estes solos apresentam baixa susceptibilidade à erosão, com predomínio de processos de erosão areolar.

5.1.4.2.1.3 Unidade Geomorfológica Serra Geral

A Unidade Geomorfológica Serra Geral corresponde às bordas escarpadas dos limites leste e sul do Planalto dos Campos Gerais, desenvolvidas sobre as rochas basálticas da Formação Serra Geral. Na borda leste ocorrem relevos extremamente abruptos, caracterizados por vales fluviais com aprofundamentos superiores a 500 m, conhecidos como *canyons* Aparados da Serra, cujas orientações (N-S e NNE-SSW) denunciam um forte controle estrutural. Na borda sul, na Região Serrana, o escarpamento possui uma orientação geral E-W, e apresenta-se topograficamente mais rebaixado, com altitudes diminuindo em direção a oeste e vales fluviais com aprofundamentos variando entre 190 m e 350 m. Trata-se, de maneira geral, de um bordo de planalto muito festonado e dissecado, principalmente por meio da ação fluvial dos rios Sinos, Caí, Taquari-Antas e Jacuí.

Os basaltos da Formação Serra Geral, em geral, formam solos férteis e profundos, bastante susceptíveis a processos erosivos, uma vez que afloram nas regiões de borda do planalto e encontram-se comumente fraturados.

5.1.4.2.1.4 Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral

Os Patamares da Serra Geral constituem a continuidade da Unidade Geomorfológica Serra Geral em direção às áreas mais rebaixadas da Depressão Central Gaúcha, representando testemunhos do recuo da linha de escarpa desenvolvidos sobre as rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná. As formas de relevo mais comuns são colinas contínuas, cristas simétricas, com vales fluviais pouco profundos na porção associada à Região Serrana, aumentando em direção aos Aparados da Serra, e morros testemunhos que avançam sobre a Depressão Central dispersos em amplas áreas planas de acumulação fluvial.

5.1.4.2.1.5 Unidade Geomorfológica Depressão Rio Jacuí

Esta unidade se caracteriza por apresentar um relevo sem grandes variações de altitude, agregando à paisagem um caráter monótono, com domínio de formas alongadas de topo convexo, denominadas de coxilhas. Ocorrem também vastas superfícies planas, rampeadas, recobertas por colúvios com dissecação incipiente e mapeadas como Superfícies Pediplanadas. As rampas localizam-se, geralmente, a norte da unidade, entre o sopé da escarpa da Serra Geral e as coxilhas que fazem contato com as faixas aluvionares do rio Jacuí. Ocorrem inúmeros relevos residuais, com vertentes pedimentadas, relacionados ora à Serra Geral, ora aos Patamares da Serra Geral. Nesta unidade ocorrem fenômenos de erosão e movimentos de massa generalizados, que causam sulcamentos e ravinamentos.

A dissecação, que se processa na depressão, comandada pelo rio Jacuí, é do tipo homogênea, cuja fácies tem densidade do tipo grosseira, e em menor extensão, dos tipos média e fina.

Os vales dos rios são largos e de fundo plano, encaixados nas cabeceiras. O rio Jacuí é o principal curso d'água que atravessa a depressão, e ocorre com drenagem em padrão subdendrítico.

5.1.4.3 Processos erosivos

Erosão é o processo de perda de material de solos resultante da desagregação, transporte e deposição das partículas ou agregados do solo decorrente da ação de agentes erosivos tais como água, vento ou gelo. Para a presente análise, o processo erosivo principal é causado pela água das chuvas, na forma de deflúvio.

Os principais fatores ambientais que determinam a taxa de erosão são características dos solos (textura, estrutura, permeabilidade), natureza e tipo de cobertura vegetal,

relevo, características climáticas, volume e velocidade do deflúvio (Bertoni e Lombardi Neto, 1993).

O deflúvio diz respeito ao escoamento superficial ou drenagem externa do excesso de água que atinge o solo e não consegue infiltrar no perfil. Pode ocorrer sob a forma laminar ou difusa, a qual, juntamente com o impacto direto das gotas da chuva, é responsável pela erosão laminar. Outra forma é a do deflúvio concentrado, responsável pela erosão em sulcos.

O deflúvio pode ser caracterizado pela quantidade (volume) e velocidade das águas, sendo desejável que ele seja em pequena quantidade e com movimentação lenta pela superfície do solo, de modo a promover a drenagem da água excedente sem causar erosão. Este comportamento hidrológico está correlacionado às características das chuvas (quantidade, intensidade, energia, distribuição e duração), à declividade e extensão do terreno e aos atributos do solo, especialmente a permeabilidade.

Determinadas as causas principais dos processos erosivos, pode-se utilizá-las para avaliar o risco de erosão, o qual acaba sendo estabelecido a partir de inferências sobre a interação entre os diversos fatores atuantes, sejam estes ligados ao relevo (declividade, comprimento de rampa), ao solo (teores de matéria orgânica, qualidade estrutural do solo, gradiente textural entre horizontes, condutividade hidráulica vertical e horizontal, entre outras propriedades) ou ao clima (ação erosiva das chuvas e dos ventos).

A propriedade ou fator relacionado com as características que os solos apresentam de menor resistência à erosão é denominado erodibilidade do solo, podendo ser definida como a vulnerabilidade ou suscetibilidade à erosão de determinados grupos ou classes de solos. Sendo assim, um solo com alta erodibilidade sofrerá mais erosão que outro com baixa erodibilidade, caso os outros fatores já mencionados se encontrem em condições de igualdade.

Wischmeier e Smith (1971 *apud* Bertoni e Lombardi Neto, 1993) consideram a erodibilidade do solo (fator K) como as perdas de terra em toneladas por hectare por unidade do fator chuva em condições padronizadas de declividade, comprimento de rampa, manejo da cultura e práticas conservacionistas.

O Fator Erodibilidade do Solo é utilizado em combinação com outros fatores para derivar os parâmetros da Equação Universal de Perdas de Solos – EUPS –, conforme a seguinte relação:

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot F,$$

em que:

A: perdas de solos em toneladas por hectare por ano ($t \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$);

R: fator erosividade da chuva ($MJ \cdot mm \cdot ha^{-1} \cdot h^{-1} \cdot ano^{-1}$);

K: fator erodibilidade do solo ($t \cdot h \cdot MJ^{-1} \cdot mm^{-1}$);

L e *S*: componentes do fator topográfico (adimensionais);

C: fator de uso e manejo do solo (adimensional);

P: fator práticas conservacionistas (adimensional).

Tal equação permite visualizar diretamente os diversos fatores que interagem nos processos erosivos, sendo amplamente utilizada para a derivação de parâmetros regionais de perdas de solos por meio do uso de Sistemas de Informações Geográficas – SIGs (Assad e Sano, 1998). Observação deve ser feita com relação aos termos **erosividade** e **erodibilidade**, frequentemente confundidos devido à semelhança fonética, sendo o primeiro relacionado à chuva e o segundo, ao solo.

Em escala regional, fatores da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) podem ser usados individualmente para auxiliar a identificar áreas de riscos à degradação das terras e para encontrar possíveis formas de solucionar tais problemas. Nesse sentido, a declividade do terreno é um dos fatores individuais de maior impacto sobre os processos erosivos, podendo ser mitigado por meio de práticas conservacionistas de manejo do solo.

Em regiões de relevo plano a ondulado, a percolação superficial das águas, principalmente as pluviais, que são vazões de maiores volume, tende a ganhar energia tornando-se mais ativa nos processos erosivos, que associado com a pedologia e o seu uso e ocupação pode causar um acréscimo ou decréscimo na susceptibilidade.

Quando se trata do uso e ocupação do solo, a cobertura, antrópica ou natural, é um dos fatores também determinantes da tendência para se melindrar com facilidade a erosão, tendo em vista que em área de solo exposto, os processos erosivos são mais intensos do que em florestas ou áreas urbanas.

Considerando-se os processos atuantes em empreendimentos relacionados com obras rodoviárias, a suscetibilidade à erosão dos diferentes tipos de solos deve considerar dois aspectos principais: o grau de resistência dos solos à desagregação pelos agentes erosivos (erodibilidade dos solos) e a declividade média dos terrenos (fator topográfico) sobre os quais os solos estão localizados.

Com relação à erodibilidade dos solos, a textura é uma das propriedades determinantes para a classificação de grau de resistência do solo aos processos erosivos. Quanto mais grosseira a textura do solo (predomínio das frações areia grossa e/ou areia fina) maior sua susceptibilidade à erosão hídrica. A fração areia não possui um grau de coesividade suficiente para resistir às forças desagregadoras.

Partículas coloidais, com área superficial específica alta, como a fração argila ou os colóides orgânicos, apresentam grau de coesão e de agregação muitas vezes maior que as frações mais grosseiras, sendo considerados agentes ligantes, determinando, assim, maior coesão das partículas secundárias do solo (agregados) e menor valor de erodibilidade.

Silva *et. al.* (2000) realizaram uma avaliação de métodos para determinação do fator erodibilidade aplicado à classe dos latossolos, revisando vários trabalhos nessa área, sendo em alguns deles utilizados perfis próximos da região de abrangência deste estudo, como se pode observar na Tabela 17.

Tabela 17 – Fator de erodibilidade (K em $t.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$) de alguns Latossolos no Brasil

| Classes de solos | Localização (altitude) | Fator K |
|--------------------------------------|-------------------------|---------|
| Latossolo Roxo distrófico | Ijuí-RS (448 m) | 0,009 |
| Latossolo Vermelho-Escuro distrófico | Passo Fundo-RS (709 m) | 0,021 |
| Latossolo Roxo distrófico | Chapecó-SC (700 m) | 0,016 |
| Latossolo Vermelho-Escuro distrófico | Ponta Grossa-PR (868 m) | 0,022 |
| Latossolo Roxo eutrófico | Londrina-PR (566 m) | 0,025 |

Fonte: Silva *et al.*, 2000.

Mannigel *et. al.* (2002) indicam, para diversas classes de solo, intervalos de valores para o fator erodibilidade do solo nas seguintes faixas: Latossolos (0,0169 a 0,0298), Argissolos (0,0265 a 0,0496), Gleissolos (0,0586 a 0,0610), Neossolos litólicos (0,0442 a 0,0551) e Neossolos flúvicos (0,0646).

França (1980 *apud* Bertoni e Lombardi Neto, 1985) atribuiu à classe dos Latossolos erodibilidade baixa ou muito baixa e às Areias Quartzosas e Podzólicos com elevado gradiente textural, fatores de erodibilidade do solo (fator K) altos a muito altos. O autor procede a uma combinação de erodibilidade do solo com as classes de declividade para chegar às classes de risco de erosão, que pode variar de muito baixo (Latossolo Roxo em declives suaves) a muito alto (Podzólico Vermelho-Amarelo, sob declives fortes).

Baptista (1997) obteve estimativas da erodibilidade do solo de uma pequena bacia hidrográfica por meio do método do nomograma de Wischmeier para classes de solos, conforme apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 – Fator de erodibilidade de solos do DF pelo método do nomograma

| Classes de solos | Fator K |
|---------------------------------------|---------|
| Latossolo Vermelho-Escuro | 0,013 |
| Latossolo Vermelho-Amarelo | 0,020 |
| Terra Roxa Estruturada | 0,013 |
| Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico | 0,042 |
| Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico | 0,030 |
| Cambissolo | 0,024 |
| Aluvial | 0,029 |
| Areia Quartzosa | 0,027 |

Fonte: Baptista, 1997.

Em função da escala do mapeamento base utilizado (levantamento de reconhecimento), em que delinear-se unidades de mapeamento compostas por mais de uma classe, optou-se por não utilizar nomogramas ou equações para a determinação matemática do fator de erodibilidade do solo (fator K), mas estimar um intervalo provável de variação numérica desse índice, obtendo-se classes de suscetibilidade à erosão a partir das principais características dos solos que compõem cada unidade.

Com base nas referências citadas e com o objetivo de enquadrar as unidades de solos que ocorrem na região do estudo dentro de intervalos de valores para o fator de erodibilidade do solo, sugeridos por Mannigel *et al.* (2002), foram considerados seis graus de susceptibilidade dos solos à erosão, variando desde extremamente alto até muito baixo. Os resultados desse enquadramento estão na Tabela 19.

Tabela 19 – Grau de suscetibilidade à erosão das diferentes classes de solos

| Grau de erodibilidade | Intervalo de valores para o Fator K | Classes de solos |
|-----------------------|-------------------------------------|---|
| Extremamente alto | Maior que 0,060 | Neossolo Quartzarênico, Neossolo Flúvico |
| Muito alto | Entre 0,045 e 0,060 | Neossolo Litólico (rochas ácidas), Organossolo |
| Alto | Entre 0,030 e 0,045 | Cambissolos (rochas ácidas), Espodossolo, Gleissolo, Neossolo litólico (rochas básicas) |
| Médio | Entre 0,015 e 0,030 | Argissolos (rochas ácidas), Cambissolos (rochas básicas) |
| Baixo | Entre 0,010 e 0,015 | Argissolos (rochas básicas), Nitossolos, Latossolo Bruno |
| Muito baixo | Menor que 0,010 | Latossolo Vermelho |

5.1.4.4 Geomorfometria

Com relação ao relevo, pode-se afirmar que este condiciona o potencial gravitacional, ou seja, a força atuante dos agentes erosivos ao longo das pendentes. Quanto maior a declividade, maior o grau de susceptibilidade à erosão das terras. O relevo pode ser descrito em termos de tipos (normal, subnormal, côncavo e excessivo), gradientes ou intervalos (0-2%, 2-5%, etc.), forma (plano, convexo, côncavo, misto) e uniformidade (uniforme, irregular). As diferentes combinações desses atributos podem levar a distintos graus de limitação pelo relevo.

Atualmente, classes ou intervalos de declividade podem ser facilmente determinados a partir de Modelos Numéricos do Terreno (MNT) e apresentam estreita relação com aspectos importantes para uso e manejo agrícolas, tais como quantidade e velocidade do deflúvio, risco de erosão do solo, possibilidade de emprego de tratores e máquinas agrícolas, entre outros.

Para a caracterização do relevo com vistas à derivação do potencial de erosão, segmentou-se a região de trabalho em classes de declividade do terreno, empregando-se os dados disponibilizados no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por meio do Projeto TOPODATA (Valeriano, 2008).

As variáveis geomorfométricas locais foram obtidas a partir da altimetria, com derivações em torno de cada ponto analisado, operadas por meio de janelas móveis. Assim, além da própria altimetria (derivação de ordem zero), são fornecidas a declividade e a orientação de vertentes (derivadas de 1ª ordem) e as curvaturas vertical e horizontal (derivadas de 2ª ordem) como principais variáveis geomorfométricas locais. As variáveis foram classificadas e combinadas para a produção de mapas de intervalos e qualitativos, tais como classes de declividade e formas de terreno.

Devido à sua estreita associação com processos de transporte gravitacional (escoamento, erosão, deslizamento), a declividade do terreno é uma variável básica para a segmentação de áreas, em praticamente todos os procedimentos de planejamento territorial.

A declividade é definida como o ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal. Seus valores podem variar de 0° a 90°, embora seja mais comumente expressa em porcentagem, de zero a infinito. Neste trabalho, utilizou-se a segmentação das classes de declividade conforme proposta por Lepsch (1991), descrita na Tabela 20.

Tabela 20 – Classes de declividade e intervalos de valores percentuais

| Classe | Intervalo | Descrição |
|--------|-------------|----------------|
| A | 0 a 2% | Plano |
| B | 2 a 5% | Suave ondulado |
| C | 5 a 10% | Ondulado 1 |
| D | 10 a 15% | Ondulado 2 |
| E | 15 a 45% | Forte ondulado |
| F | 45 a 70% | Montanhoso |
| G | Mais de 70% | Escarpado |

Classe A. Formada por áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial ou deflúvio é muito lento ou lento. O declive do terreno não oferece nenhuma dificuldade ao uso de máquinas agrícolas e não existe erosão hídrica significativa, exceto, possivelmente, em vertentes cujas rampas sejam muito longas e com solos altamente susceptíveis à erosão ou quando recebem contribuições de áreas vizinhas situadas à montante.

Classe B. Compreende áreas com declives suaves, nos quais o escoamento superficial é lento ou moderado. Os declives não dificultam o trabalho de qualquer tipo de máquina agrícola. Em alguns tipos de solos com essa declividade, a erosão hídrica não oferece problemas. Em muitos deles, práticas simples de conservação são necessárias, enquanto que, em solos muito erodíveis e com comprimentos de rampa muito longos, proteções com práticas mais complexas podem ser necessárias, tais como sistema de terraços e faixas de retenção.

Classe C. São áreas com superfícies inclinadas, geralmente com relevo ondulado, nas quais o escoamento superficial, para a maior parte dos solos, é médio ou rápido. O declive normalmente não prejudica o uso de máquinas agrícolas. Em alguns casos, a erosão hídrica oferece poucos problemas ou pode ser controlada com práticas simples. Porém, na maior parte das vezes, práticas complexas de conservação do solo são necessárias para que terras com esse declive possam ser cultivadas intensivamente.

Classe D. Compreende áreas muito inclinadas, onde o escoamento superficial é rápido na maior parte dos solos. A não ser que os declives sejam muito complexos, a maior parte das máquinas agrícolas pode ser usada, mas com dificuldades. A erosão é significativa na maior parte dos solos, exceto naqueles muito permeáveis e/ou com baixa erodibilidade, tais como alguns latossolos. Normalmente áreas com esse tipo de declive só devem ser usadas para cultivos perenes, pastagens ou reflorestamento.

Classe E. Representada por áreas fortemente inclinadas, cujo escoamento superficial é muito rápido na maior parte dos solos. Somente maquinário leve pode ser usado e, assim mesmo, com dificuldades.

Classe F. Constituída por áreas íngremes, de regiões montanhosas, onde praticamente nenhum tipo de máquina agrícola pode trafegar. O escoamento superficial é sempre muito rápido.

Classe G. São áreas de relevo escarpado ou muito íngreme, onde normalmente desenvolvem-se solos muito rasos, geralmente em associação com afloramentos rochosos.

O Mapa 10 – Planialtimetria da Área de Influência Direta (Apêndice I) – apresenta o resultado obtido para a região do empreendimento.

5.1.4.5 Suscetibilidade dos solos à erosão

Em função das variáveis consideradas, a susceptibilidade à erosão apontou que grande parte da Área de Influência Direta está dentro das classes muito baixa e baixa, principalmente ao norte da rodovia, onde o terreno é mais plano e possui um solo mais estável. Mais ao sul há uma maior tendência à susceptibilidade impulsionada pelo relevo acidentado.

Quando observado o uso da região estudada, pôde-se identificar a predominância de cultura temporária e silvicultura, o que tende a favorecer os processos erosivos, visto que o solo permanece exposto por um determinado período, quando passa pelos métodos de cultivos, como por exemplo a aeração solo.

O resultado do cruzamento do mapa de classes de declividade com o mapa de erodibilidade dos solos permitiu a interpretação das diferentes classes de suscetibilidade à erosão apresentadas na legenda do Mapa 11 – Áreas de Risco e Susceptibilidade à Erosão da Área de Influência Direta (Apêndice I). A espacialização das classes possibilitou a quantificação em hectares (ha) de todos os intervalos das classes. O resultado dessa quantificação está na Tabela 21.

Tabela 21 – Suscetibilidade à erosão: áreas

| Classes | Área (ha) | (%) |
|-------------|-----------|-------|
| Muito baixo | 1801,41 | 24,74 |
| Baixo | 2696,28 | 37,02 |
| Médio | 2013,67 | 27,65 |
| Alto | 750,00 | 10,31 |
| Muito alto | 20,12 | 0,28 |

5.1.4.6 Assoreamento

A área ocupada por cultivos agrícolas na região do empreendimento abrange mais de um milhão de hectares, o que pode gerar problemas relativos a processos erosivos e assoreamentos. A análise dos solos da bacia demonstra variações na profundidade do perfil, limitações ligadas ao relevo ou à drenagem e alto risco de erosão.

Esse risco de erosão e assoreamento é potencializado pela ocorrência frequente de altos índices de precipitação concentrados em curtos intervalos de tempo.

Sendo assim, recomenda-se que seja previsto, durante a execução, um sistema de proteção para os cortes e aterros em argila, evitando desmoronamentos, solapamentos e conseqüente perda de material e assoreamento das drenagens próximas.

5.1.5 SOLOS

5.1.5.1 Metodologia

5.1.5.1.1 Abrangência geográfica

A Área de Influência Indireta (AII) definida para a análise dos processos ambientais relacionados com os solos (aptidão agrícola e potencial de erosão) foi definida a partir das bacias hidrográficas determinadas pela interseção dos principais mananciais com o eixo do empreendimento. Já a Área de Influência Direta (AID) foi definida como sendo uma faixa ao longo do eixo da rodovia BR-386 com afastamento de 1.000 m

para cada lado da faixa de rolamento (Mapa 5 – Área de Influência do Meio Físico – Apêndice I).

5.1.5.1.2 Classificação dos solos

Com a finalidade de se determinar os tipos de solos que ocorrem na área do empreendimento e suas principais características de interesse geotécnico e ambiental, foram realizadas amostragens de solos por meio de sondagens de reconhecimento em vários pontos do trecho, correlacionando os resultados obtidos (dados primários) com os dados bibliográficos existentes para a região do empreendimento (dados secundários)

Visando a descrição e caracterização das principais classes de solos (unidades taxonômicas) que ocorrem na região de abrangência do estudo, adotou-se o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (EMBRAPA, 1999). O sistema taxonômico adotado apresenta como modelo conceitual a avaliação da evolução pedogenética dos diferentes tipos de solos identificados em campo por meio da descrição dos respectivos perfis modais e posterior enquadramento via chave de classificação.

Sendo os mapeamentos de solos existentes para a área do empreendimento anteriores à publicação do sistema adotado, houve a necessidade de correlacionar os dois sistemas de classificação através da legenda do mapa de solos utilizado como referência cartográfica.

Neste sentido, seria interessante ressaltar que levantamentos pedológicos são prognósticos da distribuição geográfica dos solos como corpos naturais, determinados por um conjunto de relações e propriedades observáveis na natureza. Com o levantamento de solos, identificam-se áreas que passam a ser reconhecidas como unidades naturais, delineando seus limites em mapas, em termos de um determinado sistema de classificação de solos (EMBRAPA, 1995).

Sendo assim, considera-se unidade taxonômica como uma classe de solo definida e conceituada, segundo parâmetros da classificação vigente, enquanto o termo unidade de mapeamento refere-se a um conjunto de áreas de solos com relações e posições definidas na paisagem, podendo ser representadas em mapas e variando em função da escala de mapeamento adotada (entidades geográficas).

Cada unidade de mapeamento delineada em um mapa de solos possui um conjunto de propriedades inter-relacionadas que lhe são próprias. Esse conjunto de propriedades é o que caracteriza um levantamento pedológico durável e que permite ser interpretado para diversos fins (uso agrícola, preservação ambiental, conservação e recuperação de solos, construção civil, irrigação e drenagem, taxaço de impostos, previsão de safras, entre outros) em qualquer época e sempre que surjam novas propostas de uso da terra.

Tanto a metodologia como as classificações em que são baseadas as interpretações podem ser substituídas e atualizadas à medida que os conhecimentos científicos e tecnológicos evoluem. Entretanto, os levantamentos de solos baseados em classificações naturais são de caráter bem mais duradouro, servindo de base a novas interpretações fundamentadas nos resultados mais atuais da pesquisa (Embrapa, 1995).

5.1.5.2 Resultados

5.1.5.2.1 Caracterização dos solos da AI

A Área de Influência Indireta (AI) foi mapeada tendo como base cartográfica o levantamento sistemático brasileiro na escala 1:250.000 (Carta SH22-V-D Caxias do Sul).

5.1.5.2.1.1 Pedologia

A Tabela 22 resume a área ocupada pelas unidades de mapeamento do solo em cada sub-bacia, bem como a composição taxonômica (diferentes unidades taxonômicas que compõe a unidade de mapeamento) em ordem de importância.

Tabela 22 – Unidades de mapeamento

| Unidade de mapeamento | Composição taxonômica (em ordem de importância) | Área (km ²) | | |
|-----------------------|---|-------------------------|---------|---------|
| | | Bacia 1 | Bacia 2 | Bacia 3 |
| PVa8 | Podzólico Vermelho-Amarelo álico e distrófico Tb A mod. text. média casc./arg.; Podzólico Vermelho-Amarelo Latossólico álico A mod. e proem. text. arg. relevo fond. e ond. | 11865 | 5563 | - |
| PVa9 | Podzólico Vermelho-Amarelo álico e distrófico Tb abr. e não-abrupto A mod. text. aren./arg., aren./méd. e méd./arg.; Podzólico Vermelho-Escuro álico Tb A mod. text. média/arg.relevo sond. | 30424 | 42677 | - |
| Re24 | Associação Complexa de Solos Litólicos eutróficos A mod. text. média casc. com Cambissolo eutrófico Tb A mod. text. média e arg. casc.; Brunizém Avermelhado text. média./arg. casc. Relevo fond.; Afloramentos de Rocha | 22755 | 170 | 18077 |
| TBCHa3 | Terra Bruna Estruturada int. para Pod. Bruno-Acinz. Húmica álica text. Arg. e mto. arg.; Cambissolo Bruno Húmico álico Tb. Text. Arg. Rel. ond.; Solos Litólicos álicos A proem. text. média e arg. Fase ped. e não ped. Substrato Riocacitos Relevo fond. e ond. | 6260 | - | - |
| TRe3 | Terra Roxa Estruturada eutrófica A mod. e chern. text. mto. arg. Relevo sond.; Plintossolo distrófico e eutrófico Ta e Tb A mod. text. média casc./arg. casc. e méd. casc./arg. Relevo plano e sond. | 9223 | 12444 | 75990 |

| Unidade de mapeamento | Composição taxonômica (em ordem de importância) | Área (km ²) | | |
|-----------------------|--|-------------------------|---------|---------|
| | | Bacia 1 | Bacia 2 | Bacia 3 |
| TRe7 | Terra Roxa Estruturada eutrófica A mod. e chern. text. mto. arg. Fase ped. e não ped.; Associação Complexa de Solos Litólicos eutróficos A chern. e mod. text. média casc. e média substrato basalto com Cambissolo eutrófico Ta e Tb A mod. e chern. text. média e arg. casc. ambos Fase ped.; Brunizém Avermelhado text. média/arg. e arg. Fase ped. Relevo fond. e ond. | 2278 | - | - |

Na Tabela 22 apresenta-se a legenda original do mapa pedológico do levantamento de solos do projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1982), cujo sistema de classificação de solos ainda encontrava-se na terceira aproximação (Camargo *et al.*, 1987) ao sistema utilizado atualmente.

A ordem de importância reflete a proporção relativa em que cada unidade taxonômica ou classe de solos ocorre dentro da referida unidade de mapeamento. As unidades de mapeamento aparecem na ordem alfabética da legenda.

5.1.5.3 Descrição das unidades de mapeamento

5.1.5.3.1 Unidade PVa8

Desenvolvem-se de arenitos, siltitos e lamitos associados com a formação Rosário do Sul. Apresenta boas características físicas, tendo baixa fertilidade natural, sua principal limitação ao uso agrícola. Uma vez adotadas práticas de calagem e adubação, visando à melhoria das condições de fertilidade e ainda usando técnicas culturais adequadas, obtêm-se boas produções agrícolas. Além da baixa fertilidade natural, são suscetíveis à erosão pela presença de gradiente textural. Predomina a utilização com pastagens, sendo também expressivos os cultivos anuais e o reflorestamento principalmente com eucaliptos.

5.1.5.3.2 Unidade PVa9

As principais áreas de ocorrência localizam-se ao norte de Porto Alegre, onde são derivados de arenitos das formações Botucatu. São solos profundos, com horizonte A moderado bastante espesso, geralmente abruptos e com altos teores de alumínio trocável no horizonte B. Em geral predominam os solos de baixa fertilidade natural, tendo baixos valores da soma e saturação em bases. O alumínio trocável e a saturação com alumínio são altos, podendo caracterizar os solos álicos, porém mesmo nos solos distróficos os teores desse elemento são comumente elevados.

A adoção de técnicas conservacionistas adequadas, bem como a calagem e as adubações químicas e orgânicas constituem práticas fundamentais para o bom aproveitamento agrícola destes solos. Atualmente são utilizados com reflorestamento de acácia e eucalipto, sendo também os solos de maior uso com cultivo de *Citrus* no

estado do Rio Grande do Sul. Observam-se ainda culturas de milho, mandioca, abóbora e melancia.

5.1.5.3.3 Unidade Re24

São solos rasos, quase sempre apresentando textura cascalhenta. Apresentam fortes limitações ao uso, devido à presença de afloramentos de rocha e/ou pedregosidade e à sua localização em áreas de relevo muito dissecado. São quase que exclusivamente utilizados como pastagens naturais, ou não utilizados. Em pequena escala, são usados com cultivos anuais, principalmente nas áreas de pequenas propriedades rurais.

Sua ocorrência engloba porções de relevo desde ondulado até montanhoso, aparecendo usualmente associados com Cambissolos, Terra Roxa Estruturada e Brunizém Avermelhado.

Nessas áreas de vegetação originariamente florestal desenvolveu-se intensa colonização por pequenas propriedades rurais, sendo o manejo do solo feito de maneira bastante rudimentar devido à forte limitação do relevo, normalmente forte ondulado ou montanhoso, e à pedregosidade e/ou presença de afloramentos rochosos nas porções muito dissecadas.

Apesar desses fatores limitantes, são intensamente utilizados com culturas bastante diversificadas, como milho, feijão e frutíferas, entre outras culturas típicas da região colonial do Rio Grande do Sul. Esse fato decorre principalmente das boas propriedades químicas desses solos e da estrutura de posse efetiva da terra da região.

5.1.5.3.4 Unidade TBCHa3

Compreendem solos extremamente ácidos, com saturação de alumínio maior que 50% (állicos) no horizonte B, além da baixa reserva de nutrientes minerais essenciais para as plantas. Isso implica em uso de calagens maciças e adubação intensiva para aproveitamento agrícola racional.

Ocorrem em áreas de relevo suave ondulado até forte ondulado, com altitudes entre 500 m e 700 m, cobertos originalmente por vegetação do tipo floresta ombrófila mista.

Ressaltam-se como principais culturas a uva, milho, feijão, batatinha, batata-doce e o fumo. Algumas áreas são usadas com reflorestamento, principalmente com pinheiro e acácia.

5.1.5.3.5 Unidades TRe3 e TRe7

Os solos eutróficos desta classe dominam em maior extensão na unidade geomorfologicamente denominada patamares da Serra Geral, compreendendo a porção intermediária entre a borda dissecada do planalto das Araucárias e da depressão Central Gaúcha, destacando-se nos municípios de Estrela e Taquara, com

altitudes entre 100 m e 500 m e relevo variável entre o suave ondulado até o forte ondulado.

São solos que apresentam boas propriedades físicas, eutróficos ao longo do perfil, com elevados valores da soma de bases, o que determina grande potencialidade agrícola.

Entretanto, sua utilização pode achar-se limitada em algumas áreas de relevo mais movimentado, onde são exigidas práticas severas de controle da erosão e nos locais onde a fertilidade natural é baixa, necessitando calagem e adubação para um melhor aproveitamento agrícola.

Estas áreas encontram-se sob regime de pequenas propriedades, com produção agrícola bem diversificada, sendo comum o uso da tração animal no preparo da terra. O relevo, a pedregosidade e a pequena profundidade de alguns perfis são suas principais limitações ao uso agrícola.

São intensamente utilizados com cultivos anuais e perenes bem diversificados, dada a intensa colonização ali instalada. Apesar da ótima fertilidade natural, o emprego de tecnologia mais avançada nestes solos esbarra em fatores limitantes como o relevo e a pedregosidade, sendo necessárias práticas conservacionistas sofisticadas, estando sua melhor utilização relacionada ao reflorestamento ou fruticultura.

5.1.5.4 Descrição das unidades taxonômicas e correlação de legenda

Visando melhor compreensão da legenda publicada no mapa de solos da All, correlacionou-se as unidades taxonômicas que aparecem na referida legenda com a provável legenda atualizada, tendo como base a nova nomenclatura de solos.

Na Quadro 10 estão relacionadas a antiga e nova legenda de solos utilizada nos relatórios de levantamentos de solos executados no Brasil a partir da publicação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos em 1999.

Quadro 10 – Relação entre a classificação de solos atual e a anteriormente utilizada em levantamentos pedológicos no Brasil

| Legenda atual | Nomenclatura atual do solo | Legenda antiga | Nomenclatura antiga do solo |
|---------------|----------------------------|----------------|-----------------------------|
| PVA | Argissolo Vermelho-Amarelo | PV | Podzólico Vermelho-Amarelo |
| PV | Argissolo Vermelho | PE | Podzólico Vermelho-Escuro |
| NX | Nitossolo Háplico | TBCH | Terra Bruna Estruturada |
| NV | Nitossolo Vermelho | TR | Terra Roxa Estruturada |
| RL | Neossolo litólico | R | Solos Litólicos |

A legenda atual aparece descrita no segundo nível categórico (subordem) relacionada com a nomenclatura antiga das diversas classes de solos que compõem as unidades de mapeamento baseadas no sistema utilizado pelo mapeamento pedológico do projeto RADAMBRASIL (IBGE, 1982).

A seguir, descreve-se resumidamente, as principais características de cada unidade taxonômica do primeiro nível categórico (ordem de solo) que ocorrem nas diferentes unidades de mapeamento.

5.1.5.4.1 Argissolos

Anteriormente designados como classe dos Podzólicos, estes solos caracterizam-se por apresentarem horizonte subsuperficial do tipo B textural e argila de atividade baixa. Abrangem solos minerais, não hidromórficos, caracterizados pela presença de horizonte B textural, com considerável iluviação de argila evidenciada pela expressiva relação textural e/ou recobrimento por filmes de materiais coloidais nas superfícies de contato das unidades estruturais (agregados). São solos medianamente profundos ou profundos, com coloração variável entre os matizes 5YR a 10YR.

Apresentam sequência de horizontes do tipo A-E-Bt-C, podendo o horizonte E (horizonte de máxima eluviação) estar ausente. As transições entre os horizontes são abruptas ou claras, com acentuado gradiente textural B/A, o que destaca o horizonte B textural. O horizonte A pode ser classificado como moderado ou proeminente, e o horizonte B textural geralmente argiloso apresenta estrutura moderada ou fortemente desenvolvida em blocos subangulares, com as faces dos agregados quase sempre apresentando cerosidade. Podem ser álicos ou distróficos e, menos frequentemente, eutróficos. Além disso, podem apresentar caráter plântico ou húmico.

Apresentam perfis de solos bem ou medianamente drenados, argila de atividade baixa (na nova classificação é um dos requisitos para a ordem dos Argissolos) e valores de CTC entre baixos e médios. Ocorrem em áreas de relevo desde o suave ondulado até o forte ondulado e podem ser derivados de diferentes litologias.

Quando apresentam mudança textural B/A abrupta, estes solos apresentam uma drástica diminuição na taxa de infiltração da água, principalmente quando a frente de saturação atinge o topo do Bt, podendo acarretar a rápida saturação dos horizontes A e E, com conseqüente formação de enxurrada.

5.1.5.4.2 Neossolos

Compreendem solos constituídos por material mineral ou orgânico e perfil pouco espesso e/ou com pouca expressão dos processos pedogenéticos em consequência da baixa intensidade da atuação destes processos, que não conduziram, ainda, a modificações expressivas do material originário, devido a características do próprio material, à sua resistência ao intemperismo ou composição química, e ao relevo, que podem impedir ou limitar a evolução destes solos.

Possuem sequência de horizontes A-R, A-C-R, A-Cr-R, A-Cr, A-C, O-R ou H-C sem atender aos requisitos para serem enquadrados nas classes dos Chernossolos, Vertissolos, Plintossolos, Organossolos ou Gleissolos. Esta classe admite diversos tipos de horizontes superficiais, incluindo o horizonte O ou H hístico, com menos de 30

cm de espessura quando sobrejacente à rocha ou a material mineral. Alguns perfis destes solos têm horizonte B com fraca expressão dos atributos (cor, textura ou acumulação de minerais secundários e/ou colóides), não se enquadrando em qualquer tipo de horizonte diagnóstico.

Nesta classe estão incluídos os solos que foram reconhecidos pela Embrapa Solos na classificação anterior como Solos Litólicos, Regossolos, Solos Aluviais e Areias Quartzosas (distróficas, marinhas e hidromórficas).

5.1.5.4.3 Nitossolos

Esta ordem, pela definição do sistema, apresenta perfis de solos constituídos por material mineral que apresentam horizonte B nítico com argila de atividade baixa, imediatamente abaixo do horizonte A ou dentro dos primeiros 50 cm do horizonte B.

Compreendem solos constituídos por material mineral, com horizonte B nítico (reluzente) de argila de atividade baixa, textura argilosa ou muito argilosa, estrutura em blocos subangulares, angulares ou prismática moderada ou forte, com superfície dos agregados reluzente, relacionada à cerosidade e/ou superfícies de compressão. Estes solos apresentam horizonte B bem expresso em termos de desenvolvimento de estrutura e cerosidade, mas com inexpressivo gradiente textural.

Esta classe não engloba solos com o incremento no teor de argila requerido para horizonte B textural, com transição do A para o B clara e gradual e entre os subhorizontes do B difusa. São profundos e bem drenados, de coloração variando de vermelho a brunada.

São, em geral, moderadamente ácidos a ácidos, com saturação por bases baixa a alta, às vezes álicos, com composição caulínico-oxídica e por conseguinte com argila de atividade baixa. Podem apresentar horizonte A de qualquer tipo, inclusive a húmico, não admitindo, entretanto, horizonte H hístico.

Enquadram-se nesta ordem solos que foram classificados anteriormente como Terra Roxa Estruturada, Terra Roxa Estruturada Similar, Terra Bruna Estruturada, Terra Bruna Estruturada Similar e alguns perfis de Podzólicos Vermelho-Escuros e Podzólicos Vermelho-Amarelos.

5.1.5.5 **Caracterização dos solos da AID**

5.1.5.5.1 Classificação Pedológica

A partir das sondagens executadas no trecho foram identificadas e descritas classes de solos pertencentes às seguintes ordens: Argissolos (unidades PVa8 e PVa9) e Nitossolos (unidade TRe3) (Mapa 12 – Pedologia da Área de Influência Direta – Apêndice I).

5.1.5.5.1.1 Nitossolo – Unidade TRe3

A unidade de mapeamento TRe (Figura 49 e Figura 50) apresenta como composição taxonômica principal as classes Terra Roxa Estruturada Eutrófica (TRe), Brunizem Avermelhado (BV) e Solo Litólico eutrófico (Re). Tais unidades taxonômicas apresentam como características comuns perfis de solos bem drenados, avermelhados, com elevada capacidade de troca de cátions e soma de bases (eutróficos), estando associadas aos derrames de rochas efusivas básicas da Formação Serra Geral.

A diferenciação taxonômica está definida pela variação na profundidade do perfil do solo, o qual determina o grau de desenvolvimento pedogenético dos mesmos. Como a evolução da pedogenese encontra-se intimamente relacionada com a topografia, as relações solo-paisagem desta unidade de mapeamento podem ser definidas da seguinte maneira: TR – ocorrem predominantemente em relevo suave-ondulado a ondulado, BV – ocorrem em relevo ondulado a forte-ondulado, R – predominam em relevo forte-ondulado a montanhoso.

Via de regra são solos com boas propriedades químicas e físicas (boa fertilidade natural) e baixa erodibilidade em função da predominância de óxidos de ferro como material ligante (hematita), tendo seu uso agrícola limitado em locais onde o relevo movimentado exige práticas severas de controle da erosão ou a pedregosidade e/ou o relevo acidentado provoque impedimento à mecanização.



Figura 49 – TRe – Nitossolo Vermelho derivados de rochas ígneas básicas



Figura 50 – TRe – Paisagem de ocorrência da unidade de mapeamento TRe

5.1.5.5.1.2 Argissolo – Unidade PVA9

A unidade de mapeamento PVA9 apresenta as classes Podzólico Vermelho Amarelo (PV) e Podzólico Vermelho Escuro (PE) álicos associados a rochas sedimentares com conteúdo médio de ferro. Compreendem solos com gradiente textural médio, geralmente apresentando textura média/argilosa, bem drenados, com baixa fertilidade natural, necessitando de calagem e adubação visando sua produção agrícola com culturas anuais.

Apresentam problemas moderados de erosão devido à presença de gradiente textural (Figura 51 e Figura 52).



Figura 51 – Argissolo Vermelho-Amarelo derivado de rochas sedimentares (teor de argila intermediário)



Figura 52 – PVA9 – Paisagem de ocorrência do Argissolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho.

5.1.5.5.1.3 Argissolo – Unidade PVA8

Compreendem solos com gradiente textural abrupto, excessivamente drenados, com baixa fertilidade natural, necessitando de calagem e adubação médias a altas para utilização agrícola (Figura 53 e Figura 54).

Apresentam problemas de risco de erosão devido ao caráter arenoso do horizonte superficial associado com o gradiente textural abrupto, estando correlacionada com a antiga unidade Bom Retiro, ocorrendo nos municípios de Tabaí e Montenegro.



Figura 53 – Argissolo Vermelho-Amarelo derivado de rochas sedimentares (mais arenoso)



Figura 54 – PVA8 – Paisagem de ocorrência do Argissolo Vermelho-Amarelo da unidade PVA8

5.1.5.6 Conclusões

Os dados coletados em campo em conjunto com os dados oriundos dos levantamentos de solos pré-existent permitiram avaliar alguns aspectos dos solos e de sua distribuição geográfica nas áreas de influência do empreendimento.

A pedogênese encontra-se relacionada com a posição dos solos na paisagem, verificando-se a presença de três unidades.

Os principais impactos causados aos solos quando da implantação de rodovias podem ser resumidos na retirada da vegetação original com exposição da superfície do solo aos agentes erosivos (chuva e vento), na compactação do solo pelo tráfego de máquinas e equipamentos com consequente diminuição da porosidade e da permeabilidade e aumento do escoamento superficial, além da erosão hídrica e/ou eólica dos solos e respectivo assoreamento das drenagens.

5.1.6 RECURSOS HÍDRICOS

O diagnóstico do meio físico foi desenvolvido levando-se em consideração a delimitação das Áreas Diretamente Afetadas, de Influência Direta e Indireta.

A Área de Influência Direta (AID) para o meio físico foi definida como sendo uma faixa marginal de 1.000 metros a partir do eixo principal da rodovia. Como os principais processos hidrológicos ocorrem em nível de bacias hidrográficas, a análise principal do diagnóstico dos recursos hídricos foi correlacionada com a AII (Mapa 13 – Sistema Hidrográfico com Detalhamento da Área de Influência Direta – Apêndice I).

A Área de Influência Indireta (AII) definida para a análise dos impactos ambientais relacionados com os processos hidrológicos foi definida como sendo o território composto pelas três sub-bacias hidrográficas dos arroios Estrela, Concórdia e Santa

Cruz, determinadas pela interseção desses mananciais com o eixo do empreendimento.

5.1.6.1 Hidrologia e Hidrogeologia

5.1.6.1.1 Sistema hidrográfico

O empreendimento está localizado na bacia hidrográfica do sistema Taquari-Antas. Esta bacia situa-se na porção nordeste do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 28°10' e 29°57' de latitude sul e 49°56' e 52°38' de longitude oeste, fazendo parte da região hidrográfica do Guaíba (DRH/SEMA, 2007).

A bacia hidrográfica Taquari-Antas possui uma área de drenagem total de 26.500 km², equivalente à aproximadamente 9% da área do estado, com uma população de aproximadamente 1.250.000 habitantes em uma área que corresponde ao território de 119 municípios, os quais estão incluídos total ou parcialmente na bacia (DRH/SEMA, 2007).

Os principais cursos de água são o Rio das Antas, Rio Tainhas, Rio Lajeado Grande, Rio Humatã, Rio Carreiro, Rio Guaporé, Rio Forqueta, Rio Forquetinha e o Rio Taquari. O rio Taquari-Antas tem suas nascentes em São José dos Ausentes e desembocadura no Rio Jacuí. A vazão média é de 606,059 m³/s e a precipitação média anual é de 1.715 mm. A captação de água na bacia destina-se a irrigação, o abastecimento público, a agroindústria e a dessedentação de animais. A Bacia do Taquari-Antas abrange parte dos campos de cima da serra e região do Vale do Taquari, com predomínio de agropecuária, e a região colonial da Serra Gaúcha, caracterizada por intensa atividade industrial (SEMA, 2008).

Segundo TUCCI *et al.* (2003), a bacia hidrográfica do Taquari-Antas apresenta vazão média de longo período de 633 m³/s, correspondendo a 744 mm/ano, com descarga específica de 23 l/s.km² e vazão específica média de 20 l/s.km².

A Área de Influência Indireta do empreendimento engloba três sub-bacias, as dos arroios Estrela, Concórdia e Santa Cruz. As áreas das bacias estão apresentadas na Tabela 23.

Tabela 23 – Áreas das sub-bacias da AI

| Bacia | Área (m ²) |
|-------------------|------------------------|
| Arroio Estrela | 235,48 |
| Arroio Concórdia | 152,21 |
| Arroio Santa Cruz | 206,97 |

5.1.6.1.2 Regime hidrológico

Para a caracterização do regime hidrológico da Área de Influência Indireta foi realizado um levantamento dos dados secundários existentes para a bacia hidrográfica Taquari-Antas, a qual engloba os arroios Estrela, Concórdia e Santa Cruz.

Hidrologicamente pode ser caracterizada por regimes torrenciais, de escoamentos superficiais rápidos e bruscas variações de descargas, por apresentar declividade média elevada, rede de drenagem densa com tendência radial, pouca cobertura vegetal, pouca profundidade e baixa permeabilidade dos solos.

A vazão média do rio Taquari, medida em Muçum, durante o período de 1940 a 1982, foi de 321 m³/s. As descargas máximas observadas atingiram valores na ordem de 10.300 m³/s, enquanto as mínimas estiveram entre 10 e 20 m³/s. As grandes flutuações de vazão são subsequentes à ocorrência de chuvas contínuas, distribuídas em áreas extensas da bacia, concentrando rapidamente grandes volumes de água, que se propagam com velocidade rio abaixo. Durante as cheias de setembro de 1967, por exemplo, os picos de enchentes em dois postos distantes 380 km um do outro, ocorreram com intervalo inferior a 24 horas.

O efeito de remanso provocado pela elevação do nível do rio Jacuí a partir do delta para montante agrava os problemas de cheias nas áreas de baixa declividade, ocasionando prejuízos consideráveis à agricultura e ao sistema viário. A zona urbana dos municípios do baixo Taquari, especialmente Lajeado e Estrela, foi inundada em cinco ocasiões nos últimos dez anos, acarretando enormes prejuízos à economia e à infraestrutura urbana dessas cidades (FEPAM/RS, 2008).

Na Tabela 24 apresentam-se os principais parâmetros que descrevem o regime hidrológico dessa bacia hidrográfica, segundo o Relatório Anual sobre a situação dos Recursos Hídricos no Estado do Rio Grande do Sul – Ano de Referência 2006. Na

Tabela 25 são exibidas as demandas hídricas globais e setoriais anuais médias, também segundo este Relatório.

Tabela 24 – Parâmetros hidrológicos da Bacia hidrográfica Taquari-Antas

| Vazão média anual (m ³ /s) | Vazão média específica (QLP) (m ³ /s) | Vazão mínima anual (Q _{95%}) (m ³ /s) | Vazão mínima específica (m ³ /s) | Vazão média de verão (jan) (m ³ /s) | Vazão mínima de verão (jan) (m ³ /s) |
|---------------------------------------|--|--|---|--|---|
| 606,06 | 23,02 | 43,41 | 1,65 | 345,49 | 19,79 |

Fonte: DRH/SEMA, 2007

Tabela 25 – Demandas Hídricas Globais e Setoriais Anuais (Médias) para a Bacia Hidrográfica Taquari-Antas

| Humano ⁽¹⁾ (m ³ /s) | Irrigação ⁽²⁾ (m ³ /s) | Animal ⁽³⁾ (m ³ /s) | Industrial ⁽⁴⁾ (m ³ /s) | Total (m ³ /s) | Total específica (m ³ /s/km ²) |
|---|--|---|---|---------------------------|---|
| 2,67 | 3,47 | 2,42 | 2,11 | 10,66 | 0,405 |

Fonte: DRH/SEMA, 2007

[1] Demanda hídrica para abastecimento humano: considerou (i) as populações urbanas e rurais residentes nas bacias, tendo como fonte de dados as estimativas municipais do IBGE para o ano de 2006, e (ii) as demandas hídricas *per capita* (variando entre 180 e 250 L/hab/dia, conforme o porte populacional urbano – no caso de abastecimento urbano, e 125 L/hab/dia no caso do abastecimento rural).

[2] Demanda hídrica para irrigação de arroz: considerou (i) as áreas cultivadas referentes à safra 2004/2005 nas bacias, segundo levantamento municipal do IRGA, e (ii) demanda hídrica por unidade de área irrigada de 12.600 m³/ha/safra. Para outras culturas irrigadas foram utilizadas as demandas hídricas informadas nos respectivos processos de outorga emitidos pelo DRH/SEMA (2007).

[3] Demanda hídrica para criação animal: considerou (i) o efetivo dos principais rebanhos (bovino, suíno, equino, ovino e aves) obtido através da Pesquisa Pecuária Municipal de 2004 e (ii) as demandas unitárias por tipo de rebanho, conforme diferentes fontes bibliográficas (45 L/cab/dia para bovinos de corte, 62

L/cab/dia para bovinos de leite, 100 L/cab/dia para suínos, 40 L/cab/dia para equinos, 6,0 L/cab/dia para ovinos, 0,6 L/cab/dia para galinhas e 0,25 L/cab/dia para galos e frangos).

[4] Demanda hídrica para uso industrial: considerou (i) o número de indústrias por município (FEPAM, 2003) e (ii) demanda hídrica unitária de 3,0 L/s (média das demandas das indústrias de baixo e médio consumo, conforme o cadastro de outorgas do DRH/SEMA, 2007); complementarmente, foram consideradas ainda as demandas hídricas de indústrias de grande consumo identificadas no referido cadastro de outorgas.

5.1.6.1.3 Assoreamentos e processos erosivos na Área de Influência

Os arroios Estrela, Concórdia e Santa Cruz apresentam suas margens com trechos de intensa vegetação ciliar, impossibilitando, por vezes, o acesso à suas margens.

No levantamento de campo foi possível identificar a ocorrência de processos erosivos no arroio Estrela.

O assoreamento destes arroios não foi visualizado devido ao elevado nível da água, em função das chuvas intensas que ocorreram no mês de outubro. Porém, segundo relatos de moradores próximos aos arroios Estrela e Concórdia, existem vários assoreamentos ao longo destes arroios.

O arroio Estrela atravessa os solos argilosos e possui suas margens mais elevadas que o nível de base da água. Ele apresenta em suas margens evidências de processos erosivos identificados à jusante da rodovia, conforme observado da Figura 55 à Figura 58.



Figura 55 – Margem do arroio Estrela próxima à cidade, com evidências de desmoronamento de sua margem esquerda



Figura 56 – Desmoronamento da margem esquerda do arroio Estrela



Figura 57 – Erosão da margem esquerda do arroio Estrela



Figura 58 – Detalhe da erosão e desmoronamento da margem do arroio Estrela

O arroio Concórdia atravessa os solos mais arenosos, onde as margens são mais baixas, próximas ao nível da água. Não foram identificados processos erosivos no ponto de acesso ao arroio Concórdia, como mostrado na Figura 59 e na Figura 60.

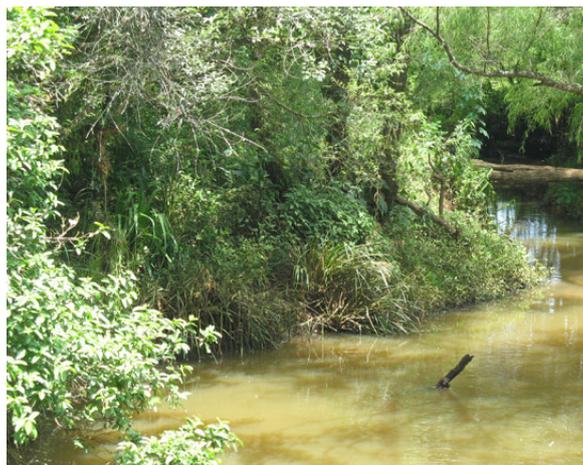


Figura 59 – Margem esquerda do arroio Concórdia sem evidências de erosão



Figura 60 – Margem direita do arroio Concórdia – estável e sem desmoronamento

5.1.6.2 Avaliação da interferência da rodovia existente

O trecho da BR-386 a ser duplicado cruza os arroios Estrela e Concórdia por meio de pontes já existentes, e parte da drenagem do arroio Santa Cruz.

Além de interferir nestes arroios, a rodovia interfere diretamente, em aproximadamente, sete locais com açudes de pequeno porte e áreas de baixada alagadas devido ao seu sistema de drenagem, composta por bueiros e dutos que conduzem as águas pluviais do pavimento (Figura 61 à Figura 70).

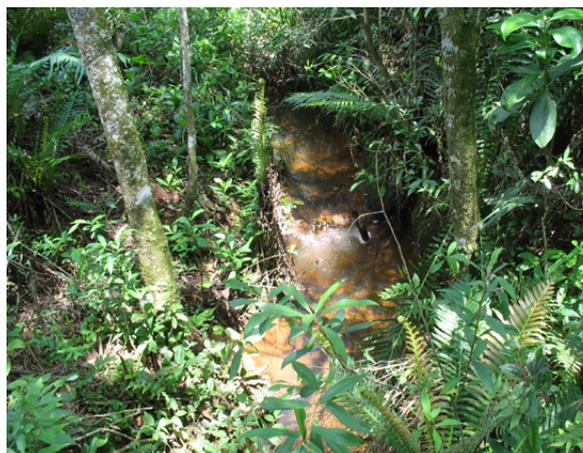


Figura 61 – Drenagem existente no km 359



Figura 62 – Duto da drenagem do km 359



Figura 63 – Bueiro existente no km 361+820



**Figura 64 – Açude existente na ADA, km
365+600**



**Figura 65 – Açude existente na ADA, km
365+900**



**Figura 66 – Açude existente na ADA, km
367+720**



Figura 67 – Açude existente na ADA, km
374+100



Figura 68 – Área de baixada e alagada existente
na ADA, km 376+700



Figura 69 – Açudes existentes na ADA, km
381+600



Figura 70 – Área de baixada e alagada existente
na ADA, km 381+500

5.1.6.3 Intervenções previstas

Com a duplicação, serão construídas duas pontes, uma sobre cada arroio atravessado.

O arroio Estrela sofre uma inflexão após ser transposto pela ponte existente, de modo que a esconsidade entre a nova ponte e o arroio será maior (Figura 71). Com isso, o vão central da nova ponte deverá ser maior, com pilares fora do leito do arroio.



Figura 71 – Inflexão do arroio Estrela (em azul) no local onde será inserida a ponte (em vermelho)
Fonte: Google Earth.

A transposição do arroio Concórdia também apresenta uma situação semelhante, conforme apresentado na Figura 72.



Figura 72 – Inflexão do arroio Concórdia (em azul) no local onde será inserida a ponte (em vermelho)
Fonte: Google Earth.

O arroio Estrela é transposto pela rodovia no seu curso inferior, próximo à foz com o rio Taquari, apresentando vazões maiores que o arroio Concórdia, que é transposto no seu curso superior, apresentando maior encaixamento e velocidade de fluxo.

Considerando-se o fluxo das drenagens, haverá locais em que a duplicação será inserida tanto a jusante quanto a montante da pista existente. Do km 351,5 ao km 355,5, na bacia do arroio Estrela, a nova pista estará a jusante da existente, o que levará à implantação de aterros maiores. Do km 355,5 ao km 363,5, ocorre uma inversão, e os novos aterros para implantação de obras de arte correntes serão iguais ou menores aos existentes.

Já na bacia do arroio Concórdia (km 363,5 ao km 374,5), a duplicação será inserida a jusante, como no trecho inicial sobre a bacia do arroio Estrela, com fluxos de drenagem de leste para oeste. Exceção ocorrerá para um ou dois bueiros, que apresentarão sentido inverso de fluxo.

5.1.6.4 Caracterização Hidrogeológica

5.1.6.4.1 Sistema Aquífero Guarani

Segundo o Mapa Hidrogeológico do Estado do Rio Grande do Sul, a área em estudo encontra-se na zona de abrangência do Sistema Aquífero Guarani (SAG).

No estado, o SAG está dividido em quatro compartimentos (Machado, 2005), sendo eles:

- Compartimento Leste;
- Compartimento Oeste;
- Compartimento Norte – Alto Uruguai;
- Compartimento Central – Missões.

A área está situada no Compartimento Central – Missões e é constituída por dois Sistemas Aquíferos distintos: Sistema Aquífero Serra Geral II e Sistema Aquífero Botucatu-Pirambóia.

Segundo Machado (2005) o Compartimento Central – Missões está delimitado pelo sistemas de falhas Jaguari-Mata e Dorsal de Canguçu. A região abrangida pelas Missões apresenta uma estrutura dômica para o topo do SAG a partir do limite do Sistema de Falhas Jaguari-Mata, com sentidos de mergulho para norte, noroeste e nordeste, estando o topo do aquífero quase aflorante nas proximidades do Rio Uruguai e em cotas negativas nas imediações do rio Ijuí. A região Central caracteriza-se por um intenso fraturamento, com as mudanças de sentido das falhas nordeste e noroeste a partir das regiões próximas ao município de Santa Maria. Mais para leste, nas proximidades do limite com o Compartimento Leste, as estruturas tectônicas promovem o aparecimento de cotas negativas para o topo do SAG, já nas proximidades das áreas de afloramento. Em toda a região Central o mergulho das camadas do SAG é exclusivamente para norte e, com exceção de áreas próximas à Nova Palma e ao rio Taquari, em Estrela, o topo do SAG apresenta-se alçado na topografia, em cotas superiores a 200 m.

5.1.6.4.2 Sistema Aquífero Serra Geral II

O sistema aquífero Serra Geral II ocupa a parte oeste do estado, os limites das rochas vulcânicas com o rio Uruguai e as litologias gonduânicas, além da extensa área nordeste do planalto associada com os derrames da Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral.

Suas litologias são predominantemente riolitos, rioclitos e em menor proporção, basaltos fraturados. A capacidade específica é inferior a 0,5 m³/h/m, entretanto, excepcionalmente em áreas mais fraturadas ou com arenitos na base do sistema, podem ser encontrados valores superiores a 2 m³/h/m. As salinidades apresentam

valores baixos, geralmente inferiores a 250 mg/l. Valores maiores de pH, salinidade e teores de sódio podem ser encontrados nas áreas influenciadas por descargas ascendentes do Sistema Aquífero Guarani.

5.1.6.4.2.1 Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral

Esta unidade hidroestratigráfica corresponde ao teto do conjunto litológico intergranular que compõe o SAG, possuindo enorme importância pelo seu caráter confinante de todos os aquíferos de origem sedimentar do SAG. A Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral constitui-se de rochas vulcânicas correspondentes às Eruptivas Serra Geral (White, 1908) e representa uma das maiores manifestações vulcânicas encontradas no registro geológico da história da Terra, resultantes da separação dos continentes da América do Sul e África.

A característica principal dessa unidade quando confrontada com as demais unidades hidroestratigráficas que compõem o SAG é que, sendo constituída por uma sequência de derrames básicos e ácidos, com litologias basálticas toleíticas, andessitos, riolitos e dacitos (IBGE, 1986, Roisemberg, 1990) apresenta uma porosidade exclusiva por fraturas.

No estado do Rio Grande do Sul ela ocupa aproximadamente 50% da área (Hausmann, 1995) correspondendo a 137.000 km². Sua espessura apresenta grande variação e é principalmente controlada pelos eventos tectônicos que determinam a área de ocorrência do SAG, tendo sido posteriormente esculpida pela erosão diferencial que agiu principalmente nas áreas enfraquecidas pelas movimentações tectônicas.

No estudo de escala regional de Rebouças (1988) são apresentados alguns dados hidrogeológicos gerais sobre a Unidade Hidrogeológica Serra Geral:

- capacidade específica = $3,5 \times 10^{-3}$ a $37,7 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$;
- profundidade dos poços = 31 a 190 m;
- permeabilidade = $10^{-3} - 10^{-7} \text{ m/s}$;
- totais de sais dissolvidos (TDS) < 300 mg/L.

Segundo Reginato (2003), o sistema aquífero fraturado caracteriza-se pela descontinuidade, heterogeneidade e anisotropia. Em sua área de estudo, parte da bacia hidrográfica do rio Taquari – Antas, o autor observou que este sistema caracteriza-se pelas vazões variáveis, em que 72% dos poços tubulares têm produção abaixo de 10 m³/h, com transmissividades e capacidades específicas baixas.

De acordo com Magna (1997), 227 poços tubulares perfurados na Unidade Hidroestratigráfica Serra Geral apresentam as seguintes características:

- a capacidade específica de 88% dos poços varia entre 0,016 e 2,556 m³/h/m;
- a vazão de exploração de 44% dos poços varia entre 1,2 e 9,97 m³/h;

- a vazão de exploração de 20% dos poços varia entre 9,97 e 18,74 m³/h;
- a vazão de exploração de 16% dos poços situou-se entre 18,74 e 27,51 m³/h.

5.1.6.4.3 Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia

O sistema aquífero Botucatu/Pirambóia é constituído pelas Unidades Hidroestratigráficas Botucatu e Pirambóia.

Este sistema circunda a região alta das rochas do embasamento cristalino, desde Candiota até Santo Antônio da Patrulha, passando ainda pelos municípios de Dom Pedrito, São Gabriel, Minas do Leão e Cachoeirinha.

Suas litologias são representadas por arenitos finos a médios, cinza a esbranquiçados, intercalados com camadas de siltitos argilosos, carbonosos de cor cinza-escuro. As capacidades específicas são em média inferiores a 0,5 m³/h/m. As salinidades variam entre 800 e 1500 mg/l. Em grandes profundidades as águas são salinas com sólidos totais dissolvidos superiores a 10000 mg/l.

5.1.6.4.3.1 Unidade Hidroestratigráfica Botucatu

Esta unidade hidroestratigráfica englobada, a qual Hausmann (1995) denomina de sub-Província Botucatu, compreende todos os afloramentos contínuos de Arenito Botucatu ao longo do contato com o Grupo Rosário do Sul, estendendo-se abaixo dos derrames da Formação Serra Geral. É constituída basicamente por arenitos finos a médios, quartzosos e localmente feldspáticos, bem selecionados com cores em tons avermelhados, subordinadamente amarelados.

As estruturas primárias mais representativas são a laminação plano-paralela e as estratificações cruzadas do tipo tabular e acanaladas, de pequeno a muito grande porte. No interior das lâminas podem ocorrer fluxos de areia e ondulações cavalgantes transladantes. No topo, os arenitos intercalam-se concordantemente com as rochas vulcânicas da Formação Serra Geral, sendo comuns as ocorrências recorrentes da sedimentação eólica, formando os arenitos “*intertrapps*”, com espessura e distribuição muito irregular.

A ocorrência da Unidade Hidroestratigráfica Botucatu no estado está longe de ser homogênea quanto à litologia e dimensões, pois desde a região da fronteira oeste até o litoral, ela por vezes mantém espessuras que variam entre 50 e 100 m, que logo chegam à completa ausência como na região entre Venâncio Aires e Estrela.

A transmissividade (T), representando a capacidade do aquífero em transmitir água, mostra valores médios altos que oscilam entre 169 m²/dia e 567 m²/dia, nos poços profundos utilizados na irrigação. A condutividade hidráulica (K) varia entre 2,25 m/dia e 10,3 m/dia. Os valores de coeficiente de armazenamento (S) variam, segundo Grehs *et al.* (1973), de 1,0 x 10⁻³ a 3,2 x 10⁻⁶ para poços-teste perfurados na porção confinada do aquífero no município de Alegrete.

No vale do rio Taquari, entre os municípios de Estrela, Encantado e Teutônia, as produções oscilam entre 20 m³/h a 70 m³/h, dependendo da espessura, confinamento e penetração no aquífero. As capacidades específicas estão próximas de 2 m³/h/m, indicando as boas condições de permeabilidade do aquífero.

Com relação ao rendimento dos poços, não restam dúvidas de que a Unidade Hidroestratigráfica Botucatu é uma das maiores produtoras de água do estado. Mesmo com todas as variações litológicas, de cimentação, fraturamento e confinamento, ele está entre os que apresentam maior potencialidade para a captação de água.

5.1.6.4.3.2 Unidade Hidroestratigráfica Pirambóia

A Unidade Hidroestratigráfica Pirambóia possui uma ampla distribuição nas áreas onde o SAG aflora e ocupa as regiões abrangidas pelas sub-Províncias Botucatu, Botucatu Leste, Rosário, Planalto e Borda do Planalto de Hausmann (1995).

Para o oeste do município de Mata, após o Sistema de Falhas Jaguari-Mata, essa unidade apresenta maiores espessuras, que localmente superam os 300 m. Nota-se em afloramentos que essa unidade apresenta estruturas geralmente com predominância de estratificações cruzadas de grande porte, típicas de sedimentos de origem eólica. Em subsuperfície, a perfilagem gama e elétrica indicam uma sucessão de porções mais ou menos argilosas. Essas porções mais argilosas geralmente contêm um cimento carbonático e são associadas à *wadis* ou sedimentos de interdunas.

No Compartimento Central-Missões essa unidade apresenta escassas possibilidades aquíferas, devido, em parte, às pequenas espessuras que possui. Os poços que a captam são perfurados entre 60 e 200 metros, dependendo de estarem em áreas próximas a seus afloramentos ou então, confinadas por espessas camadas da Unidade Hidroestratigráfica Sanga do Cabral. Suas vazões oscilam entre 2 e 7 m³/h, com predomínio dos menores valores e as capacidades específicas variam de 0,03 a 0,25 m³/h/m.

Com relação à qualidade química, a Unidade Hidroestratigráfica Pirambóia, em geral apresenta valores inferiores a 400 mg/L de sais dissolvidos. Valores superiores são encontrados no Compartimento Central-Missões, principalmente nas imediações da cidade de Santa Maria, quando os valores podem alcançar a 3000 mg/L. O tipo geoquímico predominante para as águas de baixa salinidade é o bicarbonatado cálcico ou misto. Para aquelas mais salinas predominam os tipos sulfatados ou cloretados sódicos. As águas bicarbonatadas geralmente não possuem problemas de potabilidade, podendo ser empregadas também na indústria e na irrigação.

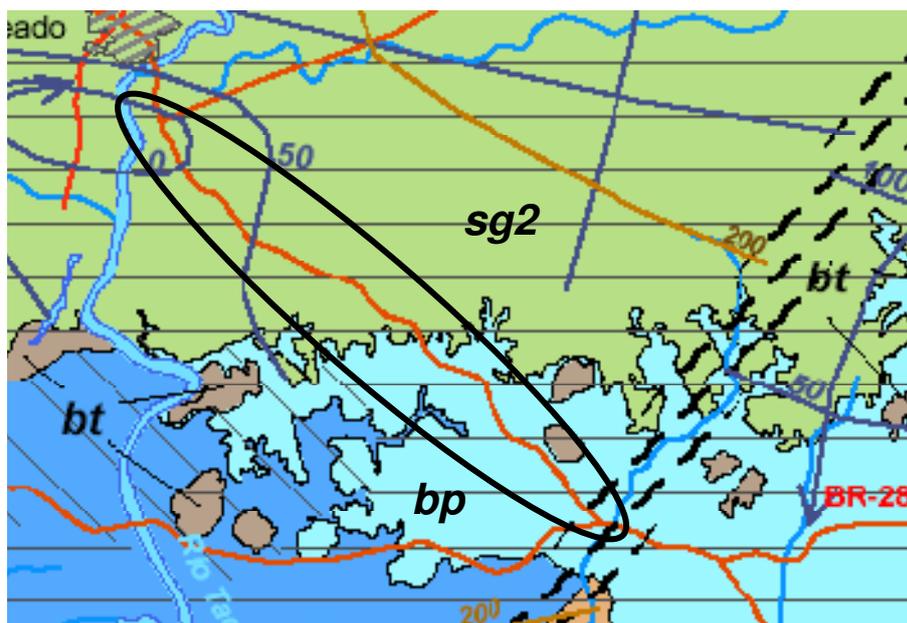


Figura 73 – Sistemas aquíferos existentes na área (segmento a ser duplicado marcado pela elipse)

5.1.6.4.4 Aquíferos Freáticos

Os aquíferos livres ou freáticos (lençol freático) estão em equilíbrio com a pressão atmosférica e são relacionados diretamente com a taxa de infiltração do solo. A taxa de infiltração depende da porosidade do solo, da variação de declividade do relevo, da cobertura vegetal e da intensidade das chuvas.

Na área de ocorrência da Formação Serra Geral, entre os quilômetros 350 e 370, onde os solos são mais argilosos e com baixa permeabilidade, a existência de aquíferos freáticos nas áreas de topo e de encostas é mais restrita, enquanto nos vales e planícies podem ocorrer a profundidades rasas, entre 1 m e 3 m.

Já nos solos arenosos oriundos das rochas das Formações Botucatu e Pirambóia, onde a taxa de infiltração é maior, os aquíferos freáticos ocorrem com mais frequência e intensidade e sua profundidade pode variar de acordo com a espessura do solo, entre 0,5 até mais de 10 m de profundidade

Áreas alagadas são comumente associadas aos dois tipos de solos. Nos solos mais argilosos é devido à baixa taxa de permeabilidade que impede a infiltração gerando áreas alagadas em topos e baixadas. Já nos solos arenosos as ocorrências de áreas alagadas estão geralmente relacionadas a áreas de relevo mais baixo onde o aquífero freático aflora em superfície.

Nas Figura 74 e na Figura 75 pode-se observar o solo argiloso sem água vertendo e com alagamento devido à baixa taxa de infiltração e um corte de estrada com solo arenoso e vertente de água no nível inferior do mesmo.



Figura 74 – Corte de barranco de solo argiloso com área alagada devido à baixa taxa de infiltração após período de chuva



Figura 75 – Afloramento de arenito em corte de estrada onde se observa água vertendo após período de chuva

Na ADA foram determinadas as profundidades dos aquíferos freáticos com a finalização a partir dos dados de sondagens realizadas no trecho a ser duplicado.

5.1.6.5 Qualidade da Água

Com a finalidade de analisar a qualidade da água dos principais afluentes das três bacias hidrográficas, definidas como sendo a All do empreendimento, foram coletadas amostras de água de cada bacia, com objetivo de serem correlacionadas com a norma de qualidade das águas em vigor, Resolução CONAMA 357/2005.

5.1.6.5.1 Metodologia

Considerando que as obras de duplicação da rodovia BR-386/RS foram elaboradas para não interferirem nos corpos d'água e considerando ainda a ampla rede de monitoramento que os órgãos competentes do estado do Rio Grande do Sul mantêm, optou-se aqui por fazer uma síntese dos dados mais significativos das bacias hidrográficas da área de influência, caracterizando-as quanto à qualidade de suas águas.

Como critério adotado para definir a qualidade dos corpos d'água cortados pelo traçado da BR 386 a ser duplicada, o presente estudo valeu-se dos parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005.

5.1.6.5.1.1 Resolução CONAMA 357/2005

A Resolução CONAMA nº 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos de água no território nacional, definindo diretrizes ambientais para o seu enquadramento, além disso, estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.

A referida resolução classificou as águas do território brasileiro em águas doces (salinidade < 0,5‰), salobras (salinidade entre 0,5 e 30‰) e salinas (salinidade > 30‰).

De acordo com os usos previstos, foram criadas treze classes de qualidade. As águas salobras e salinas estão subdivididas em quatro classes (especial, classe 1, classe 2 e classe 3) e as doces em cinco classes (especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4).

Na Quadro 11 apresenta-se de forma resumida os usos preponderantes para as águas doces, onde a classe especial pressupõe os usos mais nobres (por exemplo, o abastecimento doméstico) e a classe 4, os menos nobres (navegação).

Quadro 11 – Classificação das águas doces em função do uso conforme Resolução CONAMA 357/2005

| Usos das Águas Doces | Classes de Águas Doces | | | | |
|---|------------------------|--------------------------------|------|------|---|
| | Especial | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | Águas Destinadas | Águas que podem ser destinadas | | | |
| Abastecimento doméstico | X(a) | X(b) | X(c) | X(d) | |
| Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas | X | | | | |
| Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral | X | | | | |
| Proteção das comunidades aquáticas | | X e X(h) | X | | |
| Recreação de contato primário | | X | X | | |
| Recreação de contato secundário | | | | X | |
| Irrigação agrícola | | X(e) | X(f) | X(g) | |
| Aquicultura e atividade de pesca | | | X | | |
| Pesca amadora | | | | X | |
| Dessedentação de animais | | | | X | |
| Navegação | | | | | X |
| Harmonia paisagística | | | | | X |

Fonte: CONAMA 357/2005

Obs.: (a) com processo de desinfecção (b) após tratamento simplificado; (c) após tratamento convencional; (d) após tratamento convencional ou avançado, (e) hortaliças frutas próximas ao solo e que sejam ingeridas cruas; (f) hortaliças, plantas frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer; (g) culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; (h) em terras indígenas.

O uso e a ocupação do solo influenciam, diretamente, na escolha dos parâmetros a serem investigados em estudos de qualidade da água. Geralmente, os parâmetros avaliados são a cor, a turbidez, o odor, a temperatura, o pH, a alcalinidade, a acidez, os cloretos, o nitrogênio, os coliformes, as algas e os micropoluentes orgânicos e inorgânicos.

A fim de caracterizar a qualidade da água dos arroios Estrela, Concórdia e Santa Cruz foram analisados os seguintes parâmetros:

- características estéticas: cor, turbidez, e sólidos (totais dissolvidos e suspensos);
- conteúdo orgânico: OD, DBO e óleos e graxas;
- conteúdo biológico: clorofila a;
- estado trófico: nitrogênio total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal e fósforo total;
- agressividade natural: alcalinidade, dureza e pH;
- conteúdo iônico: condutividade, sulfato e cloretos;
- conteúdo metálico: boro, cálcio, ferro, magnésio, manganês, potássio e sódio;
- conteúdo bacteriano: coliforme total e microorganismos termotolerantes.

A definição dos pontos de amostragem está relacionada com o objetivo de avaliar o estado da qualidade das águas antes da implantação do empreendimento, sendo selecionados três pontos da área de influência denominados Pontos de Controle da Qualidade, localizados no cruzamento da rodovia com os arroios, sob as pontes.

A coleta das amostras e a sua preservação seguiram os procedimentos e recomendações do Guia de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB, 1988). As amostras coletadas foram enviadas para análises no Laboratório Alac, situado na cidade de Garibaldi/RS.

As metodologias utilizadas para análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos se basearam no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998). Os laudos do laboratório encontram-se no Anexo

Anexo I – Laudos das Análises de Água.

5.1.6.5.2 Resultados

Os principais corpos d'água que serão transpostos ou contíguos ao segmento que será duplicado são os arroios Estrela, Concórdia e Santa Cruz. Os resultados das análises de laboratório das amostras coletadas nesses arroios são apresentados na Tabela 26. Os açudes existentes na AID são todos de pequena superfície, sendo, por isso, excluídos desta análise.

Tabela 26 – Resultados das análises de laboratório da qualidade da água

| Parâmetro | Unidade | Concórdia | Estrela | Santa Cruz | Classe | | |
|----------------------------|------------------------|-----------|----------|------------|---|---|--|
| | | | | | 1 | 2 | 3 |
| temperatura | °C | 22 | 21 | 22 | | | |
| pH | | 5,5 | 6,1 | 5,3 | 6 a 9 | 6 a 9 | 6 a 9 |
| condutividade | µS/cm | 82,2 | 105 | 72,2 | | | |
| sólidos suspensos | mg/L | 19 | 36 | 10 | | | |
| sólidos totais | mg/L a 105 °C | 137 | 179 | 135 | | | |
| turbidez | UNT | 33,6 | 54 | 30,9 | Até 40 | Até 100 | Até 100 |
| alcalinidade total | mg/L CaCO ₃ | 32,5 | 39,6 | 31,5 | | | |
| boro | mg/L de B | nd | nd | nd | 0,5 | 0,5 | 0,75 |
| cloretos | mg/L | 6,01 | 6,01 | 5,09 | 250 | 250 | 250 |
| coliformes termotolerantes | NMP/100 ml | 510 | 1640 | 200 | 200 ¹ | 1000 ¹ | 4000 ² |
| coliformes totais | NMP/100 ml | >241960 | > 241960 | >241960 | | | |
| cor | HAZEN | 408 | 702 | 440 | | Até 75 | Até 75 |
| cálcio | mg/L Ca | 7 | 9,05 | 6,35 | | | |
| DBO5 | mg/L O ₂ | 4,7 | 2,4 | 7,1 | Até 3,0 | Até 5,0 | Até 10,0 |
| dureza | mg/L CaCO ₃ | 17,3 | 20,2 | 15,4 | | | |
| ferro | mg/L Fe | 3,92 | 4,92 | 3,05 | 0,3 | 0,3 | 5 |
| fosfato | mg/L | 0,079 | 0,103 | 0,07 | | | |
| magnésio | mg/L Mg | 3,53 | 4,2 | 2,99 | | | |
| manganês | mg/L Mn | 0,204 | 0,094 | 0,032 | 0,1 | 0,1 | 0,5 |
| nitrato | mg/L N | 1,32 | 1,55 | 0,748 | 10 | 10 | 10 |
| nitrito (como N) | mg/L | 0,039 | 0,043 | 0,006 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| nitrogênio amoniacal | mg/L | n.d. | n. d. | n. d. | 3,7, pH ≤ 7,5; 2,0, 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0, 8,0 < pH ≤ 8,5; 0,5, pH > 8,5 | 3,7, pH ≤ 7,5; 2,0, 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0, 8,0 < pH ≤ 8,5; 0,5, pH > 8,5 | 13,3, pH ≤ 7,5; 5,6, 7,5 < pH ≤ 8,0; 2,2, 8,0 < pH ≤ 8,5; 1,0, pH > 8,5 |
| nitrogênio total | mg/L | 1,56 | 1,82 | 1,82 | 2,18 | 2,18 | |
| Fósforo | mg/L | 5,82 | 0,466 | 4,06 | 0,1 | 0,1 | 0,15 |
| oxigênio dissolvido | mg/L | 7,3 | 8 | 6,7 | Não inferior a 6,0 | Não inferior a 5,0 | Não inferior a 4,0 |
| potássio | mg/L K | 1,23 | 1,53 | 1,22 | | | |
| sulfato | mg/L SO ₄ | 13,2 | 16,7 | 13,3 | 250 | 250 | 250 |
| sódio | mg/L Na | 3,37 | 4,33 | 3,13 | | | |
| clorofila a | µg/L | n. d. | n. d. | n. d. | 10 | 30 | 60 |
| sólidos totais dissolvidos | mg/L a 105 °C | 122 | 139 | 119 | 500 | 500 | 500 |
| óleos e graxas totais | mg/L | 3,73 | 6,30 | 4,40 | Virtualmente ausentes | Virtualmente ausentes | Virtualmente ausentes |

¹ Para uso de recreação de contato primário

² Para uso de recreação de contato secundário

De maneira geral, os valores dos parâmetros analisados para o arroio Estrela foram superiores aos valores obtidos para os arroios Concórdia e Santa Cruz. Dos 19 parâmetros analisados em laboratório e que constam na Resolução CONAMA 357/05, boro, cloretos, nitrato, nitrogênio total, oxigênio dissolvido, sulfato, sólidos totais dissolvidos, clorofila a, nitrito e nitrogênio amoniacal apresentaram, para os três arroios, valores dentro dos limites máximos permitidos para a Classe 1. Já o parâmetro turbidez apresentou-se dentro do limite da Classe 2 no arroio Estrela, estando para os demais arroios dentro do limite da Classe 1. O parâmetro manganês esteve dentro do limite para a Classe 2 no arroio Concórdia, nos demais arroios estando dentro da Classe 1. Os parâmetros coliformes termotolerantes e ferro apresentaram resultados para a Classe 3. O valor do ph estava abaixo do limite mínimo nos arroios Concórdia e Santa Cruz.

Os resultados de fósforo total extrapolaram os valores de enquadramento indicados pela Resolução CONAMA 357/05 para os três arroios. A presença de fósforo pode ser devido às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte, além da própria matéria fecal, que é rica em proteínas. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em quantidades excessivas. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem provocar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (CETESB, 2008).

Os valores elevados de ferro e manganês podem ser explicados em função das características dos solos da região, enquanto que a grande quantidade de coliformes termotolerantes está relacionada à presença antrópica na área do ponto de coleta.

Segundo a CETESB (2008), o ferro, apesar de não se constituir em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. Por estes motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida a concentração limite de 0,3 mg/L na Portaria 1469 do Ministério da Saúde. É também padrão de emissão de esgotos e de classificação das águas naturais. As águas que contêm ferro caracterizam-se por apresentar cor elevada e turbidez baixa.

O comportamento do manganês nas águas é muito semelhante ao do ferro em seus aspectos os mais diversos, sendo que a sua ocorrência é mais rara. O manganês desenvolve coloração negra na água, podendo-se se apresentar nos estados de oxidação Mn^{+2} (forma mais solúvel) e Mn^{+4} (forma menos solúvel). A concentração de manganês menor que 0,05 mg/L geralmente é aceitável em mananciais, devido ao fato de não ocorrerem, nesta faixa de concentração, manifestações de manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água. Raramente atinge concentrações de 1,0 mg/L em águas superficiais naturais e, normalmente, está

presente em quantidades de 0,2 mg/L ou menos. É muito usado na indústria do aço, na fabricação de ligas metálicas e baterias e na indústria química em tintas, vernizes, fogos de artifícios e fertilizantes, entre outros.

As bactérias coliformes termotolerantes reproduzem-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar o açúcar. O uso das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária mostra-se mais significativo que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, disenteria bacilar e cólera (CETESB, 2008).

Os óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Estas substâncias geralmente são hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, normalmente oriundos de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas. Os despejos de origem industrial são os que mais contribuem para o aumento de matérias graxas nos corpos d'água. Dentre os despejos podemos citar os de refinarias, frigoríficos, saboarias, entre outros. A pequena solubilidade dos óleos e graxas constitui um fator negativo no que se refere à sua degradação em unidades de tratamento de despejos por processos biológicos e, quando presentes em mananciais utilizados para abastecimento público, causam problemas no tratamento d'água. A presença de material graxo nos corpos d'água, além de acarretar problemas de origem estética, diminui a área de contato entre a superfície da água e o ar atmosférico, impedindo, dessa maneira, a transferência do oxigênio da atmosfera para a água. Os óleos e graxas em seu processo de decomposição reduzem o oxigênio dissolvido elevando a DBO_{5,20} e a DQO, causando alteração no ecossistema aquático. Na legislação brasileira a recomendação é de que os óleos e as graxas sejam virtualmente ausentes para as classes 1, 2 e 3, não existindo limite máximo para esse parâmetro;

Em relação aos arroios Concórdia e Santa Cruz, suas análises demonstraram que esses corpos hídricos apresentam características de qualidade da água semelhantes. Para o arroio Concórdia, 12 dos parâmetros obtidos para esse corpo hídrico, mostraram-se nos limites da Classe 1 (pH, turbidez, boro, cloretos, nitrato, OD, sulfato, sólidos totais dissolvidos, nitrogênio total, nitrito, nitrogênio amoniacal e clorofila a), 2 parâmetros na Classe 2 (DBO e coliformes termotolerantes), e outros 2, em Classe 3 (ferro e manganês).

O arroio Santa Cruz apresentou na Classe 1 os seguintes parâmetros: pH, turbidez, boro, coliformes termotolerantes, manganês, nitrato, OD, sulfato, sólidos totais dissolvidos, nitrogênio total, nitrito, nitrogênio amoniacal, clorofila a. Já os resultados de DBO e ferro enquadraram este arroio na Classe 3. Considerando-se apenas o parâmetro fósforo

A $DBO_{5, 20}$ de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A $DBO_{5, 20}$ é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20 °C é frequentemente usado. Os maiores aumentos em termos de $DBO_{5, 20}$, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

Em relação à cor, ela é devida a substâncias coloridas dissolvidas na água, na sua maioria de origem orgânica oriundas de matéria vegetal em decomposição. Há também compostos inorgânicos capazes de possuir as propriedades e provocar os efeitos de matéria em estado coloidal. Os principais são os óxidos de ferro e manganês, que são abundantes em diversos tipos de solo. Esse fato pode explicar a extrapolação dos resultados do parâmetro cor, para os três arroios, em relação aos valores máximos estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, para as Classes 1, 2 e 3. O problema maior de coloração na água, em geral, é o estético, já que causa um efeito repulsivo aos consumidores (CETESB, 2008).

Ainda de acordo com a CETESB (2008), o parâmetro condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados, como é o caso do arroio Estrela. A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água.

5.1.6.5.3 Fontes poluidoras que poderão ser desenvolvidas em função da implantação do empreendimento

As obras propriamente ditas poderão ter como efeito o carreamento de resíduos para os corpos d'água localizados nas proximidades das obras. Este efeito dá-se em função dos movimentos de terra, drenagem de areia, preparo de asfalto, dentre outros. Espera-se que essa interferência seja de baixa intensidade.

Além disso, ainda na fase de implantação, as fontes de contaminação podem advir de possíveis vazamentos de produtos químicos como combustíveis e outros produtos utilizados na pavimentação da rodovia. Apesar de serem facilmente evitáveis,

vazamentos deste tipo poderão impactar mais severamente a ictiofauna e outros organismos aquáticos.

Na fase de operação, ressalta-se a contaminação dos corpos d'água devido a acidentes envolvendo veículos com carga perigosa. Caso acidentes desse tipo ocorram nas proximidades dos corpos d'água, os vazamentos de substâncias químicas contaminarão os ambientes aquáticos, podendo ter sérias consequências dependendo das substâncias presentes.

5.1.6.5.4 Usos da Água

Os principais usos dos recursos hídricos da bacia do rio Taquari-Antas, onde estão inseridas as sub-bacias dos arroios Estrela, Concórdia e Santa Cruz, são:

- abastecimento populacional;
- irrigação e aquicultura;
- abastecimento industrial;
- dessedentação de animais;
- diluição e afastamento de efluentes;
- geração de energia;
- navegação; e
- outros usos não consuntivos.

Os recursos hídricos utilizados para o abastecimento populacional são de origem superficial e subterrânea, sendo o abastecimento populacional por águas subterrâneas (poços e fontes), principalmente pela população rural e pelas sedes municipais menores, que são bastante significativas.

Um dos principais usuários da água na bacia são as indústrias, concentradas principalmente nas áreas urbanas, não somente pelo volume dos recursos hídricos utilizados, mas também pela perda de qualidade da água provocada pelo lançamento de efluentes, dependendo do processo industrial utilizado.

Além das captações superficiais, muitas empresas estabelecidas na bacia possuem captação independente da rede pública, feita em poços. A partir dos dados obtidos no cadastro efetuado para o abastecimento industrial por água subterrânea, observa-se que do total de 1.200 l/s utilizados, os municípios de Caxias do Sul e Lajeado demandam as maiores vazões, respectivamente com 230 l/s e 100 l/s.

A atividade agropecuária na bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas representa um importante segmento na renda interna gerada da economia local, destacando-se a bovinocultura, suinocultura e a avicultura.

Os recursos hídricos dos principais cursos de água da bacia são utilizados como meio de diluição e afastamento dos despejos líquidos domésticos, industriais, rurais e também de eventuais lixívias de lixões ou de aterros sanitários mal implantados no passado, o que constitui outro tipo de uso da água.

A navegação na bacia do Taquari-Antas ocorre da foz até o porto de Estrela para grandes embarcações e deste ponto até o rio das Antas para embarcações de recreação. A navegação comercial é feita com intensidade a partir de Muçum, nas águas do rio Taquari, através de uma via que vai deste ponto até a sua foz, num comprimento de 148 km. Neste trecho, o rio apresenta uma calha perfeitamente definida com barrancas nítidas a partir da Ilha do Pai José para montante.

Além dos usos de recursos hídricos relacionados anteriormente, ocorrem em toda a bacia outros usos da água, tais como:

- recreação de contato primário, através de diversos balneários existentes na bacia;
- harmonia paisagística;
- preservação do equilíbrio das comunidades aquáticas;
- proteção das comunidades aquáticas; e
- pesca comercial.

5.1.7 ANÁLISE INTEGRADA DA GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA, PEDOLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS DA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA

A integração dos dados de geologia, geomorfologia e recursos hídricos do meio físico visa criar um arcabouço para a compreensão de aspectos físicos para a duplicação da rodovia, correlacionando os diversos dados existentes sobre as unidades litoestratigráficas, unidades geomorfológicas, classes de solo, modelamento do terreno com as classes de declividade, travessia dos cursos de água e sistemas aquíferos.

A sobreposição e inter-relação dos mapas geológico, geomorfológico, solos, declividade e recursos hídricos permite a caracterização de unidades de paisagem que definem trechos específicos e com as mesmas características físicas para a análise do trajeto.

Foram definidos dois trechos principais do segmento a ser duplicado. O primeiro inicia no km 350+800 e vai até o km 368, enquanto o segundo se inicia no km 368 e se entende até o km 386. Esses trechos apresentam características intrínsecas que se sobrepõem na sua transição, entre os km 368 e 370.

5.1.7.1 Trecho 1

O primeiro trecho se estende do km 350+800 até o km 368, onde a rodovia é menos sinuosa, com curvas mais amplas e retas mais longas.

O substrato geológico é constituído pelos basaltos da Formação Serra Geral e o Sistema Aquífero é o Serra Geral II. A Unidade de Mapeamento de solo é a TRe3, onde predomina a classe Terra Roxa Estruturada eutrófica. O substrato geológico está inserido na Região Geomorfológica Planalto das Araucárias, Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral.

A topografia deste trecho apresenta cotas entre 20 m e 130 m e declividade predominantemente suave, sendo por vezes plana a suavemente ondulada (0 a 8%).

Os basaltos são rochas vulcânicas de granulação fina (fanerítica) a muito fina (afanítica), coesas e com porosidade secundária, ou seja, não apresentam poros gerados na formação da rocha. A porosidade secundária é originada pelo resfriamento da rocha, que gera planos de fraturas horizontais e verticais localizados associadas a estruturas de origem tectônica regionais.

As estruturas tectônicas são fraturas com planos contínuos e penetrativos, dividindo a rocha em blocos. Quando esses blocos apresentam movimentos relativos entre si, as fraturas são denominadas de falhas.

Essas estruturas originadas por resfriamento da rocha ou por origem tectônica são as mesmas que originam o aquífero fissural Serra Geral, onde a conectividade destas estruturas gera o reservatório. Dessa maneira, a exploração de água subterrânea por poços tubulares é restrita a essas estruturas, sendo a variação de vazão dos poços relacionada diretamente à intensidade e espacialidade das estruturas.

Associado ainda a essas estruturas tectônicas estão as redes de drenagem dos arroios e rios existentes na área, que apresentam um padrão retangular a sub-dentítico, evidenciando, assim, o controle estrutural das rochas basálticas na formação do relevo e no condicionamento do escoamento superficial. A bacia hidrográfica do arroio Estrela pertence a este trecho.

Os solos existentes neste trecho pertencem à classe Terra Roxa Estruturada eutrófica, sendo de composição predominantemente argilosa, profundos e bem drenados. As sondagens (Figura 76) realizadas neste trecho mostraram uma variação de profundidade de solo entre zero (km 352+400) e 9 m (km 359+440), estando associadas às cotas topográficas de 30 m e 90 m, respectiva e aproximadamente. Esta relação evidencia uma tendência de que quanto menor a cota topográfica na área, menor a profundidade do solo, porém esta não é uma relação diretamente proporcional, ocorrendo variações ao longo do trecho.

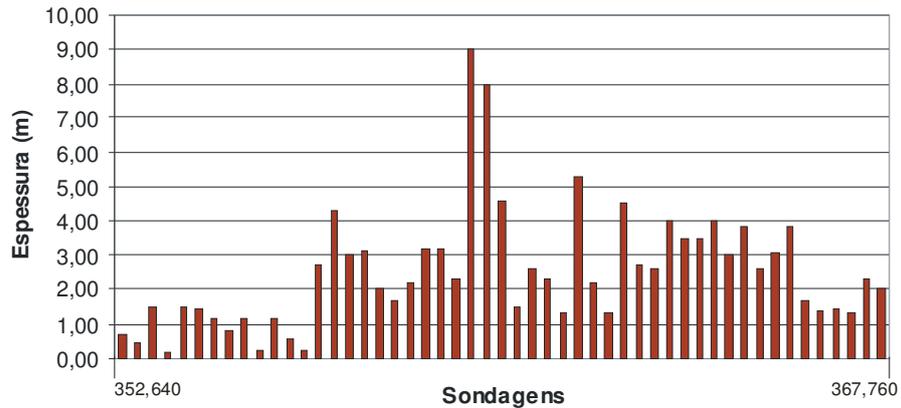


Figura 76 – Gráfico de espessuras das sondagens realizadas na ADA no Trecho 1

Segundo a classificação do IBGE (1986), este trecho está inserido na Unidade Geomorfológica Patamares da Serra Geral, formado por um modelado de dissecação homogênea com densidade de drenagens médias e aprofundamento de incisões muito fraco, com formas de topo convexas, apresentando um grau médio de predisposição a erosão. O cruzamento dos dados gerados pelos mapeamentos geológicos e pedológicos associados às declividades da área classifica a mesma com média a baixa a susceptibilidade a erosão.

A Figura 77 exhibe uma seção transversal do trecho 1 com as relações entre a topografia, geologia e espessura de solos.



Figura 77 – Perfil topográfico, geológico e de solos do Trecho 1

5.1.7.2 Trecho 2

O segundo trecho se estende do km 368 até o km 386, onde a rodovia é mais sinuosa com curvas menos amplas e retas mais curtas que o trecho 1.

O substrato geológico é constituído pelos arenitos da Formação Botucatu e pelos arenitos, siltitos e argilitos da Formação Pirambóia, o Sistema Aquífero é o Botucatu/Pirambóia, as Unidades de Mapeamento de solos são PVa9, Podzólico Vermelho Amarelo álico e distrófico derivados da Formação Botucatu e PVa8, Podzólico Vermelho Amarelo álico derivados da Formação Pirambóia, Grupo Rosário do Sul. Este trecho está inserido na Região Geomorfológica Depressão Central Gaúcha, Unidade Geomorfológica Depressão do Rio Jacuí.

Os arenitos são rochas sedimentares detríticas com mais de 50% de grãos com tamanho entre 2 mm e 0,06 mm (areia grossa a areia muito fina respectivamente). Os arenitos da Formação Botucatu têm sua composição com mais de 95% de quartzo enquanto os arenitos da Formação Pirambóia são por vezes pouco a muito argilosos.

Devido ao fato de ser um agregado de grãos, os arenitos geralmente apresentam porosidade primária caso não estejam silicificados e ou os poros não estejam preenchidos por cimento. Em condições adequadas pode haver sobrecrescimento dos grãos de quartzo gerando uma maior coesão da rocha e diminuição da porosidade primária. Além desta porosidade primária, ocorre por vezes porosidade secundária oriunda das estruturas tectônicas citadas anteriormente.

Esta porosidade primária é a característica principal que define o Sistema Aquífero Botucatu/Pirambóia caracterizando aquíferos com reservas significativas de água e poços tubulares com altas produções, entre 20 e 70 m³/h.

Associado as estruturas tectônicas estão às redes de drenagem dos arroios Concórdia e Santa Cruz que apresentam um padrão retangular a sub-dentítico, evidenciando assim o controle estrutural das rochas sedimentares.

O fato das rochas sedimentares serem um agregado de partículas detríticas que estão consolidadas levam as mesmas a serem mais vulneráveis aos fatores e condições de erosão, ocasionando assim uma maior erodibilidade a estas rochas, que por sua vez geram terrenos com declividades maiores que as rochas basálticas do Trecho 1.

Associada ainda a estas características de composição e formação das rochas areníticas em conjunto com o solo mais arenoso e com diferenças texturais significativas fazem com que este trecho seja mais susceptível a erosão.

Os solos existentes neste trecho pertencem à classe Podzólico Vermelho Amarelo álico e distrófico, sendo os mesmos profundos e de composição predominantemente arenosa, com variações para areno-siltosa e argilo-arenosa.

As sondagens realizadas neste trecho (Figura 78) mostraram uma variação de profundidade de solo entre zero (km 368+620) e 10 m (km 380), estando as mesmas

associadas às cotas topográficas de 120 m e 70 m, respectiva e aproximadamente. Como ocorre uma variação geral entre profundidade de solo e cota topográfica não há uma relação direta entre as mesmas, mas uma tendência de que quanto maior a cota, menor a profundidade.

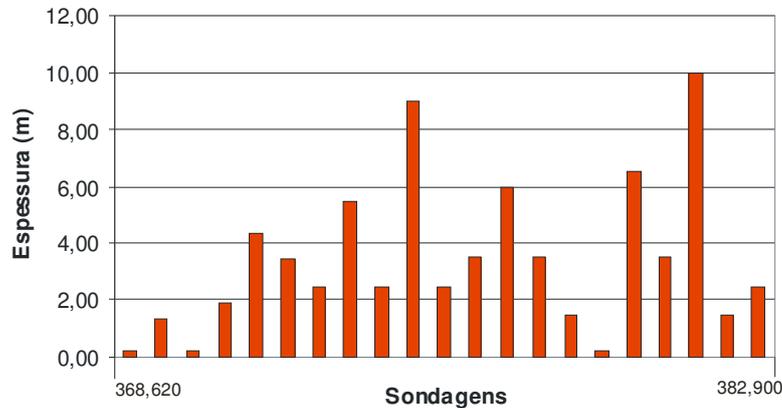


Figura 78 – Gráfico de espessuras das sondagens realizadas na ADA no Trecho 2

Segundo a classificação do IBGE (1986), este trecho está inserido na Unidade Geomorfológica Depressão do Rio Jacuí formado por um modelado de dissecação homogênea com densidade de drenagens finas e aprofundamento de incisões muito fraco, com formas de topo convexas, apresentando um grau forte de predisposição a erosão.

O cruzamento dos dados gerados pelos mapeamentos geológicos e pedológicos associados às declividades da área classifica a susceptibilidade a erosão deste trecho de alta.

A Figura 79 exibe uma seção transversal do trecho 2 com as relações entre a topografia, geologia e espessura de solos.

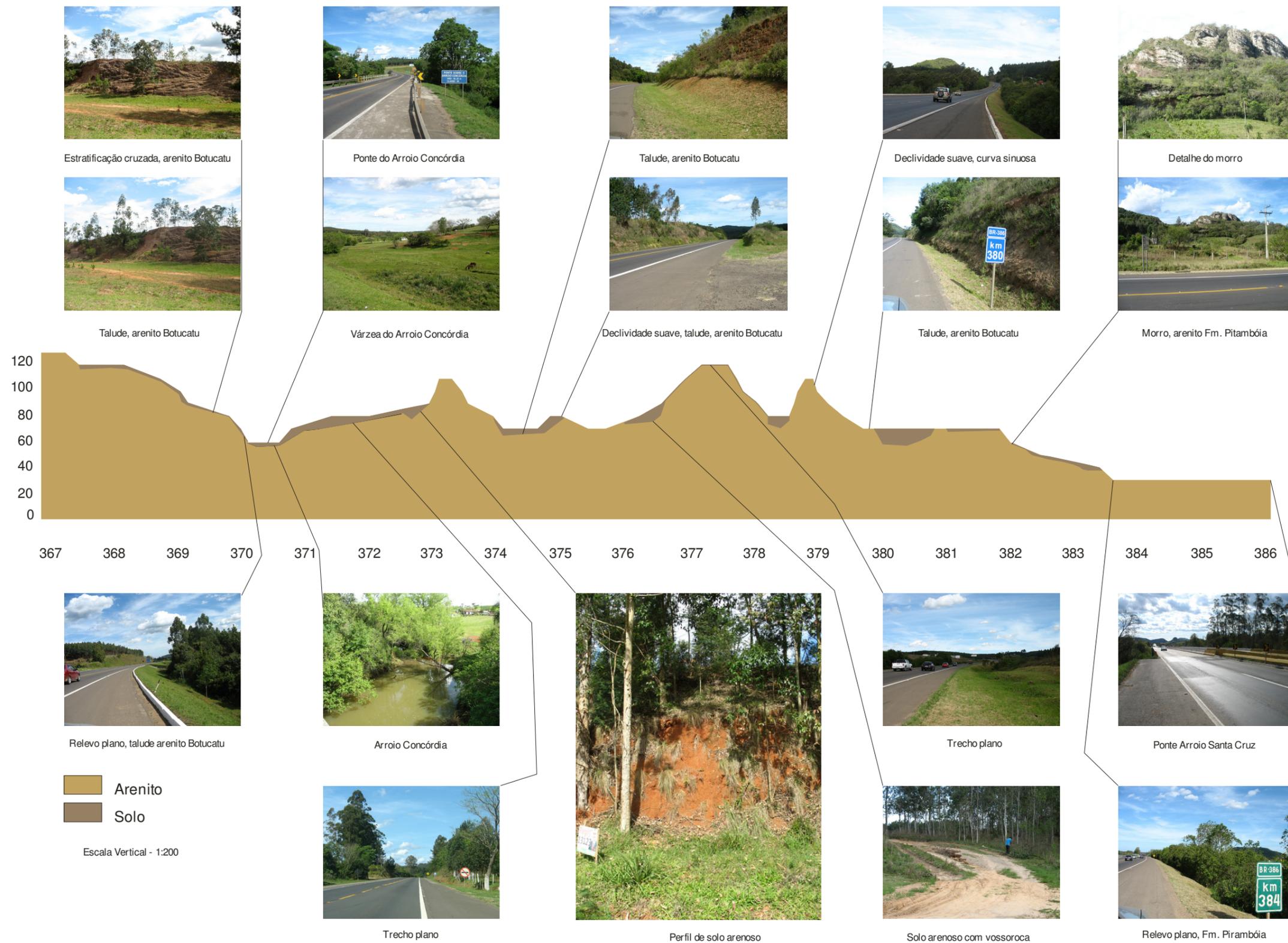


Figura 79 – Perfil topográfico, geológico e de solos do Trecho 2

5.1.8 NÍVEIS DE RUÍDO

5.1.8.1 Metodologia

Para estimar os níveis de ruído a serem gerados durante a construção da rodovia foram utilizados dados secundários referentes ao Nível de Pressão Sonora (NPS) de equipamentos e máquinas rodoviárias, bem como a utilização de informações contidas em projetos similares já implementados.

5.1.8.2 Geração e controle de ruídos

O ruído é uma forma de energia que pode causar desconforto e/ou prejudicar o homem. A exposição prolongada do ouvido humano à ambientes com muito ruído pode provocar a perda da audição. Outros sons menos intensos, mesmo que não conduzam a danos graves, influenciam negativamente no bem estar físico, psíquico e social.

A presença de ruído ambiental é devido a dois tipos de fontes bem diferenciadas: as naturais e as antropogênicas. No primeiro caso, o ruído é produzido pela natureza, como o silvar do vento, as tempestades, o fluir dos rios, entre outros. O ruído antropogênico tem sua origem nas atividades humanas, dentre elas, as mais significativas são a atividade industrial e de construção.

A atividade industrial e de construção em suas diferentes fases, apresentam como condição inerente, a emissão de ruídos. Estes efeitos são sentidos principalmente pelos trabalhadores e, se as medidas de proteção não são implementadas e/ou respeitadas, podem conduzir a perdas auditivas induzidas pelo ruído ocupacional.

Segundo Brasil (1996), o tráfego rodoviário é um importante gerador de ruídos, que afetam:

- As populações expostas permanentemente aos ruídos, principalmente aquelas que habitam e/ou trabalham nas proximidades de trechos com tráfego de alta densidade;
- As instalações de terceiros que necessitam de silêncio (escolas, teatros, hospitais, etc) e/ou de estabilidade para seu funcionamento (laboratórios, indústrias de precisão, hospitais, etc):
- Os monumentos históricos e sítios culturais, que podem ter suas funções distorcidas pelos ruídos gerados pelo tráfego pesado;
- A fauna silvestre, que pode sofrer impactos devidos aos ruídos excessivos (fuga dos sítios naturais, inibição da natalidade, etc).

Os impactos ambientais decorrentes da geração de ruído nas diversas fases da construção de uma rodovia (instalação e desmobilização do canteiro de obra, fase de

implantação e operação da rodovia) são devidos principalmente à operação de máquinas e equipamentos.

As principais fontes de ruídos rodoviários são apresentadas no Quadro 12 a seguir:

Quadro 12 – Fontes de ruídos rodoviários

| Grupos de ruídos | Fontes |
|-------------------------------|---|
| Funcionamento dos maquinismos | Funcionamento do motor; Entrada de ar e escapamento; Sistema de arrefecimento e ventilação; Entre outros. |
| Ruídos de movimento | Pneus em contato com o pavimento; Atritos das rodas com os eixos; Ruídos de transmissão; Ruídos aerodinâmicos; Entre outros. |
| Ruídos ocasionais | Buzinas; Frenagens; Ruídos de troca de marcha (reduções e acelerações); Cargas soltas; Fechamento de portas; Entre outros. |

Fonte: DNER (Brasil, 1996).

Portanto, é de suma importância a adoção de medidas mitigadoras nas plantas industriais e obras civis, de forma que não só os trabalhadores sejam protegidos contra os danos trazidos pelo ruído gerado, como também, que as medidas adotadas garantam que o conforto acústico das populações vizinhas não será alterado.

O atendimento à legislação do trabalho, fixada pelas Normas Regulamentadoras (NRs), estabelecidas pela Portaria n.º 3214 do Ministério do Trabalho, de 08 de junho de 1978, publicada no Diário Oficial da União de 06 de julho de 1978, já contribuirá para amenizar o desconforto acústico externo ao processo produtivo.

Evidentemente que as medidas tomadas para a redução na geração do ruído, como forma de proteção da segurança e saúde dos trabalhadores, também contribuem para reduzir os níveis de ruído a que possam estar submetidos os moradores das redondezas.

A pressão sonora tem formas de transmissão fortemente influenciadas pelos meios por onde se propagam. Desta forma, qualquer estimativa para tentar identificar a influência junto às comunidades que vivem próximas ao empreendimento deve levar em conta uma série de fenômenos físicos.

Os principais fatores que intervêm neste fenômeno de propagação e que contribuem significativamente para a atenuação do som, são os seguintes:

- redução, devida a dispersão da energia no espaço;

- atenuação do ruído no ar;
- reflexão e difração em obstáculos sólidos (valas, muros, barreiras vegetais, etc.);
- reflexão causada por variações de vento e temperatura;
- reflexão e absorção pelo solo.

O nível de intensidade sonora, ao afastar-se da fonte de ruído, diminui em 6 dB cada vez que se duplica a distância à fonte. Isto é devido, principalmente, à divergência das ondas irradiadas desde a fonte.

A atenuação do som no ar, que pode ser expresso em dB por metro, compõe-se de duas partes bem diferenciadas: uma que aparece para as frequências elevadas, devido ao efeito combinado da condutividade térmica do ar, a absorção de energia das moléculas e a viscosidade, e outra que depende fortemente dos valores de umidade do ar e que é devida à vibração molecular.

A atenuação é tão menor quanto maior seja o grau de umidade relativa do ar. Assim, pode-se dizer que os níveis de ruído são maiores em dias com névoa, em que as atenuações são mais baixas do que em dias limpos.

Muitas vezes, caso haja necessidade, utiliza-se, para proteção de áreas residenciais muito próximas, barreiras de árvores e arbustos, com o objetivo de separar a fonte de ruído dos receptores. Para que este tipo de barreira seja efetivo, é necessário que tenham boa profundidade e boa densidade de folhas. Outra alternativa, que pode ser adotada para este caso, é o uso de barreiras acústicas construídas com painéis pré-moldados de concreto alveolar.

Outro fator que tem influência na atenuação do ruído é o fato de que os terrenos naturais são porosos, por isso as ondas sonoras que se propagam no ar, ao incidir sobre este tipo de terreno, são em parte refletidas e em parte absorvidas, produzindo uma atenuação do ruído, que será tão maior quanto mais poroso for o solo.

5.1.8.3 Variação dos níveis de ruído

Quanto ao aumento da emissão de ruídos em decorrência do trânsito de veículos, máquinas e equipamentos usados na obra, este impacto será registrado durante todo o processo construtivo e nas áreas destinadas às estruturas de apoio, como canteiros de obras e áreas de armazenamento de equipamentos, bem como em toda a rede de acessos utilizada para as obras.

O impacto será mais significativo na fase de obras. Já na fase de operação será muito pouco percebido, ou mesmo passará despercebido.

Para o empreendimento em questão o nível de ruído pode ser classificado como sendo negativo, direto, local, de curto prazo, temporário, reversível, de magnitude média e média importância, sendo, portanto, significativo.

Os níveis estimados de pressão sonora, durante a construção, provenientes de máquinas e equipamentos é da ordem de 85 dB(A), podendo ocorrer picos de até 96 dB(A) dependendo das operações desenvolvidas.

5.1.8.4 Medidas mitigadoras

- Manutenção periódica das máquinas e equipamentos.
- Trabalhadores deverão usar protetores auditivos, com NRRsf (Nível de Redução de Ruído – *subject fit*) determinados de acordo com as avaliações no local.
- Gestão de SST focada na questão ruído ambiental, respeitando a Resolução CONAMA 001/90, de 08 de março de 1990 que, “Estabelece critérios e diretrizes para o Controle da Emissão de Ruídos”, e que em seus artigos III e IV, diz:

III - Na execução dos projetos de construção ou de reformas de edificações para atividades heterogêneas, o nível de som produzido por uma delas não poderá ultrapassar os níveis estabelecidos pela NBR 10.152 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

IV - A emissão de ruídos produzidos por veículos automotores e os produzidos no interior dos ambientes de trabalho, obedecerão às normas expedidas, respectivamente, pelo Conselho Nacional de Trânsito - CONTRAN, e pelo órgão competente do Ministério do Trabalho.

A norma NBR 10.151 emitida inicialmente em 1997 foi alterada, vigendo a nova versão desde 31 de julho de 2000. A sua atual denominação é: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento.

Nesta nova versão, os limites admissíveis de ruído foram reduzidos em relação a sua versão anterior, sendo os valores atuais encontrados na Tabela 27.

Tabela 27 – Nível de critério de avaliação NCA para ambientes externos, em dB(A)

| TIPOS DE ÁREAS | DIURNO | NOTURNO |
|--|--------|---------|
| Áreas de sítios e fazendas | 40 | 35 |
| Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas | 50 | 45 |
| Área mista, predominantemente residencial | 55 | 50 |
| Área mista, com vocação comercial e administrativa | 60 | 55 |
| Área mista, com vocação recreacional | 65 | 55 |
| Área predominantemente industrial | 70 | 60 |

- Gestão de SST (Segurança e Saúde no Trabalho) focada na questão ruído que deve contemplar políticas para tratamento da pressão sonora (ruído) e medidas especiais de proteção para seus colaboradores e parceiros que executem qualquer atividade no canteiro e instalações auxiliares. Essas políticas e medidas de proteção deverão estar baseadas nas seguintes legislações e normas:
 - CLT - Consolidação das Leis do Trabalho;

- Lei n. 6514, de 22 de dezembro de 1977, seção IV - do Equipamento de Proteção Individual;
- NR-6 - Equipamento de Proteção Individual – EPI;
- NR-15 - Atividades e Operações Insalubres;
- NBR-7731 - Guia para execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação dos seus efeitos sobre o homem;
- NBR-10151 - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade;
- NBR-10152 (NB-95) - Níveis de ruído para conforto acústico;
- Aquisição de máquinas e equipamentos com reduzido nível de pressão sonora (ruído);
- Instalações dos equipamentos em locais adequados;
- Enclausuramento acústico para equipamentos com alto nível de pressão sonora;

Após analisados todos os fatores disponíveis sobre a obra, as políticas e programas de conservação auditiva que serão adotados no canteiro de obras, PCA, PPRA, PCMSO; realizadas as medições de ruído nos limites da área da obra; confrontados os NPS (Nível de Pressão Sonora) com a legislação vigente, NBR 10151/2000; e implementadas as devidas medidas mitigadoras, pode-se concluir que o empreendimento não causará desconforto auditivo à comunidade vizinha, se todos esses itens forem corretamente executados.

5.1.9 NÍVEIS DE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA

5.1.9.1 Qualidade do ar

A circulação de materiais, equipamentos, máquinas e veículos podem causar diversos impactos. Entre eles está a deterioração da qualidade do ar pela emissão de gases ou materiais particulados.

Um poluente atmosférico pode ser definido como qualquer substância que esteja no ar em concentrações altas o suficiente para produzir efeitos mensuráveis e danosos em seres humanos, animais, plantas ou materiais. O poluente pode ser tanto de origem antropogênica como proveniente de emissões naturais, como decomposição microbiana e erupções vulcânicas, entre outras fontes (Gonçalves, 1997).

O poluente atmosférico, em qualquer forma de matéria ou energia, cuja intensidade, quantidade, concentração, período de exposição ou qualquer outra característica que estiver em desacordo com os níveis estabelecidos pode tornar o ar:

- impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;

- inconveniente ao bem-estar público;
- danoso aos materiais, à fauna e à flora;
- prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

Segundo Lyons (1990) e Seinfeld (1986), as substâncias usualmente consideradas poluentes do ar podem ser classificadas como:

- material particulado/partículas em suspensão: mistura de compostos em estado sólido ou líquido;
- compostos de enxofre: óxidos (SO_2, SO_3), gás sulfídrico (H_2S), sulfatos (SO_4^{-2});
- monóxido de carbono;
- compostos de nitrogênio (NO, NO_2), amônia (NH_3), ácido nítrico (HNO_3);
- compostos halogenados: ácido clorídrico (HCl), ácido fluorídrico (HF), cloretos, fluoretos;
- compostos orgânicos: hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos orgânicos.

A seguir é realizada uma breve descrição dos poluentes mais importantes relacionados às fontes móveis.

5.1.9.1.1 Material particulado

As partículas presentes na atmosfera são provenientes de fontes naturais, como vulcões, aerossóis marinhos e ação do vento sobre o solo, e de outras de caráter antropogênico, como a queima de combustíveis fósseis, os processos industriais e o tráfego rodoviário.

Nos últimos anos, foi dedicada especial atenção aos efeitos das partículas presentes na atmosfera. As medições tradicionais de partículas totais em suspensão (PTS) têm sido substituídas pela medição da fração PM_{10} (partículas com um diâmetro aerodinâmico inferior a $10 \mu\text{m}$), por serem essas as partículas que representam um maior risco para a saúde (Elsom, 1989; Seinfeld, 1986).

O material particulado ou aerossol atmosférico é constituído pelas partículas sólidas e líquidas em suspensão na atmosfera. As partículas inaláveis (PM_{10}) são definidas como partículas com diâmetro aerodinâmico menor que $10 \mu\text{m}$ e são divididas em partículas grossas inaláveis, com diâmetro aerodinâmico entre 2 e $10 \mu\text{m}$, e partículas finas, com diâmetro aerodinâmico menor que $2 \mu\text{m}$ (Seinfeld, 1986).

Estudos recentes têm demonstrado a existência de correlações entre as variações dos níveis diários de PM_{10} produzidas por diversas fontes e os efeitos nocivos à saúde humana. Em muitas cidades, as PM_{10} são consideradas como um dos poluentes que mais causam preocupação, estando a sua ação relacionada com diversos tipos de

problemas de saúde, desde a irritação nasal e a tosse até a bronquite e a asma, podendo até mesmo levar à morte (Cerqueira, 2001).

A capacidade do material particulado de aumentar os efeitos fisiológicos dos gases presentes no ar é um dos aspectos mais importantes a serem considerados. Os efeitos de uma mistura de material particulado e dióxido de enxofre, por exemplo, são mais acentuados do que os provocados pela presença individualizada de cada um deles. Além disso, pequenas partículas podem absorver o dióxido de enxofre do ar e, com a água (umidade do ar), formar partículas contendo ácido, o que irrita o sistema respiratório e pode danificar as células que o protegem.

5.1.9.1.2 Dióxido de enxofre

O enxofre liberado na queima de combustíveis combina-se com o oxigênio do ar e dá origem ao dióxido de enxofre (SO_2), que, após oxidação, pode ser transformado em trióxido de enxofre (SO_3). Na presença da umidade do ar, este composto dá origem ao ácido sulfúrico (H_2SO_4) e seus respectivos sais, contribuindo desse modo para a formação de chuvas ácidas, responsáveis pela acidificação das águas e dos solos. O SO_2 é um gás incolor, muito solúvel na água, que pode ocorrer naturalmente na atmosfera, principalmente devido às atividades vulcânicas.

O SO_2 de origem antropogênica é um poluente primário. Resulta essencialmente da queima de combustíveis fósseis, principalmente no setor da produção de energia, e de diversos processos industriais, podendo também ser emitido em pequenas quantidades, como, por exemplo, em veículos a diesel.

O gás é irritante para as mucosas dos olhos e para as vias respiratórias, podendo ter, em concentrações elevadas, efeitos agudos e crônicos na saúde humana, especialmente no aparelho respiratório. O dióxido de enxofre pode igualmente agravar os problemas cardiovasculares devido ao seu impacto na função respiratória. A presença simultânea na atmosfera de dióxido de enxofre e partículas pode evidenciar ou agravar os efeitos de doenças respiratórias crônicas ou aumentar o risco de doenças respiratórias agudas (Seinfeld, 1998).

Concentrações elevadas de SO_2 podem provocar alterações nos processos metabólicos das plantas, entre os quais se destaca a redução da taxa de crescimento e da taxa fotossintética, especialmente quando combinada com determinadas condições adversas, como as baixas temperaturas. Entre outros efeitos mais facilmente observáveis destaca-se o aparecimento de necroses, bem como o aumento da sensibilidade ao gelo e aos parasitas. A sensibilidade dos diferentes tipos de organismos é muito variável, sendo os líquens os mais suscetíveis.

5.1.9.1.3 Monóxido de carbono

Os efeitos da exposição dos seres humanos ao monóxido de carbono são associados à capacidade de transporte de oxigênio pelo sangue. O monóxido de carbono compete

com o oxigênio na combinação com a hemoglobina, uma vez que a afinidade da hemoglobina com o monóxido de carbono é cerca de 210 vezes maior do que com o oxigênio. Quando uma molécula de hemoglobina recebe uma molécula de monóxido de carbono forma-se a carboxihemoglobina, que diminui a capacidade do sangue de transportar oxigênio aos tecidos do corpo.

O efeito da intoxicação por CO é semelhante ao da anemia ou hipoxia. A maior parte das exposições a baixas concentrações de CO produz efeitos sobre o sistema nervoso central. Uma possível explicação para isso é a redução do suprimento de oxigênio para o cérebro.

Acima de 1.000 ppm o CO é altamente tóxico, podendo ser responsável por ataques cardíacos e elevada taxa de mortalidade. O CO é abundante especialmente em áreas metropolitanas. Em condições de exposição aguda, pode causar a morte.

A principal razão para o controle das emissões de CO está na proteção da saúde e do desenvolvimento de crianças em período de gestação, de recém-nascidos, de idosos e de enfermos.

O objetivo desta etapa do trabalho é avaliar o impacto na atmosfera, resultante das emissões dos níveis de poluição atmosférica a ser gerada pela operação da rodovia.

5.1.9.2 Metodologia

A abordagem adotada para o estudo da qualidade do ar envolve o diagnóstico das condições atuais através da avaliação e monitoramento realizados pela FEPAM (Fundação Estadual e Proteção do Meio Ambiente), que realiza um monitoramento da região com estações fixas em algumas cidades do Rio Grande do Sul. Também foram utilizados dados do modelo atmosférico CATT-BRAMS (*Coupled Aerosol and Tracers Transport model to the Brazilian Regional Atmospheric Modeling System*), que é um modelo 3D euleriano que prognostica a concentração de contaminantes atmosféricos de forma simultânea e consistente com o estado atmosférico simulado pelo RAMS/BRAMS. A principal vantagem deste é permitir ter o prognóstico simultâneo do estado atmosférico, do ponto de vista meteorológico e da qualidade do ar e o estudo da inteiração ou da retro-alimentação entre o contaminante e a própria atmosfera.

5.1.9.3 Caracterização da qualidade do ar

A pureza do ar é monitorada segundo padrões de qualidade estabelecidos na legislação em função da quantidade de partículas em suspensão ou das quantidades de dióxido de enxofre, de monóxido de carbono ou de oxidantes fotoquímicos presentes no ar, medidos em microgramas por metro cúbico em um determinado tempo.

O Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR) tem por objetivo a melhoria da qualidade do ar mediante o atendimento dos padrões estabelecidos e o

não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas, tendo como estratégia básica limitar, em nível nacional, as emissões por tipologia de fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar.

O PRONAR estabeleceu dois tipos de padrões de qualidade do ar: o primário e o secundário (Quadro 13). Esses padrões foram oficialmente definidos pela Resolução CONAMA n° 03 de 28 de junho de 1990 (Quadro 14).

Quadro 13 – Padrões de qualidade do ar

| Tipo de padrão | Características |
|----------------|---|
| Primário | São as concentrações de poluentes atmosféricos que, quando ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, bem como a fauna, a flora, os materiais e o meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis. |
| Secundário | São as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral, podendo ser entendidos como níveis desejados, constituindo-se em meta de longo prazo. |

Quadro 14– Padrões nacionais da qualidade do ar (Resolução CONAMA n° 03, de 28/06/90)

| Poluentes | Padrão primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Padrão secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Tempo de Amostragem | Métodos de medição |
|--|---|--|---------------------|--|
| Partículas totais em suspensão | 240*(c) - 80** | 150(c), 60 | 24 horas anual (a) | Amostradores de grandes volumes (Hi-Vol) |
| Dióxido de enxofre | 385 *(c) ((365)) 80*** | 100(c), 40 | 24 horas anual (b) | Pararosanilina ou Pararosanilina |
| Monóxido de carbono | 40.000 (35ppm):*(c) 10.000 (9ppm):## (c) | 40.000 (c) 10.000 (c) | 1 hora - 8 horas | Infravermelho não dispersivo |
| Ozônio | 160 # (c) | 160 (c) | 1 hora | Quimiluminescência |
| Fumaça | 150(c); 60 | 100(c), 40 | 24 horas anual(b) | Refletância |
| Partículas inaláveis | 150 *(c); 50 *** | 150(c), 50 | 24 horas anual(b) | Amostrador de particulados. Finos e grossos. Separação inercial/filtração |
| Dióxido de nitrogênio [@] | 320 #; 100*** | 190, 100 | 1 hora anual (b) | Quimiluminescência |
| #concentração máxima em 1 hora ##concentração máxima em 8 horas *concentração máxima diária **concentração média geométrica anual ***concentração média aritmética anual @ apenas este parâmetro pode ser excedido mais de uma vez ao ano | | | | (a) média geométrica (b) média aritmética (c) não deve ser excedido mais do que uma vez por ano. |

O Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (PROCONVE), aprovado pela Resolução CONAMA n° 18/86, estabelece os limites de poluição para veículos leves novos, conforme pode ser observado na Tabela 28. Esses limites eram progressivamente mais restritivos até o ano de 1997. Devido a esse programa, os automóveis mais novos tiveram suas emissões reduzidas em mais de 90%, entre 1989 e 1997.

Tabela 28 – Limites máximos de emissões para veículos leves novos, segundo PROCONVE

| Ano | CO (g/km) | HC (g/km) | NO _x (g/km) | MP (2) (g/km) |
|---------------|-----------|-----------|------------------------|---------------|
| 1989-1991 | 24 | 2,1 | 2 | - |
| 1992-1996 | 24 | 2,1 | 2 | - |
| 1992-1993 | 12 | 1,2 | 1,4 | - |
| 1994, março | 12 | 1,2 | 1,4 | 0,05 |
| 1997, janeiro | 2 | 0,3 | 0,6 | 0,05 |

Os carros a álcool e a gasolina são importantes fontes emissoras de monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrogênio (NO_x) e hidrocarbonetos (HC), enquanto que os veículos com motores de ciclo diesel, em especial os caminhões e ônibus, são importantes emissores de óxidos de nitrogênio (NO_x) e material particulado, além de, em menor grau, monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC).

A emissão de poluentes atmosféricos pelas fontes estacionárias e móveis de uma área ou região associada às características topográficas e meteorológicas determina os níveis de qualidade do ar da mesma área ou região, o que, em consequência, determina os possíveis efeitos adversos da poluição do ar sobre os receptores, que podem ser o homem, os animais, as plantas e os materiais em geral (Seinfeld, 1986).

Uma grande preocupação em relação à emissão de gases tóxicos e ao comprometimento da qualidade do ar na região diz respeito às queimadas. Uma queimada pode ocorrer por razões naturais ou por iniciativa humana. Naturalmente, uma queimada pode ocorrer devido a fatores climáticos, como por exemplo, grandes períodos sem precipitação associados a uma ignição espontânea de um relâmpago. Artificialmente, uma queimada pode ser produzida por motivos econômicos, como para a prática da agricultura ou da pecuária.

A emissão de poluentes devido às queimadas causa vários efeitos intensos ao equilíbrio climático do planeta. Além do dióxido de carbono (CO₂), ocorre emissão de metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), gases que podem aumentar o efeito estufa. Na presença de radiação solar e altas concentrações de óxidos de nitrogênio (NO_x), a oxidação de monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos é acompanhada da formação de ozônio (O₃), outro gás relacionado ao efeito estufa.

A emissão de poluentes que possuem um tempo de residência na atmosfera da ordem de uma semana (Kaufman, 1995), durante a estação seca, gera uma espessa camada de fumaça sobre as regiões Norte e Centro-Oeste do Brasil. As altas temperaturas envolvidas na fase de combustão e a ocorrência de circulações convectivas úmidas associadas favorecem os movimentos convectivos ascendentes e podem ser responsáveis pela elevação de poluentes até a troposfera, onde podem ser transportados para regiões muito distantes das fontes emissoras.

A qualidade do ar de uma região é influenciada diretamente pelos níveis de poluição atmosférica, os quais estão vinculados a um complexo sistema de fontes emissoras estacionárias (indústrias, queimadas, emissões naturais, entre outras.) e móveis (veículos automotores, aviões, trens, entre outras). A magnitude do lançamento

dessas emissões, seu transporte e diluição na atmosfera determinam o estado atual da qualidade do ar atmosférico.

5.1.9.4 Diagnóstico na Área de Influência Indireta

A qualidade do ar na área de influência da BR-386 depende das emissões de contaminantes constantes no decorrer do ano e de aspectos climáticos e meteorológicos que influenciam as condições de dispersão dos contaminantes atmosféricos. Os principais parâmetros meteorológicos locais que favorecem os elevados índices de poluição do ar são:

- alta porcentagem de calmaria;
- direção predominante dos ventos;
- ventos fracos;
- baixa frequência de precipitação pluviométrica em alguns períodos do ano.

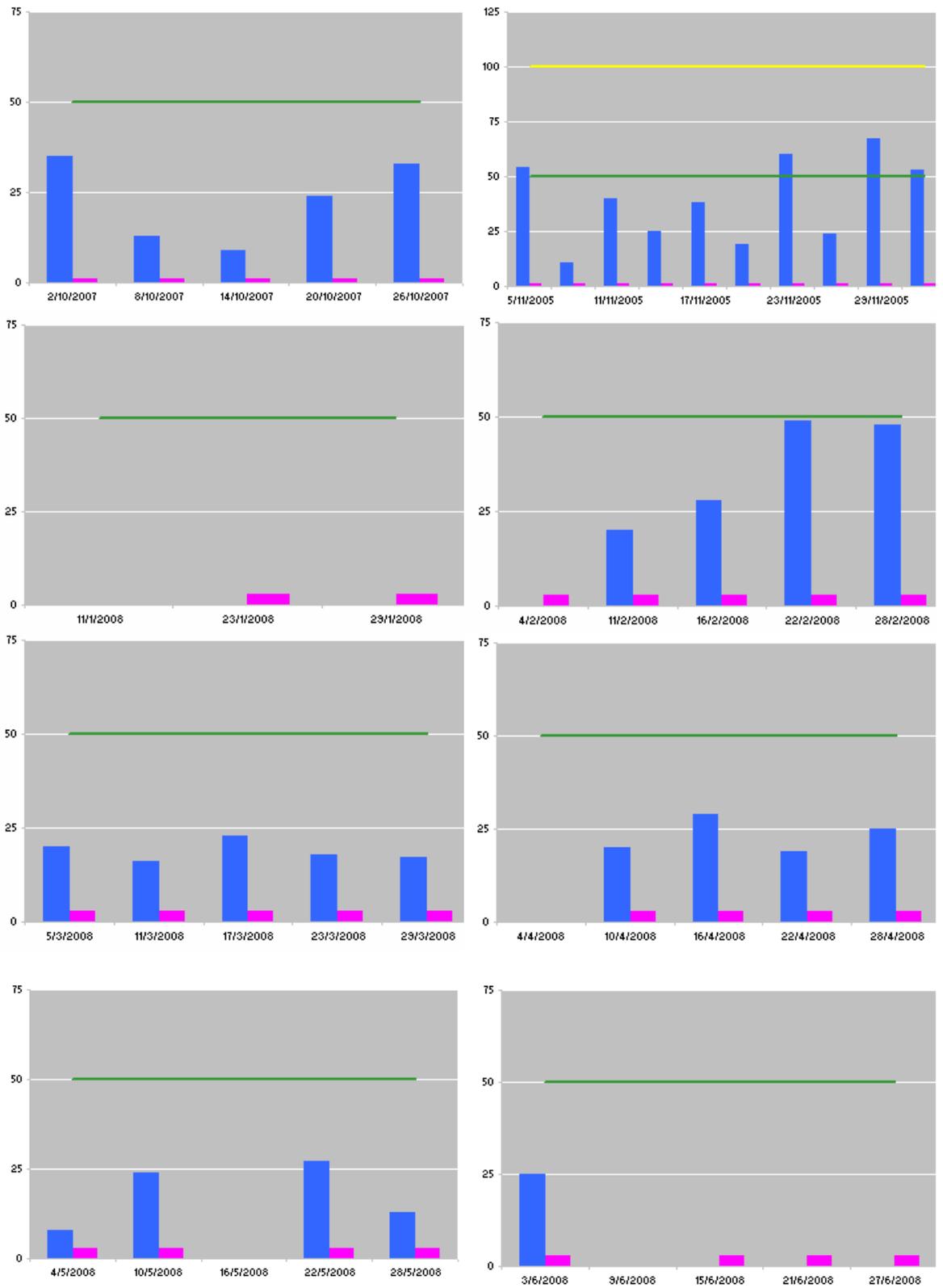
De maneira geral, pode-se afirmar que a circulação do ar em superfície, na área de estudo, é controlada pelas massas de ar que atuam na região. Durante todo o ano, sobre os continentes, a atmosfera experimenta vários tipos de distúrbios transientes, tanto de origem tropical como extratropical. Os distúrbios transientes de alta frequência mais comuns são as frentes frias. Os sistemas frontais são de grande importância devido ao fato de provocarem mudanças significativas no tempo em diversas partes do globo, principalmente na região subtropical e de latitudes médias e altas. As frentes frias atuam durante todo o ano. No inverno, as massas de ar frio penetram sobre o continente na retaguarda das frentes frias, podendo causar geadas fortes no estado do Rio Grande do Sul. No verão, a entrada de ar frio não provoca quedas tão bruscas na temperatura. No entanto, organiza atividade convectiva e chuva em áreas onde normalmente há pouca precipitação (Garreaud, 2000).

Observa-se em praticamente todas as estações do ano que a direção predominante do vento sobre a região de estudo é de leste/sudeste, exceto no inverno, com ventos soprando de sul devido à passagem dos sistemas frontais.

A precipitação total anual é da ordem de 1423 mm, sendo bem distribuída ao longo do ano. novembro é o mês menos chuvoso e junho, o mais chuvoso.

Neste estudo foi utilizada a estação de monitoramento do município de Montenegro, local próximo ao empreendimento. O resultado do monitoramento da qualidade do ar pode ser visto na Figura 80, onde pode-se observar que, dentre os últimos 12 meses, em apenas 1 mês o material particulado ultrapassou o limite de boa qualidade do ar, fato que ocorreu no mês de novembro, sendo este mês menos chuvoso, o que contribui para uma menor dispersão atmosférica.

O dióxido de enxofre superou o limite de boa qualidade do ar apenas no mês de agosto de 2008, conforme pode ser visto no último gráfico da Figura 80.



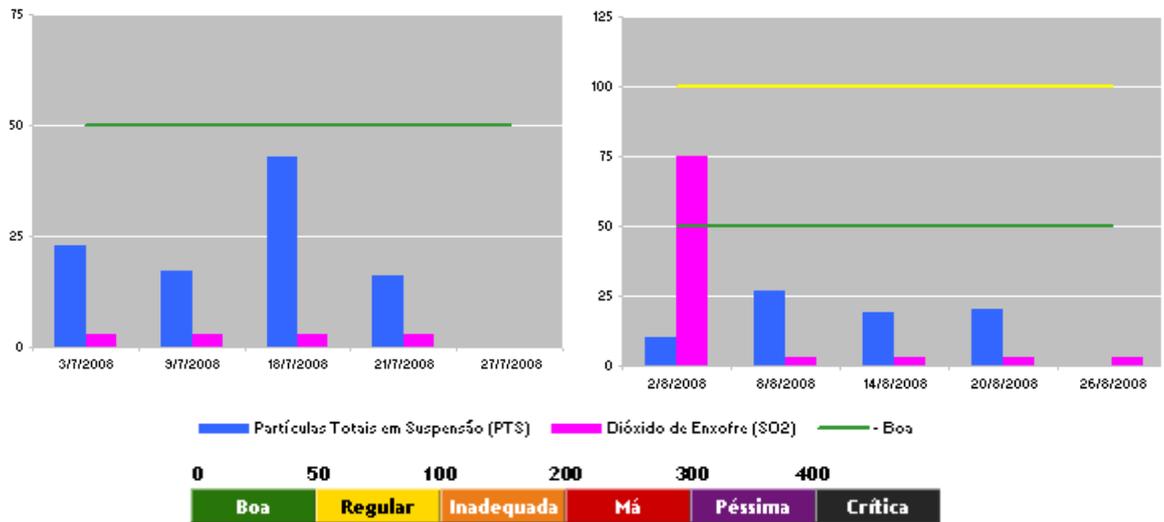
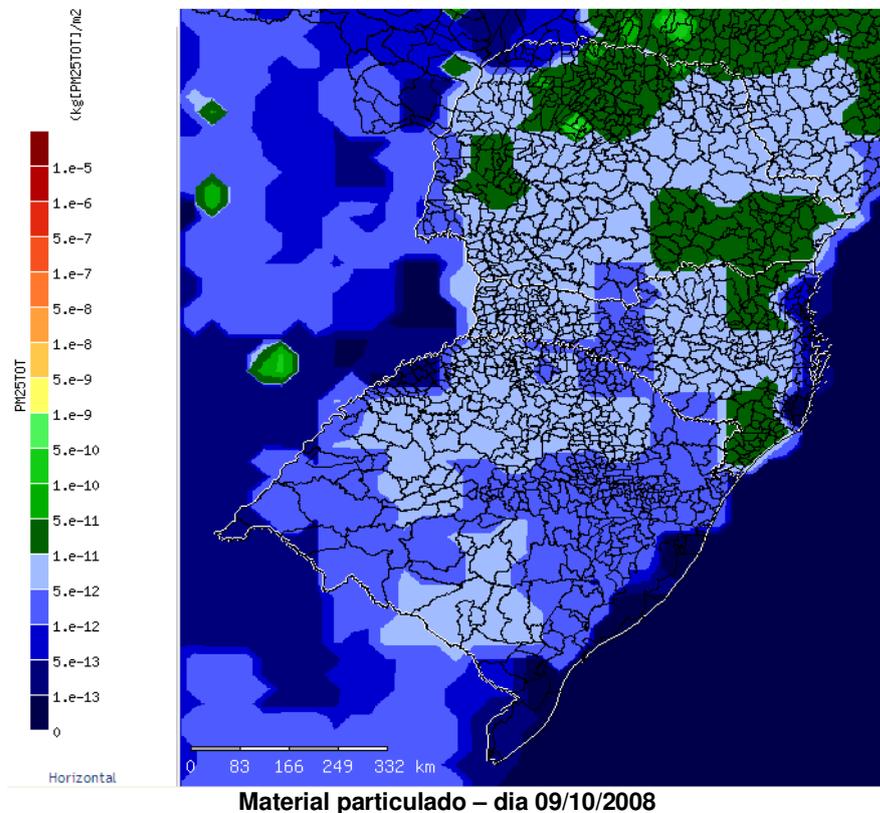
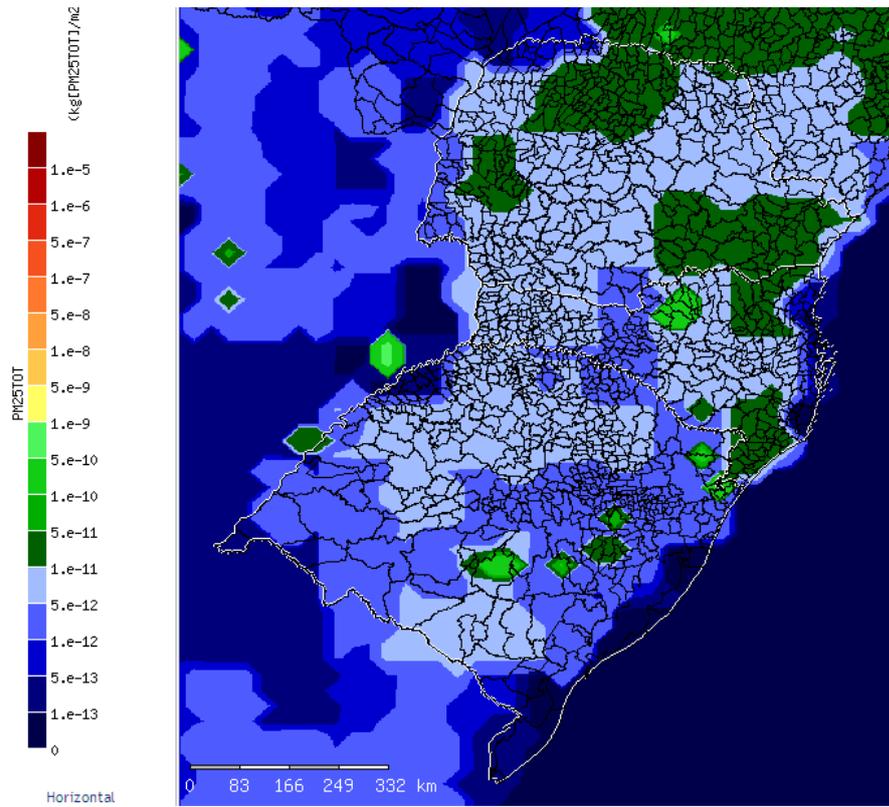


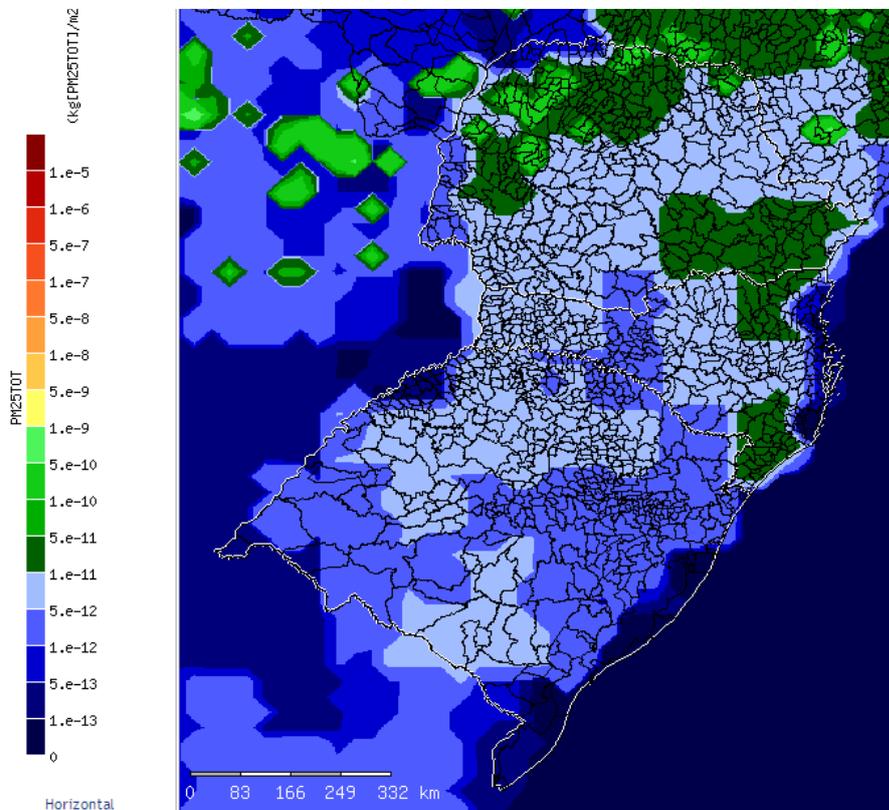
Figura 80 – Monitoramento da qualidade do ar
Fonte: FEPAM.

Também foram utilizados dados do modelo atmosférico CATT-BRAMS (*Coupled Aerosol and Tracers Transport model to the Brazilian Regional Atmospheric Modeling System*). O resultado dessa simulação está apresentado na Figura 81, que mostra o resultado para os dias 09 e 04 de outubro e 29 de setembro, do ano 2008, para o material particulado, mostrando um pequeno aumento no dia 04 de outubro.





Material particulado – dia 04/10/2008



Material particulado – dia 29/09/2008

Figura 81 – Taxa de emissão de material particulado
Fonte: CPETC/INPE.

Embora não tenha sido realizada nenhuma medição específica para a condição atmosférica na Área de Influência Direta do empreendimento, os registros realizados nas cercanias da Área de Influência Indireta e as condições de contorno específicas que se apresentam permitem estabelecer uma avaliação consistente da qualidade do ar.

Algumas medidas estão, a seguir, recomendadas, para a fase de instalação do empreendimento, com o objetivo de mitigar os potenciais impactos:

- planejamento do transporte;
- controle do teor de umidade do solo;
- proteção individual de segurança para os funcionários;
- controle e manejo das velocidades médias e níveis de emissões dos veículos.

5.2 MEIO BIÓTICO

A caracterização do meio biótico, aqui apresentada, abrange a flora em todas as fitofisionomias locais, os corredores ecológicos, a estimativa das áreas a serem suprimidas e o percentual de cada tipologia vegetal na AID.

No que se refere à fauna, foram estudadas a ictiofauna, a herpetofauna, a avifauna e a mastofauna. Os levantamentos foram primários e secundários, e sendo também apontados os organismos bioindicadores.

O segmento da BR-386 objeto do projeto de duplicação atravessa seis municípios no estado do Rio Grande do Sul. São eles: Triunfo, Tabaí, Taquari, Fazenda Vilanova, Bom Retiro do Sul e Estrela.

Nos municípios de Triunfo, Taquari e Bom Retiro do Sul o traçado da rodovia passa em área limítrofe com outros municípios, que se caracterizam como áreas rurais e com baixa ocupação territorial.

Entretanto, em Tabáí, Fazenda Vilanova e Estrela, a rodovia atravessa e corta os núcleos urbanos desses municípios, sendo também importante ressaltar que ocorrem aglomerados urbanos dentro destes municípios distantes dos núcleos centrais.

5.2.1 METODOLOGIA APLICADA

Esta análise foi executada de forma integrada, multi e interdisciplinar, com base nas informações obtidas de dados primários e secundários.

A coleta de dados primários considerou as variações sazonais da região sendo realizada em duas campanhas de sete dias de duração cada: a primeira no inverno e a segunda na primavera de 2008.

Os resultados dos levantamentos e estudos são apresentados de forma descritiva e complementados por figuras, gráficos e mapas.

O trecho da Rodovia BR-386 situa-se na Região Hidrográfica do Guaíba especificamente na bacia hidrográfica do rio Taquari-Antas, passando por uma pequena porção da bacia do rio Caí. Essa bacia está situada entre os domínios vegetacionais denominados de Floresta Ombrófila Mista, divididas conforme a altura de sua posição em: Floresta Submontana (até 440 m), Floresta Montana (de 400 até 1000 m) e Floresta Alto Montana (acima de 1000 m). Em formações vegetais nativas desta região, são encontradas as seguintes espécies: Estrato emergente com a *Araucaria angustifolia* (pinheiro-do-paraná); Estrato dominante – *Cryptocarya aschersoniana* (canela-areia), *Ocotea puberula* (canela-sebo), *O. pulchella* (canela-lajeana), *Prunus sellowii* (pessegueiro-bravo), *Mimosa scabrella* (bracatinga) e muitas outras. Nas áreas de submata são encontradas *Lithraea brasiliensis* (aroeira), *Calyptranthes concinna* (guamirim-ferro), *Myrceugenia euosma* (guamirim), *Myrciaria tenella* (cambuím) e *Ilex paraguaiensis* (erva mate) (Rambo, 1994).

Construções de rodovias afetam os ecossistemas de diferentes formas, aumentando a mortalidade devido à construção da estrada ou à colisão com veículos, modificando o comportamento animal, alterando física e quimicamente o ambiente, favorecendo a dispersão de espécies exóticas, e promovendo demais alterações e usos da paisagem pelo homem (Forman e Alexander, 1998; Trombulak e Frissell, 2000).

A borda com a rodovia, também promove alterações microclimáticas na temperatura e umidade, velocidade do vento e níveis de insolação, que podem afetar a fauna diretamente ou através da mudança na composição da vegetação ao lado da estrada (Matlack, 1994). Espécies de interior de mata que evitam áreas de borda podem considerar áreas próximas a rodovias como desfavoráveis (Reijnen *et al.*, 1995), enquanto que outras que toleram bordas podem sofrer aumento na predação e parasitismo ou mesmo serem atropeladas (Githiru *et al.*, 2005). No entanto, em áreas de intensa agricultura, a rodovia pode ter um efeito benéfico, contribuindo para a manutenção da vegetação nativa e locais de nidificação (Forman e Alexander, 1998).

5.2.2 FLORA

5.2.2.1 Metodologia

A cobertura vegetal na Área de Influência Indireta (AII) foi caracterizada a partir de dados secundários, constantes em bibliografia especializada e trabalhos científicos publicados e realizados na região. Neste sentido, buscou-se apoio no Centro Universitário UNIVATES, procurando contatar os pesquisadores da área de botânica para indicação de trabalhos publicados. A universidade mostrou-se interessada em colaborar, colocando-se à disposição para receber e incorporar o material coletado (exsicatas) em seu herbário (HUNIVATES).

Na Área de Influência Direta (AID) foram selecionados, em imagem aérea, sítios representativos da cobertura vegetal regional, a fim de que fossem visitados nos trabalhos de campo. Levou-se em consideração na escolha dos sítios:

- a) o tipo de vegetação (floresta de galeria, fragmento florestal, floresta de morros areníticos, banhado, entre outros);
- b) a viabilidade de acesso;
- c) a distribuição equitativa ao longo dos 35,2 km do trecho em análise.

Nos trechos visitados em campo aplicou-se a metodologia do caminhamento (Filgueiras *et al.*, 1994) (ver localização dos pontos amostrais no Anexo II e no Mapa 14 – Unidades de Paisagem e Pontos de Amostragem de Flora – Apêndice I). Os trechos visitados foram percorridos intensivamente, até não mais haver acréscimos significativos de espécies ao inventário. Ao mesmo tempo, foram estimados os valores de abundância, do estrato de ocorrência de cada espécie e do estado de conservação das comunidades.

Subsidiariamente valeu-se, tanto na caracterização mais ampla (AII) como na mais restrita (AID), de informações fornecidas por moradores a respeito da cobertura vegetal existente na região.

5.2.2.2 Área de Influência Indireta

A Área de Influência Indireta abrange um polígono com 1.650 km², localizado na Depressão Central Gaúcha e na Encosta Inferior do Nordeste (Fensterseifer, 1999). O traçado da BR-386 no trecho em estudo cruza transversalmente estas duas regiões fisiográficas. A maior parte da AII ocupa os terrenos fortemente ondulados da Encosta da Serra. Uma parte menor, situada a sudoeste da rodovia, apresenta relevo do tipo suave ondulado, que predomina na Depressão Central.

Diretamente relacionado ao tipo de relevo, a vegetação também se apresenta diferente nos extremos da AII. A Encosta da Serra é o sítio preferencial da Floresta Estacional Decidual, denominação adotada pelo Projeto RADAMBRASIL (Teixeira *et al.*, (1986), Leite (2002) e IBGE (2004)). Originalmente, esta floresta deveria cobrir, sob forma contínua, toda encosta média e inferior do planalto. No outro extremo da AII, junto ao curso inferior do rio Taquari, a floresta sofria uma retração para os terrenos laterais aos cursos d'água (barrancas e várzeas), deixando espaço para as formações campestres e configurando a Área de Tensão Ecológica do tipo Floresta Estacional/Savana (Teixeira *et al.*, *op. cit.*) ou, segundo a classificação mais recente do IBGE (2004), do tipo Floresta Estacional/Estepe.

Nas altitudes mais elevadas da AII, entre as cotas de 30 e 400 metros, a Floresta Estacional está representada pela formação submontana. Nas partes mais baixas da

All (coxilhas suaves e várzeas), entre 5 e 30 metros de altitude, é classificada como formação das terras baixas.

A formação **submontana**, segundo Teixeira *et al.* (1986), caracterizava-se pela presença de um estrato emergente, composto por espécies decíduas como grápia (*Apuleia leiocarpa*), angico (*Parapiptadenia rigida*), cabreúva (*Myrocarpus frondosus*) e louro (*Cordia trichotoma*); um estrato dominado (dossel) composto por guajuvira (*Patagonula americana*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), canela-preta (*Nectandra megapotamica*), canela-guaicá (*Ocotea puberula*), batinga (*Eugenia rostrifolia*) e mata-olho (*Pachystroma longifolium*); e sub-bosque, formado predominantemente por laranjeira-do-mato (*Gymnanthes concolor*), cincho (*Sorocea bonplandii*) e catiguá (*Trichilia claussenii*).

A formação das **terras baixas** (IBGE, 2004), anteriormente classificada por Teixeira *et al.* (*op. cit.*) como formação aluvial, apresentava variações estruturais e florísticas dependendo das condições locais do terreno. As principais espécies citadas como componentes dos locais inundados esporadicamente são açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), guajuvira (*Patagonula americana*), angico (*Parapiptadenia rigida*), marmeleiro-do-mato (*Ruprechtia laxiflora*), camboatá (*Cupania vernalis*), branquilho (*Sebastiania brasiliensis*), sarandi (*Phyllanthus sellowianus*), mata-olho (*Pouteria salicifolia*), chá-de-bugre (*Casearia silvestris*) e taquaruçu (*Guadua trinii*). Nos trechos de drenagem lenta, o estrato arbóreo é aberto, dominado por corticeira-do-banhado (*Erythrina cristagalli*), salseiro (*Salix humboldtina*), branquilho (*Sebastiania commersoniana*) e leiteiro (*Sapium glandulosum*), em meio a uma cobertura dominada por gramíneas e ciperáceas altas.

Klein (1985) publicou uma síntese do conceito ecológico da Floresta Estacional, valendo-se não apenas de importantes subsídios deixados por Rambo (1935; 1942 e 1956), mas também de observações realizadas a campo no Rio Grande do Sul, por ocasião do Projeto RADAMBRASIL.

O conceito de Floresta Estacional está relacionado diretamente ao fator climático, caracterizado pela ocorrência de dois períodos distintos, um seco e outro chuvoso. No Rio Grande do Sul, pelo menos na maior parte do território, as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, ficando a estacionalidade por conta dos meses com temperatura média inferior a 15°C, responsável por um estado de “seca fisiológica”, que se abate sobre as espécies de origem tropical.

Entre estas espécies de origem tropical, cujo efeito da seca fisiológica acarreta a queda foliar e, portanto, responsáveis pelo epíteto “Decidual”, Klein (*op. cit.*) cita basicamente as mesmas já registradas acima para o estrato emergente da formação submontana, e mais algumas: grápia, angico, cabreúva, louro, canafístula e timbaúva. Estas espécies teriam migrado a partir da Bacia Paraná-Uruguai, subindo pelos afluentes da margem esquerda do rio Uruguai, e daí para as nascentes do rio Jacuí.

Através do vale do Jacuí alcançaram a Depressão Central, vindo a ocupar grande parte dos vales do Taquari, Caí e Sinos.

A araucária (*Araucaria angustifolia*) ocorre em meio da floresta estacional, principalmente na primeira metade do trecho sob licenciamento, isto é, nos municípios de Tabaí, Paverama, Taquari e Fazenda Vilanova. A presença da araucária nesta altitude é brevemente citada por Klein (1985). Ocorrendo sob a forma relictual, seriam testemunhos do domínio da araucária, que teve seu ótimo numa condição climática anterior àquela que propiciou o avanço das espécies tropicais.

Originalmente, a Floresta Estacional deveria cobrir a maior parte da superfície desta região, senão toda. A partir da colonização européia, na segunda metade do século XIX, a cobertura florestal foi extensivamente substituída por lavouras, permanecendo apenas alguns remanescentes de floresta primária, em terrenos que nunca prestaram à agricultura. Durante várias gerações foi praticada agricultura familiar, focada na produção de milho, feijão, trigo, hortaliças e frutas, criação intensiva de gado leiteiro, e outras culturas de subsistência.

O aparecimento de indústrias e o desenvolvimento do comércio e do setor de serviços provocaram mudanças significativas nos últimos 30 anos no Vale do Taquari. Em 1970, três quartos da população vivia no meio rural e, passadas três décadas, o quadro praticamente se inverteu: hoje 72% das pessoas vivem na zona urbana. Nos pequenos municípios se destaca o setor da agropecuária, enquanto nos municípios maiores sobressaem-se atividades ligadas à indústria e ao setor de serviços e comércio (UNIVATES, 2008).

Atualmente verifica-se, em grande parte da região, o abandono das gerações mais novas, em troca da vida nos centros urbanos. A vocação das propriedades migrou significativamente para o reflorestamento de acácia e eucalipto, como forma de ocupar a terra com menos trabalho. Concomitantemente verificou-se uma recuperação de áreas com vegetação florestal nativa secundária, em estágio inicial e médio de regeneração (Rempel *et al.*, 2001). É provável que esta recuperação, no entanto, esteja desfalcada de várias espécies importantes, já que os bancos genéticos para este processo são reduzidos, tanto em área física como em diversidade. A cobertura vegetal da Área de Influência Indireta pode ser visualizada no Mapa 2 – Tipologias Vegetais nas Áreas de Influência do Empreendimento – Apêndice I.

Os trabalhos na área de botânica, realizados na região por acadêmicos do Centro Universitário UNIVATES, concentraram-se na flora epifítica (Freitas e Jasper 2001; Bruxel e Jasper 2005; Jasper *et al.*, 2005), levados à efeito para viabilizar mitigações ambientais decorrentes de pequenas centrais hidrelétricas.

Estão também relacionados à cobertura vegetal os trabalhos realizados na área de sensoriamento remoto (Eckardt *et al.*, 2007; Rempel *et al.*, 2001).

5.2.2.3 Área de Influência Direta

A cobertura vegetal na Área de Influência Direta (Mapa 2 – Tipologias Vegetais nas Áreas de Influência do Empreendimento – Apêndice I), de modo geral, se enquadra como representante da Floresta Estacional Decidual. Grande parte da área apresentava-se, originalmente, como floresta contínua, especialmente na região da encosta e sopé da Serra Geral. Uma pequena parte da AID encontra-se sobre os terrenos planos a levemente ondulados, onde a floresta estava originalmente confinada aos terrenos das planícies de inundação do rio Taquari e seus afluentes do curso inferior. Neste trecho, a extensão das florestas não sofreu tanta redução no período histórico, comparativamente à região mais alta.

Nas observações realizadas em campo, os remanescentes de floresta nativa foram reunidos em cinco categorias, definidos segundo a fisionomia da própria floresta e do ambiente sobre o qual se desenvolve.

As categorias criadas foram:

1. Florestas de Galeria;
2. Fragmentos Florestais;
3. Florestas de Morros Areníticos;
4. Vegetação de Ambientes Abertos;
5. Áreas Antropizadas; as quais serão descritas neste capítulo.

5.2.2.3.1 Florestas de galeria

Consideraram-se como florestas de galeria os remanescentes em cujo interior existe um curso d'água. É provável que estes remanescentes tivessem uma extensão maior, originalmente, ou mesmo ocorressem em continuidade com a capa florestal das terras mais altas. Independente da origem, se natural ou resultado da redução da floresta, fato é que atualmente existe uma faixa mais ou menos concentrada nas laterais dos cursos d'água mais significativos.

A composição e estrutura destas florestas também apresentam diferenças em relação aos outros remanescentes florestais da região, o que reforça a validade de separá-las numa categoria.

Caracterizam-se, os representantes deste tipo de floresta, por uma estrutura sensivelmente menos desenvolvida do que as florestas que revestem os terrenos mais altos e enxutos. A altura média é geralmente inferior a 10 metros, e os diâmetros dos troncos inferiores a 30 cm. Aparentemente existe um número menor de espécies dominantes, dentre as quais o branquilha (*Sebastiania commersoniana*) tem posição de destaque. Algumas espécies têm ocorrência exclusiva ou preferencial neste tipo de ambiente como, por exemplo, o sarandi (*Pouteria salicifolia*), o salseiro (*Salix humboldtiana*), o leiteiro (*Sapium glandulosum*), o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), o

marmeleiro-do-mato (*Ruprechtia laxiflora*). Uma espécie decisiva na fisionomia das florestas de galeria é o taquaruçu (*Guadua trinii*), presente exclusivamente nas florestas que revestem solos úmidos (Figura 82 e Figura 83).



Figura 82 – Floresta de galeria no arroio Estrela, evidenciando a presença de *Morus nigra*, no primeiro plano; *Guadua trinii* e *Luehea divaricata* ao fundo



Figura 83 – Detalhe mostrando o taquaruçu (*Guadua trinii*), espécie exclusiva das florestas de galeria, onde por vezes pode formar emaranhados intransponíveis

Embora exótica, a amoreira (*Morus nigra*), se destaca na fisionomia das florestas de galeria em muitos trechos, demonstrando a grande aptidão desta espécie em colonizar espaços nas matas nativas ribeirinhas.

Em alguns trechos a vegetação florestal é substituída por uma matriz herbáceo-arbustiva, com presença de espécimes arbóreos isolados. É o reino da vegetação palustre, dominada por ciperáceas (*Rhynchospora* sp., *Scleria* sp.), do caraguatá (*Eryngium pandanifolium*), do maricá (*Mimosa bimucronata*) e da corticeira-do-banhado (*Erythrina cristagalli*).

5.2.2.3.2 Fragmentos florestais

Trata-se, neste relatório, pela denominação “fragmentos florestais” os remanescentes que revestem os terrenos mais elevados e enxutos, tais como os flancos e topos de coxilhas. Justifica-se o termo porque, muito provavelmente, estes remanescentes sejam o que sobrou (ou regenerou) de uma matriz florestal contínua, profundamente modificada no período histórico. A posição, revestindo solos profundos e férteis, foi decisiva para sua substituição por lavouras.

Destaca-se, em primeira mão, a estrutura vigorosa destas florestas. Num raro remanescente de floresta primária, a altura média do dossel foi avaliada em 20 metros, e a dos espécimes emergentes em 25 metros. Os diâmetros de tronco são muito variados, havendo espécimes com DAP em torno dos 70 cm. As lianas também se destacam, com diâmetros calibrosos e ancoradas nas copas mais altas da floresta.

Entre as espécies emergentes, as mais importantes são a grápia (*Apuleia leiocarpa*), o ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*), o cedro (*Cedrela fissilis*), o louro (*Cordia trichotoma*) e a cabreúva (*Myrcarpus frondosus*). No dossel, o estrato arbóreo contínuo, está a maior diversidade de espécies arbóreas, dentre as quais as mais comuns são as

canelas (*Nectandra megapotamica* e *Ocotea puberula*), o açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), o ingá-macaco (*Inga sessilis*), a batinga (*Eugenia rostrifolia*), a caroba (*Jacaranda micrantha*), o tanheiro (*Alchornea triplinervia*) e as figueiras (*Ficus luschnathiana*, *F. adhatodifolia*, *F. cestrifolia*) (Figura 84 e Figura 85).



Figura 84 – Exemplo de ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla*) florido, testemunho de uma época em que as florestas estacionais cobriam grande parte da região



Figura 85 – Interior de um fragmento florestal primário, em cujo interior houve, possivelmente, corte seletivo. O exemplar ao centro é um cedro (*Cedrela fissilis*)

No sub-bosque novamente ocorre uma diminuição de espécies componentes, havendo geralmente uma meia dúzia predominando em cada fragmento. São frequentes o cincho (*Sorocea bonplandii*), a laranjeira-do-mato (*Gymnanthes concolor*), a cutia (*Esenbeckia grandiflora*), pau-d'arco (*Guarea macrophylla*), e várias espécies de mirtácea.

Em alguns trechos da AID, a araucária (*Araucaria angustifolia*) evidencia-se na paisagem, despontando como espécie emergente. A presença da araucária em altitudes tão baixas pode ser relictual, assinalando o domínio desta espécie em períodos anteriores, sob condições climáticas diferentes da atual. Por se tratar de uma espécie com grande utilidade para o homem, poderia ter se disseminado na região a partir de algumas matrizes introduzidas, até mesmo pelos indígenas. De qualquer modo, a araucária parece estar inserida naturalmente nestes trechos, embora sua regeneração natural esteja visivelmente prejudicada. Indivíduos jovens desta espécie são raros de encontrar.

Remanescentes bem preservados, como descritos aqui, são raros na região. Predominam remanescentes em estágio médio e inicial de regeneração, que têm aumentado sua extensão nos anos mais recentes. Esta sensível recuperação da

cobertura florestal nativa se deve ao decréscimo da população de pequenos agricultores (Figura 86).

Nos remanescentes menos desenvolvidos a riqueza de espécies arbóreas parece estar se mantendo. São encontradas as mesmas espécies dos relictos de floresta primária, inclusive formas jovens de espécies emergentes (grápia e cabreúva, por exemplo). A diferença estrutural, por outro lado, salta aos olhos. Os diâmetros de tronco são menores e mais uniformes, a densidade é maior e não há estratificação evidente. A altura é, em média, inferior a 10 m (Figura 87).



Figura 86 – Fragmento florestal em estágio médio de regeneração, com presença da araucária em mistura com os elementos da floresta estacional decidual



Figura 87 – Típico representante de floresta em estágio médio de regeneração, evidenciando a falta de estratificação e a uniformidade de diâmetros de tronco

5.2.2.3.3 Encostas de morros areníticos

A vegetação que encobre as encostas de morros areníticos, no mapeamento, está na mesma categoria dos Fragmentos Florestais, devido à dificuldade operacional de separar as duas fisionomias na imagem (Figura 88).

Os morros areníticos ocorrem ao longo da Depressão Central, acompanhando o sopé da Serra Geral. Em alguns trechos neste longo percurso, os morros apresentam maior altura e expõem o arenito Botucatu em paredões. Um grupo deles encontra-se na região metropolitana de Porto Alegre, formado pelos morros de Sapucaia, do Paula, das Cabras e Itacolomi. Mas talvez o grupo mais numeroso encontre-se entre Montenegro e Tabai, em parte incluído na área de influência da BR-386.

São considerados testemunhos da história geológica de toda metade norte do estado. Formados quase totalmente pelo arenito de deposição eólica, alguns apresentam, no topo, restos do basalto que encobriu quase todo imenso deserto que ocupava o sul do Brasil (FZB, 1976).

A vegetação que reveste as encostas areníticas apresenta forte gradiente, resultado da diminuição progressiva da camada de solo em direção ao alto. Na base, abrigam uma floresta alta, formada por espécimes de portes variados, evidenciando o estado primário. Esta situação é encontrada junto da base dos paredões, onde o solo

inclinado e minado por grandes blocos de pedra sempre dificultaram o aproveitamento agrícola.

Na medida em que sobe o morro, o solo cada vez menos espesso, abriga uma floresta progressivamente mais baixa. Ainda assim nota-se, pela diversidade de formas biológicas e de diâmetros, que se trata de uma vegetação pouco modificada.

De maneira geral, no componente arbóreo, predominam o branquilha (*Sebastiania commersoniana*), o cincho (*Sorocea bonplandii*), o tanheiro (*Alchornea triplinervia*), a laranjeira-do-mato (*Gymnanthes concolor*), o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) e várias mirtáceas. A figueira-de-folhas-miúda (*Ficus cestrifolia*) destaca-se por ocorrer sobre blocos de pedra, deixando à mostra grande parte das raízes mais grossas. Destaque deve ser dado às bromeliáceas, pteridófitas e gesneriáceas, que revestem rochas e/ou epifitam as árvores. Entre as bromélias, destacam-se localmente a *Aechmea calyculata*, *Vriesea friburguensis*, *Vriesea gigantea*, *Vriesea platynema* e *Dyckia maritima*. Entre as pteridófitas, merecem citação uma espécie de Cyatheaceae e uma Hymenophyllaceae, ambas habitando a parte sombreada dos paredões (Figura 89).

Por sua condição de preservação e de destaque na paisagem, estes morros merecem toda atenção para garantir sua conservação.



Figura 88 – Morro arenítico próximo da sede de Tabai, numa das pontas do trecho da BR-386 sob licenciamento; note-se a cobertura florestal contínua no morro



Figura 89 – Interior da floresta na base de um paredão de arenito

5.2.2.3.4 Vegetação de ambientes abertos (campo, pastagem, potreiro)

Grande parte da área de influência da rodovia está coberta por vegetação herbácea e raramente se encontra um trecho com vegetação não alterada. Predominam os campos modificados, onde o manejo regular propiciou o domínio de umas poucas espécies de gramíneas estoloníferas (Figura 90 e Figura 91).

Entre as espécies mais abundantes nos campos e potreiros estão as gramíneas do gênero *Paspalum* e *Aristida*, compostas (*Baccharis*, *Solidago*, *Eupatorium* e *Senecio*), e leguminosas (*Desmodium*, *Trifolium*). Uma espécie que se destaca é a paina-de-

sapo (*Asclepias curassavica*), pois ostenta floração chamativa durante vários meses do ano.

Não se apresentam, no trecho sob influência direta, espécies com importância para a conservação.



Figura 90 – Típico potreiro ou campo de pastagem da região, no primeiro plano, onde a diversidade é muito baixa



Figura 91 – Outro exemplo de potreiro, neste caso com gramíneas exóticas formando a matriz da cobertura vegetal

5.2.2.3.5 Áreas antropizadas (reflorestamentos, lavoura e solo exposto)

No que diz respeito à cobertura vegetal, as áreas antropizadas na área de influência direta e indireta estão fortemente representadas pelos florestamentos de eucalipto e acácia (Figura 92 à Figura 95). Nestes florestamentos adensados e geométricos não ocorrem espécies nativas.



Figura 92 – Plantações comerciais de eucalipto e acácia-negra dominam grande parte da região...



Figura 93 – ... e sua importância econômica pode ser vista na beira das estradas secundárias

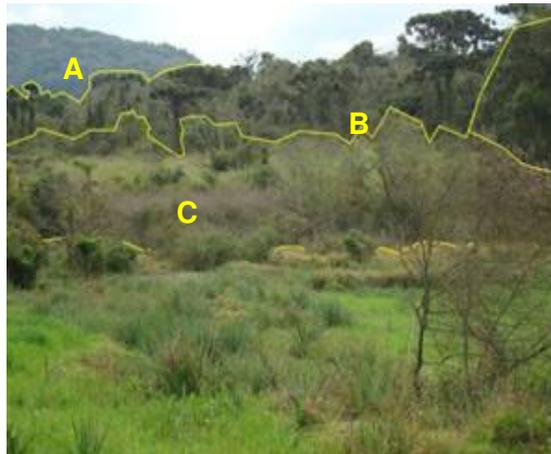


Figura 94 – Paisagem preservada, com Floresta de Encosta de Morro Arenítico (A), Fragmento Florestal com Araucária (B), Floresta de Galeria com taquaruçu (C) e vegetação palustre adjacente

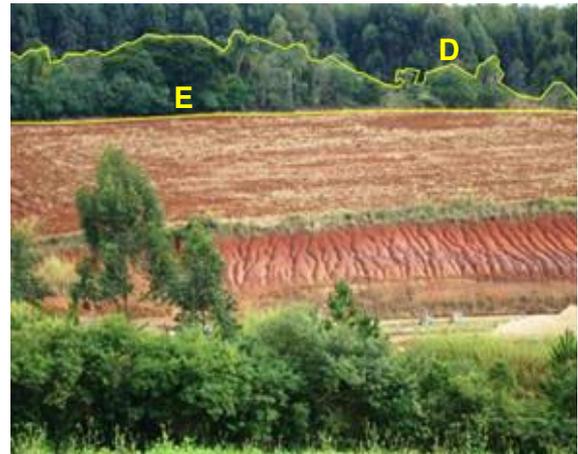


Figura 95 – Paisagem mais facilmente encontrada na região, com floresta comercial de eucalipto (D), uma pequena faixa de mata nativa em estágio médio (E) e o solo exposto preparado para o plantio

5.2.2.4 Levantamento florístico

Quadro 15 – Lista das espécies identificadas na área de influência da BR-386 e respectivas informações ecológicas

Hábito (A árvore; B arbusto; E erva; T trepadeira; P epífita; H hemiparásita; M macrófita aquática). A coluna “Importância” refere-se ao uso econômico que a espécie tem na região, ou a importância que a espécie desempenha no *habitat* (M medicinal; E econômico/madeireiro; O ornamental; F alimento para fauna); Status de conservação (Im - imune ao corte pelo Código Florestal Estadual; Vu - vulnerável e En - em perigo, segundo o Decreto Estadual 42099/02)

| Família Espécie | Nome-popular | Floresta de Terras Baixas | Floresta Submontana | Floresta de Morros Areníticos | Herbáceo / Arbustivo | Sub-bosque / Borda | Dosel / Emergente | Hábito | Importância | Status de conservação |
|---------------------------------|------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|-------------------|--------|-------------|-----------------------|
| Araucariaceae | | | | | | | | | | |
| <i>Araucaria angustifolia</i> | araucária | | X | | | | X | A | E | Vu |
| Acanthaceae | | | | | | | | | | |
| <i>Justicia brasiliana</i> | junta-de-cobra | X | X | X | X | | | E | F | |
| <i>Justicia</i> sp.1 | - | | | X | X | | | E | | |
| <i>Ruellia sanguinea</i> | flor-de-fogo | X | X | X | X | | | E | F | |
| Anacardiaceae | | | | | | | | | | |
| <i>Schinus molle</i> | aroeira-salso | X | | | | X | | A | F | |
| <i>Schinus polygamus</i> | assobieira | X | | | | X | | A | F | |
| <i>Schinus terebinthifolius</i> | aroeira-vermelha | X | X | X | | X | | A | F | |
| <i>Lithraea brasiliensis</i> | aroeira-braba | X | | X | | | X | A | F | |
| Annonaceae | | | | | | | | | | |
| <i>Rollinia salicifolia</i> | araticum | | X | X | | X | X | A | F | |

| Família Espécie | Nome-popular | Floresta de Terras Baixas | Floresta Submontana | Floresta de Morros Areníticos | Herbáceo / Arbustivo | Sub-bosque / Borda | Dossel / Emergente | Hábito | Importância | Status de conservação |
|----------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|-------------|-----------------------|
| <i>Rollinia rugulosa</i> | araticum | | X | X | | X | X | A | F | |
| Apiaceae | | | | | | | | | | |
| <i>Eryngium pandanifolium</i> | caraguatá | X | | | X | | | E | | |
| <i>Eryngium horridum</i> | gravatá | X | | X | X | | | E | | |
| Apocynaceae | | | | | | | | | | |
| <i>Aspidosperma australe</i> | pequiá | | X | X | | | X | A | E | |
| <i>Tassadia subulata</i> | - | X | X | X | X | X | | T | | |
| Aquifoliaceae | | | | | | | | | | |
| <i>Ilex brevicuspis</i> | caúna | | | X | | | X | A | F | |
| <i>Ilex dumosa</i> | caúna | X | | | | | X | A | F | |
| Araceae | | | | | | | | | | |
| <i>Spathicarpa hastifolia</i> | lírio-do-mato | X | X | | X | | | E | | |
| Araliaceae | | | | | | | | | | |
| <i>Schefflera morototoni</i> | caixeta | | X | | | | X | A | F | |
| <i>Dendropanax cuneatus</i> | - | X | | | | X | X | A | F | |
| Arecaceae | | | | | | | | | | |
| <i>Bactris lindmanniana</i> | tucum | | X | | | X | | B | F | |
| <i>Butia capitata</i> | butiá | X | X | | | X | | A | E | En |
| <i>Butyragrus x nabonnandii</i> | (híbrido) | | X | | | X | | A | | |
| <i>Syagrus romanzoffiana</i> | jerivá | X | X | X | | X | X | A | E | |
| Aristolochiaceae | | | | | | | | | | |
| <i>Aristolochia triangularis</i> | cipó-mil-homens | X | X | X | X | X | | T | M | |
| ASTERACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Achyrocline satureioides</i> | marcela | X | | X | X | | | E | M | |
| <i>Baccharis anomala</i> | - | X | | X | X | | | T | | |
| <i>Baccharis articulata</i> | carqueja | X | | | X | | | E | M | |
| <i>Baccharis dracunculifolia</i> | vassoura | X | | X | X | X | | B | | |
| <i>Baccharis trimera</i> | carqueja | X | | | X | | | E | M | |
| <i>Calea pinnatifida</i> | quebra-tudo | X | | X | | X | | T | | |
| <i>Chaptalia nutans</i> | língua-de-vaca | X | | X | X | | | E | | |
| <i>Dasyphyllum tomentosum</i> | sucará | X | | | | X | X | A | | |
| <i>Eupatorium</i> sp. | - | X | | | X | | | B | | |
| <i>Gochnatia polymorpha</i> | cambará | X | | X | | X | X | A | M | |
| <i>Mikania laevigata</i> | guaco | | | X | X | X | | T | M | |
| <i>Mikania</i> sp.1 | - | | | X | X | X | | T | | |
| <i>Mikania</i> sp.2 | - | | X | X | X | X | | T | | |

| Família Espécie | Nome-popular | Floresta de Terras Baixas | Floresta Submontana | Floresta de Morros Areníticos | Herbáceo / Arbustivo | Sub-bosque / Borda | Dossel / Emergente | Hábito | Importância | Status de conservação |
|-----------------------------------|------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|-------------|-----------------------|
| <i>Mikania</i> sp.3 | - | X | | | X | X | | T | | |
| <i>Mutisia</i> sp. | - | | | X | X | | | T | | |
| <i>Piptocarpha sellowii</i> | braço-forte | X | X | | | | X | T | M | |
| <i>Piptocarpha tomentosa</i> | pau-toucinho | | X | | | X | X | A | | |
| <i>Senecio bonariensis</i> | margaridão | X | | | X | | | E | | |
| <i>Trixis praestans</i> | assa-peixe | X | | X | X | X | | B | | |
| <i>Vernonia balansae</i> | tatatai | | X | X | X | | | E | | |
| BEGONIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Begonia</i> sp. | begônia | | X | X | X | | | E | | |
| BIGNONIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Arrabidaea</i> sp. | cipó-cobre | | | X | | X | | T | | |
| <i>Jacaranda micrantha</i> | caroba | | X | X | | | X | A | E | |
| <i>Pithecoctenium cruccigerum</i> | pente-de-macaco | X | X | X | | X | | T | | |
| <i>Pyrostegia venusta</i> | cipó-de-são-joão | X | | X | | X | | T | | |
| <i>Tabebuia heptaphylla</i> | ipê-roxo | | X | | | | X | A | E | |
| <i>Tabebuia pulcherrima</i> | ipê-amarelo | | | X | | | X | A | | |
| <i>Tecoma stans</i> | ipê-mirim | X | X | | | X | | A | | |
| BORAGINACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Cordia americana</i> | guajuvira | | X | X | | X | | A | E | |
| <i>Cordia ecalyculata</i> | caxinguelezeiro | X | | X | | | | A | F | |
| <i>Cordia trichotoma</i> | louro-pardo | | X | | | | X | A | E | |
| BROMELIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Aechmea calyculata</i> | bromélia | | | X | X | | | P | O | |
| <i>Aechmea recurvata</i> | bromélia | | X | X | X | | | P | O | |
| <i>Billbergia nutans</i> | bromélia | X | X | X | X | | | P | O | |
| <i>Bromelia antiacantha</i> | banana-do-mato | X | | | X | | | E | O | |
| <i>Dyckia maritima</i> | gravatá | | | X | X | | | E | O | |
| <i>Tillandsia aeranthos</i> | cravo-do-mato | X | X | X | X | | | P | O | |
| <i>Tillandsia geminiflora</i> | cravo-do-mato | X | X | X | X | | | P | O | |
| <i>Tillandsia tenuifolia</i> | cravo-do-mato | X | | | X | | | P | O | |
| <i>Tillandsia usneoides</i> | barba-de-pau | X | X | X | X | | | P | O | |
| <i>Vriesea friburguensis</i> | bromélia | | | X | X | | | | O | |
| <i>Vriesea gigantea</i> | bromélia | | | X | | | | P | O | |
| <i>Vriesea platynema</i> | bromélia | | | X | X | | | P | O | |
| BUDDLEJACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Buddleja</i> sp. | barbasco | X | | | X | | | B | | |

| Família Espécie | Nome-popular | Floresta de Terras Baixas | Floresta Submontana | Floresta de Morros Areníticos | Herbáceo / Arbustivo | Sub-bosque / Borda | Dossel / Emergente | Hábito | Importância | Status de conservação |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|-------------|-----------------------|
| CACTACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Cereus hildmanianus</i> | tuna | | | X | | | | A | O | |
| <i>Lepismium cruciforme</i> | conambaia | X | X | X | X | | | P | O | |
| <i>Lepismium houletianum</i> | conambaia | X | X | X | X | | | P | O | |
| <i>Lepismium warmingianum</i> | conambaia | X | X | X | X | | | P | O | |
| <i>Rhipsalis teres</i> | - | X | X | X | X | | | P | O | |
| CANNACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Canna sp.</i> | caeté | X | | | | | | E | | |
| CAPROFOLIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Lonicera japonica</i> | madressilva | X | | | | | | T | | |
| CECROPIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Cecropia pachystachya</i> | embaúba | | | X | | X | | A | F | |
| CELASTRACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Maytenus aquifolia</i> | espinheira-santa | | | X | | | | A | M | |
| <i>Maytenus dasyclada</i> | - | | X | X | X | | | B | | |
| <i>Maytenus evonimoides</i> | - | X | | | | | | A | F | |
| CHRYSOBALANACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Hirtella hebeclada</i> | - | | | X | | | | A | | |
| CLUSIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Garcinia gardneriana</i> | bacupari | X | | | | | | A | M | |
| COMBRETACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Combretum fruticosum</i> | escova-de-macaco | X | | | X | | | T | | |
| COMMELINACEAE | | | | | | | | | | |
| Indeterminada | trapeoraba | | X | | X | | | E | | |
| CUCURBITACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Cayaponia sp.</i> | - | X | | X | | | | T | | |
| CUNONIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Lamanonia ternata</i> | guaperê | | | X | | | | A | E | |
| CYPERACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Carex sp.</i> | grama-do-mato | X | X | X | X | | | E | | |
| <i>Rhynchospora sp.</i> | tiririca | X | | | X | | | E | | |
| <i>Scleria sp.</i> | tiririca | X | | | | | | E | | |
| EBENACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Diopyros inconstans</i> | fruto-de-jacú-macho | X | X | X | | X | | A | F | |
| ERYTHROXYLACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Erythroxylum argentinum</i> | cocão | | | X | | | | A | F | |

| Família Espécie | Nome-popular | Floresta de Terras Baixas | Floresta Submontana | Floresta de Morros Areníticos | Herbáceo / Arbustivo | Sub-bosque / Borda | Dossel / Emergente | Hábito | Importância | Status de conservação |
|--------------------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|-------------|-----------------------|
| <i>Erythroxylum deciduum</i> | cocão | X | | | | | | A | F | |
| <i>Erythroxylum myrsinites</i> | cocão | | X | | | X | | B | F | |
| ESCALLONIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Escallonia</i> sp. | canudo-de-pito | X | | | X | | | B | | |
| EUPHORBIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Acalypha gracilis</i> | tapa-buraco | | X | X | | X | | E | | |
| <i>Alchornea triplinervia</i> | tanheiro | | X | X | | X | X | A | | |
| <i>Bernardia pulchella</i> | - | | X | | | | | B | | |
| <i>Gymnanthes concolor</i> | laranjeira-do-mato | X | X | X | | X | | A | | |
| <i>Pachystroma longifolium</i> | mata-olho | | | X | | | | A | E | |
| <i>Pera</i> cf. <i>glabrata</i> | - | | | X | | | | A | | |
| <i>Phyllanthus niruri</i> | quebra-pedra | X | | | X | | | E | M | |
| <i>Sapium glandulosum</i> | pau-leiteiro | X | X | X | | X | X | A | | |
| <i>Sebastiania argutidens</i> | branquilha | X | | | | | | A | | |
| <i>Sebastiania commersoniana</i> | branquilha | X | | X | | X | | A | | |
| <i>Tetrorchidium rubrivenium</i> | canemuçu | X | X | X | | X | | A | | |
| FABACEAE (Caesalpinioideae) | | | | | | | | | | |
| <i>Apuleia leiocarpa</i> | grápia | | X | | | | X | A | | Vu |
| <i>Bauhinia forficata</i> | pata-de-vaca | X | X | | | X | | A | M | |
| <i>Senna corymbosa</i> | fedegoso | X | | X | | | | B | | |
| FABACEAE (Faboideae) | | | | | | | | | | |
| <i>Dalbergia frutescens</i> | rabo-de-bugio | | X | X | | X | | T | | |
| <i>Erythrina cristagalli</i> | corticeira-do-banhado | X | | | | X | | A | | Im |
| <i>Lonchocarpus campestris</i> | rabo-de-macaco | | X | X | | X | | A | | |
| <i>Lupinus</i> sp. | tremoço | | | | | | | E | | |
| <i>Machaerium paraguariense</i> | farinha-seca | | X | X | | X | | A | E | |
| <i>Machaerium stipitatum</i> | farinha-seca | | X | X | | X | | A | E | |
| <i>Myrocarpus frondosus</i> | cabreúva | | X | | | X | | A | E | |
| FABACEAE (Mimosoideae) | | | | | | | | | | |
| <i>Acacia</i> sp. | acácia | X | X | X | X | | | T | | |
| <i>Calliandra tweediei</i> | topete-de-cardeal | X | | X | | | | B | E | |
| <i>Enterolobium contortisiliquum</i> | timbaúva | | X | | | | X | A | E | |
| <i>Inga sessilis</i> | ingá-macaco | | X | | | X | | A | | |
| <i>Inga marginata</i> | ingá | X | X | X | | X | | A | | |
| <i>Inga vera</i> | ingá-da-beira-de-rio | X | X | | | X | | A | | |
| <i>Mimosa bimucronata</i> | maricá | X | | | | X | | A | | |

| Família Espécie | Nome-popular | Floresta de Terras Baixas | Floresta Submontana | Floresta de Morros Areníticos | Herbáceo / Arbustivo | Sub-bosque / Borda | Dossel / Emergente | Hábito | Importância | Status de conservação |
|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|-------------|-----------------------|
| <i>Mimosa incana</i> | - | X | | | | | | B | | |
| <i>Parapiptadenia rigida</i> | angico | X | X | | | X | X | A | E | |
| FLACOURTIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Banara parviflora</i> | farinha-seca | X | | | | | | A | | |
| <i>Casearia decandra</i> | guaçatunga | X | X | | | X | | A | M | |
| <i>Casearia silvestris</i> | chá-de-bugre | X | X | X | | X | | A | M | |
| <i>Xylosma pseudosalzmanii</i> | sucará | X | | | | | | A | | |
| GESNERIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Sinningia</i> SP | rainha-do-abismo | | | X | X | | | P | | Vu |
| HYPERICACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Hypericum connatum</i> | orelha-de-gato | | | X | | | | E | | |
| ICACINACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Citronella paniculata</i> | congonha | X | | | | X | X | A | | |
| LAURACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Aiouea saligna</i> | canela | | X | X | | X | | A | | |
| <i>Endlicheria paniculata</i> | canela-burra | | X | X | | X | | A | | |
| <i>Nectandra grandiflora</i> | canela-amarela | | X | | | X | | A | E | Vu |
| <i>Nectandra megapotamica</i> | canela-fedorenta | X | X | X | | X | X | A | E | |
| <i>Nectandra oppositifolia</i> | canela-ferrugem | X | X | X | | X | X | A | E | |
| <i>Ocotea puberula</i> | canela-guaicá | X | X | X | | X | X | A | E | |
| <i>Ocotea pulchella</i> | canela-lageana | X | | | | | X | A | E | |
| LOGANIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Strychnos brasiliensis</i> | salta-martinho | X | X | X | X | X | | T | | |
| LORANTHACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Phrygilanthus</i> sp. | erva-de-passarinho | X | | | | | X | H | | |
| MALPHIGHIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Heteropteris aenia</i> | - | | | X | | | | T | | |
| MALVACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Abutilon molle</i> | lanterninha | | X | X | X | | | B | | |
| <i>Malvastrum coromandelianum</i> | guanxuma | X | | | X | | | E | | |
| <i>Pavonia sepium</i> | rosa-do-campo | X | X | X | X | | | E | | |
| MELASTOMATACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Leandra australis</i> | pixirica | X | X | X | X | | | E | F | |
| <i>Miconia hyemalis</i> | pixirica | X | X | X | X | | | B | | |
| <i>Miconia cinerascens</i> | pixirica | | | X | | X | | B | | |
| <i>Miconia petropolitana</i> | pixirição | X | | | | X | | B | | |

| Família Espécie | Nome-popular | Floresta de Terras Baixas | Floresta Submontana | Floresta de Morros Areníticos | Herbáceo / Arbustivo | Sub-bosque / Borda | Dossel / Emergente | Hábito | Importância | Status de conservação |
|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|-------------|-----------------------|
| <i>Miconia sellowiana</i> | pixiricão | | X | | | X | | B | | |
| MELIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Cabralea canjerana</i> | canjerana | | X | X | | X | X | A | E | |
| <i>Cedrela fissilis</i> | cedro | | X | | | | X | A | E | |
| <i>Guarea macrophylla</i> | pau-d'arco | | X | | | X | | A | | |
| <i>Melia azedarach</i> | cinamomo | X | X | X | | X | | A | | |
| <i>Trichilia clausenii</i> | catiguá | | X | X | | X | X | A | E | |
| <i>Trichilia elegans</i> | pau-ervilha | X | X | X | X | | | A | F | |
| MONIMIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Mollinedia elegans</i> | pimenteira | | X | X | X | | | B | | |
| <i>Mollinedia schottiana</i> | capixim | | | X | | X | | A | | |
| MORACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Ficus adhatodifolia</i> | figueira | | X | X | | X | X | A | F | Im |
| <i>Ficus cestrifolia</i> | figueira-de-folha-miúda | X | X | X | | X | X | A | F | Im |
| <i>Ficus luschnatiana</i> | figueira-mata-pau | X | X | X | | X | X | A | F | Im |
| <i>Morus nigra</i> | amoreira | X | | | | X | | A | E | |
| <i>Sorocea ilicifolia</i> | cincho | X | X | X | | X | | A | M | |
| MYRSINACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Myrsine coriacea</i> | capororoca | X | X | X | | X | | A | F | |
| <i>Myrsine guianensis</i> | capororoca | X | X | X | | X | X | A | F | |
| <i>Myrsine lorentziana</i> | capororoca | X | X | X | | X | | A | F | |
| <i>Myrsine umbellata</i> | capororoca | X | | X | | X | X | A | F | |
| MYRTACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Blepharocalyx salicifolius</i> | murta | X | | | | | X | A | M | |
| <i>Calyptanthes concinna</i> | guamirim | X | | | | X | | A | F | |
| <i>Calyptanthes grandifolia</i> | guamirim | | | X | | X | | A | F | |
| <i>Campomanesia rhombea</i> | guabioba | X | | | | | X | A | F | |
| <i>Campomanesia xanthocarpa</i> | guabioba | X | X | X | | X | | A | M | |
| <i>Eugenia hiemalis</i> | guamirim | X | X | X | | X | X | A | F | |
| <i>Eugenia involucrata</i> | cerejeira-do-mato | | X | X | | X | X | A | E | |
| <i>Eugenia rostrifolia</i> | batinga | | X | | | X | X | A | E | |
| <i>Eugenia uniflora</i> | pitangueira | X | X | X | | X | | A | E | |
| <i>Eugenia schuechiana</i> | guamirim | | X | X | | X | | A | F | |
| <i>Myrcia glabra</i> | guamirim | X | | X | | X | X | A | F | |
| <i>Myrcia multiflora</i> | camboim | X | | X | | X | X | A | F | |
| <i>Myrcia palustris</i> | guamirim | X | | X | | X | X | A | F | |

| Família Espécie | Nome-popular | Floresta de Terras Baixas | Floresta Submontana | Floresta de Morros Areníticos | Herbáceo / Arbustivo | Sub-bosque / Borda | Dossel / Emergente | Hábito | Importância | Status de conservação |
|---------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|-------------|-----------------------|
| <i>Myrcianthes gigantea</i> | araçá-do-mato | X | | | | | X | A | F | |
| <i>Myrcianthes pungens</i> | guabijú | | | X | | X | X | A | F | |
| <i>Myrciaria plinioides</i> | camboim | X | | X | | X | | A | F | |
| <i>Myrrhinium atropurpureum</i> | ferrinho | X | | X | | X | | A | M | |
| Myrtaceae sp.1 | - | | | X | | X | | A | F | |
| <i>Psidium cattleianum</i> | araçá | X | | | | X | | A | E | |
| <i>Psidium guajava</i> | goiaba | X | X | | | X | | A | E | |
| OLEACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Ligustrum</i> sp.1 | ligustro | X | X | | | | X | A | | |
| <i>Ligustrum</i> sp.2 | - | X | | | | X | | B | | |
| ONAGRACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Ludwigia</i> sp. | - | X | | | X | | | M | | |
| ORQUIDACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Oncidium</i> sp. | orquídea | | | X | | X | | P | O | |
| <i>Pleurothallis</i> sp. | orquídea | X | | X | | X | | P | O | |
| <i>Trichocentrum pumilum</i> | orquídea | X | | X | | X | | P | O | |
| Orchidaceae sp.1 | orquídea | | | X | | X | | P | O | |
| PASSIFLORACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Passiflora caerulea</i> | - | | | | | | | | O | |
| <i>Passiflora elegans</i> | maracujá-de-estalo | | X | | X | | | T | O | Vu |
| PHYTOLACCACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Phytolacca dioica</i> | umbuzeiro | | X | X | | X | X | A | | |
| <i>Seguiera guaranitica</i> | cipó-limoeiro | X | | | X | | | T | | |
| PIPERACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Peperomia pereskiiifolia</i> | - | | | X | X | | | E | | |
| <i>Peperomia tetraphylla</i> | - | X | | | | X | | P | | |
| <i>Peperomia</i> sp.1 | - | | | X | X | | | E | | |
| <i>Piper amalago</i> | pariparoba | X | X | X | X | | | B | | |
| <i>Piper gaudichaudianum</i> | pariparoba | X | X | X | X | | | B | | |
| <i>Piper</i> sp.1 | - | | X | | X | | | E | | |
| POACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Chusquea ramosissima</i> | criciúma | X | X | X | X | X | | T | | |
| <i>Chusquea tenella</i> | pitanga | | | X | X | X | | T | | |
| <i>Guadua trinii</i> | taquaruçu | X | | | X | | | T | | |
| <i>Melica sarmentosa</i> | capim-capa-cachorro | X | | | X | X | | T | | |
| <i>Merostachys multiramea</i> | taquara | X | X | | | X | | T | E | |

| Família Espécie | Nome-popular | Floresta de Terras Baixas | Floresta Submontana | Floresta de Morros Areníticos | Herbáceo / Arbustivo | Sub-bosque / Borda | Dossel / Emergente | Hábito | Importância | Status de conservação |
|----------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|-------------|-----------------------|
| <i>Olyra humilis</i> | - | X | | | X | | | E | | |
| <i>Panicum glutinosum</i> | - | X | | X | X | | | E | | |
| <i>Pharus lappulaceus</i> | - | X | | X | X | | | E | | |
| <i>Setaria poiretiana</i> | - | X | X | X | X | | | E | | |
| POLYGONACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Ruprechtia laxiflora</i> | marmeleiro-do-mato | X | | | | X | | A | | |
| PONTEDERIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Eichornia azurea</i> | aguapé | X | | | X | | | M | | |
| <i>Eichornia crassipes</i> | aguapé | X | | | X | | | M | | |
| <i>Pontederia cordata</i> | murerê | X | | | X | | | M | | |
| PROTEACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Roupala brasiliensis</i> | carvalho-brasileiro | X | | X | | | X | A | E | |
| RANUNCULACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Clematis dioica</i> | barba-branca | X | | X | X | | | T | | |
| <i>Ranunculus</i> sp.1 | - | X | | | X | | | E | | |
| <i>Ranunculus</i> sp.2 | - | X | | | X | | | E | | |
| RHAMNACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Gouania ulmifolia</i> | - | X | X | X | X | | | T | | |
| ROSACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Eryobothria japonica</i> | nespereira | | X | X | | X | | A | | |
| <i>Prunus myrtifolia</i> | pessegueiro-brabo | X | X | X | | X | | A | E | |
| <i>Quillaja brasiliensis</i> | sabão-de-soldado | | | X | | | X | A | | |
| <i>Rubus brasiliensis</i> | amora-do-mato | | | X | X | X | | T | F | |
| RUBIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Chiococca alba</i> | cainca | X | | X | | X | | T | | |
| <i>Chomelia obtusa</i> | - | X | | X | | X | | B | | |
| <i>Coccocypselum</i> sp. | - | | | X | X | | | E | | |
| <i>Coutarea hexandra</i> | quina | X | | X | | X | | A | M | |
| <i>Deppea blumenaviensis</i> | - | | | X | X | | | E | | |
| <i>Faramea marginata</i> | pimenteira | X | X | X | X | | | B | | |
| <i>Faramea montevidensis</i> | pimenteira | X | X | X | X | | | B | | |
| <i>Galium</i> sp. | - | X | | | X | | | T | | |
| <i>Guettarda uruguensis</i> | veludinho | X | | X | | X | | B | | |
| <i>Manettia luteo-rubra</i> | coral | X | X | X | X | | | T | | |
| <i>Psychotria carthagenensis</i> | juruvarana | X | X | X | X | X | | B | | |
| <i>Psychotria</i> sp.1 | - | X | X | X | | X | | B | | |

| Família Espécie | Nome-popular | Floresta de Terras Baixas | Floresta Submontana | Floresta de Morros Areníticos | Herbáceo / Arbustivo | Sub-bosque / Borda | Dossel / Emergente | Hábito | Importância | Status de conservação |
|----------------------------------|------------------------|---------------------------|---------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|-------------|-----------------------|
| <i>Psychotria</i> sp.2 | - | X | X | X | | X | | B | | |
| <i>Randia ferox</i> | limoeiro-do-mato | X | | | | X | | A | | |
| <i>Rudgea parquioides</i> | grinalda | X | X | X | | X | | B | | |
| RUTACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Esenbeckia grandiflora</i> | cutia | | X | | | X | | A | | |
| <i>Citrus</i> spp | limoeiro, bergamoteira | X | X | X | | X | | A | | |
| <i>Zanthoxylum fagara</i> | coentrilho | X | | | | | X | A | F | |
| <i>Zanthoxylum petiolare</i> | juvevê | X | | | | | X | A | F | |
| <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> | mamica-de-cadela | X | X | X | | X | | A | M | |
| SALICACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Salix humboldtiana</i> | salseiro | X | | | | | X | A | | |
| SAPINDACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Allophylus edulis</i> | chal-chal | X | X | X | | X | | A | F | |
| <i>Cupania vernalis</i> | camboatá | X | X | X | | X | | A | E | |
| <i>Matayba elaeagnoides</i> | camboatá-branco | | X | X | | X | X | A | E | |
| <i>Paulinia</i> sp. | - | X | | | | X | X | | | |
| <i>Serjania</i> sp. | timbó | X | X | X | X | | | T | | |
| SAPOTACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Chrysophyllum gonocarpum</i> | aguaí | X | X | X | | X | | A | F | |
| <i>Chrysophyllum marginatum</i> | aguaí-vermelho | X | X | X | | X | | A | F | |
| <i>Pouteria salicifolia</i> | mata-olho | X | | | | X | | A | | |
| SMILACACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Smilax campestris</i> | japecanga | X | | X | X | X | | T | M | |
| SOLANACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Brunfelsia</i> sp. | manacá | | X | | X | | | B | | |
| <i>Cestrum strigilatum</i> | coerana | X | X | X | X | | | B | | |
| <i>Cestrum</i> sp. | - | | X | X | | X | | B | | |
| <i>Datura</i> sp. | cartucheira | X | | | | X | | B | | |
| <i>Solanum americanum</i> | erva-moura | X | X | X | X | | | E | | |
| <i>Solanum erianthum</i> | fumo-brabo | X | X | X | X | | | B | M | |
| <i>Solanum jasminoides</i> | joá | X | | | X | | | E | | |
| <i>Solanum pseudoquina</i> | coerana | X | X | X | | X | | A | | |
| <i>Solanum sanctaecatharinae</i> | - | X | X | X | | X | | A | | |
| STERCULIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Byttneria australis</i> | unha-de-gato | X | | X | X | | | T | | |
| SYMPLOCOCACEAE | | | | | | | | | | |
| | - | | | | | | | | | |

| Família Espécie | Nome-popular | Floresta de Terras Baixas | Floresta Submontana | Floresta de Morros Arentíticos | Herbáceo / Arbustivo | Sub-bosque / Borda | Dossel / Emergente | Hábito | Importância | Status de conservação |
|--------------------------------|-----------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------|-------------|-----------------------|
| <i>Symplocos tetrandra</i> | sete-sangrias | | X | | | X | | A | F | |
| <i>Symplocos sp.</i> | sete-sangrias | X | | | | X | | A | M | |
| THYMELAEACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Daphnopsis racemosa</i> | embira | X | X | X | X | | | B | F | |
| TILIACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Luehea divaricata</i> | açoita-cavalo | X | X | X | | X | X | A | E | |
| <i>Triunfetta semitriloba</i> | carrapicho | X | X | X | | X | | B | | |
| TROPAEOLACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Tropaeolum pentaphyllum</i> | chagas-da-miúda | X | | X | X | | | T | E | Vu |
| ULMACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Celtis iguanaea</i> | espora-de-galo | X | X | X | X | | | T | F | |
| <i>Trema micrantha</i> | crindiúva | X | X | X | | X | | A | F | |
| URTICACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Boehmeria caudata</i> | tapa-buraco | | X | X | | X | | B | | |
| <i>Urera baccifera</i> | urtigão | | X | X | | X | | B | F | |
| VERBENACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Aegiphila sellowiana</i> | gaioleira | | X | X | | X | | A | F | |
| <i>Bouchea fluminensis</i> | gervão-graúdo | X | | | X | | | E | | |
| <i>Citharexylum myrianthum</i> | tucaneira | X | X | | | X | X | A | F | |
| <i>Lantana fucata</i> | camará-roxa | X | X | X | X | | | E | | |
| <i>Verbena peruviana</i> | camaradilha | X | X | | X | | | E | | |
| <i>Vitex megapotamica</i> | tarumã | | | | | | X | A | E | |
| VIOLACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Hybanthus bigibbosus</i> | ibanto | X | X | X | X | | | B | | |
| VITACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Cissus striata</i> | - | X | | | | X | | T | | |
| ZINGIBERACEAE | | | | | | | | | | |
| <i>Hedichyum coronarium</i> | lírio-do-brejo | X | | | X | | | E | | |

5.2.2.4.1 Espécies vegetais importantes

Seguem as fotos de algumas das espécies vegetais encontradas (Figura 96 à Figura 102).



Figura 96 – *Ficus adhatodifolia* (figueira)



Figura 97 – *Maytenus dasyclada* (coração-de-bugre)



Figura 98 – *Tillandsia aeranthos* (cravo-do-mato)



Figura 99 – *Tillandsia tenuifolia* (cravo-do-mato)



Figura 100 – *Tropaeolum pentaphyllum* (chagamiúda)



Figura 101 – *Apuleia leiocarpa* (grápia-punha)



Figura 102 – *Aechmea calyculata* (bromélia)

5.2.2.4.2 Espécies ameaçadas e/ou protegidas da flora

Na Área de Influência Direta da obra foi constatada a ocorrência de 11 espécies ameaçadas de extinção (Decreto Estadual 42.099/02; Instrução Normativa do IBAMA N/Set. 2008) e/ou protegidas por lei (Lei Estadual 9.519/92).

A categoria “vulnerável”, a mais amena na classificação das espécies ameaçadas do Rio Grande do Sul, é a que reúne o maior número de espécies. São elas: a araucária (*Araucaria angustifolia*), a grápia (*Apuleia leiocarpa*), a canela-amarela (*Nectandra grandiflora*), o maracujá-de-estalo (*Passiflora elegans*) e a chagas-miúda (*Tropaeolum pentaphyllum*). A princesa-do-abismo (*Sinningia* sp), mesmo sem ter sido determinada ao nível de espécie, foi conservativamente considerada espécie ameaçada neste relatório. Na categoria “em perigo” foi constatada a presença do butiá (*Butia capitata*). Não foram constatadas espécies em situação de “criticamente em perigo” nem “provavelmente extinta”.

Na condição de imune ao corte foi constatada a presença da araucária (*Araucaria angustifolia*), da corticeira-do-banhado (*Erythrina cristagalli*) e de três espécies de figueira nativa (*Ficus ahatodifolia*, *F. cestrifolia* e *F. luschnathiana*).

Todas estas espécies ocorrem também na Área de Influência Indireta, segundo consta nos dados secundários (Teixeira *et al.* 1986) e observações ocasionais dos autores deste capítulo.

Na Área Diretamente Afetada, sob condição especial de conservação, foi constatada apenas a presença da araucária (*Araucaria angustifolia*), corticeira-do-banhado (*Erythrina cristagalli*), butiá (*Butia capitata*) e maracujá-de-estalo (*Passiflora elegans*). Tais espécies apresentam facilidade de manejo, seja através de transplante (*Erythrina* e *Butia*), seja através de cultivo para reposição (*Araucaria* e *Passiflora*).

5.2.2.5 Material coletado

Durante os trabalhos de campo foram coletadas amostras da vegetação, sempre que se deparava com uma espécie não conhecida ou com identificação duvidosa. Nem todas as coletas se prestaram à inclusão em coleção científica.

Os espécimes coletados, cuja qualidade da amostra se prestou à inclusão, foram destinados ao Herbário Anchieta (PACA), sediado na Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Antiga Sede), em São Leopoldo. A escolha do herbário PACA deu-se por motivos práticos, já que está localizado próximo do local onde se desenvolveram os trabalhos de gabinete. Duplicatas serão enviadas ao herbário HUNIVATES, sediado na AID do empreendimento.

Embora não tenham sido disponibilizados os números à tempo de registrar neste relatório, as amostras podem ser acessadas no site da HUNIVATES, consultando-as pelo local e data de coleta. As referências “BR 386” e “set/2008” constam nas etiquetas e no banco de dados informatizado, para possibilitar este acesso.

5.2.2.6 Estimativa de área com vegetação florestal a suprimir

Tabela 29 – Tipos de vegetação florestal localizadas na área onde haverá supressão e respectiva área

| Formação Florestal | Extensão linear (m) | Faixa lateral a ser desmatada (m) | Vegetação arbórea a suprimir (ha) |
|---|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Floresta Estacional Decidual em estágio avançado de regeneração | 518 | 5,00 | 0,3 |
| Floresta Estacional Decidual em estágio médio de regeneração | 9.848 | | 4,9 |
| Floresta Estacional Decidual em estágio inicial de regeneração | 9.515 | | 4,9 |

5.2.2.7 Percentual de cada fitofisionomia na Área de Influência Direta

Tabela 30 – Tipos de vegetação e fisionomias ocorrentes na Área de Influência Direta e respectivas áreas de cobertura, ordenadas segundo a importância em extensão ocupada

| Tipo de vegetação florestal ou fisionomia | Área total na AID (hectares) | Percentual de cada fitofisionomia (%) |
|--|------------------------------|---------------------------------------|
| Campo (pastagem, potreiro) | 5.385,77 | 33,81 |
| Reflorestamento (eucalipto e acácia) | 4.483,84 | 28,15 |
| Fragmentos Florestais (Floresta Terras Baixas e dos Morros Areníticos) | 3.650,21 | 22,91 |
| Lavouras (culturas cíclicas, solo exposto) | 1.893,09 | 11,88 |
| Floresta de Galeria | 518,15 | 3,25 |

5.2.2.8 Corredores Ecológicos

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, no seu artigo 2º, inciso XIX, diz que:

Corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.

A Resolução nº 09/96, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelece parâmetros e procedimentos para a identificação e implantação de corredores ecológicos. Essa Resolução, em seu artigo 1º, informa que o corredor entre remanescentes caracteriza-se como sendo a faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar *habitat* ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes. O parágrafo único desse artigo define que os corredores entre remanescentes constituem-se:

- a) pelas matas ciliares em toda sua extensão e pelas faixas marginais definidas por lei;
- b) pelas faixas de cobertura vegetal existentes, nas quais seja possível a interligação de remanescentes, em especial, as unidades de conservação e áreas de preservação permanente.

E acrescenta em seu artigo 2º que, nas áreas que se prestem a tal finalidade onde sejam necessárias intervenções visando sua recomposição florística, esta deverá ser feita com espécies nativas regionais, definindo-se previamente se essas áreas serão de preservação ou de uso.

E seu artigo 3º diz que a largura dos corredores será fixada previamente em 10% (dez por cento) do seu comprimento total, sendo que a largura mínima será de 100 metros e em seu Parágrafo único determina que, quando em faixas marginais a largura mínima estabelecida se fará em ambas as margens do rio.

Desse modo, considerando que as matas ciliares constituem corredores ecológicos, a duplicação da rodovia interceptará duas dessas áreas: uma às margens do arroio Estrela e a outra às margens do arroio Concórdia (ver Apêndice II – Mapeamento da vegetação por fotointerpretação integrada ao uso do solo, Mapas 3 e 33). O arroio Santa Cruz, apesar de não ser interceptado pelas obras de duplicação, está inserido na área de influência do empreendimento. Em virtude disso, também é considerado como um dos corredores ecológicos da área em estudo.

5.2.3 FAUNA

5.2.3.1 Coleta de dados primários

Primeiramente, em conjunto com a equipe de botânicos, definiram-se os principais ambientes (fitofisionomias) presentes ao longo do trecho da rodovia a ser duplicado, as quais, de forma preliminar, foram: áreas florestadas (excetuando-se as exóticas),

áreas campestres (abertas), áreas úmidas e vegetação ciliar. Uma descrição detalhada destes ambientes está no item “5.2.2 – Flora”.

Após esta definição foram realizadas duas expedições ao campo, com duração de sete dias cada, sendo a primeira realizada no inverno de 2008 e a segunda na primavera de 2008, contemplando uma estação fria e uma estação quente, respectivamente.

Em cada uma destas campanhas foram executadas metodologias amplamente descritas e citadas na literatura científica especializada, as quais estão detalhadas nos itens subseqüentes, sendo específicas para cada táxon.

A localização dos pontos, onde foram conduzidas tais amostragens, é apresentada na Tabela 31 a seguir. As metodologias foram aplicadas em um raio de até 1000 m a partir de cada ponto.

Tabela 31 – Localização dos pontos de amostragem dos dados primários da fauna.
AFT = amostragem da fauna terrestre; AFI = amostragem da fauna íctica.

| Grupo Faunístico | Coordenada Geográfica (UTM) | |
|------------------|-----------------------------|---------|
| AFI01 | 432050 | 6715116 |
| AFI02 | 424037 | 6724342 |
| AFI03 | 422317 | 6723892 |
| AFI04 | 408840 | 6734907 |
| AFT01 | 430317 | 6716109 |
| AFT02 | 430195 | 6716255 |
| AFT03 | 429926 | 6715924 |
| AFT04 | 429174 | 6716363 |
| AFT05 | 429543 | 6717159 |
| AFT06 | 426621 | 6721398 |
| AFT07 | 425933 | 6720833 |
| AFT08 | 425054 | 6721369 |
| AFT09 | 424142 | 6723259 |
| AFT10 | 422388 | 6723947 |
| AFT11 | 420723 | 6725674 |
| AFT12 | 416785 | 6728007 |
| AFT13 | 412835 | 6731171 |
| AFT14 | 409099 | 6734444 |
| AFT15 | 408793 | 6734842 |
| AFT16 | 408716 | 6734967 |

5.2.3.2 Coleta de dados secundários

Em conjunto aos trabalhos de campo, foram consultadas fontes de informação sobre a fauna regional e local das áreas de influência do empreendimento.

Foram realizadas visitas a coleções científicas de instituições (UNISINOS – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, UNIVATES – Universidade do Vale do Taquari, PUC-RS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e FZB-RS –

Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul) que dispunham de coletas da região. Além disso, foram realizadas revisões da literatura especializada (artigos científicos, livros, dissertações, teses e outras publicações). As referências consultadas estão citadas na descrição específica dos métodos de cada grupo.

5.2.3.3 Ictiofauna

5.2.3.3.1 Metodologia

Foram realizadas coletas quali-quantitativas no inverno e primavera de 2008, em pontos onde a rodovia cruza os corpos d'água (Tabela 31, Mapa 15 – Pontos amostrais para fauna terrestre e ictiofauna – Apêndice I).

No arroio Concórdia e no arroio Estrela foram utilizadas baterias de 47,5 m² (uma por ponto) de redes de espera simples com malhas de 1,5 e 2,5 cm entre nós (Figura 103 e Figura 104). As redes ficaram ativas por 48 horas em cada ponto, sendo revisadas periodicamente ao longo do dia para evitar a morte dos indivíduos capturados. Complementarmente, foi realizada captura ativa (transectos de 30' ao longo do corpo d'água) com tarrafa e puçá nas margens e em córregos de menor porte (Vanzolini e Papavero 1967; Malabarba e Reis, 1987; Sutherland, 1996).



Figura 103 – arroio Concórdia junto à ponte na BR 386



Figura 104 – Arroio Estrela junto à ponte na BR-386

Os peixes coletados foram identificados em campo sempre que possível, sendo logo devolvidos à água, o restante da coleta foi fixado em formaldeído a 10% e identificado posteriormente. Todos os indivíduos coletados serão tombados na coleção do Grupo Especial de Estudo e Proteção do Ambiente Aquático do Rio Grande do Sul.

Os resultados das amostragens foram padronizados por esforço de coleta pelo índice de Captura por Unidade de Esforço (CPUE). A amostragem em rede foi padronizada para 100 m² em 24 horas de exposição através da fórmula: $CPUE = (N/A) \times 100$, em

que N = número total de indivíduos capturados e A = área de redes. Já os resultados relativos à captura com puçá, foram padronizados para 1 hora de esforço utilizando a fórmula: $CPUE+(N/t \times 60)$, em que N = número total de indivíduos capturados e t = tempo total de esforço em minutos.

As informações referentes ao hábito alimentar e utilização de *habitat* das espécies, foram obtidas junto à bibliografia técnica (Araújo Lima *et al.*, 1995; Segatti *et al.*, 2002; Aranha *et al.*, 2000; Casatti, 2002; Giora e Fialho, 2003; Albrecht, 2005; Petry e Schulz, 2006).

5.2.3.3.2 Resultados do levantamento

A ictiofauna encontrada na área de influência do empreendimento é composta por espécies características de arroios e de remansos de rios de maior porte. São predominantemente espécies de pequeno e médio porte adaptadas às condições de vazão (velocidade e profundidade oscilantes).

Foram relacionadas 13 espécies distribuídas em três famílias para a área de influência direta (Quadro 16). Dentre estas, Characidae foi a família com maior representatividade e *Astyanax fasciatus* juntamente com *Hyphessobrycon luetkenii*, as espécies mais abundantes nas amostragens (Tabela 32). A curva de suficiência amostral demonstra a estabilização do número de espécies na coleta (Figura 105).

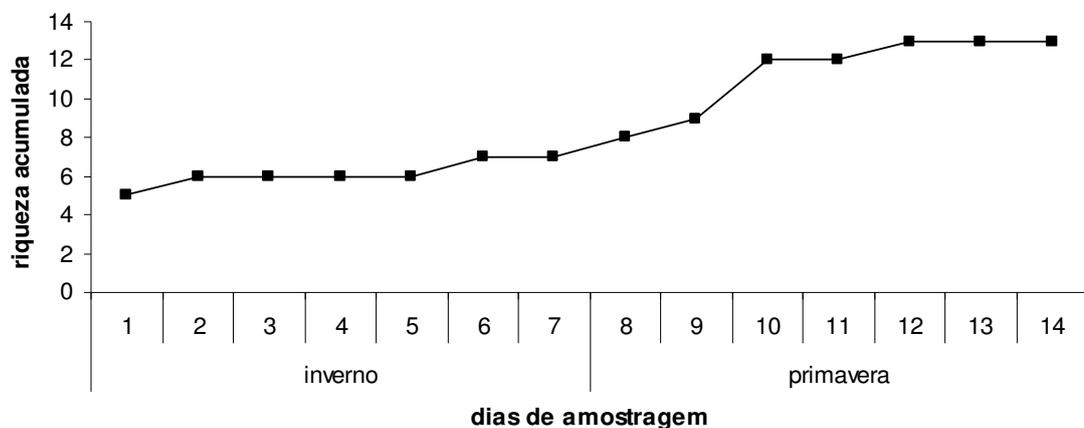


Figura 105 – Curva de suficiência amostral

Quadro 16 – Espécies relacionadas para a área de influência do empreendimento juntamente com informações referentes ao hábito alimentar e *habitat* preferencial (A) indica registro primário em campo e (B) indica registro no RAS elaborado em 2007.

| Família | Espécie | Nome popular | Habitat preferencial | Alimentação |
|--------------|--|--------------|------------------------------|--------------------|
| Characidae | <i>Astyanax fasciatus</i> (Cuvier, 1819) | lambari | larvas, invertebrados, algas | reofilico, remanso |
| Characidae | <i>Astyanax</i> sp. | lambari | Larvas, invertebrados | reofilico, remanso |
| Characidae | <i>Astyanax</i> sp. cf <i>A. rutilus</i> (Jenyns, 1842) | lambari | Larvas, invertebrados | reofilico, remanso |
| Characidae | <i>Bryconamericus iheringii</i> (Boulenger, 1887) | lambari | Larvas, invertebrados | reofilico, remanso |
| Characidae | <i>Cheirodon interruptus</i> (Jenyns, 1842) | lambari | Larvas, invertebrados | reofilico, remanso |
| Characidae | <i>Hyphessobrycon luetkenii</i> (Boulenger, 1887) | lambari | Larvas, invertebrados | reofilico, remanso |
| Characidae | <i>Hyphessobrycon boulengeri</i> (Eingenmann in Eingenmann e Ogle, 1907) | lambari | larvas, invertebrados | reofilico, remanso |
| Characidae | <i>Oligosarcus</i> sp. | tambicu | larvas, peixes | reofilico, remanso |
| Curimatidae | <i>Cyphocharax spilotus</i> (Vari, 1987) | biru | detritos | remanso |
| Curimatidae | <i>Cyphocharax voga</i> (Hensel, 1870) | biru | detritos | remanso |
| Loricariidae | <i>Hisonotus laevior</i> (Cope, 1894) | casculo | algas, detritos | reofilico |
| Loricariidae | <i>Rineloricaria cadae</i> (Hensel, 1868) | violinha | detritos, larvas | reofilico, remanso |
| Loricariidae | <i>Rineloricaria microlepidogaster</i> (Regan, 1904) | violinha | detritos, larvas, algas | reofilico, remanso |
| Riqueza | 13 | | | |

Tabela 32 – Valores de CPUE para espécies capturadas nos diferentes pontos de coleta CPUE para captura em rede padronizado em 100 m²/24h e para captura em puçá e tarrafa em 60 min.

| Espécie | Local | Método | N | CPUE | Estação |
|--|------------------|--------|------|-------|-----------|
| <i>Astyanax</i> sp. cf <i>A. rutilus</i> | arroio Concórdia | rede | 3 | 13,48 | inverno |
| <i>Astyanax</i> sp. | arroio Concórdia | rede | 2 | 8,99 | inverno |
| <i>Cyphocharax spilatus</i> | arroio Concórdia | rede | 1 | 4,49 | inverno |
| <i>Cyphocharax voga</i> | arroio Concórdia | rede | 1 | 4,49 | inverno |
| <i>Rineloricaria microlepidogaster</i> | arroio Concórdia | rede | 2 | 8,99 | inverno |
| <i>Rineloricaria cadae</i> | arroio Concórdia | rede | 1 | 4,49 | inverno |
| <i>Oligosarcus</i> sp. | arroio Concórdia | rede | 1 | 4,49 | inverno |
| <i>Cheirodon interruptus</i> | arroio 1 | puçá | 1 | 1 | inverno |
| <i>Hisonotus laevis</i> | arroio 1 | puçá | 1 | 1 | inverno |
| <i>Hyphesobrycon luetkenii</i> | arroio 1 | puçá | 11 | 11 | inverno |
| <i>Hyphesobrycon boulengeri</i> | arroio 1 | puçá | 1 | 1 | inverno |
| <i>Rineloricaria cadae</i> | arroio 1 | puçá | 5 | 5 | inverno |
| <i>Oligosarcus</i> sp. | arroio Concordia | rede | 2,00 | 4,49 | primavera |
| <i>Cyphocarax voga</i> | arroio Concordia | rede | 4,00 | 8,99 | primavera |
| <i>Astyanax</i> sp. cf <i>A. rutilus</i> | arroio Concordia | rede | 2,00 | 4,49 | primavera |
| <i>Astyanax fasciatus</i> | arroio Concordia | rede | 5,00 | 11,24 | primavera |
| <i>Rineloricaria cadae</i> | arroio Concordia | rede | 1,00 | 2,25 | primavera |
| <i>Cyphocharax voga</i> | arroio Concordia | rede | 2,00 | 4,49 | primavera |

Considerando a dieta das espécies encontradas nas amostragens, 46% se alimentam predominantemente de larvas e invertebrados, seguidas de espécies detritívoras (15,38%), como mostra a Figura 106.

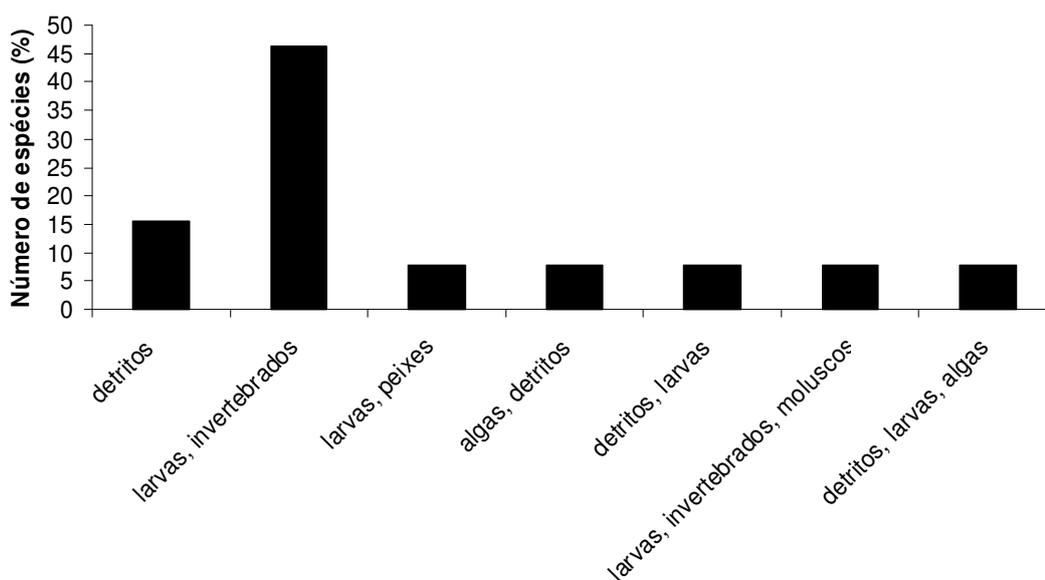


Figura 106 – Hábito alimentar das espécies identificadas para a área de influência do empreendimento

Desta forma nota-se a importância da entomofauna aquática e do aporte de nutrientes (matéria orgânica) para a comunidade de peixes do local. Já considerando o *habitat*

preferencial, observa-se que 25% das espécies são características de ambientes mistos com remansos e fluxos d'água velozes (Figura 107).

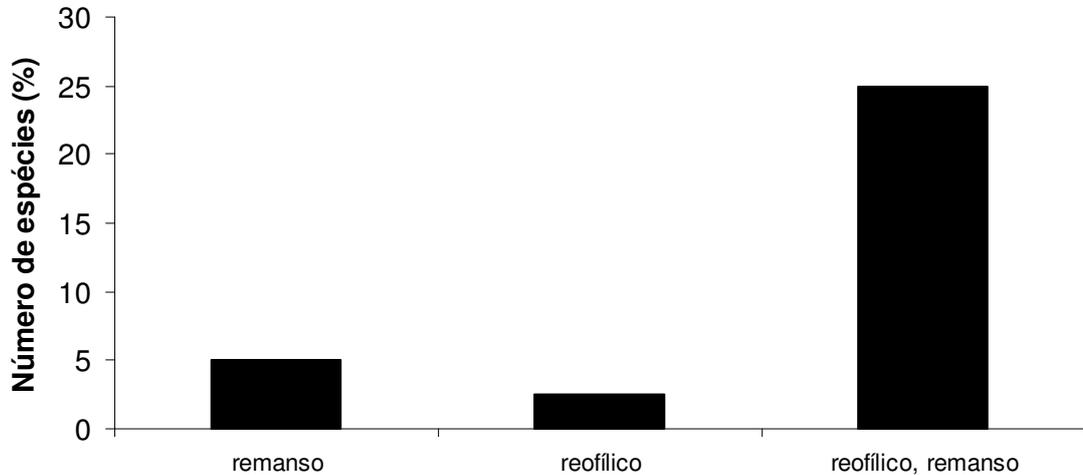


Figura 107 – Habitat preferencial das espécies identificadas para a área de influência do empreendimento

Dentre as espécies mais comumente capturadas na área de influência, podem-se destacar as espécies do gênero *Astyanax*. Este gênero apresenta espécies bastante versáteis que podem habitar tanto ambientes de características lênticas quanto lóticis, se alimentando preferencialmente de larvas de insetos e pequenos invertebrados. Como costumam constituir populações bastante numerosas, estas espécies representam um importante recurso para espécies piscívoras de maior porte. Uma destas encontrada nos levantamentos é o *Oligosarcus* sp. que habita a coluna d'água tanto em ambientes lênticos quanto lóticis. Todas as espécies deste gênero se alimentam preferencialmente de larvas e de peixes.

A família Loricariidae está representada por três espécies destacando-se o gênero *Rineloricaria*. Estes peixes são de pequeno porte e possuem a capacidade de fixação em rochas por meio do aparelho bucal e de estruturas ósseas nas nadadeiras, o que facilita a permanência destes em ambientes lóticis.

Observou-se a presença de vários açudes e tanques artificiais ao longo do trecho. Estes corpos d'água são utilizados em sua maioria para lazer e criação de espécies para a pesca recreativa como a traíra (*Hoplias malabaricus*) e as espécies exóticas como as carpas (*Cyprinus carpio*, *Ctenopharingodon idellus*, *Aristichthys nobilis*), e a tilápia (*Oreochromis niloticus*).

5.2.3.3.3 Espécies endêmicas, raras e ameaçadas

Não foram encontradas espécies que figurem no Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção do Rio Grande do Sul e na Lista da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (Reis *et al.*, 2003; Machado *et al.*, 2005), bem como espécies protegidas pela legislação federal, estadual e municipal (Instruções Normativas nº 3, de 27 de maio de

2003 e n° 5, de 21 de maio de 2004 e Decreto Estadual n°41.672 de 4 de junho de 2002).

5.2.3.3.4 Espécies de importância econômica

Os corpos d'água cortados pela rodovia são de pequenas dimensões não sendo utilizados para a pesca comercial. Identificou-se apenas a prática de pesca amadora de recreação, onde são visadas espécies de pequeno e médio porte, como *Astyanax* e *Oligosarcus*.

5.2.3.3.5 Espécies migratórias

Várias espécies de peixes realizam algum tipo de migração em função de necessidades reprodutivas, alimentares ou em resposta a situações adversas. Estes deslocamentos podem ser de grande ou pequena escala, em relação com a sua amplitude; e lateral ou longitudinal, considerando a sua direção. Foram coletadas apenas espécies que realizam pequenos deslocamentos, muitas vezes facultativos, como *Oligosarcus*, *A. fasciatus*, *B. Iheringii* e *C. voga*. Abaixo, os espécimes coletados nas amostragens dos arroios da área de influência direta (Figura 108 à Figura 113).



Figura 108 – *Cheirodon interruptus* (lambari)



Figura 109 – *Hyphessobrycon boulengeri* (lambari)



Figura 110 – *Hyphessobrycon luetkenii* (lambari)



Figura 111 – *Rineloricaria cadeae* (viola)



Figura 112 – *Oligosarcus* sp. (tambicu)



Figura 113 – *Cyphocharax voga* (biru)

5.2.3.4 Herpetofauna

Perturbações na paisagem podem afetar a herpetofauna pela alteração física de ambientes terrestres e aquáticos (Semlitsch, 2000). Anfíbios são duramente afetados pela fragmentação do seu *habitat* (Young *et al.*, 2004), principalmente pela sua baixa vagilidade e também devido a restrições fisiológicas como a suscetibilidade à desidratação. Em geral, répteis não são restringidos por exigências de umidade como os anfíbios e podem não ser afetados pela fragmentação (Jellinek *et al.*, 2004) ou preferir bordas de fragmentos durante pelo menos parte do ano (Lehtinen *et al.*, 2004). No entanto, muitas espécies de répteis tem se mostrado sensíveis à fragmentação (Discroll, 2004).

5.2.3.4.1 Metodologia

As amostragens quali-quantitativas das espécies de anfíbios e répteis foram realizadas em duas campanhas (inverno e verão de 2008), com duração de 7 dias cada (Tabela 31, Mapa 15 – Pontos amostrais para fauna terrestre e ictiofauna).

Para herpetofauna, de forma geral, utilizaram-se técnicas de busca ativa. Guias que descrevem métodos para amostragens da herpetofauna (Corn & Bury, 1990; Heyer *et al.*, 1994) indicam esta metodologia de procura ativa ou procura ativa limitada por tempo (PAL) devido ao seu dinamismo de coleta (Bury & Raphael, 1983; Campbell & Christman, 1982) e pela utilização de um mesmo esforço amostral para cada área vasculhada, podendo ser medida pelo tempo gasto por pessoa na busca (Corn & Bury, 1990). Além disso, a PAL é citada como a metodologia mais indicada para a determinação da presença ou ausência de espécies de uma área, além de gerar dados ecológicos primários, como a riqueza por *microhabitat* ocupado para cada espécie, inclusive quando o tamanho populacional possa ser diferenciado.

É sabido que outras metodologias também são citadas para a procura de répteis e anfíbios, como o uso de plots e de armadilhas de interceptação e queda (*pitfall*), porém a utilização de *pitfalls* é indicada para levantamentos herpetofaunísticos com o objetivo de acompanhar oscilações de diversidade e abundância de uma área (Bury & Corn, 1987; Campbell & Christman, 1982; Raphael, 1984; Vogt & Hine, 1982), além de possibilitar a quantificação da abundância relativa de algumas espécies através da utilização de marcação e recaptura. Entretanto, este tipo de armadilha possui uma baixa área de captura e exclui uma parcela significativa da herpetofauna, como répteis arborícolas ou aquáticos (Cechin & Martins, 2000). Ao lado destes fatores, a PAL permite a busca de animais por diferentes tipos de *habitats* (terrestres, aquáticos e arbóreos), substratos (folhoso, árvores caídas, troncos em decomposição e sob rochas) e microclimas (insolação e umidades).

Existe na bibliografia científica uma extensa lista de artigos que utilizam a PAL ao longo de diferentes unidades amostrais. Carmona (2007) verificou que a PAL foi o método mais eficiente para o encontro de espécies em áreas protegidas e perturbadas

na Mata Atlântica do estado de São Paulo, já Martins (1991) amostrou 21 das quase 30 espécies conhecidas de lagartos conhecidos para a Bacia do Amazonas em Balbina, AM. Estes dois estudos demonstraram a eficácia do método em ecossistemas de maior diversidade de herpetofauna do Brasil, país classificado como o terceiro com a maior diversidade de répteis do mundo (SBH, 2008). Comparativamente, o uso do PAL em *habitats* alterados por ação antrópica, como é o caso de boa parte do trecho da BR-386 a ser duplicado, também foi considerado satisfatório, uma vez que amostrou 55% das espécies conhecidas para a região de estudo e 32% para o estado do Rio Grande do Sul (Santos *et al.*, 2005).

Desta forma, mesmo sabendo que a amostragem de todas as espécies da herpetofauna só se dá através da aplicação sistemática de inúmeros métodos, a PAL é considerada a melhor amostragem em estudos que requerem a análise de muitas áreas em um pequeno espaço de tempo (Corn & Bury, 1990 e Heyer *et al.*, 1994).

Abaixo segue uma descrição específica para cada um dos grupos amostrados:

5.2.3.4.1.1 Anfíbios

Os anfíbios foram amostrados utilizando duas metodologias: pontos de escuta (Zimmerman, 1994 *apud* Heyer *et al.*, 1994) e busca em sítios reprodutivos (Scott & Woodward, 1994 *apud* Heyer *et al.*, 1994). A primeira consistiu de pontos de escuta de 30 minutos, a cada 5 km, às margens da rodovia (Tabela 31, Mapa 15 – Pontos amostrais para fauna terrestre e ictiofauna), em períodos vespertino e noturno. A partir do primeiro dia de coleta, os pontos de amostragem foram dispostos intercaladamente aos pontos anteriores, não havendo sobreposição nos transectos realizados. A procura auditiva consistiu em identificar as espécies em vocalização na área de estudo. A busca em sítios reprodutivos foi realizada em açudes particulares e arroios, no período noturno, e consistiu de buscas por procura visual e auditiva com o auxílio de lanternas. O esforço amostral foi medido por tempo, alternando-se 30 minutos de procura ativa (visual) e 10 minutos de busca auditiva, por ponto.

5.2.3.4.1.2 Répteis

Para a amostragem dos répteis foram realizadas procuras ativas limitadas por tempo (15 minutos), em períodos matutinos, vespertinos e noturnos, onde os observadores (2 ou 3 pessoas) se deslocaram a pé vasculhando tocas, ocos de árvores, frestas entre pedras, folhíço e sobre vegetações à procura de serpentes e lagartos (Martins & Oliveira, 1998) (Tabela 31, Mapa 15 – Pontos amostrais para fauna terrestre e ictiofauna). A busca foi realizada diariamente em transecções de 200 m a cada 5 km, às margens da rodovia, com duração de 20 minutos cada. A cada início de amostragem o primeiro ponto era intercalado pelos pontos anteriores, desta forma não houve sobreposição nos transectos realizados.

Adicionalmente, foi realizada a procura por rodagem, onde o observador percorria o entorno da área de estudo em um veículo em marcha lenta procurando por animais atropelados ou que eventualmente estivessem atravessando a estrada. Essa procura foi feita diariamente nos períodos matutino e vespertino (Lema & Braun, 1993).

5.2.3.4.2 Resultados e discussão

5.2.3.4.2.1 Anfíbios

Nos levantamentos de campo realizados foram identificadas 14 espécies de anuros pertencentes a quatro famílias (Quadro 17). A curva de suficiência amostral demonstra a estabilização da reta (Figura 114). Ao longo de todo o estudo, observou-se que a maior parte das propriedades limítrofes à estrada possui áreas úmidas naturais ou artificiais. Nas áreas de açudes e banhados foram encontradas seis espécies em atividade e vocalizando: *Rhinella icterica*, *Hypsiboas pulchellus*, *Scinax berthae*, *Scinax squalirostris* e *Physalaemus gracilis*. Nas áreas de várzeas próximas aos arroios e charcos (campos alagados) foram encontradas espécies típicas de áreas palustres, como *Leptodactylus gracilis*, *Leptodactylus ocellatus* e *Pseudopaludicola falcipes*. As espécies das famílias Bufonidae, Hylidae, Leptodactylidae e Leiuperidae, exceto *Rhinella dorbignyi* e *Leptodactylus ocellatus*, foram encontradas vocalizando ao longo da estrada.

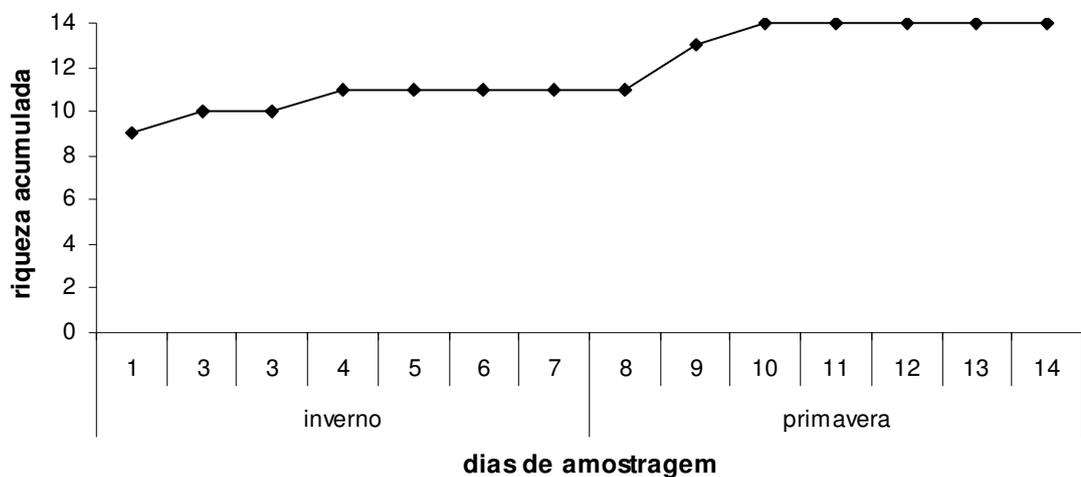


Figura 114 – Curva de suficiência amostral

Quadro 17 – Espécies de anfíbios encontradas nos levantamentos primários

| Nome científico | Nome Popular |
|--|--------------------|
| BUFONIDAE | |
| <i>Rhinella dorbignyi</i> (Duméril e Bibron, 1841) | sapo-da-terra |
| <i>Rhinella icterica</i> (Spix, 1824) | sapo-cururu |
| HYDALIDAE | |
| <i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872) | perereca-ampulheta |
| <i>Dendropsophus sanborni</i> (Schmidt, 1944) | perereca-anã |

| Nome científico | Nome Popular |
|--|-----------------------------|
| <i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821) | rã-martelo |
| <i>Hypsiboas pulchellus</i> (Duméril e Bribon, 1841) | perereca-trepadora |
| <i>Scinax berthae</i> (Barrio, 1962) | perereca-de-pintas-laranjas |
| <i>Scinax granulatus</i> (Peters, 1871) | perereca-roncadora |
| <i>Scinax squalirostris</i> (A. Lutz, 1925) | perereca-focinhuda |
| <i>Pseudis minuta</i> Günther, 1858 | rã-boiadeira |
| LEIUPERIDAE | |
| <i>Physalaemus gracilis</i> (Boulenger, 1888) | rã-gato |
| <i>Pseudopaludicola falcipes</i> (Hensel, 1867) | rãzinha |
| LEPTODACTYLIDAE | |
| <i>Leptodactylus gracilis</i> (Duméril e Bribon, 1841) | rã-saltadora |
| <i>Leptodactylus ocellatus</i> (Linnaeus, 1758) | rã-manteiga |

As espécies encontradas nesse levantamento são compostas por espécies típicas de áreas abertas de pequena altitude, em especial campo e formações pioneiras. Estas espécies são pouco exigentes ecologicamente, ocupando e se estabelecendo em pequenos fragmentos de mata ou ainda em áreas de campo, mesmo os mais alterados. Nenhuma das espécies encontradas figura entre as espécies ameaçadas conhecidas para o estado do Rio Grande do Sul (Garcia & Vinciprova (2003) *apud* Fontana *et al.*, 2003).

O Quadro 18 apresenta os dados secundários obtidos para a AID.

Quadro 18 – Espécies de anfíbios citadas para região e área de duplicação da BR-386, com o nome científico, nome popular e tipo de registro (AD= amostragem direta; BI= dados gerados a partir de bibliografia Braun e Braun, 1980.)

| Nome científico | Nome Popular | Tipo de registro |
|--|-----------------------------|------------------|
| Bufonidae | | |
| <i>Rhinella dorbignyi</i> (Duméril e Bibron, 1841) | sapo-da-terra | AD |
| <i>Rhinella icterica</i> (Spix, 1824) | sapo-cururu | AD |
| Hylidae | | |
| <i>Dendropsophus minutus</i> (Peters, 1872) | perereca-ampulheta | AD |
| <i>Dendropsophus sanborni</i> (Schmidt, 1944) | perereca-anã | AD |
| <i>Hypsiboas faber</i> (Wied-Neuwied, 1821) | rã-martelo | AD |
| <i>Hypsiboas pulchellus</i> (Duméril e Bribon, 1841) | perereca-trepadora | AD |
| <i>Pseudis minuta</i> Günther, 1858 | rã-boiadeira | AD |
| <i>Scinax berthae</i> (Barrio, 1962) | perereca-de-pintas-laranjas | AD |
| <i>Scinax fuscovarius</i> (A. Lutz, 1925) | perereca-raspa-cuia | BI |
| <i>Scinax granulatus</i> (Peters, 1871) | perereca-roncadora | AD |
| <i>Scinax squalirostris</i> (A. Lutz, 1925) | perereca-focinhuda | AD |
| Leiuperidae | | |
| <i>Physalaemus cuvieri</i> (Fitzinger, 1826) | rã-cachorro | BI |
| <i>Physalaemus gracilis</i> (Boulenger, 1888) | rã-gato | AD |

| Nome científico | Nome Popular | Tipo de registro |
|--|--------------|------------------|
| <i>Pseudopaludicola falcipes</i> (Hensel, 1867) | rãzinha | AD |
| Leptodactylidae | | |
| <i>Leptodactylus gracilis</i> (Duméril e Bribon, 1841) | rã-saltadora | AD |
| <i>Leptodactylus ocellatus</i> (Linnaeus, 1758) | rã-manteiga | AD |
| Microhylidae | | |
| <i>Elachistocleis bicolor</i> (Guérin Méneville, 1838) | rã-grilo | BI |

5.2.3.4.2.2 Répteis

Nos levantamentos de campo (Tabela 31, Mapa 15 – Pontos amostrais para fauna terrestre e ictiofauna) foram identificadas cinco espécies de répteis (Quadro 19), das quais três são serpentes pertencentes a duas famílias, um lagarto representante de *Teiidae* e um quelônio. Entre as serpentes, *Phylodryas olfersii* (cobra-cipó-listrada) e *Oxyrhopus rhombifer* (falsa-coral) foram encontradas durante os transectos diurnos e noturnos (respectivamente) ao longo da estrada, já a *Bothrops alternatus* (cruzeira) foi encontrada atropelada no acostamento. Quatro exemplares de *Tupinambis meriane* foram avistados se locomovendo através das áreas de pastagens ao lado das rodovias. Já dois exemplares de *Phrynops hilarii* (cágado-pescoçudo) foram avistados termorregulando em um açude próximo ao pedágio (Figura 115). A curva de suficiência amostral indica a estabilização do número de espécies (Figura 116).



Figura 115 – Exemplar de *Phrynops hilarii* (cágado-pescoçudo) amostrado termorregulando em açude artificial

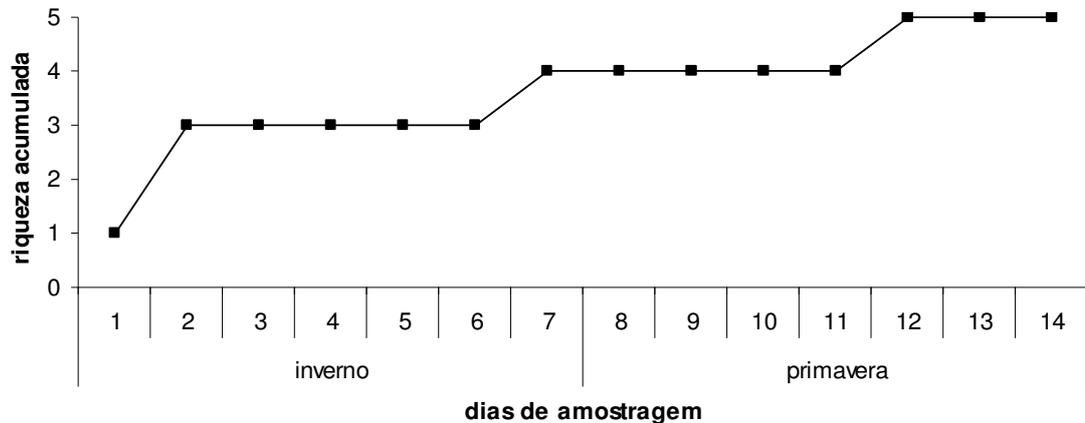


Figura 116 – Curva de suficiência amostral

Quadro 19 – Espécies de répteis encontradas nos levantamentos primários

| Nome científico | Nome Popular |
|--|---------------------|
| <i>Squamata</i> | |
| <i>Serpentia</i> | |
| <i>Colubridae</i> | |
| <i>Oxyrhopus rhombifer</i> (Duméril, Bribon e Duméril, 1854) | falsa-coral |
| <i>Philodryas olfersii</i> (Lichtenstein, 1823) | cobra-cipó-listrada |
| <i>Viperidae</i> | |
| <i>Bothrops alternatus</i> (Duméril, Bribon e Duméril, 1854) | cruzeira |
| <i>Teiidae</i> | |
| <i>Tupinambis meriana</i> (Duméril e Bribon, 1839) | teiú |
| <i>Testudines</i> | |
| <i>Chelidae</i> | |
| <i>Phrynops hilarii</i> (Duméril e Bribon, 1835) | cágado-pescoçudo |

Os répteis, de modo geral, são organismos que possuem uma grande capacidade de locomoção, tendo suas populações (mesmo as pequenas) amplamente distribuídas (Pough *et al.*, 2003). Apesar de se conhecer os efeitos negativos das rodovias, principalmente o atropelamento durante a locomoção entre áreas (Ashley & Robinson, 1996) e devido aos hábitos e à biologia das espécies amostradas, pode-se supor que as populações ocorrentes na área encontram-se adaptadas aos diferentes impactos causados pela rodovia. Tanto as serpentes como os lagartos encontrados, *P. olfersii*, *O. rhombifer*, *Tupinambis meriani* apresentam hábitos generalistas podendo ser encontrados desde áreas naturais preservadas até áreas suburbanas, inclusive *Bothrops alternatus*. Quanto ao uso de *habitat*, apenas *P. olfersii* utiliza o substrato arbustivo e arbóreo, as demais espécies são terrestres e o quelônio apresenta hábitos aquáticos, podendo usufruir tanto de arroios quanto de açudes.

No Quadro 20 apresenta-se o resultado do levantamento de dados secundários na AID.

Quadro 20 – Espécies de répteis citadas para região e área de duplicação da BR-386, com o nome científico, nome popular e tipo de registro (AD= amostragem direta; BI= dados gerados através de bibliografia Lema, 2002).

| Nome científico | Nome Popular | Tipo de registro |
|--|-----------------------------------|------------------|
| Chelidae | | |
| <i>Phrynops hilarii</i> (Duméril e Bibron, 1835) | cágado-pescoçudo | AD |
| Squamata | | |
| Lacertilia | | |
| Leiosauridae | | |
| <i>Anisolepis grilli</i> Boulenger, 1891 | papa-vento | BI |
| Teiidae | | |
| <i>Tupinambis meriana</i> (Duméril e Bribon, 1839) | teiú | AD |
| Serpentia | | |
| Colubridae | | |
| <i>Atractus reticulatus</i> (Boulenger, 1885) | cobra-da-terra-comum | BI |
| <i>Echianthera affinis</i> (Günther, 1858) | corredeira-do-mato-comum | BI |
| <i>Echianthera bilineata</i> (Fischer, 1885) | corredeira-do-mato-de-duas-listas | BI |
| <i>Echianthera cyanopleura</i> (Cope, 1885) | corredeira-grande-do-mato | BI |
| <i>Oxyrhopus clathratus</i> Duméril, Bibron e Duméril, 1854 | falsa-coral | BI |
| <i>Oxyrhopus rhombifer</i> (Duméril, Bribon e Duméril, 1854) | falsa-coral | AD |
| <i>Philodryas olfersii</i> (Lichtenstein, 1823) | cobra-cipó-listrada | AD |
| <i>Sibynomorphus mikanii</i> (Schlegel, 1837) | dormideira-preta | BI |
| <i>Tomodon dorsatus</i> Duméril, Bibron e Duméril, 1854 | cobra-espada | BI |
| Viperidae | | |
| <i>Bothrops alternatus</i> (Duméril, Bribon e Duméril, 1854) | cruzeira | AD |

5.2.3.4.3 Espécies raras, endêmicas e ameaçadas

Nenhuma das espécies encontradas, tanto de anfíbios como de répteis, configuram entre as espécies ameaçadas conhecidas para o estado do Rio Grande do Sul (Garcia e Vinciprova, 2003 *apud* Fontana *et al.*, 2003), nem mesmo para o Brasil, segundo Machado *et al.* (2005). Da mesma forma não foram identificadas espécies de anfíbios e répteis protegidas pela legislação federal, estadual e municipal (Instruções Normativas nº 3, de 27 de maio de 2003 e nº 5, de 21 de maio de 2004 e Decreto Estadual nº 41.672 de 4 de junho de 2002).

5.2.3.5 Avifauna

5.2.3.5.1 Metodologia

As amostragens da avifauna foram conduzidas por meio de levantamentos qualitativos e quantitativos durante sete dias no inverno e sete dias na primavera, em seis pontos (Tabela 31, Mapa 15 – Pontos amostrais para fauna terrestre e ictiofauna), cobrindo as principais formações vegetais presentes na região.

No trecho previsto para a duplicação, as aves foram amostradas por registro focal e auditivo. Foi registrada a presença de espécies nas áreas de Campo com áreas alagadas (compreendendo ambientes abertos e alagados, fortemente alterados, com pequeno estrato herbáceo constituído de gramíneas e asteráceas) (Figura 117 e Figura 118), Mata Ciliar (ambientes próximos aos arroios Concórdia e Estrela, (Figura 119) e Mata (ambientes florestados mais íntegros) (Figura 120).



Figura 117 – Visualização de uma área aberta com arbustos e plantações de eucaliptos ao fundo



Figura 118 – Visualização da área de campo alagada adjacente a BR – 386



Figura 119 – Visualização da uma área de mata com forte pressão antrópica



Figura 120 – Visualização da área de mata ciliar próxima ao arroio Estrela que atravessa a BR-386

Empregou-se o método de Pontos Fixos e Índice Pontual de Abundância – IPA (Bibby *et al.*, 1992) para estimar a abundância relativa das espécies (Blondel *et al.*, 1981). Segundo Develey & Martensen (2006) esse método de amostragem aumenta em mais de 50 % a chance de detecção do que a captura por redes de neblina. O registro das aves foi feito no horário de maior atividade das aves, nos períodos matutino (6:30 h – 10:00 h) e vespertino (16 h – 17:30 h). Foi utilizado o auxílio de binóculos 10 x 50 mm em áreas abertas e 07 x 50 mm em áreas de mata e minigravador digital para comparações das vocalizações. Para a identificação das aves foram utilizadas as seguintes referências: De La Peña & Rumboll (1998); Dunning (1987) e Sick (1997).

Foi considerada a abundância relativa de cada espécie (IPA), sendo estimada pela divisão do total do número de espécies registradas pelo total do número de pontos amostrados (Blondel *et al.*, 1981; Vielliard & Silva, 1990). Dez pontos amostrais foram aleatorizados e distanciados em 100 m, permanecendo por 10 minutos em cada área

amostrada (Campos, Mata Ciliar e Mata), totalizando 30 pontos amostrais. Lynch (1995) afirma que em média 55% e 82% de todas as espécies detectadas em pontos ocorrem nos primeiros cinco e dez minutos de contagem, respectivamente, e que, a taxa de detecção de novas espécies no intervalo de 0 a 5 minutos é três vezes maior do que no intervalo entre 10 e 15 minutos. De acordo com esse mesmo autor, o tempo amostral em cada ponto deve ser de cinco minutos se o tempo de deslocamento entre os pontos for menor que 15 minutos (para maior eficiência) e 10 minutos se o tempo de deslocamento for maior que 15 minutos. Assim, permaneceu-se por 10 minutos em cada ponto de amostragem e o deslocamento entre os pontos era realizado em menos de 20 minutos, otimizando, portanto, o tempo de amostragens e garantindo maior independência entre os pontos (Bibby *et al.*, 1992; Lynch, 1995). Todas as aves foram registradas apenas uma vez e, quando em dúvida se determinado indivíduo pudesse já ter sido contado em outro ponto, esse registro não foi considerado.

As aves estão situadas em suas devidas ordens taxonômicas, com seus nomes populares, conforme Belton (1994), salvo algumas modificações de Bencke (2001) e Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CRBO, 2007). Foi quantificada a riqueza absoluta e para maior precisão e acurácia da riqueza local, utilizou-se o método de Jack-Knife de primeira ordem. Esse método leva em consideração o número real de riqueza de espécies e espécies raras compartilhadas entre grupos de amostras baseadas em incidência (Heltsche & Forrester, 1983). Em seguida, comparam-se os índices pontuais de abundância de cada ambiente estudado.

Para cada um dos ambientes amostrados foi elaborada uma curva de suficiência amostral (Krebs, 1988). Classificou-se, também, o *status* de ocorrência conforme Bencke (2001) em: - **R**: residente o ano todo / **M**: migrante residente de verão - nidifica no RS / **D**: status desconhecido / **N**: migrante - visitante vindo do Hemisfério Norte / **S**: migrante - visitante vindo do cone sul da América do Sul. Além disso, classificou-se o *status* de conservação de cada espécie para o Rio Grande do Sul, conforme Fontana *et al.* (2003), e para o Brasil baseado em Machado *et al.* (2005). As espécies também foram classificadas conforme sua sensibilidade a perturbações humanas, segundo Stotz *et al.* (1996). E, por fim, identificaram-se os hábitos alimentares (guildas tróficas) em seis categorias: **CA** (carnívoros), **FR** (frugívoros), **NC** (nectarívoros), **IN** (insetívoros), **ON** (onívoros), **GR** (granívoros), seguindo Willis (1979), Sick (1997) e Sigrist (2006), além de aspectos relevantes da biologia reprodutiva das espécies, conforme Sick (1997).

5.2.3.5.1.1 Aves Atropeladas

Para registrar aves atropeladas na rodovia, a mesma foi percorrida diariamente no percurso da sua duplicação (total de 35,2 km) entre os municípios de Estrela e Tabaí – RS. O percurso foi realizado com automóvel em uma velocidade constante de 30 km/h durante o período diurno. Os animais atropelados encontrados na rodovia ou no acostamento foram identificados pela carcaça (penas, patas, bicos, tamanho e forma

do corpo) e registrados em fotografias. A quilometragem, a coordenada geográfica e o ambiente do local do atropelamento também foram registrados.

5.2.3.5.2 Resultados

Durante o estudo, considerando os levantamentos esporádicos e os pontos de contagem, registraram-se 102 espécies no total, distribuídas em 38 famílias (Figura 121 à Figura 124). O aumento da riqueza foi considerável no período da primavera nos ambientes estudados. A maior riqueza foi encontrada em áreas de Mata, com 56 espécies no inverno e 68 espécies na primavera (Figura 125). A menor riqueza foi no ambiente de campo e áreas alagadas, com 30 espécies no inverno e 37 na primavera.



Figura 121 – Casal de balança-rabo-de-máscara (*Poliotila dumicola*) preparando para o acasalamento



Figura 122 – Garça-vaqueira (*Bubulcus ibis*). Uma espécie muito comum na área de estudo



Figura 123 – Beija-flor-de-topete (*Stephanoxis lalandi*), espécie de fácil visualização na área de estudo



Figura 124 – João-de-barro (*Furnarius rufus*). Uma das espécies mais comuns da avifauna brasileira

Muitas espécies registradas na área destacam-se principalmente por possuírem caráter generalista como columbídeos (*Columbina talpacoti* - rolinha-roxa, *C. picui* - rolinha-picuí). Muitas espécies dessa família são generalistas de áreas abertas, consomem grãos e não necessitam de áreas preservadas para nidificação. A modificação e impactos humanos favorecem espécies com essas características. Espécies com amplo nicho e muito comuns em áreas urbanas como *Serpophaga subcristata* (alegrinho), *Machetornis rixosus* (suiriri-cavaleiro), *Pitangus sulphuratus*

(bem-te-vi), entre outros, também foram registradas nas áreas do empreendimento. Foi registrada apenas uma espécie migradora, a guaracava-de-bico-curto (*Elaenia parvirostris*). Esse registro foi possível devido aos levantamentos ocorrerem nos primeiros dias da primavera, ainda com temperaturas atípicas, ou seja, baixas.

Quanto aos levantamentos quantitativos, a curva de suficiência amostral apresentou uma estabilização no final das amostragens da área de mata. Já as áreas de Campo, Áreas alagadas e Mata ciliar demonstraram um leve aumento no final das amostragens, revelando que essas áreas necessitam de mais tempo para atingir a riqueza presente nas demais áreas (Figura 125).

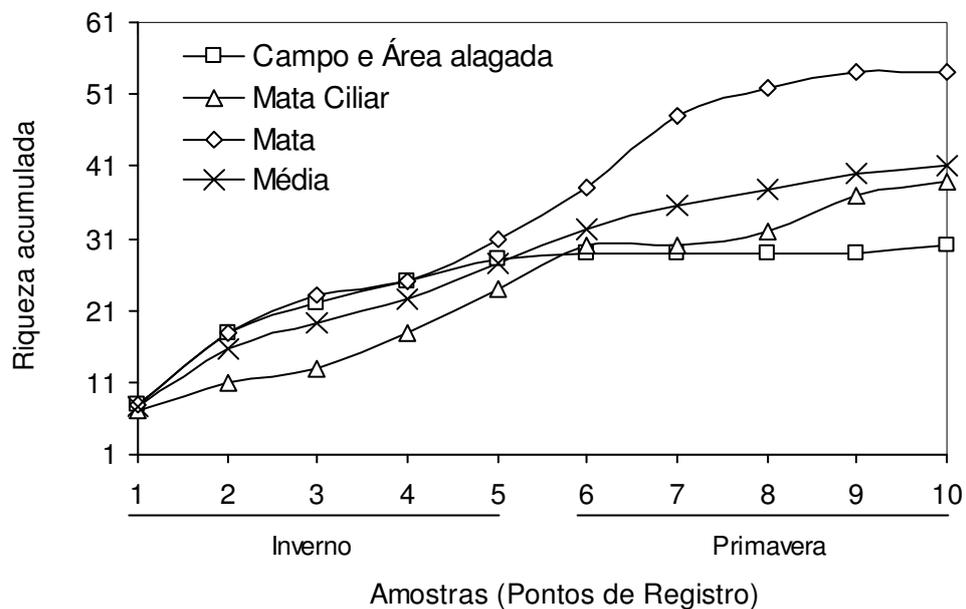


Figura 125 – Curva de suficiência amostral dos pontos de contagem no inverno e primavera nos três ambientes estudados da BR-386/RS

Quanto à riqueza, registrou-se maior riqueza observada e estimada na área de Mata no período da primavera com 64 espécies. No campo e áreas alagadas registrou-se a menor riqueza entre os ambientes estudados (Figura 126).

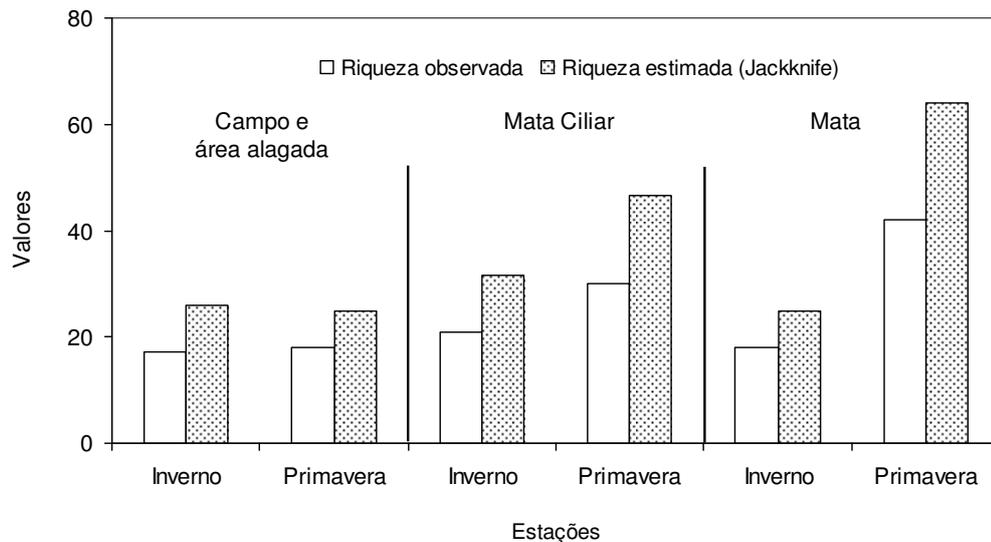


Figura 126 – Riqueza observada e estimada (Jack-Knife 1) no inverno e primavera nos três ambientes estudados da BR-386/RS

Quanto ao índice pontual de abundância (IPA), as áreas de Mata apresentaram uma abundância um pouco maior do que na Mata ciliar e Campo e área alagada (Figura 127). Esse fator é muito influenciado pela presença da rolhinha-picuí (*Columbina picui*), do canário-da-terra-verdadeiro (*Sicalis flaveola*) e da juriti-pupu (*Leptotila verreauxi*) que são espécies comuns, tanto em áreas abertas como em áreas de borda de florestas.

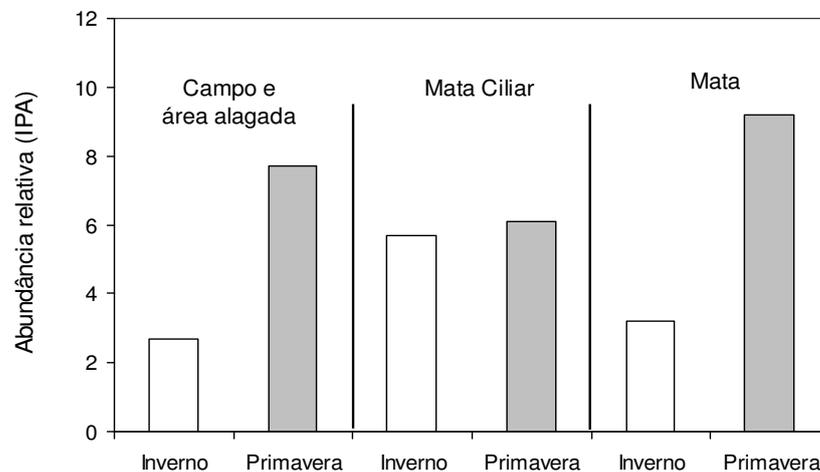


Figura 127 – Abundância relativa das espécies (Índice Pontual de Abundância) nos três ambientes estudados (ponto de contagem/nº de registros) nas estações estudadas da BR-386/RS

Quanto à sensibilidade das espécies sobre a influência de perturbações antrópicas, nenhuma espécie apresentou sensibilidade alta, ou seja, todas toleram bem perturbações antrópicas, mesmo aquelas citadas como sendo de sensibilidade média (Quadro 21).

Quadro 21 – Relação das espécies de aves registradas nas áreas da duplicação da BR-386 entre os municípios de Tabai e Estrela
Registros esporádicos e fora do período de amostragem também foram considerados. As aves estão situadas em suas devidas ordens, famílias e subfamílias, bem como seus nomes populares conforme Belton (1994), salvo algumas modificações de Bencke (2001) e do Comitê de Registros Ornitológicos de Ago/2007.

No Quadro: Guildas tróficas: CA (carnívoros), FR (frugívoros), NC (nectarívoros), IN (insetívoros), ON (onívoros), GR (granívoros). Status de ocorrência: R: residente o ano todo / M: migrante residente de verão - nidifica no RS / D: status desconhecido / N: migrante - visitante vindo do Hemisfério Norte / S: migrante - visitante vindo do cone sul da América do Sul. Status de conservação Q = quase ameaçada, VU = vulnerável, EP = em perigo Fontana *et al.* (2003). Espécies foram classificadas conforme a sensibilidade a alterações ambientais conforme Stotz *et al.* (1996) como (A = alta, M = média e B = baixa)

| Composição | | Inverno | | | Primavera | | | Biologia das espécies | | | |
|---|----------------------|----------------------|-------------|------|----------------------|-------------|------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| | | Ambientes estudados | | | Ambientes estudados | | | | | | |
| Nome Científico | Nome comum | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Guildas Tróficas | Status de Ocorrência | Status de Conservação | Sensibilidade |
| Tinamiformes | | | | | | | | | | | |
| Tinamidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Rhynchotus rufescens</i> (Temminck, 1815) | Perdigão | | | | X | X | | IN | R | | B |
| <i>Nothura maculosa</i> (Temminck, 1815) | perdiz ou codorna | | | | X | X | | IN | R | | B |
| Pelecaniformes | | | | | | | | | | | |
| Phalacrocoracidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Phalacrocorax brasilianus</i> (Gmelin, 1789) | Biguá | X | X | | X | X | | CA | R | | B |
| Anhingidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Anhinga anhinga</i> (Linnaeus, 1766) | Biguatinga | | | | | X | | IN | R | | M |
| Ciconiiformes | | | | | | | | | | | |
| Ardeidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Nycticorax nycticorax</i> (Linnaeus, 1758) | Savacu | | | | X | X | | ON | R | | B |
| <i>Syrigma sibilatrix</i> (Temminck, 1824) | maria-faceira | X | | | X | X | | ON | R | | M |
| <i>Bubulcus ibis</i> (Linnaeus, 1758) | garça-vaqueira | X | | | X | X | | IN | R | | B |
| <i>Egretta thula</i> (Molina, 1782) | garça-branca-pequena | X | | | X | X | | IN | R | | B |

| Composição | | Inverno | | | Primavera | | | Biologia das espécies | | | |
|---|--------------------------|----------------------|-------------|------|----------------------|-------------|------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| | | Ambientes estudados | | | Ambientes estudados | | | | | | |
| Nome Científico | Nome comum | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Guildas Tróficas | Status de Ocorrência | Status de Conservação | Sensibilidade |
| <i>Casmerodius alba</i> Linnaeus, 1758 | garça-branca-grande | X | | | X | X | | IN | R | | B |
| Falconiformes | | | | | | | | | | | |
| Cathartidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758) | urubu-de-cabeça-vermelha | X | | | X | X | | CA | R | | B |
| <i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793) | urubu-de-cabeça-preta | X | | | X | X | | CA | R | | M |
| Accipitridae | | | | | | | | | | | |
| <i>Buteo magnirostris</i> (Gmelin, 1788) | gavião-carijó | | | X | | X | | CA | R | | B |
| <i>Rostrhamus sociabilis</i> (Vieillot, 1817) | gavião-caramujeiro | X | X | | X | X | | CA | R | | B |
| <i>Buteo albicaudatus</i> Vieillot, 1816 | gavião-de-rabo-branco | | | | X | | | CA | R | | B |
| <i>Ictinia plumbea</i> (Gmelin, 1788) | Sovi | | | | X | | | CA | R | | M |
| Falconidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777) | Caracará | X | | | X | | | CA | R | | B |
| <i>Milvago chimango</i> (Vieillot, 1816) | Chimango | X | | | X | X | | CA | R | | B |
| <i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816) | Carrapateiro | X | | | X | | | CA | R | | B |
| Anseriformes | | | | | | | | | | | |
| Anatidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789) | pé-vermelho | | | | X | X | | ON | R | | B |
| Galliformes | | | | | | | | | | | |
| Cracidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Penelope obscura</i> Temminck, 1815 | Jacuaçu | | | | X | X | X | FR | R | | M |

| Composição | | Inverno | | | Primavera | | | Biologia das espécies | | | |
|--|----------------------|----------------------|-------------|------|----------------------|-------------|------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| | | Ambientes estudados | | | Ambientes estudados | | | Guildas Tróficas | Status de Ocorrência | Status de Conservação | Sensibilidade |
| Nome Científico | Nome comum | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | | | | |
| <i>Ortalis guttata</i> (Spix, 1825) | Aracuã | | | X | | | X | FR | | | |
| Gruiformes | | | | | | | | | | | |
| Rallidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Aramides saracura</i> (Spix, 1825) | saracura-do-mato | X | | | X | X | | IN | R | | M |
| <i>Gallinula chloropus</i> (Linnaeus, 1758) | frango-d'água-comum | | | | | X | | IN | R | | B |
| Charadriiformes | | | | | | | | | | | |
| Jacanidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Jacana jacana</i> (Linnaeus, 1766) | Jaçanã | X | | | X | | | ON | R | | B |
| Charadriidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782) | quero-quero | X | | | X | | | IN | R | | B |
| Columbiformes | | | | | | | | | | | |
| Columbidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Columbina talpacoti</i> (Temminck, 1811) | rolinha-roxa | X | | | X | X | | GR | R | | B |
| <i>Columbina picui</i> (Temminck, 1813) | rolhinha-picuí | X | | | X | | | GR | R | | B |
| <i>Columba picazuro</i> (Temminck, 1813) | asa-branca ou pombão | X | | | X | X | | GR | R | | M |
| <i>Zenaida auriculata</i> (Des Murs, 1847) | pomba-de-bando | X | | | X | | | GR | R | | B |
| <i>Leptotila verreauxi</i> Bonaparte, 1855 | juriti-pupu | | | X | | X | | GR | R | | B |
| <i>Leptotila rufaxilla</i> (Richard e Bernard, 1792) | juriti-gemeadeira | | X | | X | X | X | GR | R | | M |
| Psittaciformes | | | | | | | | | | | |
| Psittacidae | | | | | | | | | | | |

| Composição | | Inverno | | | Primavera | | | Biologia das espécies | | | |
|--|-----------------------------|----------------------|-------------|------|----------------------|-------------|------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| | | Ambientes estudados | | | Ambientes estudados | | | | | | |
| Nome Científico | Nome comum | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Guildas Tróficas | Status de Ocorrência | Status de Conservação | Sensibilidade |
| <i>Myiopsitta monachus</i> (Boddaert, 1783) | Caturrita | X | | | X | X | | ON | R | VU | M |
| Cuculiformes | | | | | | | | | | | |
| Cuculidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Piaya cayana</i> (Linnaeus, 1766) | alma-de-gato | | X | | X | X | | IN | R | | B |
| <i>Guira guira</i> (Gmelin, 1788) | anu-branco | X | | | X | | | IN | R | | B |
| <i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758 | anu-preto | X | | | X | | | IN | R | | B |
| Strigiformes | | | | | | | | | | | |
| Tytonidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Tyto alba</i> (Scopoli, 1769) | coruja-da-igreja | X | | | X | | | CA | R | | B |
| Strigidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Otus</i> sp. | Coruja | | | | | | | CA | R | | B |
| <i>Speotyto cunicularia</i> (Molina, 1782) | coruja-do-campo | X | | | X | | | ON | R | | M |
| Apodiformes | | | | | | | | | | | |
| Trochilidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Chlorostilbon aureoventris</i> (d'Orbigny e Lafresnaye, 1838) | beija-flor-de-bico-vermelho | | X | X | | X | X | NC | R | | B |
| <i>Hylocharis chrysura</i> (Shaw, 1812) | beija-flor-dourado | | X | | X | X | X | NC | R | | M |
| <i>Stephanoxis lalandi</i> (Vieillot, 1818) | beija-flor-de-topete | | X | | | X | | NC | R | | M |
| <i>Leucochloris albicollis</i> (Vieillot, 1818) | beija-flor-de-papo-branco | | X | | | X | | NC | R | | B |
| Trogoniformes | | | | | | | | | | | |
| Trogonidae | | | | | | | | | | | |

| Composição | | Inverno | | | Primavera | | | Biologia das espécies | | | |
|---|---------------------------|----------------------|-------------|------|----------------------|-------------|------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| | | Ambientes estudados | | | Ambientes estudados | | | | | | |
| Nome Científico | Nome comum | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Guildas Tróficas | Status de Ocorrência | Status de Conservação | Sensibilidade |
| <i>Trogon surrucura</i> Vieillot, 1817 | surucuá-variado | | | | | | X | ON | R | | M |
| Coraciiformes | | | | | | | | | | | |
| Alcedinidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Ceryle torquatus</i> (Linnaeus, 1766) | martim-pescador-grande | X | X | | X | X | | CA | R | | B |
| <i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790) | martim-pescador-verde | | | | | X | | CA | R | | B |
| <i>Chloroceryle americana</i> (Gmelin, 1788) | martim-pescador-pequeno | | | | | X | | CA | R | | B |
| Piciformes | | | | | | | | | | | |
| Picidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Colaptes melanochloros</i> (Gmelin, 1788) | pica-pau-verde-barrado | | | X | | | X | IN | R | | B |
| <i>Colaptes campestris</i> (Vieillot, 1818) | pica-pau-do-campo | X | | | X | | | IN | R | | B |
| <i>Veniliornis spilogaster</i> (Wagler, 1827) | picapauzinho-verde-carijó | | | | | X | X | IN | R | | M |
| <i>Melanerpes candidus</i> (Otto, 1796) | birro, pica-pau-branco | X | X | | X | X | | IN | R | | B |
| Passeriformes | | | | | | | | | | | |
| Subordem Tyranni (Suboscines) | | | | | | | | | | | |
| Dendrocolaptidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Sittasomus griseicapillus</i> (Vieillot, 1818) | arapaçu-verde | | | X | X | | X | IN | R | | M |
| <i>Xiphorhynchus fuscus</i> (Vieillot, 1818) | arapaçu-rajado | | | X | X | | X | IN | R | | A |
| Furnariidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Synallaxis ruficapilla</i> Vieillot, 1819 | Pichororé | X | | | X | | | IN | R | | B |
| <i>Synallaxis cinerascens</i> Temminck, 1823 | pi-puí | X | | | X | | | IN | R | | M |

| Composição | | Inverno | | | Primavera | | | Biologia das espécies | | | |
|---|----------------------------|----------------------|-------------|------|----------------------|-------------|------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| | | Ambientes estudados | | | Ambientes estudados | | | | | | |
| Nome Científico | Nome comum | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Guildas Tróficas | Status de Ocorrência | Status de Conservação | Sensibilidade |
| <i>Synallaxis spixi</i> Sclater, 1856 | joão-teneném | | | | X | | | IN | R | | B |
| <i>Furnarius rufus</i> (Gmelin, 1788) | joão-de-barro | | | | X | | | IN | R | | B |
| <i>Schoeniophylax phryganophila</i> (Vieillot, 1817) | Bichoita | | | | X | | | IN | R | | B |
| <i>Cranioleuca obsoleta</i> (Reichenbach, 1853) | arredio-oliváceo | | | | X | X | | IN | R | | M |
| <i>Anumbius annumbi</i> (Vieillot, 1817) | Cochicho | | | | X | | | IN | R | | M |
| <i>Phacellodomus striaticollis</i> (d'Orbigny e Lafresnaye, 1838) | tio-tio | X | | | X | | | IN | R | | M |
| <i>Syndactyla rufosuperciliata</i> (Lafresnaye, 1832) | trepador-quiete | | X | | X | X | | IN | R | | M |
| <i>Heliobletus contaminatus</i> Berlepsch, 1885 | Trepadorzinho | | | | | | X | IN | R | | A |
| <i>Leptasthenura setaria</i> (Temminck, 1824) | Grimpeiro | | | | | | X | IN | R | | M |
| Formicariidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Thamnophilus caerulescens</i> Vieillot, 1816 | choca-da-mata | | X | | | X | | IN | R | | B |
| <i>Thamnophilus ruficapillus</i> Vieillot, 1816 | choca-de-boné-vermelho | X | | | X | | | IN | R | | B |
| <i>Mackenziaena leachii</i> (Such, 1825) | borralhara-assobiadora | | X | X | | X | X | IN | R | | M |
| Conopophagidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Conopophaga lineata</i> (Wied, 1831) | chupa-dente | | X | | | X | | IN | R | | M |
| Tyrannidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Tolmomyias sulphurescens</i> (Spix, 1825) | bico-chato-de-orelha-preta | | | X | X | | X | IN | R | | M |
| <i>Todirostrum plumbeiceps</i> (Lafresnaye, 1846) | Tororó | | X | | | | X | IN | R | | M |
| <i>Serpophaga subcristata</i> (Vieillot, 1817) | Alegrinho | | X | X | | | X | IN | R | | B |
| <i>Phylloscartes ventralis</i> (Temminck, 1824) | borboletinha-do-mato | | | X | | | X | IN | R | | M |

| Composição | | Inverno | | | Primavera | | | Biologia das espécies | | | |
|--|---------------------------|----------------------|-------------|------|----------------------|-------------|------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| | | Ambientes estudados | | | Ambientes estudados | | | | | | |
| Nome Científico | Nome comum | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Guildas Tróficas | Status de Ocorrência | Status de Conservação | Sensibilidade |
| <i>Machetornis rixosus</i> (Vieillot, 1819) | suiriri-cavaleiro | | | X | | | X | IN | R | | B |
| <i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766) | bem-te-vi | X | X | X | X | X | X | ON | R | | B |
| <i>Megarynchus pitangua</i> (Linnaeus, 1766) | Neinei | | | | | X | X | ON | R | | B |
| Pipridae | | | | | | | | | | | |
| <i>Chiroxiphia caudata</i> (Shaw e Nodder, 1793) | Tangará | | | | | | X | ON | R | | B |
| Subordem Passeres (Oscines) | | | | | | | | | | | |
| Hirundinidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Notiochelidon cyanoleuca</i> (Vieillot, 1817) | andorinha-pequena-de-casa | X | | | X | | | IN | R | | B |
| Troglodytidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Troglodytes musculus</i> Naumann, 1823 | Corruíra | X | X | X | X | X | X | IN | R | | B |
| Mimidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Mimus saturninus</i> (Lichtenstein, 1823) | sabiá-do-campo | | | | X | | | IN | R | | B |
| Muscicapidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Turdus rufiventris</i> Vieillot, 1818 | sabiá-laranjeira | | X | X | X | X | X | ON | R | | B |
| <i>Turdus amaurochalinus</i> Cabanis, 1850 | sabiá-poca | | | X | X | X | X | ON | R | | B |
| <i>Turdus albicollis</i> Vieillot, 1818 | sabiá-coleira | | | X | | | X | ON | R | | B |
| Emberizidae | | | | | | | | | | | |
| Emberizinae | | | | | | | | | | | |
| <i>Zonotrichia capensis</i> (Statius Muller, 1776) | tico-tico | X | X | X | X | X | X | GR | R | | B |
| <i>Ammodramus humeralis</i> (Bosc, 1792) | tico-tico-do-campo | | | | X | | | GR | R | | B |

| Composição | | Inverno | | | Primavera | | | Biologia das espécies | | | |
|--|-----------------------------|----------------------|-------------|------|----------------------|-------------|------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| | | Ambientes estudados | | | Ambientes estudados | | | | | | |
| Nome Científico | Nome comum | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Guildas Tróficas | Status de Ocorrência | Status de Conservação | Sensibilidade |
| <i>Poospiza lateralis</i> (Nordmann, 1835) | Quete | | | | X | | | ON | R | | M |
| <i>Sicalis flaveola</i> (Linnaeus, 1766) | canário-da-terra-verdadeiro | X | | | X | X | | GR | R | | B |
| <i>Embernagra platensis</i> (Gmelin, 1789) | sabiá-do-banhado | | | | X | | | IN | R | | B |
| Cardinalinae | | | | | | | | | | | |
| <i>Saltator similis</i> d'Orbigny e Lafresnaye, 1837 | trinca-ferro-verdadeiro | | | X | | | X | ON | R | | B |
| Thraupinae | | | | | | | | | | | |
| <i>Thraupis sayaca</i> (Linnaeus, 1766) | sanhaçu-cinzento | | X | X | | X | X | ON | R | | B |
| <i>Stephanophorus diadematus</i> (Temminck, 1823) | sanhaçu-frade | | | | X | X | | ON | R | | B |
| <i>Tangara preciosa</i> (Cabanis, 1850) | saíra-preciosa | | | | | | X | ON | R | | B |
| <i>Euphonia chlorotica</i> (Linnaeus, 1766) | fim-fim | | X | | | | X | ON | R | | B |
| <i>Tachyphonus coronatus</i> (Vieillot, 1822) | tiê-preto | | | X | | | X | ON | R | | B |
| Coerebidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Coereba flaveola</i> (Linnaeus, 1758) | Cambacica | | | | | | | ON | R | | B |
| Parulidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Parula pitiayumi</i> (Vieillot, 1817) | Mariquita | X | | | X | X | X | IN | R | | M |
| <i>Basileuterus culicivorus</i> (Deppe, 1830) | pula-pula | | X | X | | X | X | IN | R | | B |
| <i>Basileuterus leucoblepharus</i> (Vieillot, 1817) | pula-pula-assobiador | | X | X | | X | X | IN | R | | B |
| Vireonidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Cyclarhis gujanensis</i> (Gmelin, 1789) | Pitiguari | | | | X | X | X | IN | R | | B |
| Icteridae | | | | | | | | | | | |



| Composição | | Inverno | | | Primavera | | | Biologia das espécies | | | |
|---|-------------|----------------------|-------------|------|----------------------|-------------|------|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------|
| | | Ambientes estudados | | | Ambientes estudados | | | | | | |
| Nome Científico | Nome comum | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Campo e área Alagada | Mata Ciliar | Mata | Guildas Tróficas | Status de Ocorrência | Status de Conservação | Sensibilidade |
| <i>Cacicus chrysopterus</i> (Vigors, 1825) | Tecelão | | | | | X | X | ON | R | | M |
| <i>Molothrus bonariensis</i> (Gmelin, 1789) | vira-bosta | X | | | X | X | | ON | R | | B |
| <i>Icterus cayanensis</i> (Linnaeus, 1766) | Encontro | X | | | X | X | | ON | | | |
| <i>Gnorimopsar chopi</i> (Vieillot, 1819) | Graúna | | | | X | | | ON | R | | B |
| Fringillidae | | | | | | | | | | | |
| <i>Carduelis magellanica</i> (Vieillot, 1805) | Pintassilgo | X | | | X | X | | GR | R | | B |
| Passeridae | | | | | | | | | | | |
| <i>Passer domesticus</i> (Linnaeus, 1758) | Pardal | X | X | | X | X | | ON | R | | B |
| Riqueza Total | | 40 | 25 | 23 | 68 | 56 | 37 | | | | |

5.2.3.5.3 Espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção e locais de nidificação

Quanto à ocorrência de endemismos, optou-se por considerar os critérios usados por Sick (1997), baseados em ecossistemas. Pelos critérios definidos por este autor, foi identificada apenas uma espécie endêmica, que é o grimpeiro (*Leptasthenura setaria*). Essa espécie acompanha a distribuição da Floresta Ombrófila Mista no Brasil, sendo muito comum neste tipo de ambiente.

Não se registrou nenhuma espécie que conste em lista das espécies ameaçadas do Rio Grande do Sul, segundo Fontana *et al.* (2003), nem para o Brasil, conforme Machado *et al.* (2005). Igualmente não foram identificadas espécies de aves protegidas pela legislação federal, estadual e municipal (Instruções Normativas n° 3, de 27 de maio de 2003 e n° 5, de 21 de maio de 2004 e Decreto Estadual n° 41.672 de 4 de junho de 2002). Além disso, não foi registrado nenhum ninhal, apenas poucos ninhos inativos em pequenos arbustos, espalhados nas áreas estudadas.

5.2.3.5.4 Avifauna atropelada

O impacto de rodovias na fauna tem despertado interesse da opinião pública e de pesquisadores no mundo todo. No Brasil essa preocupação é mais recente e, quase sempre, associada às áreas de interesse de preservação (Prada, 2004). Segundo o (DNIT/IME, 2004), os atropelamentos ocorrem em função de dois aspectos principais: primeiro, a rodovia corta o *habitat* de determinado táxon interferindo no deslocamento da espécie, e o segundo aspecto, resulta do aumento de alimentos ao longo das rodovias, servindo de atrativo para fauna. O atropelamento do animal e, conseqüentemente, sua decomposição podem atrair a presença de animais carnívoros, criando-se um ciclo de atropelamento.

Para alguns autores (como Reijnen & Foppen, 1994; Trombulak & Frissel, 2000) muitas conseqüências ocorrem nas comunidades bióticas devido à construção de rodovias. Para esses autores, ocorrem alterações no comportamento dos animais, que se caracterizam pelo aumento da área de vida, modificações no sucesso reprodutivo, alterações no estado fisiológico, desequilíbrio ecológico devido à introdução de espécies exóticas, entre outros efeitos.

Especificamente, as aves se movimentam ao longo das rodovias forrageando grãos derrubados por veículos de carga. A maioria das aves atropeladas registradas por Novelli (1988) tinham a moela cheia de grãos. Este mesmo autor percorreu durante quatro meses 66 km da rodovia BR-471 no Rio Grande do Sul e registrou 144 aves mortas de 13 famílias. Prada (2004) registrou 596 atropelamentos em cerca de 240 km de rodovia no nordeste de São Paulo, sendo que destes, 310 (52%) pertenciam a 45 espécies de aves. A espécie de ave com maior número de atropelamentos, segundo Novelli (1988) e Prada (2004), foi a coruja-do-campo (*Speotyto cunicularia*). Essa

espécie tem atividade noturna e diurna (Sick, 1997), vôo baixo e transita de um lado para outro, ficando exposta a acidentes com veículos.

Pelo fato da maioria das aves possuírem pequeno tamanho corporal, as taxas de atropelamento deste grupo podem ser sub-amostradas. Silveira (1999) contabilizou um índice muito baixo de atropelamento de aves, registrando apenas espécies de maior porte, como seriemas (*Cariama cristata*) e emas (*Rhea americana*).

Muitos fatores influenciam as taxas de atropelamento, como a paisagem que está inserida a rodovia, volume do tráfego, velocidade dos veículos e o comportamento das aves (Romim & Bissonette, 1996; Rodrigues *et al.*, 2002; Prada, 2004).

A maioria das mortes nas rodovias ocorre com espécies periantrópicas e sinantrópicas, ou seja, espécies que convivem bem com perturbações humanas (Bennett, 1991). Estas espécies compensam as taxas de mortalidade pela alta taxa reprodutiva que elas possuem (Hodson e Snow, 1965). Dessa forma, tem-se uma situação na qual o impacto negativo, embora presente, exhibe baixa magnitude e importância.

Esse é o caso deste estudo, ou seja, o impacto não afetará as populações dessas espécies encontradas mortas na rodovia (Tabela 33; Figura 128 e Figura 129). Com exceção da aracuã, que é um pouco menos abundante, as outras espécies possuem caráter generalista e ampla distribuição no estado do Rio Grande do Sul (Belton, 1994). Mesmo assim, durante os 14 dias, nos 35,2 km amostrados, registrou-se apenas quatro espécies de aves atropeladas. Este número é muito baixo em relação aos estudos citados anteriormente. Esse fato deve ser devido ao controle de velocidade que a rodovia possui ou ao desenho sinuoso da pista que não permite aos motoristas aumentarem sua velocidade em trechos onde a esta não é controlada.

Tabela 33 – Espécies encontradas atropeladas e formação adjacente à rodovia BR-386/RS

| Espécie | Nome popular | Coordenadas (UTM) | km da BR-386 | Formações lado esquerdo* | Formações lado direito* |
|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------|---|---|
| <i>Ortalis guttata</i> | aracuã | 22 J 409977, 6733105 | 358,50 | Mata secundária com forte distúrbio antrópico | Mata secundária com forte distúrbio antrópico |
| <i>Leptotila verreauxi</i> | juriti-pupu | 22 J 408894, 6734571 | 356,60 | Mata secundária com forte distúrbio antrópico | Pequenas propriedades rurais |
| <i>Sicalis flaveola</i> | canário-da-terra-verdadeiro | 22 J 419910, 6726351 | 371,00 | Propriedades particulares | Propriedades particulares |
| <i>Turdus rufiventris</i> | sabiá-laranjeira | 22 J 409834 6733181 | 359,00 | Mata rala secundária | Propriedades particulares |

* Sentido Estrela-Tabaí.



Figura 128 – Foto de uma aracuã recém atropelada



Figura 129 – Foto de uma juriti-pupu

5.2.3.5.5 Considerações sobre o impacto da duplicação da rodovia na comunidade de aves

Os dados apresentados neste estudo revelam uma forte modificação das características originais do *habitat*, principalmente pelo desenvolvimento da pecuária, agricultura e exploração imobiliária. A comunidade registrada é de espécies generalistas muito comuns. A maioria delas é associada a ambientes bastantes perturbados e muito comuns em áreas urbanas. Habitam áreas abertas, bordas de mata, possuindo grande adaptabilidade a ambientes degradados como é o caso deste estudo. Dentre este grupo podemos citar *Vanellus chilensis*, *Columbina picui*, *Pitangus sulphuratus*, entre outros.

O trecho onde será construída a duplicação da rodovia possui pequenos proprietários particulares em quase toda a sua extensão, os quais se utilizam da agricultura de subsistência. Mesmo em locais próximos aos corpos d'água, as matas ciliares apresentam forte distúrbio humano, transformando esses lugares em pequenos fragmentos, aonde as plantações chegam próximas à esses corpos d'água. Conclusivamente, a duplicação do trecho estudado, não apresenta fortes impactos para a avifauna local. Dada a grande necessidade de desenvolvimento da região, este empreendimento será bem-vindo para a população, visto a grande importância da rodovia para o desenvolvimento econômico dos municípios envolvidos.

5.2.3.6 Mastofauna

As principais atividades econômicas da região de estudo são a agricultura de subsistência, a pecuária e o plantio de monoculturas, como o eucalipto (*Eucalyptus* sp). Essas atividades trazem impactos à comunidade de mamíferos devido à destruição das áreas de florestas originais e a transformação de áreas naturais em áreas de pastagens e plantio de cultivos agrícolas. A região é transposta pela rodovia federal BR-386 que é uma importante rodovia, pois liga a região metropolitana de Porto Alegre ao município de Iraí, região noroeste do estado. Nessa rodovia são encontrados animais silvestres mortos devido ao fluxo de veículos de passeio e de

transporte. As espécies são, portanto, influenciadas pela destruição do seu *habitat*, pela caça predatória, poluição e assoreamento dos rios e pelos atropelamentos.

5.2.3.6.1 Metodologia

As amostragens dos mamíferos foram conduzidas por meio de levantamentos diretos e indiretos durante sete dias no inverno e sete dias na primavera de 2008. Foram registrados animais atropelados no percurso de 35,2 km na BR-386 e foram amostradas as principais formações vegetais do entorno deste percurso (AFI01, AFI02, AFI03 e AFI04 -Tabela 31, Mapa 15 – Pontos amostrais para fauna terrestre e ictiofauna – Apêndice I).

A presença de espécies foi registrada em dois tipos de ambientes:

- 1) Floresta: composta por matas ciliares ao longo dos arroios e córregos, e pequenos capões de mata isolados (Figura 130);
- 2) Campo: compreendendo campos secos com estrato herbáceo constituído de gramíneas e asteráceas e campos úmidos (banhados) (Figura 131).



Figura 130 – Área de floresta amostrada



Figura 131 – Área de campo amostrada

Essas áreas foram previamente sorteadas e cada ambiente constitui-se de três áreas (réplicas) de semelhante formação. Todos os ambientes (Floresta e Campo) apresentavam uma distância que atribui independência nas amostragens.

5.2.3.6.1.1 Amostragem das espécies de médio e grande porte

Método direto. Utilizou-se o método de visualização pela busca ativa ao longo dos dois tipos de ambientes amostrados (Tabela 31, Mapa 15 – Pontos amostrais para fauna terrestre e ictiofauna – Apêndice I). Os percursos lineares foram realizados diariamente a pé, em silêncio, no período do amanhecer (7:00h-11:00h) e no crepúsculo (16:00h-20:00h). Durante os percursos, que variaram de 2 km a 5 km, totalizando aproximadamente 70 km, todos os estratos da vegetação foram

inspecionados na busca de espécies de mamíferos. A velocidade média percorrida foi de 2 km/h. Para observação de primatas utilizou-se binóculos Nikon 07 x 50 mm.

Método indireto. Durante a busca ativa dos animais, ao longo das trilhas já existentes nos dois ambientes amostrados, os vestígios de espécies de mamíferos foram registrados em fotografias. Utilizou-se o método de registro e identificação de vestígios de mamíferos como: fezes, pegadas, tocas e carcaças. A identificação das fezes foi realizada por características como: cor, tamanho, odor, local de deposição, presença de pêlos e associação com pegadas (Becker e Dalponte, 1991). As pegadas foram identificadas pelo seu comprimento, largura e distância das passadas segundo o guia de rastros de mamíferos silvestres brasileiros (Becker e Dalponte, 1991). As tocas e carcaças foram identificadas de acordo com guias de identificação de mamíferos (Silva, 1984; Emmons e Feer, 1997). Utilizou-se também o relato de moradores, os quais foram entrevistados e questionados quanto à presença de espécies de mamíferos silvestres.

5.2.3.6.1.2 Amostragem das espécies de pequeno porte

Armadilhagem. Foram realizadas amostragens em cada fisionomia (Tabela 31, Mapa 15 – Pontos amostrais para fauna terrestre e ictiofauna – Apêndice I) ao longo de 14 dias, totalizando 960 armadilhas-noite, sendo 480 armadilhas-noite no inverno e 480 armadilhas-noite na primavera.

As armadilhas utilizadas foram do tipo *live-trap* Sherman[®] de dois tamanhos: 7 x 9 x 23 cm e 10 x 12 x 37 cm. O método utilizado foi o de captura-marcação-recaptura (Fernandez, 1995; Gentile e Fernandez, 1999). Em cada uma das quatro áreas, as armadilhas foram dispostas em um transecto de 400 m do comprimento com 40 armadilhas separadas entre si a cada 10 m.

As armadilhas foram revisadas diariamente pela manhã. Foi utilizada como isca uma mistura de creme de amendoim (Amendocrem[®]), fubá de milho, essência artificial de baunilha, banana e óleo de fígado de bacalhau (Emulsão Scott[®]). Os animais capturados foram marcados com anilhas metálicas numeradas (n^o 5, National Band Tag Co.), identificados, pesados (com dinamômetro Pesola[®] de 100 g, 300 g, 500 g, 1 kg ou 3 kg); medidos (com um paquímetro, em mm), quanto ao comprimento do corpo, cauda, pata posterior direita e orelha direita; identificados quanto à idade em: jovem, sub-adulto ou adulto (a partir do peso, em g) e identificados quanto a condição reprodutiva (machos quanto ao tamanho do escroto, medidos por paquímetro, e as fêmeas quanto à presença de gravidez e/ou mamilos lactantes ou a presença de neonatais nas bolsas – no caso dos marsupiais). Os animais foram liberados em seguida nos locais de captura. A identificação e classificação taxonômica dos mamíferos foi baseada em Wilson e Reeder (2005) e Reis *et al.*, (2006). A classificação quanto ao *habitat*, dieta e locomoção foi feita segundo Fonseca *et al.*, (1996).

5.2.3.6.1.3 Mamíferos atropelados

Para registrar os mamíferos atropelados, percorreu-se o segmento a ser duplicado (total de 35,2 km) diariamente. O percurso foi realizado com automóvel em uma velocidade constante de 40 km/h durante o período diurno. Os animais atropelados encontrados na rodovia ou no acostamento foram identificados pela carcaça (pêlos, patas, dentes, unhas, cauda, tamanho e forma do corpo) e registrados em fotografias. A quilometragem, a coordenada geográfica e o ambiente do local do atropelamento foram registrados.

Para estimar o número total de indivíduos atropelados em um ano (365 dias) foi utilizada a equação da reta ($y = ax+b$) de uma regressão linear simples (Zar, 1996). Para relacionar o número de indivíduos atropelados e o número de veículos que transitaram no percurso da rodovia, também foi utilizada regressão linear simples (Zar, 1996). O número de veículos que transitaram diariamente no percurso do estudo foi obtido em de consulta ao site da Univias (2008) tráfico online.

5.2.3.6.2 Resultados obtidos no levantamento

O Rio Grande do Sul possui uma fauna de mamíferos relativamente rica e diversa graças à sua posição geográfica que lhe confere influência da fauna de países como Argentina, Paraguai e Uruguai e do Bioma Mata Atlântica. A área estudada está inserida no bioma Mata Atlântica, a qual abriga importantes espécies de mamíferos adaptadas às suas características singulares. Foram registradas na área de estudo um total de 22 espécies de mamíferos pertencentes à seis ordens, sendo a ordem mais abundante a Rodentia, com 10 espécies, seguida da ordem Carnívora, com oito espécies (Figura 132 à Figura 135).



Figura 132 – Sementes de palmeira predadas por esquilo



Figura 133 – Pegadas de gambá



Figura 134 – Carapaça de tatu

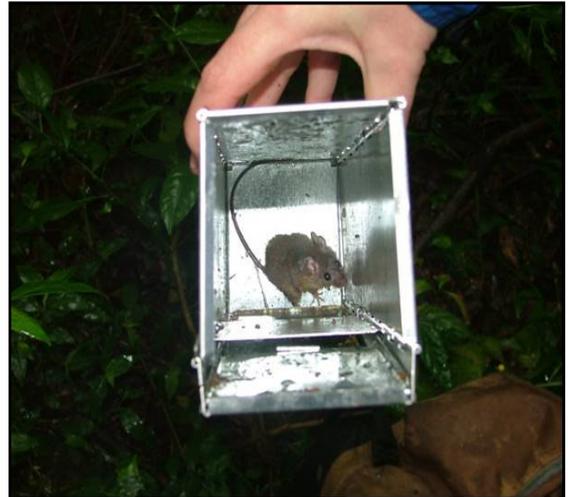


Figura 135 – Armadilha utilizada no estudo.
Rato-do-mato (*Oligoryzomys nigripes*)

As ordens Primates, Didelphimorphia, Xenarthra e Artiodactyla apresentaram uma espécie cada (Figura 136). Dentre as espécies registradas, 16 espécies foram registradas no inverno e 22 espécies na primavera.

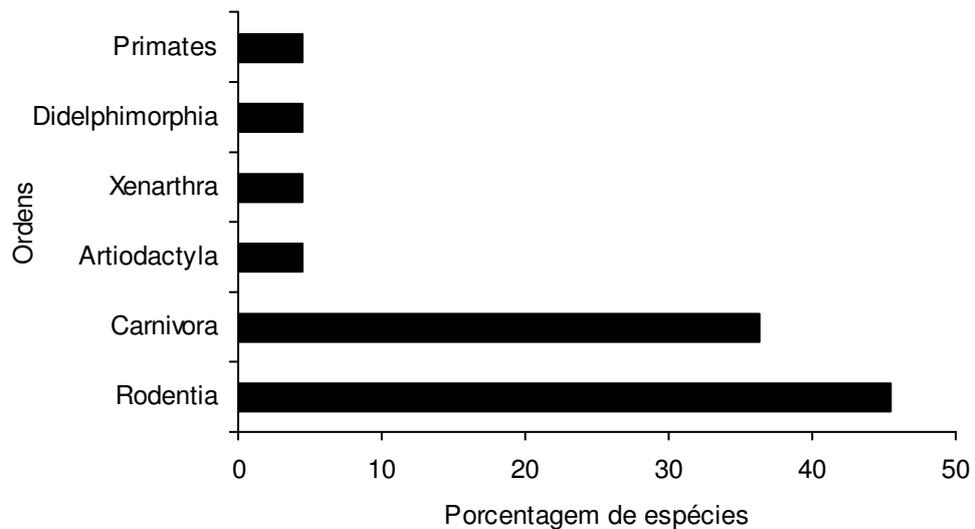


Figura 136 – Porcentagem de espécies em cada uma das ordens de mamíferos registradas na área de estudo

Foram capturadas quatro espécies de pequenos mamíferos pertencentes à família Cricetidae: *Akodon montensis*, *Akodon azarae*, *Oligoryzomys nigripes* e *Oligoryzomys flavescens* (Figura 137).



Figura 137 – Número de indivíduos capturados das quatro espécies de pequenos mamíferos registradas na área de estudo

A curva de suficiência amostral estabilizou no sétimo dia de amostragem (Figura 138). *Oligoryzomys nigripes* foi a espécie mais capturada (11 indivíduos) seguida de *Akodon montensis* (10 indivíduos). *A. montensis* e *O. nigripes* são espécies amplamente distribuídas, ocorrendo em vegetação alterada e conservada, sendo consideradas comuns (fácil de capturar) e abundantes (alto número de indivíduos capturados (Bonvicino *et al.*, 2002). *A. montensis*, *O. nigripes* e *O. flavescens* ocorrem tanto em áreas florestais como em áreas de campo. *A. azarae* ocorre preferencialmente em áreas de campo.

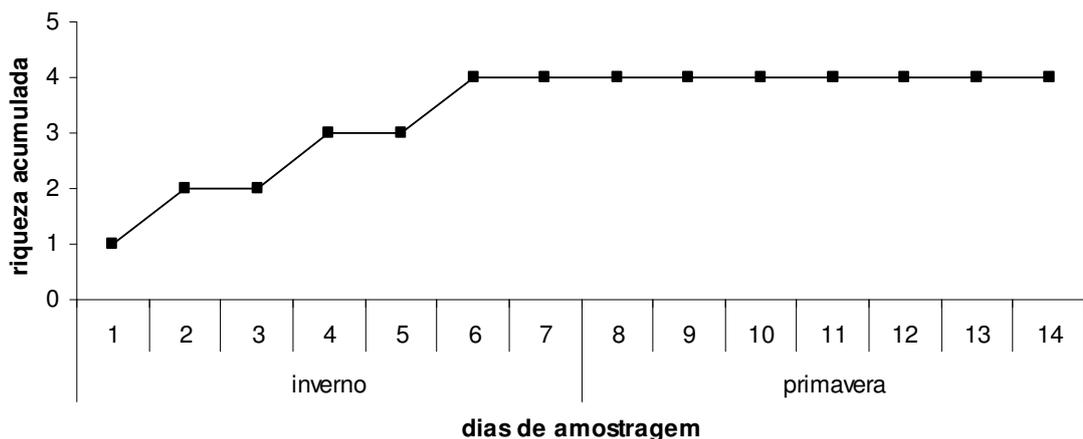


Figura 138 – Curva de suficiência amostral na área de estudo

As espécies registradas foram classificadas de acordo com a sua utilização de *habitat*: campo, floresta, campo e floresta. Do total de registros, 50% ocorrem tanto em ambiente florestal como em área de campo, 31,8% ocorrem em áreas florestadas (preferencialmente matas ciliares e capões de mata nativa) e 18,2% ocorrem em áreas abertas (Figura 139).

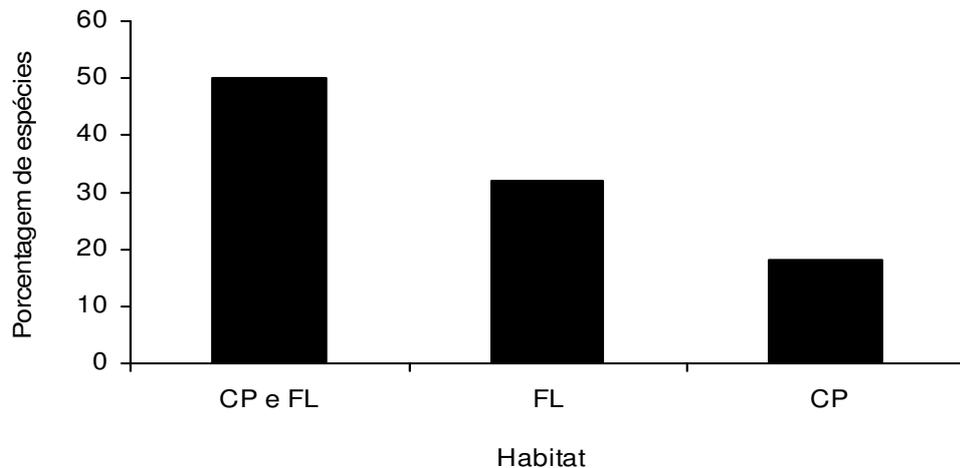


Figura 139 – Habitat de preferência das espécies de mamíferos registradas na área de estudo

Habitats CP: campo, FL: floresta e CP e FL: espécies que ocorrem em área de campo e floresta.

A fauna de mamíferos que utiliza preferencialmente as áreas de campo está também relacionada em algum grau com as áreas de matas ciliares. No entanto, algumas espécies são típicas de campo como a preá, o zorrilho e o rato-do-banhado. Outras espécies como bugio-ruivo e o ouriço-cacheiro são típicas de áreas florestadas e necessitam das florestas para locomoção, alimentação e reprodução.

A utilização dos *habitats* ocorre pela capacidade de locomoção e pela dieta das espécies. A maior parte das espécies capturadas 45,4% possuem locomoção terrestre, 31,8% se locomovem pelo chão e pelas árvores (escansoriais), 13,6% são semi-aquáticas e 9,1% utilizam o estrato arbóreo (Figura 140).

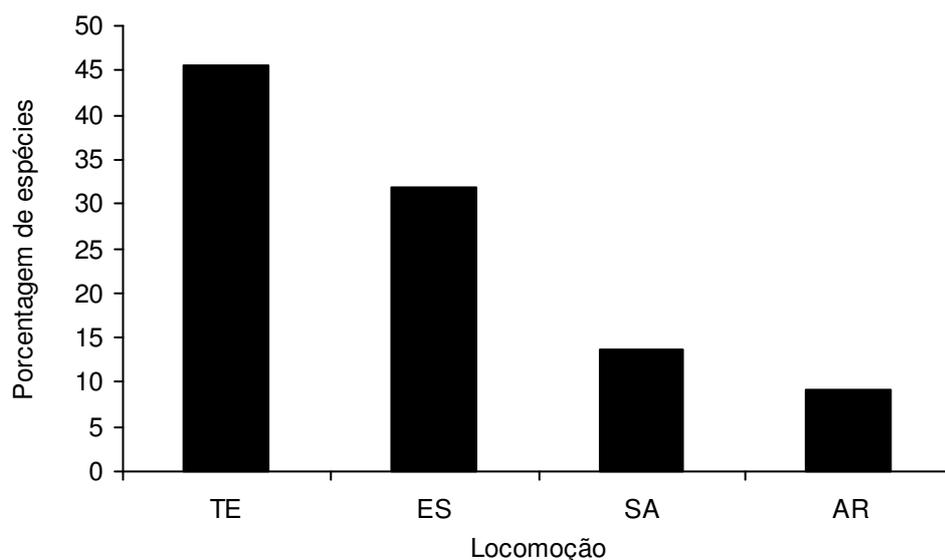


Figura 140 – Porcentagem de espécies de mamíferos registradas na área de estudo quanto ao tipo de locomoção

Te - terrestre, ES - escansorial, SA - semi-aquático e Ar – arborícola

A dieta insetívora/onívora representou o maior número de espécies (22,7%) seguida da classe frugívoro/onívoro (18,2%). Espécies com dieta carnívora, frugívoro/herbívoro e frugívoro/granívoro representaram 13,6% cada uma. Dietas como herbívoro/podador (capivara), piscívoro (lontra) e herbívoro/pastador (preá) foram menos frequentes, aproximadamente < 10% cada (Figura 141).

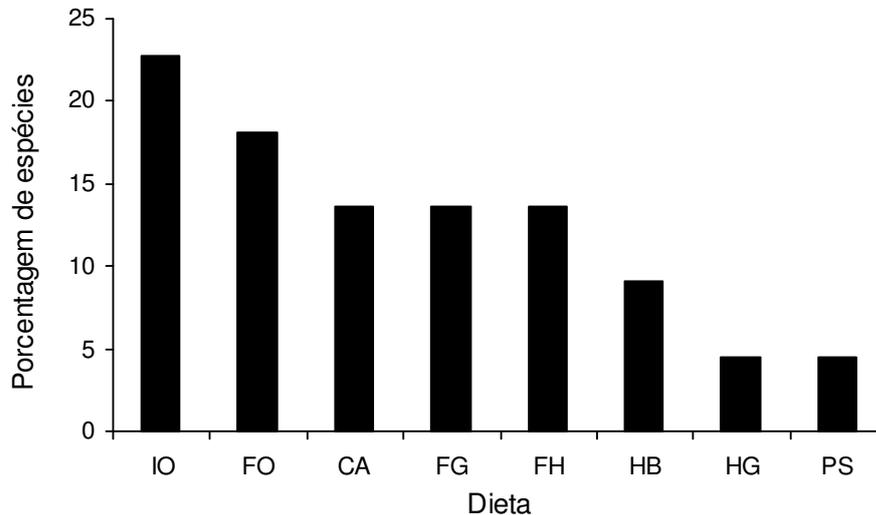


Figura 141 – Porcentagem de espécies de mamíferos registradas na área de estudo quanto à dieta
IO - insetívoro/onívoro, FO - frugívoro/onívoro, CA - carnívoro, FG - frugívoro/granívoro, FH - frugívoro/herbívoro, HB - herbívoro podador, HG - herbívoro/pastador, PS - piscívoro

Mamíferos atropelados: foram registrados no total 11 indivíduos atropelados, pertencentes a duas espécies de mamíferos: gambá-de-orelha-branca *Didelphis albiventris* (Didelphidae) e ouriço-cacheiro *Sphiggurus villosus* (Erethizontidae). Dentre os indivíduos registrados, sete foram registrados no inverno e quatro na primavera (Figura 142). Ao longo dos 35 km de extensão da rodovia houve, no total, 0.02 indivíduos atropelados/(km/dia), sendo que a estimativa total de indivíduos atropelados neste percurso (35,2 km) durante um ano (365 dias) foi de aproximadamente 210 indivíduos (Figura 144).

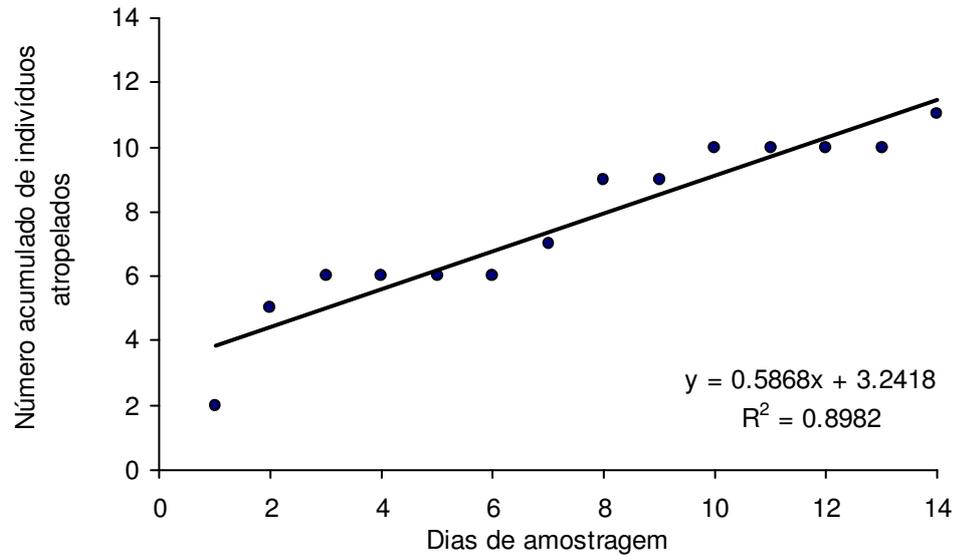


Figura 142 – Estimativa da abundância de mamíferos atropelados no percurso da duplicação da BR-386 em um ano (365 dias)

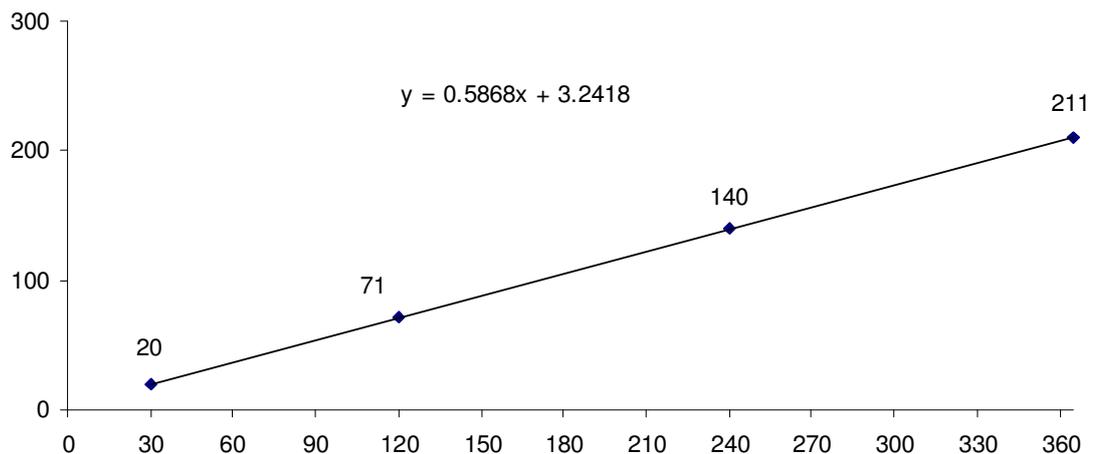


Figura 143 – Estimativa da abundância de mamíferos atropelados no percurso da duplicação da BR-386 em um ano (365 dias)

Do total de indivíduos atropelados, *Didelphis albiventris* foi a espécie com maior número de indivíduos atropelados (81,8%) seguida de *Sphiggurus villosus* (18,2%). O maior número de atropelamentos (44,4%) ocorreu no percurso entre os quilômetros 366 – 371 km. O segundo maior número de atropelamentos (33,3%) ocorreu no percurso 376 – 381 km. No percurso dos quilômetros 351 – 356 km não houve registro de mamíferos atropelados (Figura 144).

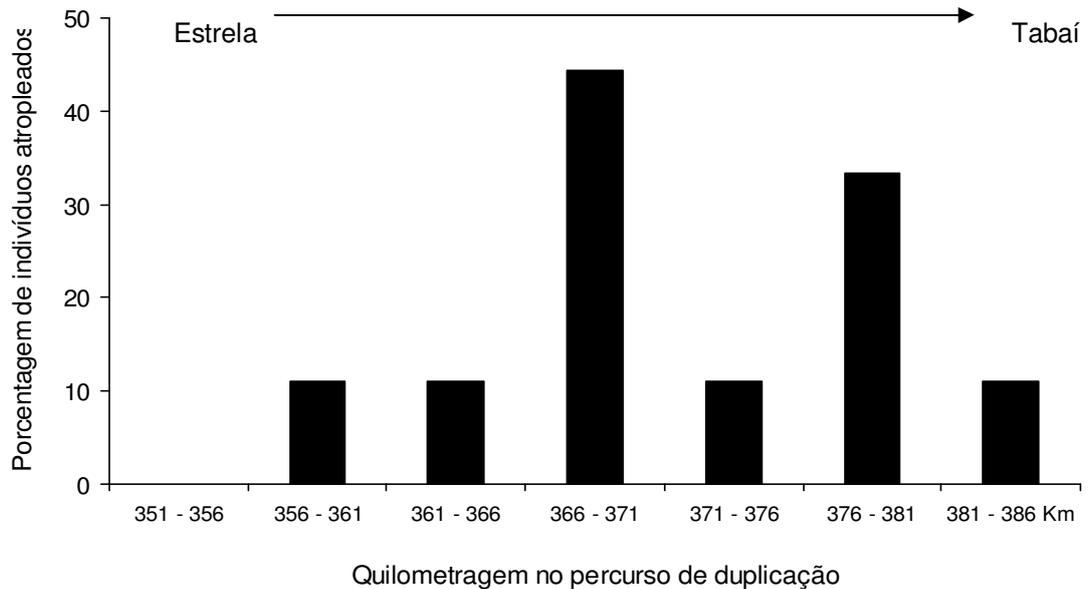


Figura 144 – Porcentagem de indivíduos atropelados ao longo do trajeto de duplicação da BR-386. Os quilômetros foram agrupados em classes de 5 km.

Ao longo do percurso houve maior número de indivíduos atropelados em áreas de floresta (54,5%) seguidos de áreas de campo (45,4%). Foram registrados atropelamentos de *Didelphis albiventris* e *Sphiggurus villosus* tanto em área de campo como em áreas florestais, sendo que *Sphiggurus villosus* utiliza essencialmente ambientes florestais para se locomover e *Didelphis albiventris* utiliza tanto áreas florestais como áreas abertas de campo (Figura 145 e Figura 146). Durante o período de estudo não houve relação entre o número de veículos que transitaram no percurso diariamente (Univias, 2008) e o número de atropelamentos diários (Regressão linear simples $y: -0.0001x+1.9804$; $R^2: 0.155$; $P: 0.9218$; Zar, 1996).



Figura 145 – Gambá-de-orelha-branca *Didelphis albiventris* atropelado



Figura 146 – Ouriço-cacheiro *Sphiggurus villosus* atropelado

5.2.3.6.3 Espécies endêmicas, raras ou ameaçadas de extinção

Do total de espécies registradas, sete estão presentes na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção para o Rio Grande do Sul (Fontana *et al.*, 2003): a lontra (*Lontra longicaudis*), o veado-catingueiro (*Mazama gouazoupira*), o bugio-ruivo

(*Alouatta guariba clamitans*), a cutia (*Dasyprocta azarae*), a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), o Gato-do-mato-pequeno (*Leopardo tigrinus*) e o quati (*Nasua nasua*), todas inseridas na categoria vulnerável e protegidas no estado do Rio Grande do Sul pelo Decreto Estadual nº41.672 de 4 de junho de 2002 Foram registradas duas espécies presentes na Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção para o Brasil (Machado *et al.*, 2005): a jaguatirica (*Leopardus pardalis*), o gato-do-mato-pequeno (*Leopardo tigrinus*), ambas inseridas na categoria vulnerável e protegidas no Brasil pelas Instruções Normativas nº 3, de 27 de maio de 2003 e nº 5, de 21 de maio de 2004 (Quadro 22).

Quadro 22 – Lista de espécies registradas na área de estudo

Os mamíferos foram classificados de acordo com a sua ordem, família, nome científico e nome popular de acordo com Wilson e Reeder (2005) e Reis *et al.* (2006). No quadro as espécies estão classificados quanto à locomoção Te: terrestre, ES: escansorial, Ar: arborícola, SA: semi-aquático.

Quanto à dieta em FO: frugívoro/onívoro, IO: insetívoro/onívoro, FH: frugívoro/herbívoro, Ca: carnívoro, PS: piscívoro, FG: frugívoro/granívoro, HG: herbívoro/pastador, HB: herbívoro podador.

Quanto ao *habitat* CP: campo, FL: floresta e CP, FL: ocorrem em área de campo e floresta de acordo com Fonseca *et al.* (1996). Forma de registro: VES: vestígios (pegadas, fezes, tocas), AT: atropelamento, VIS: visualização, CA: captura. Período em que ocorreu o registro das espécies: inverno e primavera. Espécies atropeladas. Classificação quanto à categoria de ameaça no Rio Grande do Sul e no Brasil (*) de acordo com Fontana *et al.* (2003) e Machado *et al.* (2005).

| Nome científico | Nome popular | Locomoção | Dieta | Habitat | Registro | Inv | Prim | Categoria de ameaça |
|---|------------------------|-----------|-------|---------|----------|-----|------|---------------------|
| Ordem Didelphimorphia | | | | | | | | |
| Família Didelphidae | | | | | | | | |
| <i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840 | gambá-de-orelha-branca | ES | FO | CP, FL | VES, AT | X | X | |
| Ordem Xenartha | | | | | | | | |
| Família Dasypodidae | | | | | | | | |
| <i>Dasybus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758 | tatu-galinha | TE | IO | CP, FL | VES | X | X | |
| Ordem Primates | | | | | | | | |
| Família Atelidae | | | | | | | | |
| <i>Alouatta guariba clamitans</i> Cabrera, 1940 | bugio-ruivo | AR | FH | FL | VIS | | X | VU |
| Ordem Carnívora | | | | | | | | |
| Família Canidae | | | | | | | | |
| <i>Cerdocyon thous</i> Linnaeus, 1766 | graxaim-do-mato | TE | IO | CP, FL | VIS | X | X | |
| Família Felidae | | | | | | | | |
| <i>Leopardus pardalis</i> Linnaeus, 1758 | jaguatirica | TE | CA | FL | VES | | X | VU * |
| <i>Leopardus tigrinus</i> Shreber, 1775 | gato-do-mato-pequeno | ES | CA | CP, FL | VES | | X | VU * |
| Família Procyonidae | | | | | | | | |
| <i>Nasua nasua</i> Linnaeus, 1766 | quati | ES | FO | FL | VES | X | X | VU |
| <i>Procyon cancrivorus</i> (G. | mão- | ES | FO | FL | VES | X | X | |

| Nome científico | Nome popular | Locomoção | Dieta | Habitat | Registro | Inv | Prim | Categoria de ameaça |
|--|-------------------|-----------|-------|---------|----------|-----|------|---------------------|
| [Baron] Cuvier, 1798) | pelada | | | | | | | |
| Família Mustelidae | | | | | | | | |
| <i>Lontra longicaudis</i> Olfers, 1818 | lontra | SA | PS | CP, FL | VES | | X | VU |
| <i>Galictis cuja</i> Molina, 1782 | furão | TE | CA | CP, FL | VIS | X | X | |
| Família Mephitidae | | | | | | | | |
| <i>Conepatus chinga</i> Molina, 1782 | zorriho | TE | IO | CP | VIS | X | X | |
| | | | | | | | | |
| Ordem Artiodactyla | | | | | | | | |
| Família Cervidae | | | | | | | | |
| <i>Mazama guazoubira</i> Fischer, 1814 | veado-catingueiro | TE | FH | CP, FL | VES | | X | VU |
| | | | | | | | | |
| Ordem Rodentia | | | | | | | | |
| Família Sciuridae | | | | | | | | |
| <i>Guerlinguetus henseli</i> Miranda Ribeiro, 1941 | esquilo | ES | FO | FL | VIS, VES | X | X | |
| Família Cricetidae | | | | | | | | |
| <i>Akodon azarae</i> Fischer, 1829 | rato-do-chão | TE | IO | CP | CA | X | X | |
| <i>Akodon montensis</i> Thomas, 1913 | rato-do-chão | TE | IO | CP, FL | CA | X | X | |
| <i>Oligoryzomys flavescens</i> Waterhouse, 1837 | rato-do-mato | ES | FG | CP, FL | CA | X | X | |
| <i>Oligoryzomys nigripes</i> Olfers, 1818 | rato-do-mato | ES | FG | CP, FL | CA | X | X | |
| Família Erethizontidae | | | | | | | | |
| <i>Sphiggurus villosus</i> Cuvier, 1823 | ouriço-cacheiro | AR | FG | FL | AT | X | X | |
| Família Caviidae | | | | | | | | |
| <i>Cavia magna</i> Ximenez, 1980 | preá | TE | HG | CP | VIS | X | X | |
| <i>Hidrochoerus hydrochaeris</i> Linnaeus, 1766 | capivara | AS | HB | CP, FL | VES | X | X | |
| Família Dasyproctidae | | | | | | | | |
| <i>Dasyprocta azarae</i> Lichtenstein, 1823 | cutia | TE | FH | FL | VES | | X | VU |
| Família Myocastoidae | | | | | | | | |
| <i>Myocastor coypus</i> Molina, 1782 | ratão-do-banhado | AS | HB | CP | VES | X | X | |

A lontra habita ambientes aquáticos rápidos e com pouca turbidez, mas pode ocupar também mangues, estuários, açudes e lagos artificiais. O estabelecimento de território e a reprodução são geralmente condicionados à presença de vegetação ripária e um estoque abundante de peixes. Em intervalos regulares mantém refúgios em barrancas às margens dos corpos d'água (normalmente tocas escavadas sob as raízes ou

rochas) que ocupa alternadamente no período de alguns dias. As principais ameaças às suas populações são a poluição das águas e suas margens, destruição da vegetação ripária e alta densidade populacional humana (Silva, 1984; Emmons e Feer, 1997; Indruziak e Eizirik, 2003).

O veado-catingueiro utiliza, sobretudo, vegetação aberta como bordas de mata, vassourais, banhados e savanas. É o cervídeo com maior número de registros e observações no RS, no entanto, a caça associada à baixa taxa reprodutiva é o fator que impõe a maior ameaça à espécie (Silva 1984; Emmons e Feer, 1997; Mähler Jr. e Schneider, 2003).

O bugio-ruivo possui distribuição limitada no Bioma Mata Atlântica apresentando especialização para a vida arbórea. Pode viver em fragmentos de mata pequenos, mas é improvável que consiga dispersar-se por *habitats* muito fragmentados. Apresentam dieta folívoro/herbívoro, alimentando-se essencialmente de folhas e alguns frutos dependendo do *habitat* florestal e das flutuações sazonais na produção de folhas e frutos. Organizam-se em grupos familiares poligínicos, com um macho adulto e várias fêmeas. As principais ameaças ao bugio-ruivo são a destruição de *habitat* que isola os grupos em redutos restritos de floresta, caça e captura para comércio e doenças causadas pela redução populacional (Silva 1984; Emmons e Feer, 1997; Marques 2003).

A jaguatirica é uma espécie que utiliza áreas de floresta densas, florestas secundárias e matas ciliares. É uma espécie exclusivamente carnívora podendo predar animais pequenos como roedores até animais maiores como catetos, veados e bugios. É um animal solitário e terrestre, apesar de ser ágil sobre árvores e na água. Foi o felino malhado mais explorado no comércio internacional de peles nos anos 1960-1970 (Broad, 1988), sendo a caça, a destruição de *habitat*, o baixo recrutamento, a longa gestação, o pequeno tamanho das ninhadas, o desenvolvimento lento dos filhotes e a dieta com alto gasto energético e baixo retorno calórico, as principais ameaças às populações (Emmons e Feer, 1997; Eisenberg e Redford, 1999; Indruziak e Eizirik, 2003).

O gato-do-mato-pequeno habita áreas florestais, podendo deslocar-se em áreas abertas e alteradas. Sua dieta é composta por roedores, lagartos, aves e ovos. As principais ameaças a essa espécie são a caça, motivada principalmente pelo intenso comércio de peles no passado (Broad, 1988); a caça devido à predação de aves domésticas; e atropelamentos em rodovias (Emmons e Feer, 1997; Eisenberg e Redford, 1999; Indruziak e Eizirik, 2003).

O quati é uma espécie associada às áreas de floresta. Tem hábito escansorial e atividade diurna. Vivem em bandos podendo constituir bandos de até 30 indivíduos. Alimentam-se de insetos, frutas e pequenos vertebrados. Por causarem danos às lavouras e pomares são eventualmente perseguidos e eliminados. As principais

ameaças são a destruição de *habitat* florestal e a caça predatória (Emmons e Feer, 1997; Eisenberg e Redford, 1999).

A cutia habita áreas florestais, alimentando-se de frutas, sementes e vegetais encontrados no chão. Possuem importante função na dispersão de sementes como pinhões (sementes de *Araucaria angustifolia*), estocando-os individualmente sob o solo. É um roedor diurno, comumente caçado pelo homem e perseguido por cães. O declínio das populações deve-se principalmente à destruição do *habitat* florestal e à caça predatória, ainda muito comum no Rio Grande do Sul (Silva, 1984; Christoff, 2003).

A principal ameaça às espécies citadas acima se deve primariamente à destruição e alteração do *habitat* original (florestal ou de campo). A caça para o comércio de peles (no passado), a caça doméstica, a poluição das águas e o assoreamento dos rios também causaram a diminuição das populações de mamíferos no Rio Grande do Sul.

5.2.3.6.4 Considerações e possíveis impactos sobre a mastofauna

A alta taxa de destruição das florestas originais no Rio Grande do Sul (mais de 95 %) fez com que *habitats* essenciais às espécies diminuíssem drasticamente. Atualmente as florestas estão presentes apenas em encostas de morros, isolados em pequenos fragmentos de mata ou ainda restritos às matas ciliares (Fontana *et al.*, 2003). As áreas abertas de campo também foram severamente alteradas pela pecuária e por práticas de manejo inadequadas (Boldrini, 1997).

As espécies registradas no presente estudo ocupam áreas de floresta e áreas de campo e dependem dessas formações vegetais para alimentação, reprodução e deslocamento. Observa-se na região de estudo alterações do *habitat* florestal original por cultivos de monoculturas florestais, como o eucalipto *Eucalyptus* sp., o pinus *Pinus* sp. e a acácia *Acacia* sp., cultivos de gramíneas como a *Brachiaria* sp., para pecuária de subsistência e utilização do solo para agricultura. As áreas restritas de florestas nativas encontram-se degradadas e isoladas em pequenos fragmentos de mata e ao longo dos cursos d'água.

O registro pontual de espécies incluídas na lista de Espécies Ameaçadas de Extinção do Rio Grande do Sul demonstra o retrocesso das populações naturais e o declínio demográfico das populações no Rio Grande do Sul, consequentes da destruição de *habitats*. A baixa densidade na área, de espécies como o bugio-ruivo, deve-se à restrição dos indivíduos dessa espécie a pequenas áreas de floresta, causando possivelmente a perda da variabilidade genética e aumentando a suscetibilidade à doenças como a febre amarela (Crespo, 1954; Mendes, 1989).

Quanto aos mamíferos atropelados, foram registradas somente duas espécies: o gambá-de-orelha-branca, espécie com maior número de atropelamentos, seguida pelo ouriço-cacheiro. Em estudo realizado na rodovia RS-040, o gambá-de-orelha-branca (*Didelphis albiventris*) também foi a espécie com maior número de atropelamentos

(Rosa e Maus, 2004). A alta taxa de atropelamentos dessa espécie, evidenciada no presente estudo, deve-se possivelmente ao fato de ser uma espécie bastante comum em toda a sua área de distribuição (Emmons e Feer, 1997) e por demonstrar grande eficiência adaptativa aos mais variados *habitats*, vivendo até mesmo nos grandes centros urbanos (Cáceres e Monteiro-Filho, 1999).

O ouriço-cacheiro é uma espécie arborícola com deslocamento lento e com atividade preferencialmente noturna (Silva, 1984). A lentidão no seu deslocamento e a sua falta de habilidade em áreas sem vegetação arbórea possivelmente influenciaram os atropelamentos. As duas espécies registradas nos atropelamentos não estão incluídas na Lista da fauna ameaçada de extinção do Brasil e do Rio Grande do Sul (Fontana *et al.*, 2003; Machado *et al.*, 2005).

Os atropelamentos de mamíferos silvestres em rodovias são muito comuns em outros países (Spellerberg, 1998; Forman, 2000) e no Brasil (Vieira, 1996; Silveira, 1999; Rosa e Maus, 2004). As taxas de atropelamentos estão relacionadas ao bioma de ocorrência da rodovia, ao grau de destruição da vegetação, ao grupo de animais avaliado e às estações do ano avaliadas (Yanes *et al.*, 1995).

A taxa de atropelamentos no trecho da duplicação da BR-386 é relativamente baixa (0.02 indivíduos atropelados/(km/dia)) em relação a outro estudo (0.04 indivíduos atropelados/(km/dia)) realizado próximo à região de Porto Alegre – RS (Rosa e Maus, 2004), ambos localizados em áreas urbanas. Rodovias localizadas próximas às áreas de conservação e localizadas em regiões com baixa urbanização tendem a apresentar maiores taxas de animais atropelados (Silveira, 1999).

O maior número de indivíduos atropelados ocorreu próximo às áreas florestais, sendo que no trecho próximo ao município de Estrela (região mais urbanizada) não houve registro de mamíferos atropelados. Os atropelamentos ocorreram devido à proximidade de áreas florestais e não devido à quantidade de tráfego, embora possam existir variações ao longo do ano. As espécies devem estar utilizando as áreas de floresta como refúgio e as tentativas de cruzamento da rodovia devem ocorrer devido ao fato das rodovias cortarem o *habitat* das espécies, fato também observado por Silveira (1999), em Goiás.

As possibilidades de atropelamentos da fauna poderão ser reduzidas pelas seguintes estratégias:

- 1) diminuição da velocidade dos automóveis com obstáculos que obriguem ao motorista efetivamente respeitá-los, como lombadas eletrônicas;
- 2) colocação de placas informativas comunicando a ocorrência de atropelamentos de animais na rodovia;
- 3) campanha educativa aos motoristas informando-os sobre as espécies de animais que ocorrem na região;

- 4) limpeza frequente das áreas de acostamento para favorecer a visualização dos animais no acostamento;
- 5) limpeza frequente da pista em relação aos animais mortos para evitar atração de outros animais carnívoros ou que se alimentam de carcaças;
- 6) construção de cercas ao longo das áreas florestais que ocorrem na margem da rodovia.

5.2.3.7 Corredores ecológicos

A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, no seu artigo 2º, inciso XIX, diz que:

Corredores ecológicos são porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquela das unidades individuais.

A Resolução nº 09/96, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabelece parâmetros e procedimentos para a identificação e implantação de corredores ecológicos. Essa Resolução, em seu artigo 1º, informa que o corredor entre remanescentes caracteriza-se como sendo a faixa de cobertura vegetal existente entre remanescentes de vegetação primária em estágio médio e avançado de regeneração, capaz de propiciar *habitat* ou servir de área de trânsito para a fauna residente nos remanescentes. O parágrafo único desse artigo define que os corredores entre remanescentes constituem-se:

- a) pelas matas ciliares em toda sua extensão e pelas faixas marginais definidas por lei;
- b) pelas faixas de cobertura vegetal existentes, nas quais seja possível a interligação de remanescentes, em especial, as unidades de conservação e áreas de preservação permanente.

E acrescenta em seu artigo 2º que, nas áreas que se prestem a tal finalidade onde sejam necessárias intervenções visando sua recomposição florística, esta deverá ser feita com espécies nativas regionais, definindo-se previamente se essas áreas serão de preservação ou de uso.

E seu artigo 3º diz que a largura dos corredores será fixada previamente em 10% (dez por cento) do seu comprimento total, sendo que a largura mínima será de 100 metros e em seu Parágrafo único determina que, quando em faixas marginais a largura mínima estabelecida se fará em ambas as margens do rio.

Desse modo, considerando que as matas ciliares constituem corredores ecológicos, a duplicação da rodovia interceptará duas dessas áreas: uma às margens do arroio Estrela e outra às margens do arroio Concórdia (ver Apêndice II – Mapeamento da

vegetação por fotointerpretação integrada ao uso do solo, Mapas 3 e 33). O arroio Santa Cruz, apesar de não ser interceptado pelas obras de duplicação, está inserido na área de influência do empreendimento. Em virtude disso, também é considerado como um dos corredores ecológicos da área de estudo.

Essas áreas vegetadas ao longo de cursos d'água cumprem a importante função de corredores para a fauna, pois permitem que animais silvestres possam deslocar-se de uma região para outra, tanto em busca de alimentos como para fins de acasalamento. Uma vez que a rodovia intercepta essas áreas, deverão ser adotadas medidas referentes à recomposição vegetal e alocação de bueiros para passagem dos animais entre os fragmentos existentes.

A Figura 147, Figura 148 e Figura 149 mostram a visualização dos arroios inseridos na área de influência do empreendimento.



Figura 147 – Vista do arroio Estrela
Fonte: Google Earth, 2008.



Figura 148 – Vista do arroio Concórdia
Fonte: Google Earth, 2008.



Figura 149 – Vista do arroio Santa Cruz (trecho já duplicado)
Fonte: Google Earth, 2008.

5.2.4 UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

O Rio Grande do Sul apresenta em torno de 1,90% da superfície do seu território abrangido por Unidades de Conservação, correspondendo a uma área de 531.009,75 ha. São, ao todo, 34 Unidades de Conservação federais e estaduais, predominando em número as unidades de uso indireto (Tabela 34). Nessa categoria de uso constata-se a existência de 17 Parques, 6 Reservas Biológicas, 3 Estações Ecológicas e 2 Refúgios de Vida Silvestre (Rio Grande do Sul, 2008).

Convém ainda referir a existência de 64 unidades de conservação municipais, as quais estão em processo de avaliação pelo Departamento de Florestas e Áreas Protegidas, para fins de seu cadastramento no Sistema Estadual de Unidades de Conservação e 24 Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) reconhecidas por Portaria do IBAMA (Tabela 35).

Com relação à representatividade dos ecossistemas protegidos, verifica-se que a vegetação de estepe e as formações pioneiras são os biomas mais bem representados, mas a maior parte da superfície protegida desses ecossistemas são unidades de uso sustentável. Considerando-se as unidades de proteção integral, as áreas de formação pioneira, a vegetação de estepe, a floresta estacional semidecidual, a floresta ombrófila densa e as áreas de influência marinha são os ecossistemas com menos superfícies protegidas.

O trecho a ser duplicado na BR-386 não corta nenhuma Unidade de Conservação, distando aproximadamente 35 km do Parque Estadual do Delta do Jacuí, que é a UC mais próxima. O Mapa 16 – Unidades de Conservação (Apêndice I)– mostra a localização das UCs em relação ao empreendimento.

Tabela 34 – Unidades de Conservação Estaduais e Federais no Rio Grande do Sul

| Nome | Administração | Instrumentação legal | Status | Área (ha) | Município |
|--|---------------|-----------------------|------------|-----------|---|
| APA do Rio Ibirapuitã | Federal | Dec.529 | implantada | 318000,00 | Alegrete, Quaraí, Rosário do Sul, Santana do Livramento |
| Estação Ecológica de Aracuri-Esmeralda | Federal | Dec.8661 | implantada | 272,63 | Muitos Capões |
| Estação Ecológica do Taim | Federal | Dec.81606 | implantada | 33,40 | Rio Grande, Santa Vitória do Palmar |
| Flor. Nacional de São Francisco de Paula | Federal | Port. IBDF 561 | implantada | 1138,64 | São Francisco de Paula |
| Floresta Nacional de Canela | Federal | Port. IBDF 561 | implantada | 557,64 | Canela |
| Floresta Nacional de Passo Fundo | Federal | Port. IBDF 561 | implantada | 1328,00 | Mato Castelhanos |
| Parque Nacional da Lagoa do Peixe | Federal | Dec.93546 | implantada | 34400,00 | Mostardas, Tavares |
| Parque Nacional da Serra Geral | Federal | Port. 531 | implantada | 17300,00 | Cambará do Sul, São Francisco de Paula |
| Parque Nacional de Aparados da | Federal | Dec.47446/59-70296/72 | implantada | 10250,00 | Cambará do Sul |

| Nome | Administração | Instrumentação legal | Status | Área (ha) | Município |
|---|---------------|-----------------------|------------|-----------|--|
| Serra | | | | | |
| Refúgio de Vida Silvestre da Ilha dos Lobos | Federal | Dec.88463/83-05 | implantada | 142,00 | Torres |
| APA do Banhado Grande | Estadual | Dec.88971 | criada | 7340,00 | Gravataí, Glorinha, Santo Antônio da Patrulha, Viamão |
| APA Rota do Sol | Estadual | Dec.37346 | criada | 52355,00 | São Francisco de Paula, Cambará do Sul, Itati, Três Forquilhas |
| Estação Ecológica Estadual Aratinga | Estadual | Dec.37345 | criada | 5582,00 | São Francisco de Paula, Itati |
| Parque Estadual da Guarita | Estadual | Dec.21540 | implantada | 28,23 | Torres |
| Parque Estadual de Itapeva | Estadual | Dec.42009 | criada | 1000,00 | Torres |
| Parque Estadual de Itapuã | Estadual | Dec.8190 | criada | 5566,50 | Viamão |
| Parque Estadual de Rondinha | Estadual | Dec.30645 | implantada | 1000,00 | Rondinha, Sarandi |
| Parque Estadual do Camaquã | Estadual | Dec.23798 | criada | 7992,50 | São Lourenço do Sul, Camaquã |
| Parque Estadual do Delta do Jacuí | Estadual | Dec.24385/76-28161/79 | implantada | 17245,00 | Canoas, Charqueadas, Eldorado do Sul, Nova Santa Rita, Porto Alegre, Triunfo |
| Parque Estadual do Espigão Alto | Estadual | Dec.658 | criada | 1331,90 | Barracão |
| Parque Estadual do Espinilho | Estadual | Dec.23798/75-41440 | criada | 1617,14 | Barra do Quaraí |
| Parque Estadual do Ibitirí | Estadual | Dec.23798 | criada | 415,00 | Vacaria, Bom Jesus |
| Parque Estadual do Podocarpus | Estadual | Dec.23798 | criada | 3645,00 | Encruzilhada do Sul |
| Parque Estadual do Tainhas | Estadual | Dec.23798/75-92963/86 | criada | 4924,80 | São Francisco de Paula, Cambará do Sul, Jaquirana |
| Parque Estadual do Turvo | Estadual | Dec.21312/47-17432/67 | implantada | 17491,40 | Derrubadas, Esperança do Sul |
| Parque | Estadual | Dec.44186 | criada | 1847,90 | Agudo e Ibarama |

| Nome | Administração | Instrumentação legal | Status | Área (ha) | Município |
|---|---------------|-----------------------|------------|-----------|--------------------------------|
| Estadual Quarta Colônia | | | | | |
| Parque Turístico do Caracol | Estadual | Dec.22576/73-27389/78 | implantada | 100,00 | Canela, Gramado |
| Ref. de Vida Silv. Banhado dos Pachecos | Estadual | Dec.41559 | implantada | 2543,47 | Viamão |
| Reserva Biológica da Serra Geral | Estadual | Dec.30788 | criada | 4845,70 | Maquiné, Terra de Areia, Itati |
| Reserva Biológica de São Donato | Estadual | Dec.23798 | criada | 4392,00 | Itaqui, Maçambará |
| Reserva Biológica do Ibicuí Mirim | Estadual | Dec.30950 | implantada | 598,48 | Itaara, São Martinho da Serra |
| Reserva Biológica do Ibirapuitã | Estadual | Dec.24626/76-31788/82 | implantada | 351,42 | Alegrete |
| Reserva Biológica do Mato Grande | Estadual | Dec.23798 | criada | 5161,00 | Arroio Grande |
| Reserva Biológica da Mata Paludosa | Estadual | Dec.38972 | criada | 113,00 | Itati |

Fonte: Rio Grande do Sul (2008).

Tabela 35 – Reservas Particulares do Patrimônio Natural no Rio Grande do Sul

| Nome da reserva | Município | UF | Área (ha) | Portaria |
|---------------------------------------|-------------------------|----|-----------|----------|
| Bosque de Canela | Canela | RS | 6 | 118/98-N |
| Estância Santa Rita | Santa Vitória do Palmar | RS | 340 | 167/98-N |
| Reserva do Paredão | São Francisco de Assis | RS | 140 | 127/97-N |
| Fazenda Branquilha | Dom Pedrito | RS | 13 | 49/96-N |
| Estância Santa Isabel do Butuí | São Borja | RS | 135 | 94/96-N |
| Fazenda Curupira | Pedro Osório | RS | 100,2 | 28/99-N |
| Fazenda Rodeio Bonito | Júlio de Castilhos | RS | 2.761,55 | 021/92-N |
| Fazenda Morro de Sapucaia | Sapucaia do Sul | RS | 90,25 | 94/02 |
| RPPN Prof. Delamar Harry dos Reis | Viamão | RS | 10 | 047/99-N |
| Rancho Mira-Serra | São Francisco de Paula | RS | 17,68 | 124/97-N |
| Reserva do Capão Grande | | RS | 9 | 98/98-N |
| Reserva Jardim da Paz | Porto Alegre | RS | 1,75 | 53/01 |
| Reserva Particular Schuster | Humaitá | RS | 4 | 020/92-N |
| RPPN Recanto do Robalo | Torres | RS | 9,95 | 55/02 |
| RPPN Costa do Serro | Porto Alegre | RS | 8 | 30/2000 |
| RPPN Do Uruquá Fazenda Espora de Ouro | São Luiz Gonzaga | RS | 29 | 08/99-N |
| RPPN Fazenda das Palmas | Encruzinhada do Sul | RS | 160 | 20/01. |
| RPPN Marian Pimentel | Mariana Pimentel | RS | 46 | 06/99-N |

| Nome da reserva | Município | UF | Área (ha) | Portaria |
|------------------------|--------------|----|-----------|----------|
| RPPN Minas do Paredão | Piratini | RS | 15 | 094/99 |
| Sítio Porot da Capela | Porto Alegre | RS | 14 | 62/95-N |
| Chácara Sananduva | Viamão | RS | 3 | 038/99-N |
| Reserva dos Mananciais | Dom Pedrito | RS | 11,11 | 65/00 |
| RPPN Pontal da Barra | Pelotas | RS | 65,33 | 080/99 |
| Fazenda Caneleira | Dom Pedrito | RS | 45 | 51/96-N |

Fonte: Rio Grande do Sul (2008).

5.2.5 BIOINDICADORES

Espécies indicadoras têm sido utilizadas há décadas como ‘termômetros’ de condições ambientais, como sinalizadores da qualidade do ar, de água ou ainda da qualidade de solo para a agricultura. O uso de indicadores biológicos gradualmente vem se tornando uma ferramenta essencial em medidas de conservação, pois quando bem realizado fornece informações fiéis à realidade tornando os processos de monitoramento mais ágeis, econômicos e eficazes. Muitos grupos de plantas e invertebrados têm sido sugerido como indicadores de monitoramento de integridade e diversidade de *habitats*.

A definição mais geral de espécie indicadora é um organismo cujas características (presença ou ausência, densidade populacional, dispersão, sucesso reprodutivo, entre outras) são usadas como um índice de outros atributos que são muito difíceis, inconvenientes ou onerosos de se medir. Outra definição é que algumas espécies têm atributos particulares (por exemplo, estreita tolerância à alguns parâmetros), isso pode permitir a sinalização de mudanças dentro de um ecossistema.

Muitos cuidados devem ser considerados ao selecionar espécies bioindicadoras para planos de manejo. Erros e confusões são facilmente cometidos quando seleciona-se um bioindicador. Muitas espécies carismáticas de interesse público, com altos valores socioeconômicos, não podem ser consideradas como bioindicadoras. Estas espécies podem não corresponder aos efeitos de uma comunidade como um todo. Esses critérios confusos reduzem a efetividade do bioindicador, perdendo credibilidade na verdadeira proposta dessas espécies. Um bom bioindicador deve ser uma espécie residente, pois organismos migrantes estão sujeitos a uma variedade de fontes de mortalidade durante as migrações e em seus locais de invernada. Suas flutuações populacionais não necessariamente podem estar relacionadas em seus locais de reprodução.

O estudo do meio biótico da região de entorno da BR-386 revelou que os táxons que sofreram maior impacto, até o momento, foram as aves e mamíferos. Esse impacto certamente aumentará ainda mais com a duplicação da rodovia. Assim, pesquisas realizadas a longo prazo nesses táxons são necessárias para avaliação das variações sazonais de suas populações, relacionando-as com o efeito específico da rodovia,

possibilitando a seleção de grupos ou até mesmo de uma espécie de aves ou mamífero.

Problemas estatísticos em amostragens de populações são muito comuns na eleição de táxons bioindicadores. Muitas seleções são realizadas apenas na história de vida da espécie, esquecendo características ecológicas muito importantes como tamanho da população, frequência de ocorrência do táxon em determinado local, entre outras. A Análise de Espécies Indicadoras (*Indicator Species Analyses – ISA*) do software PCord 4.20 é uma análise muito promissora que leva em consideração a abundância relativa de determinada espécie ou grupo de espécies, frequência relativa da espécie ou grupo de espécies num local e compara esses valores com análises randômicas da comunidade observada, resultando em valores de indicação de determinada espécie em determinada área. O uso dessa robusta ferramenta no monitoramento da avifauna e mastofauna pode ser de grande valia na obtenção de indicação dos efeitos da rodovia na biota local.

O uso de plantas bioindicadoras tem sido desenvolvido para aplicação em áreas expostas à contaminação atmosférica, especialmente em grandes centros urbanos e distritos industriais. As técnicas que fornecem os melhores resultados se utilizam do cultivo de determinadas espécies em locais estratégicos. Após um determinado período de exposição, as plantas são recolhidas para análises macro e microscópicas, incluindo a medição do teor de substâncias contaminantes acumuladas nos tecidos (Alves *et al.*, 2001).

Este tipo de análise depende da participação de laboratórios de pesquisa especializados, o que torna este tipo de monitoramento viável apenas em situações muito particulares.

Para a obra em questão, haveria de se determinar quais aspectos são de relevante interesse monitorar. No que se refere à recuperação dos ambientes florestais que ladeiam a rodovia, parece suficiente acompanhar a presença, continuidade ou surgimento de determinadas espécies vegetais.

Considerando o tipo de ambiente no trecho da BR-386, foram selecionadas como espécies indicadoras de boa qualidade ambiental as constantes no Quadro 23 abaixo.

Quadro 23 – Bioindicadores da flora

| Grupo | Espécies | Tipo de efeito que as plantas indicam |
|---------------------------|--|--|
| Espécies Frutíferas | <i>Syagrus romanzoffianum</i> <i>Butia capitata</i> <i>Bactris setosa</i> <i>Annona rugulosa</i> <i>A. silvatica</i> e outras | Indicam a presença de fauna silvestre no remanescente, dispersoras das sementes deste grupo de plantas |
| Espécies Arbóreas Tardias | <i>Apuleia leiocarpa</i> <i>Tabebuia heptaphylla</i> <i>Cordia trichotoma</i> <i>Cabralea cangerana</i> e outras | Indicam a presença de remanescentes bem conservados nas proximidades dos trechos monitorados |

| Grupo | Espécies | Tipo de efeito que as plantas indicam |
|--------------------|--|--|
| Epífitas | Orchidaceae Bromeliaceae (<i>Vriesea</i> spp) Gesneriaceae | Indicam desenvolvimento florestal sem perturbação; manutenção de microclima |
| Espécies herbáceas | Orchidaceae terrícolas | Indicam conservação do sub-bosque (p. ex. ausência de gado), garantindo o processo sucessional |

5.2.6 SÍNTESE

A área estudada da BR-386 reflete o estado atual da Floresta Estacional Decidual na Depressão Central Gaúcha, uma região bastante fragmentada com remanescentes florestais em estágio médio e inicial de regeneração. Áreas bem preservadas são raras na região. Com o aparecimento de indústrias e o desenvolvimento do comércio e do setor de serviços nos últimos 30 anos no Vale do Taquari, essas modificações na fisionomia vegetal da região se intensificaram.

Nos anos 70, três quartos da população viviam no meio rural e, passadas três décadas, o quadro praticamente se inverteu: hoje 72% vivem na zona urbana. Assim, a área estudada destaca-se com o setor da agropecuária, enquanto nos municípios maiores sobressaem-se atividades ligadas à indústria e ao setor de serviços e comércio.

Em áreas abertas predominam os campos modificados, onde o manejo regular propiciou o domínio de umas poucas espécies de gramíneas. Além dessas modificações, a região sofre influência direta de talhões de florestamentos de eucalipto e acácia. A silvicultura é uma atividade econômica disseminada em boa parte do território gaúcho que apareceu como uma estratégia econômica em relação a outros setores menos lucrativos.

Os corredores ecológicos encontrados na área são precariamente mantidos pelas florestas de galeria. Precariamente porque grande parte destas encontram-se em estado avançado de deterioração.

Dentre as espécies de peixes mais comumente encontradas destacam-se as espécies do gênero *Astyanax*, *Oligosarcus*, *Cyphocharax*, que são espécies bastante versáteis que podem habitar tanto ambientes de características lênticas quanto lóticas, se alimentando preferencialmente de larvas de insetos e pequenos invertebrados. A ocupação humana é tão intensa que observou-se a presença de vários açudes e tanques artificiais ao longo do trecho. Estes corpos d'água são utilizados em sua maioria para lazer e criação de espécies para a pesca recreativa, como a traíra (*Hoplias malabaricus*) e as espécies exóticas, como as carpas (*Cyprinus carpio*, *Ctenopharingodon idellus*, *Aristichthys nobilis*), e a tilápia (*Oreochromis niloticus*).

A herpetofauna encontrada no estudo é composta por espécies típicas de áreas abertas de pequena altitude, em especial, campo e formações pioneiras. Estas espécies são pouco exigentes ecologicamente, ocupando e se estabelecendo em pequenos fragmentos de mata ou ainda em áreas de campo, mesmo os mais alterados.

Em relação às aves, os dados apresentados neste estudo revelam uma forte modificação das características originais do *habitat*, principalmente pelo desenvolvimento da pecuária e agricultura. A comunidade registrada apresenta espécies generalistas muito comuns. A maioria delas é associada a ambientes bastantes perturbados e muito comuns em áreas urbanas. Habitam áreas abertas, bordas de mata, possuindo grande adaptabilidade a ambientes degradados, como é o caso deste estudo. Dentre este grupo podem ser citadas *Vanellus chilensis*, *Columbina picui*, *Pitangus sulphuratus*, entre outras.

Sob uma óptica conservacionista, atenções devem ser tomadas em relação aos mamíferos encontrados na área da BR-386. Das 22 espécies registradas na área, 7 configuram a Lista de Espécies Ameaçadas de Extinção do Rio Grande do Sul e do Brasil, inseridos na categoria vulnerável. As principais ameaças as suas populações são a poluição das águas e suas margens, destruição da vegetação ripária, alta densidade populacional humana, destruição de *habitat* que isola os grupos em redutos restritos de floresta, caça e captura para comércio e atropelamentos em rodovias.

Em relação aos atropelamentos, as espécies afetadas pertencem ao grupo das aves e mamíferos. A maioria das mortes nas rodovias ocorreu com espécies periantrópicas e sinantrópicas, ou seja, espécies que convivem bem com perturbações humanas. Estas espécies compensam as taxas de mortalidade pela alta taxa reprodutiva que elas possuem. Dessa forma, tem-se uma situação na qual o impacto negativo, embora presente, exhibe baixa magnitude e importância.

Conclusivamente, a duplicação do trecho estudado, não apresenta fortes impactos para a biota local. Dada a grande necessidade de desenvolvimento da região, este empreendimento será bem-vindo pela população, visto a grande importância da rodovia para o desenvolvimento econômico dos municípios envolvidos.

BIBLIOGRAFIA

Dados do Empreendimento

BERNUCCI, L. B. et al. **Pavimentação Asfáltica: Formação Básica para Engenheiros**. Rio de Janeiro: PETROBRÁS, ABEDA, 2006.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagens (DNER). Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro: (IPR. publ., 706), 1999.

JORNAL ZERO HORA. Disponível em:
<<http://zerohora.clicrbs.com.br/zerohora/jsp/default.jsp?uf=1elocal=1esection=GeralenewsID=a2060005.htm>>. Acesso em: 08/10/2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BOM RETIRO DO SUL. Disponível em:
<http://www.bomretirodosul.rs.gov.br/portal1/municipio/historia.asp?ildMun=100143047>. Acesso em: 06/10/2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ESTRELA. Disponível em: <<http://www.estrelars.com.br/>>. Acesso em: 06/0/2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FAZENDA VILANOVA. Disponível em:
<<http://www.fazendavilanova.rs.gov.br/>>. Acesso em: 06/10/2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TABAÍ. Disponível em: <<http://www.tabairs.com.br/web/>>. Acesso em: 06/10/2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TAQUARI. Disponível em: <<http://www.taquari-rs.com.br/>>. Acesso em: 06/10/2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TRIUNFO. Disponível em:
<<http://www.contasnacional.com.br/rs/pmtriunfo/>>. Acesso em: 06/10/2008.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DO RIO GRANDE DO SUL – SEPLAG (a). **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul**. Disponível em:
<<http://www.scp.rs.gov.br/atlas/default.asp/>>. Acesso em: 08/10/2008.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DO RIO GRANDE DO SUL – SEPLAG (b). **Rumos 2015**. Disponível em:
<http://www.scp.rs.gov.br/principal.asp?conteudo=textoecod_texto=1895ecod_menu=597>. Acesso em: 8/10/2008.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Disponível em:
<<http://www.sema.rs.gov.br/>>. Acesso em: 06/10/2008.

SERVIÇOS TÉCNICOS DE ENGENHARIA S.A. Superintendência Regional do Rio Grande do Sul - DNIT. **Relatório Periódico (RP-01), Projeto Executivo de Engenharia das Obras Prioritárias de Melhoria de Capacidade dea BR-386/RS,**

incluindo a duplicação e restauração da pista existente. Canoas/RS, agosto, 2008. 127p.

Meio Físico

ANDRADE, K.M. **Climatologia e comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul.** Dissertação de Mestrado em Meteorologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.

APHA / AWWA / WEF: **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20th. Ed. APHA, USA, 1998.

ASSAD, E.D.; SANO, E.E. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. Brasília: **EMBRAPA-SPI/EMBRAPA-CPAC**, 2 ed., 1998. 434p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151, de 31 de julho de 2000:** Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade – Procedimentos. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-7731:** Guia para execução de serviços de medição de ruído aéreo e avaliação dos seus efeitos sobre o homem. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10152 (NB-95):** Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1965.

BAPTISTA, G.M.M. **Diagnóstico ambiental da perda laminar de solos por meio de geoprocessamento.** Dissertação de mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília. 1997. 102p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** Piracicaba, SP: Livroceres, 392 p., 1985.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo.** 3ª edição, Ícone Editora, São Paulo, 1993.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Corpo Normativo Ambiental para Empreendimentos Rodoviários.** Diretoria de Engenharia Rodoviária. Divisão de Estudos e Projetos. Serviço de Estudos Rodoviários e Ambientais, Rio de Janeiro, 1996.

CAMARGO, A.P. Balanço hídrico no estado de São Paulo. Campinas: **IAC**, Boletim Técnico 116, 28 p.1971.

CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather. **Bragantia**, Campinas, v.52, p.169-172. 1993.

CAMARGO, M.N.; KLAMT E.; KAUFFMAN J.H. Classificação de solos usada em levantamentos pedológicos no Brasil. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12 (1), p.11-33. 1987.

- CERQUEIRA, L. **Poluentes Atmosféricos**. Fórum Livre. Disponível em: <<http://www.unilivre.org.br/centro/textos/forum/polar.htm>>. Acesso em: Abril de 2001.
- CETESB. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: CETESB, 1988.
- CETESB. **CETESB on line**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 13 de novembro de 2008.
- CONSOLIDAÇÃO DAS LEIS DO TRABALHO – CLT. **Decreto nº 5452**, de 1º de maio de 1943.
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM / Serviço Geológico do Brasil (Superintendência Regional de Porto Alegre). **Mapa Hidrogeológico do Rio Grande do Sul - escala 1:1.750.000**, 2005.
- CONAMA. **Resolução nº 001 de 8 de março de 1990**: Estabelece critérios e diretrizes para o controle da emissão de ruídos. 1990.
- CONAMA. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**: Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005.
- DEPARTAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS – DRH. Secretaria do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul – SEMA. **Relatório Anual dos Recursos Hídricos no RS**. Porto Alegre, 71p. 2007.
- ECKHARDT, R. R. et al. Análise e Diagnóstico Ambiental do Vale do Taquari-RS-Brasil, utilizando sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 5191-5198, 21-26 de abril de 2007.
- EMBRAPA. **Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1995.
- EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DO RIO GRANDE DO SUL. **FEPAM/RS on line**. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/>>. Acesso em 10 de novembro de 2008.
- GARREAUD, R. D. Cold air incursions over subtropical South America: mean structure and dynamics. **Monthly Weather Review**, v.128, n.7, p. 2544-2559, 2000.
- GONÇALVES, F. L. T. **Uma Análise dos Processos de Remoção de Poluentes Atmosféricos por Gotas de Chuva**. Tese de Doutorado, IAG-USP. pp. 246. 1997.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento de Recursos Naturais. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguiana e SI.22 Lagoa Mirim.** Rio de Janeiro, 1986. v. 33.
- KRUSCHE, N.; SARAIVA, J. B.; REBOITA, M. S. **Normais climatológicas provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande/RS.** 2002. 104pp.
- BRASIL. Lei nº 6514, de 22 de dezembro de 1977. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. 1977.
- LEPSCH, I. F., *et al.* **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso.** Campinas, SP, SBCS, 1991. 175p.
- LIMA, D. F. B. de; REMPEL, C.; ECKHARDT, R. R. **Análise Ambiental da Bacia hidrográfica do Rio Taquari, Proposta e Zoneamento Ambiental.** Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, Geografia, v. 16 n.1, jan/jun de 2007.
- LYONS, T.J.; SCOTT, W.D. **Principles of Air Pollution Meteorology.** London, Great Britain: Belhaven Press, 1990.
- MAGNA ENGENHARIA LTDA. **Avaliação quali-quantitativa das disponibilidades e demandas de água da bacia hidrográfica do Sistema Taquari-Antas.** Relatório Técnico nº 1. Volume I – Memorial Descritivo, Tomo II, 1997.
- MANNIGEL, A.R. *et al.* Fator erodibilidade e tolerância de perda dos solos do estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p. 1335-1340, 2002
- MARENGO, J. *et al.* Cold surges in tropical and extratropical South America: The strong event in June 1994. **Monthly Weather Review**, v. 125, n.11, p. 2759-2786, Nov. 1997.
- MENDONÇA, P.V.E. Sobre o novo método de balanço hídrico de Thornthwaite e Mather. **Congresso Luso-espanhol para o Progresso das Ciências**, 24, 1958, Madrid, Acta, Madrid, p.415-425, 1958.
- MENEGAT, R. *et al.* **Atlas Ambiental de Porto Alegre.** Editora da UFRGS. 2 ed., Porto Alegre, 1999. 297p
- MILANI, E.J.; ZALÁN, P.V. An outline of the geology and petroleum systems of the Paleozoic interior basins of South America. **Episodes**, v.22:199-205, 1999.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **NR-6 - Equipamento de Proteção Individual – EPI.** Aprovada pela Port. Ministério do Trabalho nº 3.214, de 08/06/78.
- BRASIL. Ministério do Trabalho. **NR-15 - Atividades e Operações Insalubres.** Publicada pela Portaria GM n.º 3.214, de 08 de junho de 1978, no DOU de 06/07/78.

- PEDRO JÚNIOR, M.J.; MELLO, M.H.A.; PEZZOPANE, J.E.M. Caracterização agroclimática da microbacia: Alto Curso do Ribeirão São Domingos (Pindorama). Campinas, Instituto Agrônomo, **Boletim Técnico**, 150, 27p., 1994.
- PEREIRA, A.R.; VILLA NOVA, N.A.; SEDIYAMA, G.C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: **FEALQ**, 183p., 1997.
- PETRI, S.; FÚLFARO, V.J. **Geologia do Brasil (Fanerozóico)**. Editora da USP, São Paulo, 1983. 631p.
- QUADRO, M.F.L. et al. **Climatologia de Precipitação e Temperatura**. Climanálise, Edição comemorativa 10 anos, 1996. (INPE-10717-PRE/6178). Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/chuesp.html>>. Acesso em: 20 de novembro de 2005.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK K. J. **Sistema de avaliação de Aptidão Agrícola das Terras**. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CNPS, 1995. 65p.
- REGINATO, P.A.R. **Integração de Dados Geológicos para Prospecção de Aquíferos Fraturados em Trecho da Bacia Hidrográfica Taquari-Antas (RS)**. Tese de Doutorado em Engenharia. Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e dos Materiais. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 254p.
- SEINFELD, J. H. **Atmospheric Chemistry and Physics from Air Pollution**. John Wiley e Sons. 1986.
- SEINFELD, J. H. **Atmospheric Chemistry and Physics from Air Pollution to Climate Change**. John Wiley e Sons, 1998.
- SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO RIO GRANDE DO SUL. SEMA on line. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br>>. Acesso em: 10 de novembro de 2008.
- SENTELHAS, P. C.; ANGELOCCI, L. R. **Notas de aula: Aula 4 - A Atmosfera Terrestre e Movimentos Atmosféricos**. ESALQ/USP, 2007.
- SVISERO, D. P.; FRANCO, R. R. **A Província Gemológica Brasileira Principais**. In: **Capítulo II de Principais Depósitos Minerais do Brasil**. Vol. IV Parte A, Coordenação Geral Carlos Schobbenhaus, Emanuel Teixeira de Queiroz e Carlos Eduardo Silva Coelho), DNPM/CPRM, Brasília, DF, p14., 1991.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**, v.38, p.55-94, 1948.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water balance. **Publications in Climatology**. New Jersey: Drexel Institute of Technology, 104p. 1955.
- TUCCI, C.E.M.; COLLISCHONN, W. Previsão de Vazão. In: TUCCI, C.E.M.; BRAGA, B. (Orgs.) **Clima e Recursos Hídricos no Brasil**. Porto Alegre: ABRH, p.281-348, nov. 2003.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, UFV, 1991. 449p.

WHITE, I.C. **Relatório final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil**. Rio de Janeiro, 1908.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide planning**. Washington. D.C., USDA, 58p. (Handbook, 537), 1978.

Meio Biótico

ALBRECHT, M. P. **Estrutura trófica da ictiofauna do rio Tocantins na região sob influência da usina hidrelétrica Serra da Mesa, Brasil Central**. Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2005.

ALVES, E.S.; GIUSTI, P.M.; DOMINGOS, M.; SALDIVA, P.H.N.; GUIMARÃES, E.T.; LOBO, D.J.A. Estudo anatômico foliar do clone híbrido 4430 de *Tradescantia*: alterações decorrentes da poluição aérea urbana. **Rev. bras. Bot.** 24(4), 2001.

ARANHA, J. M. R.; GOMES, J. H. C.; FOGAÇA, F. N. O. Feeding of two sympatric species of *Characidium*, *C. lanei* and *C. pterostictum* (Characidiinae) in a costal stream of Atlantic Forest (Southern Brazil). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 43, p. 527 – 531. 2000.

LIMA, C.A.R.M.A.; AGOSTINHO, A. A.; FABRÉ, N. N. Trophic aspects of fish communities in Brazilian rivers and reservoirs. In: TUNDISI, J.G.; BICUDO, C.E.M.; TUNDISI, T.M. (Eds). **Limnology in Brazil**. Rio de Janeiro: ABC/SBL, 1995.

ASHLEY, E. P.; ROBINSON, J. T. Road mortality of amphibians, reptiles and other wildlife on the Long Point Causeway, Lake Erie, Ontario. **Canadian field-naturalist**, Ottawa. v.110, no. 3, p.403-412, 1996.

BECKER, M.; DALPONTE, J.C. **Rastros de mamíferos silvestres brasileiros**. Universidade de Brasília, Brasília, 1991.

BELTON, W. **Aves do Rio Grande do Sul: distribuição e biologia**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 1994.

BENCKE, G. A. Lista de referência das aves do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, **Publicações avulsas FZB**, n.10, 2001.

BENNETT, A. F. Roads, roadsides and wildlife conservation: a review. In: SAUNDERS, D. A. e HOBBS, R.J. **Nature conservation 2: The role of corridors**. Surrey Beatty, Australia. 1991.

BIBBY, C. J.; BURGESS, N. D.; HILL, D. A. **Bird census techniques**. London, UK: Academic Press, 1992.

BLONDEL, J.; FERRY, C.; FROCHOT B. Point counts with unlimited distance. **Stud. Avian Biol.**, 6: 414-420, 1981.

- BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização Fisionômica e Problemática Ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências da UFRGS**, v. 56, p. 1-39, 1997.
- BONVICINO, C. R.; LINDBERGH, S. M.; MAROJA, L. S. Small non-flying mammals from conserved and altered areas of Atlantic Forest and Cerrado: comments on their potential use for monitoring environment. **Journal of Biology**, v. 62, p. 765-774, 2002.
- BROAD, S. Species accounts. In: BROAD, S. LUXMOORE, R.; JENKINS, M. (eds.) **Significant trade in wildlife: a review on selected species in CITES appendix II**. Cambridge, IUCN/CITES, 1988.
- BRUXEL, J.; JASPER, A. A família *Cactaceae* na Bacia Hidrográfica do Rio Taquari, RS, Brasil. **Acta bot. bras.** 19(1): 71-79. 2005.
- BURY, R. B.; CORN, P. S. Evaluation of pitfall trapping in northwestern forests: trap arrays with drift fences. **Journal of Wildlife Management**. 51: 112-119, 1987.
- BURY, R. B.; RAPHAEL, M. G. Inventory methods for amphibians and reptiles. In: BELL, J. F.; ATTERBURY, T. (eds). **Renewable resource inventories for monitoring changes and trends: Proceedings of an international conference**. August 15-19, 1983; Corvallis, OR. SAF 83-14, Corvallis, OR: Society of American Foresters: 416-419, 1983.
- CÁCERES, N. C.; MONTEIRO-FILHO, E. L. A. Tamanho corporal em populações naturais de *Didelphis (Mammalia: Marsupialia)* do sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**. v. 59, p. 461-468, 1999.
- CAMPBELL, H. W.; CHRISTMAN, S. P. Field techniques for herpetofaunal community analysis. In: SCOTT Jr, N. J. (ed.). **Herpetological Communities**, p.93-200. Wildl. Res. Rept.13, US. Fish and Wildl. Serv. Washington, DC. 1982.
- CARMONA, R. U. **Estudo da comunidade de anfíbios e répteis em um fragmento de Mata Atlântica e em áreas perturbadas no estado de São Paulo: subsídios para conservação e manejo de áreas protegidas**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. 90p., 2007.
- CASATTI, L. Alimentação dos peixes em um riacho do Parque Estadual Morro do Diabo, Bacia do Alto Paraná, sudeste do Brasil. **Biota Neotropical**, São Paulo v. 2, p. 1 – 14. 2002.
- CECHIN, S. Z.; MARTINS, M. Eficiência de armadilhas de queda (pitfall traps) em amostragens de anfíbios e répteis no Brasil. **Rev. Bras. Zool.** 17(3): 729-740, 2000.
- CECHIN, S. Z. Répteis. In: ITAQUI, J. (ed). **Quarta Colônia: Inventários Técnicos**. Condesus Quarta Colônia, Santa Maria, p. 209–214, 2002.
- CHRISTOFF, A. U. In: FONTANA, C. F.; G. A. BENCKE; R. E. REIS (eds). **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Edipucrs, 2003.

- CORN, P. S.; BURY, R. B. Sampling methods for terrestrial amphibians and reptiles. **USDA Forest Service General Technical Report**. PNW-GTW-256. Pacific Northwest Research Station. Portland, Oregon, 1990.
- CRBO. COMITÊ BRASILEIRO DE REGISTROS ORNITOLÓGICOS. **Listas das aves do Brasil**. Versão 16/8/2007. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>>. Acesso em: 28 set. 2008.
- CRESPO, J. A. Presence of the reddish howling monkey (*Alouatta guariba clamitans* Caberra) in Argentina. **Journal of Mammalogy**, v. 35, p. 117-118, 1954.
- DE LA PEÑA, M. R.; RUMBOLL, M. **Birds of Southern South America and Antartica**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1998.
- DEVELEY, P.F.; MARTENSEN, E. A. C. As aves da Reserva Florestal do Morro Grande (Cotia, SP). **Biota Neotropical** 6: 1-16, 2006.
- DISCROLL, D.A. Extinction and outbreaks accompany fragmentation of a reptile community. **Ecological Applications**, v. 14: p.220-240, 2004.
- DNIT/IME - Projeto de Ampliação da Capacidade Rodoviária das ligações com os países do MERCOSUL BR 101 Florianópolis (SC) - Osório (RS). **PROJETO BÁSICO AMBIENTAL - PBA, SUBPROGRAMA DE PROTEÇÃO À FAUNA. 2004**. Disponível em: <http://dnit.ime.eb.br/br163/pba/prog_prote_fauna_flora.pdf>. Acesso em: 28/09/2008.
- DUNNING, J. S. **South America Birds: A Photographic Aid to Identification**. New Square, Pennsylvania: Harrowood Books, 1987.
- ECKARDT, R.R. et al. Mapeamento temático do Vale do Taquari, RS. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis, 21-26/abril. INPE p. 5191-5198. 2007.
- EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. **Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics: Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil**. Chicago: University of Chicago Press, 1999.
- EMMONS, L. H.; FEER, F. **Neotropical rainforest mammals: a Field Guide**. Second Edition. Chicago: University of Chicago Press, 1997.
- FENSTERSEIFER, H.C. O planejamento do meio ambiente e a ordenação territorial. Caderno Meio Ambiente em Destaque. **Jornal O Informativo**, Lajeado. 1999.
- FERNANDEZ, F. A. S. Métodos para estimativas de parâmetros populacionais por captura, marcação e recaptura. **Oecologia Brasiliensis**, v. 2, p. 1-26, 1995.
- FILGUEIRAS, T. S. et al. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. **Cadernos de Geociências IBGE**, 12: 39-43. 1994.
- FONSECA, G. A. B. et al. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil. **Occasional Papers Conservation Biology**, v.4, p. 1-38, 1996.

- FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. **Livro Vermelho da Fauna de Extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003.
- FORMAN R. T. T. Estimates of the Area Affected Ecologically by the Road System in the United States. **Conservation Biology**, v. 14, p. 31-35, 2000.
- FORMAN, R. T. T., ALEXANDER, L. E. Road and their major ecological effects. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 29, p. 207-231, 1998.
- FREITAS, E.M. de; JASPER, A. Avaliação da flora Orchidaceae em uma porção de Floresta Estacional Decidua no município de Lajeado, Rio Grande do Sul. **Pesquisas**, série Botânica 51: 113-127. 2001.
- FZB - FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA DO RIO GRANDE DO SUL. Preceituação ecológica para a preservação de recursos naturais na Região da Grande Porto Alegre. **Publicação Avulsa FZB**, no. 1. 151 p., 2 p.il., 8 gráf., 6 estampas, 2 mapas. 1976.
- GARCIA, P. C. A.; VINCIPROVA, G. Anfíbios. *In*: FONTANA, C.S.; BENCKE, G.A.; REIS, R.E. (eds.). **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil, 2003.
- GENTILE, R.; FERNANDEZ, F. A. S. A field comparison of two capture-mark-recapture estimators of small mammal populations. **Revista Brasileira de Zoologia** 16: 1109-1114, 1999.
- GIORA, J.; FIALHO, C. B. Biologia alimentar de *Steindachnerina brevipinna* (*Characiformes, Curimatidae*) do Rio Ibicuí-Mirim, rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia**, v. 93, p. 277 -281. 2003.
- GITHIRU, M., LENS, L.; CRESSWELL, L. Nest predation in a fragmented Afrotropical forest: evidence from natural and artificial nests. **Biological Conservation**, v. 123, p. 189-196, 2005.
- GOMES, N.; KRAUSE, L. Lista preliminar de répteis da estação ecológica do Taim, Rio Grande do Sul. **Rev. Bras. Zool.** 1(1): 71–77, 1982.
- HELTSCHKE, J. F.; FORRESTER, N. E. Estimating species richness using the jackknife procedure. **Biometrics**, 39:1-11, 1983.
- HEYER, R. H. et al. **Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians**. Washington, Smithsonian Institution Press, 1994. 364p.
- HEYER, W. R. et al. **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians**. Washington: Smithsonian Institution Press, 1994.
- HODSON, N. L.; SNOW, R.M. *The road deaths enquiry*, 1960-61. **Bird Study** 12: 90-99, 1965.
- IBGE. **Mapa de Vegetação do Brasil - 2004**. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/vegetacao_pdf.zip>. Acesso em: 15/04/2007.

- INDRUSIAK, C.; EIZIRIK, E. Carnívoros. In: FONTANA, C. F., BENCKE G. A.; REIS, R. E. (eds). **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Edipucrs, Porto Alegre, 2003.
- JASPER, A. et al. Metodologia de salvamento de *Bromeliaceae*, *Cactaceae* e *Orchidaceae* na Pequena Central Hidrelétrica (PCH) Salto Forqueta, São José do Herval/Putinga, RS, Brasil. **Pesquisas, série Botânica** 56: p.265-284, 2005.
- JELLINEK, S.; DRISCOLL, D. A.; KIRKPATRICK, J. B. Environmental and vegetation variables have a greater influence than *habitat* fragmentation in structuring lizard communities in remnant urban bushland. **Austral Ecology**, v. 29, p. 294-304, 2004.
- KLEIN, R.M. Síntese ecológica da Floresta Estacional da Bacia do Jacuí e importância do reflorestamento com essências nativas (RS). **Comum. Mus. Ci. PUCRS sér. Bot.**, 33: 25-48. 1985.
- KREBS, C. J. **Ecological methodology**. Menlo Park Addison: Welsey Educational Press, 1988.
- LEHTINEN, R. M.; RAMANAMANJATO, J. B.; RAVELOARISON, J. G. Edge effects and extinction proneness in a herpetofauna from Madagascar. **Biodiversity and Conservation**, v. 12, p.1357-1370, 2003.
- LEITE, P.F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do Sul do Brasil. **Ciência e Ambiente** (UFSM), 24: 51-73. 2002.
- LEMA, T.; FABIÁN-BEURMANN, M. E. Levantamento preliminar dos répteis da região da fronteira Brasil – Uruguai. **Iheringia Ser. Zool.** 50: 61–92, 1977.
- LEMA, T.; FERREIRA, M. T. S. Contribuição ao conhecimento dos testudines do Rio Grande do Sul (Brasil). Lista sistemática comentada (Reptilia). **Acta Biol. Leopold.** 12(1): 125–64, 1990.
- LEMA, T.; BRAUN, P. C. Contribuição a herpetologia da Argentina e do Rio Grande do Sul, Brasil por William Wright Milstead (Amphibia Reptilia). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 10, p. 261-287, 1993.
- LEMA, T. **Os répteis do Rio Grande do Sul. Atuais e fósseis – biogeografia – ofidismo**. EDIPUCRS, Porto Alegre, 2002.
- LEMA, T. Lista comentada dos répteis ocorrentes no Rio Grande do Sul, Brasil. **Comun. Mus. Cienc. Pucrs Ser. Zool.** 7: p.41–150, 1994.
- LEMA, T.; FABIÁN-BEURMANN, M. E.; ARAÚJO, M. L.. Lista de répteis encontrados na região da grande Porto Alegre, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia Ser. Zool.** 55: p.27–36, 1980.
- LEMA, T.; VIEIRA, M. I.; ARAÚJO, M. L.. Fauna reptiliana do norte da grande Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. **Rev. Bras. Zool.** 2 (4): p.203-227, 1984.

- LYNCH, J.F. Effects of Point Count Duration, Time-of-Day, and Aural Stimuli on Detectability of Migratory and Resident Bird Species. In: Quintana Roo, México. México: **USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-149**: 1-6, 1995.
- MACHADO, A. B. M.; MARTINS, C. S.; DRUMMOND, G. M. Lista da fauna brasileira ameaçada de extinção. **Fundação Biodiversitas**, Belo Horizonte. 2005.
- MÄHLER Jr., J. K F.; SCHNEIDER, M. Ungulados. In: FONTANA, C. F., G. A. BENCKE e R. E. REIS (eds). **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Edipucrs, 2003.
- MALABARBA, L. R.; REIS, R. E. dos. Manual de técnicas para a preparação de coleções zoológicas. **Sociedade Brasileira de Zoologia**, Campinas. 1987.
- MARQUES, A. A. B. Primatas. In: FONTANA, C. F., BENCKE G. A.; REIS R. E. (eds). **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Edipucrs, 2003.
- MARTINS, M; OLIVEIRA, M. E. Natural history of snakes in Forest of the Manaus region, Central Amazonian, Brazil. **Herpetological Natural History**, v. 6, p. 78-150, 1998.
- MARTINS, M. The lizards of Balbina, Central Amazônia, Brazil: A qualitative analise of resource utilization. **Studies on Neotropical Fauna and Enviromental**. 26(3): p.179-190, 1991.
- MATLACK, G. R. Vegetation dynamics of the forest edge-Trends in space and sucession time. **Journal of Ecology**, v. 83, p. 113-123, 1994.
- MENDES, S. L. Estudo ecológico de *Alouatta fusca* (Primates: Cebidae) na Estação Biológica de Caratinga, MG. **Revista Nordestina de Biologia**, v.6, p. 71-104, 1989.
- NOVELLI, R.; TAKASE, E.; CASTRO, V. Study of birds killed by collision with vehicles in a stretch of highway BR-471, between Quinta and Taim, Rio Grande do Sul, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 5 (3): 441-454, 1988.
- PETRY, A. C.; SCHULZ, U. H. Longitudinal changes and indicator species of the fish fauna in the subtropical Sinos River, Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 69, p. 272 – 290. 2006.
- POUGH, F. H. et al. **Herpetology**. Benjamin Cummings, 2003.
- PRADA, C. DE S. **Atropelamentos de vertebrados silvestres em uma região fragmentada do Nordeste do estado de São Paulo: Quantificação do impacto e análise de fatores envolvidos**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de são Carlos, 2004.
- RAMBO, B. A fisionomia do Alto Uruguai, uma viagem de estudos. **Relatório do Ginásio Anchieta**, Porto Alegre p.5-31. 1935.

- RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**. São Leopoldo: 3a Ed. Unisinos, 1994.
- RAMBO, B. **A Fisionomia do Rio Grande do Sul**: ensaio de monografia natural. Porto Alegre, Of. Graf. da Imprensa Oficial. 1942.
- RAMBO, B. Der Regenwald am oberen Uruguay. **Sellowia** 7: 183-233. 1956.
- RAPHAEL, M. G. Wildlife populations in relation to stand age and area in Douglas-fir forests of northwestern California. In: MEEHAN, W. R.; MERRELL, T. R., Jr.; HANLEY, T. A. (eds). Fish and wildlife relationships in old-growth forests: Proceedings of a symposium: 1982 April 12-15; Juneau, AK. Morehead City, NC: **American Institute of Fishery Research Biologists**, p. 259-274, 1984.
- REIJNEN, R. et al. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland Illinois. Reduction of density in relation to proximity to main roads. **Journal of Applied Ecology**, v. 32, p. 187-202, 1995.
- REIJNEN, R.; FOPPEN, R. The Effects of Car Traffic on Breeding Bird Populations in Woodland. I. Evidence of Reduced *Habitat* Quality for Willow Warblers (*Phylloscopus trochilus*) Breeding Close to a Highway. **Journal of Applied Ecology**; 31 (1): 85-94, 1994.
- REIS, N. et al. **Mamíferos do Brasil**. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.
- REIS, R. E. dos.; LUCENA, Z. M. S. de; LUCENA, C. A. S. de; MALABARBA, L. R. Peixes. p.117 – 142. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. **Livro vermelho da fauna ameaçada de extinção no Rio Grande do Sul**. Edipucrs, Porto Alegre. 2003.
- REMPEL, C.; SUERTEGARAY, D.M.A.; JASPER, A. Aplicação do sensoriamento remoto para determinação da evolução da mata nativa da Bacia Hidrográfica do Rio Forqueta, RS, entre 1985 e 1995. **Pesquisas, série Botânica** 51: 101-112. 2001.
- RIO GRANDE DO SUL. **Decreto Estadual 42.099, de 31 de dezembro de 2002**. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, 1º de janeiro de 2003.
- RIO GRANDE DO SUL. **Lei n.9.519, de 21 jan.1992**. Código Florestal do Estado do Rio Grande do Sul. Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul, de 21 de janeiro de 1992.
- RIO GRANDE DO SUL. **Projeto RS - Biodiversidade. Conservação da Biodiversidade como Fator de Contribuição ao Desenvolvimento do Rio Grande do Sul**. Disponível em <www.biodiversidade.rs.gov.br> Acesso em 28 de Outubro de 2008.

- RODRIGUES, F.H.G. et al. Impacto de rodovias sobre a fauna da Estação Ecológica de Água Emendadas, DF. *In: III Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação, 1, 2002, Fortaleza, CE. Anais, 2002.*
- ROMIN, L. A.; BISSONETTE, J. A. Deer-Vehicle Collisions: Status of State Monitoring Activities and Mitigation Efforts. **Wildlife Society Bulletin**. 24 (2): 276-283, 1996.
- ROSA, A. O.; MAUS, J. Atropelamentos de animais silvestres na rodovia RS-040. **Caderno de Pesquisa Série Biológica**, Santa Cruz do Sul, v. 16. p.35-42. 2004.
- SANTOS, T. G. et al. Répteis do campus da universidade federal de Santa Maria, RS, Brasil - **Biota Neotropica**, v5 (n1) 171-178, 2005.
- SBH. **Brazilian reptiles – List of species**. Disponível em: <<http://www.sbherpetologia.org.br>>. Sociedade Brasileira de Herpetologia. Acessado em: 08/01/2009.
- SCOTT JR., N.; WOODWARD, B.D. Surveys at breeding sites. *In: HEYER, W.R. et al. (Eds). Measuring and Monitoring Biological Diversity - Standard Methods for Amphibians*. Washington, Smithsonian Institution Press, p.118-125, 1994.
- SEGATTI, H. N. et al. Estrutura trófica da ictiofauna da planície de inundação do alto Rio Paraná. Pesquisas Ecológicas de Longa Duração, Nupélia, **Relatório Técnico**: 123 – 126. 2002.
- SEMLITSCH, R. D. Principles for management of aquatic-breeding amphibians. **Journal of Wildlife Management**, v.64, p. 615-631, 2000.
- SICK, H. **Ornitologia Brasileira**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2 ed. Rev. Aum., 1997.
- SIGRIST, T. **Aves do Brasil: uma visão artística**. São Paulo: Fوسفertil, 2006.
- SILVA, F. **Mamíferos Silvestres – Rio Grande do Sul**. 2 ed. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1984.
- SILVEIRA, L. **Ecologia e Conservação dos mamíferos carnívoros do Parque Nacional das Emas**. Goiás, Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Goiás, 1999. 177 p.
- SPELLERBERG, I. F. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. **Global Ecology and Biogeography Letters**, v. 7, p.317-333, 1998.
- STOTZ, D. F. et al. **Neotropical birds: ecology and conservation**. Chicago: University of Chicago Press, 1996.
- SUTHERLAND, W. J. **Ecological census techniques: A handbook**. 1. ed. Cambridge: Cambridge University. 1996.
- TEIXEIRA, M.B. et al. Vegetação. *In: Levantamento de recursos naturais (33)*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, p. 541-632. 1986.

- TROMBULAK, S. C.; FRISSELL, C. A. Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. **Conservation Biology**, v.14, p.18-30, 2000.
- UNIVATES. UNIVATES on line. Disponível em: <<http://www.univates.br>>. Acessado em: 22/09/2008.
- UNIVIAS. **Tráfico online**. Histórico de tráfico. Disponível em: <http://www.pedagioonline.com.br>. Acessado em 25/09/2008.
- VANZOLINI P.E.; PAPAVERO N. **Manual de coleta e preparação de animais terrestres e de água doce**. Departamento de Zoologia-USP, Secretaria da Agricultura do Estado de Sao Paulo. 1967.
- VIEIRA, E. M. Highway mortality of mammals in central Brazil. *Ciência e Cultura* **Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science**. v. 48, p. 270-272, 1996.
- VIELLIARD, J.E.; SILVA, W.R. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiro resultado no interior do estado de São Paulo, Brasil. *In*: Mendes S. (Ed.). **Anais do IV Encontro de Anilhadores de Aves**. Univ. Federal Rural de Pernambuco Press, Recife, p.117-151, 1990.
- VOGT, R. C.; HINE, R. L.. Evaluation of techniques for assessment of amphibian and reptile populations in Wisconsin. *In*: SCOTT, N. J., Jr. (ed). **Herpetological communities**. Wildlife Res. Rep. 13. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service. p 201-217, 1982.
- WILLIS, E.O. The composition of avian communities in remanescent woodlots in southern Brazil. **Papéis Avulsos Zoologia**. 33, 1-25, 1979.
- WILSON D. E.; REEDER, D. M. **Mammal Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference**. 3 Ed. Baltimore: The Johns Hopkins Press, 2005.
- YANES, M.; VELASCO, J. M. e SUAREZ, F. Permeability of roads and railways to vertebrates: the importance of culverts. **Biological Conservation**, v. 7, p.217-222, 1995.
- YOUNG, B. E. *Disappearing Jewels: The status of new world amphibians*. Arlington, Virginia: **Nature Serve**, 2004.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. Prentice Hall, New Jersey, 1996.
- ZIMMERMAN, B.L. Audio Strip Transects. *In*: HEYER, W.R. et al. (Eds.). **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians**. Smithsonian Institution Press, Washington, p.92-97. 1994

GLOSSÁRIO

A

Agropecuário. Setor da economia que compreende as atividades da agricultura, da pecuária e do extrativismo.

Água potável. Águas cujos parâmetros atendam aos parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde, que aprova normas e padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano.

Altitude. Altura na vertical de um lugar acima do nível do mar. Distância vertical de um ponto da superfície da Terra, em relação ao nível zero ou nível dos oceanos.

Amostragem. Técnica de pesquisa na qual um sistema preestabelecido de amostras é considerado idôneo para representar o universo pesquisado, com margem de erro aceitável.

Antrópico. Resultado das atividades humanas no meio ambiente.

Área de Influência. Área afetada pelos impactos de um empreendimento, considerando-se, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza. A área de influência pode ser classificada em Área de Influência Direta, quando o empreendimento causa impactos diretos a região, ou Área de Influência Indireta, quando os impactos são indiretos.

Assoreamento. Processo em que lagos, rios, baías e estuários vão sendo aterrados pelos solos e outros sedimentos neles depositados pelas águas das enxurradas, ou por outros processos.

Atmosfera. Camada fina de gases, inodora, sem cor, insípida, e presa à Terra pela força da gravidade.

Avifauna. Conjunto das espécies de aves que vivem numa determinada região.

B

Bacia hidrográfica. Conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. A noção de bacias hidrográfica inclui naturalmente a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores d'água, cursos d'água principais, afluentes, subafluentes, etc. Em todas as bacias hidrográficas deve existir uma hierarquização na rede hídrica e a água se escoia normalmente dos pontos mais altos para os mais baixos. O conceito de bacia hidrográfica deve incluir também noção de dinamismo, por causa das modificações que ocorrem nas linhas divisórias de água sob o efeito dos agentes erosivos, alargando ou diminuindo a área da bacia.

Biodiversidade. (a) Referente à variedade de vida existente no planeta, seja terra ou água; (b) Variedade de espécies de um ecossistema; (c) É o conjunto de todas as espécies de plantas e animais e de seus ambientes naturais, existentes em uma

determinada área; (d) Termo que se refere à variedade de genótipos, espécies, populações, comunidades, ecossistemas e processos ecológicos existentes em uma determinada região. Pode ser medida em diferentes níveis: genes, espécies, níveis taxonômicos mais altos, comunidades e processos biológicos, ecossistemas, biomas, e em diferentes escalas temporais e espaciais.

Biota. Conjunto de seres vivos que habitam um determinado ambiente ecológico, em estreita correspondência com as características físicas, químicas e biológicas deste ambiente.

Biótico. (a) Relativo ao bioma ou biota, ou seja, ao conjunto de seres animais e vegetais de uma região; (b) Referente a organismos vivos ou produzidos por eles. Por exemplo: fatores ambientais criados pelas plantas ou microrganismos.

C

Censo demográfico. Conjunto dos dados característicos dos habitantes de uma localidade ou país, para fins estatísticos; recenseamento.

Cerosidade. Efeito denominado cerosidade deve-se à orientação das partículas de argila, que recobrem os agregados na forma de uma película.

Cinturão móvel. Região linear ou arqueada sujeita a dobramento ou outra deformação durante um ou mais ciclos orogênicos. Constituem-se em cinturões móveis à época de sua formação, assumindo o caráter geomórfico montanhoso em decorrência, também, de processos pós-orogênicos (por exemplo: isostasia).

Classe. Grupamento de indivíduos semelhantes quanto às propriedades consideradas.

Composição florística. Inventário das espécies que compõem a vegetação de uma determinada região, além das informações relativas ao habitat, época de floração, número de espécimes etc.

Comunidades (Biol.). Conjunto de todos os indivíduos de todas as espécies da fauna e flora de uma região.

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Criado pela Lei de Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938, de 31.08.81), teve sua composição, organização, competência e funcionamento estabelecidos pelo Poder Executivo pelo Decreto nº 88.351 de 01.06.83 e modificados pelo Decreto nº 91.305, de 03.06.85. O CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo pertencente ao Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Após a vigência do Decreto nº 99.274/90, o plenário do CONAMA é composto por: o Ministro de Estado do Meio Ambiente da Amazônia Legal e dos Recursos Hídricos, que o preside, o Secretário de Meio Ambiente, o Presidente do IBAMA; representantes de cada ministério, dos governos dos estados, Territórios e Distrito Federal, designados pelos respectivos governadores, das Confederações Nacionais dos Trabalhadores no Comércio, na Indústria e na Agricultura, das Confederações Nacionais do Comércio, da Indústria e da Agricultura, da Associação

Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (Abes) e da Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza (FBCN), de duas associações civis de defesa do meio ambiente, de cinco entidades da sociedade civil ligadas à preservação da qualidade ambiental, sendo uma de cada região geográfica do País. O CONAMA constitui-se do Plenário, de Câmaras Técnicas, formadas por membros conselheiros, com poder deliberativo, e da Secretaria Executiva. A competência do CONAMA inclui o estabelecimento de todas as normas técnicas e administrativas para a regulamentação e a implementação da Política Nacional do Meio Ambiente e a decisão, em grau de recurso, das ações de controle ambiental do IBAMA.

Conservação da natureza. Uso racional dos recursos naturais, com o fim de assegurar uma produção contínua dos recursos renováveis e impedir o esbanjamento dos recursos não renováveis, para manter o volume e a qualidade em níveis adequados, de modo a atender às necessidades de toda a população e das gerações futuras.

Contaminação. A ação ou efeito de corromper ou infectar por contato. Termo usado, muitas vezes, como sinônimo de poluição, porém quase sempre empregado, em português, em relação direta a efeitos sobre a saúde do homem.

D

Decompositores. Organismos que transformam a matéria orgânica morta em matéria inorgânica simples, passível de ser reutilizada pelo mundo vivo. Compreendem a maioria dos fungos e das bactérias. O mesmo que saprófitas.

Degradação ambiental. A alteração adversa das características do meio ambiente.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO). É a determinação da quantidade de oxigênio dissolvida na água e utilizada pelos microorganismos na oxidação bioquímica da matéria orgânica. É o parâmetro mais empregado para medir a poluição, normalmente utilizando-se a demanda bioquímica de cinco dias a uma temperatura de 20°C (DB05). A determinação de DBO é importante para verificar-se a quantidade de oxigênio necessária para decompor a matéria orgânica.

Demanda Química de Oxigênio (DQO). Medida da capacidade de consumo de oxigênio pela matéria orgânica presente na água ou água residuária. É expressa como a quantidade de oxigênio consumido pela oxidação química, no teste específico. Não diferencia a matéria orgânica estável e assim não pode ser necessariamente correlacionada com a demanda bioquímica de oxigênio

Desenvolvimento sustentado. Modelo de desenvolvimento que leva em consideração, além dos fatores econômicos, aqueles de caráter social e ecológico, assim como as disponibilidades dos recursos vivos e inanimados, as vantagens e os inconvenientes, em curto, médio e longo prazos, de outros tipos de ação. Tese defendida a partir do teórico indiano Anil Agarwal, pela qual não pode haver desenvolvimento que não seja harmônico com o meio ambiente. Assim, o desenvolvimento sustentado é um tipo de

desenvolvimento que satisfaz as necessidades econômicas do presente sem comprometer a capacidade de utilização do meio ambiente pelas gerações futuras.

Distribuição espacial (Biol.). Distribuição das espécies da fauna e flora em uma determinada região.

Distritos. São unidades administrativas que compõem o município.

Diversidade de espécies. Índice que qualifica uma comunidade associando a quantidade de espécies e de indivíduos de uma região.

Drenagem. Remoção natural ou artificial da água superficial ou subterrânea de uma determinada área.

E

Ecologia. Ciência que estuda a relação dos seres vivos entre si e com o ambiente físico. Palavra originado do grego: oikos = casa, moradia+logos = estudo.

Ecosistemas. Conjunto integrado de fatores físicos, químicos e bióticos, que caracterizam um determinado lugar, estendendo-se por um determinado espaço de dimensões variáveis.

Ecótono. Região de transição entre dois ecossistemas diferentes ou entre duas comunidades.

Educação ambiental. Conjunto de ações educativas voltadas para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas, considerando os efeitos da relação do homem com o meio ambiente, a determinação social e a variação/evolução histórica dessa relação. Visa preparar o indivíduo para integrar-se criticamente ao meio ambiente, questionando a sociedade junto à sua tecnologia, seus valores e até o seu cotidiano de consumo, de maneira a ampliar a sua visão de mundo numa perspectiva de integração do homem com a natureza.

Efluente. Qualquer tipo de água, ou outro fluido de um sistema de coleta, de transporte, como tubulações, canais, reservatórios, elevatórias, ou de um sistema de tratamento ou disposição final, como estações de tratamento e corpos d'água.

Eluviação. Define diminuição do teor de argila por migração desta para horizontes subjacentes por meio da água de percolação.

Emissão. Lançamento de um efluente (líquido ou gasoso) no ar ambiente ou em um corpo de água.

Empreendimento. (a) Organização formada para explorar um negócio. (b) Projeto.

Endêmica. (a) Espécie nativa, restrita a uma determinada área geográfica. (b) Característica da espécie que tem sua ocorrência limitada a um único local ou região.

Erosão. É o desgaste do solo que pode ocorrer em função das chuvas, do vento, dos rios, das ondas do mar, etc.

Escoamento Superficial. Quantidade de líquido, geralmente proveniente de precipitação (chuva), que se escoar para um curso d'água pela superfície do solo.

Espécie exótica. Ser vivo introduzido em uma área onde não existia originalmente.

Espécie pioneira. Espécie vegetal que inicia a ocupação de áreas desabitadas de plantas em razão da ação do homem ou de forças naturais.

Espécies migrantes. Espécies cujos indivíduos se deslocam coletivamente de um local para outro, às vezes incluindo deslocamentos continentais como no caso de certas espécies da avifauna. Em geral, as espécies buscam condições ambientais mais favoráveis, pois a migração se dá para locais com climas mais amenos e com maior fartura de alimentos, coincidindo muitas vezes com o período do acasalamento. As migrações costumam ser periódicas e reversíveis.

Estação de Tratamento. Conjunto de instalações, dispositivos e equipamentos destinados ao tratamento. Quando dedicada a tratar água bruta para uso público ou industrial, chama-se Estação de Tratamento de Água (ETA) e; para o tratamento de esgotos domésticos, Estação de Tratamento de Esgotos (ETE).

Estação Ecológica (ESEC). Unidade de conservação que se destina à preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites e à realização de pesquisas científicas. Não é permitida a visitação pública, admitindo-se, no entanto, de acordo com regulamento específico, a sua realização com objetivo educacional.

Estágios sucessionais. Etapas de substituição sequencial de espécies vegetais e animais em uma comunidade biótica.

Estratos (vegetação). Determinada camada de vegetação em uma comunidade vegetal. Cada estrato é composto por plantas que tem alturas semelhantes. Sob o ponto de vista ecológico divide-se em estratos arbóreo, arbustivo, subarbustivo e rasteiro ou herbáceo.

Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Um dos documentos do processo de avaliação de impacto ambiental. Trata-se da execução por equipe multidisciplinar, de uma análise sistemática das consequências da implantação de um projeto no meio ambiente, por meio de métodos de AIA e técnicas de previsão de impacto. O estudo é realizado sob a orientação da autoridade ambiental responsável pelo licenciamento do projeto em questão, que, por meio de termos de referência específicos, indica a abrangência do estudo e os fatores ambientais a serem considerados detalhadamente. O Estudo de Impacto Ambiental compreende, no mínimo: (a) a descrição das ações do projeto e suas alternativas, nas etapas de planejamento, construção, operação e, no caso de projetos de curta duração, desativação; (b) a delimitação e o diagnóstico ambiental da área de influência; (c) a identificação, a medição e a valoração dos impactos; (d) a comparação das alternativas e a previsão da situação ambiental futura da área de influência, nos casos de adoção de cada uma das alternativas, inclusive no caso de o projeto não se executar; (e) a identificação das medidas mitigadoras; (f) o programa de

gestão ambiental do empreendimento, que inclui a monitoração dos impactos; e (g) a preparação do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).

Evaporação. Processo pelo qual as moléculas de água na superfície líquida ou na unidade de solo, adquirem suficiente energia, através da radiação solar e passam do estado líquido para o de vapor.

Extinção de espécies. Desaparecimento definitivo de uma espécie de ser vivo.

Extração Seletiva. Extração de espécies ou de produtos de origem vegetal previamente determinados.

Extrativismo. Atividade econômica que tem por objetivo coletar elementos da natureza.

F

Falha simples. Ocorrência (randômica) que resulta na perda da capacidade de um componente do sistema em desempenhar as funções de segurança para as quais foi projetado. A falha simples inclui as falhas consequentes por ela causada.

Fase: Conjunto de materiais com características semelhantes (cerâmica, artefatos de pedra ou osso) e que mantém as características isoladas como diagnósticas, dentro de um espaço e tempo reduzidos" ou simplesmente, "espaço e o tempo ocupados por uma tribo indígena (parte de uma nação).

Fauna. Conjunto de animais que habitam determinada região.

Fisiografias. Estudo científico, com base experimental, das funções orgânicas e dos processos vitais dos seres vivos.

Fisionomias. Feições características no aspecto de uma comunidade vegetal.

Fitoplâncton. Denominação utilizada para indicar organismos fotossintetizantes, de vida livre, em geral microscópicos, que flutuam no corpo de águas marinhas ou doces.

Fitoplancônica. Que se refere a fitoplâncton.

Fitossociologia. Ciência voltada ao estudo das comunidades vegetais, envolvendo o estudo de todos os fenômenos relacionados com a vida das plantas dentro das unidades sociais. Retrata o complexo vegetação, solo, clima. É a parte da ecologia que estuda as associações e inter-relações entre as populações vegetais.

Fitossociológicos. Que se refere a fitossociologia.

Flora. Totalidade das espécies vegetais que compreende a vegetação de uma determinada região, sem qualquer expressão de importância individual.

Floresta Atlântica (Mata Atlântica). Atualmente o conceito é abrangente e leva em consideração não só a floresta propriamente estabelecida, mas uma série de "ecossistemas associados". A definição consensual mais recente foi publicada pelo Decreto Federal nº 750 de 1993, que define, em seu art. 3º: "considera-se Mata Atlântica as formações florestais e ecossistemas associados inseridos no domínio

Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE 1988: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Estacional Decidual, manguezais restingas campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais do Nordeste".

Fotossíntese. Processo bioquímico que permite aos vegetais sintetizar substâncias orgânicas complexas e de alto conteúdo energético, a partir de substâncias minerais simples e de baixo conteúdo energético. Para isso, se utilizam energia solar que captam nas moléculas de clorofila. Neste processo, a planta consome gás carbônico (CO₂) e água, liberando oxigênio (O₂) para a atmosfera. É o processo pelo qual as plantas utilizam a luz solar como fonte de energia para formar substâncias nutritivas.

Fragmentação. Processo de perturbação ambiental que transforma um habitat antes contínuo em fragmentos isolados. Os fragmentos geralmente estão circundados por ambiente antrópico, isto é, ocupado ou modificado pelo homem.

G

Galeria. Em mineração, abertura, acesso ou passagem horizontal, artificial, feita em sub-superfície, para fins de pesquisa e lavra de minério.

Gestão Ambiental. Condução, direção, proteção da biodiversidade, e controle do uso de recursos naturais através de determinados instrumentos, que incluem regulamentos e normatização, investimentos públicos e financiamentos, requisitos inter-institucionais e jurídicos. Este conceito tem evoluído para uma perspectiva de gestão compartilhada pelos diferentes agentes envolvidos e articulados em seus diferentes papéis, a partir da perspectiva de que a responsabilidade pela conservação ambiental é de toda a sociedade e não apenas do governo, e baseada na busca de uma postura pró-ativa de todos os atores envolvidos.

Gramíneas. Família de plantas que caracterizam-se em geral como ervas monocotiledôneas de pequeno porte, com caule em geral oco e articulado por nós sólidos, raramente ramificado e mais ou menos lenhoso, folhas lineares, sésseis, com lígula e bainha enrolada em redor do caule, raízes geralmente fasciculares e flores na maioria das espécies, cachos e partículas simples ou compostas por espiguetas.

Granívoras. Espécies animais que se alimentam de sementes.

H

Habitat. Ambiente que oferece um conjunto de condições favoráveis para o desenvolvimento, a sobrevivência e a reprodução de determinados organismos. Os ecossistemas, ou parte deles, nos quais vive um determinado organismo, são seu habitat. O habitat constitui a totalidade do ambiente do organismo. Cada espécie necessita de determinado tipo de habitat porque tem um determinado nicho ecológico.

Herbáceas. Plantas com características de erva. Designativo das plantas cujos ramos e hastes não são lenhosas e perecem depois da frutificação.

Herpetofauna. Conjunto de todas as espécies de anfíbios e répteis de uma região.

Hidrografia. Conjunto das águas correntes ou estáveis de uma região, é a descrição das condições físicas dos corpos d' água superficiais.

I

IBAMA. O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis é a instituição governamental encarregada de executar as políticas de meio ambiente no âmbito do Governo Federal. Tem entre suas atribuições a função de coordenar e fomentar a conservação de ambientes naturais representativos dos ecossistemas brasileiros. Estas áreas protegidas somam aproximadamente 4% do território brasileiro, distribuídas em diferentes biomas.

Íctica. Referente a peixe.

Ictiofauna. Conjunto de todas as espécies de peixes de uma região.

Ictioplâncton. larvas de peixes que fazem parte do plâncton.

Iluviação. Indica horizonte com acúmulo de argila oriunda dos horizontes subjacentes, definindo um horizonte subsuperficial do tipo B textural (Bt).

Impacto ambiental. Qualquer alteração das propriedades físico-químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, enfim, a qualidade dos recursos ambientais.

Incorporação (I). Admissão de material radioativo no corpo humano, por ingestão, inalação ou penetração através da pele ou de ferimentos.

Insetívoros. Espécies animais que se alimentam de insetos.

Insolação. Radiação solar direta incidente por unidade de área em um dado local.

J

Jusante. Denomina-se a uma área que fica abaixo da outra, ao se considerar a corrente fluvial pela qual é banhada. Costuma-se também empregar a expressão 'relevo de jusante' ao se descrever uma região que está numa posição mais baixa em relação ao ponto considerado. O oposto de jusante é montante (Guerra, 1978).

L

Latitude. Distância linear ou angular medida ao norte ou ao sul do equador, em uma esfera ou esferóide.

Lençol freático. Lençol d'água subterrâneo limitado superiormente por uma superfície livre (a pressão atmosférica normal) (DNAEE, 1978).

Licenciamento Ambiental. Instrumento de política ambiental instituído em âmbito nacional pela Lei nº 6.938, de 31.08.81, e regulamentado pelo Decreto nº 88.351, de 1.06.83, que consiste em um processo destinado a condicionar a construção, a instalação, o funcionamento e a ampliação de estabelecimento de atividades poluidoras ou que utilizem recursos ambientais ao prévio licenciamento, por autoridade ambiental competente. A legislação prevê a expedição de três licenças ambientais, todas obrigatórias, independentes de outras licenças e autorizações exigíveis pelo Poder Público: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO) (art. 20 do referido decreto).

Lixiviação. Processo que sofrem as rochas e solos, ao serem lavados pela água das chuvas. Nas regiões intertropicais, de clima úmido, os solos tornam-se estéreis com poucos anos de uso, devido, em grande parte, aos efeitos da lixiviação.

Longitude. Ângulo entre o plano que contém o eixo da Terra, e que define o meridiano de origem das longitudes (meridiano de Greenwich), e o plano que contém o eixo da Terra e o meridiano do lugar do observador, contado de 0 a 180 graus, para oeste e para leste.

M

Maciço. Bloco compacto de rocha num cinturão orogênico, geralmente mais rígido do que as rochas vizinhas e formado quase sempre de uma base cristalina; conjunto de montanhas que formam um bloco contínuo.

Macrófita aquática. Planta aquática visível a olho nu.

Magma. Massa mineral pastosa, em estado de fusão, situada a grande profundidade da superfície terrestre, cujos movimentos determinam os fenômenos vulcânicos e que, ao resfriar, cristaliza-se, dando origem às rochas ígneas.

Magmatismo. Formação, desenvolvimento e movimentação do magma.

Manancial. Qualquer corpo d'água, superficial ou subterrâneo, utilizado para abastecimento humano, industrial ou animal, ou irrigação.

Manejo de Unidades de Conservação. É o conjunto de ações e atividades necessárias ao alcance dos objetivos de conservação de áreas protegidas, incluindo as atividades fins, tais como proteção, recreação, educação, pesquisa e manejo dos recursos, bem como as atividades de administração ou gerenciamento. O termo gestão de uma unidade de conservação pode ser considerado sinônimo de manejo da mesma.

Manejo. Aplicação de programas de utilização dos ecossistemas, naturais ou artificiais, baseada em teorias ecológicas sólidas, de modo a manter, de melhor forma possível, nas comunidades, fontes úteis de produtos biológicos para o homem, e também como fonte de conhecimento científico e de lazer.

Mata ciliar (Mata de galeria). Mata estreita existente na beira dos rios.

Material Particulado em Suspensão. Material carregado pelo ar, composto de partículas sólidas e líquidas de diâmetros que variam desde 20 micra até menos de 0,05 micron. Podem ser identificados mais de vinte elementos metálicos na fração inorgânica de poluentes particulados. A fração orgânica é mais complexa contendo um grande número de hidrocarbonetos, ácidos, bases, fenóis e outros componentes.

Medidas Compensatórias. Mecanismos financeiros de compensação pelos efeitos de impactos não mitigáveis ocorridos quando da implantação de empreendimentos, identificados no processo de licenciamento ambiental. Estes recursos são destinados às Unidades de Conservação.

Medidas Mitigadoras. São aquelas destinadas a prevenir impactos ambientais ou reduzir a sua magnitude.

Meio Ambiente. Conjunto, em um dado momento, dos agentes físicos, químicos, biológicos e dos fatores sociais suscetíveis de terem um efeito direto ou indireto, imediato ou a termo, sobre os seres vivos e as atividades humanas (Poutrel e Wasserman, 1977).

Mesorregião. Área individualizada, em uma Unidade da Federação, que apresenta formas de organização do espaço geográfico definidas pelas seguintes dimensões: o processo social, como determinante, o quadro natural, como condicionante, e a rede de comunicação e de lugares, como elemento da articulação espacial.

Metamorfismo. Processo pelo qual uma rocha para equilibrar-se internamente, e com o meio em que se encontra, ajusta-se, estruturalmente e/ou mineralogicamente, a condições de pressão e temperatura diferentes daquelas em que foi formada, sem o desenvolvimento de uma fase de silicatos em fusão.

Microclima. Condição climática de uma pequena área resultante da modificação das condições climáticas gerais, por diferenças locais em elevação ou exposição.

Microrregião. Parte das mesorregiões que apresenta especificidades, quanto à organização do espaço. [...] Essas especificidades referem-se à estrutura de produção, agropecuária, industrial, extrativismo mineral ou pesca.[...] A estrutura da produção para identificação das microrregiões é considerada em sentido totalizante, constituindo-se pela produção propriamente dita, distribuição, troca e consumo, incluindo atividades urbanas e rurais.

Mesorregião. "Área individualizada, em uma Unidade da Federação, que apresenta formas de organização do espaço geográfico definidas pelas seguintes dimensões: o processo social, como determinante, o quadro natural, como condicionante, e a rede de comunicação e de lugares, como elemento da articulação espacial."

Migração. Deslocamento de indivíduos ou grupo de indivíduos de uma região para outra. Pode ser regular ou periódica, podendo ainda coincidir com mudanças de estação.

Monitoração. Pode ser: avaliação rotineira de informações necessárias para determinar a adequação de medidas de radioproteção e para indicar alterações potenciais significativas nas condições e/ou desempenho de dispositivos de produção; determinação contínua ou periódica da quantidade de radiação presente numa determinada área.

Monitoramento ambiental. É o acompanhamento periódico, por observações sistemáticas de um atributo ambiental, de um problema ou situação, pela quantificação das variáveis que o caracterizam. O monitoramento determina os desvios entre normas preestabelecidas (referenciais) e as variáveis medidas.

Montante. Diz-se do lugar situado acima de outro, tomando-se em consideração a corrente fluvial que passa na região. O relevo de montante é, por conseguinte, aquele que está mais próximo das cabeceiras de um curso d'água, enquanto o de jusante está mais próximo da foz (Guerra, 1978).

Morfoespécie. Conjunto de indivíduos com características morfológicas semelhantes, podendo ser ou não da mesma espécie. Este tipo de classificação é comumente utilizada para grupo de seres vivos de difícil taxonomia.

Morfoestrutural. relativo a estrutura morfológica de uma unidade geológica.

N

Nebulosidade. Proporção do céu coberto por qualquer tipo de nuvens, sendo expressa em décimos de céu coberto. Cobertura de nuvens.

Nicho ecológico. Espaço ocupado por um organismo no ecossistema, incluindo também o seu papel na comunidade e a sua posição em gradientes ambientais de temperatura, umidade, pH, solo e outras condições de existência.

Nível trófico ou nível alimentar. É a posição ocupada por um organismo na cadeia alimentar. Os produtores, o segundo nível, os secundários, o terceiro nível e assim por diante. Os decompositores podem atuar em qualquer nível trófico.

O

Oxigênio dissolvido. Conjunto de moléculas do gás oxigênio (O₂) presentes em meio a um fluido.

P

Paleozóico. Era geológica cujo início ocorreu há 545 milhões de anos. Marca o começo da expansão da vida.

Parques Nacionais, Estaduais ou Municipais. São superfícies consideráveis que contêm características naturais únicas ou de relevante paisagem cênica, de importância nacional, estadual ou municipal. Tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e

interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico.

Percolação. Movimento de penetração da água, no solo e subsolo. Este movimento geralmente é lento e vai dar origem ao lençol freático.

pH. Sigla para Potencial Hidrogeniônico. Este indicador revela o grau de acidez de um líquido. O pH varia de 1 a 14, sendo de 1 a 6 índices de pH ácido; 7 de pH neutro e 8 a 14 de pH básico.

Pioneira. Espécie que surge primeiro, colonizadora.

Piscívoros. Espécies animais que se alimentam de peixes.

Planícies costeiras. Regiões ao longo do litoral onde a deposição de sedimentos é maior do que a decomposição.

Plano de Gestão. Conjunto de ações pactuadas entre os atores sociais interessados na conservação e/ou preservação ambiental de uma determinada área, constituindo projetos setoriais e integrados contendo as medidas necessárias à gestão do território.

Plano de Manejo. Documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, incluindo a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da Unidade, segundo o Roteiro Metodológico.

Plano Diretor. É o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, sujeito à aprovação por lei.

Plantas lenhosas. Plantas que possuem caule de natureza, aspecto e consistência de lenho ou madeira.

Poluente. Qualquer agente que possa gerar degradação da qualidade ambiental resultante das atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem desfavoravelmente a biota, afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente, e lancem materiais ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

Poluição. Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitária do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Pré-Cambriano. Denominação utilizada para o tempo geológico que se estendeu desde a origem da Terra, 4560 milhões de anos a 545 milhões de anos. Destaca-se nesta fase, principalmente, o resfriamento da Terra e o crescimento dos continentes.

Precipitação. Termo utilizado para indicar qualquer deposição em forma líquida ou sólida, derivada da atmosfera.

Pressão atmosférica. Pressão exercida pelo peso da camada de ar que se encontra sobre um ponto qualquer da superfície terrestre.

Q

Qualidade Ambiental. O termo pode ser conceituado como juízo de valor atribuído ao quadro atual ou às condições do meio ambiente. A qualidade do ambiente refere-se ao resultado dos processos dinâmicos e interativos dos componentes do sistema ambiental, e define-se como o estado do meio ambiente numa determinada área ou região. Isso é percebido objetivamente em função da medição de qualidade de alguns de seus componentes, ou mesmo subjetivamente em relação a determinados atributos, como a beleza da paisagem, o conforto, o bem-estar.

Qualidade. Grau de adequação de um item ou serviço à finalidade a que se destina.

Quelônios. Ordem de répteis anapsidas, conhecidos como tartarugas, cágados ou jabutis, com cerca de 250 espécies, aquáticas ou terrestres, encontradas em quase todo o mundo, com exceção da Nova Zelândia e do Oeste da América do Sul.

R

Reflorestamento. Processo que consiste no replantio de árvores em áreas que anteriormente eram ocupadas por florestas.

Relevo. É um conjunto de formas salientes e reentrantes da superfície terrestre. Algumas formas são mais antigas e outras mais recentes.

Remanescentes Florestais. (a) Manchas de vegetação nativa primária ou secundária do domínio da Mata Atlântica (Resolução Conama 012/94). (b) São fragmentos florestais, floresta, em qualquer estágio de vegetação, que restou após severo desmatamento ocorrido na região circunvizinha.

Reserva biológica. Categoria de unidade de conservação visando a proteção dos recursos naturais para fins científicos e educacionais. Possui ecossistemas ou espécies da flora e fauna de importância científica. Em geral não comportam acesso ao público, não possuindo normalmente belezas cênicas significativas ou valores recreativos. Seu tamanho é determinado pela área requerida para os objetivos científicos a que se propõe, garantindo sua proteção.

Reserva da biosfera. O programa do Homem e Biosfera, das Nações Unidas, iniciou um projeto de estabelecimento de reservas da biosfera em 1970. Estas reservas devem incluir: amostras de biomas naturais; comunidades únicas ou áreas naturais de excepcional interesse; exemplos de uso harmonioso da terra; exemplos de ecossistemas modificados ou degradados, onde seja possível uma restauração a condições mais naturais. Uma reserva da biosfera pode incluir unidades de conservação como parques nacionais ou reservas biológicas.

Reserva ecológica. Categoria de unidade de conservação que tem por finalidade a preservação de ecossistemas naturais de importância fundamental para o equilíbrio ecológico.

Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN). Área de domínio privado onde, em caráter de perpetuidade, são identificadas condições naturais primitivas, semi-primitivas, recuperadas ou cujo valor justifique ações de recuperação destinadas à manutenção, parcial ou integral, da paisagem, do ciclo biológico de espécies da fauna e da flora nativas ou migratórias e dos recursos naturais físicos, devidamente registrada. Áreas consideradas de notável valor paisagístico, cênico e ecológico que merecem ser preservadas e conservadas às gerações futuras, abrigadas da ganância e da sanha predadora incontrolável dos destruidores do meio ambiente. Esta categoria de unidade de conservação foi criada pelo Decreto nº. 98.914, de 31 de janeiro de 1990. Compete, contudo, ao IBAMA, reconhecer e registrar a reserva particular do patrimônio natural, após análise do requerimento e dos documentos apresentados pelo interessado. O proprietário titular gozará de benefícios, tais como isenção do Imposto Territorial Rural sobre a área preservada, além do apoio e orientação do IBAMA e de outras entidades governamentais ou privadas para o exercício da fiscalização e monitoramento das atividades desenvolvidas na reserva.

Resíduos. Materiais ou restos de materiais cujo proprietário ou produtor não mais considera com valor suficiente para conservá-los. Alguns tipos de resíduos são considerados altamente perigosos e requerem cuidados especiais quanto à coleta, transporte e destinação final, pois apresentam substancial periculosidade, ou potencial, à saúde humana e aos organismos vivos.

RIMA. Sigla para Relatório de Impacto Ambiental. Esse documento apresenta os resultados dos estudos técnicos e científicos de avaliação de impacto ambiental. Constitui um documento do processo de avaliação de impacto ambiental e deve esclarecer todos os elementos do projeto em estudo, de modo compreensível aos leigos, para que possam ser divulgados e apreciados pelos grupos sociais interessados e por todas as instituições envolvidas na tomada de decisão.

Riqueza de espécies. Número total de espécies de uma determinada região.

Risco. Medida da perda econômica ou lesão ao ser humano expressa através da combinação da probabilidade de ocorrência do incidente (frequência) e a magnitude da perda ou lesão (consequência).

Rizomas. Caule subterrâneo, geralmente engrossado, provido de escamas, que emite brotos a determinados intervalos.

S

Salobro. Que tem em dissolução alguns sais ou substâncias que a tornam desagradável ao paladar (diz-se de água).

Sazonais. Eventos que variam de acordo com as estações do ano.

Sazonalidade. Relativo a estação do ano; próprio de uma estação; estacional.

Sedimentologia. Estudo científico das rochas sedimentares e dos processos pelos quais são formadas.

Sismologia. Ciência que estuda os terremotos e os abalos sísmicos.

Sítio: É um lugar onde aparecem vestígios de ocupação humana.

Sondagem. Ato ou processo de se obter um furo circular sobre o terreno, como uma sonda ou outras ferramentas cortantes, com objetivo como exploração, prospecção, avaliação de minérios, ou obtenção de água, petróleo e outros.

Status. Situação, estado, qualidade ou circunstância de uma pessoa ou coisa em determinado momento; condição.

T

Taludes. Inclinação natural ou artificial da superfície de um terreno.

Táxons. Conjunto de organismos que apresenta uma ou mais características comuns e, portanto, unificadoras, cujas características os distinguem de outros grupos relacionados, e que se repetem entre as populações, ao longo de sua distribuição.

Tectônica. Ramo da geologia que se dedica à investigação da morfologia e da associação das estruturas de tipos similares, classificando-as ou agrupando-as em zonas e regiões, procurando obter uma visão integrada das estruturas maiores e das suas relações espaciais entre si; geologia mecânica, geotectônica, tetônica.

Tolerância. Capacidade de suportar variações ambientais em maior ou menor grau. Para identificar os níveis de tolerância de um organismo são utilizados os prefixos euri, que significa amplo, ou esteno, que significa limitado. Assim, um animal que suporta uma ampla variação de temperatura ambiental é denominado euritermo, enquanto um organismo que possui pequena capacidade de tolerância a este mesmo fator é chamado estenotermo.

Topografia. Descrição ou delimitação exata e minuciosa de uma localidade; topologia.

Tradição: São conjuntos maiores de materiais com características semelhantes, reunindo diversas fases e que mantêm as características, isoladas como diagnósticas, dentro de um tempo e espaço mais amplos ou simplesmente, é o espaço e o tempo de uma nação indígena.

U

Umidade Relativa. Razão entre o conteúdo real de umidade de uma amostra de ar e a quantidade de umidade que o mesmo volume de ar pode conservar na mesma temperatura e pressão quando saturado. Geralmente é expressa na forma de porcentagem.

Unidade Litológica. Conjunto de rochas que possuem características semelhantes, tais como a cor, composição mineralógica e tamanho de grão.

Unidades de Conservação. Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Unidade de Mapeamento. Grupamento de áreas de solos, criado para possibilitar a representação cartográfica e mostrar a distribuição espacial dos solos.

Unidade Taxonômica. Concepção mental de uma unidade de solo primordial pura, para fins taxonômicos. Teoricamente, uma unidade taxonômica é constituída por solos de uma só classe.

Uso e Ocupação do Solo. Refere-se não só ao modo de usar a terra, em termos de tecnologia aplicada, como também a forma como é feita a ocupação espacial da propriedade, em função de fatores socioeconômicos, topográficos, pedológicos, ambientais, ou de preservação dos recursos naturais de água, flora e fauna.

V

Variação sazonal. Variação que ocorre de acordo com as condições climáticas ao longo de um ano, ano após ano.

Vazão. Volume fluído que passa, na unidade de tempo, através de uma superfície (como exemplo, a seção transversal de um curso d'água).

Vegetação secundária. Vegetação em processo de regeneração natural após ter sofrido derrubada ou alteração pela ação do homem ou de fatores naturais, tais como ciclones, incêndios, erupções vulcânicas.

Voçoroca. Último estágio da erosão. Termo regional de origem tupi-guarani, para denominar sulco grande, especialmente os de grandes dimensões e rápida evolução. Seu mecanismo é complexo e inclui normalmente a água subterrânea como agente erosivo, além da ação das águas de escoamento superficial.

Z

Zooplâncton. É o conjunto de animais suspensos ou que nadam na coluna de água, incapazes de sobrepujar o transporte pelas correntes, devido ao seu pequeno tamanho ou à sua pequena capacidade de locomoção. Fazem parte do conjunto maior de plâncton.



ANEXO



ANEXO I – LAUDOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA



Garantindo a sua qualidade

REDE
METROLÓGICA
.....RS

LABORATÓRIO RECONHECIDO SEGUNDO
A NORMA NBR ISO/IEC 17025

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 33092/2008

1 - Cliente

Razão Social: MRS Estudos Ambientais Ltda

Endereço: Avenida Praia de Belas, 2174, sala 403 - Porto Alegre - RS

2 - Identificação da amostra

Identificação da Amostra: Arroio Santa Cruz (BR 386).

Responsável pela coleta: Tiego Fritzen - Laboratório Alac

Data e Hora da coleta: 17/10/2008 10:40:00

Data e Hora do Recebimento: 18/10/2008 09:15:48

Período de Realização dos Ensaios: 17/10/08 à 23/10/08

3 - Resultados

| Determinação | Unidade | Resultado | Método | Limite de detecção |
|--------------|---------|-----------|--------|--------------------|
|--------------|---------|-----------|--------|--------------------|

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 33092/2008

| Determinação | Unidade | Resultado | Método | Limite de detecção |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|--|--------------------|
| *pH | - | 5,3 | Standard Methods 21 st - Método 4500 B. | - |
| *Condutividade | µS/cm | 72,2 | Standard Methods 21 st - Método 2510 A e B. | - |
| *Sólidos Suspensos | mg/L | 10 | Standard Methods 21 st - Método 2540 D. | 1 |
| *Sólidos Totais | mg/L a 105°C | 135 | Standard Methods 21 st - Método 2540 B. | 1,00 |
| *Turbidez | UNT | 30,9 | Standard Methods 21 st - Método 2130 B. | < 0,01 |
| Alcalinidade Total | mg/L de CaCO ₃ | 31,5 | Standard Methods 21 st - Método 2320 B. | 1,0 |
| Boro | mg/L B | n.d | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,018 |
| Cloretos | mg/L | 5,09 | Standard Methods 21 st - Método 4500 C. | 0,5 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100mL | 200 | Standard Methods 21st Ed., Part 9223. | 100 |
| Coliformes Totais | NMP/100mL | > 241960 | Standard Methods, 21st Ed., Part 9223. | 100 |
| Cor | HAZEN | 440 | Standard Methods 21 st - Método 2120 C. | 0 |
| Cálcio | mg/L Ca | 6,35 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,004 |
| DBO | mg/l O ₂ | 7,1 | Standard Methods 21 st - Método 5210 B. | 0,2 |
| Dureza | mg/L CaCO ₃ | 15,4 | Standard Methods 21 st - Método 2340 - C. | 1,12 |
| Ferro | mg/L Fe | 3,05 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,002 |
| Fosfato | mg/l | 0,070 | Standard Methods 21 st - Método 4500-P- B. | 0,001 |
| Magnésio | mg/L Mg | 2,99 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,001 |
| Manganês | mg/L Mn | 0,032 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,001 |
| Nitrato | mg/L N | 0,748 | Standard Methods 1995 | 0,25 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 1,82 | Standard Methods 21 st - Método 4500 B. | 0,28 |
| Oxigênio dissolvido | mg/L | 6,7 | Standard Methods 21 st - Método 4500 C. | 0,200 |
| Potássio | mg/L K | 1,22 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,004 |
| Sulfato | mg/L SO ₄ | 13,3 | Standard Methods 21 st - Método 4500 E. | 0,27 |
| Sódio | mg/L Na | 3,13 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,004 |
| Sólidos Totais Dissolvidos | mg/L a 105°C | 119,0 | Standard Methods 21 st - Método 2540 D. | 1,00 |

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 33092/2008

Certificado de Cadastro – FEPAM / RS: n°0004/2008-DL

Abreviaturas Utilizadas

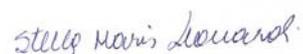
n.d.: Não Detectado;

* Ensaio Reconhecido pela Rede Metrológica – RS, segundo a norma NBR ISO/IEC 17025

Comentários

Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam exclusivamente à amostra ensaiada. O relatório de ensaio só deverá ser reproduzido na íntegra, não deve ser parcialmente reproduzido sem a prévia autorização do Laboratório Alac.

Garibaldi, 23 de outubro de 2008.



Stella Maris Leonardi
Química - CRQ 5ª Região – 05200398

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 103438/2008

1 - Cliente

Razão Social: MRS Estudos Ambientais Ltda

Endereço: Avenida Praia de Belas, 2174 - Sala 403 - Porto Alegre/RS

2 - Descrição da Amostra

Identificação: Arroio - BR-386 Arroio Santa Cruz

Responsável pela Coleta: Tiego Fritzen - Laboratório Alac

Data e Hora da Coleta: 10/12/2008 - 10h e 00min

Data e Hora do Recebimento: 11/12/2008 - 10h e 27min

Período de Realização dos Ensaios: 11/12/2008 a 16/12/2008

3 - Descrição dos Ensaios

Determinação de ensaios Físicos e Químicos.

4 - Resultados

| Parâmetro | Unidade | Amostra | Método | Limite de detecção |
|-----------------------|---------|---------|---|--------------------|
| Clorofila a | µg/L | n.d. | Standard Methods 21st - Método 10200 | 6,0 |
| Fósforo | mg/L | 4,06 | Standard Methods 21st - Método 4500-P/ B e E | 0,001 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,006 | Standard Methods 21st - Método 4500 B | 0,004 |
| Óleos e Graxas totais | mg/L | 4,40 | Standard Methods 21st - Método 5520 D | 1,00 |
| Nitrogênio amoniacal | mg/L | n.d. | Standard Methods 21st - Método 4500 B | 0,200 |

Legenda:

n.d. - Não Detectado **NMP** - Número Mais Provável **UFC** - Unidade Formadora de Colônia

5 - Comentários

Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam exclusivamente à amostra ensaiada. O relatório de ensaio só deverá ser reproduzido na íntegra, não deve ser parcialmente reproduzido sem a prévia autorização do Laboratório Alac.

Garibaldi, 16 de dezembro de 2008.

Stella Maris Leonardi

CRO - V - 05200398

Vide escopo no site www.alac.com.br



RELATÓRIO DE ENSAIO N° 33093/2008

1 - Cliente

Razão Social: MRS Estudos Ambientais Ltda

Endereço: Avenida Praia de Belas, 2174, sala 403 - Porto Alegre - RS

2 - Identificação da amostra

Identificação da Amostra: Arroio Concórdia (BR 386).

Responsável pela coleta: Tiego Fritzen - Laboratório Alac

Data e Hora da coleta: 17/10/2008 11:20:00

Data e Hora do Recebimento: 18/10/2008 09:24:22

Período de Realização dos Ensaios: 17/10/08 à 23/10/08

3 - Resultados

| Determinação | Unidade | Resultado | Método | Limite de detecção |
|--------------|---------|-----------|--------|--------------------|
|--------------|---------|-----------|--------|--------------------|

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 33093/2008

| Determinação | Unidade | Resultado | Método | Limite de detecção |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|--|--------------------|
| *pH | - | 5,5 | Standard Methods 21 st - Método 4500 B. | - |
| *Condutividade | µS/cm | 82,2 | Standard Methods 21 st - Método 2510 A e B. | - |
| *Sólidos Suspensos | mg/L | 19 | Standard Methods 21 st - Método 2540 D. | 1 |
| *Sólidos Totais | mg/L a 105°C | 137 | Standard Methods 21 st - Método 2540 B. | 1,00 |
| *Turbidez | UNT | 33,6 | Standard Methods 21 st - Método 2130 B. | < 0,01 |
| Alcalinidade Total | mg/L de CaCO ₃ | 32,5 | Standard Methods 21 st - Método 2320 B. | 1,0 |
| Boro | mg/L B | n.d | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,018 |
| Cloretos | mg/L | 6,01 | Standard Methods 21 st - Método 4500 C. | 0,5 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100mL | 510 | Standard Methods 21st Ed., Part 9223. | 100 |
| Coliformes Totais | NMP/100mL | > 241960 | Standard Methods, 21st Ed., Part 9223. | 100 |
| Cor | HAZEN | 408 | Standard Methods 21 st - Método 2120 C. | 0 |
| Cálcio | mg/L Ca | 7,00 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,004 |
| DBO | mg/l O ₂ | 4,7 | Standard Methods 21 st - Método 5210 B. | 0,2 |
| Dureza | mg/L CaCO ₃ | 17,3 | Standard Methods 21 st - Método 2340 - C. | 1,12 |
| Ferro | mg/L Fe | 3,92 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,002 |
| Fosfato | mg/l | 0,079 | Standard Methods 21 st - Método 4500-P- B. | 0,001 |
| Magnésio | mg/L Mg | 3,53 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,001 |
| Manganês | mg/L Mn | 0,204 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,001 |
| Nitrato | mg/L N | 1,32 | Standard Methods 1995 | 0,25 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 1,56 | Standard Methods 21 st - Método 4500 B. | 0,28 |
| Oxigênio dissolvido | mg/L | 7,3 | Standard Methods 21 st - Método 4500 C. | 0,200 |
| Potássio | mg/L K | 1,23 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,004 |
| Sulfato | mg/L SO ₄ | 13,2 | Standard Methods 21 st - Método 4500 E. | 0,27 |
| Sódio | mg/L Na | 3,37 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,004 |
| Sólidos Totais Dissolvidos | mg/L a 105°C | 122,0 | Standard Methods 21 st - Método 2540 D. | 1,00 |

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 33093/2008

Certificado de Cadastro – FEPAM / RS: n°0004/2008-DL

Abreviaturas Utilizadas

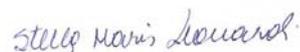
n.d.: Não Detectado;

* Ensaio Reconhecido pela Rede Metrológica – RS, segundo a norma NBR ISO/IEC 17025

Comentários

Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam exclusivamente à amostra ensaiada. O relatório de ensaio só deverá ser reproduzido na íntegra, não deve ser parcialmente reproduzido sem a prévia autorização do Laboratório Alac.

Garibaldi, 23 de outubro de 2008.



Stella Maris Leonardi
Química - CRQ 5ª Região – 05200398

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 103439/2008

1 - Cliente

Razão Social: MRS Estudos Ambientais Ltda

Endereço: Avenida Praia de Belas, 2174 - Sala 403 - Porto Alegre/RS

2 - Descrição da Amostra

Identificação: Arroio - BR-386 Arroio Concórdia

Responsável pela Coleta: Tiego Fritzen - Laboratório Alac

Data e Hora da Coleta: 10/12/2008 - 11h e 05min

Data e Hora do Recebimento: 11/12/2008 - 10h e 29min

Período de Realização dos Ensaios: 11/12/2008 a 16/12/2008

3 - Descrição dos Ensaios

Determinação de ensaios Físicos e Químicos.

4 - Resultados

| Parâmetro | Unidade | Amostra | Método | Limite de detecção |
|-----------------------|---------|---------|--|--------------------|
| Clorofila a | µg/L | n.d. | Standard Methods 21st - Método 10200 | 6,0 |
| Fósforo | mg/L | 5,82 | Standard Methods 21st - Método 4500-P/ B e E | 0,001 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,039 | Standard Methods 21st - Método 4500 B | 0,004 |
| Óleos e Graxas totais | mg/L | 3,73 | Standard Methods 21st - Método 5520 D | 1,00 |
| Nitrogênio amoniacal | mg/L | n.d. | Standard Methods 21st - Método 4500 B | 0,200 |

Legenda:

n.d. - Não Detectado **NMP** - Número Mais Provável **UFC** - Unidade Formadora de Colônia

5 - Comentários

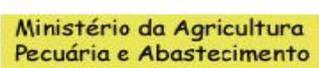
Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam exclusivamente à amostra ensaiada. O relatório de ensaio só deverá ser reproduzido na íntegra, não deve ser parcialmente reproduzido sem a prévia autorização do Laboratório Alac.

Garibaldi, 16 de dezembro de 2008.

Stella Maris Leonardi

CRO - V - 05200398

Vide escopo no site www.alac.com.br

| | | | | |
|--|---|---|--|---|
| <p>REDE METROLÓGICA RS</p> <p>LABORATÓRIO RECONHECIDO SEGUNDO A NORMA NBR ISO/IEC 17025</p> |  |  |  |  |
|--|---|---|--|---|

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 33094/2008

1 - Cliente

Razão Social: MRS Estudos Ambientais Ltda

Endereço: Avenida Praia de Belas, 2174, sala 403 - Porto Alegre - RS

2 - Identificação da amostra

Identificação da Amostra: Arroio Estrela (BR 386).

Responsável pela coleta: Tiego Fritzen - Laboratório Alac

Data e Hora da coleta: 17/10/2008 12:15:00

Data e Hora do Recebimento: 18/10/2008 09:26:12

Período de Realização dos Ensaios: 17/10/08 à 23/10/08

3 - Resultados

| Determinação | Unidade | Resultado | Método | Limite de detecção |
|--------------|---------|-----------|--------|--------------------|
|--------------|---------|-----------|--------|--------------------|

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 33094/2008

| Determinação | Unidade | Resultado | Método | Limite de detecção |
|----------------------------|---------------------------|--------------------|--|--------------------|
| *pH | - | 6,1 | Standard Methods 21 st - Método 4500 B. | - |
| *Condutividade | µS/cm | 105 | Standard Methods 21 st - Método 2510 A e B. | - |
| *Sólidos Suspensos | mg/L | 36 | Standard Methods 21 st - Método 2540 D. | 1 |
| *Sólidos Totais | mg/L a 105°C | 179 | Standard Methods 21 st - Método 2540 B. | 1,00 |
| *Turbidez | UNT | 54,0 | Standard Methods 21 st - Método 2130 B. | < 0,01 |
| Alcalinidade Total | mg/L de CaCO ₃ | 39,6 | Standard Methods 21 st - Método 2320 B. | 1,0 |
| Boro | mg/L B | n.d | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,018 |
| Cloretos | mg/L | 6,01 | Standard Methods 21 st - Método 4500 C. | 0,5 |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100mL | 1640 | Standard Methods 21st Ed., Part 9223. | 100 |
| Coliformes Totais | NMP/100mL | > 241960 | Standard Methods, 21st Ed., Part 9223. | 100 |
| Cor | HAZEN | 702 | Standard Methods 21 st - Método 2120 C. | 0 |
| Cálcio | mg/L Ca | 9,05 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,004 |
| DBO | mg/l O ₂ | 2,4 | Standard Methods 21 st - Método 5210 B. | 0,2 |
| Dureza | mg/L CaCO ₃ | 20,2 | Standard Methods 21 st - Método 2340 - C. | 1,12 |
| Ferro | mg/L Fe | 4,92 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,002 |
| Fosfato | mg/l | 0,103 | Standard Methods 21 st - Método 4500-P- B. | 0,001 |
| Magnésio | mg/L Mg | 4,20 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,001 |
| Manganês | mg/L Mn | 0,094 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,001 |
| Nitrato | mg/L N | 1,55 | Standard Methods 1995 | 0,25 |
| Nitrogênio Total | mg/L | 1,82 | Standard Methods 21 st - Método 4500 B. | 0,28 |
| Oxigênio dissolvido | mg/L | 8,0 | Standard Methods 21 st - Método 4500 C. | 0,200 |
| Potássio | mg/L K | 1,53 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,004 |
| Sulfato | mg/L SO ₄ | 16,7 | Standard Methods 21 st - Método 4500 E. | 0,27 |
| Sódio | mg/L Na | 4,33 | Standard Methods 21 st - Método 3030 E e 3120 B. | 0,004 |
| Sólidos Totais Dissolvidos | mg/L a 105°C | 139,0 | Standard Methods 21 st - Método 2540 D. | 1,00 |

RELATÓRIO DE ENSAIO N° 33094/2008

Certificado de Cadastro – FEPAM / RS: n°0004/2008-DL

Abreviaturas Utilizadas

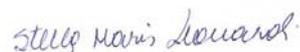
n.d.: Não Detectado;

* Ensaio Reconhecido pela Rede Metrológica – RS, segundo a norma NBR ISO/IEC 17025

Comentários

Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam exclusivamente à amostra ensaiada. O relatório de ensaio só deverá ser reproduzido na íntegra, não deve ser parcialmente reproduzido sem a prévia autorização do Laboratório Alac.

Garibaldi, 23 de outubro de 2008.



Stella Maris Leonardi
Química - CRQ 5ª Região – 05200398

RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 103441/2008

1 - Cliente

Razão Social: MRS Estudos Ambientais Ltda

Endereço: Avenida Praia de Belas, 2174 - Sala 403 - Porto Alegre/RS

2 - Descrição da Amostra

Identificação: Arroio - BR-386 Arroio Estrela

Responsável pela Coleta: Tiego Fritzen - Laboratório Alac

Data e Hora da Coleta: 10/12/2008 - 12h e 12min

Data e Hora do Recebimento: 11/12/2008 - 10h e 30min

Período de Realização dos Ensaios: 11/12/2008 a 16/12/2008

3 - Descrição dos Ensaios

Determinação de ensaios Físicos e Químicos.

4 - Resultados

| Parâmetro | Unidade | Amostra | Método | Limite de detecção |
|-----------------------|---------|---------|---|--------------------|
| Clorofila a | µg/L | n.d. | Standard Methods 21st - Método 10200 | 6,0 |
| Fósforo | mg/L | 0,466 | Standard Methods 21st - Método 4500-P/ B e E | 0,001 |
| Nitrito (como N) | mg/L | 0,043 | Standard Methods 21st - Método 4500 B | 0,004 |
| Óleos e Graxas totais | mg/L | 6,30 | Standard Methods 21st - Método 5520 D | 1,00 |
| Nitrogênio amoniacal | mg/L | n.d. | Standard Methods 21st - Método 4500 B | 0,200 |

Legenda:

n.d. - Não Detectado **NMP** - Número Mais Provável **UFC** - Unidade Formadora de Colônia

5 - Comentários

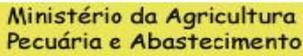
Os resultados contidos neste documento têm significação restrita e se aplicam exclusivamente à amostra ensaiada. O relatório de ensaio só deverá ser reproduzido na íntegra, não deve ser parcialmente reproduzido sem a prévia autorização do Laboratório Alac.

Garibaldi, 16 de dezembro de 2008.

Stella Maris Leonardi

CRO - V - 05200398

Vide escopo no site www.alac.com.br

| | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  LABORATÓRIO RECONHECIDO SEGUNDO A NORMA NBR ISO/IEC 17025 |  |  |  |  |
|---|---|---|--|---|



APÊNDICES



**APÊNDICE I – ATLAS TEMÁTICO DO ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL
(VOLUME SEPARADO)**



**APÊNDICE II – MAPEAMENTO DA VEGETAÇÃO POR FOTOINTERPRETAÇÃO
INTEGRADA AO USO DO SOLO (VOLUME SEPARADO)**



**APÊNDICE III – ESTUDO SOCIOAMBIENTAL DO GRUPO INDÍGENA KAINGANG
(VOLUME SEPARADO)**



Porto Alegre – RS
Av. Praia de Belas nº 2174, Sala 403
Bairro Menino Deus
(51) 3029-0068

Brasília – DF
SRTVS Quadra 701 Bloco O, Sala 504
Ed. Multiempresarial
(61) 3201-1800

www.mrsambiental.com.br