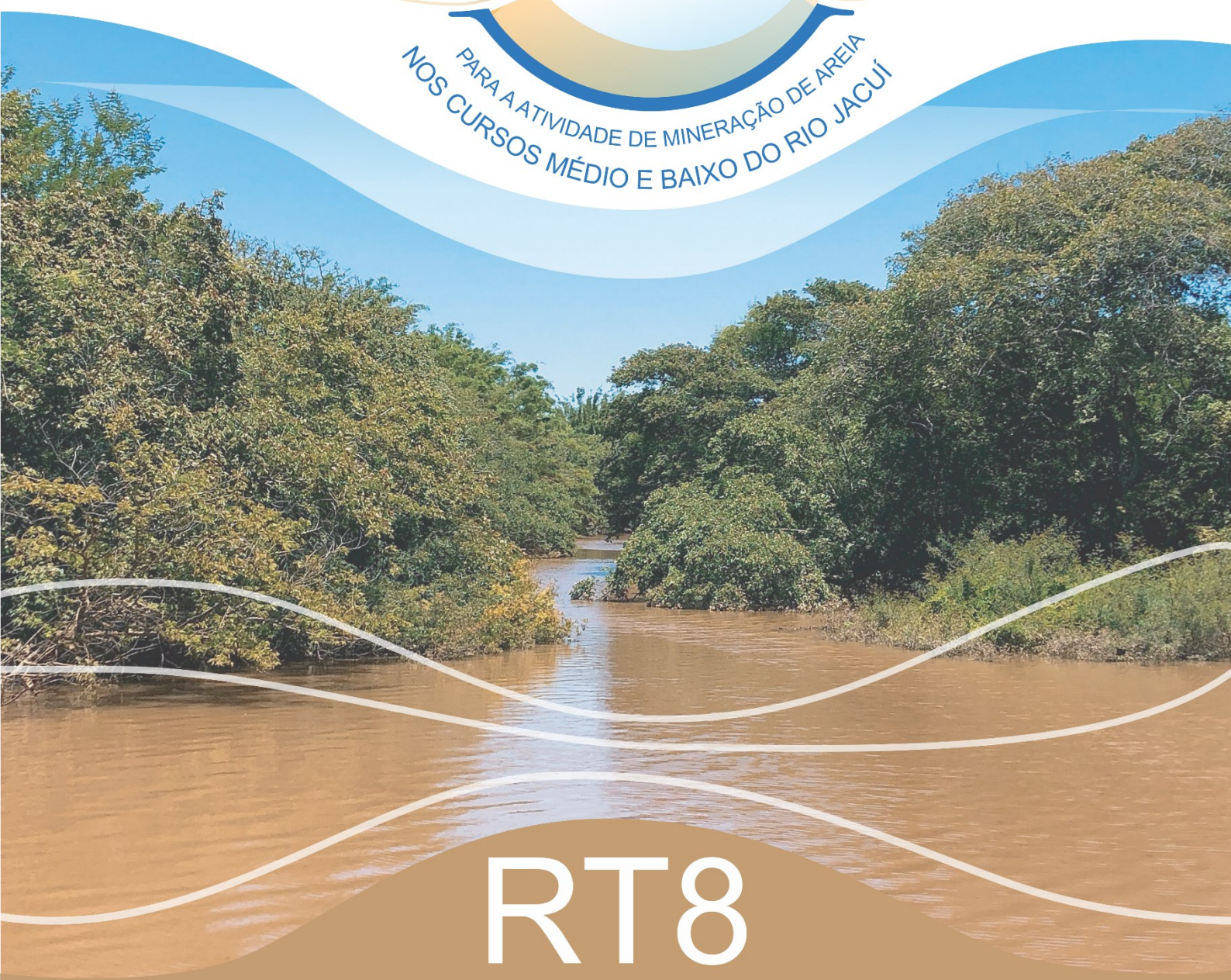
ZONEAMENTO AMBIENTAL

PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ



RT8

DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO

ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

REVISÃO 03

PORTO ALEGRE, 20 DE AGOSTO DE 2021.

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o **Relatório de Diagnóstico Consolidado, Análise Integrada e Zoneamento Ambiental** referente aos serviços de elaboração de Zoneamento Ambiental para a atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí.

O trabalho está orientado para atendimento do Termo de Referência do Processo Administrativo Eletrônico/PROA 17/0567-0001757-5.

Porto Alegre, 20 de agosto de 2021.

INFORMAÇÕES GERAIS

a) Identificação do Projeto

Zoneamento Ambiental - Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí.

b) Empresa Consultora Contratada

PROFILL Engenharia e Ambiente S.A.

Avenida Iguaçu, 451 – 6º andar – Petrópolis - Porto Alegre/RS

Fone: (51) 3211-3944

E-mail: profill@profill.com.br

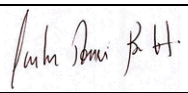
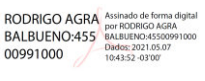
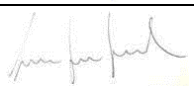
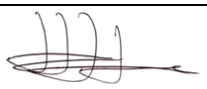
c) Endereço para correspondência

Avenida Iguaçu, 451 – 6º andar – Petrópolis - Porto Alegre/RS

Fone: (51) 3211-3944

E-mail: patricia@profill.com.br

d) Equipe Técnica Responsável

Nome	Formação	Registro	Assinatura
Mauro Jungblut	Eng. Civil, Me.	CREA 77.501	
Carlos Ronei Bortoli	Eng. Civil, Me.	CREA 93.660	
Patrícia Luísa Cardoso	Eng. Civil, Me.	CREA 121.079	
Sidnei Agra	Eng. Civil, Me.	CREA 103149	
Juliana Jucélia Tonet	Arquiteta e Urbanista	CAU A41939-7	
Daniel Pereira	Biólogo, Dr.	CRBio 28427-03	
Juan Anza	Biólogo, Me.	CRBio 034805-03	
Rodrigo Agra Balbueno	Biólogo, Me.	CRBio 08014-03	
Willi Bruschi Junior	Biólogo, Dr.	CRBio 08459-03	
André da Silva Scott Hood	Economista	CORECON 7493	
Nilson Teixeira de Oliveira	Eng. Civil, Me	CREA 125.231	
André Bastos	Geólogo	CREA 93.626	
Rodrigo Pereira de Oliveira	Geólogo	CREA 108.040	
André Luis Queiroz Araújo	Geógrafo	CREA 111.946	
Isabel Rekowsky	Geógrafa, Me.	CREA 187.829	
Guilherme Joaquim	Geógrafo	CREA 173.142	
Pedro Souza	Geógrafo	CREA RS 169.380	
Nilson Lopes	Sociólogo	-	
Samuel do Nascimento de Campos	Graduando do Curso de Geografia	-	

e) Comissão Técnica de Acompanhamento do Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí:

Nome	Formação
Alexandre de Paula Alves	Eng. Cartógrafo
Claudia Bos Wolff	Eng. Agrônoma
Clebes Brum Pinheiro	Biólogo
Cristina Rodrigues Wenzel	Bióloga
Diego Polacchini Carrillo	Eng. Civil Hidrólogo
Érica Onzi Pastori	Cientista Social
João Carlos Pradella Dotto	Biólogo
Luciana Regina Petry Anele	Arq. Urbanista
Rafael Fernandes e Silva	Eng. Geólogo
Rafael Midugno	Geólogo
Rejane Maria Valdameri	Geógrafa
Tanice Cristina Kormann	Geógrafa

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADCP	Perfilador de Corrente Acústico Doppler (*Acoustic Doppler Current Profilers*)
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEPAC	Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil
ANM	Agência Nacional de Mineração
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
APAEDJ	Área de Proteção Ambiental Estadual Delta do Jacuí
APP	Área de Preservação Permanente
AVA-DANs	Avaliação de Danos
CBRO	Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos
CESA	Companhia Estadual de Silos e Armazéns
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração
CGBH	Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica
CGEO/CGTIG	Coordenação de Geoprocessamento
CNPM	Conselho Nacional de Política Mineral
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONGAPES	Conselho Gaúcho de Aquicultura e Pesca Sustentáveis
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
COPELMI	Companhia de Pesquisas e Lavras Minerais
COPESUL	Companhia Petroquímica do Sul
CORSAN	Companhia Riograndense de Saneamento
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
CPRM	Serviço Geológico do Brasil
Cs	Concentrações de Sedimentos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DIOUT	Divisão de Outorga e Fiscalização dos Recursos Hídricos da Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul
DISME/INMET	Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia
DMAE	Departamento de Água e Esgoto
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DOU	Diário Oficial da União
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DRH	Departamento de Recursos Hídricos
DUC	Divisão de Unidades de Conservação
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
Eletrobrás	Centrais Elétricas Brasileiras S.A.
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS	El Niño Oscilação Sul
ETE	Estação Tratamento de Esgoto

FCP	Fundação Cultural Palmares
FEE	Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser
FEPAGRO	Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler
FESINPERS	Federação dos Sindicatos de Pescadores do Rio Grande do Sul
FIDE	Formulário de Informações sobre Desastres
FURG	Universidade Federal de Rio Grande
FZB	Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul
GM	Grupamentos Mineiros
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDESE	Índice de Desenvolvimento Socioeconômico
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INSS	Instituto Nacional de Seguro Social
IQA	Índice de Qualidade da Água
IRGA	Instituto Rio Grandense do Arroz
ISA	Instituto Socioambiental
IVAB	Indústria por percentual de potencial poluidor
LP	Licença Prévia
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LPI	Licença Prévia de Instalação
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
METROPLAN	Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPA	Ministério da Pesca e Aquicultura
MPF	Ministério Público Federal
NOPRED	Notificação Preliminar de Desastre
NSF	*National Sanitation Foundantion*
OD	Oxigênio Dissolvido
PCA	Plano de Controle Ambiental
PEDJ	Parque Estadual do Delta do Jacuí
PHE	Plano Hidroviário Estratégico
PIB	Produto Interno Bruto
PK	Ponto Quilométrico
PERH-RS	Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul
PROBIO	Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira
PROTEGER	Programa técnico para o gerenciamento da região metropolitana de Porto Alegre
Q	Vazão Líquida
Qsd	Descarga de Material em Suspensão Proveniente da Bacia Hidrográfica
Qsf	Descarga Sólida Transportada por Arrasto de Fundo
Qsl	Descarga de Material em Suspensão Proveniente do Leito do Rio
Qss	Descarga Sólida em Suspensão

RADAM	Projeto Radar da Amazônia
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
RCA	Relatório de Controle Ambiental
RGP	Registro Geral da Pesca
REBIO	Reserva Biológica
RIMA	Relatório de Impacto ambiental
RMPA	Região Metropolitana de Porto Alegre
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
RTID	Relatório Técnico de Identificação e Delimitação
SAG	Sistema Aquífero Guarani
SDR	Secretaria do Desenvolvimento Rural, Pesca e Cooperativismo
SEMA	Secretaria Estadual de Meio Ambiente
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIGMINE	Sistema de Informações Geográficas da Mineração
SINDUSCON-RS	Sindicato das Indústrias da Construção Civil no Estado do Rio Grande do Sul
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SPH	Superintendência de Portos e Hidrovias
SUPRG	Superintendência do Porto de Rio Grande
SUREG-PA	Superintendência Regional de Porto Alegre da CPRM
TR	Termo de Referência
TI	Terra Indígena
TUP	Terminal de Uso Privado
UC	Unidades de Conservação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UPG	Unidade de Planejamento e Gestão
USLE	*Universal Soil Loss Equation*
UTE	Usina Termelétrica
UTM	Universal Transversa de Mercator
VAB	Valor Adicionado Bruto

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Síntese de ocorrências entre 1991 e 2012 nos municípios que interceptam os trechos médio e baixo do Rio Jacuí. 30
Quadro 3.2 – Divisão hierárquica da geomorfologia da área de estudo. 33
Quadro 3.3 – Taxas de Transporte de sedimentos para o trecho do Rio Jacuí 98
Quadro 3.4 – Taxas de transporte de sedimentos acumuladas para os cenários 1 e 2 98
Quadro 3.5 – Lista das espécies de aves registradas para a área de estudo e ameaçadas de extinção em ao menos um dos níveis: estadual (RS), nacional (BR) e global (GL). 111
Quadro 3.6 – Lista das espécies de mamíferos registradas para a área de estudo e ameaçadas de extinção em ao menos um dos níveis: estadual (RS), nacional (BR) e global (GL). 113
Quadro 3.7 – Exemplos de ambientes mapeados como relevantes para a ictiofauna no Rio Jacuí. 138
Quadro 3.8 – Lista das espécies exóticas registradas durante o levantamento de dados secundários. 148
Quadro 3.9 – Lista das espécies registradas para a área de estudo e ameaçadas de extinção em ao menos um dos níveis: estadual (RS), nacional (BR) e global (GL). 151
Quadro 3.10 – Processo de criação dos municípios em estudo e etnias. 155
Quadro 3.11 – Percentual de participação no Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos (VAB), por setores de atividade econômica – 2016. 157
Quadro 3.12 – Área plantada (em hectares) das principais atividades agrícolas (lavoura temporária), além do total plantado nos municípios em estudo – 2018. 158
Quadro 3.13 – Área destinada à colheita (em hectares) das principais atividades agrícolas (lavoura permanente), além do total destinado à colheita nos municípios em estudo – 2018. 158
Quadro 3.14 – Principais rebanhos (cabeças) por tipo nos municípios em estudo – 2018. 159
Quadro 3.15 – Emprego formal no setor secundário – 2017. 159
Quadro 3.16 – Instituições atuantes na área de estudo. 161
Quadro 3.17 – Principais características da Hidrovia Rio Jacuí. 162
Quadro 3.18 – Características técnicas principais das Barragens Eclusas localizadas na Hidrovia Rio Jacuí. 164
Quadro 3.19 – Travessia hidroviária intermunicipal efetuada no Rio Jacuí. 165
Quadro 3.20 – Travessia hidroviária municipal efetuada no Rio Jacuí. 165
Quadro 3.21 – Portos e terminais na Hidrovia Rio Jacuí inseridos na bacia hidrográfica do Baixo Jacuí. 165
Quadro 3.22 – Estabelecimentos de lazer localizados às margens do Rio Jacuí. 166
Quadro 3.23 – Colônia de pescadores em municípios que interceptam o Rio Jacuí. 168
Quadro 3.24 – Captações junto ao Rio Jacuí. 171
Quadro 3.25 – Captações de água para consumo humano. 173
Quadro 3.26 – Dados da produção de areia no RS, quantidade de venda e valor. 176
Quadro 3.27 – Produção de areia no leito do Rio Jacuí ao longo do trecho em estudo. 179
Quadro 3.28 – Volume financeiro gerado pela extração de areia nos Subtrechos em estudo. 182
Quadro 3.29 – Formato dos dados referentes ao posicionamento das dragas em operação. 185
Quadro 3.30 – Unidades de Conservação identificadas. 202
Quadro 4.1 – Relação das áreas de fozes de cursos d´água identificados como áreas importantes para a ictiofauna. 216
Quadro 4.2 – Descrição dos tipos de áreas impróprias identificadas ao longo do estudo. 221
Quadro 4.3 – Quantitativos de áreas impróprias delimitadas. 223
Quadro 4.4 – Comparativo das áreas mapeadas como impróprias na calha do Rio Jacuí. 224
Quadro 4.5 – Pontos utilizados para definição das áreas impróprias referente aos balneários e praias. 229
Quadro 4.6 – Pontos utilizados para definição das áreas impróprias referente às comunidades. 231
Quadro 5.1 – Descritores e respectivos pesos utilizados na análise integrada do diagnóstico ambiental; número de observações em campo, descrição de cada classe utilizada para mapeamento dos temas e respectiva valoração. 237
Quadro 5.2 – Segmentos da subdivisão da área de estudo no Rio Jacuí. 240
Quadro 5.3 – Distribuição espacial das classes do mapa síntese. 243

Quadro 5.4 – Distribuição espacial das classes do mapa síntese após a exclusão das ilhas. 244
Quadro 5.5 – Distribuição espacial das classes do mapa síntese com a exclusão das áreas impróprias 244
Quadro 5.6 – Caracterização das Classes de sensibilidade e áreas de atenção identificadas no Zoneamento. 247
Quadro 6.1 – Descrição dos tipos de áreas impróprias identificadas ao longo do estudo. 265
Quadro 6.2 – Resumo das diretrizes ambientais gerais propostas. 266
Quadro 6.3 – Resumo das diretrizes ambientais especificas propostas. 267

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Intervalo, distância e orientação dos segmentos de canais retilíneos que possuem condicionamento estrutural (fraturas ou falhas) no Subtrecho C. 41
Tabela 3.2 – Intervalo, distância e orientação dos segmentos de canais retilíneos que possuem condicionamento estrutural (fraturas ou falhas) no Subtrecho B. 45
Tabela 3.3 – Resultados das campanhas de diagnóstico realizadas em 2019. 60
Tabela 3.4 –Localização dos pontos monitorados pela Fepam. 69
Tabela 3.5 – Descrição e significado dos índices morfométricos. 80
Tabela 3.6 – Parâmetros morfométricos para as bacias hidrográficas do Rio Jacuí. 81
Tabela 3.7 - Seções monitoradas e suas respectivas larguras da seção transversal. 85
Tabela 3.8 – Resumo dos resultados do monitoramento da vazão, concentração de sedimentos em suspensão e sedimentos em arraste para as 25 seções monitoradas. 90
Tabela 3.9 – Classificação dos trechos do Rio Jacuí com base na geologia e geomorfologia. O regime de fluxo em cada classe pode ser predominante lótico ou lêntico dependendo das eclusas ou da influência do Lago Guaíba. 118
Tabela 3.10 - Intensidade de registros por km^2. 188
Tabela 4.1 – Pesos atribuídos a cada descritor para o cruzamento de mapas. 207
Tabela 4.2 – Parâmetros para a rodagem da análise de *hotspots* (*Getis-Ord Gi**). 210
Tabela 4.3 – Características dos descritores empregadas para a análise de *hotspots* (*Getis-Ord Gi**) 210

LISTA DE MAPAS

Mapa 2.1 – Localização da área de estudo interceptada pelos trechos médio e baixo do Rio Jacuí. . 23
Mapa 3.1 – Isotermas de temperatura média anual. 27
Mapa 3.2 – Mapa de isolinhas de precipitação média anual. 28
Mapa 3.3 – Localização dos pontos do levantamento de campo da geomorfologia e geologia. 32
Mapa 3.4 – Arcabouço geomorfológico regional com as unidades ocorrentes nos cursos médio e baixo do Rio Jacuí 34
Mapa 3.5 – Distribuição dos Pontos de Controle de Interesse do Levantamento de Campo das Margens do Rio Jacuí – Subtrecho C. 40
Mapa 3.6 – Distribuição dos Pontos de Controle de Interesse do Levantamento de Campo das Margens do Rio Jacuí – Subtrecho A e B. 44
Mapa 3.7 – Arcabouço geológico regional nos cursos médio e baixo do Rio Jacuí 56
Mapa 3.8 – Localização dos pontos de amostragem de qualidade das águas superficiais. 59
Mapa 3.9 – Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de cheia - Parâmetro: DBO 63
Mapa 3.10 – Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de estiagem - Parâmetro: DBO 64
Mapa 3.11 – Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de cheia - Parâmetro: Coliformes termotolerantes 65
Mapa 3.12 – Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de estiagem – Parâmetro: Coliformes termotolerantes 66
Mapa 3.13 – Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de cheia - Parâmetro: Turbidez 67
Mapa 3.14 – Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de estiagem - Parâmetro: Turbidez 68
Mapa 3.15 – Pontos de Monitoramento de Qualidade das Águas Classificados conforme CONAMA 357, e Enquadramento do Rio Jacuí no trecho em estudo. 72
Mapa 3.16 – Hidrografia das bacias contribuintes do Rio Jacuí, com indicação dos principais formadores. 79
Mapa 3.17 – Mapa hipsométrico das bacias contribuintes do Rio Jacuí, com indicação dos formadores. 84
Mapa 3.18 – Hidrografia do Baixo Jacuí, com base nos dados da FEPAM (2019), indicando as seções monitoradas. 86
Mapa 3.19 – Localização das seções monitoradas com dados de vazão, sedimentos em suspensão e sedimentos em arraste. Campanha de Outubro 2019. 89
Mapa 3.20 – Análise comparativa da variação do leito entre as seções. 100
Mapa 3.21 – Diferenças de velocidade entre os Cenários 1 e 2. 101
Mapa 3.22 – Divisões político administrativas. 156
Mapa 3.23 – Hidrovia do Rio Jacuí e pontos notáveis associados à atividade de navegação. 163
Mapa 3.24 – Estabelecimentos de lazer e pontos de captação para abastecimento público. 167
Mapa 3.25 – Concentração dos pontos de extração de areia registrados entre 2017 e 2020 no Baixo Jacuí. 187
Mapa 3.26 – Concentração dos pontos de extração de areia registrados entre 2017 e 2020 nos Segmentos B e C do Baixo Jacuí. 192
Mapa 3.27 – Concentração dos pontos de extração de areia registrados, por ano, entre 2017 e 2020 no Segmento A do Baixo Jacuí. 194
Mapa 3.28 – Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade na área de estudo. 197
Mapa 3.29 – Área de estudo do zoneamento em relação à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica - Lei Nº 11.428/2006. 200
Mapa 3.30 – Reserva da Biosfera da Mata Atlântica na área de estudo. 201
Mapa 3.31 – Unidades de Conservação na área de estudo. 203
Mapa 4.1 – Mapa das Áreas de Atenção para a mineração. 218
Mapa 4.2 – Mapa das áreas impróprias para a mineração. 222
Mapa 5.1 – Mapa do Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí. 251

Mapa 5.2 – Locais passíveis de mineração de acordo com o Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí. 252

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 21
2 ÁREA DE ESTUDO 22
3 DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO 24
3.1 MEIO FÍSICO 24
3.1.1 Clima 24
3.1.1.1 Caracterização climática regional 24
3.1.1.2 Metodologia 25
3.1.1.3 Resultados 25
3.1.1.3.1 Temperatura 25
3.1.1.3.2 Precipitação 26
3.1.1.3.3 Umidade Relativa do ar 29
3.1.1.3.4 Insolação 29
3.1.1.3.5 Velocidade e direção dos ventos 30
3.1.1.3.6 Eventos extremos 30
3.1.2 Geomorfologia 31
3.1.2.1 Unidades geomorfológicas 33
3.1.2.2 Morfodinâmica das Margens 36
3.1.2.3 Subtrecho C 38
3.1.2.4 Subtrecho B 43
3.1.2.5 Subtrecho A 47
3.1.3 Geologia 50
3.1.3.1 Unidades geológicas 50
3.1.3.2 Geologia local 52
3.1.4 Avaliação da qualidade das águas 57
3.1.4.1 Análise dos dados obtidos ao longo das campanhas realizadas no âmbito do estudo de subsídio ao Zoneamento 57
3.1.4.2 Análise dos pontos monitorados pela FEPAM 69
3.1.4.3 Análise da Conformidade com o Enquadramento 70
3.1.4.4 Análise de parâmetros associados à atividade de mineração 73
3.1.5 Caracterização da rede hidrográfica 77
3.1.5.1 Parâmetros morfométricos referentes à análise da rede hidrográfica da Região Hidrográfica do Lago Guaíba 80
3.1.5.2 Conceitos associados à evolução dos cursos de água, hipsometria e transporte de sedimentos 82
3.1.6 Medição de vazão, sedimentos em suspensão e sedimentos em arraste 88
3.1.7 Avaliação geoquímica dos sedimentos de fundo 93
3.1.8 Modelo hidrodinâmico 94
3.1.8.1 Simulação Hidráulica 95
3.1.8.2 Simulação do Transporte de Sedimentos 95

3.1.8.3 Cenários ... 96
3.1.8.3.1 Cenário 1 ... 96
3.1.8.3.2 Cenário 2 ... 97
3.1.8.4 Resultados ... 97
3.1.8.4.1 Volumes de sedimentos: taxas de transporte de sedimentos ... 97
3.1.8.4.2 Análise comparativa entre os cenários ... 98
3.1.8.5 Considerações Finais ... 102
3.1.9 Conclusão ... 103
3.2 MEIO BIÓTICO ... 104
3.2.1 Ecossistema terrestre e de transição ... 104
3.2.1.1 Metodologia ... 104
3.2.1.2 Resultados ... 106
3.2.1.2.1 Revisão bibliográfica ... 107
3.2.1.2.1.1 Anfíbios 107
3.2.1.2.1.2 Répteis 109
3.2.1.2.1.3 Aves 110
3.2.1.2.1.4 Mamíferos 112
3.2.1.2.2 Vistorias técnicas ... 113
3.2.2 Ecossistema aquático e de transição ... 118
3.2.2.1 Limnologia: Perifiton, Fitoplâncton, Zooplâncton, Macroinvertebrados ... 118
3.2.2.1.1 Perifiton ... 122
3.2.2.1.2 Fitoplâncton ... 123
3.2.2.1.3 Zooplâncton ... 124
3.2.2.1.4 Macroinvertebrados ... 125
3.2.2.1.5 Zonação das comunidades e aspectos limnológicos ... 128
3.2.2.2 Levantamento ictiológico ... 135
3.2.2.2.1 Metodologia ... 135
3.2.2.2.1.1 Esclarecimentos iniciais ... 135
3.2.2.2.2 Resultados ... 142
3.2.2.2.2.1 Foz de afluentes ... 144
3.2.2.2.2.2 Barras arenosas (praias) ... 145
3.2.2.2.2.2.1 Levantamento de dados primários (amostragens) ... 145
3.2.2.2.2.2.1.1 Espécies exóticas ... 148
3.2.2.2.2.2.1.2 Espécies migratórias ... 150
3.2.2.2.2.2.1.3 Espécies ameaçadas de extinção ... 150
3.2.2.2.2.3 Análise por tipo de ambiente ... 151
3.2.3 Conclusão ... 154
3.3 MEIO SOCIOECONÔMICO ... 155
3.3.1 Estrutura econômica e organização social ... 155

3.3.1.1 Processo de ocupação e formação territorial ... 155
3.3.1.2 Caracterização econômica ... 157
3.3.1.3 Taxa de Urbanização ... 160
3.3.1.4 Caracterização da organização social ... 161
3.3.2 Usos da água ... 162
3.3.2.1 Navegação ... 162
3.3.2.2 Recreação e lazer ... 166
3.3.2.3 Pesca ... 168
3.3.2.4 Abastecimento humano ... 170
3.3.3 Mineração de areia e demais atividades de mineração ... 173
3.3.3.1 Títulos minerários ... 176
3.3.3.2 Operação das dragas ... 184
3.3.4 Inventário de estruturas, balneários, obras civis e ocupação das margens ... 195
3.3.5 Áreas prioritárias para compensação ambiental ... 196
3.3.6 Conclusão ... 198
3.4 ÁREAS LEGALMENTE PROTEGIDAS ... 199
4 ANÁLISE INTEGRADA ... 204
4.1 METODOLOGIA ... 204
4.1.1 Análise de hotspots ... 204
4.1.2 Análise multicritério ... 207
4.2 MAPA SÍNTESE ... 208
4.3 ÁREAS DE ATENÇÃO PARA A MINERAÇÃO ... 213
4.4 ÁREAS IMPRÓPRIAS PARA A MINERAÇÃO ... 219
4.4.1 Pontos de Captação de Água para Abastecimento Público ... 224
4.4.2 Pontes, Estruturas e Balsas ... 226
4.4.3 Áreas de Lazer, Balneários e Praias ... 228
4.4.4 Comunidades com pescadores residentes ... 230
4.4.5 Unidades de Conservação ... 233
4.4.6 Ambientes Marginais ... 234
5 ZONEAMENTO AMBIENTAL DA MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ ... 236
5.1 CLASSES DE SENSIBILIDADE ... 240
5.1.1 Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa ... 240
5.1.2 Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa ... 241
5.1.3 Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média ... 241
5.1.4 Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta ... 242
5.1.5 Quantificação das superfícies do Mapa do Zoneamento ... 242
6 DIRETRIZES AMBIENTAIS ... 253
6.1 DIRETRIZES AMBIENTAIS GERAIS ... 253
6.2 DIRETRIZES AMBIENTAIS ESPECIFICAS ... 256

6.2.1 CLASSE 1 – SENSIBILIDADE AMBIENTAL MUITO BAIXA 256
6.2.1.1 Erosão das Margens 256
6.2.1.2 Biota Aquática 256
6.2.2 CLASSE 2 – SENSIBILIDADE AMBIENTAL BAIXA 257
6.2.2.1 Erosão das Margens 257
6.2.2.2 Contaminação Sedimento 257
6.2.2.3 Biota Aquática 257
6.2.3 CLASSE 3 – SENSIBILIDADE AMBIENTAL MÉDIA 258
6.2.3.1 Erosão das Margens 258
6.2.3.2 Contaminação Sedimento 258
6.2.3.3 Biota Aquática 258
6.2.4 CLASSE 4 – SENSIBILIDADE AMBIENTAL ALTA 260
6.2.4.1 Erosão das Margens 260
6.2.4.2 Contaminação Sedimento 260
6.2.4.3 Biota Aquática 260
6.2.4.4 Elaboração de EIA/RIMA 261
6.2.5 ÁREAS DE ATENÇÃO 262
6.2.5.1 Erosão das Margens 262
6.2.5.2 Contaminação Sedimento 262
6.2.5.3 Modelagem Hidrodinâmica local 262
6.2.5.4 Biota Aquática 262
6.2.5.5 Elaboração de EIA/RIMA 264
6.3 ÁREAS IMPRÓPRIAS 265
6.4 RESUMO DIRETRIZES AMBIENTAIS 266
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ZONEAMENTO 269
8 REFERÊNCIAS 276
9 ANEXOS 292
ANEXOS

Anexo A – Mapa do Zoneamento Ambiental
Anexo B – Coordenadas geográficas e elevações dos marcos geodésicos implantados
Anexo C – Elaboração de diretrizes para recuperação da vegetação ciliar do Rio Jacuí
Anexo D – Anotação de Responsabilidade Técnica - ART

1 INTRODUÇÃO

A Profill Engenharia e Ambiente apresenta o **Relatório de Diagnóstico Consolidado, Análise Integrada e Zoneamento Ambiental**, no âmbito do serviço de elaboração do Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí/RS.

A seguir, é apresentado um breve relato do conteúdo abordado em cada capítulo deste relatório:

O Capítulo 2 apresenta a área-objeto dos estudos que compõem o zoneamento ambiental da atividade de mineração de areia.

O Capítulo 3 apresenta o diagnóstico dos Meios Físico, Biótico e Socioeconômico, a partir da caracterização dos seguintes componentes: Clima; Geomorfologia; Geologia; Avaliação da qualidade das águas; Caracterização da rede hidrográfica; Medição de vazão, sedimentos em suspensão e sedimentos em arraste; Avaliação geoquímica dos sedimentos de fundo; Modelo hidrodinâmico; Ecossistema terrestre e de transição; Ecossistema aquático e de transição; Estrutura econômica e organização social; Usos da água; Pesca; Captação de água para consumo humano; Mineração de areia e demais atividades de mineração; Inventário de estruturas, balneários, obras civis e ocupação das margens; Áreas prioritárias para compensação ambiental; e Áreas legalmente protegidas

Já o Capítulo 4 apresenta a Análise Integrada do Zoneamento Ambiental, enquanto no Capítulo 5 é apresentada a Definição do Zoneamento Ambiental propriamente dito.

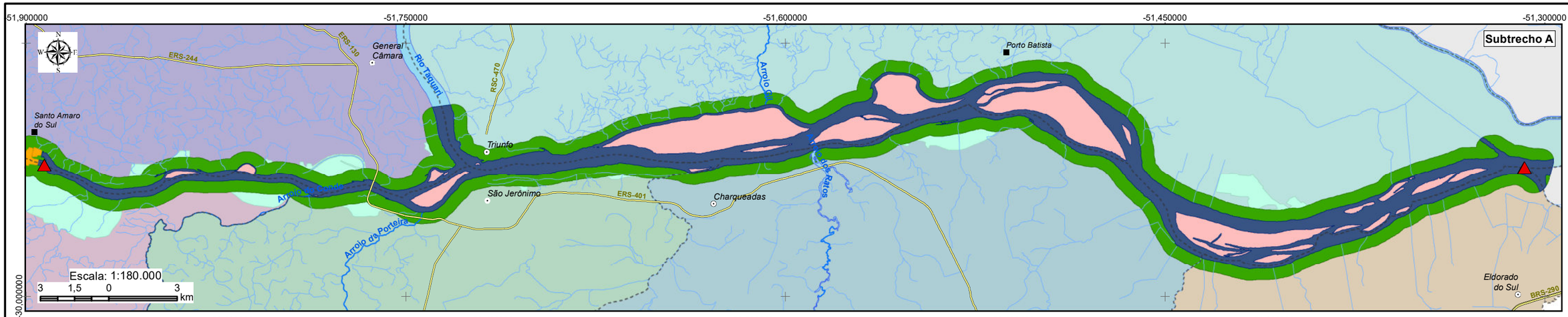
O Capítulo 6 apresenta as Diretrizes Ambientais e, por fim, o Capítulo 7 apresenta as Considerações Finais do Zoneamento.

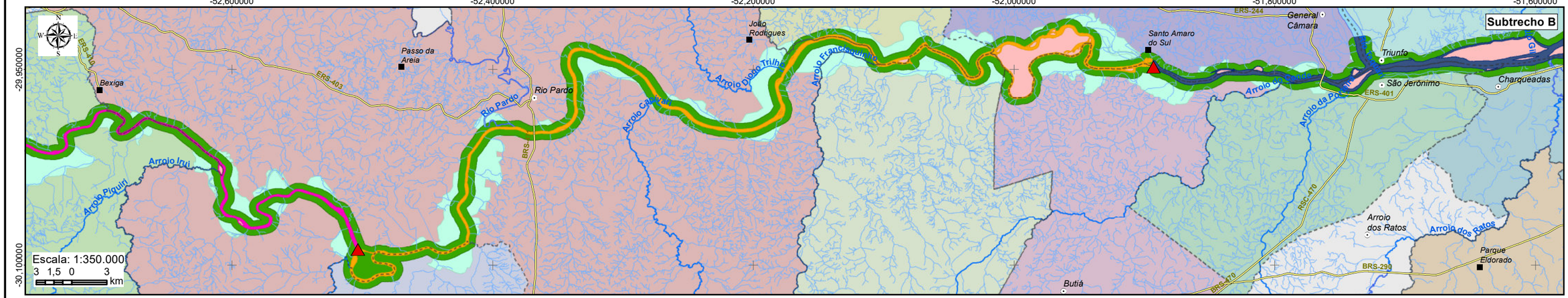
2 ÁREA DE ESTUDO

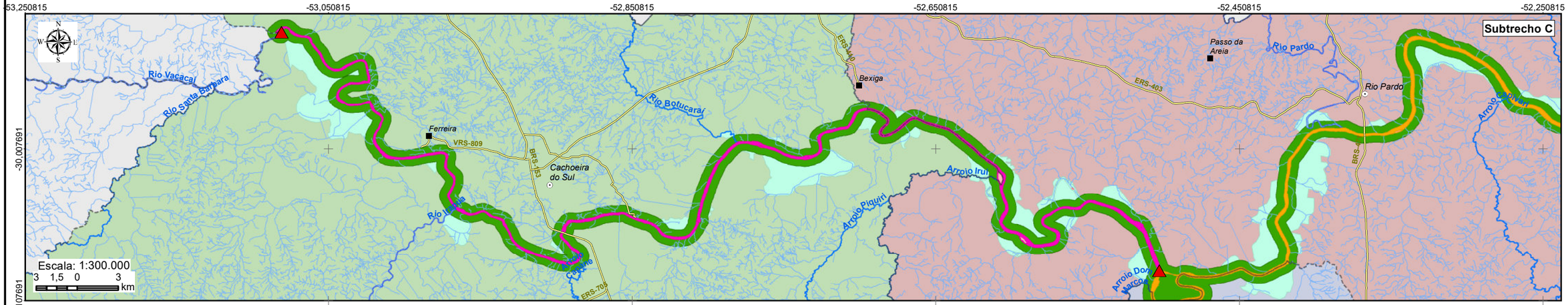
O Zoneamento Ambiental da Atividade de Mineração de Areia foi realizado no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (Área de Preservação Permanente - APP), interceptando os municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul dentro dos limites listados a seguir:

- Longitudinal: entre a Barra do Rio Vacacaí (coordenadas geográficas lat. -29,930961 e long. -53,081593 e a foz do Rio Jacuí (coordenadas geográficas lat. -29,949127 e long. -51,307772); dividido em 3 (três) subtrechos:
    - Subtrecho A: da foz do Rio Jacuí (coordenadas geográficas lat. -29,949127 e long. -51,307772) até a eclusa de Amarópolis (coordenadas geográficas lat. -29,9477948 e long. -51,8928938);
    - Subtrecho B: da Eclusa de Amarópolis (coordenadas geográficas lat. 29,9477948 e long. -51,8928938) até a eclusa do Anel de Dom Marco (coordenadas geográficas lat. -30,0931760 e long. -52,5038530);
    - Subtrecho C: da eclusa do Anel de Dom Marco (coordenadas geográficas lat. -30,0931760 e long. -52,5038530) até a barra do Rio Vacacaí (coordenadas geográficas lat. -29,930961 e long. -53,081593).
- Transversal: Faixa de 500 m para cada lado do canal principal do Rio Jacuí, bem como os ambientes marginais (lagoas, canais abandonados, áreas úmidas e mosaicos de florestas. Nessa área de estudo estão incluídas as APPs do canal principal, de acordo com a Lei Nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012a) (Novo Código Florestal Brasileiro), e de canais secundários (p. ex. trecho a montante da Eclusa de Amarópolis).

A seguir, o Mapa 2.1 apresenta a localização do Rio Jacuí e seus principais afluentes entre a Barra do Vacacaí e a foz, identificando os subtrechos, bem como os municípios interceptados, as ilhas, as lagoas marginais e a APP.







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Coordenadas listadas no TR
- Rodovia
- Rios principais
- Hidrografia

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C
- Ilhas
- Ambientes marginais
- Raio de 500 m do canal principal
- Limite municipal

Município

- Fora da área de interesse
- Butiá
- Cachoeira do Sul
- Charqueadas
- Eldorado do Sul
- General Câmara
- Minas do Leão
- Pantano Grande
- Rio Pardo
- São Jerônimo
- Triunfo
- Vale Verde

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 2.1 – Localização da área de estudo interceptada pelos trechos médio e baixo do rio Jacuí

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)

3 DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO

3.1 MEIO FÍSICO

3.1.1 Clima

Os estudos referentes às condições climatológicas apresentados a seguir têm por objetivo caracterizar a situação nos cursos médio e baixo do Rio Jacuí em relação às condições meteorológicas atuantes, com especial atenção aos dados de precipitação, pois eles influenciam a dinâmica do rio e consequentemente os processos de transporte e deposição de volumes de sedimentos, associados à sazonalidade.

3.1.1.1 Caracterização climática regional

Segundo a classificação climática de Köppen, apresentada no Plano da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí (DRH/SEMA, 2015a), a maior parte do leito do Rio Jacuí está inserida na subdivisão regional CfaII2b (Figura 3.1), predominante na bacia, cuja temperatura média anual é superior a 18°C, e pertencente à região morfoclimática da Peneplanície Sedimentar Periférica, com altitudes inferiores a 400m. Na região localizada no centro-sul da bacia, à margem direita do Rio Jacuí, encontra-se a subdivisão regional tipo CfaII1c, pertencente ao Escudo Sul-rio-grandense Uruguaio, com altitudes inferiores a 400m e temperatura média anual inferior a 18°C.

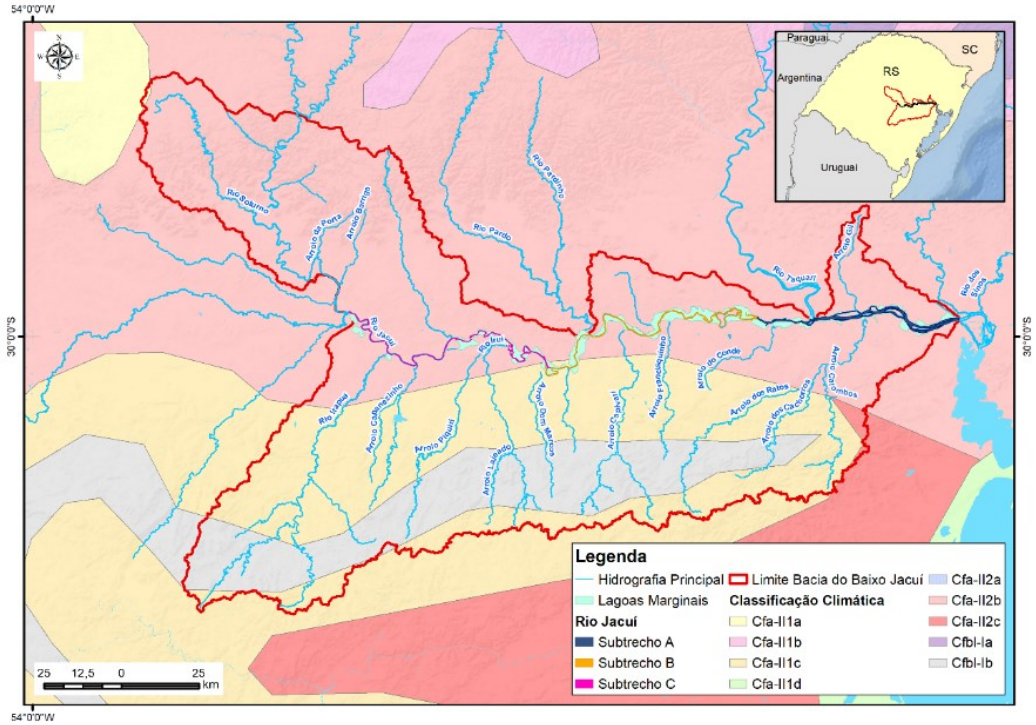


Figura 3.1 – Classificação climática segundo Köppen.
Fonte: Adaptado de MORENO (1961).

3.1.1.2 Metodologia

Para a elaboração deste diagnóstico foram utilizadas fontes secundárias, como as informações climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e da Agência Nacional de Águas (ANA), bem como o Atlas Climático do Rio Grande do Sul (MATZENAUER *et al.*, 2011), Atlas Eólico do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2014), Plano da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí (DRH/SEMA, 2015a) e Atlas Brasileiro de Desastres Naturais no período de 1991 a 2012 (UFSC/CEPED, 2013).

A distribuição espacial das estações climatológicas selecionadas, sendo cinco estações operadas pelo INMET e dezesseis estações da ANA, é apresentada na Figura 3.2.

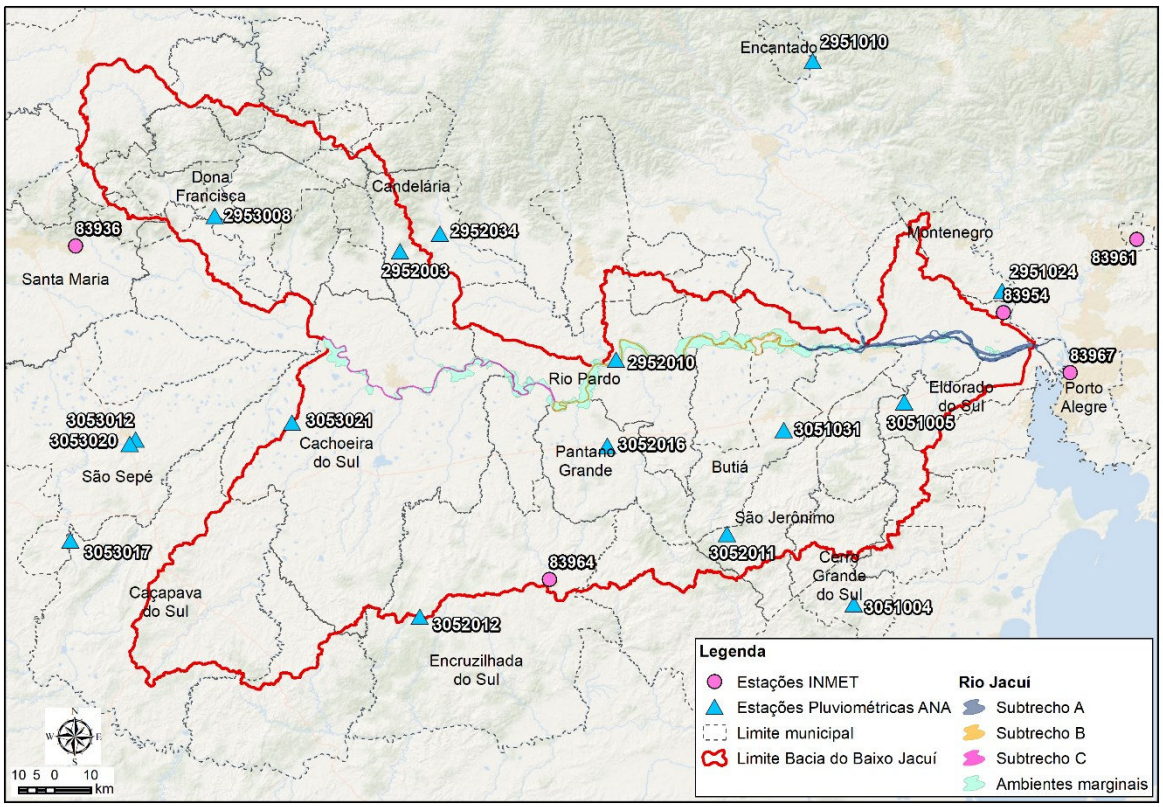
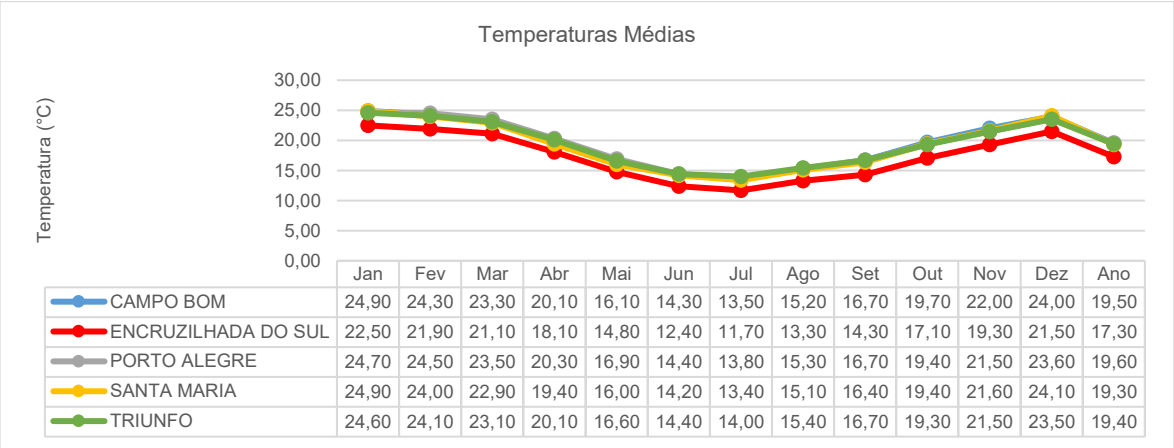


Figura 3.2 – Localização das estações meteorológicas (INMET) e pluviométricas (ANA).
Fonte: INMET (2014) e ANA (2013).

3.1.1.3 Resultados

3.1.1.3.1 Temperatura

A análise dos dados de temperatura mostrou que as menores temperaturas ocorrem no mês de julho e as maiores temperaturas ocorrem em janeiro. Sendo a temperatura máxima de 32,2°C, e a temperatura mínima de 8,4°C. Já a temperatura média anual varia entre 17,3°C e 19,5°C (Figura 3.3). O Mapa 3.1 apresenta as isotermas de temperatura média anual.

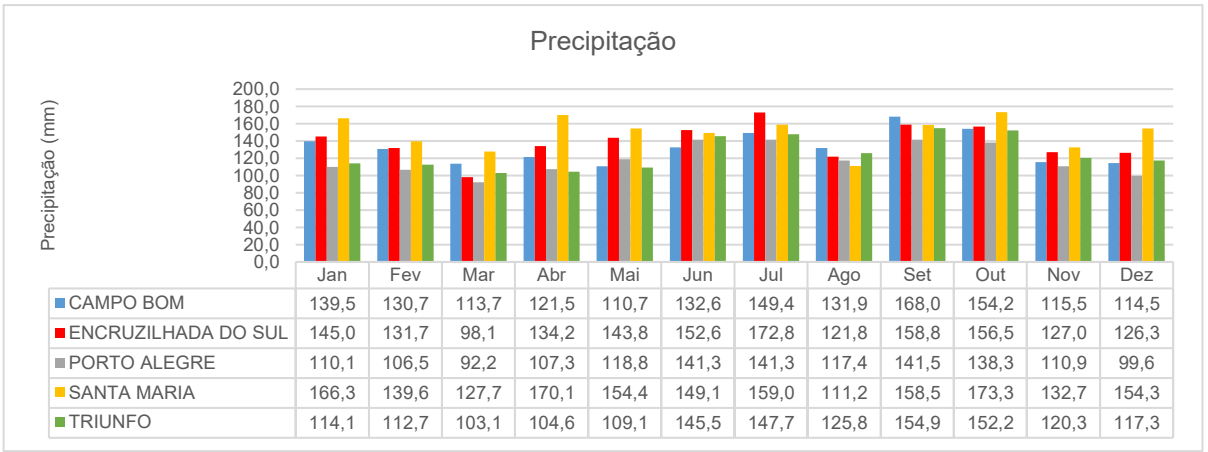


	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Ano
CAMPO BOM	24,90	24,30	23,30	20,10	16,10	14,30	13,50	15,20	16,70	19,70	22,00	24,00	19,50
ENCRUZILHADA DO SUL	22,50	21,90	21,10	18,10	14,80	12,40	11,70	13,30	14,30	17,10	19,30	21,50	17,30
PORTO ALEGRE	24,70	24,50	23,50	20,30	16,90	14,40	13,80	15,30	16,70	19,40	21,50	23,60	19,60
SANTA MARIA	24,90	24,00	22,90	19,40	16,00	14,20	13,40	15,10	16,40	19,40	21,60	24,10	19,30
TRIUNFO	24,60	24,10	23,10	20,10	16,60	14,40	14,00	15,40	16,70	19,30	21,50	23,50	19,40

Figura 3.3 – Temperaturas médias.
Fonte: INMET (2014).

3.1.1.3.2 Precipitação

A precipitação total anual da área de estudo varia entre 1.425,2 mm (Estação de Porto Alegre) e 1.796,2 mm (Estação de Santa Maria). A precipitação é bem distribuída ao longo do ano, sendo dezembro o mês menos chuvoso e julho o mais chuvoso (Figura 3.4). Os registros das médias evidenciam a existência de um período mais chuvoso no inverno, que tem nas perturbações frontais, pré-frontais as suas origens. O Mapa 3.2 apresenta as Isolinhas de precipitação média anual.



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
CAMPO BOM	139,5	130,7	113,7	121,5	110,7	132,6	149,4	131,9	168,0	154,2	115,5	114,5
ENCRUZILHADA DO SUL	145,0	131,7	98,1	134,2	143,8	152,6	172,8	121,8	158,8	156,5	127,0	126,3
PORTO ALEGRE	110,1	106,5	92,2	107,3	118,8	141,3	141,3	117,4	141,5	138,3	110,9	99,6
SANTA MARIA	166,3	139,6	127,7	170,1	154,4	149,1	159,0	111,2	158,5	173,3	132,7	154,3
TRIUNFO	114,1	112,7	103,1	104,6	109,1	145,5	147,7	125,8	154,9	152,2	120,3	117,3

Figura 3.4 – Precipitação média.
Fonte: INMET (2014).

-53,69999 -53,09293 -52,48588 -51,87882 -51,27177

-29,34605 -29,6941 -30,04215 -30,3902 -30,73825

Júlio de Castilhos
Estrela Velha
Pinhal Grande
Ibarama
Sobradinho
Passa Sete
Nova Palma
São Martinho da Serra
Ivorá
Faxinal do Soturno
Lagoa Bonita do Sul
Itaara
São João do Polêsine
Dona Francisca
Agudo
Silveira Martins
Cerro Branco
Candelária
Santa Cruz do Sul
Paraíso do Sul
Novo Cabrais
Passo do Sobrado
Vale Verde
Montenegro
Restinga Seca
General Câmara
Triunfo
Charqueadas
São Jerônimo
Rio Pardo
Eldorado do Sul
Porto Alegre
Cachoeira do Sul
Arroio dos Ratos
Butiá
Minas do Leão
Gualba
Pantano Grande
Barão do Triunfo
Mariana Pimentel
Sertão Santana
Caçapava do Sul
Encruzilhada do Sul
Cerro Grande do Sul
Dom Feliciano
Santana da Boa Vista

19 °C
18 °C
19 °C

Paraguay
Argentina
Uruguay
SC
RS

10 5 0 10 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- Limite Bacia do Baixo Jacuí
- Ilhas
- Ambientes marginais
- Raio de 500 m do canal principal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Isotermas de Temperatura (ºC)

Temperatura Média Anual (ºC)

- 16,6 - 17
- 17,1 - 17,3
- 17,4 - 17,7
- 17,8 - 18
- 18,1 - 18,2
- 18,3 - 18,5
- 18,6 - 18,7
- 18,8 - 19
- 19,1 - 19,3
- 19,4 - 19,6
- 19,7 - 19,8
- 19,9 - 20,2
- 20,3 - 20,5
- 20,6 - 20,9
- 21 - 21,4

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

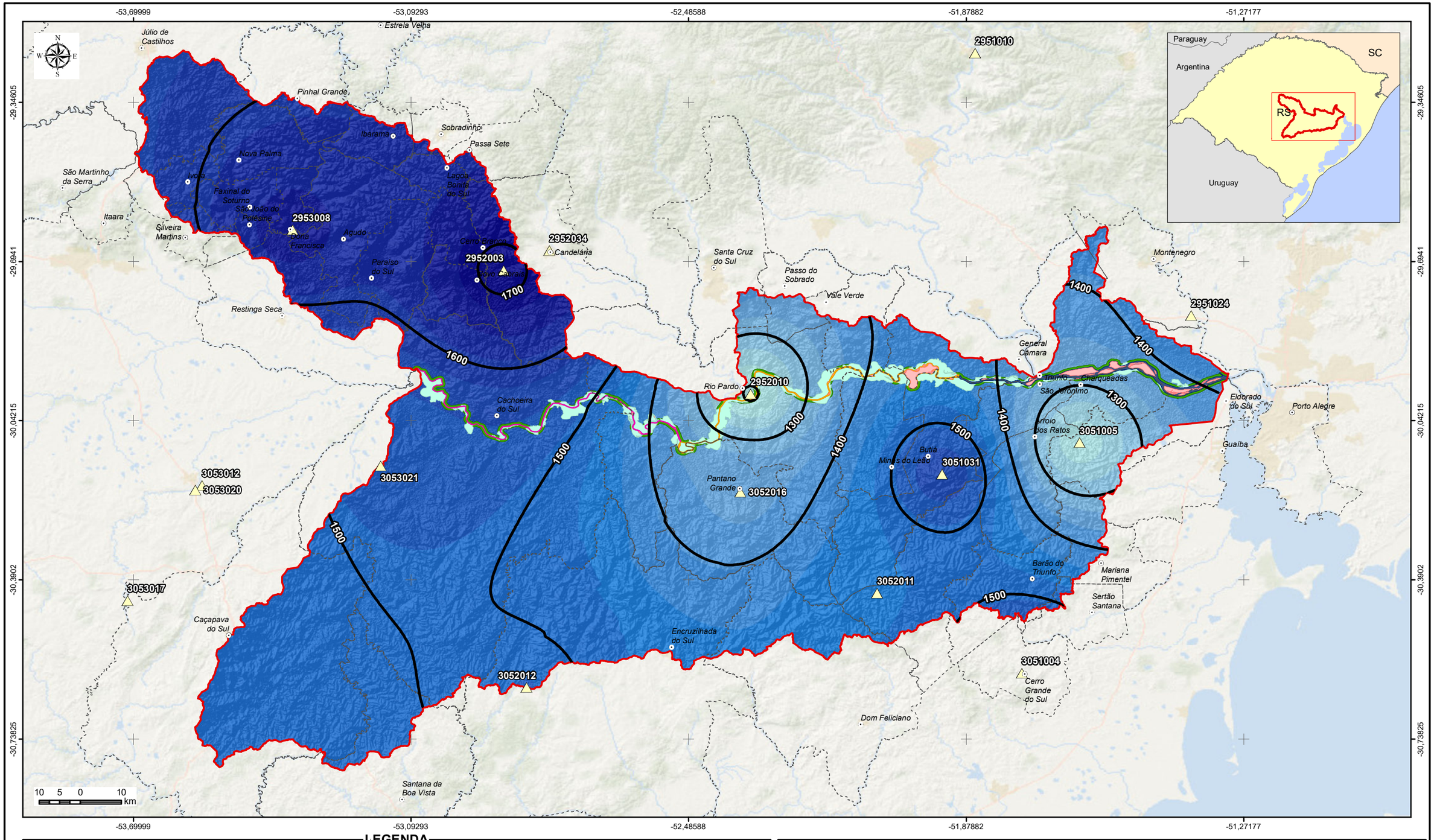
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:900.000

Mapa 3.1 – Isotermas de Temperatura Média Anual

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Temperatura Média: INMET, 2019



LEGENDA

- Sede municipal
- Limite municipal
- Limite Bacia do Baixo Jacuí
- Ilhas
- Ambientes marginais
- Raio de 500 m do canal principal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

- Estações Pluviométricas ANA
- Isolinhas de Precipitação (mm/ano)

Precipitação (mm/ano)

- 1.197 - 1.231
- 1.232 - 1.266
- 1.267 - 1.300
- 1.301 - 1.335
- 1.336 - 1.369
- 1.370 - 1.404
- 1.405 - 1.438
- 1.439 - 1.473
- 1.474 - 1.507
- 1.508 - 1.542
- 1.543 - 1.577
- 1.578 - 1.611
- 1.612 - 1.646
- 1.647 - 1.680
- 1.681 - 1.715

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

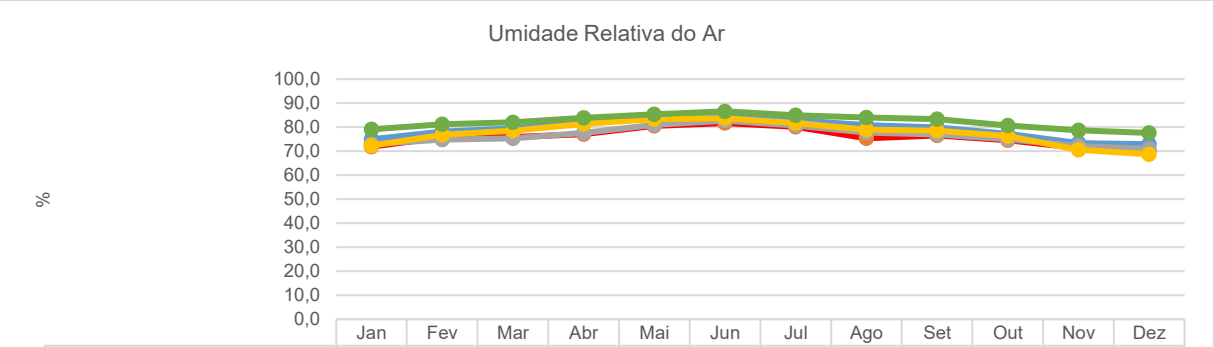
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:900.000

Mapa 3.2 – Mapa de Isolinhas de Precipitação Média Anual

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Precipitação: ANA, 2019.

3.1.1.3.3 Umidade Relativa do ar

A umidade relativa mantém-se alta o ano inteiro para todas as estações, variando entre 68,7 e 86,6%. Esses valores elevados de umidade ocorrem em consequência da influência das massas de ar marítimo tropical que são deslocadas do oceano Atlântico em direção ao continente por ação do Anticiclone do Atlântico Sul (Figura 3.5).

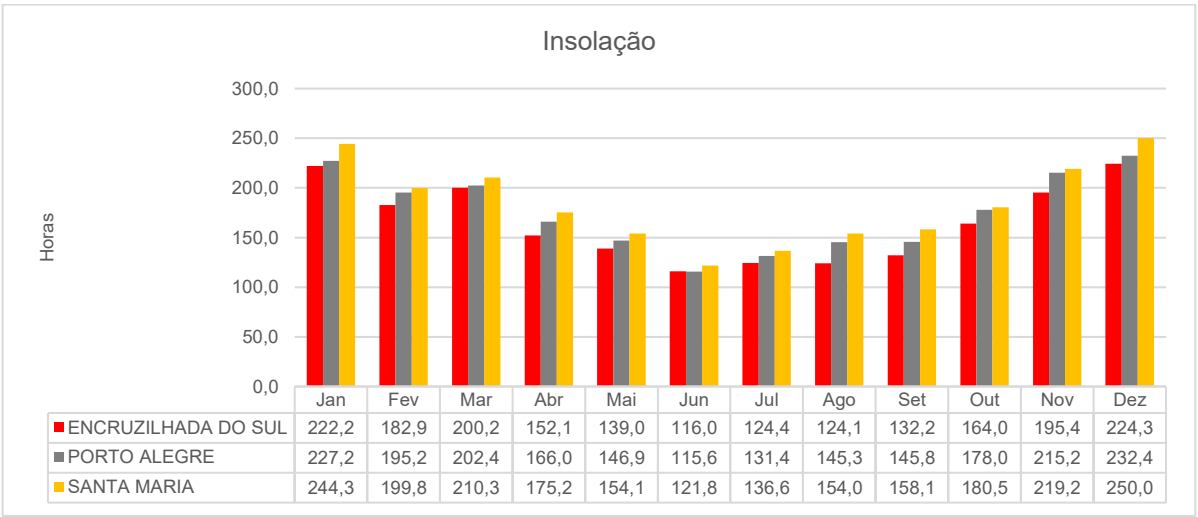


	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
CAMPO BOM	75,0	78,2	79,5	82,3	84,0	84,9	82,9	80,8	79,9	77,2	73,4	72,9
ENCRUZILHADA DO SUL	71,9	75,8	75,9	77,1	80,5	81,7	80,1	75,3	76,5	74,5	71,4	70,0
PORTO ALEGRE	72,9	74,8	75,3	77,6	81,0	82,7	80,7	77,8	77,0	75,0	72,1	70,9
SANTA MARIA	72,3	76,8	78,5	81,3	83,3	83,7	81,8	78,9	78,5	76,3	70,6	68,7
TRIUNFO	79,1	81,2	82,0	83,9	85,3	86,6	84,9	84,0	83,3	80,7	78,7	77,6

Figura 3.5 – Umidade Relativa do ar.
Fonte INMET (2014).

3.1.1.3.4 Insolação

O mês de maior insolação é o mês de dezembro com 250 horas e o de menor é junho com 115,6 horas (Figura 3.6).

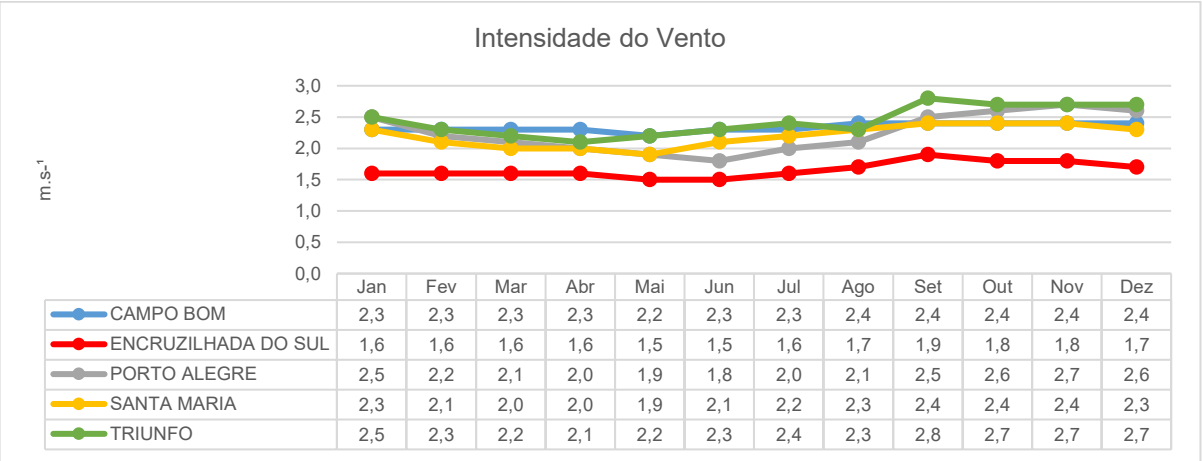


	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
ENCRUZILHADA DO SUL	222,2	182,9	200,2	152,1	139,0	116,0	124,4	124,1	132,2	164,0	195,4	224,3
PORTO ALEGRE	227,2	195,2	202,4	166,0	146,9	115,6	131,4	145,3	145,8	178,0	215,2	232,4
SANTA MARIA	244,3	199,8	210,3	175,2	154,1	121,8	136,6	154,0	158,1	180,5	219,2	250,0

Figura 3.6 – Insolação.
Fonte INMET (2014).

3.1.1.3.5 Velocidade e direção dos ventos

De acordo com o Atlas Eólico do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2014), na área de estudo, predominam ventos da direção leste. Já as médias mensais de intensidade dos ventos revelam uma amplitude reduzida, variando de 1,5 m/s a 2,8 m/s (Figura 3.7).



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
CAMPO BOM	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
ENCRUZILHADA DO SUL	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,6	1,7	1,9	1,8	1,8	1,7
PORTO ALEGRE	2,5	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	2,0	2,1	2,5	2,6	2,7	2,6
SANTA MARIA	2,3	2,1	2,0	2,0	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,4	2,3
TRIUNFO	2,5	2,3	2,2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,3	2,8	2,7	2,7	2,7

Figura 3.7 – Intensidade do vento.
Fonte INMET (2014).

3.1.1.3.6 Eventos extremos

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (UFSC/CEPED, 2013) apresenta uma análise dos principais de desastres naturais ocorridos entre 1991 e 2012. A partir destes dados foi identificada a ocorrência de eventos de estiagens e secas, enxurradas, inundações e vendavais na área de estudo. O Quadro 3.1 apresenta a síntese de ocorrências nos municípios que interceptam os trechos médio e baixo do Rio Jacuí entre 1991 e 2012.

Quadro 3.1 – Síntese de ocorrências entre 1991 e 2012 nos municípios que interceptam os trechos médio e baixo do Rio Jacuí.

Município	Estiagem e seca	Enxurrada	Inundação	Vendaval	Total
Butiá	1	-	-	3	4
Cachoeira do Sul	6	1	5	1	14
Charqueadas	2	1	4	2	10
Eldorado do Sul	-	-	2	-	2
General Câmara	10	2	5	2	22
Minas do Leão	1	-	4	-	5
Pantano Grande	3	2	2	1	10
Rio Pardo	8	3	2	5	19
São Jerônimo	3	4	6	4	19
Triunfo	1	1	4	3	12
Vale Verde	3	1	1	1	6
Total	**38**	**15**	**35**	**22**	**123**

Fonte: UFSC/CEPED (2013).

3.1.2 Geomorfologia

A geomorfologia da área de interesse se consolida neste relatório e é apresentada em duas escalas de mapeamento, uma regional e outra local. Primeiramente, será apresentado o contexto geomorfológico regional através da caracterização e descrição das unidades e feições geomorfológicas.

Após será apresentado o contexto geomorfológico em nível local, que obtido através da execução de caracterizações locais da área na área de interesse. Tal caracterização ocorreu a partir dos levantamentos de dados primários, com esforço amostral 1:25.000 (Figura 3.8), abrangendo os subtrechos C e B, posteriormente foi visitado o Trecho A, sendo adensados os levantamentos no Subtrecho B, entre Amarópolis e a localidade de Monte Alegre, pelo canal principal, e retornado pelo "Rio Velho" até Amarópolis, aproveitando um evento de estiagem.

A premissa dos levantamentos de campo compreendeu avaliar as condições atuais da calha do rio e suas margens, reconhecendo e caracterizando, quando possível, as formações litoestratigráficas e ou pedológicas, a geomorfologia fluvial, os ambientes de sedimentação e erosão e a cobertura vegetal das margens. Ainda, foram indicados a tipologia (erosiva, construtiva), intensidade dos processos de alteração (alto, baixo, etc.) e alterações da linha de margem nas margens caracterizadas ao longo do levantamento. Os levantamentos de campo geraram um total de 381 pontos. Destes, 63 pontos são de reconhecimento regional fora da área de estudo e 318 na área em estudo, ao longo do leito do Rio Jacuí (Mapa 3.3).

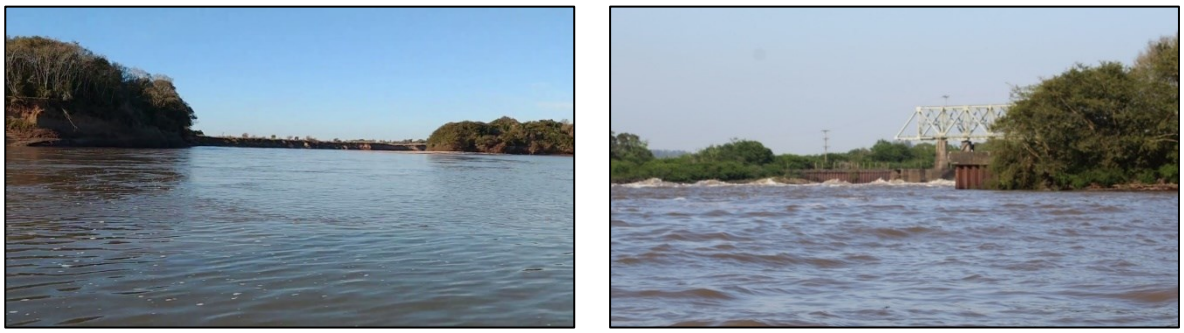
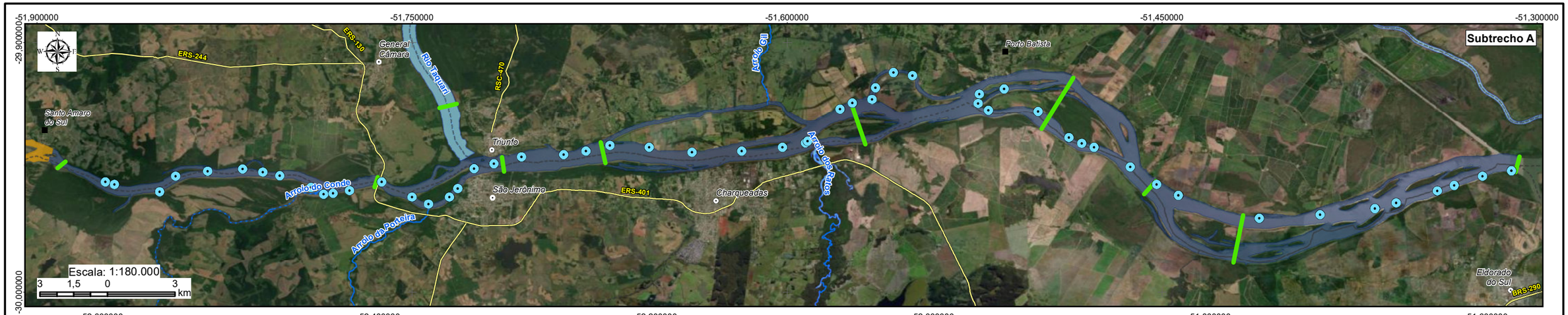
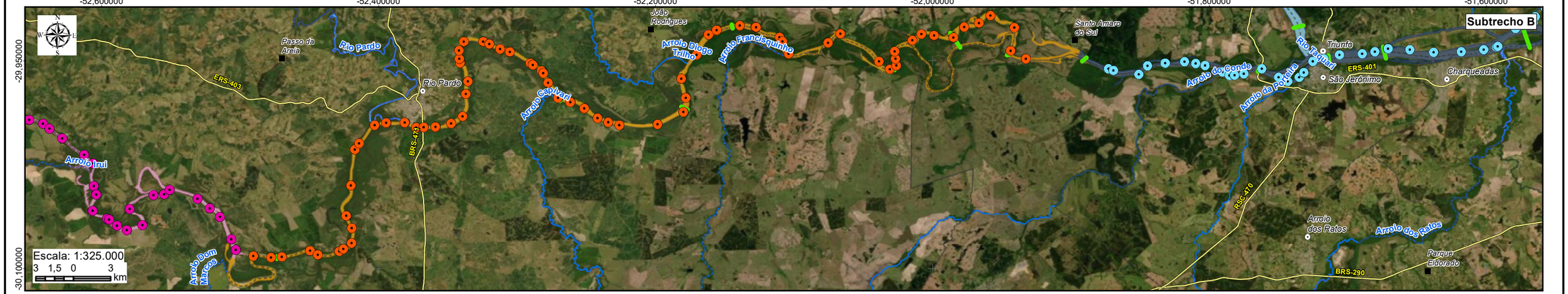
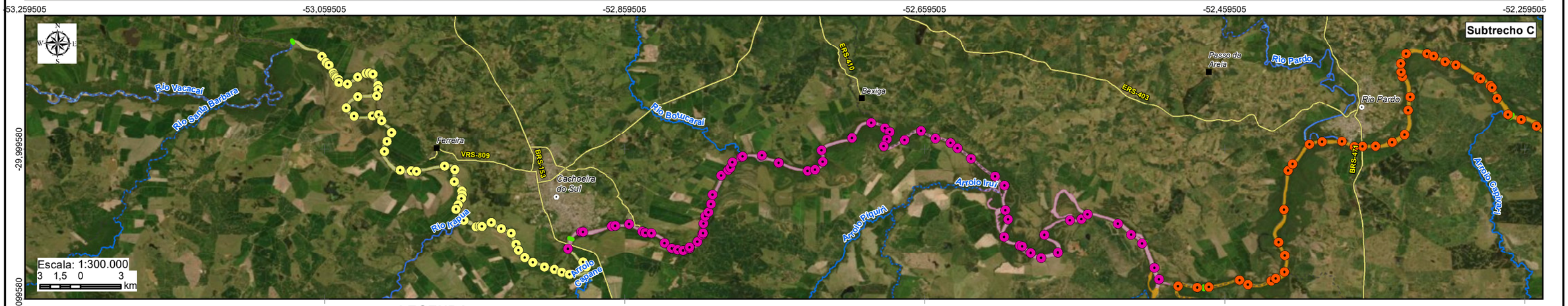


Figura 3.8 – Foz do Rio Vacacaí, a esquerda, e vista de jusante da Eclusa de Amarópolis, a direita.







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Seções de referência
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal

Pontos de caracterização da fisiologia da paisagem

- A
- B
- C1
- C2

Compartimentação da Fiosiologia da Paisagem

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Segmento C1
- Segmento C2

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.3 – Localização dos pontos do levantamento de campo da geomorfologia e geologia

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Seções, pontos de controle: Profill (2019)

3.1.2.1 Unidades geomorfológicas

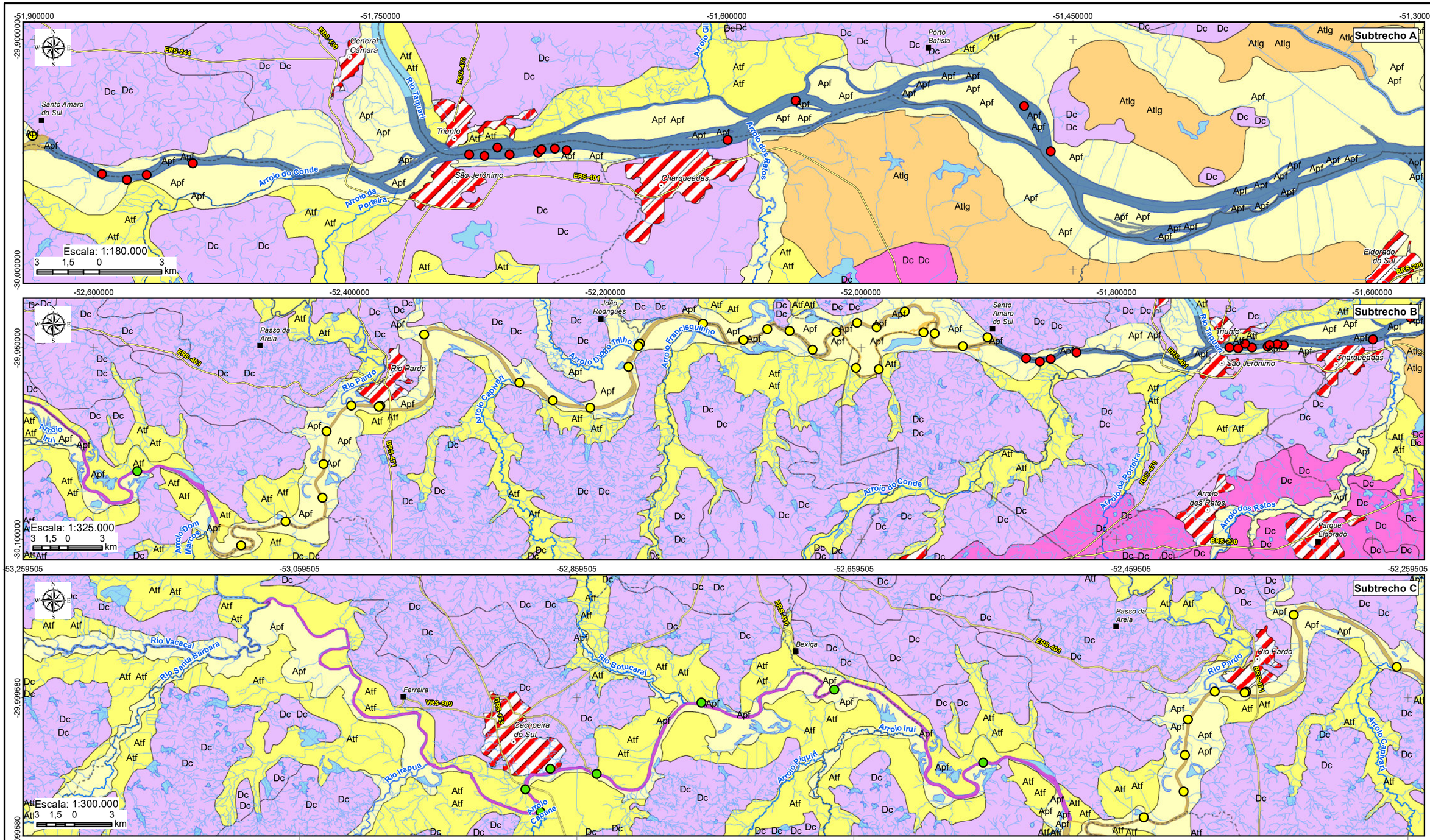
A área em estudo abrange três Unidades Geomorfológicas de acordo com a classificação regional proposta pelo SEPLAN-IBGE (1986), sendo elas: a) Depressão do Rio Jacuí, b) Planicie Lagunar, e principalmente, c) Planície Aluvio Coluvionar. No Quadro 3.2 pode ser observada a divisão hierárquica a qual pertence estas Unidades.

Quadro 3.2 – Divisão hierárquica da geomorfologia da área de estudo.

Domínios morfoestruturais	Regiões Geomorfológicas	Unidades Geomorfológicas
Domínio das Bacias e Coberturas Sedimentares	Depressão Central Gaúcha	Depressão do Rio Jacuí
Domínio dos Depósitos Sedimentares	Planície Costeira Interna	Planície Lagunar
	Planície Continental	Planície Aluvio-Coluvionar

O Rio Jacuí, principal curso d'água da região, comanda uma drenagem de padrão sub-dendrítico, tendo suas cabeceiras na Unidade Geomorfológica Planalto de Santo Ângelo. Das nascentes até entrar na Depressão do Rio Jacuí, o rio tem um direcionamento geral N-S; a partir deste ponto, a direção muda para NO-SE, até a confluência com o Rio Vacacaí, quando então adquire uma direção W-E até a sua foz junto ao Lago Guaíba. Em todo o seu trajeto este rio desenvolve um traçado com amplas sinuosidades, por vezes angulosas, e segmentos retilíneos. Sua planície de inundação registra através de cordões e meandros abandonados, um comportamento do canal antigo, diferente do que se verifica atualmente. A planície do Rio Jacuí no segmento NO-SE apresenta planícies alúvio-coluvionares e terraços, fato igualmente averiguado em seus afluentes.

Na área de estudo, a várzea do rio é preenchida pela Unidade Geomorfológica Planície Alúvio-Coluvionar, entalhada nas planícies onduladas da Depressão Periférica do Rio Jacuí. Esta Unidade abrange os sedimentos recentes depositados pelos rios no seu leito maior provenientes dos compartimentos mais elevados, representados pelo Planalto, onde nascem os principais rios que drenam essas unidades. Ainda, muitos tributários do Rio Jacuí têm suas nascentes nas coxilhas sedimentares da própria Depressão Periférica ou Central, daí retirando materiais que são transportados até as várzeas. Os vales dos rios geralmente são largos e de fundo plano, apresentando-se encaixados nas cabeceiras (Mapa 3.4).



LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Hidrografia
- Limite municipal

Rio Jacuí
- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Localização dos Processos Minerários
- Segmento A
- Segmento B
- Segmento C

- Área urbana
- Massa d'água

Unidade Gemorfológica
- Depósitos Sedimentares Quaternários, Apf
- Depósitos Sedimentares Quaternários, Atf
- Depósitos Sedimentares Quaternários, Atlg
- Bacias e Coberturas Sedimentares Fanerozóicas, Dc
- Crátons Neoproterozóicos, Dc

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.4 - Arcabouço geomorfológico regional com as unidades ocorrentes nos cursos médio e baixo do rio Jacuí

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Geomorfologia: RadamBrasil, 1986 apud DRH/SEMA (2015)

A Unidade Geomorfológica Alúvio-Coluvionar próximo a foz do Rio Jacuí se torna mais restrita, ocorrendo uma maior abrangência da Planície Lagunar. A Planície Lagunar corresponde a uma superfície de baixas altitudes que, na bacia do Baixo Jacuí, está situada entre a desembocadura dos rios Taquari, Sinos, Caí, Gravataí com o Rio Jacuí e com o Lago Guaíba. Esta área é dominada por terraços lagunares. Segundo Frank (1989), há algumas feições que se destacam nesta unidade, tais como: a) Terraço Lagunar, b) Terraço Fluvial, c) Diques Marginais, e d) Canais Abandonados.

Os terraços lagunares associados a Unidade Planície Lagunar se desenvolveram durante a terceira grande transgressão-regressão, possui seu maior desenvolvimento ao sul do Rio Jacuí, estendendo-se da cidade de Charqueadas até a cidade de Guaíba, com uma extensa área plana e cotas entre 5 e 7 metros, que aumentam para 12 a 15 metros nas imediações de Charqueadas. Dificilmente atingidas pelas cheias, estas áreas possuem um relevo plano e homogêneo, sendo ocupadas dominantemente por lavouras de arroz. A drenagem é pouco desenvolvida e está muito alterada pelos canais de irrigação antrópicos, não havendo nenhum curso d'água de porte desenvolvendo-se neste terraço.

As Unidades descritas acima na área de estudo são delimitadas tanto a norte quanto a sul pela Unidade Geomorfológica Depressão do Rio Jacuí, correspondendo a uma superfície relativamente baixa em relação ao Planalto Meridional e o Escudo. Nesta Unidade os processos erosivos dissecaram as rochas sedimentares permianas e triássicas gerando uma superfície com amplas colinas de baixa declividade (coxilhas) e deixando relevos residuais na forma de morros testemunhos de considerável valor altimétrico. Esta região caracteriza-se por apresentar relevo homogêneo, com pouca variação altimétrica. A dissecação feita pelos rios forma vales largos com fundo planos sendo estes mais encaixados nas cabeceiras (nascentes), devido ao estágio de evolução da drenagem e do modelado de dissecação. O padrão de drenagem dominante é do tipo dendrítico. A densidade de drenagem é baixa devido à permeabilidade das formações sedimentares presentes na parte central da bacia do Baixo Jacuí.

Além das Unidades Geomorfológicas identificadas e relacionadas, também foi classificada a quarta ordem de grandeza de classificação geomorfológica os Modelados, que na área em estudo são de acumulação e de dissecação. Os modelados de acumulação são de origem fluvial e lagunar, abrangendo os Subtrechos C e B e o Subtrecho A, respectivamente.

O segundo tipo de modelado é o Modelado de Dissecação. Os modelados de dissecação homogênea e estrutural são definidos pela forma dos topos e pela combinação

das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem. No modelado de dissecação homogênea, observam-se diversos tipos de padrões de drenagem, porém são predominantes os padrões dendríticos, subparalelo, sub-retangular e outros compostos, cujos canais não obedecem a uma direção preferencial.

Os modelos de dissecação homogêneo e estrutural são definidos pela forma dos topos e pela combinação das variáveis densidade e aprofundamento da drenagem. As formas de topos convexos (Dc) são geralmente esculpidas em rochas ígneas e metamórficas e eventualmente em sedimentos, às vezes denotando controle estrutural. São caraterizadas por vales bem definidos e vertentes de declividades variadas, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem.

3.1.2.2 Morfodinâmica das Margens

Entre os principais parâmetros para se analisar um rio estão suas margens, pois definem o canal e os tipos de depósitos sedimentares formados no canal. As margens de um rio são, geralmente, paralelas e delimitam o canal, cujo padrão é comumente classificado como reto, sinuoso ou meandrante. Quando associado às cargas sedimentares e declividades do leito, incluem-se mais dois tipos de canais fluviais além dos retilíneos/sinuosos e do meandrante: os canais anastomosados e entrelaçados (MIALL, 1977), os quais são também relacionados aos depósitos sedimentares. Esses tipos de canais fluviais são observados no trecho do Rio Jacuí em estudo (Figura 3.2).

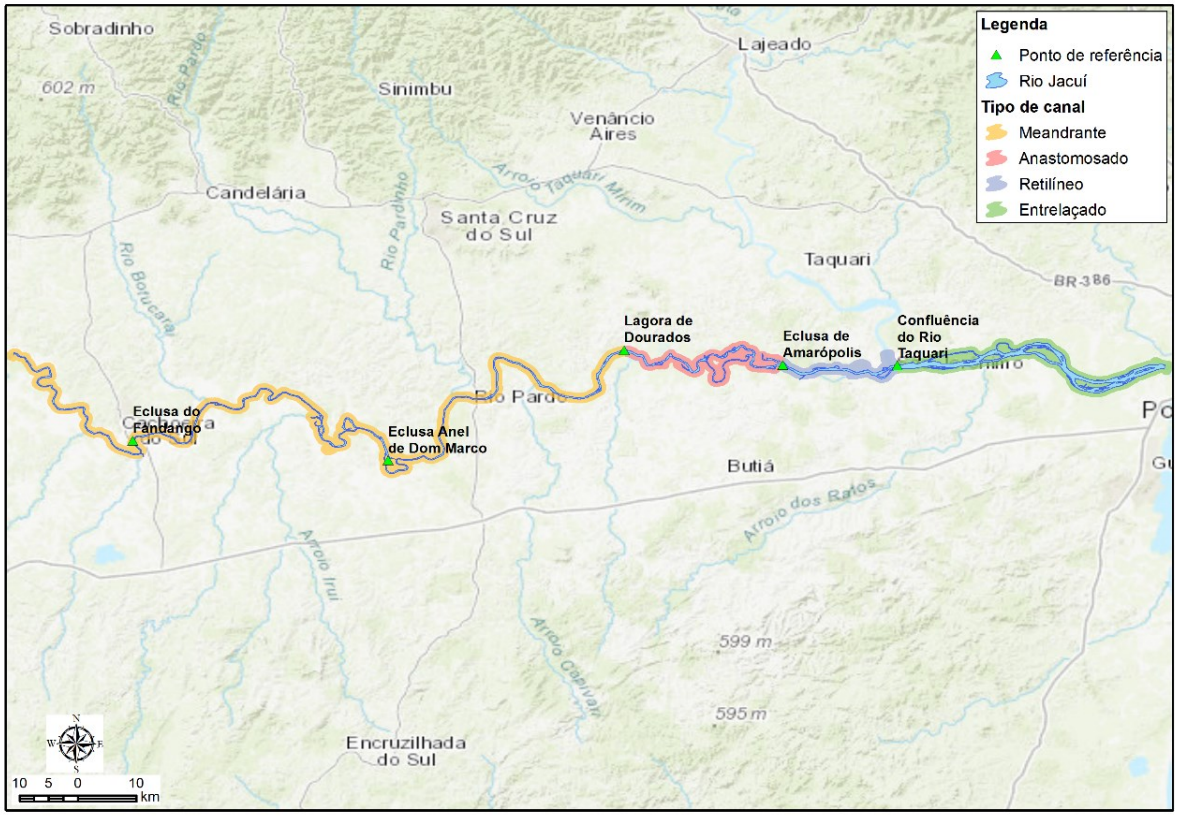


Figura 3.9 – Os quatro tipos de canal fluvial definidos e segmentados na área em estudo: meandrante, anastomosado, retilíneo e entrelaçado.

Um rio, contudo, não se restringe ao seu canal principal e a seus tributários, bem como não é estanque – é, também, parte do processo do ciclo hidrológico em uma bacia hidrográfica, é o reflexo das condições naturais e influências antrópicas de uma bacia, as quais não só condicionam o escoamento superficial, estabelecendo os regimes de vazão, como também na recarga das águas subterrâneas, na captação de nascentes ou nas alterações de vazão delas.

A planície de inundação é uma feição deposicional do vale do rio associada a um regime climático ou hidrológico particular da bacia de drenagem. Os sedimentos são temporariamente estocados na planície de inundação ao longo do vale e, sob condições de equilíbrio, sem aumento ou diminuição por um longo tempo (anos), a taxa de entrada de sedimentos é igual à de saída. Porém, uma alteração das condicionantes do equilíbrio, através de processos tectônicos ou por mudanças no regime hidrológico, naturais ou antrópicas – incluindo mudanças no aporte de sedimentos e de água, bem como no nível de base de erosão –, poderá resultar na alteração da planície de inundação e levar à degradação e formação de terraço, ou, por outro lado, levar à nova agradação (LEOPOLD *et al.*, 1964).

Segundo Goy et al (1991), anomalias geomorfológicas indicadoras de atividades neotectônicas são divididas em cinco grupos, sendo eles: a) relacionados a escarpas de falhas e lineamentos; b) relacionados a depósitos superficiais deformados; c) relacionados a interflúvios e vertentes; d) relacionados a rede de drenagem; e) relacionados à disposição geométrica espacial dos depósitos superficiais. Como veremos a seguir há vários indícios de influência neotectônica no leito, nas margens e na forma de alguns canais do trecho dos cursos médio e baixo do Rio Jacuí.

3.1.2.3 Subtrecho C

O Subtrecho C inicia na Barra do Rio Vacacaí e termina na Eclusa de Anel de Dom Marco. Neste trecho em estudo o condicionamento estrutural regional (sistema de falhas e fraturas) do Rio Jacuí é significativo. Toma-se como exemplo logo no início da área em estudo onde o canal com direcionamento geral N-S inflete para leste em ângulo de 90 graus, até a confluência com o Rio Vacacaí (Figura 3.10).

A partir desta inflexão, o escoamento principal adquire uma direção principal W-E até a sua foz junto ao Lago Guaíba. Porém da foz do rio Vacacaí até a Lagoa de Dourados se observa que a extensão norte sul varia aproximadamente em 20 km e que a partir da lagoa até a foz do Rio Jacuí esta amplitude diminui para 8 km.

Figura 3.10 – Início da área em estudo onde o canal com direcionamento geral N-S, a montante do ponto 060, inflete para leste em ângulo de 90 graus, até a confluência com o Rio Vacacaí (ponto 062).

Foi possível observar três tipos de canal no levantamento de campo, sendo eles: o canal reto (pontos 062, 133, 162 e 193), o canal sinuoso (pontos 066, 126, 148 e 176) e o canal meandrante entre os pontos 066 e 125, 156 e 169 e entre os 176 e 188.

A calha menor (leito do rio) possui entre 100 e 300 m de largura e a calha maior (planície de inundação) representada pela cota topográfica de 20 m (primeira linha branca ao lado de ambas as margens, Figura 3.11) pode chegar a cinco quilômetros de largura ou mais. Observa-se como a planície de inundação é ampla até o Ponto 093 e depois fica encaixada até o ponto 154, com exceção do ponto 107, na foz do Arroio Irapuá e entre os pontos 136 e 147. O trecho entre os pontos 176 e 188 pode ser considerado também como um canal anastomosado, porém é apenas reflexo e influência da zona de remanso da Eclusa de Anel de Dom Marco (ponto 193), a qual inunda os meandros abandonados.

Quando se observa mais atentamente as imagens aéreas diversas (imagens extraídas Google Earth e aerofoto do Exército Brasileiro), tanto em datas (1960, 1964, 2019 e 2020) quanto em formatos, é possível que se determine alguns fatores condicionantes da evolução e transformação da geomorfologia fluvial. Tais fatores podem dizer respeito tanto à migração da calha menor, quanto ao condicionamento da calha maior nos últimos 500 anos, inferência esta arbitrada a partir de modelos de ambientes de sedimentação existentes na bibliografia sobre o tema.

53.095000°W 53.045000°W 52.995000°W 52.945000°W 52.895000°W 52.845000°W 52.795000°W 52.745000°W 52.695000°W 52.645000°W 52.595000°W 52.545000°W 52.495000°W

29.895000°S
29.945000°S
29.995000°S
30.045000°S
30.095000°S
30.145000°S
30.195000°S

P061 - MD

P086 - MD

P127 - ME

P154 e 156

P170 - ME

P089 - MD

P130 - ME

P156 - ME

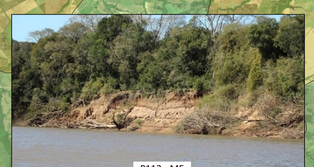
P175 - MD

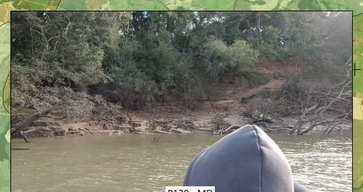
P103 - ME

P079 - ME

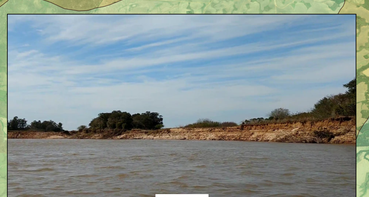
P168 - MD

P084- ME


P112 - ME


P139 - MD

P 168 - MD


P168 - MD

P084 - MD

P154 - MD

P168 - MD

0 2 4 km

53.095000°W 53.045000°W 52.995000°W 52.945000°W 52.895000°W 52.845000°W 52.795000°W 52.745000°W 52.695000°W 52.645000°W 52.595000°W 52.545000°W 52.495000°W

LEGENDA

- Pontos de Campo - Inverno
- Rio Jacuí

Geomorfologia (RADAM)

- Depressão Rio Jacuí
- Planície Alúvio-coluvionar

PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO,
ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUI

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000

ESCALA 1:39000

Mapa 3.5 – Distribuição dos Pontos de Controle de Interesse do Levantamento de Campo das Margens do Rio Jacuí – Subtrecho C

FONTE DE DADOS:
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Geomorfologia: RadamBrasil, 1986 apud DRH/SEMA (2015)
- Pontos e fotos de campo: Profill (2019)

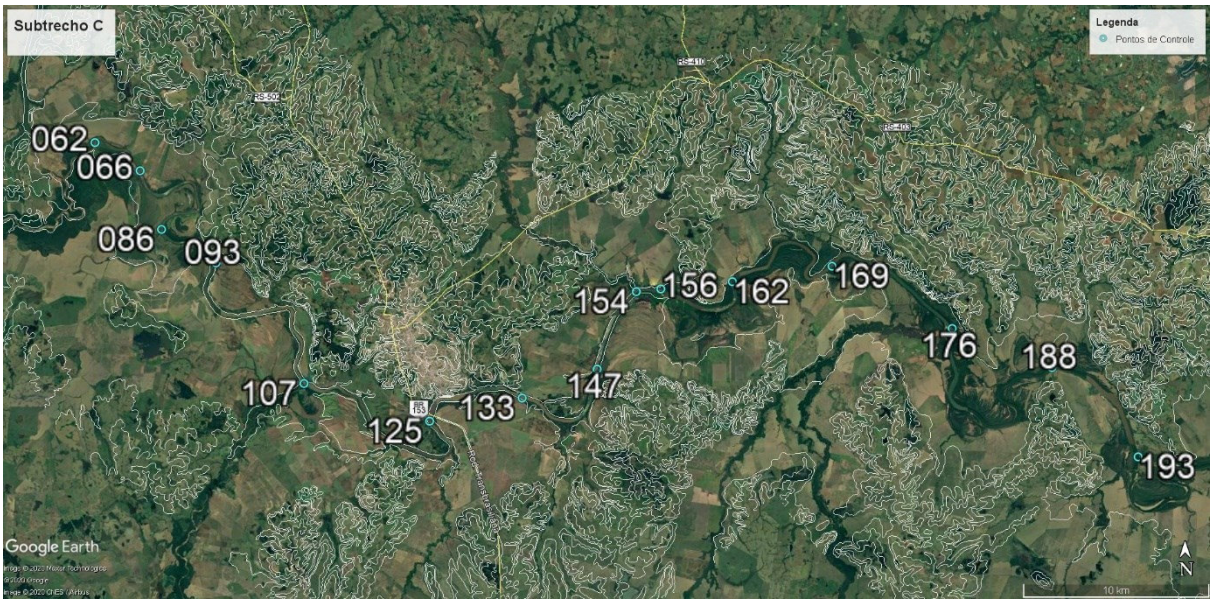


Figura 3.11 – Subtrecho C onde se observa a calha menor (leito do rio) entre 100 e 300 m de largura e a calha maior (planície de inundação) que pode chegar a cinco quilômetros de largura ou mais. Observa-se como a planície de inundação é ampla até o ponto 093 e depois fica encaixada até o ponto 154. A partir deste ponto até a Eclusa de Anel de Dom Marco, a planície de inundação torna-se mais ampla e contínua, com exceção do ponto 169, onde há um "estrangulamento" da calha maior.
Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

Estruturas tectônicas também são observadas afetando as rochas aflorantes nas margens, com maior ocorrência na margem esquerda. Logo nos primeiros pontos essas estruturas já podem ser observadas, onde, na margem esquerda (Ponto 127), aflora um paredão de arenito com aproximadamente 20 m de altura e mais de 500 m de comprimento, semelhante ao ponto 130, onde também aflora o mesmo arenito na margem esquerda. Além das exposições de rocha nas margens e no leito, as barras em pontal são constantes neste Subtrecho, tanto submersas quanto emersas (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 – Intervalo, distância e orientação dos segmentos de canais retilíneos que possuem condicionamento estrutural (fraturas ou falhas) no Subtrecho C.

Intervalo de Referência (Pontos)	Distância (Km)	Azimute (Graus)	Quadrante
064 - 073	2,65	150	SE
075 - 080	1,75	062	NE
081 - 084	1,65	171	SE
084 - 085	1,20	266	SO
089 - 092	1,50	147	SE
093 - 095	1,55	200	SO
096 - 099	3,35	083	NE
102 - 106	1,47	199	SO
114 - 116	1,60	160	SE
117 - 122	3,05	112	SE
130 - 134	2,1	115	SE
135 - 136	1,1	135	SE

Intervalo de Referência (Pontos)	Distância (Km)	Azimute (Graus)	Quadrante
141 - 150	5,1	020	NE
150 - 155	2,0	040	NE
156 - 159	3,1	115	SE
161 - 162	1,1	005	NE
162 - 163	1,5	070	NE
163 - 164	1,2	020	NE
168 - 170	2,3	050	NE
170 - 172	2,1	115	SE
172 - 176	4,5	130	SE
176 - 178	1,6	165	SE
188 - 189	1,5	115	SE
189 – 191	2,1	130	SE
191 - 193	3,1	160	SE

Feições erosivas foram observadas em todos os tipos de canais, tanto em meandrantes quanto em canais retilíneos. Essas feições ocorrem nas margens erosivas, nas margens deposicionais e também nas margens sinuosas ou retilíneas. Os fatores naturais que ocasionam os processos erosionais nas distintas margens possuem algumas características diferentes.

Ainda se tratando dos processos erosivos, outro ponto que merece destaque nesse Subtrecho é o ponto 139, que fica na primeira curvatura à esquerda, entre a Cachoeira das Alminhas e a Cachoeira das Almas, e tem em sua margem direita, margem erosiva, na foz do Arroio São Nicolau.

Finalizando a caracterização deste Subtrecho, no que se refere aos processos de deposição e erosão – típicos de sistemas fluviais meandrantes –, está o segmento do ponto 168. Este meandro é uma feição clássica de sistema de barra em pontal evoluindo para meandro abandonado, uma vez que o ângulo interno de 30 graus permite a aproximação entre os canais de montante e jusante. Essa aproximação leva ao rompimento da barra e cria um novo canal, típico da evolução deste tipo de sistema fluvial. Porém, a partir da instalação da Eclusa de Anel de Dom Marco, esse sistema foi alterado com a estabilização da declividade.

Analisando-se as imagens da Figura 3.12, com uma aproximação para 250 m de altura, observa-se claramente a barra em pontal existente, submersa. Além disso, observa-se também a extensão da erosão, na margem erosiva, com aproximadamente 600 m de comprimento.

A comparação da imagem de 2018, disponível no aplicativo Google Earth com a aerofoto de 1964 mostra o sistema meandrante original e a interferência gerada pela instalação da Eclusa de Anel de Dom Marco.

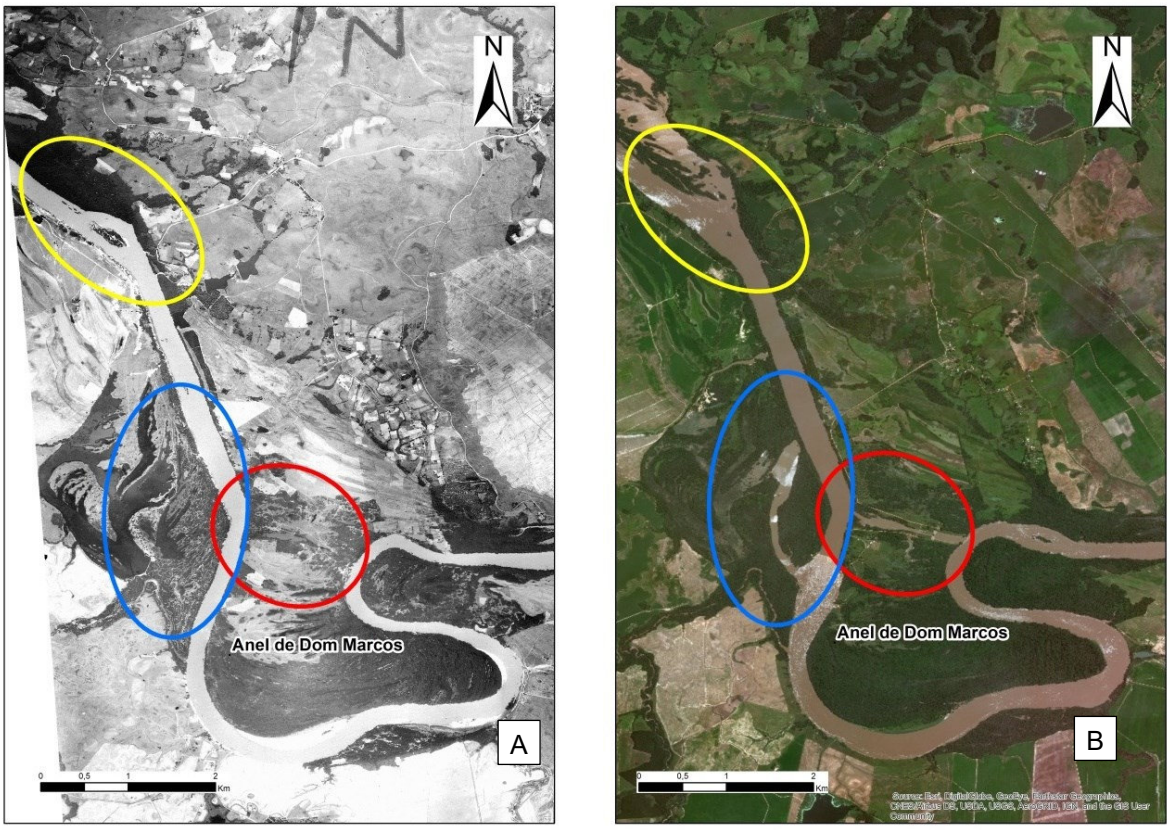


Figura 3.12 – Imagem (A) obtida a partir de aerofoto do Exército Brasileiro, escala 1:60.000, da década de 1960, ilustra as condições naturais antes da intervenção antrópica, e imagem Esri atual (B). Observam-se em ambas as imagens a elipse azul que indica o local do canal da ensecadeira enquanto a elipse vermelha indica o canal aberto para navegação. Já a elipse amarela destaca a influência da elevação do nível de base na inundação de áreas marginais.

3.1.2.4 Subtrecho B

O subtrecho B (Figura 3.13) inicia na Eclusa de Anel de Dom Marco e termina na Barragem e Eclusa de Amarópolis. Neste trecho, de aproximadamente 78 km, iniciando no Ponto 194 e terminando no Ponto 267 também observam-se as 3 classes de um rio com canais simples, sendo canal reto e canal sinuoso entre os Pontos 194 e 244, e canal meandrante entre os pontos 244 e 266. Quando associado às cargas sedimentares e declividades, o canal meandrante pode ser considerado também como um canal anastomosado, porém ele é apenas reflexo e influência da zona de remanso da Barragem e Eclusa de Amarópolis que inunda os meandros abandonados.

52.475000°W 52.395000°W 52.315000°W 52.235000°W 52.155000°W 52.075000°W 51.995000°W 51.915000°W 51.835000°W 51.755000°W 51.675000°W 51.595000°W 51.515000°W

29.755000°S 29.835000°S 29.915000°S 29.995000°S 30.075000°S 30.155000°S 30.235000°S

P197 - MD

P212 - MD

P252 - ME

P285

P292 - ME

P221 - ME

P253 - ME

P273 - ME

P294 - ME

P200 - ME

P267 - ME

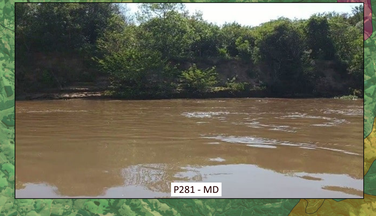
P279 - MD

P306

P202 - MD

P232 - MD

P270- MD


P281 - MD

P308 - ME

P207 - ME

P240 - ME

LEGENDA

Geomorfologia (RADAM)

- Pontos de Campo - Inverno
- Rio Jacuí

- Patamares da Serra Geral
- Planalto de Santo Angelo
- Planalto de Uruguaiana (Nível Alto)
- Planalto de Uruguaiana (Nível Baixo)
- Planalto Dissecado Rio Iguaçu-Rio Uruguai
- Planalto dos Campos Gerais
- Planalto Rebaixado Marginal
- Planaltos Residuais Canguçu-Caçapava
- Planície Alúvio-coluvionar
- Planície Lagunar
- Planície Litorânea Interna
- Planície Marinha

PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO,
ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUI

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000

ESCALA 1:65000

Mapa 3.6 – Distribuição dos Pontos de Controle de Interesse do Levantamento de Campo das Margens do Rio Jacuí – Subtrecho A e B

FONTE DE DADOS:
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Geomorfologia: RadamBrasil, 1986 apud DRH/SEMA (2015)
- Pontos e fotos de campo: Profill (2019)

A calha menor (o leito do rio) apresenta entre 100 m e 900 m. A calha maior (planície de inundação) não pode mais ser representada pela cota topográfica de 20 m, pois varia entre as cotas topográficas de 15 m a 20 m aproximadamente. A cota topográfica da planície de inundação tem de ter essa variação uma vez que temos a declividade natural do Rio Jacuí, bem como variações na topografia, tanto em cota quanto em largura da planície de inundação.

Este Subtrecho tem algumas características semelhantes ao anterior, uma vez que seu condicionamento geológico estrutural tem maior abrangência e influência na forma e extensão da calha menor. Isso fica evidente seja por meio de qualquer imagem aérea, seja navegando pelo subtrecho, onde as extensões retilíneas são evidenciadas pelo tempo de navegação. As estruturas tectônicas também são observadas nas rochas aflorantes nas margens, com maior ocorrência na margem esquerda. Isso não é observado com tanta evidência como no subtrecho anterior, mas está presente ao longo deles como fica evidente no alinhamento e na extensão de segmentos retilíneos orientados (Tabela 3.2).

Figura 3.13 – Localização do Subtrecho B, que se inicia no Ponto 194 e termina no Ponto 267.
Fonte: Adaptado de Google Earth (2019).

Tabela 3.2 – Intervalo, distância e orientação dos segmentos de canais retilíneos que possuem condicionamento estrutural (fraturas ou falhas) no Subtrecho B.

Intervalo de Referência (Pontos)	Distância (Km)	Azimute (Graus)	Quadrante
196	1,9	070	NE
199	1,7	060	NE
202	2,4	340	NO
204	1,3	035	NE

Tabela 3.2 – Intervalo, distância e orientação dos segmentos de canais retilíneos que possuem condicionamento estrutural (fraturas ou falhas) no Subtrecho B.

Intervalo de Referência (Pontos)	Distância (Km)	Azimute (Graus)	Quadrante
205	3,1	004	N
207	1,9	030	NE
216	2,9	000	N
221	3,5	115	SE
227	3,0	150	SE
239	2,1	340	NO
240	4,1	030	NE

Neste trecho foram observadas feições erosivas em todos os tipos de canais, tanto em meandrantes quanto em canais retilíneos. As feições ocorrem nas margens erosivas, nas margens deposicionais e nas sinuosas, ou retilíneas.

Analisando a imagem da Figura 3.14 com os dados levantados em campo, observa-se que o ponto 221 mostra uma barra em pontal na margem direita, deposicional, e processo erosivo na margem esquerda (margem erosiva).

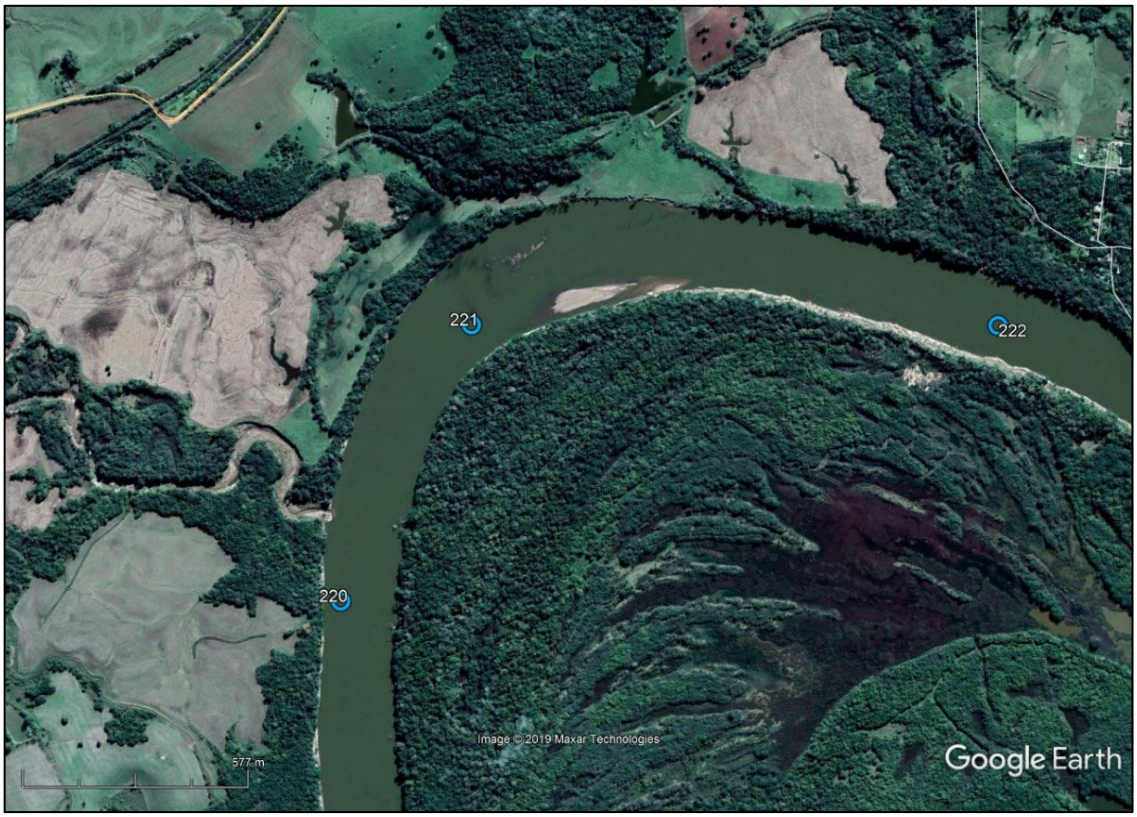


Figura 3.14 – Barra em pontal que ocorre no ponto 221, margem direita. Na margem esquerda ocorre processo erosivo, principalmente onde não há vegetação.
Fonte: Adaptado de Google Earth (2019).

3.1.2.5 Subtrecho A

O último subtrecho inicia a jusante da Barragem e Eclusa de Amarópolis e se estende até o início do Delta do Jacuí (Figura 3.15). O segmento que começa na Barragem de Amarópolis e se estende até a foz do Rio Taquari possui canal sinuoso da calha menor e meandros abandonados na calha maior, identificando-o como um sistema meandrante que se extinguiu, do ponto de vista de evolução da calha, a partir da instalação da Barragem e Eclusa de Amarópolis. Isso fica bem evidente quando comparadas as imagens da Figura 3.15 com a Figura 3.16, sendo a primeira do ano de 2020 e a segunda do ano de 1964, antes da construção do barramento.

Este sistema meandrante, já extinto neste trecho de aproximadamente 18 km, migra naturalmente para um sistema entrelaçado a partir da confluência do Rio Taquari. Se somados os dois fluxos, praticamente dobra a largura da calha menor, passando de 300 m e 500 m para 600 m a 1000 m de largura, por vezes mais.

Para que se compreenda um pouco melhor esta mudança, relembra-se aqui o que já foi abordado em relação à geomorfologia fluvial, esclarecendo assim os condicionantes da alteração. Conforme dito, há uma complexidade dos fatores controladores da morfologia de um canal, sendo neste caso destacado: o controle estrutural, o aumento da descarga líquida (quantidade e variabilidade) e consequentemente da descarga sólida; a carga de sedimentos (quantidade, tipo e granulometria); a velocidade de fluxo; a declividade e rugosidade do leito do canal; bem como a densidade da cobertura vegetal nas suas margens.

A formação de canais entrelaçados é favorecida pela presença de fortes declividades, abundância de carga de fundo de granulação grossa, grande variabilidade na descarga e facilidade de erosão das margens. Apesar desse segmento não possuir alta declividade, pode-se considerar a influência da declividade do Rio Taquari, que amplia consideravelmente a descarga líquida, aumentando assim a energia do sistema e todas as consequências advindas na descarga sólida.

Figura 3.15 – Localização do Subtrecho A, que inicia Barragem de Amarópolis (ponto 267) e termina no Delta do Jacuí (ponto 322).
Fonte: Adaptado de Google Earth (2020).

Figura 3.16 – Aerofoto nº 14576 (USAF/CPRM), de novembro de 1964, ainda sem a construção da Barragem de Amarópolis. Aqui se observa claramente que a jusante da barragem a calha maior possui as características típicas de um sistema meandrante.

A Figura 3.17 e a Figura 3.18 ilustram essa transformação do Rio Jacuí antes e depois da contribuição do Rio Taquari, bem como a localização das Seções de Referência, da primeira à décima seção.

Figura 3.17 – As barras longitudinais começam a aumentar de montante para jusante, onde o tipo de canal fluvial sinuoso migra para canal entrelaçado.
Fonte: Adaptado de Google Earth (2019).

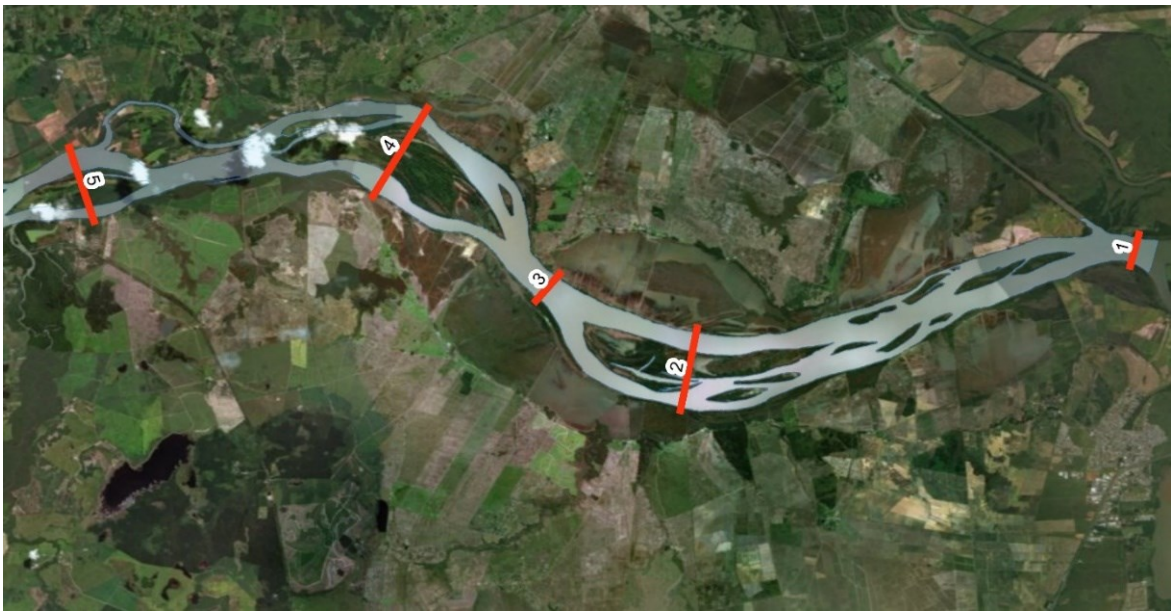


Figura 3.18 – Barras longitudinais existentes no trecho das Seções de Referência de 1 a 5, característica de canal fluvial entrelaçado.
Fonte: Adaptado de Google Earth (2019).

3.1.3 Geologia

3.1.3.1 Unidades geológicas

As Unidades Geológicas (CPRM, 2014) que constituem o arcabouço geológico da área de estudo representam, indiretamente, as Formações Geológicas do Estado do Rio Grande do Sul. Ao longo do leito, de suas margens e da faixa transversal ocorre rocha granítica, representando o Escudo Sul Rio Grandense, rochas hipoabissais e sedimentares, representando a Bacia do Paraná, e formações sedimentares Pleistocênicas que representam a evolução da Planície Costeira em conjunto com os depósitos Holocênicos que além da Planície Costeira, também representam os ambientes sedimentares da calha atual do Rio Jacuí e sua planície de inundação.

Seguindo a evolução geológica do Estado, o Sienogranito Serra do Herval é a Unidade Litoestratigráfica mais antiga da área de estudo, sendo um Fácies da Suíte Granítica Dom Feliciano que ocorre na forma de Stocks grosseiramente alinhados com orientação NE-SW e idade aproximada de 550 Ma. O mesmo está localizado no município de Triunfo e constitui a "ombreira" leste do Rio Taquari na foz do mesmo, e consequentemente, ocorre na margem esquerda do Rio Jacuí. Associado a esta unidade e condicionando a mesma está o Sistema de Falhas Dorsal de Canguçu, representado na área pela Falha do Leão, falha esta que secciona a área de estudo na região de Amarópolis e a formadora do desnível que foi responsável pela instalação da Barragem e Eclusa homônima. Este sistema de falhas NE – SW bem como outros sistemas L-W e NW-SE também ocorrem ao longo da área.

O Domínio Bacia do Paraná ocupa quase todo o substrato do baixo e médio curso do Rio Jacuí. Este domínio é constituído por rochas sedimentares com idades entre o Permiano e o Triássico (290-200 Ma), intrudidas por rochas vulcânicas de idade Juro-Cretácea (125-131 Ma). A sequência Permo-triássica é composta na área pelas Formações Rio do Rastro, Sanga do Cabral e Serra Geral. A primeira ocorre somente no Subtrecho A, logo a jusante da barragem de Amarópolis, em sua margem esquerda. Já as Formações Sanga do Cabral e Serra Geral afloram nos Subtrechos B e C, estando a Formação Sanga do Cabral predominantemente na margem esquerda e a Formação Serra Geral no leito destes subtrechos.

- Formação Rio do Rastro (P3T1rr): argilitos, siltitos e arenitos finos a muito finos em camadas tabulares ou lenticulares alongadas, cores róseas a avermelhada; arenitos de granulação fina, róseos, maciços ou com estratificação planoparalela

e cruzada acanalada, camadas tabulares ou lenticulares. Arenitos finos a médios, cinza claro, com estratificação cruzada acanalada de médio a muito grande porte, intercalados com argilitos e siltitos vermelhos.

- Formação Sanga do Cabral (T1sc) - arenitos finos, cor rosa e laranja, lenticulares, maciços e com laminação horizontal e cruzada acanalada de médio e grande portes, associados a canais fluviais e dunas eólicas; conglomerados intraformacionais, cor rosa e laranja, lenticulares, maciços e com laminação cruzada acanalada de médio porte, contendo fragmentos de ossos, relacionados a canais fluviais efêmeros; lutitos vermelhos laminados depositados em corpos lacustres

- Formação Serra Geral: genericamente esta unidade é constituída por basaltos, andesitos, riodacitos e riolitos intercalados com arenitos intertrápicos Botucatu na base e litarenitos e sedimentos vulcanogênicos da porção mediana ao topo da sequência. Esta Formação foi subdividida em oito Fácies, que para a área em estudo não há como nem porque defini-las, mas sim caracterizar os diques e soleiras de diabásio e/ou riolito como rochas hipoabissais.

Ainda associadas às formações triássicas, foi identificada também a ocorrência da Laterita Formigueiro (N3lf) constituída por crostas lateríticas, cor marrom e amarelo, com padrão de fraturamento esférico, e conglomerado marrom cimentado por óxido/hidróxido de ferro, gerados pela concentração superficial de óxido/hidróxido de ferro induzida pelo clima, no solo e em depósitos cascalhosos de canais fluviais.

O Domínio da Planície Costeira Interna e principalmente da Planície Aluvial, de idade terciária a quaternária é constituída por um espesso pacote de sedimentos inconsolidados depositados no Pleistoceno (entre 1.8 e 0.01 milhões de anos) e no Holoceno (últimos 100.000 anos), respectivamente. Estes sedimentos estão representados por depósitos de lagunas e barreiras marinhas (Barreira Pleistocênica III) e, mais acima por depósitos lacustres e paludiais, sobrepostos por depósitos flúvio-lacustres e eólicos associados ao Rio Jacuí, (Barreira Holocênica). Finalmente erodindo e depositando sobre este ambiente estão os depósitos aluvionares atuais.

A desembocadura dos rios Jacuí, Gravataí, Caí e Sinos quando alcança o Lago Guaíba formam o Delta do Jacuí. Um delta é definido como a transição de um canal fluvial para o corpo d'água onde desemboca, seja este um lago, um estuário ou o mar (Walker, 1992). O Delta do Jacuí é o local onde os rios Jacuí, Gravataí, Caí e Sinos terminam seus

cursos. O ambiente deltaico também é um indicador do nível de base de erosão de uma região. Desta maneira, considera-se que abaixo deste nível não ocorrem mais processos erosivos e dominam os processos de deposição. Os rios não se posicionam abaixo desse nível, pois o delta se caracteriza por ser um obstáculo a atuação dos processos erosivos. O Delta do Jacuí é constituído por ilhas e canais distributários que resultam da deposição de sedimentos devida à desaceleração da velocidade das águas provindas dos canais fluviais dos rios Jacuí, Caí, Sinos e Gravataí quando estes desembocam no Lago Guaíba.

3.1.3.2 Geologia local

As Unidades Litoestratigráficas e Sedimentares já foram definidas e descritas no capítulo anterior, sendo agora identificadas pontualmente ao longo da área de estudo Como dito anteriormente, a Falha do Leão é uma estrutura com orientação nordeste que secciona a área nos Subtrechos A e B, na Barragem e Eclusa de Amarópolis, construída justamente para transpor este obstáculo geológico e instalar a hidrovia na região. Assim como esta estrutura tectônica que influencia tanto na navegação quanto nos processos de erosão e sedimentação a jusante, outras estruturas geológicas foram identificadas na área, tanto em imagens de satélite quanto em campo.

Esta porção da área em estudo, Subtrechos B e C, a oeste da Falha do Leão, tem como substrato e condicionamento geológico a Formação Sanga do Cabral, pertencente à Bacia do Paraná. Tal área é constituída na base por conglomerados intraformacionais e arenitos conglomeráticos, mal selecionados, com estratificação cruzada acanalada e planar de pequeno a médio porte, e no topo por arenitos finos com laminação planoparalela (SCHERER *et al.*, 2000). Já a leste da Falha do Leão, aflora a Formação Rio do Rastro no Ponto 267 e observa-se Ponto 286 a diferença de relevo no município de Triunfo condicionada pelo Sienito Serra do Herval.

As exposições de rochas da Formação Sanga do Cabral são condicionadas pelo sistema de falhamentos regional, e é esse sistema que condiciona e/ou influencia boa parte da dinâmica da calha do Rio Jacuí nestes dois segmentos. Os afloramentos desta Formação ocorrem predominantemente na margem esquerda do Rio Jacuí e foram identificados e catalogados nos pontos 081, 090, 127, 130, 170, 172, 197, 216, 222, 228 e 250.

Ainda em relação ao condicionamento tectônico da área em estudo estão intrudidas rochas hipoabissais, geralmente na forma de diques de diabásio, que condicionam pontualmente, tanto o escoamento no canal quanto os processos erosivos das margens. Eles foram identificados devido a sua exposição acima da linha d'água nos Pontos 084, 085, 114,

143, 229, 238 e 340. Neste último (Figura 3.19), aflora uma soleira de aproximadamente dois hectares de área (Figura 3.20), geralmente submersa. A mesma foi observada em 07 março de 2020, em período de forte estiagem, onde foi possível caminhar sobre o “leito imerso” do Rio Jacuí (Figura 3.21).

Figura 3.19 – Localização da Soleira de diabásio com área aproximada de dois hectares, que foi identificada no ponto 340 em março de 2020.
Fonte: Adaptado de Google Earth.

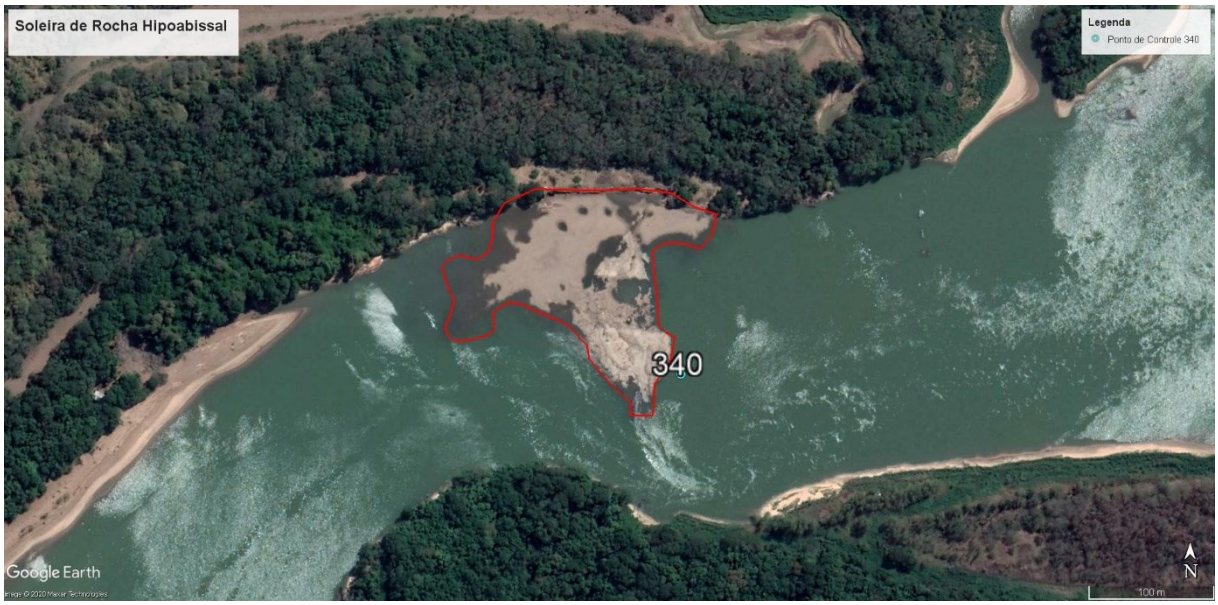


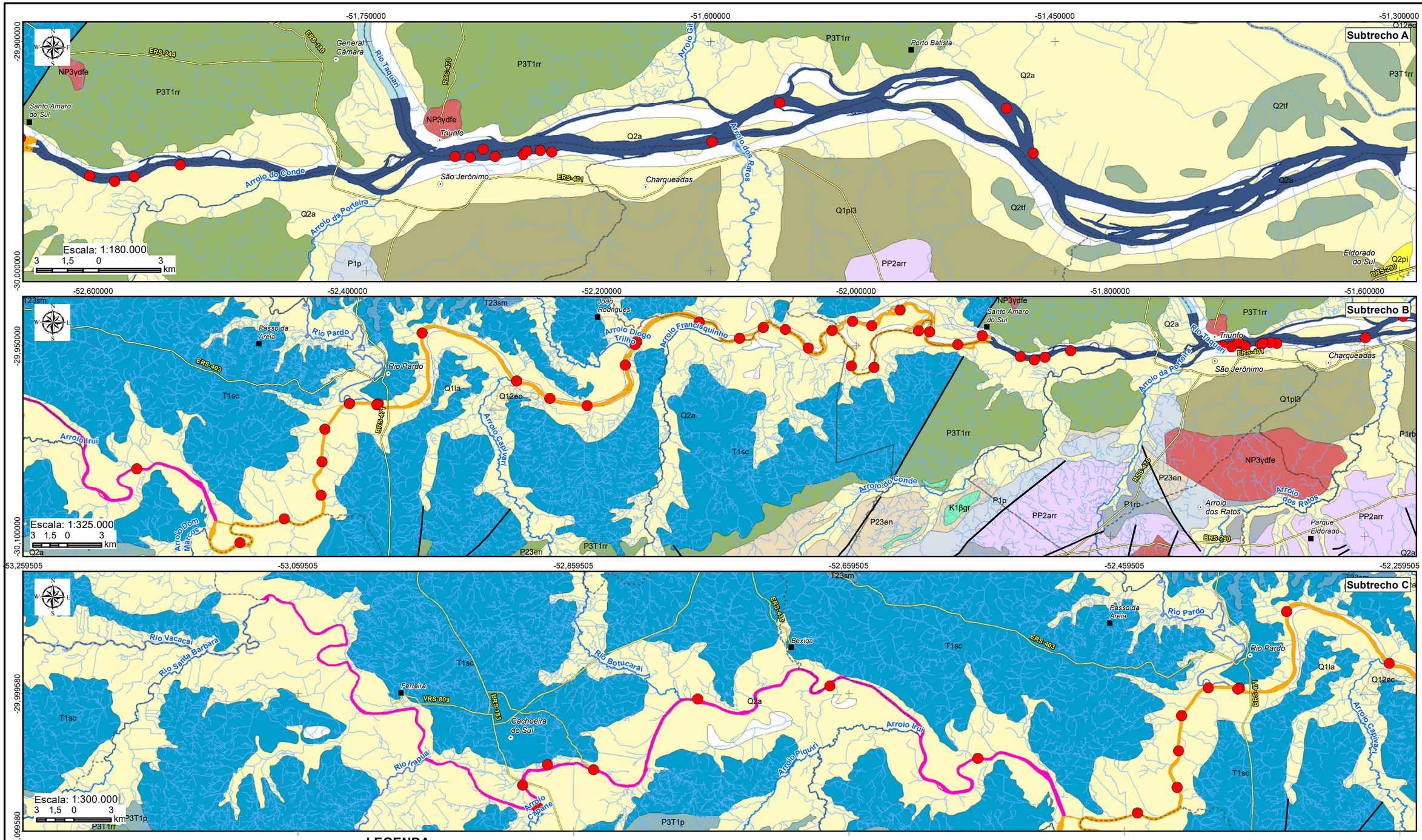
Figura 3.20 – Detalhe da imagem anterior com a localização da Soleira de diabásio e/ou outra rocha hipoabissal, com área aproximada de dois hectares.

Figura 3.21 – Soleira de diabásio ou outra rocha hipoabissal, com área aproximada de dois hectares, que foi identificada no ponto 340 em março de 2020, com o nível do rio abaixo do normal devido à estiagem.

Essas ocorrências de intrusões de rochas diabásicas nas formações Triássicas estão associadas ao sistema de falhas e fraturas regional que geraram “degraus” no leito do rio, desníveis naturais que foram praticamente eliminados com as três barragens instaladas neste trecho em estudo do Rio Jacuí. Além destes desníveis condicionados pelas estruturas tectônicas existentes que ficaram submersos, também se inferiu algumas lajes de rochas. Há formações conglomeráticas com seixos e ou blocos, com matriz laterítica, observados nos Pontos 113, 158,159 e 194. Os mesmos podem ser relacionados à Formação Laterita Formigueiro (N3lf)

Além das Unidades Litoestratigráficas descritas anteriormente, os sedimentos quaternários recobrem praticamente toda área de estudo, estando os mais antigos associados aos Depósitos da Barreira Pleistocênica III, em específico aos Depósitos de Planície Lagunar. Estes depósitos são constituídos na sua base pela intercalação de pacotes de areias finas a médias e depósitos de argilas plásticas e siltes. Estes depósitos arenosos são imaturos e mal classificados, com areias de formas subarredondadas a arredondadas, compostas a base de quartzo, com ocorrência subordinada de feldspatos e minerais opacos, principalmente, magnetita. A sedimentação destes depósitos está associada a formação do terceiro sistema de laguna e barreira, representando as variações relacionadas a terceira linha de costa desenvolvida no Quaternário (Villwoock e Tomazzelli, 1995).

Acima destes depósitos, ocorrem os depósitos relacionados a Barreiras Holocênicas. Estes depósitos são os mais recentes e constituem três sistemas distintos representados por Depósitos Coluvio-Aluviais, Depósitos de Planície Lagunar e áreas de Turfeiras. Todos estes depósitos estão relacionados com as áreas de extravasamento do curso do Rio Jacuí e associados, bem como depósitos de canais e barras de canais abandonados, constituindo os antigos meandros do mesmo. Os Depósitos Coluvio-Aluviais cobrem a maior da área e estão representados pela acumulação de sedimentos relacionados aos depósitos flúvio-lacustres e eólicos associados aos sistemas deposicionais do Rio Jacuí. Estes depósitos estão representados pela intercalação de espessas camadas de argilas e siltes, com contribuição variável de material turfáceo heterogêneo, e camadas subordinadas de areias finas a grossas.



LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Hidrografia
- Limite municipal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

- Localização dos Processos Minerários com Monitoramento Sedimentométrico
- Estruturas

Unidades Geológicas

- Q2pi - Depósito de Barreira Holocênica - Depósitos de Planície de Inundação
- Q2a - Depósito de Barreira Holocênica - Depósitos Aluvionares
- Q1la - Depósito de Barreira Pleistocênica 1 - Depósito de Leque Aluvial
- Q12ec - Depósitos eluviais e coluviais
- K1βgr - Fácies Gramado
- NP3ydfe - Fácies Serra do Herval
- P1p - Formação Palermo
- P1rb - Formação Rio Bonito
- P23en - Subgrupo Estrada Nova
- P3T1p - Formação Pirambóia
- P3T1rr - Formação Rio do Rastro
- Q1pl3 - Depósito de Barreira Pleistocênica 3 - Depósitos de Planície Lagunar
- Q2tf - Depósito de Barreira Holocênica - Depósitos de Turfeira
- T1sc - Formação Sanga do Cabral
- T23sm - Formação Santa Maria
- PP2arr - Complexo gnáissico Arroio dos Ratos

Elaboração: PROFILL

Contratação e fiscalização: Fepam

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.7 - Arcabouço geológico regional nos cursos médio e baixo do rio Jacuí

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Geologia: CPRM (2014)

3.1.4 Avaliação da qualidade das águas

A análise da qualidade da água foi elaborada ao longo do estudo de Zoneamento, com diferentes abordagens, sendo elas descritas a seguir:

i) RT2 – Levantamento de Dados Secundários: análise de dados secundários referentes ao Plano de Manejo do Parque Estadual do Delta do Jacuí - PEDJ (FZB, 2014); Plano da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí (DRH/SEMA, 2015a); pontos monitorados pelo Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (Qualiágua); processos de licenciamento ambiental nos cursos médios e baixo do Rio Jacuí;

ii) RT3 – Levantamento de Dados Primários e RT6 – Diagnóstico Preliminar: análise de dados primários, contemplando 25 pontos de monitoramento, em duas campanhas caracterizadas por períodos de seca e estiagem;

iii) RT7 – Mapas Temáticos: dados secundários de 03 estações de monitoramento operados pela FEPAM; análise dos dados em comparação com os limites estabelecidos pela Resolução Conama 357/2005; Análise da efetividade do enquadramento nos pontos do Plano da bacia do Baixo Jacuí e nos pontos das campanhas de monitoramento do estudo de zoneamento, e, por fim, análise específica quanto aos parâmetros que sofrem com maiores impactos na atividade de mineração.

Nesta síntese das informações trabalhadas em relação à qualidade da água, são apresentados com maior enfoque os resultados obtidos nas campanhas realizadas no âmbito do estudo de subsídio ao zoneamento e da análise dos dados secundários provenientes nos pontos monitorados pela FEPAM e do Plano da Bacia do Baixo Jacuí.

3.1.4.1 Análise dos dados obtidos ao longo das campanhas realizadas no âmbito do estudo de subsídio ao Zoneamento

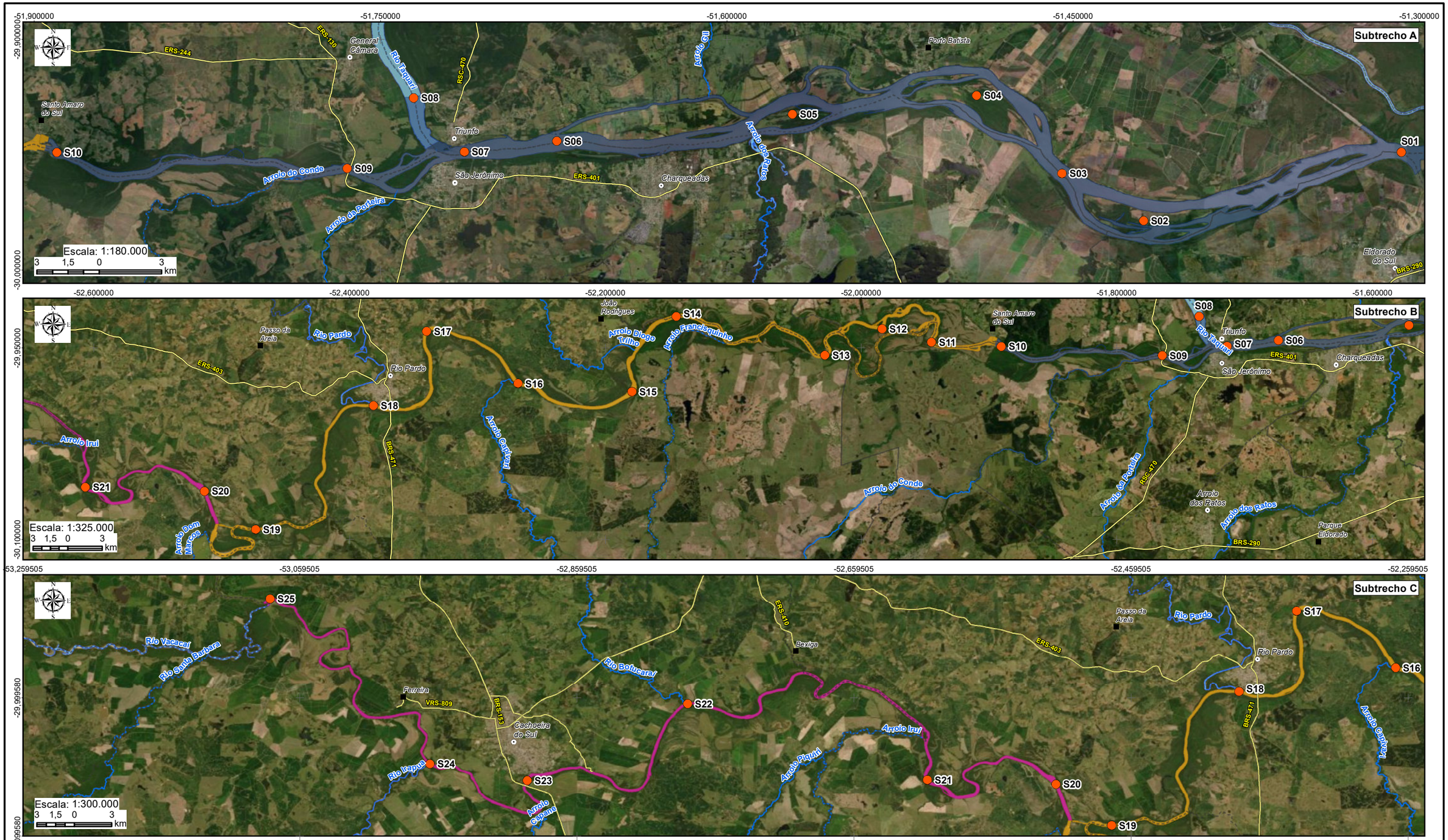
As análises foram realizadas segundo os métodos padronizados pelo *Standard Methods for Examination of Water and Wastewaters* - 22ª Ed (SMWW, 2012). Foram analisados os seguintes parâmetros: Alumínio Dissolvido, Cádmio Total, Chumbo Total, Cobalto Total, Cobre Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Condutividade, Cor, Cromo Total, DBO, DQO, Ferro Dissolvido, Fosfato (como P), Fósforo Total, Índice de Fenóis, Manganês Total, Mercúrio Total, Níquel Total, Nitrato (como N), Nitrito (como N), Nitrogênio Amoniacal, Nitrogênio Orgânico, Nitrogênio Total Kjeldahl, Ortofosfato solúvel, Sólidos Totais,

Sulfeto, Surfactantes (como LAS), Turbidez, Zinco Total. O detalhamento da análise comparativa entre as campanhas pode ser observado no RT6.

O delineamento amostral proposto teve por objetivo realizar **uma campanha na época de estiagem**, período de vazões médias mensais mínimas, e **uma campanha na época chuvosa,** período de vazões médias mensais máximas. As vazões baixas ocorrem no período entre dezembro e abril, meses em que são registradas as menores precipitações acumuladas. As máximas mensais se estendem de maio a novembro.

Sendo assim, a campanha 1 foi realizada entre janeiro e março de 2019, com alguns pontos sendo realizados no início de abril e a segunda campanha foi realizada no final do mês de outubro de 2019. É importante ressaltar que as campanhas foram realizadas em situações de precipitações acumuladas abaixo da média para a situação de estiagem (campanha 1) e acima da média para a situação de cheia (campanha 2).

O Mapa 3.8 apresenta a localização dos 25 pontos de amostragem da qualidade da água contemplados neste estudo. A Tabela 3.3 apresenta os resultados das duas campanhas de diagnóstico realizadas em 2019.



LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal
- Pontos de amostragem de qualidade das águas superficiais

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.8 – Localização dos pontos de amostragem e qualidade das águas superficiais

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Pontos de amostragem de qualidade da água: Profill, 2019

Tabela 3.3 – Resultados das campanhas de diagnóstico realizadas em 2019.

Parâmetro	Campanha	Pontos																							
		25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
DBO (mg/L)	1	<2	<2	<2	<2	<2	<2	5,9	5,2	5,6	<2	4	3,8	3,7	6,2	6	3,6	3,1	3,1	3,7	3,2	2,8	<2	<2	2,5	<2
	2	<2	<3	<3	4,3	<3	<3	<3	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	3,8	<2	<2	<2	<2	<2	<3	<2	<2
DQO (mg/L)	1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	12,7	12,4	12,5	<5	11	10,1	10,2	13,9	12,3	9,6	7,2	8,3	7,9	7,1	7,2	<5	<5	<5	<5
	2	8,4	26,8	18,6	16,7	19,3	18,9	20,1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	7,5	11,6	14,6	14,2	13,8	14,3	12,3	14,2
Ortofosfato solúvel (mg/L)	1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,06	0,05	0,19	0,1	0,12	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
	2	0,06	0,05	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	0,08	<0,03	0,06	0,04	<0,03	<0,03	0,16	0,08	0,04	<0,03	<0,03	0,03	<0,03	0,04	0,15	<0,03	<0,03	<0,03
Fosfato (como P) (mg/L)	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	0,06	0,05	0,02	0,07	0,1	0,05	<0,01	<0,01	0,02	0,01
	2	0,04	0,03	0,03	0,05	0,03	0,03	0,03	0,06	0,05	0,02	0,06	0,05	0,08	0,06	0,07	0,06	0,03	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06
Fósforo total (µg/L)	1	9,02	5,68	7,68	29,9	49,3	28,3	72,2	69,9	95,2	51,4	73,9	56,3	52,8	111	85,9	77,4	63,6	384	<1	40,7	13,9	61,7	427	292	<1
	2	22,1	73,9	62,7	72	83,4	59,5	112	32,1	63,7	67,1	65,3	60,1	57	72,1	66,3	72,5	55,5	167	299	32	64,2	82,9	72,5	79,9	77,4
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,18	0,11	0,19	<0,1	<0,1	0,1	0,11	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	1,1	0,1
	2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,45	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,29	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,11	<0,1	0,19	<0,1
Nitrogênio orgânico (mg/L)	1	0,68	0,93	0,66	1,01	0,85	0,61	1,04	1,01	1	0,41	1,19	1,01	0,83	1,07	0,86	1,93	0,29	0,43	0,52	0,56	0,6	0,47	0,31	<0,1	0,59
	2	0,55	1,21	0,73	1,06	0,66	0,73	0,34	0,99	0,7	0,98	0,98	0,78	0,77	0,41	0,81	0,75	0,71	0,62	0,83	0,81	0,65	0,57	0,76	0,57	1,01
Nitrito (como N) (mg/L)	1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	0,02	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,02	0,02
	2	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrato (como N) (mg/L)	1	1,06	0,81	1,01	1,2	1,01	1,07	1,15	0,95	1,18	0,85	1,19	0,88	0,95	1,05	1,3	1,04	0,8	0,98	0,93	0,88	0,71	1,18	0,83	0,87	0,71
	2	1,37	0,86	1,23	0,56	0,94	0,47	0,66	0,55	0,66	0,76	1,28	0,83	1,53	0,69	0,77	0,63	0,52	2,1	0,95	1,9	4,26	3,72	2,34	1,24	2,45
Nitrogênio total Kjeldahl (mg/L)	1	0,68	0,93	0,66	1,01	0,85	0,61	1,04	1,01	1	0,41	1,29	1,01	1,01	1,18	1,05	1,93	0,29	0,53	0,63	0,56	0,6	0,47	0,42	1,19	0,69
	2	0,55	1,21	0,73	1,06	0,66	0,73	0,79	0,99	0,7	0,98	0,98	0,78	0,77	0,7	0,81	0,75	0,71	0,62	0,83	0,81	0,65	0,68	0,76	0,76	1,01
Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	1	<1	<1	600	1260	910	450	73000	7570	10200	870	800	1200	1500	<1	4000	300	290	30	3360	200	100	400	5010	170	450
	2	3200	3800	3500	200	300	300	300	340	400	800	420	400	280	930	200	300	200	300	300	170	400	140	160	100	70
Cor (UC)	1	46	25	25	26	15	19	49	15	61	34	71	68	79	72	77	54	34	21	22	31	29	24	22	16	15
	2	27	82	58	62	66	57	60	387	161	335	117	139	103	94	392	230	169	27	12	42	38	42	37	37	41
Turbidez (NTU)	1	26	17,4	16,7	19,3	22,5	25,8	28,4	26,9	35,3	30,3	30,2	36	32,5	21,3	22,8	28,6	8,9	9,8	12,6	6,9	8,7	14,6	11,3	10	12,4
	2	33,2	114	69,2	78,7	94,2	85,2	87,3	78,7	75,2	81,2	86,2	81,7	86,2	84,5	68,4	78,3	80,3	31,2	50,8	54,8	51	57,4	44,3	50,1	49,6
Condutividade (µS/cm)	1	63,3	57,1	57,8	60,7	57,4	57,9	70,4	71	50,6	58,9	59,1	59,5	59,1	51,7	50,3	58,7	65	79,4	76,8	58	67,5	107	75,5	77,7	72,9
	2	13	12	12	13	12	13	12	13	12	13	13	13	13	13	13	13	13	18	18	17	15	17	17	17	17
Sólidos totais (mg/L)	1	121	98	103	87	95	49	87	78	91	64	118	105	117	86	81	89	58	53	48	58	53	35	67	66	66
	2	75	143	118	112	105	138	134	126	122	120	137	131	100	121	121	132	136	95	112	117	106	109	108	104	114
Alumínio dissolvido (mg/L)	1	0,114	0,108	0,079	0,099	0,08	1,03	0,086	0,044	0,106	1,3	2,14	1,83	1,66	0,137	0,063	1,81	0,042	0,052	1,07	0,055	0,063	0,033	0,089	0,06	1,27
	2	0,118	0,072	0,333	0,146	0,171	0,217	0,201	0,313	0,054	0,046	0,149	0,225	0,035	0,178	0,169	0,217	0,189	0,019	0,163	0,09	0,138	0,219	0,137	0,092	0,105
Ferro dissolvido (mg/L)	1	0,553	0,547	0,442	0,478	0,491	1,73	0,558	0,642	0,69	2,05	3,26	2,91	2,59	0,839	0,614	2,88	0,379	0,343	1,44	0,422	0,525	0,338	0,392	0,388	1,56
	2	0,18	0,169	0,243	0,078	0,142	0,147	0,216	0,271	0,173	0,179	0,171	0,22	0,16	0,195	0,133	0,252	0,145	0,087	0,215	0,249	0,107	0,226	0,106	0,261	0,305
Manganês total (µg/L)	1	41,9	45,8	37	54,2	60	59	59,9	51,1	56,2	105	63,2	68,4	34,3	71,5	70,6	70,3	44,9	49,3	52,2	56,3	38,9	52,6	72,3	44,9	48,1
	2	27,1	30,9	31,8	40,5	38,2	40,3	60,7	33	36,8	38	45,2	32,3	34,7	42,5	38,3	42	47	24,2	41,7	25,3	36,3	33,8	31,7	32,5	24,2
Cádmio total (µg/L)	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Cobre dissolvido (mg/L)	1	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,004	0,004	0,004	0,004	0,002	0,002	0,004	0,001	0,002	0,002	0,002	0,004	0,002	0,002	0,002	0,002
	2	0,001	0,001	0,001	<0,001	0,001	<0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	<0,0012	<0,001	0,001	0,001	0,003	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002
Cobalto total (µg/L)	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1,01	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Chumbo total (µg/L)	1	1,01	1,94	1,05	4,79	7,21	2,65	2,5	1,41	1,82	2,95	1,33	1,38	1,84	2,9	1,53	1,38	<1	<1	4,42	<1	<1	<1	<1	<1	<1
	2	<1	1,6	1,3	4,9	1,6	1,9	5,6	1,1	2	1,4	2,1	1,3	2,4	2,7	2,4	3,3	2,2	<1	1,1	<1	1,2	1,5	1,1	1,2	1,1
Cromo total (µg/L)	1	<1	<1	<1	<1	1,19	1,76	1,43	1,45	1,75	1,11	2,33	2,52	2,63	<1	2,27	2,25	1,18	4,6	2,94	<1	<1	<1	3,29	1,4	1,07
	2	<1	2,7	2,3	3,6	2,6	3,6	3	1,6	2,2	2,1	2,5	2,2	2,3	2,9	2,2	2,5	2,9	1,4	2,4	1,9	2,4	2,9	2,1	2,3	2,4
Níquel total (µg/L)	1	<1	<1	<1	1,84	1,41	<1	1,25	1,17	1,46	<1,28	1,43	1,41	1,38	<1	1,77	1,72	<1	<1	<1	<1	<1	1,02	<1	<1	<1
	2	<1	<1	<1	1,1	<1	1,2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	5,8	1,5	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Mercúrio total (µg/L)	1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zinco total (µg/L)	1	11,3	9,6	5,57	45,8	764	11,5	22,4	14,3	<1	3,6	7,48	40,7	10,5	36,2	<1	5,44	23,9	45	8,03	23,4	14,5	17,3	11,3	7,37	8,3
	2	1,3	9,2	10,6	16,1	9,9	13	121	11,7	9,5	6	44,3	7,9	6,6	10,5	6,2	7,3	11,8	<1	12,3	5,6	8,5	29,3	7	10,2	4,9
Sulfeto (mg/L)	1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	2	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Surfactantes (como LAS) (mg/L)	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,37	0,31	0,35	<0,2	0,23	0,3	0,23	0,27	0,28	0,22	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,21
	2	<0,2	<0,2	<0,2	0,22	0,52	<0,2	0,22	<0,2	0,43	0,38	<0,2	<0,2	0,25	0,64	0,38	0,34	0,28	<0,2	0,26	<0,2	0,23	<0,2	0,21	0,32	0,21
Índice de fenóis (mg/L)	1	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	2	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4

No contexto das campanhas 1 e 2, realizadas em regime de estiagem e cheia respectivamente, verifica-se, de forma geral, que a campanha 1 apresentou valores mais elevados, notadamente em termos de teores de DBO e fósforo total, assim como quanto às densidades de coliformes termotolerantes, indicando uma menor diluição desses constituintes no período de baixa vazão.

A consistente redução da condutividade elétrica registrada na campanha 2 é esperada numa condição de vazão elevada devido ao efeito de diluição dos íons presentes nas águas superficiais em relação ao cenário de estiagem. É esperada uma relação inversa entre vazão/turbidez e condutividade elétrica (Drumond, *et al.* 2007; Medeiros *et al.* 2018), sobretudo, se a campanha amostral não foi realizada na subida do hidrograma, como é o caso. Durante a subida do hidrograma, no início de um evento chuvoso, pode-se verificar um aumento da condutividade devido à lixiviação do solo (fontes difusas), seguido de uma diluição até o restabelecimento de valores usuais das águas naturais, os quais são inferiores a 100 uS/m. Esse valor tende a ser constante no escoamento de base na ausência de fontes pontuais de poluição hídrica. Condutividade elétrica é utilizado como um indicador de poluição hídrica por efluentes industriais e/ou domésticos. Na presença desses lançamentos pode atingir valores da ordem de 1000 uS/m. Portanto, apesar da presença de fontes pontuais de origem doméstica presentes no trecho, os resultados indicam não serem suficientes para alterar a condutividade elétrica esperada para águas naturais, possivelmente pela relação entre carga poluidora e vazão do rio.

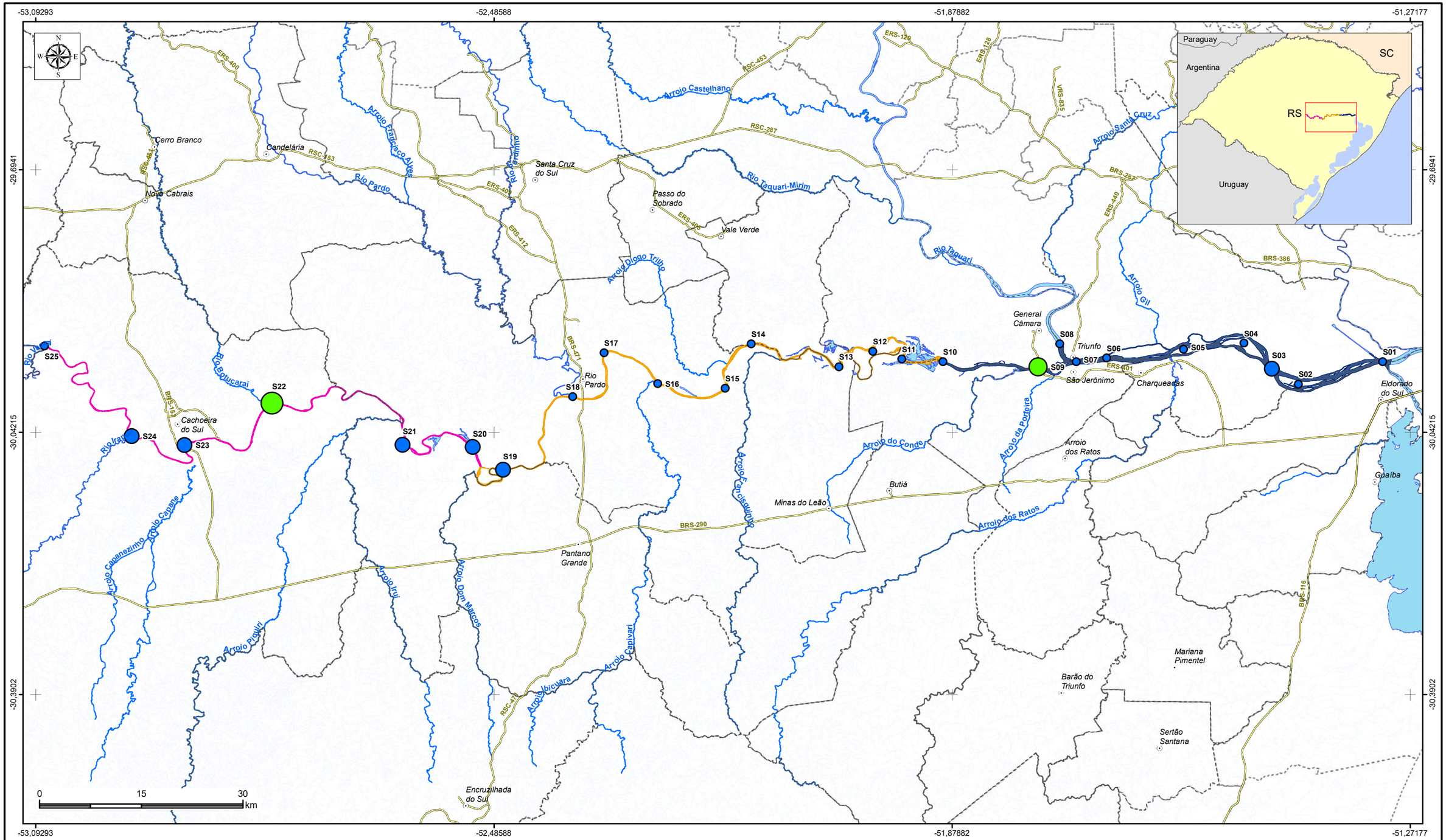
Por outro lado, na campanha 2, os teores de cor, turbidez e sólidos totais observados foram mais elevados, associados à elevação dos níveis em respostas a chuvas, e alinhados ao período de cheia. Ferro e alumínio dissolvidos mostraram decaimento na campanha 2, sendo que esses metais podem estar na forma particulada adsorvidos nos sólidos em suspensão na condição de cheia.

Em termos de frequência de atendimento de classe, verificou-se que a maior parcela das variáveis avaliadas e limitadas pela Resolução CONAMA n° 357/05 apresentaram, predominantemente, características de águas da Classe 1, excetuando-se os registros quanto a coliformes termotolerantes e cor em ambas as campanhas, que foram predominantemente característicos de águas da Classe 2, os registros de alumínio dissolvido e ferro dissolvido nas campanhas 2 e 1 respectivamente, predominantemente característicos de águas da Classe 3, assim como os registros de sulfeto, predominantemente característicos de águas da Classe 3 em ambas as campanhas de avaliação.

Quanto ao conteúdo orgânico, em termos DBO e DQO, verificou-se que a relação DQO/DBO na campanha 1 foi de até 2,8 vezes, indicando uma fração biodegradável alta, além de uma boa correlação entre os pares de resultados (DBO *versus* DQO). Em contrapartida, na campanha 2, verificou-se uma relação DQO:DBO de até 8,9 vezes, indicando um maior conteúdo não biodegradável por vezes, bem como uma correlação ruim entre os pares de resultados (DBO vs DQO).

Da avaliação integrada dos resultados encontrados verificou-se, por vezes, comportamentos díspares para algumas variáveis, daqueles comumente esperados para situações associadas aos períodos de cheia e estiagem. Esse comportamento, no entanto, não invalida os resultados encontrados, uma vez que eles também atuam como uma "fotografia" das condições do manancial no momento das coletas. Deve-se atentar que uma maior quantidade de dados disponíveis, no tempo e no espaço, permite melhor caracterizar as condições médias do corpo hídrico, assim como caracterizar padrões de reposta em relação às condições hidrológicas do sistema.

Sendo assim, com base nos resultados obtidos nessas campanhas amostrais destaca-se no Mapa 3.9 ao Mapa 3.14 os parâmetros DBO, Turbidez e Coliformes Termotolerantes, respectivamente. Esses parâmetros, conforme já comentado, mostraram uma tendência (esperada) para uma correlação inversa com a vazão, no caso de DBO e coliformes, e direta para turbidez, podendo resultar inclusive numa mudança de classificação em relação à resolução Conama nº 375/05 entre as campanhas amostrais em alguns pontos de monitoramento.



LEGENDA

- Sede municipal
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

DBO (mg/l)

- 1,0
- 1,1 - 2,0
- 2,1 - 3,0
- 3,1 - 4,0
- 4,1 - 5,0
- 5,1 - 6,0
- 6,1 - 7,0

Classes de Qualidade d´água CONAMA 357/05

- Classe 1
- Classe 2

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

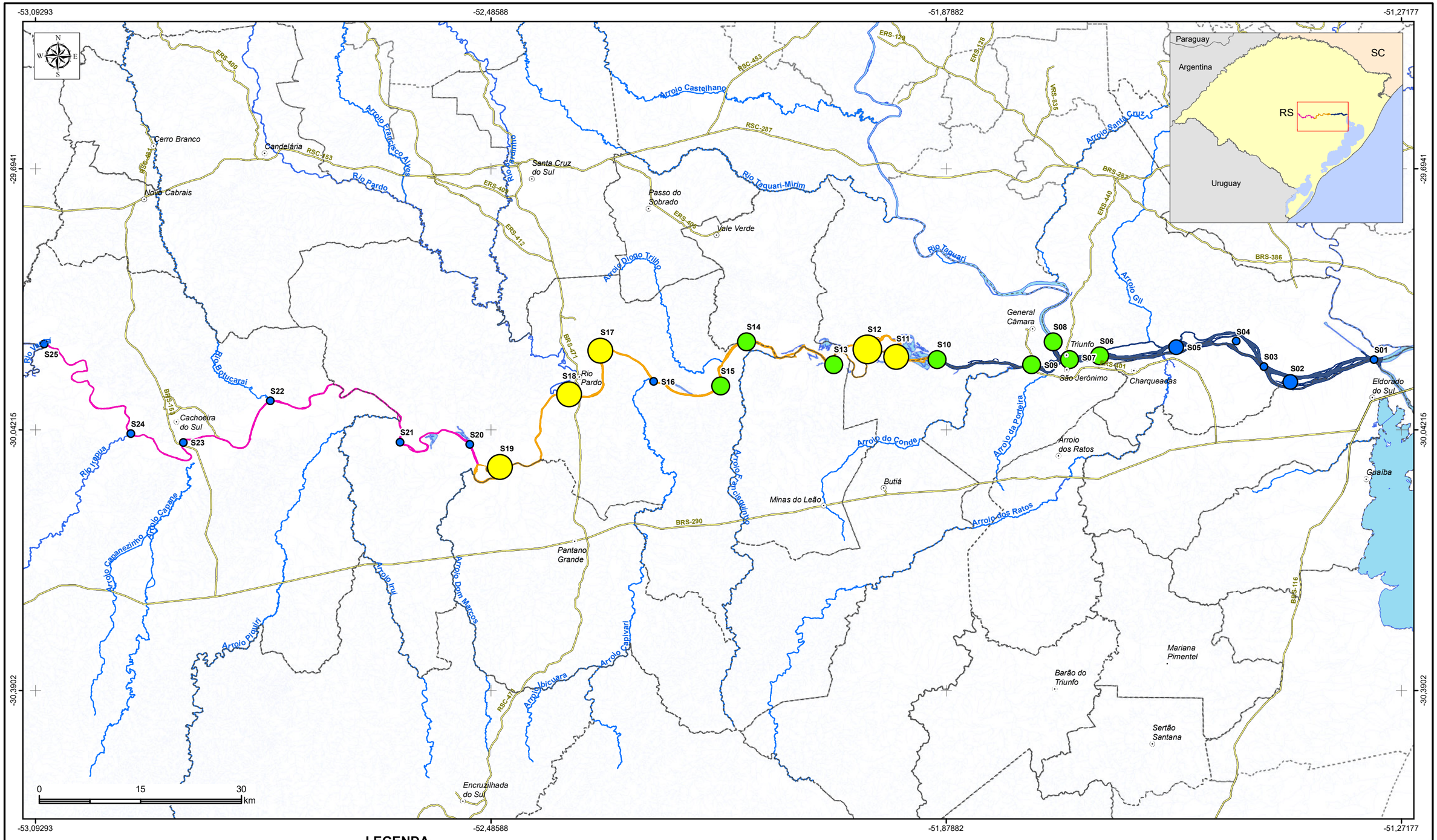
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: 1:550.000

Mapa 3.9 - Campanha de amostragem de água superficial Vazão de Cheia - Parâmetro: DBO

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Dados de qualidade da água: Profill, 2019



LEGENDA

- Sede municipal
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

DBO (mg/l)

- 1,0
- 1,1 - 2,0
- 2,1 - 3,0
- 3,1 - 4,0
- 4,1 - 5,0
- 5,1 - 6,0
- 6,1 - 7,0

Classes de Qualidade d´água CONAMA 357/05

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

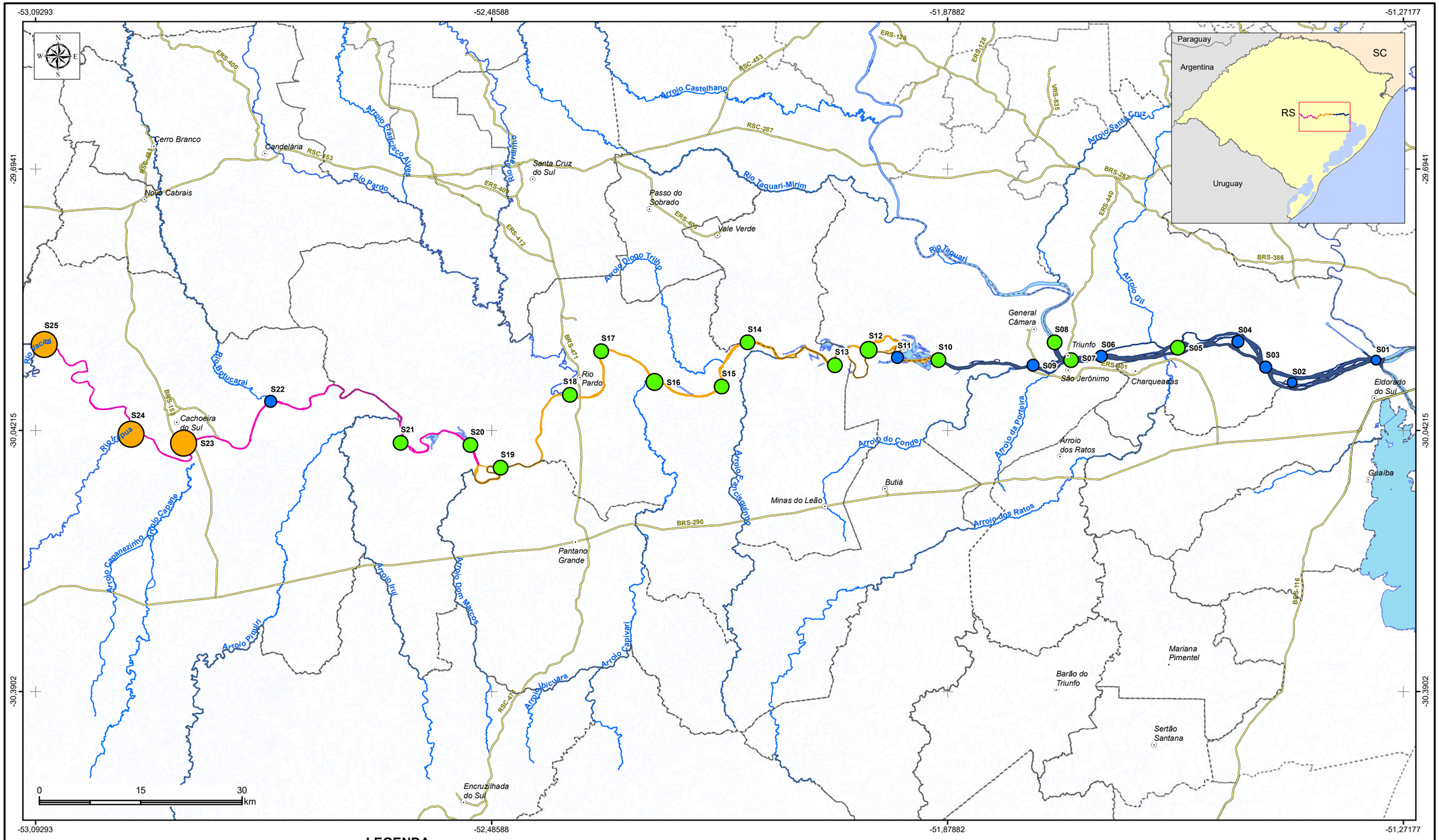
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: 1:550.000

Mapa 3.10 - Campanha de amostragem de água superficial Vazão de Estiagem - Parâmetro: DBO

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Dados de qualidade da água: Profill, 2019



LEGENDA

- Sede municipal
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)

- 1,1 - 100,0
- 100,1 - 200,0
- 200,1 - 500,0
- 500,1 - 1.000,0
- 2.500,1 - 3.800,0

Classes de Qualidade d´água CONAMA 357/05

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 4

Elaboração

PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

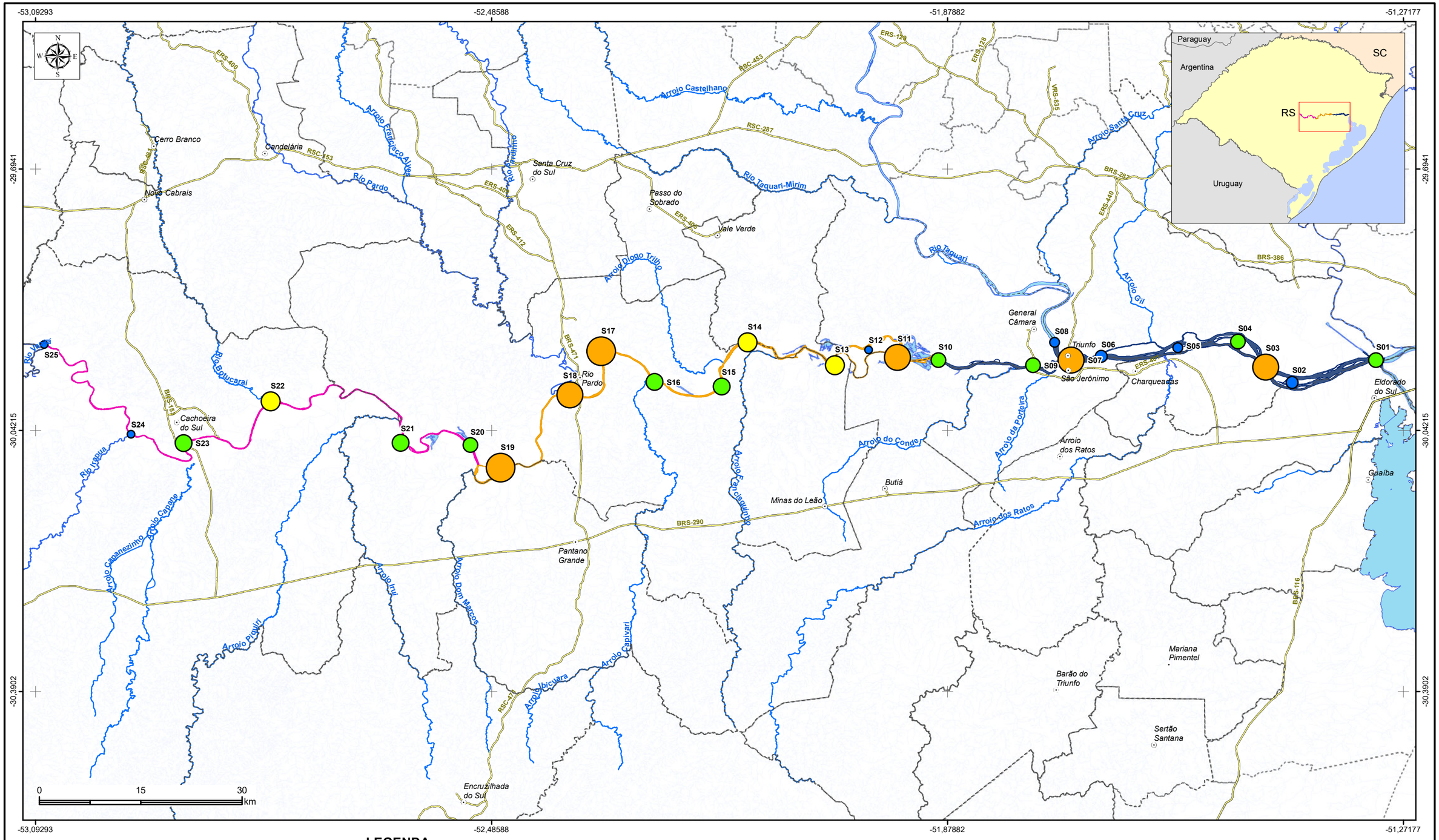
Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:550.000

Mapa 3.11 - Campanha de amostragem de água superficial Vazão de Cheia - Parâmetro: Coliformes Termotolerantes

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: IBGE (2019)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Dados de qualidade da água: Profill, 2019



LEGENDA

- Sede municipal
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)

- <1
- 1,1 - 100,0
- 100,1 - 200,0
- 200,1 - 500,0
- 500,1 - 1.000,0
- 1.000,1 - 1.500,0
- 1.500,1 - 2.000,0
- 2.000,1 - 2.500,0
- 2.500,1 - 10.000,0
- 10.000,1 - 73.000,0

Classes de Qualidade d´água CONAMA 357/05

- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

Elaboração

PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

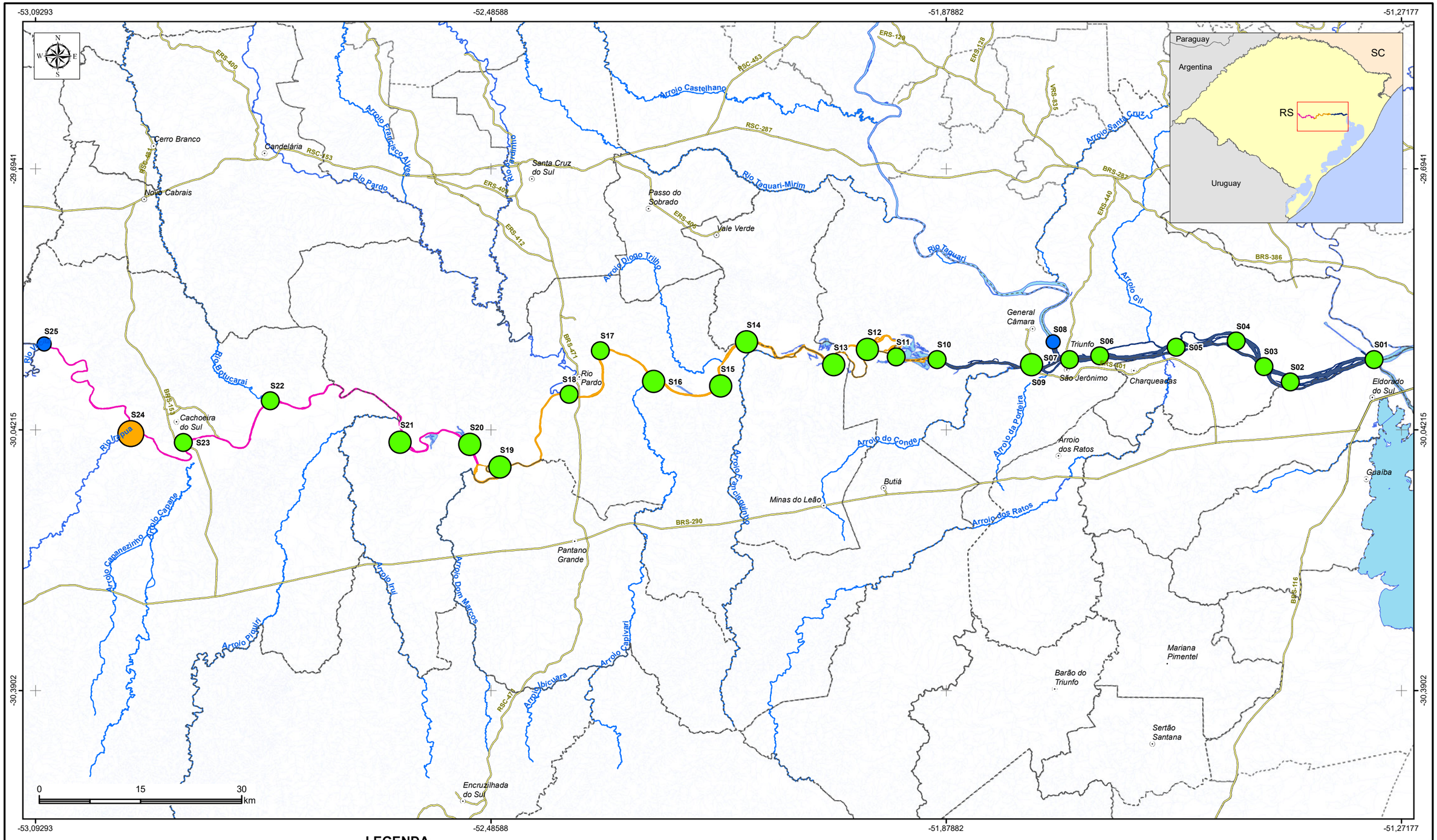
Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:550.000

Mapa 3.12 - Campanha de amostragem de água superficial
Vazão de Estiagem - Parâmetro: Coliformes Termotolerantes

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Dados de qualidade da água: Profill, 2019



LEGENDA

- Sede municipal
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Turbidez (NTU)

- 31,2 - 40,0
- 40,1 - 80,0
- 80,1 - 100,0
- 100,1 - 114,0

Classes de Qualidade d´água CONAMA 357/05

- Classe 1
- Classe 2 (para a turbidez o limite de concentração das classes 2 e 3 é coincidente)
- Classe 4

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

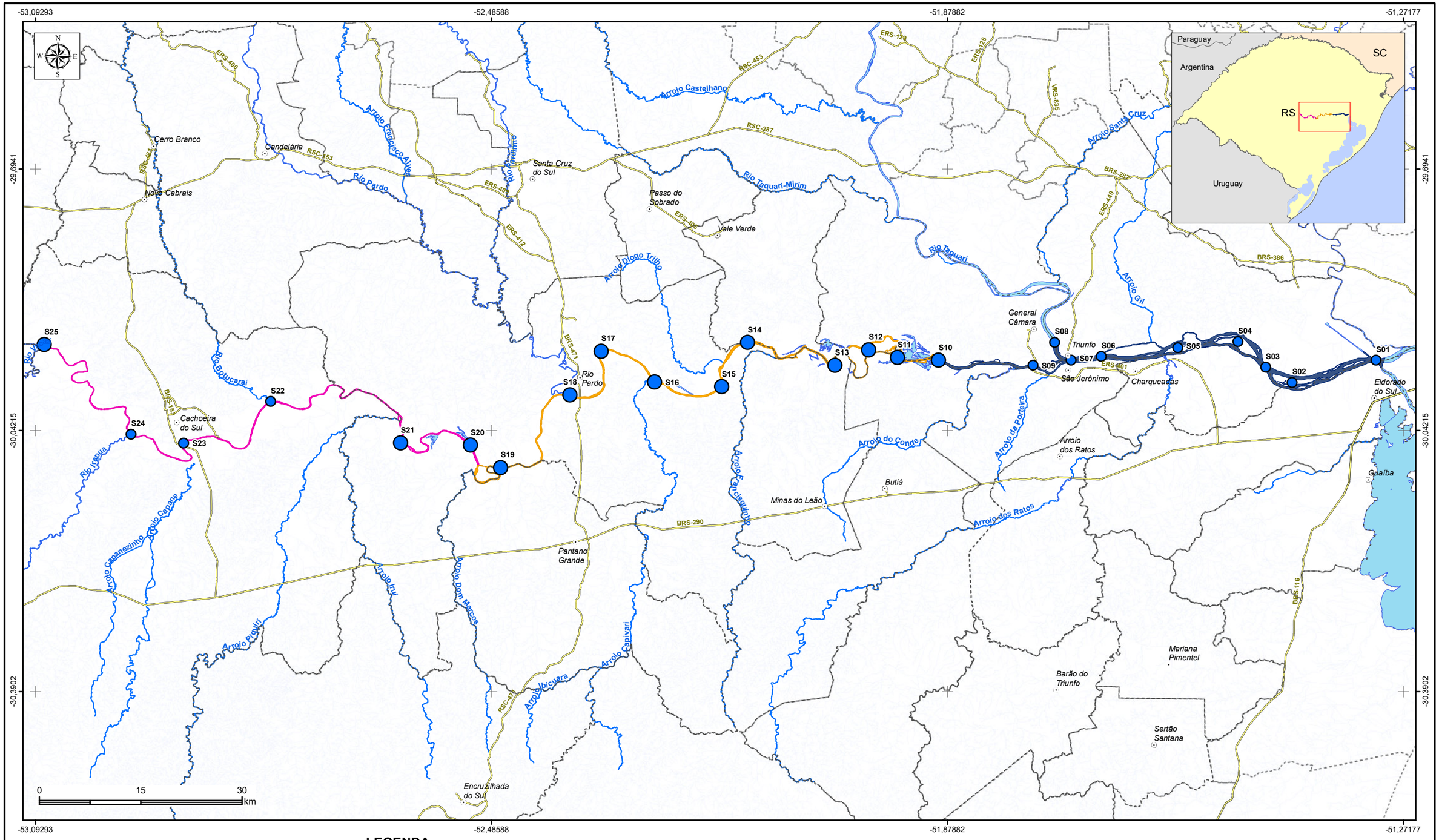
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: 1:550.000

Mapa 3.13 - Campanha de amostragem de água superficial Vazão de Cheia - Parâmetro: Turbidez

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Dados de qualidade da água: Profill, 2019



LEGENDA

- Sede municipal
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Turbidez (NTU)

- 6,9 - 20,0
- 20,1 - 40,0

Classes de Qualidade d´água CONAMA 357/05

- Classe 1

Elaboração

PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:550.000

Mapa 3.14 - Campanha de amostragem de água superficial
Vazão de Estiagem - Parâmetro: Turbidez

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Dados de qualidade da água: Profill, 2019

3.1.4.2 Análise dos pontos monitorados pela FEPAM

A análise dos dados provenientes do monitoramento da FEPAM contempla dados secundários de 03 estações: Cachoeira do Sul (85642010), Rio Pardo (85658000) e General Câmara (85930000), próximo aos limites do município de Triunfo, disponíveis no portal HIDROWEB da Agência Nacional de Águas (ANA), cujo detalhamento é apresentado no RT7. Os dados utilizados referem-se ao ano de 2019. Para a estação de General Câmara os dados foram apresentados no Relatório RT2, para os anos de 2017 e 2018, sendo analisados em conjunto com os dados de 2019. A localização dos pontos é apresentada na Tabela 3.4.

Tabela 3.4 –Localização dos pontos monitorados pela Fepam.

Estação	Nome da Estação	Município	Corpo Hídrico	Latitude	Longitude
85642010	Cachoeira do Sul	Cachoeira do Sul	Rio Jacuí	-30.01	53.0158
85658000	Rio Pardo	Rio Pardo	Rio Jacuí	-29.9389	-52.3189
85930000	General Câmara	General Câmara	Rio Jacuí	-29.9544	-51.7625

Fonte: Hidroweb ANA (2020)

De acordo com as informações disponíveis pode-se observar que o pH está dentro da faixa de classe 1 (6,0-9,0) de acordo com a Resolução CONAMA nº357/05. Da mesma forma, OD se mantém acima do limite da classe 1 (>6,0 mg/L) ao longo de todo período e trecho monitorado. Entretanto, consistentemente abaixo da saturação. A condutividade elétrica apresenta valores usuais para águas superficiais (<100 µmhos/cm) ao longo de todo o trecho, sem apresentar variações bruscas que poderiam indicar fontes de poluição relevantes.

A concentração de DBO é baixa (entre 1 e 2 mg/L), consistentemente abaixo dos limites da classe 1 (3,0 mg/L). A relação DBO:DQO também é baixa (10-20%) indicando baixa labilidade da matéria orgânica de origem alóctone produzida na bacia somada à elevada capacidade de diluição do Rio Jacuí.

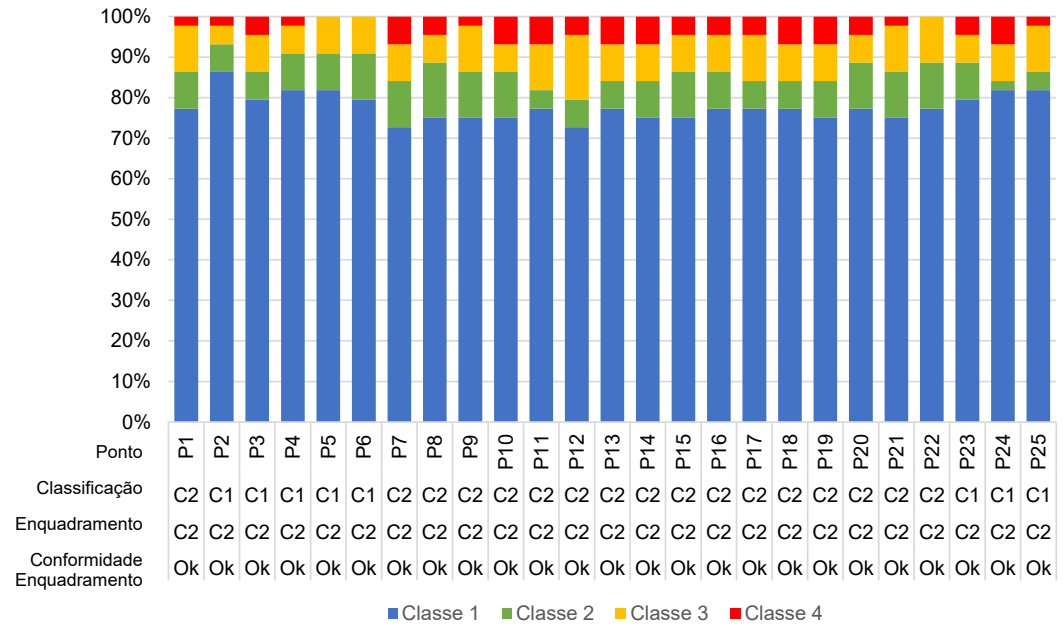
Nesse sentido, a concentração de Nitrogênio amoniacal, que pode ser um indicador de despejos de esgotos domésticos recentes, também é baixa (< 0,1 mg/L, classe 1), representando menos de 20% do NTK em média. Fósforo Total também apresenta valores dentro dos limites da classe 1 (0,10 mg/L) e alguns momentos levemente acima desse limiar (20% acima em uma única campanha na seção Triunfo). Para E.coli, na média, os valores ficam dentro do limite da classe 1 (200 NMP/100 ml). Mesmo considerando que esse indicador represente 80% dos coliformes termotolerantes, os dados disponíveis indicam baixa densidade de coliformes.

Portanto, de uma maneira geral, o trecho possui boa qualidade da água. Consistentemente as concentrações dos parâmetros monitorados ficam dentro dos limites da Classe 1 da Resolução CONAMA nº 357/2005. A elevada capacidade de diluição do manancial e ausência de fontes orgânicas relevantes explicam essa condição de qualidade da água.

3.1.4.3 Análise da Conformidade com o Enquadramento

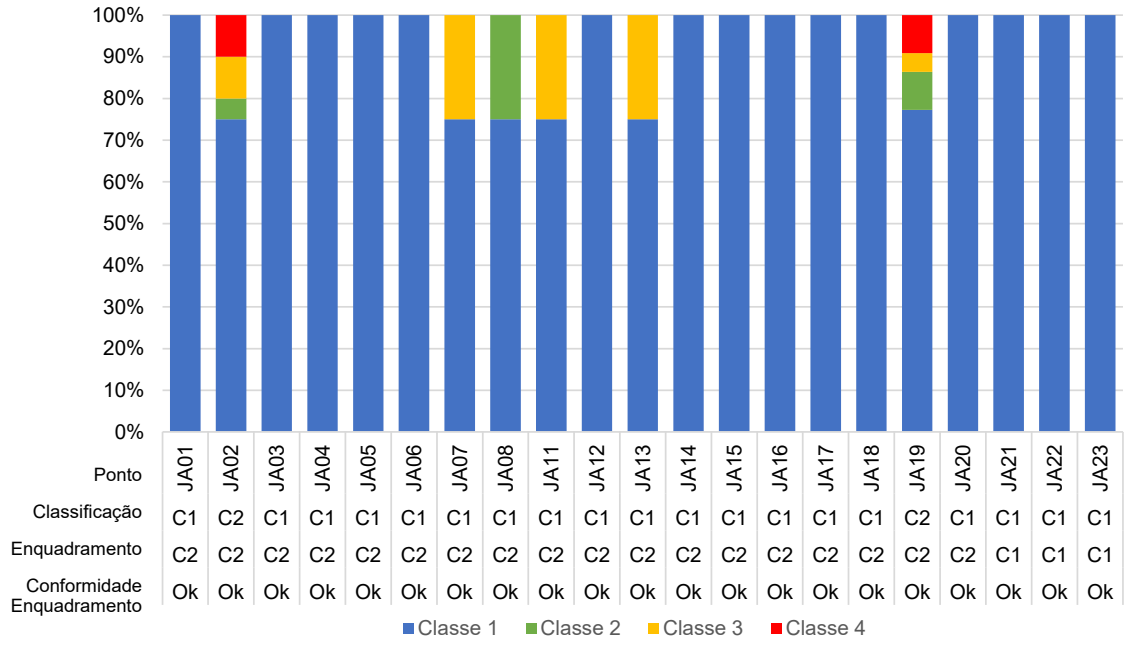
Complementarmente, os dados oriundos do Plano de Bacia do Baixo Jacuí e os dados levantados neste estudo de subsídio ao zoneamento, foram analisados de modo a verificar a classe equivalente ao enquadramento e a verificação da conformidade com o Enquadramento atual, definido pelo Comitê de Bacia e pelo Conselho de Recursos Hídricos, conforme estabelecido no Plano de Bacia. O critério para classificação do ponto, conforme usualmente feito pela FEPAM, foi o Percentil 80% dos parâmetros. O detalhamento deste estudo pode ser obtido no RT7.

As informações da análise são sintetizadas nas figuras a seguir, que apresentam a frequência de parâmetros nas classes, a classificação do ponto (percentil 80% dos parâmetros), o enquadramento atual, e a análise de conformidade, dos pontos monitorados ao longo do estudo de subsídio ao zoneamento (Figura 3.22) e nos pontos analisados no Plano de Bacia do Baixo Jacuí (Figura 3.23).



Nota:C1: Classe 1; C2: Classe 2; Ok: Condição atual de acordo com o Enquadramento.

Figura 3.22 – Frequência de parâmetros nas classes, classificação do ponto, enquadramento e análise de conformidade dos 25 pontos monitorados ao longo do estudo de subsídio ao zoneamento.



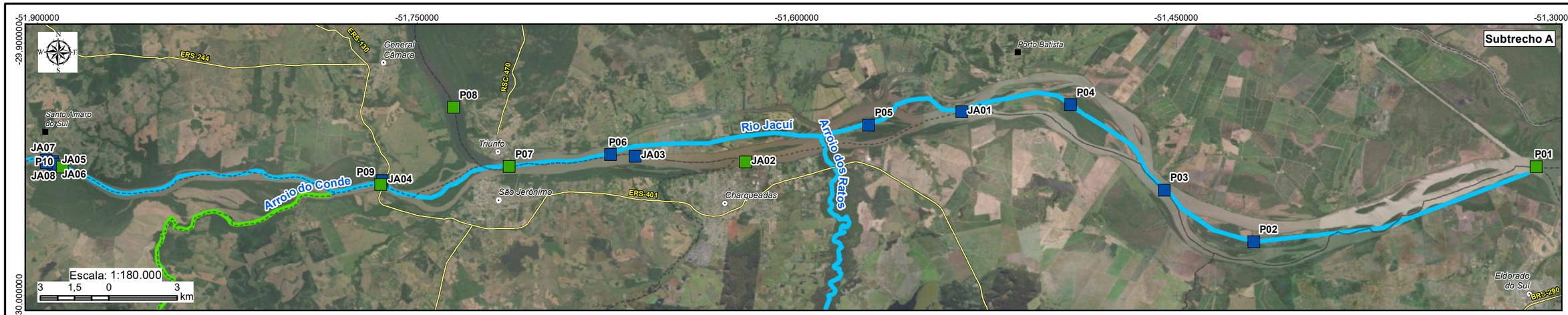
Nota:C1: Classe 1; C2: Classe 2; Ok: Condição atual de acordo com o Enquadramento.

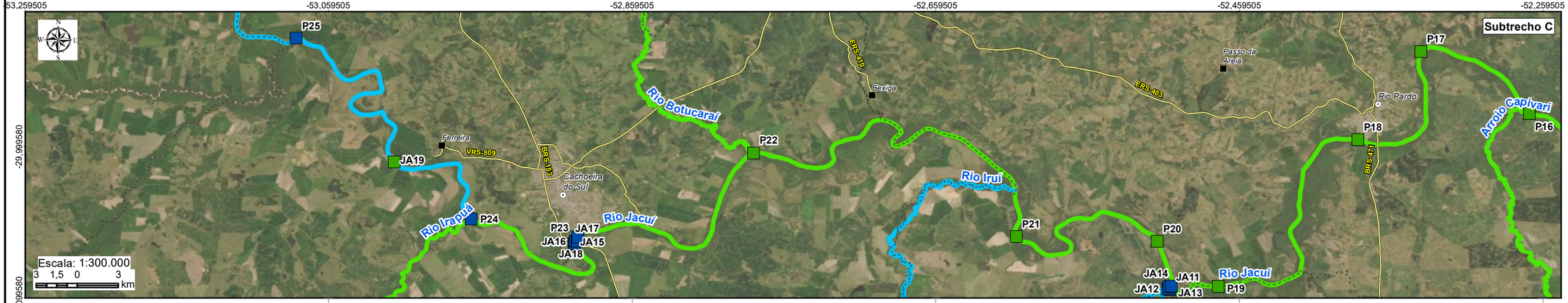
Figura 3.23 – Frequência de parâmetros nas classes, classificação do ponto, enquadramento e análise de conformidade dos pontos do Plano do Baixo Jacuí.

As figuras ilustram que, nos pontos em análise do Rio Jacuí, o Enquadramento é verificado, uma vez que a qualidade é compatível com a meta estabelecida. O “Ok” nas figuras evidencia que a classificação atual (percentil 80 dos parâmetros) está de acordo com o Enquadramento. Na Figura 3.22, observa-se que os pontos P2, P3, P4, P5, P6, P23, P24, P25 possuem qualidade compatível com a classe 1 (C1), e os demais pontos, com a classe 2 (C2), sendo o Enquadramento (C2) atendido em todos os pontos. Já nos pontos do Plano Baixo Jacuí (Figura 3.23), os pontos JA02 e JA19, possuem qualidade compatível com classe 2 (C2), e os demais, com a classe 1 (C1), atendendo, também o Enquadramento que varia entre as classes 1 e 2.

Além da comparação com a Metas do Enquadramento, verifica-se um comportamento bastante satisfatório dessa variável com águas classificadas como de boa qualidade em todos os pontos, sendo baixas as frequências (até 25%) nas classes 3 e 4.

O Mapa 3.15 ilustra os resultados obtidos para a qualidade das águas, onde se percebe que não há variação entre os pontos, todos atendendo ao Enquadramento.





LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Limite municipal

Classificação da qualidade da água conforme CONAMA 357

- Classe 1
- Classe 2

Classe de Enquadramento

- Classe 1
- Classe 2

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.15 – Pontos de Monitoramento de Qualidade das Águas Classificados conforme CONAMA 357, e Enquadramento do Rio Jacuí no trecho em estudo

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Qualidade da água: PROFILL (2020)
- Classe de Enquadramento: DRH/SEMA (2015)

3.1.4.4 Análise de parâmetros associados à atividade de mineração

Uma análise complementar relativa à qualidade das águas foi realizada, considerando as variáveis relacionadas à atividade de mineração, de modo a verificar se o caráter de pouca variação e boa qualidade da água se mantém neste contexto. Ao mesmo tempo, esta análise possibilita a verificação dos impactos da mineração na qualidade da água do Rio Jacuí. Assim, foram analisados exclusivamente os parâmetros relacionados com a atividade de mineração da areia (Cor, turbidez e Sólidos Totais) para as seguintes fontes de dados: campanhas de diagnóstico realizadas em 25 seção para as condições de estiagem e cheia e dados oriundos da rede de monitoramento da FEPAM.

Quanto a Cor, os dados avaliados correspondem àqueles obtidos nas campanhas de diagnóstico (Figura 3.24), onde verifica-se uma variação de 14,50 UC (Ponto 21) a 78,90 UC (Ponto 13) com média de 37,86 UC na campanha 1, e na campanha 2 a variação associada as seções de avaliação foi de 12,20 UC (Ponto 07) a 392,00 UC (Ponto 11) com média de 112,61 UC, concentrando os maiores valores entre a sede urbana de Rio Pardo e a ponte da RS-401 nas imediações de São Jerônimo/Triunfo – a partir deste ponto, apresentam forte redução junto a contribuição do rio Taquari (ponto 7 e 8), passando a um comportamento de elevação em direção ao Lago Guaíba. Este comportamento de forma geral, foi verificado em ambas as campanhas, ainda que com diferentes ordens de grandeza, por conta da sazonalidade dos períodos de coleta (seca/cheia).

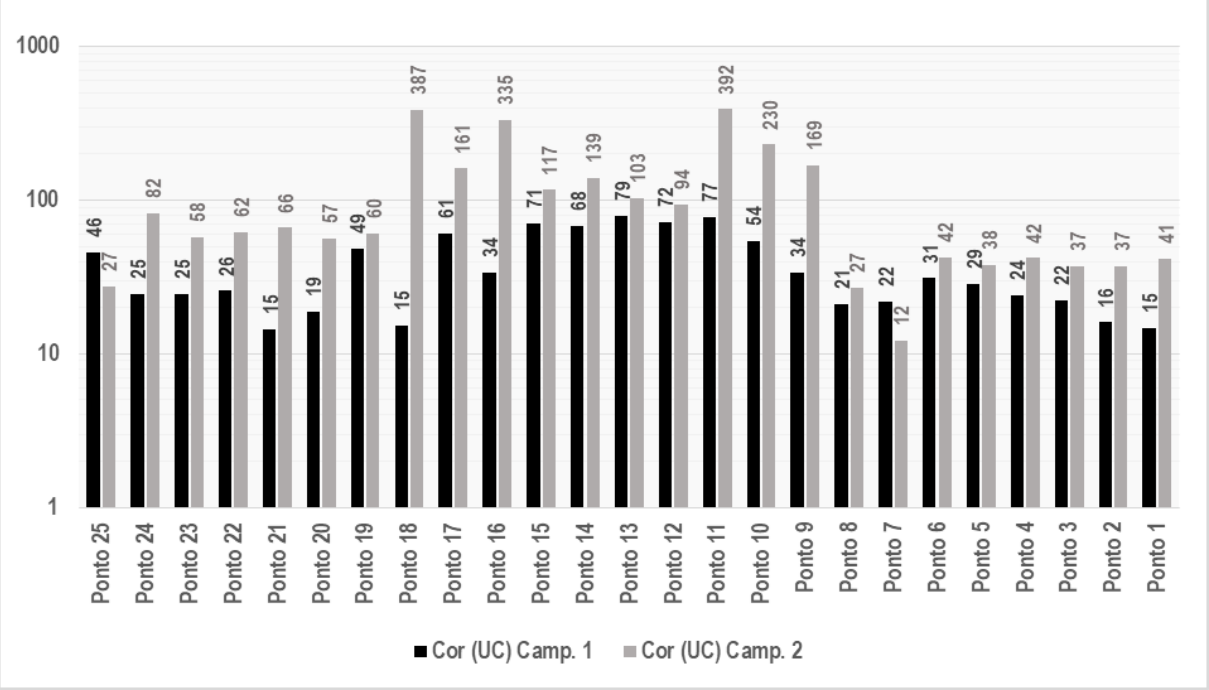


Figura 3.24 – Espacialização da variação dos teores de Cor nas campanhas de diagnóstico.

Quanto à turbidez da água, os dados obtidos nas campanhas de diagnóstico (Figura 3.25) indicam na campanha 1 uma variação de 6,94 NTU (Ponto 06) a 36,00 NTU (Ponto 14) com média de 20,61 NTU, e na campanha 2 uma variação de 31,20 NTU a 114,00 NTU (Ponto 24) associado a uma média de 70,06 NTU – de forma geral, espacialmente e temporalmente, os dados apresentam comportamento semelhante, verificando-se uma tendência de incremento dos valores de montante para jusante, até as seções 10 (jusante da Barragem Amarópolis) e 09 (montante da contribuição do rio Taquari), queda dos teores após contribuição do Rio Taquari, passando a apresentar elevação sustentada dos teores até o Lago Guaíba, ainda que com diferentes ordens de grandeza, por conta da sazonalidade dos períodos (seca/cheia). Na campanha de seca ou de baixa vazão a classe 1 (<40 NTU) é atendida ao longo de todo o trecho. Por outro lado, no período de chuvas a turbidez é elevada para a condição de classe 2.

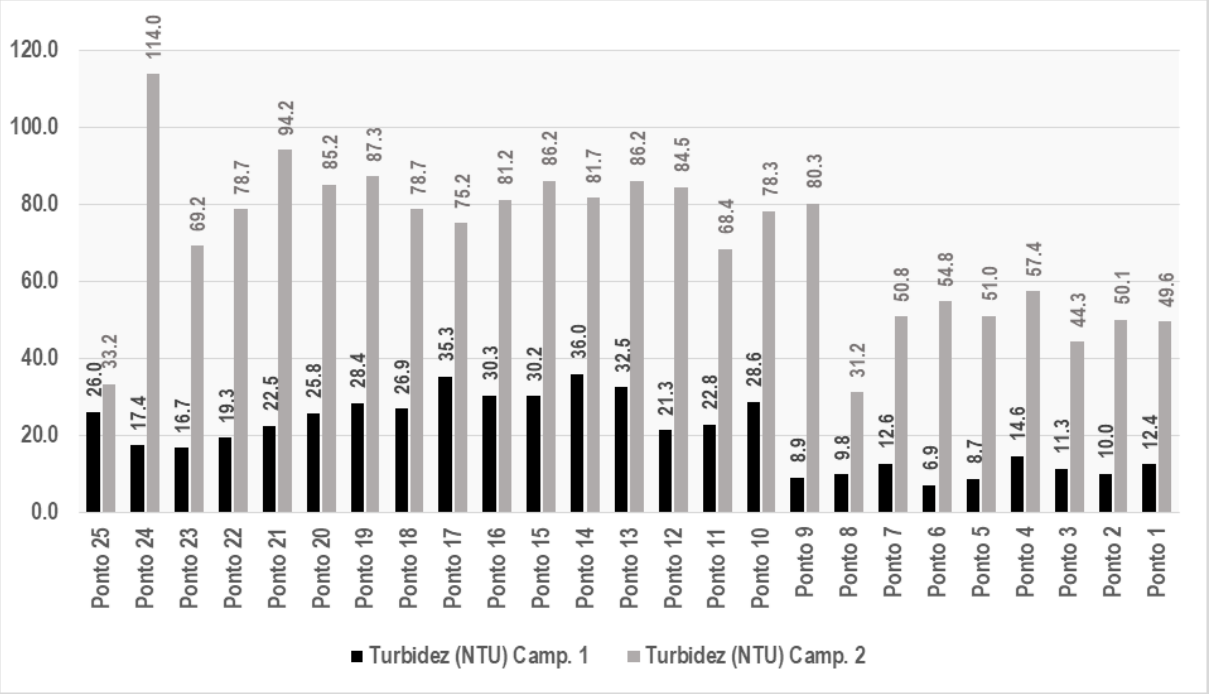


Figura 3.25 – Espacialização da variação dos teores de Turbidez nas campanhas 1 e 2 de diagnóstico.

Quanto aos Sólidos Totais (ST), na campanha 1 de diagnóstico (Figura 3.26) verificou-se uma variação de 35,0 mg/L (Ponto 04) a 121,0 mg/L (Ponto 25) com média de 78,92 mg/L, enquanto que na campanha 2, os teores de sólidos totais apresentaram valores variando de 75,0 mg/L (Ponto 25) a 143,0 mg/L (Ponto 24) com média de 117,44 mg/L, constituindo-se, de forma geral, em valores mais elevados em relação a campanha 1. De forma geral os teores de ST apresentam comportamento semelhante ao observado para de turbidez e cor, quanto a sazonalidade.

Nesse caso a variação espacial é mais pronunciada na situação de baixa vazão, enquanto na campanha de cheia, como esperado, uma maior homogeneidade foi observada. Verifica-se, portanto, novamente um incremento de sólidos no trecho médio (entre a confluência do Rio Pardo e a confluência do Rio Taquari), seguido de uma queda na concentração e novamente uma ascensão em direção ao final do trecho monitorado. Para esse parâmetro destacam-se também as concentrações mais elevadas no início do trecho monitorado na condição de baixa vazão.

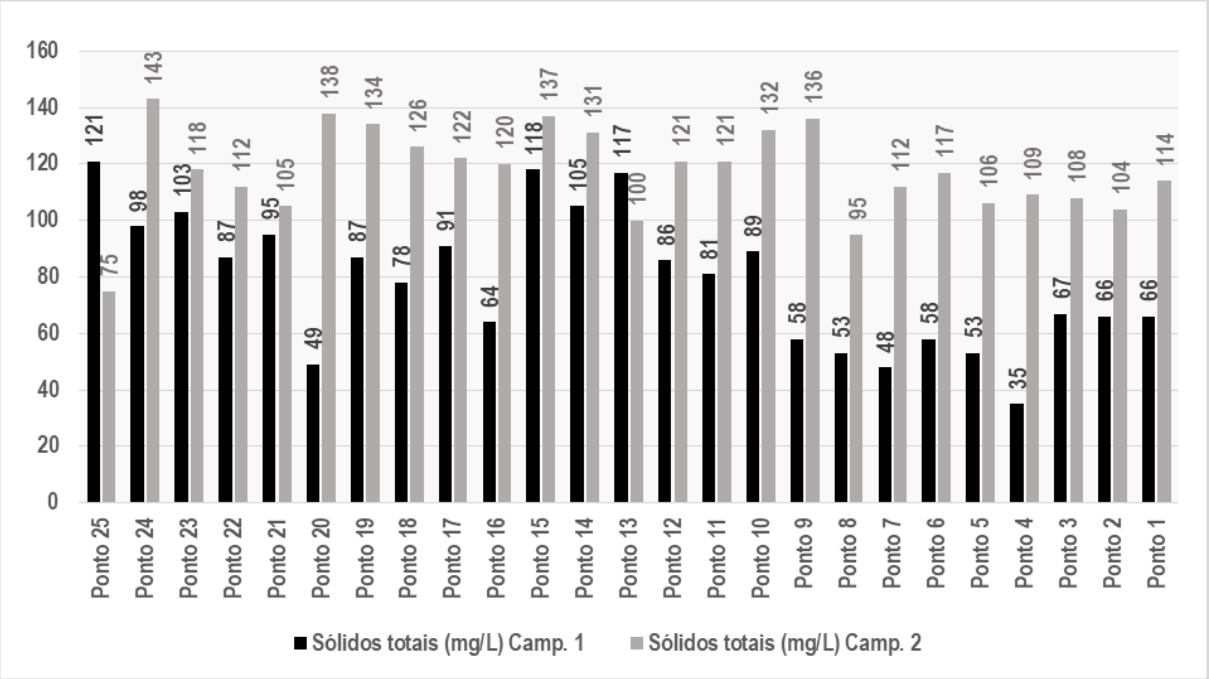
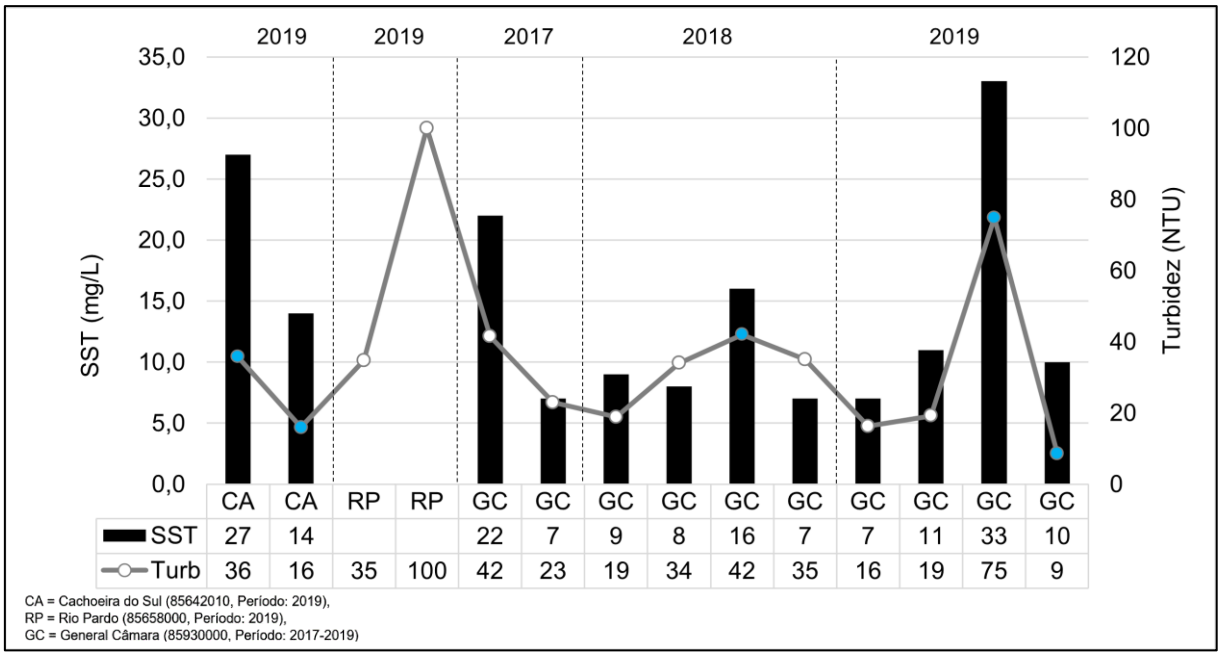


Figura 3.26 – Espacialização da variação dos teores de Sólidos totais nas campanhas 1 e 2 de diagnóstico.

O comportamento sazonal evidenciado nos dados obtidos no presente estudo é também verificado nos dados de turbidez da rede da FEPAM (Figura 3.27) ao longo do trecho de interesse ao estudo, notadamente junto à estação General Câmara (cod. 85930000), onde os dados coletados nos meses de julho e outubro se destacam, de forma geral, frente aqueles registrados em janeiro e abril, associados a menores vazões, consequentemente de menor carga de sedimentos. Em razão da correlação entre Turb x SST, o mesmo comportamento também é verificado nos dados de sólidos suspensos totais da rede da FEPAM. Vale destacar que nesse caso foi adotado sólidos suspensos.

Para Turbidez os dados amostrais variam entre classe 1 e 2. Para sólidos suspensos, com base na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N.º 01/08, a classe 1 é atendida amplamente nas seções amostrais da FEPAM.



	CA	CA	RP	RP	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC
SST	27	14			22	7	9	8	16	7	7	11	33	10
Turb	36	16	35	100	42	23	19	34	42	35	16	19	75	9

Figura 3.27 – SST e Turbidez – Estações FEPAM.

Vale ressaltar que a análise de cor, turbidez e sólidos numa condição de cheia ou estação chuvosa fica de certa forma comprometida já que o transporte de sedimentos é relevante nesse período. A condição de cheia tende a homogeneizar o trecho, dificultando a relação causa-efeito com a atividade mineradora. Esse cenário pode ser constatado através da comparação das campanhas amostrais realizadas neste contrato. Foi clara a diferença sazonal (baixa e alta vazão) para esses parâmetros, bem como a homogeneidade das concentrações ao longo do trecho na condição de cheia.

A análise espacial também não é simples para a condição de estiagem ou de baixa vazão, pois dispõe-se de apenas uma campanha. Entretanto, os dados para essa condição considerando as 25 seções amostrais mostraram resultados interessantes quando a variabilidade espacial.

Na análise espacial para a condição de baixa vazão, portanto, verifica-se uma tendência desses parâmetros serem mais elevados no trecho médio (entre os pontos 20 e 9), entre a confluência com o Rio Pardo e a confluência com o Rio Taquari. Na confluência com o Rio Taquari nota-se redução em resposta ao aporte de água deste manancial, passando a apresentar elevação sustentada até o Lago Guaíba – no período de chuvas o comportamento se mantém, mas com teores mais elevados e mais homogêneos. Estes dados podem refletir somente a influência das bacias de contribuição no curso hídrico em destaque. Por outro lado, a atividade mineradora pode estar contribuindo para essa variabilidade espacial constatada sobretudo na situação de vazão baixa.

Sendo assim, recomenda-se, caso necessário, a realização de análises complementares com base em imagens de satélite, que permitem avaliar a concentrações de sólidos em suspensão, por meio da reflectância da luz na superfície da água com base em equações de regressão, conforme a metodologia descrita por Fagundes et al (2019). Essa análise permite avaliar a variação espacial da concentração de sólidos, que pode ser relacionada à atividade de mineração de areia no Rio Jacuí, em dias específicos, como por exemplo, quando da operação de dragagem no trecho.

3.1.5 Caracterização da rede hidrográfica

Conforme a Divisão Hidrográfica do Estado do Rio Grande do Sul, estabelecida pelo Decreto Estadual nº 53.885 (16 de janeiro de 2018), o Rio Jacuí abrange mais de uma Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos, que também se constituem em Bacias Hidrográficas.

De acordo com a Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), a **bacia hidrográfica do Baixo Jacuí** está inserida na Região Hidrográfica do Guaíba, sendo a rede de drenagem que forma a bacia hidrográfica subdividida em cinco unidades de planejamento do Sistema Estadual de Recursos Hídricos listadas a seguir com seus respectivos códigos: Taquari-Antas (G040); Vacacaí – Vacacaí-Mirim (G060); Baixo Jacuí (G070); Alto Jacuí (G050); Pardo (G090).

A **bacia hidrográfica do Taquari-Antas (G040)** corresponde ao principal afluente da margem esquerda do Rio Jacuí, sendo descrita por RS (2011), como sendo composta total ou parcialmente por 119 municípios, os quais abrangem 26.415,45 km², área correspondente a 9,38% da área territorial do Rio Grande do Sul.

A **bacia hidrográfica dos rios Vacacaí – Vacacaí Mirim (G060),** notadamente o Rio Vacacaí, corresponde ao principal afluente da margem direita do Rio Jacuí, e, conforme informado pela Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), ainda não possui o plano de recursos hídricos. A área dessa unidade de planejamento e gestão compreende parcial ou totalmente 14 municípios e contempla 11.077,34 km², representando 3,93% da área territorial do Rio Grande do Sul.

Segundo RS (2005), a **bacia hidrográfica do Rio Pardo (G090)** corresponde a outro importante contribuinte da margem esquerda do Rio Jacuí, com área de drenagem correspondente a 3.636,79 km², distribuída entre 13 municípios, o que representa 1,29% da área do Rio Grande do Sul.

Finalmente, as áreas de contribuição direta ao Rio Jacuí configuram duas unidades de planejamento e gestão (conforme o Decreto anteriormente citado): o Alto Jacuí (G050) e o Baixo Jacuí (G070). A **bacia hidrográfica do Alto Jacuí (G050)** representa a contribuição de montante ao baixo Rio Jacuí (RS, 2012), abrangendo total ou parcialmente 41 municípios em uma área de 13.070,06 km², o que representa 4,64% do território gaúcho. Já a **bacia hidrográfica do Baixo Jacuí (G070)** contempla 40 municípios, os quais abrangem 17.332,9 km², equivalentes a 6,15% da área territorial do Rio Grande do Sul (RS, 2014).

A área de estudo deste trabalho, denominada como **"médio e baixo curso do Rio Jacuí**" se estende às seguintes bacias hidrográficas: Baixo Jacuí (G070), Vacacaí-Vacacaí Mirim (G060), Rio Pardo (G090) e Taquari - Antas(G040). No entanto, entende-se como válida a apresentação da área das bacias contribuintes do Rio Jacuí, uma vez que a hidrografia do trecho de interesse, Médio e Baixo Jacuí, reflete os efeitos do escoamento que vem dos cursos de água situados nas partes altas da bacia hidrográfica.

O Mapa 3.16 apresenta a hidrografia das bacias contribuintes do Rio Jacuí, descritas anteriormente, com indicação dos principais formadores. Este mapa foi elaborado a partir do modelo hidrológico SWAT, tendo como base o modelo digital de elevação para o estado do Rio Grande do Sul fornecido por Weber *et al.* (2004).

LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rodovia
- Sub-bacias afluentes (Unidades de Planejamento)
- Bacia do Baixo Jacuí
- Limite municipal

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: 1:1.400.000

Mapa 3.16 – Hidrografia da bacia hidrográfica do Rio Jacuí, com indicação das principais sub-bacias de formadoras

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Sub-bacias e bacia: DRH/SEMA (2015)

3.1.5.1 Parâmetros morfométricos referentes à análise da rede hidrográfica da Região Hidrográfica do Lago Guaíba

A análise morfométrica de bacias hidrográficas permite a identificação de suas características gerais (SOARES E SOUZA, 2012), sendo importantes para o entendimento da transformação da chuva em escoamento superficial. A Tabela 3.5 apresenta a descrição e significado dos índices morfométricos (adaptado de Villela e Mattos, 1975).

Tabela 3.5 – Descrição e significado dos índices morfométricos.

Índices morfométricos	Descrição	Equação
Coeficiente de compacidade (Kc):	O Coeficiente de Compacidade (Kc) relaciona a forma da bacia com um círculo. É um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente de seu tamanho, sendo que quanto maior a irregularidade da bacia, maior será o coeficiente de compacidade. O coeficiente de compacidade igual a unidade corresponde a uma bacia circular, com maior tendência a ocorrência de cheias. Ao passo que o valor se afasta da unidade, a indicação da ocorrência de cheias é reduzida.	$c = 0{,}28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$ Onde: Kc = Coeficiente de compacidade, adimensional; P = Perímetro da bacia em km; A = Área da bacia em km².
Fator de forma (Ff)	O Fator de forma (Ff) relaciona a forma da bacia com um retângulo (ou um quadrado), correlacionando a razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia da foz até o ponto mais distante do espigão. Uma bacia com fator de forma baixo (retangular) é menos suscetível a enchentes, enquanto valores próximos a unidade (bacia quadrada) indicam maior propensão a cheias.	$Ff = \frac{A}{L^2}$ Onde: Ff = Fator de forma, adimensional; A = Área da bacia em km²; L = comprimento axial da bacia em km.
Índice de Sinuosidade (Is)	O Índice de Sinuosidade (Is) **r**epresenta a relação entre o comprimento do canal principal e a distância vetorial do canal principal (medida em linha reta), expressando a capacidade do curso d'água de desenvolver o escoamento em maiores velocidades. Quanto maior a sinuosidade (mais curvas, e consequentemente maior comprimento), maior será a dificuldade de se atingir o exutório do canal, portanto, a velocidade de escoamento será menor. Canais menos sinuosos (mais retos) terão maior facilidade ao escoamento e maiores velocidades. Valores de Is próximos a 1 indicam canais retilíneos, valores de Is superiores a 2 indicam canais sinuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais.	$Is = \frac{Lc}{Lv}$ Onde: Is = Índice de sinuosidade, adimensional; Lc = comprimento do canal principal em km; Lv = comprimento vetorial do canal principal em km.

Fonte: adaptado de Villela e Mattos (1975)

Na Tabela 3.6 são apresentados parâmetros morfométricos para as bacias hidrográficas no Rio Jacuí, com as informações obtidas na geração da drenagem pelo modelo hidrológico SWAT.

Tabela 3.6 – Parâmetros morfométricos para as bacias hidrográficas do Rio Jacuí.

Bacias hidrográficas	Taquari-Antas (G040)	Alto Jacuí (G050)	Vacacaí (G060)	Baixo Jacuí (G070)	Pardo (G090)
Área (km²)	26368,60	13069,33	11127,04	17414,89	3640,20
Perímetro (km)	1112,09	641,50	599,74	1065,80	356,03
Comprimento do canal principal (km)	512,12	221,06	219,04	361,36	134,28
Comprimento do eixo (km)	157,12	124,54	138,81	198,24	86,68
Cota máxima (m)	1293,00	773,00	463,00	617,00	733,00
Cota mínima (m)	1,00	75,00	19,00	1,00	6,00
Amplitude altimétrica (m)	1.292,00	698	444	616	727
Coeficiente de compacidade	1,93	1,58	1,6	2,28	1,66
Fator de forma	1,07	0,84	0,58	0,44	0,48
Índice de Sinuosidade	3,26	1,78	1,58	1,82	1,55

Em função do uso do modelo SWAT para geração das informações apresentadas, observam-se algumas diferenças nas áreas estimadas em cada unidade de planejamento da região de estudo, que compreende o conjunto das bacias afluentes ao Baixo Jacuí, em relação aos dados oficiais. Ainda que as diferenças sejam quase insignificantes (inferiores a 1% em todos os casos): a área obtida foi 0,18% inferior no Taquari-Antas; 1% inferior no Alto Jacuí; 0,45% superior na bacia do Vacacaí – Vacacaí Mirim; 0,47% superior na bacia hidrográfica do Baixo Jacuí; e 0,09% superior na bacia hidrográfica do rio Pardo.

Os valores de sinuosidade encontrados e apresentados acima, são superiores ao valor de 1,5 em todas as bacias hidrográficas, indicando que os canais apresentam a formação de meandros, com destaque para o Taquari-Antas, com valor superior a 3, indicando canais sinuosos.

Quanto ao Fator de Forma, conforme explica Ferreira *et al.* (2010), ao comparar bacias de tamanhos equivalentes, a bacia hidrográfica do Alto Jacuí é mais propensa a enchentes em relação às bacias hidrográficas do Baixo Jacuí e do Vacacaí, por ter valor mais alto (mais próximo a unidade). A Bacia do Taquari-Antas, também apresenta valor próximo a 1, ainda que tenha dimensão superior às demais aqui analisadas.

Finalmente, o Coeficiente de Compacidade, percebe-se que todas as bacias têm valores distantes da unidade, sendo o Alto Jacuí o menor valor observado, indicando maior propensão a cheias.

3.1.5.2 Conceitos associados à evolução dos cursos de água, hipsometria e transporte de sedimentos

Dada a importância do conhecimento de fatores formadores das bacias hidrográficas, além da formação e do transporte de sedimentos para o trabalho em pauta, este item resume os conceitos e informações de maior relevância, como hipsometria (variação de altitude na área de estudo), erosão e transporte de sedimentos em uma bacia hidrográfica.

Em uma bacia hidrográfica, a rede de drenagem é composta por um canal principal e todos os seus tributários, os quais drenam a água dos pontos de maior altitude para os de menor altitude. No caso do Rio Jacuí, os cursos de água que formam a hidrografia apresentam-se divididos em três partes, nomeadamente: curso superior; curso médio; e curso inferior.

No curso superior (zonas de maior altitude), normalmente predomina o transporte seixo e cascalho, no curso médio (zonas de altitude média) passa a predominar o transporte de areia e no trecho inferior (zonas de altitude baixa) predomina o silte e a argila. Tais características são percebidas em bacias hidrográficas naturais sem intervenção humana nos cursos de água.

A área da bacia hidrográfica que não está contida na rede de drenagem composta pelos rios, é conhecida como interflúvios ou vertentes. Os interflúvios ou vertentes são descritos por Paz (2004) como áreas nas quais ocorrem a captação da precipitação e consequente produção de sedimentos. Por sua vez, a rede de drenagem responde pelo caminho preferencial de transporte de água e sedimentos, e as planícies aluviais, ou várzeas, conforme explica Paz (2004), respondem por pontos marginais à calha do rio, principalmente nas áreas baixas da bacia hidrográfica, sendo uma área que funciona estocando e produzindo sedimentos para o rio. Em períodos de estiagem, ao ocorrer alguma precipitação, essas áreas produzem sedimentos para o rio, enquanto em períodos de cheia, quando o escoamento ultrapassa a calha principal do rio e passa a escoar sobre a planície, observa-se a deposição de sedimentos nessas zonas, devido a menores velocidades nessa região com profundidades menores e obstáculos ao escoamento.

Naturalmente, são observadas deformações na hidrografia de uma bacia hidrográfica, podendo ser de curta duração (minutos) a longa duração (anos). Em termos de curta duração pode-se citar erosão localizada nas margens côncavas dos rios e deposição nas margens convexas. Já se tratando de longa duração, verifica-se a migração de meandros e assoreamento da planície.

Nesse sentido, verifica-se que os fenômenos responsáveis pela auto deformação dos canais fluviais são os processos de erosão e depósito, o que impacta diretamente na largura do rio, cota de fundo e rugosidade.

A Figura 3.28 apresenta a curva hipsométrica do Rio Jacuí, no qual se verifica o relevo em relação ao percentual acumulado da área referente a cada cota. Observa-se elevação mínima de 1 m, elevação máxima de 1.293 m, e a elevação média de 633 m.

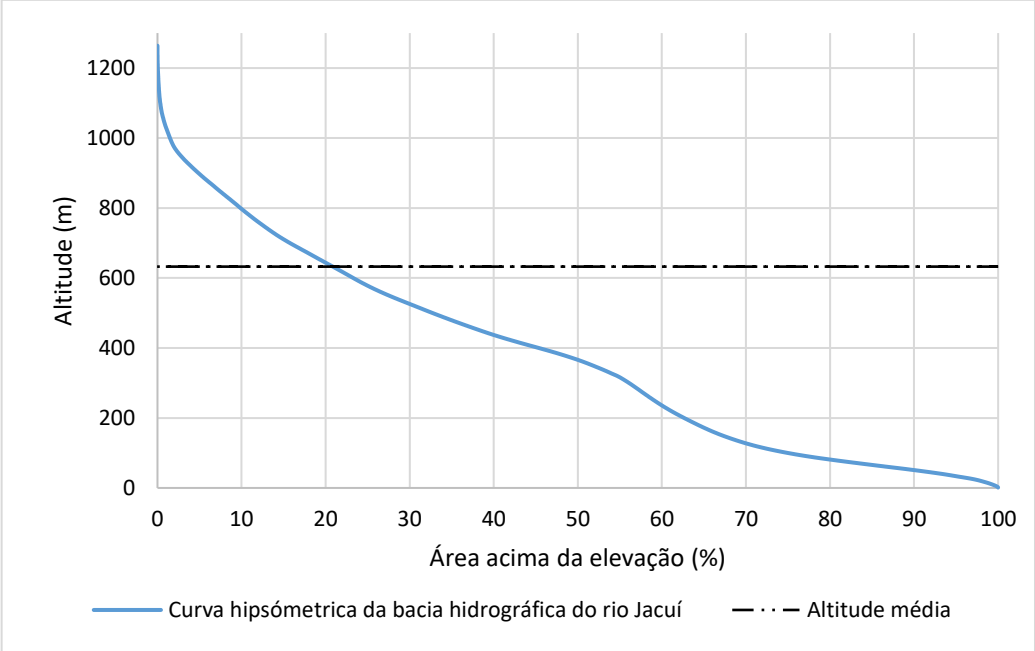
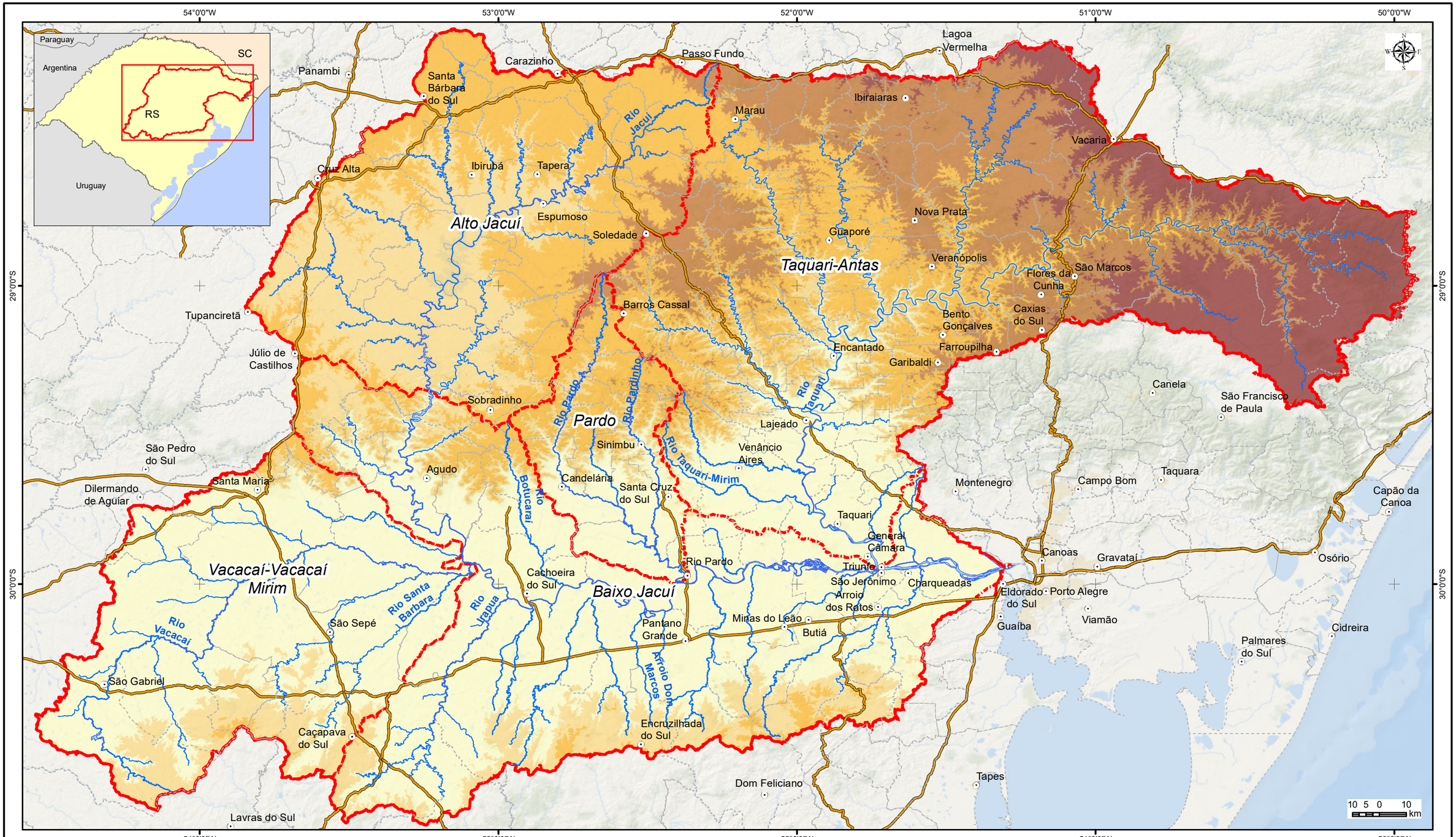


Figura 3.28 – Curva hipsométrica do Rio Jacuí.

O Mapa 3.17 apresenta a hipsometria das bacias contribuintes do Rio Jacuí, considerando cinco classes de altitude, espaçadas a cada 211 m.



LEGENDA

- Sede municipal
- Hidrografia
- Rodovia
- Sub-bacias afluentes (Unidades de Planejamento)
- Bacia do Baixo Jacuí
- Limite municipal

Elevação (m)

- 1 - 211
- 211,1 - 422
- 422,1 - 633
- 633,1 - 844
- 844,1 - 1.293

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: 1:1.400.000

Mapa 3.17 – Mapa hipsométrico das bacias contribuintes do rio Jacuí, com indicação dos formadores

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Sub-bacias e bacia: DRH/SEMA (2015)
- Elevação: SRTM

- **Erosão dos solos e modificações nos leitos dos rios**

A erosão dos solos é um dos fatores associados à formação das bacias hidrográficas e ao transporte de sólidos na rede de drenagem. A erosão compreende ao desprendimento de partículas do solo, das rochas ou dos sedimentos, do seu local original por meio da ação da água ou de outro agente de intemperismo, podendo ser potencializada pela ação do homem sobre o ambiente. Os processos erosivos ocorrem em razão do clima, do solo, do relevo, da cobertura vegetal e do uso da terra, sendo que os sedimentos que foram desprendidos e transportados serão depositados em zonas favoráveis a tal deposição, sejam nos pés das vertentes, nos vales ou nos leitos dos rios.

Na observação dos cursos de água, verifica-se que o nível do manancial apresenta variações ao longo do tempo. A variação do nível do rio faz com que ele ocupe determinadas áreas da calha natural, as quais são conhecidas como leito menor, leito médio e leito maior. No Rio Jacuí, em seu curso médio, foram monitoradas 25 seções de referência, as quais apresentaram largura da seção transversal conforme elencado na Tabela 3.7.

Tabela 3.7 - Seções monitoradas e suas respectivas larguras da seção transversal.

Seção de Referência	Largura (m)	Seção	Largura (m)
PTS-S1	1.056,44	**PTS-S12**	344,55
PTS-S2 ME	850,66	**PTS-S13**	566,15
PTS-S2 MD	838,49	**PTS-S14**	568,75
PTS-S3	1.137,15	**PTS-S15**	782,76
PTS-S4 ME	555,07	**PTS-S16**	613,09
PTS-S4 MD	868,17	**PTS-S17**	487,69
PTS-S5 ME	1.168,06	**PTS-S18**	563,14
PTS-S5 MD	686,86	**PTS-S19**	391,82
PTS-S6	1.222,02	**PTS-S20**	564,05
PTS-S7	827,96	**PTS-S21**	437,08
PTS-S8	1.017,91	**PTS-S22**	353,90
PTS-S9	731,25	**PTS-S23**	557,79
PTS-S10	768,28	**PTS-S24**	413,60
PTS-S11	597,81	**PTS-S25**	447,86

A localização das seções de referência e a hidrografia disponibilizada pela FEPAM (2019) na base cartográfica para o Rio Grande do Sul estão apresentadas no Mapa 3.18.

-53,69999 -53,09293 -52,48588 -51,87882 -51,27177

-29,34605 -29,6941 -30,04215 -30,3902 -30,73825

Júlio de Castilhos
Estrela Velha
Pinhal Grande
Ibarama
Sobradinho
Lagoa Bonita do Sul
Passa Sete
Nova Palma
São Martinho da Serra
Ivorá
Faxinal do Soturno
Itaara
São João do Polêsine
Silveira Martins
Dona Francisca
Agudo
Cerro Branco
Candelária
Paraíso do Sul
Novo Cabrais
Restinga Seca
Santa Cruz do Sul
Passo do Sobrado
Vale Verde
Rio Pardo
Rio Taquari
Montenegro
General Câmara
Triunfo
São Jerônimo
Charqueadas
Eldorado do Sul
Porto Alegre
Arroio dos Ratos
Guaíba
Butiá
Minas do Leão
Pantano Grande
Mariana Pimentel
Barão do Triunfo
Sertão Santana
Cerro Grande do Sul
Encruzilhada do Sul
Dom Feliciano
Cacapava do Sul
Santana da Boa Vista
Rio Vacacaí
Cachoeira do Sul

S1 S2 S3 S4 S5 S6 S7 S8 S9 S10 S11 S12 S13 S14 S15 S16 S17 S18 S19 S20 S21 S22 S23 S24 S25

Paraguay
Argentina
Uruguay
SC
RS

10 5 0 10 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Seções monitoradas
- Rios principais
- Limite municipal
- Limite Bacia do Baixo Jacuí

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: 1:900.000

Mapa 3.18 – Hidrografia do Baixo Jacuí, com base nos dados da FEPAM (2019), indicando as seções monitoradas

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Seções monitoradas: Profill (2019)

- **Deformações da seção transversal**

Com o escoamento ao longo da seção transversal de um rio, verifica-se o surgimento de deformações que ocorrem no fundo ou nas margens do rio ao longo do tempo. No fundo do rio o processo erosivo consiste na perda de solo, principalmente pela capacidade de transporte ser maior que a de sedimentação. Por sua vez, a sedimentação no fundo do rio ocorre quando a capacidade de transporte é menor que a de sedimentação. Nas margens pode ocorrer a construção, devido ao aporte de sedimentos oriundos de pontos a montante da bacia hidrográfica, ou a erosão destas margens, devido à energia da água ser maior que a do solo em resistir ao escoamento.

A construção das margens é favorecida em zonas de águas paradas, pois favorecem o depósito nas margens, uma vez que o escoamento superficial contém material em suspensão em zonas de baixa velocidade e apresenta profundidades baixas, favorecendo assim o depósito de sedimentos. Por sua vez, a erosão das margens tende a ocorrer quando a tensão de cisalhamento provocada pelo escoamento é maior que a força de resistência do solo.

Os seguintes fatores contribuem com as deformações da seção transversal: Coesão do terreno; Vegetação; Variação do nível de água; Sedimentação maior que a capacidade de transporte, que é quando ocorre a formação de depósitos que favorecem a ação erosiva nas margens; Sedimentação menor que a capacidade de transporte, quando erosões de fundo causam desabamento das margens e o talude perde a condição de equilíbrio.

Observa-se, assim, um conjunto de fatores que contribuem com deformações na seção transversal de um manancial. Nesse sentido, qualquer atividade humana – a exemplo da dragagem de areia, da implantação de barramentos, da construção de pilares para pontes, entre outros – que modifique as características naturais de um corpo hídrico tende a provocar efeitos no que diz respeito à erosão e à deposição de sedimentos na calha do corpo hídrico.

3.1.6 Medição de vazão, sedimentos em suspensão e sedimentos em arraste

A fim de obter subsídios ao zoneamento, foram realizadas duas campanhas para medição de vazão e sedimentos em suspensão e arraste nas 25 seções do estudo, sendo a primeira detalhada no RT3 – Levantamento de dados primários e a segunda no RT6 – Diagnóstico Preliminar, onde podem ser obtidos os dados detalhados para as duas campanhas.

A **medição de vazão** em hidrometria pode ser entendida como todo processo utilizado para determinar o volume escoado em determinado tempo em uma seção de controle. Normalmente, se tratando de medição de vazão em rios, o volume é dado em metro cúbico (m^3) e o tempo em segundos (s). Dentre as técnicas frequentemente adotadas na medição de vazão, destacam-se a medição da velocidade da água com molinete hidrométrico e o método acústico. Em ambos os métodos, a determinação da vazão é obtida através da multiplicação entre a área da seção transversal e a velocidade do escoamento. A diferença entre eles consiste na forma de determinação dos referidos parâmetros.

O equipamento utilizado para a medição de vazão na primeira campanha foi o *Acoustic Doppler current profiler* (ADCP) da Sontek® modelo 500 Mhz. Na segunda, utilizou-se o ADCP River PRO de 1200 kHz da empresa RDI, alocado em um trimarã, sendo os dados processados no Software WinRiverII.

Além dos dados de vazão, foram medidos os sedimentos em suspensão e sedimentos em arraste, nas 25 seções de referência ao longo do Baixo Jacuí. Para a medição do transporte de **sedimentos em suspensão** foi utilizado o método do IIL com o amostrador USDH-59, sendo escolhida a travessia do ADCP, a qual apresentou o valor mais próximo à vazão média entre todas as travessias efetuadas na seção de monitoramento. Para a medição do transporte de **sedimentos em arraste** foi utilizado o método do IIL com o amostrador Helley-Smith, sendo escolhida a travessia do ADCP, a qual apresentou o valor mais próximo à vazão média entre todas as travessias efetuadas na seção de monitoramento. Os dados da referida travessia foram processados no programa Hidro Sedimentos.

Após coletadas, as amostras foram devidamente armazenadas e encaminhadas para o laboratório de sedimentos para obtenção da concentração de sedimentos em suspensão, que foi feita pelo método de evaporação ou de filtragem, e para análise granulométrica dos sedimentos em arraste. O Mapa 3.19 apresenta a localização das seções para medição de descarga líquida e sólida mencionadas.

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

Elaboração: PROFILL

Contratação e fiscalização: Fepam

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.19 - Localização das seções monitoradas com dados de vazão, sedimentos em suspensão e sedimentos em arraste. Campanha de Outubro 2019

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Seções: Profill (2019)

O monitoramento das seções PTS-S1 e PTS-S25 foi dividido entre duas campanhas de campo realizadas nos meses de outubro e dezembro de 2019. No mês de outubro foram feitas as seções PTS-S1 a PTS-S10 e no mês de dezembro as seções PTS-S11 a PTS-S25. A síntese do resultado para as seções monitoradas, considerando as informações das duas campanhas para medição de vazão, nível, concentração de sólidos em suspensão (CSS) e arraste (CSA), bem como as cargas de sólidos, pode ser acompanhada na Tabela 3.8.

Tabela 3.8 – Resumo dos resultados do monitoramento da vazão, concentração de sedimentos em suspensão e sedimentos em arraste para as 25 seções monitoradas.

AMOSTRA/ PERFIL	CAMPANHA	DATA/ COLETA	NÍVEL (m)	CSS (mg/l)	Q (m³/s)	Qss (Ton/dia)	Qsa (Ton/dia)	Qst (Ton/dia)
PTS-S1	1	28/02/2019	1,06		709,81			
	2	31/10/2019	3,12	61,7	4.854,64	25.879,50	1,33	25.880,83
PTS-S2	1	28/02/2019 - MD	1,12		251,8			
		28/02/2019 - ME	1,13		553,67			
		28/02/2019	1,12		805,47			
	2	27/10/2019	2,94	54,5	2.231,06	10.505,60	1,89	10.507,49
PTS-S3	1	28/02/2019	1,14		1039,7			
	2	27/10/2019	2,9	47,4	2.373,10	9.718,70	2,41	9.721,11
PTS-S4	1	28/02/2019 - MD	1,18		541,99			
		28/02/2019 - ME	1,18		473,65			
		28/02/2019	1,18		1015,64			
	2	28/10/2019	2,78	63,2	2.604,41	14.221,32	0,15	14.221,47
PTS-S5	1	08/03/2019 - MD	0,92		254,22			
		08/03/2019 - ME	0,9		505,07			
		08/03/2019	0,91		759,29			
	2	28/10/2019	2,68	52,9	2.927,22	13.379,05	4,22	13.383,27
PTS-S6	1	08/03/2019	0,93		985,05			
	2	29/10/2019	2,78	50,9	2.790,43	12.271,65	0,01	12.271,66
PTS-S7	1	01/03/2019	1,18		520,74			
	2	29/10/2019	2,78	44,9	2.759,44	10.704,86	0,01	10.704,87
PTS-S8	1	01/03/2019	1,2		440,78			
	2	29/10/2019	2,92	41,2	1.189,63	4.234,70	0,32	4.235,02
PTS-S9	1	01/03/2019	1,39		526			
	2	30/10/2019	3,06	60,9	1.818,48	9.568,41	0,01	9.568,42
PTS-S10	1	01/03/2019	1,64					
	2	30/10/2019	3,06	62	1.892,40	10.137,21	0	10.137,21
PTS-S11	1	22/01/2019	5,55		2286,8			
	2	04/12/2019	1,54	29,4	554,73	1.409,10	0,04	1.409,14
PTS-S12	1	23/01/2019 - RV	7,13		676,87			
		23/01/2019 - RN	7,01		1656,2			
		23/01/2019	7,07		2333,07			
	2	05/12/2019	3,62	18,6	607,26	975,89	0,42	976,31
PTS-S13	1	23/01/2019	7,8		2551,66			
	2	05/12/2019	4,65	29,7	542,62	1.392,41	0,75	1.393,16
PTS-S14	1	05/02/2019	5,19		1192,94			
	2	05/12/2019	5,65	17,4	563,05	846,47	0,12	846,59
PTS-S15	1	05/02/2019	5,54		1263,3			

AMOSTRA/ PERFIL	CAMPANHA	DATA/ COLETA	NÍVEL (m)	CSS (mg/l)	Q (m³/s)	Qss (Ton/dia)	Qsa (Ton/dia)	Qst (Ton/dia)
	2	05/12/2019	6,65	18,3	545,36	862,28	0,52	862,8
PTS-S16	1	05/02/2019	5,95		1608,4			
	2	06/12/2019	6,73	21,2	561,3	1.028,12	0,07	1.028,19
PTS-S17	1	21/01/2019	11,07		2988,3			
	2	06/12/2019	6,73	17,8	617,94	950,34	0,52	950,86
PTS-S18	1	21/01/2019	11,97		2685,5			
	2	06/12/2019	6,69	19	566,74	930,36	0,32	930,68
PTS-S19	1	21/01/2019	13,88		2777,6			
	2	07/12/2019	8,58	24	502,23	1.041,42	0,04	1.041,46
PTS-S20	1	05/02/2019	13,74		2634,8			
	2	07/12/2019	10,08	17,1	486,56	718,86	0,1	718,96
PTS-S21	1	04/02/2019	14,4		1416,3			
	2	07/12/2019	10	10,8	469,58	438,17	0,13	438,3
PTS-S22	1	03/02/2019	15,35		1085			
	2	07/12/2019	13	21,9	440,05	832,65	0	832,65
PTS-S23	1	02/02/2019	15,86		602,21			
	2	08/12/2019	14,98	19,4	433,27	726,23	0,15	726,38
PTS-S24	1	01/02/2019	17,76		1325,2			
	2	08/12/2019	18,4	27,9	436,84	1.053,03	0,3	1.053,33
PTS-S25	1	01/02/2019	17,92		1348,2			
	2	08/12/2019	19,4	28,6	418,27	1.033,56	0,19	1.033,75

Onde: CSS (mg/l): concentração de sedimentos em suspensão; Q (m³/s): Vazão líquida; Qss (Ton/dia): Descarga sólida em suspensão; Qsa (Ton/dia): Descarga sólida em arraste; Qst (Ton/dia): Descarga sólida total.

Observa-se maiores valores de transporte de sedimentos totais das seções PTS-S1 a PTS-S10, devido ao monitoramento nessas seções terem sido realizados durante evento de cheia (segunda campanha), além de serem pontos localizados na porção baixa da bacia hidrográfica.

Por sua vez, as seções PTS-S11 a PTS-S25 apresentaram valores reduzidos em relação às 10 primeiras seções, fato esse explicado pelo monitoramento dessas seções terem ocorrido em condições estáveis do manancial, além de estarem localizadas a montante dos pontos monitorados inicialmente, o que implica em uma menor área de captação natural. Ressalta-se que os valores encontrados estão condizentes com a literatura em geral, que informa que a maior parte da quantidade de sedimentos é transportada durante eventos de cheia. A Figura 3.29 apresenta as vazões medidas na primeira e segunda campanha, e vazões médias.

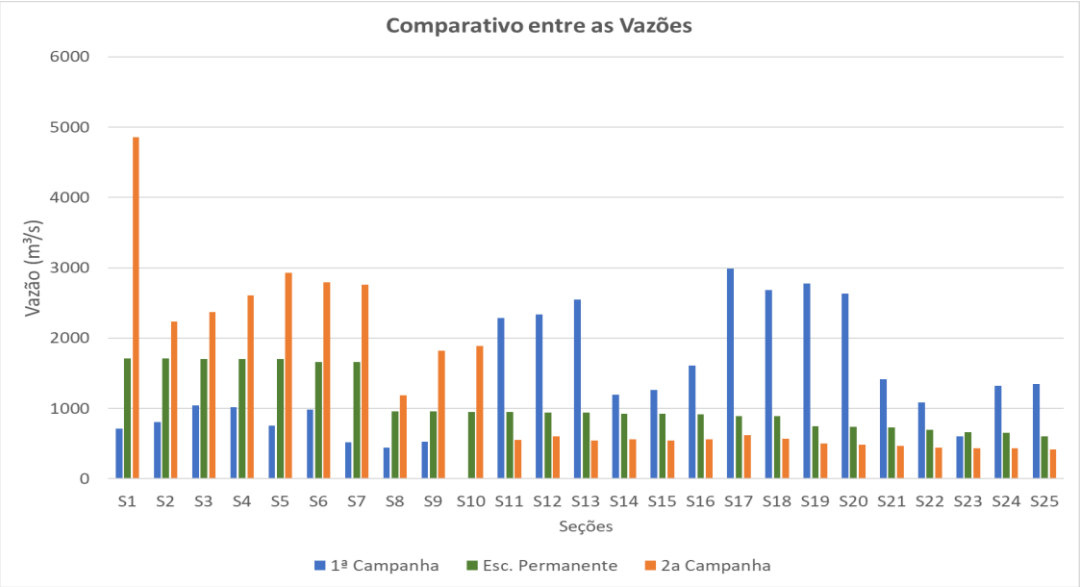


Figura 3.29 – Vazões medidas na primeira e segunda campanha, e vazões médias.

O RT5 apresenta com maior detalhe a caracterização granulométrica das seções. De acordo com a classificação textural das 25 seções, pelo método de Shepard, a maioria das 25 seções de referência apresentam a textura de areia e cascalho, e em algumas delas uma mistura de areia e lama.

3.1.7 Avaliação geoquímica dos sedimentos de fundo

A fim de caracterizar as propriedades geoquímicas do sedimento de fundo, as amostras foram coletadas concomitantemente à primeira campanha de coleta de água e biota aquática nas 25 seções de referência. As amostras de sedimento serviram para avaliação da qualidade ambiental, por meio da comparação dos resultados obtidos com os limites estabelecidos na Resolução Conama 454/2012, a fim de averiguar uma possível condição de contaminação ambiental nos cursos médio e baixo do Rio Jacuí.

Em relação à avaliação geoquímica dos sedimentos de fundo, permitiram inferir que atualmente o sedimento nos cursos médio e baixo do Rio Jacuí apresenta qualidade satisfatória e grau de interferência antrópica relativamente baixa no que se refere às características geoquímicas investigadas. Desta forma, entende-se que o presente estudo atendeu o objetivo de caracterizar as propriedades geoquímicas do sedimento e auxiliar na avaliação da qualidade ambiental, dos cursos médio e baixo do Rio Jacuí.

Todavia, ressalta-se que alguns dos pontos amostrados demandam um aprofundamento investigativo no que se refere principalmente à concentração de metais como cobre, cromo e níquel, haja vista as concentrações em desconformidade com a legislação de referência. Por esta razão, entende-se oportuno que projetos futuros considerem aumentar o esforço amostral de monitoramento, bem como investigar possíveis fontes de contaminação no entorno dos pontos com a qualidade já comprometida pela alta concentração destes metais, e também ampliar a frequência da amostragem de forma a identificar eventuais variações sazonais destes parâmetros.

3.1.8 Modelo hidrodinâmico

A simulação hidrossedimentológica realizada nos cursos médio e baixo do Rio Jacuí, teve como objetivo principal avaliar as alterações do escoamento e do leito devido às atividades de mineração, sendo listados os seguintes objetivos secundários:

- Mostrar os padrões de escoamento no trecho do Rio Jacuí, quando submetido às condições hidrológicas simuladas;
- Estimar o aporte de sedimentos ao trecho de interesse considerando as contribuições de montante e dos afluentes;
- Avaliar o comportamento das seções topobatimétricas com relação às variações do leito, classificando os trechos como “deposição”, “erosão” ou “sem alteração”;
- Avaliar as alterações nos padrões de escoamento e no comportamento das seções, resultantes de um cenário quando alteradas pela mineração.

Para caracterizar a região de estudo referente ao trecho de aproximadamente 246 km do Rio Jacuí, entre a Barra do Rio Vacacaí e a foz do Rio Jacuí, foram delimitadas 14 sub-bacias com base em trabalhos já consolidados na base cartográficas disponível para o Estado. As sub-bacias consideradas no estudo foram delimitadas para os seguintes afluentes: Rio Jacuí (trecho montante), Rio Vacacaí, Rio Irapuã, Arroio Capané, Rio Botucaraí, Arroio Iruí, Arroio Dom Marco, Arroio Tabatingai, Rio Pardo, Arroio Capivari, Arroio Francisquinho, Arroio do Conde, Rio Taquari e Arroio dos Ratos. A delimitação dessas sub-bacias e seus principais afluentes é apresentada no Mapa 3.16.

Com relação às condições hidrológicas utilizadas para as simulações hidrodinâmica e de sedimento, foram adotadas as condições médias de escoamento, ou seja, foram utilizados dados de vazões médias e a sazonalidade do regime hidrológico da bacia.

A modelagem numérica foi realizada utilizando o modelo HEC-RAS, o qual foi desenvolvido para simular cálculos hidráulicos unidimensionais em sistemas fluviais naturais ou canais artificiais. Trata-se de um programa computacional gratuito e vem sendo continuamente desenvolvido, possui uma boa interatividade com o usuário e interface gráfica (Graphical User Interface - GUI), ainda mantém alta eficiência e agilidade nos cálculos solicitados (USACE, 2016).

A simulação foi realizada em duas etapas: a simulação hidráulica (regime de escoamento permanente) e a simulação de sedimentos (regime de escoamento quase-permanente), conforme descrito com mais detalhes nos próximos itens.

3.1.8.1 Simulação Hidráulica

Essa simulação tem como objetivo principal estimar o perfil da linha d'água do canal, nas condições de escoamento adotada, e sendo resolvida pela expressão da conservação da energia, na qual é representada pelo programa HEC-RAS pela seguinte equação:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2 \cdot g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2 \cdot g} + h_e$$

Em que: Y_1 e Y_2 são as profundidades da água nas seções transversais; Z_1 e Z_2 são as cotas de fundo no canal principal; V_1 e V_2 são as velocidades médias (vazão total / área total de escoamento); α_1 e α_2 são os coeficientes de ponderação da velocidade; *g* é aceleração gravitacional e *he* é a perda de energia.

Para essa simulação foi adotado o regime de escoamento permanente, utilizando como condição de contorno os dados de entrada vazão média de longo termo e níveis médios (condição de jusante). Esse ajuste do perfil da linha d'água é obtido a partir da calibração do coeficiente de Manning e da comparação visual de níveis observados e calculados. Os valores do coeficiente de Manning resultantes da simulação variam de 0.040 a 0.045 para as margens e 0.022 a 0.033 para a calha do Rio.

3.1.8.2 Simulação do Transporte de Sedimentos

A simulação do transporte de sedimentos aborda uma série de equações e funções dentre as quais se destacam: A equação da continuidade de sedimento, capacidade de transporte, funções de capacidade de transporte, velocidade de queda e o método de classificação ou mistura do leito. Essas equações e funções são descritas com mais detalhes no relatório RT5.

Para simulação do transporte de sedimentos foi adotado o regime de escoamento quase permanente, o qual é uma simplificação que consiste em aproximar um hidrograma de escoamento não permanente em uma série de trechos de escoamento permanente. Neste estudo, a vazão inserida foi obtida através do hidrograma sintético para um ano hidrológico utilizando as médias mensais e sua sazonalidade.

Além dos dados de vazão, é necessário definir também outros dados tais como:

- Granulometria: obtida a partir das curvas granulométricas das 25 seções de referência no levantamento de campo;
- Curva de descarga: opção adotada para condição de contorno a montante do Rio Jacuí, obtida a partir das curvas-chaves de sedimentos das estações a montante;
- Profundidade máxima de erosão: representa a camada máxima em que pode ocorrer alteração do leito da seção (erosão). Essa profundidade foi obtida a partir dos perfis de sondagem das seções de referência, através do cálculo da diferença entre a cota do "bedrock[1]" e o fundo da seção.

O ajuste do leito móvel (calibração para simulação de sedimentos) foi realizado a partir da escolha do método da capacidade de transporte de sedimento, sendo validado a escolha do método pela comparação entre os resultados das descargas de sedimentos calculadas pelas funções e os resultados das descargas de sedimentos medidas de estações localizadas no Rio Jacuí.

A avaliação da qualidade do ajuste dos métodos de transporte de sedimentos foi realizada a partir de dois critérios: a razão entre a descarga de sedimento calculada e medida (r), ou seja, quando mais próximo de 1 for o valor de r melhor será o ajuste e; o índice de dispersão (ID), ou seja, quanto mais próximo de zero for o valor do ID melhor é a eficiência.

Dentre todos os métodos avaliados, o que melhor se ajustou aos critérios foi o método de Meyer-Peter e Müller. Para todas as simulações foram adotados o método de Rubey para equação da velocidade de queda e o método Copeland para a classificação do leito.

3.1.8.3 Cenários

Para atender os objetivos propostos desse estudo, foram definidos dois cenários com base na geometria utilizada para construção do modelo hidrodinâmico, denominados de cenários 1 e 2.

3.1.8.3.1 Cenário 1

O Cenário 1 representa a geometria elaborada a partir dos dados primários (levantamento de campo de 25 seções topobatimétricas, relatório RT3) e complementados com dados secundários (dados de batimetria de 29 processos de licenciamento ambiental, dados de batimetria do Projeto de Estruturação do Desenvolvimento Hidroviário no Rio Grande do Sul e base cartográfica vetorial contínua do Estado do Rio Grande do Sul). De

[1] Substrato Rochoso, cuja profundidade foi obtida a partir da sondagem a percussão SPT

posse dessas informações vetoriais (pontos e curvas de nível) foi elaborado o Modelo Numérico do Terreno (MNT).

3.1.8.3.2 Cenário 2

O Cenário 2 representa a mesma geometria do Cenário 1, porém com alteração da seção nas áreas com atividades de mineração. Essas áreas representam os ativos da ANM e os ativos que possuem licença na FEPAM. Para definição dessa alteração nas seções, foram adotados alguns critérios, tais como: (i) afastamento das margens e das ilhas em 50 metros; (ii) afastamento das estruturas (pontes e outras obras) conforme a legislação; (iii) limitação em relação ao bedrock[2] em 1 metro, ou seja, mantém uma espessura de 1 metro entre o bedrock e a cota de fundo da seção (Figura 3.30a) e; (iv) Lança máxima de mineração em 11 metros a partir do nível d'água (Figura 3.30b).

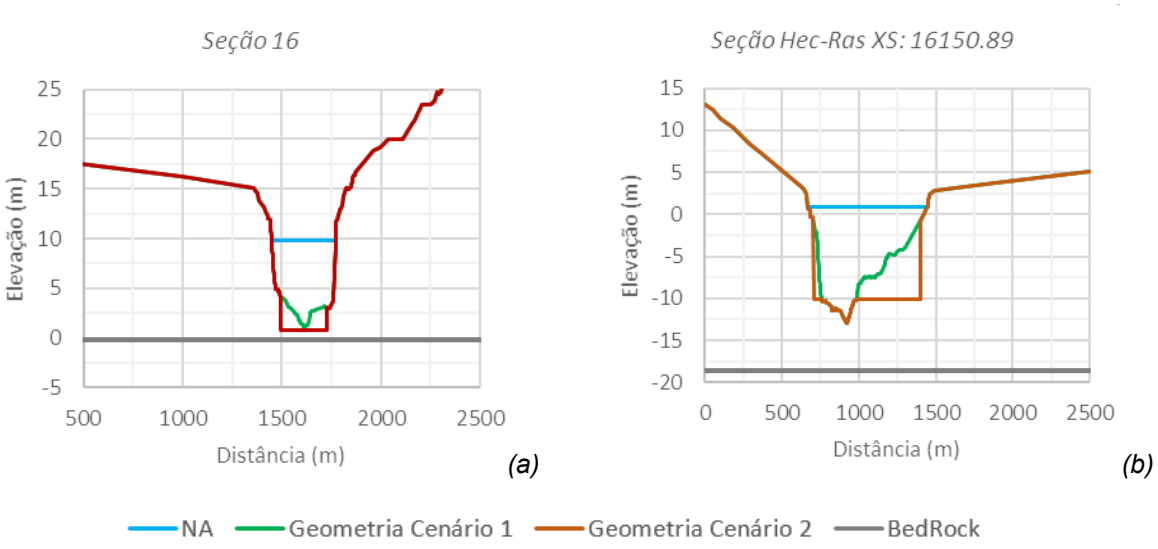


Figura 3.30 – Exemplo da seção alterada, critérios (iii) e (iv).

3.1.8.4 Resultados

Os resultados do transporte de sedimentos do Rio Jacuí, obtidos a partir da simulação do transporte de sedimentos ao longo de um ano hidrológico, são apresentados para os dois cenários considerados no estudo, conforme apresentados nos itens seguintes.

3.1.8.4.1 Volumes de sedimentos: taxas de transporte de sedimentos

As taxas de transporte de sedimentos são apresentadas para as 25 seções topobatimétricas de referência nos dois cenários simulados, conforme o Quadro 3.3.

[2] Substrato Rochoso, cuja profundidade foi obtida a partir da sondagem a percussão SPT

Quadro 3.3 – Taxas de Transporte de sedimentos para o trecho do Rio Jacuí.

Taxas de Transporte de Sedimentos (ton/ano)				Taxas de Transporte de Sedimentos (ton/ano)		
Seções	**Cenário 1**	**Cenário 2**		**Seções**	**Cenário 1**	**Cenário 2**
Seção 1	116 605	116 556		Seção 14	68 408	-62 433
Seção 2	72 218	71 593		Seção 15	-181 681	-234 726
Seção 3	-10 863	-34 477		Seção 16	-9 875	2 019
Seção 4	14 540	13 614		Seção 17	8 123	11 406
Seção 5	9 865	8 513		Seção 18	21 117	33 761
Seção 6	11 019	24 560		Seção 19	53 761	56 284
Seção 7	2 072	62 053		Seção 20	-51 323	-51 072
Seção 8	200 172	207 770		Seção 21	-2 177	-2 172
Seção 9	65 315	79 306		Seção 22	-6 281	-6 270
Seção 10	99 213	106 641		Seção 23	41 518	41 757
Seção 11	-65 305	-34 714		Seção 24	14 992	15 064
Seção 12	62 241	81 462		Seção 25	30 107	30 132
Seção 13	-21 823	3 032				

As taxas de transporte de sedimento que apresentam valores negativos, indicam que naquela seção e nas proximidades a variação do leito é erosivo, já para os valores positivos a variação do leito é deposicional. Fazendo uma análise individual dos cenários, observa-se que no Cenário 1, a maioria das seções (68%) apresentam taxas positivas e os outros 32% taxas negativas. Para o Cenário 2, esse percentual aumenta um pouco, cerca de 72% e consequentemente diminui o percentual em 28%.

Com relação ao balanço de massa acumulado total de sedimentos resultante da simulação, o trecho do Rio Jacuí apresentou um saldo positivo em ambos os cenários (Quadro 3.4), isso demonstra que o Rio Jacuí apresenta tendência de deposição de sedimento ao longo de um ano hidrológico simulado.

Quadro 3.4 – Taxas de transporte de sedimentos acumuladas para os cenários 1 e 2.

Cenários	Taxas de Transporte de Sedimentos (ton/ano)
Cenário 1	2 546 033
Cenário 2	2 548 526

3.1.8.4.2 Análise comparativa entre os cenários

A análise comparativa dos resultados da simulação entre os dois cenários foi realizada para o comportamento das 25 seções topobatimétricas (variação do leito) e também para o padrão de velocidade devido a alteração da geometria (Cenário 2). Para melhor caracterizar os resultados com relação a variação do leito, foi adotado um critério de classificação em que

se essa alteração fosse menor que 20 cm (tanto para erosão ou deposição do sedimento) a seção foi considerada como seção “sem alteração”.

A análise foi realizada com relação ao Cenário 2 procurando identificar, a partir daquelas seções que sofreram alteração na geometria, as tendências deposicional, erosiva ou sem nenhuma alteração do leito. Dentre as 25 seções de referência, observou-se que as seções 7, 12, 17 e 18 apresentam tendência deposicional, ou seja, a seção tende a voltar a geometria anterior (Cenário 1); nas seções 11 e 14 ocorre o contrário, apresentam tendência erosiva que se acentua com alteração da geometria; e as seções 4, 5, 6, 13 e 16 não apresentaram alteração do leito em função da alteração da geometria. Observou-se também que no resultado do Cenário 2, algumas seções que não tiveram alteração na geometria, apresentaram tendências diferentes comparadas com o Cenário 1, ou seja, seções que antes apresentavam tendência deposicional e passaram a apresentar tendência erosiva ou sem nenhuma alteração no leito e, em outras seções ocorre também o contrário, mas essas mudanças são mais visíveis nas seções interpoladas. No Mapa 3.20 é apresentada essa análise comparativa da alteração do leito entre as seções

Com relação aos resultados do padrão de velocidade, observa-se que para o Cenário 1 a velocidade máxima de escoamento foi igual a 2,4 m/s; já para o Cenário 2, a velocidade máxima foi igual a 3,5 m/s. Fazendo uma análise na diferença de velocidade entre os dois cenários, nota-se que em alguns trechos essa diferença é da ordem de 2,8 m/s a mais da velocidade e em outros é da ordem de 1,2 m/s a menos comparado com a velocidade no Cenário 1. Esse aumento de velocidade acontece num determinado trecho em que há estrangulamento da seção, principalmente com a elevação natural do leito, resultando em pequenas lâminas d’água. Com relação a diminuição da velocidade de escoamento, ocorre o contrário, com a alteração da geometria da seção, em alguns trechos há uma melhora da eficiência das condições hidráulicas de escoamento. No Mapa 3.21 é apresentada essa diferença de velocidade entre os cenários 1 e 2, onde é possível identificar esses trechos da variação da velocidade.

LEGENDA

- Sede municipal
- Seções topobatimétricas
- Limite municipal

Análise Comparativa

Alteração do leito

- Deposição, tendência a se recuperar
- Deposição
- Sem alteração
- Erosão
- Erosão, tendência a se agravar

Nota: A Seção 8a representa uma seção interpolada, junto a foz do Rio Taquari, para caracterizar aquele trecho, pela sua relevância

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

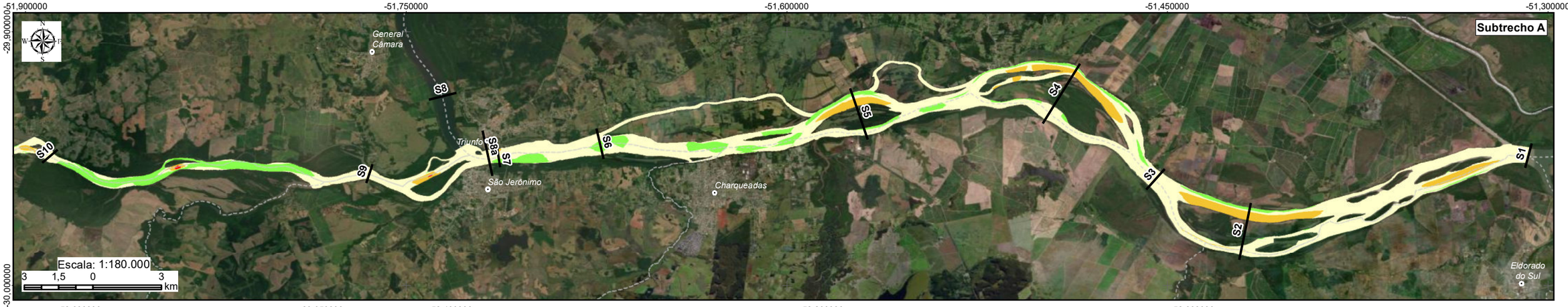
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.20 – Análise comparativa da variação do leito entre as seções

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Seções topobatimétricas: Profill (2019)
- Variações do leito: Profill (2020)

-51,900000 -51,750000 -51,600000 -51,450000 -51,300000

-29,900000



-30,000000

-52,600000 -29,950000 -52,400000 -52,200000 -52,000000

-30,100000

-53,200000 -53,000000 -29,950000 -52,800000 -52,600000

-29,950000

LEGENDA

- Sede municipal
- Seções topobatimétricas
- Limite municipal

Diferenças (incrementos) de velocidade

- -1.24 - -0.50
- -0.50 - -0.10
- -0.10 - 0.10
- 0.10 - 0.50
- 0.50 - 2.84

Nota: A Seção 8a representa uma seção interpolada, junto a foz do Rio Taquari, para caracterizar aquele trecho, pela sua relevância

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.21 - Diferenças de velocidade entre os Cenários 1 e 2

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Seções topobatimétricas: Profill (2019)
- Diferenças de velocidade: Profill (2020)

3.1.8.5 Considerações Finais

A modelagem numérica foi realizada utilizando o programa HEC-RAS para dois cenários de geometria, denominados de Cenário 1 e 2. Para a simulação hidrodinâmica foram utilizados dados de vazões médias e o resultado do modelo foi bem efetivo na estimativa dos padrões de escoamento para os dois cenários de geometria das seções. Para a simulação do transporte de sedimentos foram utilizados hidrogramas sintéticos gerados a partir das vazões médias mensais ao longo de um ano hidrológico e a avaliação da capacidade de transporte de sedimentos escolhida foi a função de Meyer Peter e Müller.

De acordo com os resultados obtidos pela modelagem, observa-se que os volumes de sedimentos (taxas) para o Cenário 1, cerca de 68% das seções de referências apresentam taxas positivas e 32% taxas negativas. No Cenário 2, o percentual das taxas positivas aumenta para 72% e consequentemente diminui os valores das taxas negativas para 28%. Avaliando o balanço de massa acumulado total de sedimentos resultante da simulação, nota-se que o trecho do Rio Jacuí apresenta um saldo positivo em ambos os cenários, o que demonstra que o Rio apresenta uma tendência deposicional de sedimentos ao longo do tempo.

Com relação às velocidades de escoamento, observa-se que as velocidades máximas atingidas foram de 2,4 m/s e 3,5 m/s para os cenários 1 e 2, respectivamente. Esse aumento da velocidade no Cenário 2, ocorre em alguns trechos que possuem alterações significativas em “estrangulamentos”, principalmente com a elevação natural do leito, que resultam em pequenas lâminas d’água. Vale destacar que essas alterações significativas são bem pontuais, conforme observados no mapa de velocidade de escoamento, essas alterações podem auxiliar na definição de trechos críticos de mineração, principalmente no que diz respeito ao seu impacto na erosão das margens.

3.1.9 Conclusão

A avaliação das condições ambientais, ao longo do trecho em estudo, através da análise das condições climáticas, geomorfológicas e geológicas, assim como o levantamento detalhado dos padrões das margens do Rio Jacuí, associada aos resultados obtidos a partir do modelo hidrodinâmico possibilitou identificar padrões de deposição e erosão do perfil do rio, permitindo assim identificar áreas mais ou menos suscetíveis a exploração mineral.

Ainda, foram elaboradas análises modelando a retirada potencial da areia nas poligonais licenciadas, o que permitiu identificar o comportamento do trecho em estudo, quando da geometria do leito afetada pela mineração.

A consolidação dos resultados da modelagem dos dois cenários, associada às características diagnosticadas, permitiu identificar áreas que deverão ser mais restritivas a prática da mineração, ensejando então a proposição das classes de sensibilidade à mineração, que por sua vez foram utilizadas para balizar a proposição de diretrizes ambientais para a execução da mineração de areia no trecho em estudo, detalhadas no Capítulo 6 do presente relatório.

3.2 MEIO BIÓTICO

3.2.1 Ecossistema terrestre e de transição

3.2.1.1 Metodologia

A revisão bibliográfica para o levantamento de dados secundários acerca da fauna terrestre contou com a análise de 45 processos referentes à obtenção de Licença de Operação ou Renovação de Licença de Operação. Destes, 24 continham informações relativas ao meio biótico. A compilação dos dados resultou nas tabelas de informações detalhadas em momento oportuno para cada grupo biótico.

A área de estudo (Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí, entre a foz do rio Vacacaí e a foz do Rio Jacuí) está integralmente inserida no Bioma Pampa, apesar de relativamente próxima ao limite com o Bioma Mata Atlântica. No Brasil, o Bioma Pampa está restrito ao Rio Grande do Sul, no qual ocupa área de 176.496 km² (IBGE, 2004), o que corresponde a 63% do território estadual e a 2,07% do território nacional.

A fauna terrestre do Bioma Pampa no Rio Grande do Sul (e, consequentemente, no Brasil) é considerada expressiva, pois agrupa cerca 750 espécies, sendo 66 espécies de anfíbios, 97 de répteis, 480 de aves e 100 espécies de mamíferos terrestres. Contudo, cabe ressaltar que esses números têm aumentado com a descoberta de espécies ainda não reconhecidas pela ciência, ou cuja ocorrência no bioma não era conhecida até recentemente (BENCKE, 2016).

Além do levantamento de informações em literatura, foram realizadas expedições de vistoria voltadas para avaliação do estado de conservação da mata ciliar, nas mesmas áreas de avaliação da ictiofauna. Em cada local foram observados e anotados os seguintes aspectos: presença de erosão na margem; altura e indícios de degradação na mata ciliar; presença de vestígios de fauna.

Quanto aos aspectos de largura e conectividade da mata ciliar, os locais foram avaliados em imagem de satélite através do sistema Google Earth e foram classificados conforme os critérios abaixo.

Largura:

0 – mata ciliar inexistente

1 – estreita – até aproximadamente 30 m

2 – intermediária – de 30 m até aproximadamente o limite da área de estudo

3 – larga – extrapola a área de estudo

Conectividade:

0 – mancha isolada

1 – conexão com ou através de mata ciliar de largura tipo 1

2 – conexão limitada à área de estudo

3 – conexão que extrapola a área de estudo e/ou conexão com mata ciliar de afluentes

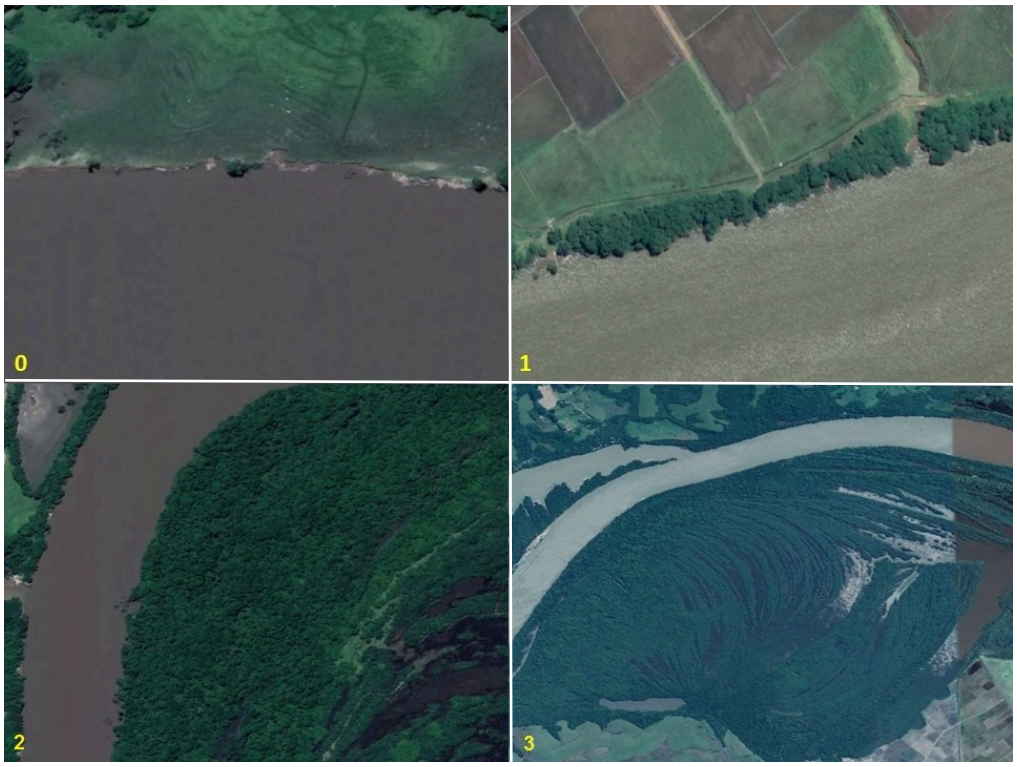


Figura 3.31 – Exemplos de avaliações de largura de mata ciliar.
Fonte: Adaptado de Google Earth (2019).

Figura 3.32 – Exemplos de avaliações de conectividade de mata ciliar.
Fonte: Adaptado de Google Earth (2019).

3.2.1.2 Resultados

Previamente ao ingresso nos resultados obtidos, é imprescindível registrar que o elo de impacto negativo encontrado entre a mineração de areia no leito do Rio Jacuí e os ecossistemas terrestres consiste na perda/alteração de habitats resultante de processos erosivos de margens, tais como solapamentos, os quais afetam diretamente a mata ciliar do Rio Jacuí e consequentemente os elementos da fauna terrestre que nela habitam.

Como os estudos para o presente zoneamento, a exemplo dos estudos de licenciamento ambiental, são elaborados em observância à legislação e demais normativas que regram a atividade (de mineração de areia neste caso), não é esperada a ocorrência de impactos relevantes no que tange à diminuição de áreas de vida, consequentemente não são esperados impactos relevantes sobre o ecossistema terrestre.

Não obstante, há um grupo de espécies de vertebrados terrestres que utiliza o leito do rio para alguma atividade de seu ciclo de vida (especialmente abrigo, alimentação e reprodução), o que podemos convenientemente definir como espécies semi aquáticas, tais como a lontra (*Lontra longicaudis*), o jacaré-de-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), a capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*), os cágados (*Phrynops* spp.) e a tartaruga tigre-d'água (*Trachemys dorbigni*). Por terem, ao menos parte do seu ciclo de vida diretamente relacionado à ocupação do leito do rio, os elementos da fauna semi aquática apresentam risco de ter sua

rotina impactada diretamente pela atividade em pauta. Porém, mesmo este grupo não foi capaz de contribuir para elaboração de mapas temáticos, uma vez que sua ocorrência, registrada durante as vistorias técnicas, mostrou-se difusa e constante ao longo do trecho e na escala em que foi avaliado.

Posto isso, concluiu-se que a fauna terrestre como um todo contribuirá de forma muito discreta para o zoneamento ambiental da mineração de areia no leito do Rio Jacuí, pois apresenta baixa sensibilidade ambiental à atividade analisada. Também se concluiu que especificamente a fauna semi aquática deverá ser objeto de estudos e análises específicos, nos estudos em nível de licenciamento ambiental de cada empreendimento e considerando a sinergia dos mesmos.

3.2.1.2.1 Revisão bibliográfica

A seguir são apresentados os resultados obtidos através da compilação de fontes de dados pré-existentes, os chamados dados secundários, relacionados em algum nível à área de estudo. Como a porção do ecossistema terrestre incluída neste estudo consiste na mata ciliar do Rio Jacuí, os quadros que apresentam as listagens de espécies de cada grupo destacam as espécies florestais.

Em virtude da sua potencial relevância em face aos impactos da atividade em análise, também foram destacadas as espécies da fauna terrestre que apresentam ao menos parte de seu ciclo de vida relacionado ao Rio Jacuí propriamente dito, indicadas nas listagens como “semi aquáticas” ou “aquáticas”.

3.2.1.2.1.1 Anfíbios

A Classe *Amphibia* compreende um grupo de vertebrados de ampla distribuição geográfica, ocupando quase todos os continentes, com exceção da Antártida. Estima-se que existam em torno de 7.677 espécies em todo o mundo, números que tendem a aumentar devido às frequentes descobertas de novas espécies, particularmente na região neotropical (FROST, 2017). No Brasil, que é um país com grande diversidade de anfíbios, estão presentes cerca de 1.080 espécies (SEGALLA *et al.*, 2016), das quais 94 já têm sua ocorrência confirmada para o Rio Grande do Sul (HERPETOLOGIA UFGRS, 2010) e 53 para o Bioma Pampa.

De acordo com as referências bibliográficas consultadas, para o grupo dos anfíbios foi elaborada uma lista com 43 espécies, pertencentes a 8 famílias e 2 ordens taxonômicas.

Praticamente todas as 43 espécies registradas são consideradas espécies comuns e com ampla distribuição no Estado. No entanto, a compilação de dados secundários indicou a possível (apesar de improvável) ocorrência de espécies raras e/ou sensíveis ao longo da área estudada, tais como *Julianus uruguayus*, *Physalaemus lisei, Melanophryniscus atroluteus* e *M. pachyrhynus*, e *Trachycephalus mesophaeus.*

De acordo com as referências bibliográficas, *Julianus uruguayus* (até recentemente conhecida como *Scinax uruguayus*) é considerada rara no RS, e exclusiva de áreas abertas (KWET e DI BERNARDO, 1999; DI-BERNARDO *et al.*, 2002), o que descarta sua ocorrência na mata ciliar do Rio Jacuí. Sua atividade reprodutiva acontece em pequenos corpos d'água, como banhados e poças temporárias (KWET e DI-BERNARDO, 1999; ACHAVAL e OLMOS, 2003).

A rã-mosquito (*Physalaemus lisei*) ocorre no sul do Brasil, trata-se de uma espécie frequente na região do Planalto das Araucárias (KWET e DI-BERNARDO, 1999; IUCN, 2006), podendo ocorrer também na Depressão Central, onde se insere a área de estudo. Contudo, ela é pouco comum nesta região. Essa espécie habita áreas florestadas úmidas, frequentemente florestas secundárias ou zonas de transição entre florestas e áreas abertas (KWET e DI-BERNARDO, 1999).

Os sapinhos-de-barriga-vermelha (*Melanophryniscus atroluteus* e *M. pachyrhynus*) ocorrem no sul do Brasil e em países latinos. *M. atroluteus* ocorre no Uruguai, na Argentina, no nordeste e oeste do Rio Grande do Sul e possivelmente no sul de Santa Catarina (LANGONE, 1994; KWET e MIRANDA, 2001; FROST, 2006). *Melanophryniscus pachyrhynus* é restrita ao Rio Grande do Sul e ao Uruguai, no entanto sua distribuição no Estado parece ser mais ampla do que a atualmente conhecida. Pouco se conhece sobre a biologia e ecologia dessas espécies, porém, sabe-se que as espécies do gênero *Melanophryniscus* têm seu período de reprodução ligado a corpos d'água temporários formados após fortes chuvas (LANGONE, 1994; KWET e DI-BERNARDO, 1999; ACHAVAL e OLMOS, 2003). *M. atroluteus* e *M. pachyrhynus* estão restritas a ambientes rochosos de fisionomias campestres (KWET *et al.*, 2005), o que descarta sua ocorrência na mata ciliar do Rio Jacuí.

A perereca-leiteira (*Trachycephalus mesophaeus*) é essencialmente arborícola, podendo refugiar-se em bromélias bastante altas, e sua reprodução ocorre após fortes chuvas (IZECKSOHN e CARVALHO-e-SILVA, 2001). No Rio Grande do Sul algumas populações (Itati e Maquiné) foram encontradas em atividade reprodutiva após fortes chuvas, sendo que vários machos desciam das árvores e das bromélias onde vocalizavam, até corpos d'água lênticos. É tratada como uma espécie endêmica da Mata Atlântica pela ampla maioria dos autores (GAA,

2006), porém, possui alguns poucos registros para o bioma Pampa (DE LEMA e MARTINS, 2011).

Nenhuma espécie registrada através do presente estudo se encontra na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (Portaria MMA nº 444/2014) ou na Lista de Fauna Silvestre Ameaçada no Estado do Rio Grande do Sul (DECRETO ESTADUAL Nº 51.797/2014), contudo, um dos sapinhos-de-barriga-vermelha (*M. pachyrhynus*) está enquadrado na categoria Deficiente em Dados (DD) em nível global (IUCN, 2018).

3.2.1.2.1.2 Répteis

Os répteis se constituem em um numeroso grupo da fauna de vertebrados, reunindo atualmente mais de 10.700 espécies no mundo (UETZ e HOŠEK, 2018). O Brasil apresenta rica fauna de répteis, precisamente a terceira maior riqueza deste grupo de espécies no planeta, atrás apenas de Austrália e México (UETZ e HOŠEK, 2018). De acordo com Costa e Bérnils (2018), atualmente o país conta com a ocorrência confirmada e documentada de 795 espécies, sendo 36 Testudines, 6 Crocodylia e 753 Squamata (72 anfisbenas, 276 “lagartos” e 405 serpentes).

Existem poucos estudos acerca dos répteis no Rio Grande do Sul como um todo (DE LEMA, 2002; ABEGG, 2012). Atualmente são registradas 124 espécies de répteis para os limites continentais do estado, o que corresponde a aproximadamente 15% do total de espécies registradas para o Brasil (COSTA e BÉRNILS, 2018). Destas, 74 já foram registradas no Bioma Pampa.

De acordo com as referências bibliográficas consultadas, para o grupo dos répteis foi elaborada uma lista com 62 espécies pertencentes a 15 famílias e 3 ordens taxonômicas. A maioria das espécies registradas corresponde a espécies comuns e com ampla distribuição no Estado. Nenhuma das espécies registradas e que pode ser considerada de ocorrência potencial para a área de estudo se encontra ameaçada em qualquer um dos três níveis acessados: estadual (Decreto Estadual nº 51.797/2014), nacional (Portaria MMA nº 444/2014) e global (IUCN, 2018).

Não obstante, o cágado-preto (*Acanthochelys spixii*) está classificado na categoria “Quase Ameaçada” em nível mundial (IUCN, 2018), o que sugere a necessidade de ações para a conservação dessa espécie. Trata-se de uma espécie com aproximadamente 18 cm de carapaça (BAGER *et al*., 2003), que chega a ser considerada rara por alguns autores em razão da escassez de registros. Não se trata de um testudíneo que se caracteriza por utilizar a calha do Rio Jacuí (*Trachemys dorbigni*, por exemplo). No Rio Grande do Sul o cágado-

preto tem sua ocorrência associada a ambientes lagunares arenosos, banhados e charcos estacionais ou semipermanentes (BUJES, 2008; BUJES e VERRASTRO, 2008), sendo que muitos destes ambientes vêm sendo altamente impactados pelo cultivo de arroz na região (BAGER *et al.*, 2003).

A lagartixa-das-dunas (*Liolaemus occipitalis*) encontra-se ameaçada de extinção nos três níveis acessados. Cabe ressaltar que essa espécie foi incluída na presente listagem apenas por ter sido citada no Plano de Manejo do Parque Estadual Delta do Jacuí (PEDJ, 2014), porém, sua possibilidade de ocorrência na área de estudo foi descartada, pois se sabe que este pequeno lagarto ocorre apenas em ambientes de dunas costeiras (PETERS *et al.*, 1986; DE LEMA, 1994; VERRASTRO, 1991; VERRASTRO e KRAUSE, 1999; VERRASTRO, 2004; VERRASTRO *et al.*, 2006).

3.2.1.2.1.3 Aves

O Brasil é considerado o país das aves (AZEVEDO JÚNIOR *et al.*, 2004), o segundo país do mundo em riqueza de espécies de aves, abrigando uma grande parcela da biodiversidade das aves marinhas e costeiras do planeta (VOOREN e BRUSQUE, 1999), sendo inclusive rota de muitas espécies migratórias, que se deslocam, regular e sazonalmente, entre duas ou mais áreas distintas, sendo uma delas seu local de reprodução (CEMAVE/ICMBIO, 2016).

O Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (CBRO, 2015) considera que a avifauna brasileira é composta por aproximadamente 1.920 espécies, o que na verdade representa apenas uma subestimativa da riqueza de aves no país. Segundo Bencke e colaboradores (2010), no Rio Grande do Sul ocorrem 661 espécies de aves. As estimativas indicam pelo menos 27 táxons de aves endêmicas para o conjunto dos Pampas e Campos do Uruguai e Brasil.

Até o presente já foram registradas 480 espécies de aves no Bioma Pampa, um quinto deste total corresponde a aves campestres, ou seja, que vivem principalmente nos campos e dependem desses ecossistemas para completar seu ciclo de vida (BENCKE, 2016). As demais habitam outros ambientes, como os capões de mata, as florestas de galeria, as savanas e os diversos tipos de áreas úmidas que ocorrem entremeados aos campos na paisagem do bioma. De acordo com as referências bibliográficas consultadas, para o grupo das aves foi elaborada uma lista com 321 espécies pertencentes a 67 famílias e 25 ordens taxonômicas.

Entre as espécies registradas através do presente estudo, 12 (3,6% da riqueza total obtida) se destacam por constar em ao menos uma das listagens de espécies ameaçadas de extinção consultadas: estadual (DECRETO ESTADUAL 51.797/2014), nacional (PORTARIA MMA 444/2014) e global (IUCN, 2018). Cabe ressaltar que 8 dessas 12 espécies se encontram enquadradas, unicamente, na categoria "Quase Ameaçada" em nível global – ou seja, sabe-se que está havendo decréscimos populacionais significativos destas espécies, porém, ainda não se encontram formalmente ameaçadas de extinção (quadro a seguir).

Quadro 3.5 – Lista das espécies de aves registradas para a área de estudo e ameaçadas de extinção em ao menos um dos níveis: estadual (RS), nacional (BR) e global (GL).

Ordem	Família	Nome científico	Referências	Grau de ameaça		
				RS	BR	GL
Rheiformes	Rheidae	*Rhea americana*	4			NT
Charadriiformes	Charadriidae	*Calidris subruficollis*	4		VU	NT
Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona pretrei*	4	VU	VU	VU
Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Hydropsalis anomala*	4	EN		NT
Piciformes	Picidae	*Picumnus nebulosus*	4, 6			NT
		Piculus aurulentus	1, 4, 6			NT
Passeriformes	Cotingidae	*Carpornis cucullata*	4			NT
	Furnariidae	*Leptasthenura setaria*	4			NT
	Corvidae	*Cyanocorax caeruleus*	4, 6			NT
	Thraupidae	*Sporophila angolensis*	4	EN		
		Saltator fuliginosus	4	VU		
	Fringillidae	*Euphonia chalybea*	4, 6			NT

Legenda: VU=vulnerável, EN=Em perigo, NT=quase ameaçada. Referências: (1) ROOS 2016; (4) RHEA 2007; (6) HAR 2017.

O papagaio-charão (*Amazona pretrei*) é a única espécie que se encontra ameaçada de extinção em todos os três níveis acessados. Essa ave é considerada "Vulnerável" (VU) à extinção em níveis estadual, nacional e global, o que se atribui, sobretudo, a impactos sobre ambientes florestais, dos quais essas aves são dependentes. As outras espécies ameaçadas de extinção são o maçarico-acanelado (*Calidris subruficollis*), VU em nível nacional; o curiango-do-banhado (*Hydropsalis anomala*) e o curió (*Sporophila angolensis*), ambas consideradas "Em perigo" em nível estadual; e o bico-de-pimenta (*Saltator fuliginosus*).

Cabe destacar que, por se constituir em mata ciliar e incluir algumas ilhas fluviais, a área em estudo pode apresentar peculiaridades quanto à reprodução da comunidade de aves, que podem se utilizar de formações denominadas "ninhais" para a reprodução. Os ninhais podem abrigar diversas espécies de diferentes famílias, sendo, em geral, composto por centenas a milhares de exemplares (SMITH, 1995; BELTON, 1994; SICK, 1997).

3.2.1.2.1.4 Mamíferos

A Classe Mammalia é composta por alguns dos animais mais carismáticos, entre eles, os primatas como macacos, saguis e micos, os carnívoros, como onças, ariranhas e lobos, e pequenos mamíferos como roedores, morcegos e marsupiais. Os mamíferos estão entre os seres vivos mais bem estudados, ocupam diversos ambientes, apresentam distintos hábitos e interessantes comportamentos.

Atualmente são conhecidas 5.416 espécies, distribuídas em 1.229 gêneros e 29 ordens de mamíferos ocupando habitats terrestres e aquáticos (PILLAR e LANGE, 2015). O Brasil reúne a maior riqueza de espécies de mamíferos do mundo, com mais de 710 registradas (REIS *et al.*, 2011; PAGLIA *et al.*, 2012; GREGORIN *et al.*, 2011; PAVAN *et al.*, 2012; GUALDA-BARROS *et al.*, 2012; NOGUEIRA *et al.*, 2012; PONTES *et al.*, 2013). O estado do Rio Grande do Sul apresenta 185 espécies registradas, correspondendo a aproximadamente 26% do total de mamíferos conhecidos no país (GONÇALVES *et al.*, 2014).

De acordo com as referências bibliográficas consultadas, para os mamíferos foi elaborada uma lista com 76 espécies pertencentes a 24 famílias e 9 ordens taxonômicas. Várias destas espécies são estritamente associadas a ambientes campestres, e, portanto, não são esperadas para a mata ciliar do Rio Jacuí, como o graxaim-do-campo (*Lycalopex gymnocercus*), o zorrilho (*Conepatus chinga*), o tatu-mulita (*Dasypus hybridus*) e diversas espécies de roedores subterrâneos que habitam dunas e campos, conhecidos como tuco-tucos (*Ctenomys* spp.) por causa do som surdo e ritmado que produzem.

A análise da lista compilada permitiu constatar que os mamíferos correspondem ao grupo de maior fragilidade na área de estudo, pois reúne 18 espécies ameaçadas de extinção ou que apresentam alguma observação em seu status de conservação em pelo menos um dos três níveis acessados (quadro a seguir): estadual (Decreto Estadual Nº 51.797/2014), nacional (Portaria MMA Nº 444/2014) e global (IUCN, 2018). A ampla maioria destas espécies é considerada de hábito florestal.

É oportuno destacar que entre os mamíferos ameaçados de extinção apenas a lontra (*Lontra longicaudis*) apresenta associação direta com a calha do rio, ocupando também suas margens para exercer atividades de vida, tais como estabelecimento de abrigos, sendo classificada como fauna semi aquática para o presente estudo.

Quadro 3.6 – Lista das espécies de mamíferos registradas para a área de estudo e ameaçadas de extinção em ao menos um dos níveis: estadual (RS), nacional (BR) e global (GL).

Ordem	Família	Nome científico	Referências	Grau de ameaça		
				RS	BR	GL
Didelphimorphia	Didelphidae	*Chironectes minimus*	4	VU	-	LC
Cingulata	Dasypodidae	*Dasypus hybridus*	3	-	-	NT
Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua tetradactyla*	3	VU	-	LC
Primates	Atelidae	*Alouatta guariba clamitans**	1, 2, 3, 5	VU	VU	LC
	Cebidae	*Sapajus nigritus*	3	-	-	NT
Chiroptera	Vespertilionidae	*Histiotus velatus*	3	-	-	DD
Carnivora	Felidae*	*Leopardus geoffroyi*	3, 4, 5	VU	VU	LC
		Leopardus pardalis	3, 4	VU	-	LC
		Leopardus guttulus	2, 3, 5	VU	EN	VU
		Leopardus wiedii	3, 5	VU	VU	NT
		Puma concolor	3	EN	VU	LC
		Herpailurus yagouaroundi	3, 4, 5	VU	VU	LC
	Canidae	*Chrysocyon brachyurus*	1	CR	VU	NT
	Mustelidae	*Lontra longicaudis**	2, 3, 4, 5	-	-	NT
	Procyonidae	*Nasua nasua*	2, 3	VU	-	LC
Artiodactyla	Cervidae	*Mazama nana*	3	EN	VU	VU
Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus paca*	3	VU	-	LC
	Dasyproctidae	*Dasyprocta azarae*	2, 3	VU	-	DD

Legenda: * espécie registrada durante as vistorias de campo deste estudo. VU=vulnerável, EN=Em perigo, CR=Criticamente em perigo, DD=deficiente em dados, NT=quase ameaçada, LC=não preocupante, NA=Não acessada. Referências: (1) ROOS 2016; (2) MRS 2009; (3) RHEA 2007; (4) PEDJ 2014; (5) HAR 2017.

3.2.1.2.2 Vistorias técnicas

Ao todo foram realizados 68 pontos de vistorias com avaliação dos aspectos listados na metodologia. A escolha dos pontos foi direcionada a locais com feições diferentes entre si, de maneira a contemplar a maior variação possível. O conjunto de pontos vistoriados corresponde a 107 quilômetros de rios e canais percorridos.

Quanto ao registro de espécies da fauna terrestre, os quelônios tigre-d'água (*Trachemys dorbigni*, Figura 3.33) e cágado-de-barbelas (*Phrynops hilarii*, Figura 3.33) corresponderam às espécies registradas com maior frequência ao longo de todo o trecho percorrido.

Figura 3.33 – Quelônios registrados no Rio Jacuí durante a realização dos pontos de vistoria: Tigre-d'água (*Trachemys dorbigni*) à esquerda e cágado-de-barbelas (*Phrynops hilarii*) à direita.

A capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) e o mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) também estiveram presentes ao longo de todo o trecho percorrido, sendo registrados preponderantemente através de vestígios (rastros e fezes) encontrados junto às margens (Figura 3.34 e Figura 3.35), mas também através de avistamentos (apenas para capivara) nas margens e inclusive atravessando o Rio Jacuí (Figura 3.36).

Figura 3.34 – Vestígios de capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) registrados nas margens do Rio Jacuí durante a realização dos pontos de vistoria: fezes à esquerda e rastros à direita.

Figura 3.35 – Rastros de mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) registrados nas margens do Rio Jacuí durante a realização dos pontos de vistoria.

Figura 3.36 – Capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*) registrada no Rio Jacuí durante a realização dos pontos de vistoria.

Já os registros de lontra (*Lontra longicaudis*) foram esparsos ao longo da área de estudo, mas particularmente abundantes na região do município de Cachoeira do sul, onde as margens revelaram intensa utilização pela espécie devido à grande densidade de rastros encontrados (Figura 3.37), mas incluindo também alguns avistamentos.

Figura 3.37 – Rastros de lontra (*Lontra longicaudis*) registrados nas margens do Rio Jacuí durante a realização dos pontos de vistoria.

Não obstante, os registros mais relevantes em relação à fauna terrestre corresponderam aos felinos, cervídeos e primatas, pois correspondem a espécies ameaçadas de extinção. Os felinos foram representados por espécie(s) de pequeno porte, certamente pertencente(s) ao gênero Leopardus, registrados em cinco locais vistoriados, sempre através de rastros (Figura 3.38). Cabe ressaltar que todas as espécies potencialmente ocorrentes na área de estudo e pertencente a este gênero são consideradas ameaçadas de extinção nos três níveis acessados (Quadro 3.6).

Figura 3.38 – Rastros de felino(s) (*Leopardus* spp.) registrados nas margens do Rio Jacuí durante a realização dos pontos de vistoria.

Os cervídeos foram representados por espécie(s) do gênero *Mazama*, também exclusivamente através de rastros encontrados nas margens (Figura 3.39), foram registrados em três pontos de vistoria. Assim como destacado para os felinos, todas as espécies potencialmente ocorrentes na área de estudo e pertencentes ao gênero *Mazama* são consideradas ameaçadas de extinção.

Figura 3.39 – Rastros de cervídeo (*Mazama* sp.) registrados nas margens do Rio Jacuí durante a realização dos pontos de vistoria.

Os primatas se fizeram presentes através do bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*), registrado através de sua vocalização característica ou da visualização de bandos nas copas das árvores, principalmente na região do município de Cachoeira do Sul, onde foram avistados diversos bandos diariamente (Figura 3.40). Assim como os felinos e cervídeos supracitados, trata-se de uma espécie ameaçada de extinção.

Figura 3.40 – Bugio-ruivo (*Alouatta guariba clamitans*) registrado nas margens do Rio Jacuí durante a realização dos pontos de vistoria.

A análise das informações obtidas em campo acerca da ocorrência da fauna de vertebrados terrestres (rastros, fezes, avistamentos, entre outros) revelou aparente correlação positiva entre felinos, cervídeos e primatas em relação aos fragmentos florestais com conectividade do tipo 3 – *conexão que extrapola a área de estudo e/ou conexão com mata ciliar de afluentes*. Ou seja, grandes porções contínuas de vegetação natural, envolvendo florestas de galeria e mosaicos de florestas com áreas úmidas marginais abrigam os elementos mais sensíveis da fauna de vertebrados terrestres. O fato de que a mineração da areia ocorre restrita ao leito do rio, permite inferir que os potenciais impactos dessa atividade sobre a fauna terrestre são de baixa importância em nível de bacia hidrográfica.

3.2.2 Ecossistema aquático e de transição

3.2.2.1 Limnologia: Perifiton, Fitoplâncton, Zooplâncton, Macroinvertebrados

Foram realizadas amostragens na 32 em mesohabitats (MH), distribuídos na área de estudo no Rio Jacuí, a qual compreende quatro classes de trechos de rio, com feições distintas quanto às unidades geológicas, ambiente de sedimentação, sistema de sedimentação, tipo de sedimentação, regime de fluxo e geomorfologia fluvial. Em termos gerais, as classes 1 (entrelaçado), 2 (retilíneo) e 3 (anastomosado) e classes 4 (meandrante) (Tabela 3.9).

Tabela 3.9 – Classificação dos trechos do Rio Jacuí com base na geologia e geomorfologia. O regime de fluxo em cada classe pode ser predominante lótico ou lêntico dependendo das eclusas ou da influência do Lago Guaíba.

Classes	Unidade Geológica	Ambiente de Sedimentação	Sistema de Sedimentação	Tipo de Sedimentação	Geomorfologia Fluvial
1	Rio do Rastro	Continental, Marinho	Lacustre, Leque deltaico, Rampa carbonática	Barras arenosas, face de praia, tempestitos	Entrelaçado
2					Retilíneo
3	Sanga do Cabral	Continental	Desértico, Fluvial Entrelaçado	Barras arenosas/Barras conglomeráticas	Anastomosado
4					Meandrante

Segundo Pillar *et al.* (2004), a seleção de unidades amostrais em estudos limnológicos pode ser realizada por meio da amostragem estratificada, onde um rio ou uma lagoa são divididos por estratos e com base por exemplo na profundidade (por exemplo: superfície, meio e fundo). Ou no caso de ecossistemas lóticos, um rio estratificado por mesohabitats, definidos com base na sua morfologia fluvial e condições hidráulicas. Nestes são amostrados os micro-habitats existentes. A amostragem sistemática pode ser realizada dentro de cada estrato. A abordagem de delineamento amostral em rios e riachos é a mais aceita na literatura atualmente, sendo preconizada por importantes protocolos de monitoramento ambiental. Segundo NORRIS *et al.* (1999), a estratificação de habitat em estudos de biota de rios é extremamente necessária para reduzir a variabilidade das amostras e facilitar a comparação entre estações de coleta.

Para o presente trabalho foi adotada a amostragem sistemática estratificada, considerando o critério mesohabitat. Esta abordagem é mais eficaz, pois retrata com maior fidelidade aspectos estruturais e funcionais do ecossistema e de suas comunidades.

Com a finalidade de subsidiar o delineamento amostral estratificado, em cada classe de segmento foram reconhecidos os mesohabitats do Rio Jacuí, com base em imagens de satélites (Figura 3.41), adotando-se a terminologia Moring *et al.* (2014) com adaptações:

1) *Rapid*: mesohabitat caracterizado por um canal profundo, com águas muito turbulentas e velozes. Apresenta muita instabilidade a fauna bentônica.

2) *Riffle*: mesohabitat caracterizado por um canal raso, caracterizado por água moderadamente turbulenta, com velocidade variando entre baixa à moderada.

3) *Run* ou *Glide*: neste mesohabitat a velocidade é relativamente alta com fluxo laminar, sendo que na superfície não é verificada turbulência.

4) *Pool* (piscina ou poção): função de velocidade relativamente baixa, o que é atribuído ao canal mais profundo. Apresenta pouca instabilidade a fauna bentônica.

a) Piscina de canal: esta piscina se estende por toda a largura do canal principal, em região mais profunda dele.

b) Piscina *Eddy*: tipo de piscina localizada associada aos processos erosivos, onde a corrente se move na direção oposta em relação ao fluxo no canal principal.

c) Piscina isolada: tipo de piscina que está separada do canal principal. Frequentemente se trata de uma porção de um remanso anterior, ou meandro abandonado, ou um *forewater*, o qual perdeu a conectividade com o canal principal em decorrência de processos de deposição, mas que pode se conectar ao rio novamente com a elevação do nível do próprio rio em épocas de pulso de cheia. Por se tratar de áreas de menor velocidade, estes mesohabitats podem ser colonizados por macrófitas aquáticas, as quais servem de habitat para macroinvertebrados epifíticos e perifíton.

5) *Forewater* – mesohabitat que constitui uma piscina relativamente rasa, com baixa velocidade da água, conectada ao canal principal, orientada para a direção principal de fluxo. Por se tratar de áreas de menor velocidade, estes mesohabitats podem ser colonizados por distintas taxocenoses aquáticas.

6) *Backwater* – piscina relativamente rasa e conectada ao canal principal, caracterizada por baixa velocidade, orientada em uma direção oposta à do fluxo. Por se tratar de áreas de menor velocidade, estes mesohabitats podem ser colonizados por distintas taxocenoses aquáticas.

7) *Embaiamento* – piscina em formação, relativamente rasa e situada junto à margem do canal principal perpendicularmente ao fluxo, com baixa velocidade. Por se tratar de áreas de menor velocidade, estes mesohabitats podem ser colonizados por distintas taxocenoses aquáticas.

8) *Barra de canal submersa*: barra muito rasa, tipicamente localizada na periferia de um ponto exposto existente ou barra de canal, em área de menor energia, onde ocorre deposição.

9) *Barra exposta em pontal:* este tipo de barra em pontal não é citado pelo o autor com um mesohabitat e sim como uma característica morfológica do rio, formada por deposição e áreas de menor velocidade da seção transversal junto à margem. No entanto, essas barras formam um declive gradual junto à margem, de substrato molhado, no qual se enterram organismos escavadores, especialmente bivalves de água-doce, sobretudo nos rios tropicais sul-americanos. Por se tratar de áreas de menor velocidade, estes mesohabitats podem ser colonizados por distintas taxocenoses aquáticas.

10) *Barra exposta no canal ou ilha fluvial*: também não é considerada um habitat pelo autor (Moring *et al.*, 2014). No entanto, essas barras formam um declive gradual junto à margem, de substrato molhado, no qual se enterram organismos escavadores, especialmente bivalves de água-doce, sobretudo nos rios tropicais sul-americanos. Por se tratar de áreas de menor velocidade, estes mesohabitats podem ser colonizados por distintas taxocenoses aquáticas.

11) *Foz de arroio*: confluência de tributário com o Rio Jacuí. Habitat adicional adotado para este trabalho.

12) *Foz de rio*: confluência de tributário com o Rio Jacuí. Habitat adicional adotado para este trabalho.

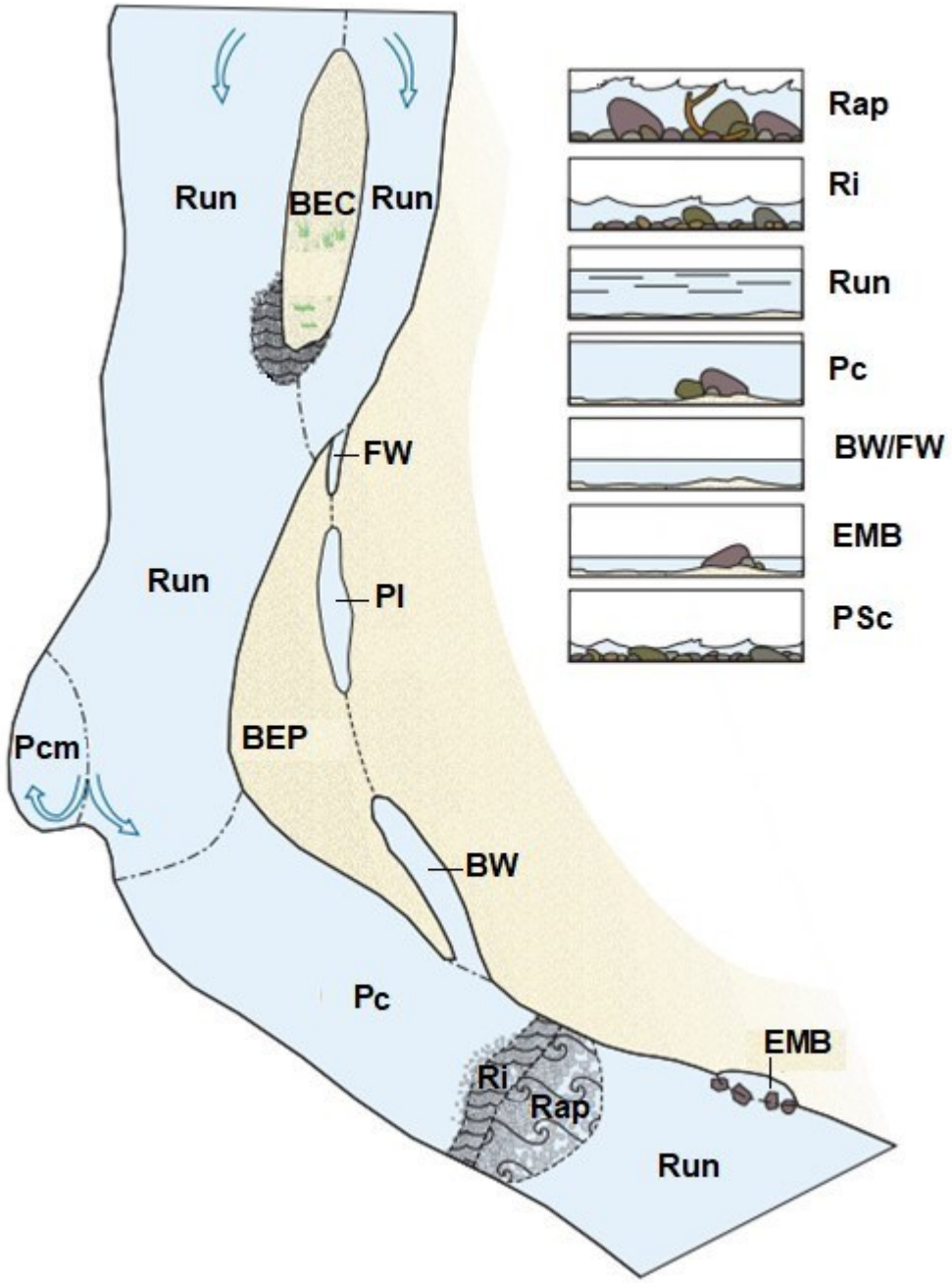


Figura 3.41 – Mesohabitats de rios modificado para o Rio Grande/Rio Bravo del Norte (USA).
Fonte: modificado de MORING (2014) modificado de Platania (1993): Barra Exposta no Canal (BEC); Forewater (FW); Backwater (BW); Barra Exposta em Pontal (PEP); Piscina no Canal de margem (Pcm); Piscina Isolada (PI), Piscina no Canal (Pc); Run (Run); Riffle (Ri), Rápidos (Rap); Embaiamento (BEM).

Os mesohabitats do Rio Jacuí identificados de acordo com a terminologia de Moring et al. (2004), sendo selecionados 32 mesohabitats representativos de cada trecho, para a realização da amostragem de organismos sesseis.

A primeira campanha foi realizada entre os dias 28 de março e 5 de abril de 2019. As coletas ocorreram em águas baixas. A segunda campanha foi realizada em dezembro de 2019. Foram amostrados 32 mesohabitats (MH01 a MH32) na área de estudo no Rio

Jacuí, distribuídos quatro classes de trechos de rio, os quais compreendem feições distintas quanto às unidades geológicas, ambiente de sedimentação, sistema de sedimentação, tipo de sedimentação, regime de fluxo e geomorfologia fluvial. O mesohabitat MH18 não apresentava coluna d´água na primeira campanha, devido ao período de estiagem, sendo amostrado apenas na segunda.

3.2.2.1.1 Perifiton

As algas epifíticas apresentaram riqueza de espécies elevada variando entre 10 (MH01) em *Run*, e 47 (MH31) espécies em *Backwater* de ilha vegetada; enquanto de espécies epilíticas variou entre 06 (MH15), barra deposicional exposta, e 51 (MH03), piscina isolada, no substrato rochoso de fundo sobre influência da correnteza. Na primeira campanha, os substratos vegetais foram os mais variados, uma vez que não foram registradas macrófitas aquáticas em todos os ambientes de coleta, e quando eram registradas, diferentes espécies ocorriam ao longo rio, com riqueza mais elevada de BACILLARIOPHYTA (70 espécies) e CHLOROPHYTA (37 espécies). As macrófitas aquáticas apresentam formas biológicas distintas, que consistem em diferentes arquiteturas de plantas, as quais estão adaptadas às diferentes profundidades, correntes e níveis tróficos (Cook, 1974). Além disso, a superfície de suas folhas e estolões são distintas entre espécies, com padrões de rugosidade e textura de superfícies peculiares, o que interfere nos padrões de colonização. Pompeo e Moschini-Carlos (2003) ressaltaram que há especificidade entre a planta hospedeira e a comunidade perifítica, e que esta especificidade é decorrente do nível trófico dos ambientes aquáticos. Uma vez que várias plantas foram coletadas não é possível estabelecer comparações. Na ausência de macrófitas, alguns registros foram obtidos por meio da coleta de galhos de espécies arbóreas pendentes na coluna d´água. Desta forma, a amostragem foi bastante heterogênea. Na segunda campanha, apenas foram coletados indivíduos de *Eichhornia azurea*, quando presentes nos habitats amostrados, o que revelou uma composição mais homogêneas entre amostras, com riqueza mais elevada de BACILLARIOPHYTA (46 espécies) e CHLOROPHYTA (8 espécies). Da mesma forma, as algas coletadas no substrato de fundo apresentaram composição bastante heterogênea e só foram registradas na presença de substrato rochoso: na primeira campanha, BACILLARIOPHYTA apresentou a maior riqueza (41 espécies); na segunda campanha, também (28 espécies).

3.2.2.1.2 Fitoplâncton

As divisões Bacillariophyta e Chlorophyta foram dominantes na maioria das estações de coleta, em ambas as campanhas. As diatomáceas ou Bacillariophyta predominam em águas turbulentas (Reynolds, 1984 e 1987). Bacillariophyta foi dominante até o MH13, o que pode ser atribuído ao fato de que a jusante o fluxo tende a ser laminar em decorrência da eclusa, e após desta em decorrência do expressivo alargamento do canal. DMAE (1981b) verificou a dominância de Bacillariophyta, na maioria de suas estações de monitoramento no Jacuí, entre 1974 e 1981, com algumas florações de Cyanophyta, em meses de verão. Chlorophyta foi dominante nas estações a jusante da MH13. Este grupo, quando dominante, indicam águas pobres em nutrientes, oligotróficas (Reynolds, 1984 e 1987).

Aulacoseira granulata (Baciillariophyta) foi dominante no MH01 (2254 ind.m^{-3}), MH07 (1159 ind.m^{-3}) e MH13 (2700 ind.m^{-3}); *Eudorina elegans* (Chlorophyta), no MH19 (2288 ind.m^{-3}) e MH30 (4370 ind.m^{-3}), e *Pandorina morum* (Chlorophyta) no MH25 (122580 ind.m^{-3}) na campanha 1. Na campanha 2, *Aulacoseira granulata* foi dominante no MH01 (4497 ind.m^{-3}), MH13 (432 ind.m^{-3}) e MH19 (2829 ind.m^{-3}); *Pediastrum duplex* (Chlorophyta), no MH07 (1485 ind.m^{-3}); *Pandorina morum* foi dominante no MH25 (4598 ind.m^{-3}) e no MH30 (74089 ind.m^{-3}), todas em coletas de superfície, por meio de filtragem.

O Rio Jacuí transporta elevada carga sólida, em crescente em direção à foz. Suas águas são turvas, com passagem de luz restrita. O gênero *Pediastrum* é sensível aos ambientes de pouca luz (Reynolds *et al.*, 2002). Já, as espécies do gênero *Aulacoseira* são comumente encontradas em rios turvos (O'Farrel et al, 2001). A maioria das espécies de *Aulacoseira* são adaptados às condições de pouca luz e à elevada mistura, apresentando uma elevada taxa de afundamento (Reynolds, 1984), o que condiz com sua dominância nos dois primeiros trechos do Jacuí, em época de estiagem, e nos três primeiros em época de vazante. Já as espécies do gênero *Eudorina* e *Pandorina*, dominantes na foz do Rio Taquari junto à cidade de Triunfo, podem indicar coluna rica em nutrientes (Reynolds *et al.*, 2002), o que está de acordo com o gradiente longitudinal de condições limnológicas, em especial de nutrientes do grupo fósforo, em maiores concentrações no trecho final do Rio Jacuí.

Com base nos dados da primeira campanha, a estação de coleta MH25 mostrou-se distinta das demais. As demais estações podem ser divididas em dois grupos, um formado pelo MH01 e MH13, e outro pelas estações MH7, MH30 e MH19. Os padrões verificados nesta campanha não mostram um contínuo longitudinal. Já na campanha 2, após cenário de vazante, o MH13 a montante da eclusa, se demonstrou distinto dos demais. Sendo a

estação MH19 mais próxima deste, enquanto as demais se dividem em dois grupos, MH1 e MH7, e outro com MH30 e MH25. Já na segunda campanha é possível verificar, exceto quanto ao MH 25, a distinção de trechos: meandrante (MH01 e MH07), anastomosado (MH13) com influência da eclusa, retilíneo (MH19), e entrelaçado (MH30).

Quando comparados os valores de abundância, riqueza e diversidade de organismos fitoplanctônicos referentes às coletas de montante e jusante (10000 permutações), da operação da draga 1, diferenças significativas foram verificadas quanto à abundância total ($p<0,0001$), índice de dominância ($p=0,0001$), equitatividade (J) ($p=0,0001$), e índice de riqueza de *Margalef* ($p=0,0001$). As espécies que contribuíam para a elevada dominância, *Ulnaria ulna*, *Terpsinoe musica*, *Eunotia pectinalis*, sofreram redução populacional de montante para jusante. Em contraponto, *Aulacoseira granulata*, apresentou densidade mais elevada a jusante, contribuindo para os valores de dominância. Quanto a operação da draga 2, diferenças significativas foram verificadas quanto à abundância total ($p<0,0001$), índice de dominância, índice de Shannon, equitatividade (J), e índice de riqueza de *Margalef*. As alterações das métricas para a draga 2 estão relacionadas a redução populacional das espécies *Actinastrum hantzschii*, *Closterium diane*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Netrium digitus*, *Gonatozygom monotaenium* que atingiram valores nulos, entre outras que tiveram reduções consideráveis.

3.2.2.1.3 Zooplâncton

Ploima (Rotífera) apresentou maior abundância relativa na maioria das amostras de ambas as campanhas, sendo o grupo dominante, em diferentes profundidades, seguido de Diplostraca foi o grupo dominante. Os elevados valores de densidade relativa destes grupos mostram que estão adaptados a ambientes lóticos correntosos. *Keratella cochlearis* foi a espécie dominante em termos de densidade no MH07 (12,3 ind.m^{-3}) e MH19 (8,85 ind.m^{-3}), *Synchaeta sp*. foi dominante no MH25 (224,4 ind.m^{-3}) e *Polyarthra vulgaris* no MH30 (372,5 ind.m^{-3}). MH01 e MH13 não apresentaram organismos zooplanctônicos. Na campanha 2, *Brachionus caudatus* apresentou maior densidade no MH01 (16.8 ind.m^{-3}); *Synchaeta* sp. e *Keratella cochlearis* foram mais densas no MH07 com 9,4 ind.m^{-3}, *Keratella cochlearis* também no MH13, com 2,45 ind.m^{-3}; *Brachionus caudatus* no MH13, com 382,7 ind.m^{-3}. *Synchaeta* sp. foi mais densa no MH19, com 496,1 ind.m^{-3} e *Polyarthra vulgaris* 2746,2 ind.m^{-3}. *Keratella cochlearis* foi relacionada à eutrofização por Gannon & Stemberger (1978). No entanto, *Keratella cochlearis* tem sido uma espécie frequente e dominante em muitos ambientes de água-doce, não especializada no que se refere a tipologia de habitat, e apresenta elevada tolerância a uma ampla faixa de pH (Bertolleti, 2001). *Keratella cochlearis* e *Polyarthra vulgaris* são espécies cosmopolitas amplamente distribuídas na

América do Sul (Lucinda *et al.*, 2004). O Rio Jacuí não apresentou características de eutrofia, o que indica que às associações zooplanctônicas registradas podem estar relacionadas mais as condições de fluxo do que nutrientes.

As estações de coleta MH01 e MH13 foram muito semelhantes, devido à ausência de organismos. O trecho entrelaçado do Jacuí (MH30) mostrou-se semelhante a foz do Rio Taquari, o que seria esperado pois são trechos terminais de dois rios. Os trechos MH19 e MH07 também compartilham características em comum. Os padrões verificados não são lineares, não mostrando um contínuo longitudinal. Já na campanha 2, em cenário de vazante, o MH13 (anastomosado) a montante da eclusa, se demonstrou distinto dos demais. As demais estações se dividem em dois grupos: um com MH1 e MH7 (meandrante), e outro com MH30, MH25 e MH19 (retilíneo e entrelaçado).

Quando comparadas os valores de abundância, riqueza e diversidade de organismos zooplanctônicos referentes às coletas de montante e jusante (10000 permutações), da operação da draga 1, registrou-se abundância nula a jusante, e consequentemente valores nulos de dominância, diversidade e equitatividade. Todas as espécies registradas a montante da draga 1 sofreram redução populacional a jusante. Quando a operação da draga 2, foram verificadas diferenças significativas quanto à abundância total ($p<0,0001$), índice de dominância ($p=0,0001$), índice de riqueza de *Shannon* ($p=0,0001$) e equitatividade (J) ($p=0,0001$). Para a draga 2, as espécies mais densas que contribuíram para os valores elevados de dominância a montante, *Bosminopsis deitersi*, *Polyarthra vulgaris*, *Trichocerca heterodactyla*, *Filinia terminalis* sofreram redução populacional a jusante.

3.2.2.1.4 Macroinvertebrados

Quanto a abundância total, o mesohabitat *Run* em trecho represado devido à Eclusa de Santo Amaro apresentou os maiores valores de densidade na campanha 1, seguido da foz do Rio Taquari e da margem direita de mesohabitat *Run*, no MH07. Já na campanha 2, duas *Backwater* apresentaram valores elevados de abundância total, nas estações MH12 e MH21. Quanto a abundância total, na primeira campanha, mesohabitat *Run* no trecho entrelaçado apresentou valores elevados, enquanto na segunda campanha, os valores mais elevados foram verificados em mesohabitats associados a planície de inundação.

Os valores de riqueza dos mesohabitats *Run* e mesohabitats laterais diferiram estatisticamente (10000 permutações, $p<0,1$) em ambas as campanhas. Já quanto a abundância, não foram verificadas diferenças significativas em nenhuma das campanhas. Grande parte dos ambientes amostrados apresentou dominância de *Chironomidae* e Oligochaeta, especialmente na calha principal do Rio Jacuí, mesohabitat *Run*. DMAE

(1981b), monitorou o Jacuí entre 1974 e 1981, em seis estações de amostragem ao longo do centro do canal principal e constatou dominância de *Chironomidae* e Oligochaeta. Da mesma forma, Takeda e Fujita (2004) verificaram a preferência de Oligochaeta e Chironomidae no canal principal do Rio Paraná, em detrimento dos demais habitats. Neste mesmo rio, verificaram que estes grupos predominam nos espaços intersticiais de sedimento arenoso, espécies com corpo vermiforme (Oligochaeta, Chironomidae e Harpacticoida) (Takeda *et al.*, 1997). Nos mesohabitats relacionados à planície de inundação, Oligochaeta e Chironomidae também foram abundantes, ocorrendo em associação com outros grupos de insetos e moluscos. As larvas de Odonata, Cordulidae, os gastrópodes da família Cochiliopidae e os anelídeos Glossiphoniidae, assim como os bivalves Hyriidae ocorreram em piscinas isoladas. As espécies de Planorbidae dos gêneros *Gundlachia* e *Biomphalaria*, concentraram-se em mesohabitats com menor conectividade com a calha principal, como *Backwater*, piscinas isoladas, entre outros. Estas espécies são comumente encontradas tanto em sedimento rico em detritos, como fixadas às macrófitas aquáticas, como fauna epifítica, em açudes, arroios e lavouras de arroz no baixo Rio Jacuí, associados à sua planície de inundação (Pereira *et al.*, 2000a). As espécies de Hyriidae são comuns em barras em pontal, e canais secundários, onde habitam sedimento de areia e lama, no Baixo Rio Jacuí (Mansur *et al.*, 1988). Já *Pisidium sterkianum* e *Eupera klappenbachi*, ocorrem no trecho inferior do arroio Capivara, o qual está inserido em área paludosa, assoreada devido aos processos erosivos e drenagens realizadas em decorrência de modificações no uso do solo relacionados à agropecuária, na planície de inundação do trecho entrelaçado (Pereira *et al.*, 2000a). Tateidae, representado pelo gênero *Potamolhithus* está presente no mesohabitat *Run* e barra exposta em pontal. Pereira *et al.* (2000b) registrou espécies do gênero *Potamolhithus* em ambientes correntosos da bacia do Rio Camaquã. O gênero *Campsurus* (Polymitarcidae), presenta no canal principal do Jacuí, assim como mesohabitats laterais, é comum em grandes rios, sendo encontrado na foz dos formadores do Jacuí, assim como em vários habitats do Lago Guaíba (DMAE, 1986), e ambientes laterais da bacia do Rio Paraná, em espaços intersticiais do sedimento onde constroem túneis (Takeda *et al.*, 1997). No Rio Paraná, *Campsurus violaceus* migra para locais abrigados em cenário de inundação (Takeda & Grzybkowska, 1997), como canais secundários e lagoas.

Sete espécies de moluscos bivalves nativos escavadores foram registradas nos mesohabitats amostrados nos trechos meandrante, anastomosado, retilíneo e entrelaçado, predominando em ambientes laterais, associados a planície de inundação: *Diplodon deceptus*, *Diplodon hildae*, *Diplodon bethae*, *Diplodon* sp., *Eupera klappenbachi*, *Pisidium sterkianum* e *Pisidium* sp. *Pisidium* sp. pode corresponder a *Pisidium sterkianum*, uma vez

que os espécimes examinados eram muito jovens. A única espécie registrada em ambiente *Run* foi *Pisidium sterkianum* no trecho retilíneo. Diferenças significativas foram verificadas por meio de teste de aleatorização (10.000 permutações; $p<0,05$), quando comparadas à presença e ausência de espécies em mesohabitat *Run*, no centro do canal principal, onde ocorreu apenas um registro de *Pisidium sterkianum*, e os demais habitats laterais, com registros de sete espécies de bivalves a composição é distinta em todos os trechos.

Os padrões de distribuições de bivalves nos mesohabitats avaliados estão de acordo com aqueles verificados por Bonneto & Di Persia (1975), no arroio Ayui Grande na Argentina e por Pereira *et al.* (2011), para o arroio Velhaco, que descrevem concentrações de bivalves em áreas deposicionais e ou canais secundários.

Takeda & Fujita (2004) avaliaram a distribuição de organismos bentônicos em mesohabitats da planície de inundação do Rio Paraná, assim como da calha principal deste mesmo Rio, antes e após a invasão do bivalve asiático, *Corbicula fluminea*. Em cenário pré-invasão as espécies nativas de bivalves *Castalia* sp. *Castalia undosa*, *Diplodon* sp, *Diplodon fontainianus*, *Anodontites* sp. *Monocondylaea minuana*, *Pisidium* sp, *Eupera* sp. *Cyanocyclas limosa* ocorriam em diferentes mesohabitats da planície de inundação, como canais secundários, piscinas isoladas, ou conectadas ao canal, em sua maioria, sem registros no canal principal, exceto nas margens, em barrancas ou áreas deposicionais. Em cenário pós invasão, as espécies nativas sofreram redução populacional, e foram em parte localmente extintas. *Corbicula fluminea* assumiu padrão de distribuição distinto, ocorrendo preferencialmente no canal principal.

Não foram encontradas espécies ameaçadas nos mesohabitats amostrados. É importante ressaltar que *D. iheringi* já integrou a lista de espécie ameaçadas do RS e foi removida da lista pela falta de dados de sua distribuição na Bacia. Esta espécie não foi registrada nas coletas realizadas. Portanto, percebe-se que suas populações e sua distribuição na bacia foram drasticamente reduzidas, com base na comparação dos registros verificados no presente e estudo e de dados pretéritos (Mansur *et al.*, 1988; Pereira *et al.*, 2000a), o que justificaria sua inclusão novamente nas listas nacional e estadual de espécies ameaçadas. O Lago Guaíba e seus tributários compartilham algumas espécies de moluscos bivalves da família Hyriidae, as quais são endêmicas destas áreas de drenagem (Pereira *et al.*, 2012 e 2014): *Diplodon iheringi*, endêmica do Baixo e Médio Rio Jacuí e do Lago Guaíba; *Diplodon hildae*, endêmico do Baixo Rio dos Sinos e do Lago Guaíba, *Anodontites iheringi*, endêmico do Alto Rio Jacuí, do Rio Caí e do Médio e Alto Rio dos Sinos. *Diplodon hildae* foi registrado em mesohabitats laterais, como mencionado no item anterior. *Diplodon iheringi* e *Anodontites iheringi* não foram registradas no presente

estudo. O gastrópode *Asolen platae*, espécie rara no Rio Jacuí com apenas um registro de ocorrência até hoje, em margens rochosas (coleção científica do MCN), não foi registrada na área de estudo.

Todas as espécies invasoras de moluscos de origem asiática citadas para a bacia (*Limnoperna fortunei*, *Corbicula flumine*a e *Corbicula largillierti*) por Pereira et al., 2012; Pereira et al. (2000) e Mansur et al. (1988) foram registradas neste estudo. Além de espécie invasora e engenheira (Darrigran & Damborenea, 2011), *L. fortunei* esteve amplamente distribuída nos mesohabitats amostrados.

Tanto na campanha 1, quanto na campanha 2, os valores do índice de diversidade de Shannon observado (H´) e o índice de diversidade de Shannon máximo (H´ máximo) dos mesohabitats *Run* e mesohabitats laterais não diferiram estatisticamente (10000 permutações). DMAE (1981b) constatou baixa densidade e diversidade de organismos bentônicos nos trechos médio e inferior do Rio Jacuí, com valores de H´ entre 0,5 e 1,4, afirmando ainda que o Rio Taquari, tributário da margem esquerda do Jacuí apresenta bentos mais diversificado. Por outro lado, quanto ao rio Caí, DMAE (1981a) afirma se tratar do rio com maior diversidade de organismos bentônicos dentre os demais formadores do Guaíba, com valores de H´ entre 1,34 e 1,88.

3.2.2.1.5 Zonação das comunidades e aspectos limnológicos

No Rio Jacuí, os processos de erosão e deposição são dominantes, moldando feições geomorfológicas ímpares, em seu curso médio e inferior, as quais não são encontradas em outros rios do Rio Grande do Sul. Quanto às condições físicas do rio em perfil longitudinal, uma síntese é apresentada na Figura 3.42. Um claro gradiente espacial de condições hidrossedimentológicas foi verificado ao longo dos trechos, com aumento de descarga sólida e líquida nos últimos dois trechos. A qualidade de água apresenta padrões espaciais distintos em cenário de estiagem e cheia. Durante o cenário de estiagem, o trecho meandrante diferencia-se dos dois trechos a jusante, com forte influência de Santo Amaro e do Rio Taquari respectivamente, assim como os dois trechos intermediários se diferenciam do trecho final, entrelaçado. Já em cenário de cheia, os primeiros três trechos apresentam características muito similares, uma vez que o escoamento superficial de suas áreas de drenagem, as quais são muito semelhantes entre si quanto à matriz de uso de solo, constituídas basicamente de pastagem e arrozais, deve contribuir para homogeneizar a qualidade da água na calha principal, onde há a maior correnteza e mistura. Desta forma, no cenário de cheia, apenas o trecho entrelaçado se mostra distinto dos demais, no qual concentram-se áreas urbanas, a menor faixa de vegetação marginal, além da influência do refluxo de águas do delta, que recebe contribuições do Caí, Sinos e Gravataí. Takeda *et*

al., (2002) relatou que a calha do Rio Paraná recebe nutrientes provenientes da planície de inundação, durante período de cheia.

As comunidades biológicas de ecossistemas lóticos são estruturadas ao longo de gradientes de condições físicas longitudinais, da área de nascentes a foz, e transversais, da calha para habitats laterais na planície de inundação. A comunidade zooplanctônica na calha principal (*Run*), apresenta dominância de rotíferos (*Keratella cochlearis, Synchaeta* sp., *Brachionus caudatus* e *Polyarthra vulgaris*) em todos os trechos (Figura 3.42), predominantemente na superfície (Figura 3.44). Da mesma forma, a comunidade de fitoplâncton é dominada por Bacillariophyta (*Aulacoseira granulata*) e Chlorophyta (*Eudorina elegans*, *Pandoria morum*, *Pediastrum duplex*) (Figura 3.42), também predominantemente na superfície (Figura 3.44). Os mesohabitats laterais provavelmente devem apresentar estruturas de comunidades planctônicas distintas, em decorrência de seus níveis de isolamento e tempos de residências, o que merece aprofundamento em novas investigações científicas.

Em gradiente longitudinal (Figura 3.42), exclusivamente quanto a calha, não houve diferenciação entre trechos quanto à estrutura da comunidade bentônica, devido aos padrões de dominância de Oligochaeta e Chironomidae, já mencionados. Sedimentos arenosos e elevada carga sólida em suspensão, comuns em grandes rios não são fatores limitantes a colonização de fauna bentônica (Hynes, 1970; Junk *et al.*, 1989). O padrão longitudinal e a estrutura da comunidade verificada neste estudo corroboram estudos pretéritos para o Rio Jacuí (DMAE, 1981b; SOMAR, 2017). Distribuição homogênea de organismos ao longo de gradiente longitudinal, também foi verificado por Marchese *et al.*, (2002), no trecho médio do Rio Paraná, onde o fundo da calha se revela um ambiente monótono de dunas de areia móveis.

Por outro lado, o Rio Xingu difere do Rio Jacuí, assim como o Paraná, como exposto anteriormente, devido a presença de ria em seu trecho final, com características mais similares aos ambientes lênticos do que lóticos, com elevado acúmulo de detritos e lama, que favorecem a estruturação de comunidades filtradoras, ricas e complexas, dominadas por esponjas e grandes bivalves (Volkmer-Ribeiro *et al.*, 2019).

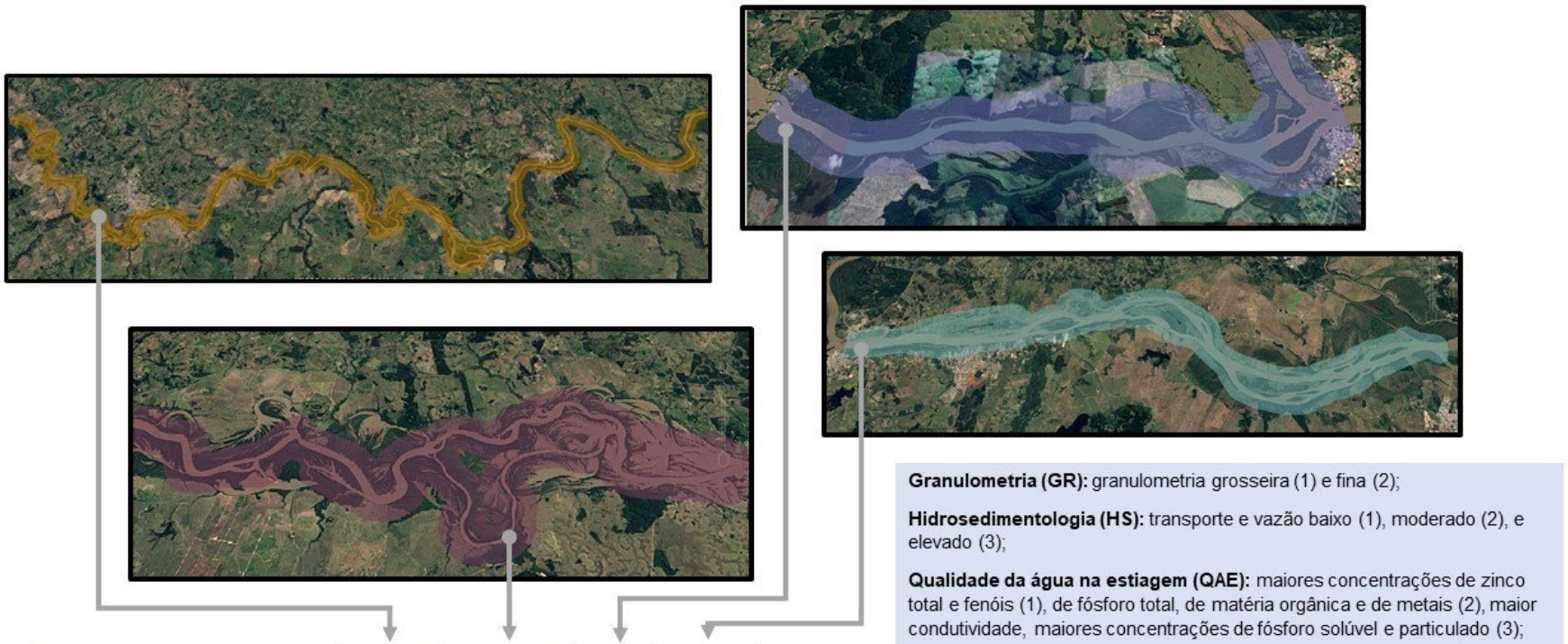
Apesar de estarem situados em áreas de formação geológica distintas, a zonação da comunidade de macroinvertebrados do Rio Jacuí, em gradiente transversal da calha aos ambientes laterais na planície de inundação, se assemelha à zonação verificada em seções transversais do alto Rio Paraná, no Brasil, e médio, na Argentina. Ambos os trechos do Rio Paraná, apresentam amplas e complexas planícies de inundação, com grande diversidade de habitats lênticos e lóticos com distintos níveis de isolamento da calha, os quais são

conectados em cenário de cheia (Marchese & Drago, 1992; Marchese *et al.,* 2002; Takeda & Fujita, 2004; Takeda *et al.,* 2002).

Em cenário de estiagem, quando o Rio Jacuí esteve contido na calha e a maioria dos habitats associados a planície de inundação apresentaram maior nível de isolamento, verificando-se a distinção entre os mesohabitats relacionados ao canal principal, dos demais relacionados a planície de inundação, quanto à estrutura da comunidade de macroinvertebrados. Em seção transversal (Figura 3.45), devido a maior instabilidade do substrato e às maiores correntes, a calha apresentou a menor riqueza e diversidade de macroinvertebrados, com dominância de Oligochaeta e Chironomidae, no centro do canal (Figura 3.46). Já nos ambientes laterais, ocorreu a maior riqueza e diversidade de macroinvertebrados, com maior abundância de bivalves (suspensívoros), gastrópodes e insetos que se alimentam de detritos. Na calha principal predominaram sedimentos arenosos no centro do canal, enquanto nas margens predominam sedimento constituído de areia e lama, com algumas variações entre trechos, e estações de coleta (Figura 3.45). Nos mesohabitats laterais, há predominância de lama em ambientais mais isolados. O grau de isolamento dos mesohabitats da planície é variável, alguns são conectados ao rio apenas por pequenos canais, outros por canais maiores. Em outros casos, a conectividade é verificada apenas em cenário de águas altas quando a calha extravasa, invadindo a planície de inundação. Padrões semelhantes foram verificados por Bonetto & Di Persia (1975) e Pereira *et al.* (2011), com concentração de organismos em canais secundários e barras arenosas.

No entanto, outros padrões podem existir em cenários de águas baixas, no verão, quando há maior produtividade em ecossistemas aquáticos. Faz-se necessário ampliar as investigações para melhor compreender os processos envolvidos em cada mesohabitat, uma vez que estes são variáveis no tempo e no espaço, com grande diversidade de microhabitats não examinadas neste estudo. O reconhecimento de padrões espaço-temporais em comunidades bentônicas, de sistemas fluviais complexos, como da bacia do Rio Paraná, só foi possível por meio de estudos de longa duração (Takeda *et al.,* 1997). No Rio Jacuí, da mesma forma, estudos mais aprofundados em uma maior janela de tempo poderão elevar uma rede mais complexa de relações ecológicas entre as comunidades biológicas e variáveis ambientais, como aquelas relacionadas ao estado trófico, variações de nível da água, influência da regulação de cheias em decorrência de barramentos, de qualidade água e sedimentologia, em nível de mesohabitat. Principalmente quanto aos mesohabitats mais isolados da calha na planície de inundação, que possivelmente recebem influxos de íons provenientes da calha, durante o período de águas altas, como citado por Takeda *et al.,* (2002) para a planície do Rio Paraná.

A continuidade deste estudo, seja em nível acadêmico, poderá auxiliar na compreensão de processos ecológicos chave para a manutenção da qualidade ambiental do Rio Jacuí. Contudo, as informações aqui apresentadas são inéditas e indicam padrões análogos aos verificados na literatura, para rios tropicais de planície, consistindo em informações valiosíssimas para o manejo e conservação deste sistema lótico.



Trechos	Meandrante	Anastomosado	Retilíneo	Entrelaçado
Granulometria	1	1	2	2
Hidrossedimentologia	1	1	2	3
Qualidade da água - Estiagem	1	1	2	3
Qualidade da água - Cheia	1	1	1	2
*Macroinvertebrados - Mesohabitats	1	2	2	2
Macroinvertebrados - Run	1	1	1	1
Fitoplâncton - Run	1	2	3	3
*Zooplâncton - Run	1	2	3	3

*Em cenário de vazante, pin=padrão idenfinido

Granulometria (GR): granulometria grosseira (1) e fina (2);

Hidrosedimentologia (HS): transporte e vazão baixo (1), moderado (2), e elevado (3);

Qualidade da água na estiagem (QAE): maiores concentrações de zinco total e fenóis (1), de fósforo total, de matéria orgânica e de metais (2), maior condutividade, maiores concentrações de fósforo solúvel e particulado (3);

Qualidade da água na cheia (QAC): maiores concentrações de formas reduzidas de nitrogênio, de matéria orgânica biodegradável e de metais (1), maiores concentrações de nitrogênio oxidado, de matéria orgânica degradável quimicamente, condutividade, fósforo particulado e total (2);

Macroinvertebrados bentônicos: comunidade no trecho meandrante (1) difere dos demais (2), considerando todos mesohabitats. É homogênea na calha (*run*).

Zooplâncton e Fitoplâncton: estrutura da comunidade distintas (1, 2 e 3)

Figura 3.42 – Modelo conceitual simplificado da zonação longitudinal do Rio Jacuí, com base nos padrões espaciais identificados para variáveis limnológicas e comunidades aquáticas, por meio de métodos multivariados.

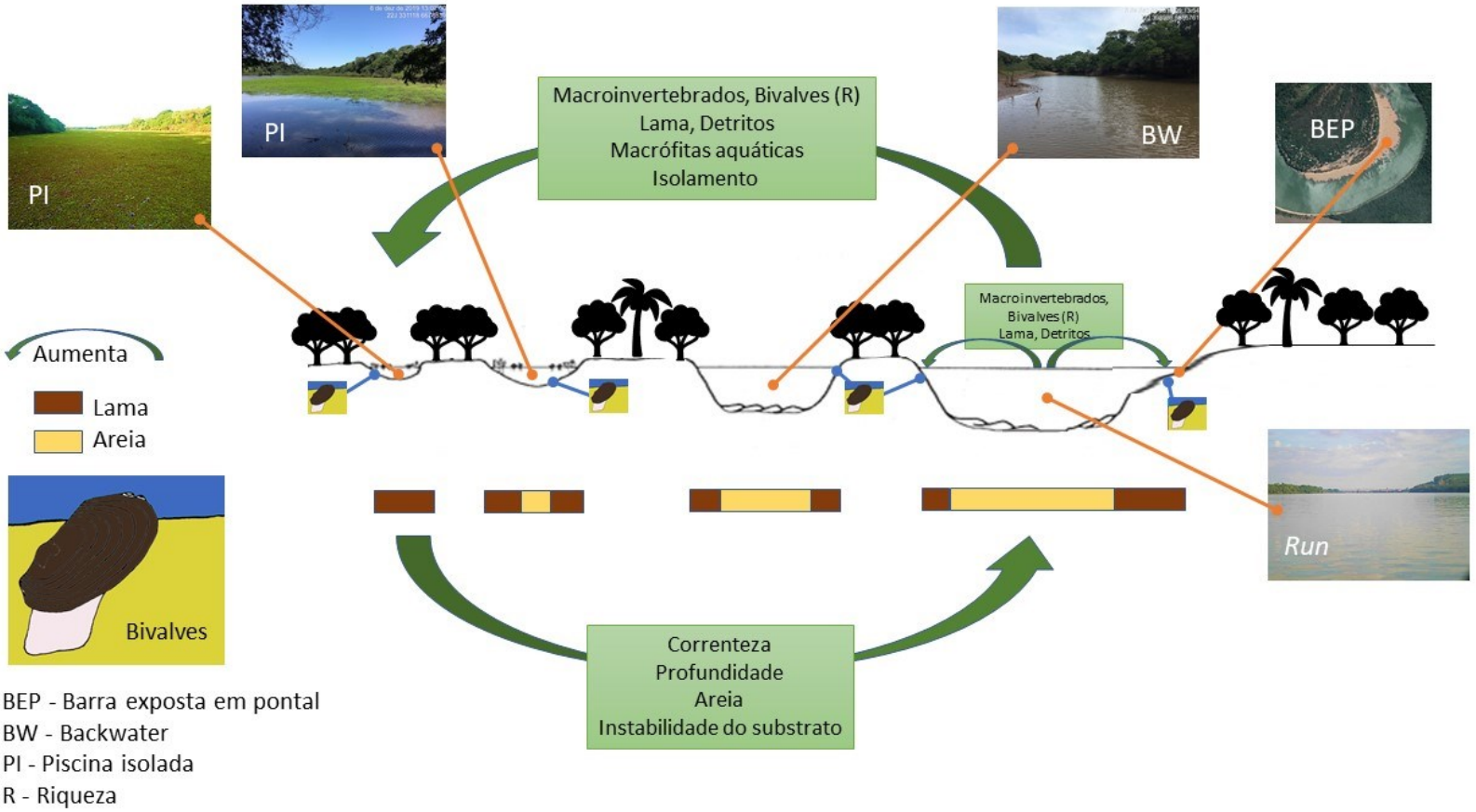


Figura 3.43 – Modelo conceitual simplificado da zonação transversal do Rio Jacuí, com base nos padrões identificados para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, por meio de estatística univariada e multivariada, bem como por meio de dados secundários.
Fonte: Adaptado de Marchese & Drago (1992).

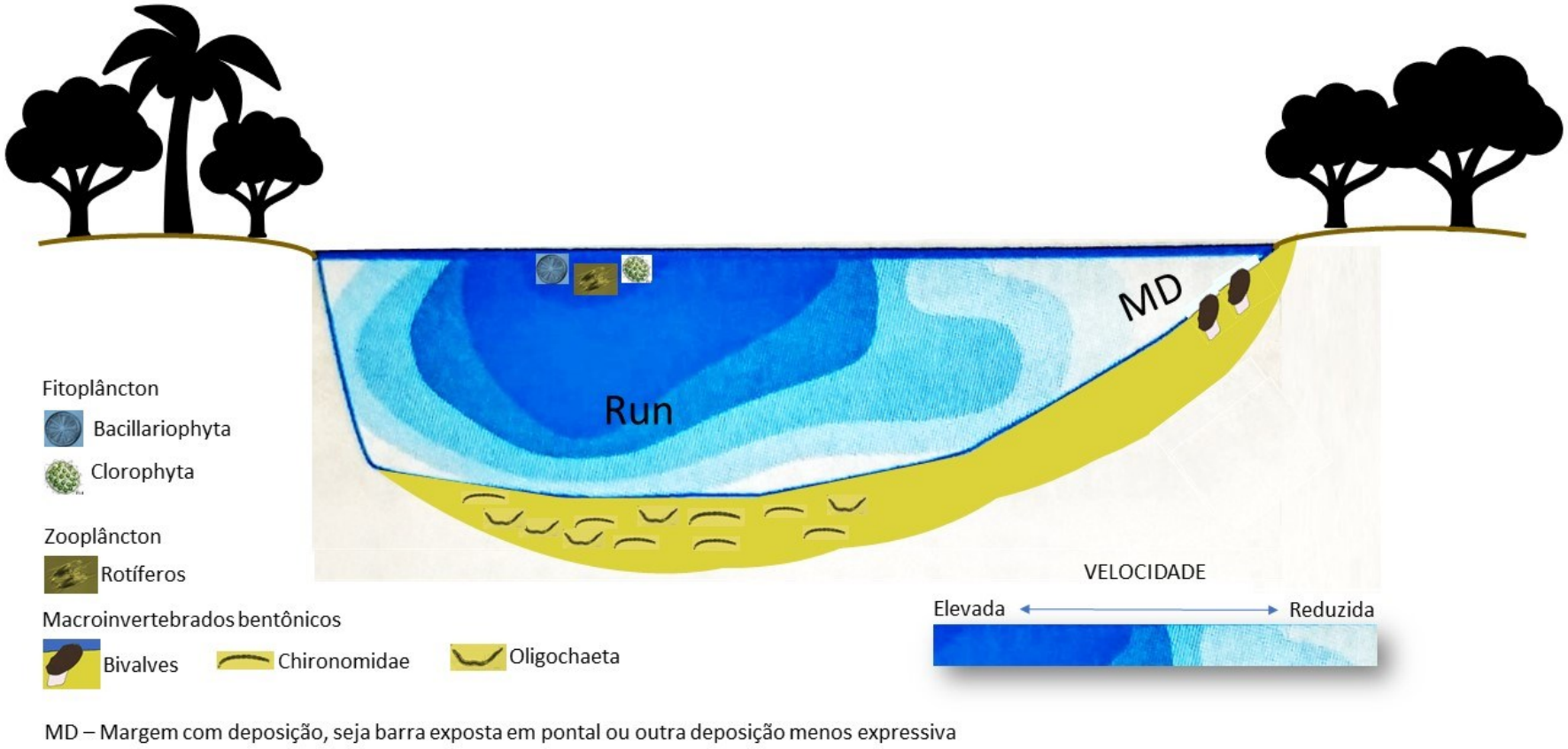


Figura 3.44 – Modelo conceitual simplificado da zonação transversal e vertical da calha principal do Rio Jacuí, indicando grupos dominantes das comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica e bentônica, com base nos dados primários e secundários

3.2.2.2 Levantamento ictiológico

3.2.2.2.1 Metodologia

3.2.2.2.1.1 Esclarecimentos iniciais

O levantamento de dados secundários abrangeu estudos realizados para licenciamentos ambientais de extração de areia e publicações de caráter científico cujas áreas de estudo contemplaram ou coincidiram com a bacia do Rio Jacuí e permitiu a identificação de registros de mais de uma centena de espécies de peixes no trecho em apreço do Rio Jacuí. O caráter pontual dos estudos, via de regra adotado nos processos de licenciamento ambiental, não permitiu que se identificassem zonas que representassem situações diferenciadas com maior ou menor relevância para a conservação da fauna de peixes, e que permitissem apontar diretrizes para adoção de medidas de controle ambiental nos futuros processos de licenciamento ambiental de atividades de mineração de areia.

A partir deste ponto se promoveu uma discussão entre componentes da equipe, à semelhança da aplicação de consagrado método de avaliação de impactos ambientais baseado na experiência e na integração dos conhecimentos dos técnicos (*ad hoc*). Este procedimento foi apoiado por uma análise da cartografia e de imagens de satélite do sistema Google Earth, considerando o teor do Termo de Referência. Como o objetivo precípuo deste estudo é a definição de zonas que devam receber atenção diferenciada em função de sua importância para a ictiofauna, são apresentadas as seguintes considerações que basearam a abordagem metodológica deste estudo:

- Muitas espécies de peixes apresentam preferência por determinados biótopos, algumas têm sua ocorrência estritamente relacionada à existência de determinado microambiente e outras conseguem se estabelecer indiscriminadamente ao longo do gradiente fisionômico do rio. Portanto, todos os microambientes do rio são potencialmente ocupados pela fauna íctica. A extensão do Rio Jacuí definida como área de estudo envolve grande heterogeneidade de ambientes aquáticos e as interações entre a calha principal do rio, afluentes, lagoas marginais, braços e áreas de transição multiplicam a variabilidade ambiental de habitats ocupados pela ictiofauna;

- A carência de estudos de autoecologia (reprodução, crescimento e alimentação das espécies) na bacia hidrográfica constatada na revisão de dados secundários para a ampla maioria das mais de cem espécies ocorrentes ilustra a complexidade deste tipo de estudo, que exige, por exemplo, a realização de campanhas mensais durante, no

mínimo, um ciclo anual completo (VAZZOLER, 1981), situação que extrapola o escopo deste zoneamento;

- Além dos aspectos populacionais (autoecologia), a relevância ecológica para a ictiofauna dos mais variados ambientes ao longo da área de estudo, ferramenta fundamental para um zoneamento, deve considerar a estrutura da taxocenose dos peixes, ou seja, a composição específica das comunidades e suas relações de abundância. A abordagem para tal, considerando as dimensões da área de estudo e a complexidade de habitats existentes, demandaria densa malha de pontos de amostragem, os quais deveriam ser replicados em cada tipo de ambientes até a suficiência amostral e a significância estatística (TOMANOVA *et al.*, 2013, FERRAZ, 2012, SCHLOESSER, 2008, LAPOINTE e CORKUM, 2006), o que mais uma vez extrapola o escopo deste zoneamento.

Com base nas considerações acima, adotou-se a seguinte abordagem metodológica:

1) Revisão bibliográfica de dados secundários

A revisão da literatura foi focada nos temas: impactos de mineração de areia; reprodução (processos em rios); tipologias de habitat da ictiofauna de rios; sendo desdobrada em subtemas sempre que sugerido pela análise do material compilado. As consultas foram realizadas junto a artigos científicos, trabalhos técnicos e coleções científicas disponíveis na internet.

2) Análise exploratória em imagens de satélite identificando ambientes reconhecidamente importantes para a ictiofauna:

    a. Ambientes aquáticos marginais (lagoas com e sem conexão aparente, braços de rio isolados ou conectados);

    b. Foz de afluentes (rios e riachos);

    c. Barras arenosas;

    d. Conexões entre ambientes aquáticos e a calha do rio.

3) Formulação de um protocolo de avaliação de ambientes aquáticos, incluindo critérios de qualificação de trechos de rio:

    a. Mata ciliar presente ou não;

b. Macrófitas aquáticas presentes ou não;

c. Presença de ambientes marginais colonizáveis pela ictiofauna;

d. Informações sobre espécies comerciais junto a pescadores.

4) Execução de vistorias embarcadas ao longo de trechos pré-estabelecidos, considerando a presença dos ambientes mapeados e locais de acesso ao rio, para aplicação do protocolo de avaliação;

5) Execução de amostragens direcionadas às diferentes tipologias de ambientes avaliados, para ratificação da análise ambiental, utilizando artes de pesca consagradas em levantamentos ictiofaunísticos (MALABARBA e REIS, 1987);

As áreas de amostragem voltadas ao diagnóstico da fauna de peixes foram definidas a partir da análise exploratória em imagens de satélite e considerando a geomorfologia do rio, identificando ambientes reconhecidamente importantes para a ictiofauna. A realização das amostragens foi direcionada às tipologias de ambientes com as seguintes características:

A. Barras arenosas – porções de margem com deposição de sedimentos arenosos em margens ou ilhas, geralmente, expostas à correnteza do rio.

B. Ambientes aquáticos marginais – acúmulos de água fora do leito principal, podendo ser:

- Lagoas marginais – corpos de água permanentemente ou sazonalmente isolados;
- Backwaters – corpos de água com clara conexão com o rio, localizada na sua porção mais a jusante;
- Forwaters – corpos de água com clara conexão com o rio, localizada na sua porção mais a montante;
- Outras áreas úmidas – porções visíveis nas imagens de satélite geralmente associadas a antigos trechos do leito do rio.

C. Foz de arroios – correspondem a curso de água de pequeno porte e que nas imagens de satélite não possuem espelho d'água visível. Via de regra, possuem extensão relativamente pequena em relação aos rios.

D. Foz de rios – correspondem a cursos de água de maior porte e de grandes extensões. Distinguem-se dos arroios por apresentarem espelho d'água visível

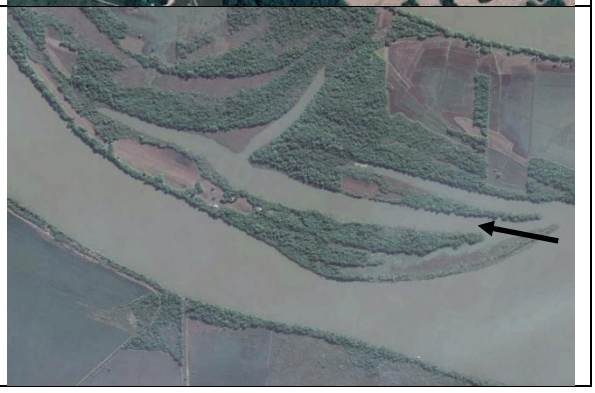
(descoberto de mata ciliar) na sua zona próxima à foz, característica de região potamal, segundo o conceito de *River Continuum* (VANNOTE *et al.*);

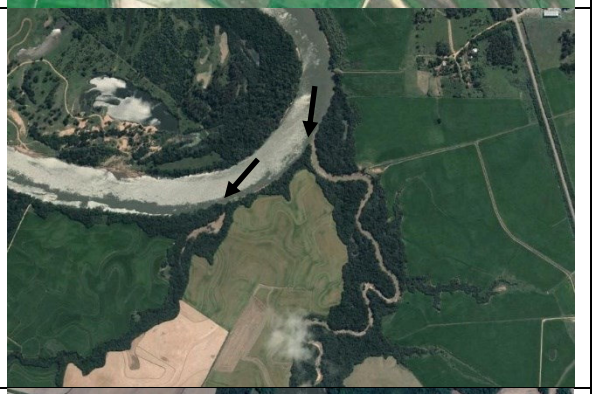
6) Avaliação da distribuição dos ambientes ao longo da área de estudo de maneira a compor um mosaico de classificação de importância ambiental para a taxocenose dos peixes de toda a área de estudo;

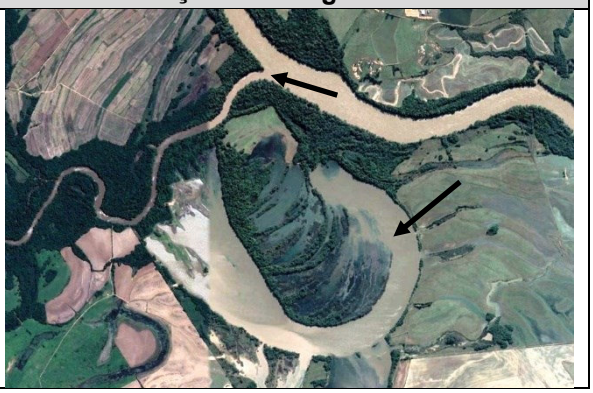
7) Uma vez qualificados e georreferenciados os ambientes, foi elaborado o mapa de classificação de importância ambiental (*hotspots*) para a ictiofauna de toda a área de estudo utilizando-se informações bibliográficas disponíveis para as espécies potencialmente ocorrentes no Rio Jacuí ou similares que já tenham sua autoecologia estudada em outras bacias hidrográficas e nos resultados das amostragens.

O Quadro 3.7 apresenta exemplos dos tipos de ambientes identificados no Rio Jacuí como importantes para a ictiofauna.

Quadro 3.7 – Exemplos de ambientes mapeados como relevantes para a ictiofauna no Rio Jacuí.

Categoria	Visualização em Imagem de Satélite
Lagoa marginal (-30,048 / -52,802)	
Backwater (-29,982 / -51,417)	

Categoria	Visualização em Imagem de Satélite
Forewater (-30,015 / -52,998)	
Foz de arroio (-30,083 / -52,889) Foz de rio (-30,081 / -52,885)	
Barras arenosas na margem esquerda (-30,061 / -52,811)	
Foz de rio (-29,994 / -52,384) Barra arenosa nas imediações de Rio Pardo (-29,996 / -52,390)	

Categoria	Visualização em Imagem de Satélite
Foz de rio (-30,048 / -52,967) Lagoa marginal (-30,055 / -52,961)	

A análise exploratória das imagens de satélite com foco na identificação de ambientes importantes para a ictiofauna propiciou a identificação de 358 pontos classificados nas tipologias supracitadas, distribuídos ao longo da área de estudo.

Uma vez mapeados os ambientes, procedeu-se à análise da logística para acesso a locais com concentrações desses pontos de interesse e que apresentassem maior diversidade de tipologias, favorecendo a representatividade das amostragens. Foram realizadas quatro expedições a campo, totalizando amostragens realizadas em 36 locais distintos ao longo da área de estudo.

A amostragem da ictiofauna foi baseada na aplicação de três artes de pesca de utilização consagrada para levantamentos expeditos, a saber: redes de espera, tarrafas e redes de arrasto de margem (doravante nominadas picarés).

- **Redes de espera** (Figura 3.45): foram utilizadas baterias compostas de quatro redes de espera simples com malhas 15 mm, 25 mm, 35 mm e 55 mm entre nós adjacentes, e 20 m de comprimento cada. As redes de espera permaneceram ativas pelo período aproximado de 12 horas em cada ponto onde foram aplicadas.

Figura 3.45 – Biólogos revisando rede de espera instalada em afluente do Rio Jacuí (PA17).

- **Tarrafa** (Figura 3.46): consiste em uma rede circular de arremesso manual. Foram utilizadas duas tarrafas com tamanhos de malha distintos. Uma com 2,5 m de altura, 12 m de circunferência e malha com 12 mm de espaçamento entre nós adjacentes; e outra com 3,0 m de altura, 20 m de circunferência e 25 mm de espaçamento entre nós adjacentes.

Figura 3.46 – Biólogo executando arremesso de tarrafa no Rio Jacuí (PA05).

- **Rede de arrasto do tipo picaré** (Figura 3.47**)**: consiste em uma rede de malha simples e muito fina (5 mm de espaçamento entre nós adjacentes), em formato retangular (10 m x 2 m), equipada com boias de isopor na porção superior e pesos de chumbos na porção inferior.

Figura 3.47 – Equipe de biólogos realizando arrasto de margem no Rio Jacuí (PA10).

3.2.2.2.2 Resultados

Os resultados são apresentados a partir da revisão bibliográfica. A revisão foi subdividida em temas que tratam da distribuição e ocorrência potencial das espécies; dos aspectos gerais da biologia dos peixes determinantes da abordagem metodológica adotada no estudo; e das considerações sobre os ambientes mapeados ao longo da área de estudo.

Considerando as informações obtidas em fontes secundárias, obteve-se para a área da bacia do Baixo Jacuí uma relação de 129 espécies de peixes distribuídas em 12 ordens taxonômicas e 35 famílias.

A revisão bibliográfica voltada para a verificação da importância das classes de ambientes fluviais identificados na metodologia revelou que há muita informação relativa aos ambientes marginais, a grande maioria para estudos realizados na zona tropical do país, ou seja, do Paraná para o norte. Estudos específicos sobre a importância do contato do rio principal com seus afluentes (foz de rios, de arroios e conexões entre o rio e áreas marginais) são escassos e, principalmente, tratam o assunto de maneira teórica. Sobre barras arenosas (praias), os poucos estudos que existem não tratam de ambientes sujeitos à dinâmica da correnteza do rio, como é o caso daqueles encontrados no Rio Jacuí, mas sim de barras arenosas na região amazônica, com refúgios, águas calmas e disponibilidade de matéria orgânica.

Ao longo da área de estudo ocorrem complexos de ambientes marginais compostos por lagoas, meandros abandonados e áreas úmidas, provavelmente decorrentes da colonização de meandros abandonados por vegetação.

O ciclo hidrológico tem influência marcante na função ecológica dos ambientes marginais. A alternância entre inundação e emersão é o aspecto fundamental que controla a erosão e a deposição nas planícies definindo comunidades bióticas, processos biológicos e ambientes característicos em ecossistemas fluviais. Durante a estação seca, as áreas inundadas se tornam isoladas a partir do canal principal do rio, formando lagos e lagoas marginais. As lagoas marginais são consideradas importantes meios que servem de berçário, proteção e abrigo para peixes, além de constituírem áreas de crescimento e recuperação de adultos.

O ciclo de cheia e seca imposto a esses ambientes os tornam singulares e dependentes das alterações do nível da água dos rios nos períodos de maior pluviosidade. O contato periódico do rio com as lagoas e várzeas permite a colonização delas por ovos e larvas, bem como a saída para o rio de alevinos e jovens provenientes da reprodução do ano anterior. Isso torna a manutenção da pesca e, principalmente, das populações de espécies migradoras intimamente associadas ao ciclo de cheia e seca (SANTOS E DA LUZ, 2009).

Ainda que no Rio Grande do Sul não se constate a sazonalidade marcada em relação a cheias e vazantes observada nas baixas latitudes, a inundação eventual dos ambientes marginais os transforma em importantes núcleos de diversidade biológica, não só para fauna aquática, como também notavelmente para outros grupos como aves e mamíferos, facilmente detectados por avistamentos ou vestígios em suas proximidades.

A diversidade de espécies de peixes nos rios é muitas vezes atribuída à presença de lagoas marginais e a heterogeneidade de habitats existentes nestes sistemas (ARAÚJO, 1996). A importância ecológica das lagoas marginais nas diferentes bacias hidrográficas do Brasil deve-se ao fato de constituírem áreas de abrigo para ovos, larvas e alevinos das espécies de peixes (SATO *et al.*, 1987; TORLONI *et al.*, 1991; ARAÚJO, 1996).

As lagoas presentes nas várzeas de grandes rios são bem conhecidas pela sua importância como criadouros naturais para peixes de piracema (WELCOMME, 1979; LOWE-MCCONNELL, 1987; WELCOMME, 1995; BAYLEY e LI, 1996). Após as migrações reprodutivas, processo conhecido como piracema, geralmente coincidentes com a época das cheias, os ovos e as larvas são transportados passivamente para as lagoas (GALETTI Jr. *et al.*, 1990; MACHADO-ALLISON, 1990). Assim, parte do ciclo de vida dos peixes depende da dinâmica das lagoas marginais, pois são nesses habitats que os ovos encontrarão condições

de viabilização e onde as larvas encontrarão proteção e alimento (principalmente plâncton) (GODOY, 1967). Ainda, para os peixes adultos de pequeno porte, a vegetação aquática pode representar local de abrigo, alimentação e postura, nos quais esses organismos passarão parte ou todo seu ciclo de vida (VAZZOLER, 1996).

3.2.2.2.2.1 Foz de afluentes

A importância desses ambientes está relacionada à movimentação dos peixes entre o rio principal e os afluentes. Os registros de espécies migradoras obtidos em alguns dos pontos de amostragem localizados na foz dos afluentes ratifica a hipótese de que tais cursos de água são utilizados como rotas migratórias. Há de se ressaltar também que tais ambientes representam a interface entre locais com características diferenciadas do rio principal, principalmente no quesito regime hidrológico, cobertura por vegetação ripária e maior abundância de sedimentos com carga orgânica. Nessa transição ocorre a dispersão de exemplares oriundos de zonas situadas mais a montante.

Godinho e Pompeu (2003) avaliaram a ocorrência de jovens de espécies migradoras em afluentes de pequeno porte (1ª e 2ª ordem) na bacia do rio São Francisco e propuseram os cursos de água menores como importantes habitats para crescimento de migradores. Esse modelo vem complementar o sistema considerado para a história de vida dos peixes do rio São Francisco e de outros da região Sudeste que contempla três sítios (alimentação - jusante, desova - montante e berçário - lagoas marginais) incluindo o sítio de refúgio - afluentes menores. Concluem que os arroios, assim como as lagoas marginais, são habitats fundamentais para as espécies migradoras. Essa hipótese de estratégia de vida dos migradores reforça a importância dos ambientes de foz de arroios como zona de deslocamento de jovens de espécies migradoras, além de via de dispersão de espécies residentes.

Tributários relativamente bem preservados, principalmente aqueles de maior porte, representam boa parte dos remanescentes lóticos em reservatórios e podem suprir os requerimentos ecológicos de certas espécies após o represamento (PRACHEIL *et al.*, 2013). Também promovem aportes de nutrientes em reservatórios e aumentam a diversidade de habitats para as assembleias de peixes (ARAÚJO E SANTOS, 2001). Sua influência na distribuição de espécies, abundância e riqueza foi verificada no estudo da ictiofauna de 4 reservatórios da CEMIG, o que pode indicar a importância desses ambientes para a preservação da ictiofauna (CEMIG, 2014).

Esse conjunto de ambientes foi subdividido em duas classes: Foz de Afluentes e Foz de Rios, o motivo é o maior alcance que os rios proporcionam aos grandes migradores.

3.2.2.2.2.2 Barras arenosas (praias)

A bibliografia sobre barras arenosas, especificamente sobre bancos de deposição de sedimento arenoso ao longo do curso principal do rio, é bastante escassa. As referências encontradas na revisão bibliográfica realizada, em geral, tratam de barras com águas calmas e que formam ambientes com deposição de matéria orgânica em várias formas e estudos realizados em barras arenosas da região amazônica, sujeitas a pulsos de inundação e praticamente livres de correnteza. Como se verá a seguir, os estudos disponíveis tratam de barras arenosas em que ocorre alguma diversidade de ambientes, situação diferente daquelas avaliadas no Rio Jacuí.

Barras arenosas com microambientes com deposição de matéria orgânica e refúgios formados por galhos ou locais de águas calmas são atrativas para a fauna de peixes (DUARTE *et al.*, 2010). A ampla maioria das praias mapeadas e avaliadas neste estudo não apresentavam tais características, pois trata-se de ambientes localizados nas margens do canal principal, sujeitas à atuação da correnteza do rio. Essa condição indica que o ambiente de barras arenosas é instável e pobre em recursos, tanto de refúgio como de alimento, situação que se observou nas praias do Rio Jacuí, enfatizando a forte atuação da correnteza do rio que reforça o caráter pouco atrativo desses locais para a ictiofauna.

É importante destacar que as praias mapeadas como ambientes a serem avaliados ao longo da área de estudo tratam de barras arenosas paralelas à correnteza e, portanto, sujeitas à sua influência. São ambientes pobre em refúgios e fortemente alterados por variações no nível do rio. Não correspondem às praias descritas na bibliografia como refúgios ou ambientes de alta complexidade. Estes últimos não são mapeáveis através de imagens de satélite por se tratar de locais de pequenas dimensões e, via de regra, cobertos por vegetação. Para corroborar essa distinção, foram realizadas amostragens em alguns locais desse tipo e comparados os resultados.

3.2.2.2.2.2.1 Levantamento de dados primários (amostragens)

As amostragens realizadas resultaram na captura de 3.817 peixes, distribuídos em 50 espécies pertencentes a 17 famílias e cinco ordens taxonômicas.

Esses resultados em nível de ordens e famílias taxonômicas são considerados normais e os resultados obtidos durante as amostragens na área de estudo corroboraram com o que havia sido registrado através da revisão bibliográfica para levantamento de dados secundários, refletindo aqui o padrão de composição para ictiofauna neotropical.

Contudo, a análise em nível de espécies revelou um resultado atípico e que não reflete a realidade da taxocenose de peixes no Rio Jacuí, tampouco o padrão neotropical. A espécie mais abundante foi um cascudo limpa-fundo (*Corydoras paleatus*, Figura 3.48), a qual contribuiu com 1.113 exemplares, correspondendo a praticamente 30% de todos os peixes capturados nas amostragens. Em realidade este resultado está diretamente relacionado a apenas um ponto de amostragem no qual foram capturados mais de 800 exemplares da espécie em apenas dois arrastos de margem. O referido ponto de amostragem foi estabelecido em ambiente de barra arenosa, em um balneário na localidade de Santo Amaro do Sul (Município de General Câmara) e muito provavelmente esteja relacionado a elevados índices de matéria orgânica no local.

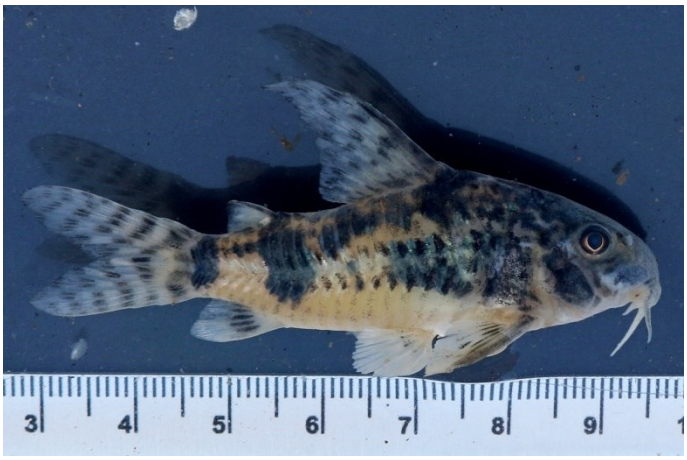


Figura 3.48 – Limpa-fundo (*Corydoras paleatus*) capturado durante o presente estudo no Rio Jacuí.

No extremo oposto ao limpa-fundo, 10 espécies se destacaram por terem sido as menos abundantes, registradas através de apenas um exemplar cada, entre as quais se destacam três espécies migratórias e consideradas de importância comercial: o voga (*Schizodon Jacuíensis*, Figura 3.49), o grumatã (*Prochilodus lineatus*, Figura 3.50) e o dourado (*Salminus brasiliensis,* Figura 3.51).

Figura 3.49 – Voga (*Schizodon Jacuíensis*) capturado durante o presente estudo no Rio Jacuí, indivíduo jovem.

Figura 3.50 – Grumatã (*Prochilodus lineatus*) capturado durante o presente estudo no Rio Jacuí.

Figura 3.51 – Dourado (*Salminus brasiliensis*) capturado durante o presente estudo no Rio Jacuí.

O lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*, Figura 3.52) se destacou como a espécie mais bem distribuída ao longo da área de estudo, pois foi registrada em 32 das 36 áreas de amostragem, correspondendo, portanto, a uma frequência de ocorrência de 89%.

Figura 3.52 – Lambari-do-rabo-amarelo (*Astyanax lacustris*) capturado durante o presente estudo no Rio Jacuí.

3.2.2.2.2.2.1.1 Espécies exóticas

Entre as 129 espécies de peixes registradas através do levantamento de dados secundários para presente estudo, 12 merecem destaque por serem consideradas exóticas no sistema hidrográfico da Laguna dos Patos, ao qual pertence a bacia hidrográfica do Baixo Jacuí (Quadro 3.8).

Quadro 3.8 – Lista das espécies exóticas registradas durante o levantamento de dados secundários.

Ordem	Família	Nome científico	Nome popular	Referências
Cypriniformes	Cyprinidae	*Cyprinus carpio*	Carpa-comum	5, 11
		Ctenopharyngodon idella	Carpa-capim	5, 11
		Hypophthalmichthys nobilis	Carpa-cabeça-grande	11, 12
Characiformes	Serrasalmidae	*Piaractus mesopotamicus*	Pacu	7, 11
		Serrasalmus maculatus	Palometa	13
	Anostomidae	*Megaleporinus elongatus*	Piava	12
	Curimatidae	*Cyphocharax spilotus*	Biru	1, 2, 3, 5, 6
	Acestrorhynchidae	*Acestrorhynchus pantaneiro*	Peixe-cachorro	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9
Siluriformes	Auchenipteridae	*Trachelyopterus lucenai*	Porrudo	1, 2, 3, 6, 7, 9
Cichliformes	Cichlidae	*Oreochromis niloticus*	Tilápia-do-nilo	5, 6
		Coptodon rendalli	Tilápia	1, 2, 3
Perciformes	Sciaenidae	*Pachyurus bonariensis*	Maria-luiza	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9
	Centrarchidae	*Micropterus salmoides*	*Black-bass*	6, 10

Legenda: (1) RAUBER 2012; (2) BOURSCHEID 2017A; (3) BOURSCHEID 2017B; (4) ROOS 2016; (5) HAR 2017; (6) RHEA 2007; (7) PEDJ 2014; (8) MRS 2009 (9) ENGEPLUS 2015; (10) CARVALHO *et al.* 2012; (11) FONTOURA *et al.*, 2016; (12) LATINI *et al.*, 2016; (13) https://www.ufrgs.br/peixesrs/2021/04/09/invasao-de-palometas-no-rio-jacui-as-lagoas-do-litoral-sao-as-proximas/..

A realização das amostragens resultou no registro de quatro espécies exóticas, todas elas previamente elencadas através dos dados secundários e citadas no quadro acima: peixe-cachorro, biru, maria-luiza e carpa-capim. O peixe-cachorro (Figura 3.53) foi registrado através de 117 exemplares capturados em 22 dos 36 pontos de amostragem e se destacou como a espécie exótica mais bem distribuída na área de estudo. O biru (*C. spilotus*, Figura 3.54) foi registrado através de 54 exemplares. Cabe destacar que existem outras três espécies nativas que pertencem à mesma família, também popularmente conhecidas como birus, e foram capturadas neste estudo. A maria-luiza (*Pachyurus bonariensis*, Figura 3.55) foi registrada através de 16 exemplares, e a carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) foi registrada ocasionalmente através de uma cabeça encontrada boiando (Figura 3.56) na localidade de Santo Amaro do Sul. Cabe também destacar os inúmeros registros informais obtidos junto a moradores e pescadores locais no que tange a ocorrência das carpas ao longo do Rio Jacuí e de palometas, que têm provocado danos às pescarias.

Figura 3.53 – Peixe-cachorro (*Acestrorhynchus pantaneiro*) capturado durante o presente estudo no Rio Jacuí.

Figura 3.54 – Biru (*Cyphocharax spilotus*) capturado durante o presente estudo no Rio Jacuí.

Figura 3.55 – Maria-luiza (*Pachyurus bonariensis*) capturada durante o presente estudo no Rio Jacuí.

Figura 3.56 – Carpa-capim (*Ctenopharyngodon idella*) encontrada durante o presente estudo no Rio Jacuí.

3.2.2.2.2.2.1.2 Espécies migratórias

A migração dos peixes ocorre, em geral, com um dos três seguintes objetivos: se reproduzirem, se alimentarem ou escaparem de condições ambientais severas e predadores. Os eventos migratórios mais conhecidos são os reprodutivos, também conhecidos como piracema (ou subida do rio em tupi), processo que apresenta grande significado biológico para os peixes. É durante essa migração que as gônadas sexuais (testículos e ovários) se desenvolvem e a maturação dos gametas ocorre, através da influência de dois fatores: a disposição genética e os parâmetros abióticos como luminosidade, temperatura, nível e qualidade da água. Os estímulos ambientais são considerados, inclusive, importantes gatilhos dos processos de vitelogênese (incorporação de vitelo aos ovócitos) e ovulação.

Entre as espécies que apresentam hábitos migratórios, relacionados à alimentação e à reprodução na área de estudo, se destacam o grumatã (*Prochilodus lineatus*), o dourado (*Salminus brasiliensis*), a piava (*Megaleporinus obtusidens*), o voga (*Schizodon Jacuíesis*) e o pintado (*Pimelodus pintado*). Com exceção do pintado, essas espécies realizam grandes deslocamentos migratórios utilizando a calha principal do Rio Jacuí e ingressam em seus afluentes para desovar. O pintado, por outro lado, necessita de segmentos mais curtos de fluxo livre para desovar (GODOY, 1967).

Portanto, apenas 4 das 129 espécies podem ser consideradas migradoras "*stricto sensu*", ou seja, aquelas reconhecidamente migradoras de longas distâncias. Destas, apenas a piava não foi capturada durante as amostragens a campo, apesar dos constantes relatos informais de moradores e pescadores dando conta de sua ocorrência ao longo de toda a área de estudo.

3.2.2.2.2.2.1.3 Espécies ameaçadas de extinção

Entre as 129 espécies compiladas através do levantamento de dados secundários para o presente estudo, 6 se encontram ameaçadas de extinção em pelo menos 1 dos 3 níveis acessados (Quadro 3.9): estadual, de acordo com o Decreto Estadual 51.797/2014; nacional, de acordo com a Portaria nº 445/2014 do Ministério do Meio Ambiente; e global, de acordo com o banco de dados da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN, 2018).

Quadro 3.9 – Lista das espécies registradas para a área de estudo e ameaçadas de extinção em ao menos um dos níveis: estadual (RS), nacional (BR) e global (GL).

Ordem	Família	Nome Científico	Grau de ameaça		
			RS	BR	GL
Characiformes	Bryconidae	*Salminus brasiliensis*	EN	-	NA
Siluriformes	Callichthyidae	*Lepthoplosternum tordilho*	-	-	EN
Cyprinodontiformes	Rivulidae	*Austrolebias adloffi*	CR	EN	NA
		Austrolebias cyaneus	CR	EN	NA
		Austrolebias wolterstorffi	CR	EN	NA
		Cynopoecilus nigrovittatus	VU	-	NA

Legenda: VU=vulnerável, EN=Em perigo, CR=Criticamente em perigo, NA=Não acessada.

Entre as 6 espécies citadas neste tópico, apenas o dourado (*Salminus brasiliensis*) ocorre na calha do Rio Jacuí, estando as demais espécies associadas a banhados e charcos na planície de inundação, sobremodo nas porções mais baixas da bacia, junto ao Parque Estadual Delta do Jacuí. De fato, o dourado foi a única espécie de peixe ameaçada de extinção capturada durante as amostragens. Ele é, certamente, a espécie mais conhecida do público em geral entre as espécies de peixes ameaçadas de extinção. De acordo com o Plano de Bacia do Baixo Jacuí, é considerada uma espécie de grande importância na pesca comercial e esportiva, pois pode medir até 1,0 m de comprimento e pesar 30 kg. Apesar de não existirem informações precisas sobre as populações no estado, o declínio acentuado na sua captura é admitido por pescadores, especialmente na bacia do Baixo Jacuí (REIS *et al.,* 2003), onde a espécie é enquadrada na categoria Em Perigo de extinção (DECRETO ESTADUAL 51.797/2014).

De acordo com o Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção do Rio Grande do Sul, as principais ameaças ao dourado são a construção de barragens que alteram o regime natural de cheias e que impõem barreiras físicas à migração reprodutiva, a alteração e a destruição de banhados e lagoas marginais aos grandes rios, a pesca intensiva e as ações de repovoamento com matrizes oriundas de outras bacias hidrográficas (REIS *et al.*, 2003).

3.2.2.2.2.3 Análise por tipo de ambiente

A análise por tipo de ambiente foi realizada no sentido de categorizar as três classes de ambientes avaliados (ambientes marginais, foz de afluentes e barras arenosas) com vistas a definir sua maior ou menor importância para a ictiofauna. Para isso levou-se em consideração o resultado das amostragens e as informações obtidas na literatura. Foram considerados aspectos relativos à diversidade encontrada, à importância dos ambientes como áreas de reprodução e crescimento e à dispersão de espécies e rotas migratórias.

As praias ou barras arenosas correspondem a ambientes fortemente sujeitos à ação da correnteza. O conjunto de locais enquadrados nessa categoria apresentou uma riqueza média de 4,8, variando entre 1 e 11 espécies. Sua classificação ficou como de baixa importância para a ictiofauna em função desses valores reduzidos, mas principalmente por se tratar de locais pobres em recursos alimentares e com condições adversas para a reprodução em função da ação da correnteza.

É importante destacar que na revisão bibliográfica sobre ictiofauna e barras arenosas há ênfase para hábitats de praias como locais de abrigo e forrageio, via de regra, locais de águas calmas. Tais ambientes não correspondem às praias mapeadas e avaliadas neste estudo. Durante os trabalhos em campo foi possível localizar e realizar amostragens em ambientes de praias que não estavam sujeitos à ação da correnteza, alguns impactados por ação antrópica e foram obtidos elevados valores de riqueza específica com média de 14,8 espécies, corroborando as informações da bibliografia. Esses locais não são mapeáveis através da metodologia adotada (imagens de satélite).

Os ambientes englobados como Foz de Afluentes apresentaram riqueza específica variando entre 3 a 21 (média de 10,53) espécies, predominando riquezas mais altas em relação às barras arenosas. Sua classificação como de importância maior em relação às barras arenosas se deve à maior riqueza e ao fato dessa categoria representar ambientes de conexão entre diferentes compartimentos da bacia hidrográfica e rotas de migração para as espécies que executam piracema. Em função da maior extensão que propicia movimentos migratórios, favorecendo os grandes migradores, optou-se por subdividir essa classe de ambientes em Foz de Arroio e Foz de Rio, determinando que os últimos possuem importância maior que os primeiros. A captura de 18 exemplares subadultos de grumatã (*Prochilodus lineatus*), correspondendo a 60% das capturas da espécie, na foz do Rio Vacacaí, é um indício de seu retorno à calha principal após a utilização desse afluente como rota migratória.

Os ambientes marginais são locais de elevada importância para o processo reprodutivo de muitas espécies. São ambientes que se constituem em áreas de crescimento e forrageio para formas jovens e propiciam que espécies de pequeno porte ali se desenvolvam durante todo seu ciclo de vida. Além da sua importância para toda a taxocenose dos peixes, os ambientes marginais representam importante recurso para a única espécie ameaçada de extinção que ocorre no curso principal do Rio Jacuí: o dourado. Schulz et al.(2002) constataram que, durante o período pós-reprodutivo (março a julho), dourados adultos marcados com radiotransmissores mostraram-se residentes em áreas de banhados, realizando deslocamentos diários inferiores a 500 m e, de acordo com o livro vermelho da fauna ameaçada de extinção do rio grande do sul, a alteração e destruição de banhados e

lagoas marginais aos grandes rios é uma das principais causas da diminuição das populações de dourado no estado (REIS et al., 2003). Assim, a classe Ambientes Marginais foi definida como a de mais alta importância entre aquelas pré-definidas na metodologia. No ponto PA-31, que estabelece contato entre um complexo de ambientes marginais e o Rio Jacuí, foi capturado o único exemplar de dourado (*Salminus brasiliensis*) de todo o estudo, indicando a utilização dessas áreas pela espécie.

3.2.3 Conclusão

Considerando a reduzida associação entre a atividade de mineração de areia no leito do Rio Jacuí e os ambientes que abrigam a fauna terrestre, uma vez que os impactos desta atividade não incidem diretamente sobre os ambientes terrestre e de transição, não foram elencadas diretrizes específicas relacionadas a esses grupos (Ver Capítulo 6). Não obstante, este componente faunístico contribuiu para a elaboração dos mapas de sensibilidade ambiental através da análise da largura e da conectividade da mata ciliar ao longo do trecho de rio contemplado pelo estudo

Quanto ao mapeamento dos mesohabitats relevantes para a conservação da fauna de macroinvertebrados bentônicos, em especial de bivalves nativos escavadores, no leito maior do rio (planície de inundação) (Figura 3.43), este constituiu critério determinante das restrições à atividade de extração de areia no Rio Jacuí.

Os padrões de distribuição espacial de macroinvertebrados bentônicos nos mesohabitats aquáticos identificados no diagnóstico (Figura 3.44) permitiram a identificação de zonas de maior e menor relevância para a conservação destes grupos faunísticos e subsidiaram o estabelecimento de diretrizes ambientais (Ver Capítulo 6) associadas aos processos de licenciamento da atividade de mineração (extração de areia) no leito menor do rio, tanto em barra e como no fundo da calha.

Os aspectos de maior relevância como as fozes de rios e os ambientes marginais foram definidores de restrições à mineração de areia, detalhadas adiante no Capítulo 4.3 . O mapeamento das áreas de maior ou menor importância para a ictiofauna contribuiu para a definição do zoneamento geral do Rio Jacuí e, conforme a classe de sensibilidade, foram definidas diretrizes ambientais associadas aos processos de licenciamento, conforme apresenta o Capítulo 6.

3.3 MEIO SOCIOECONÔMICO

3.3.1 Estrutura econômica e organização social

3.3.1.1 Processo de ocupação e formação territorial

A formação territorial da área em estudo possui uma relação direta com a colonização do Rio Grande do Sul pelos imigrantes europeus. O Quadro 3.10 apresenta o processo de formação dos primeiros municípios que fazem parte da área de estudo, indicando as principais etnias colonizadoras e pré-colonizadoras.

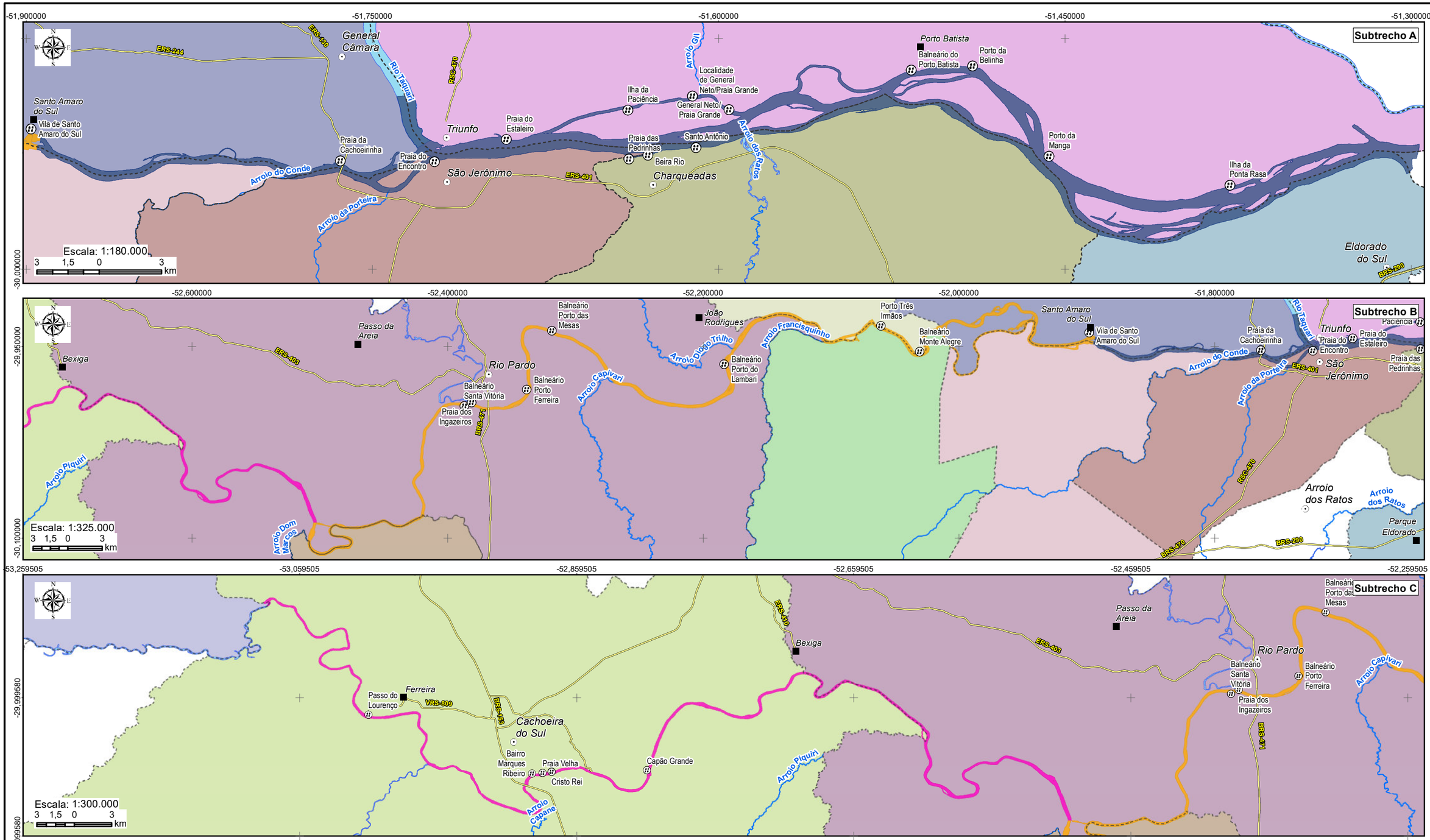
Observa-se uma mescla de municípios antigos (formados ainda no processo de consolidação dos núcleos de imigrantes) e alguns municípios recentes que se originaram, no século passado, daqueles consolidados. Do ponto de vista histórico, se observa uma forte vinculação entre a formação e o desenvolvimento das cidades com o Rio Jacuí, em função do acesso à região pelo curso hídrico, bem como pelas relações econômicas e de subsistência que o mesmo propicia.

Quadro 3.10 – Processo de criação dos municípios em estudo e etnias.

Município	Origem	Fundação	Emancipação	Etnias	Pré-colonização
Cachoeira do Sul	Cachoeira	1724	1944	Açoriana	-
Rio Pardo	Vila do Rio Pardo	1715	1846	Açoriana	-
Pantano Grande	Rio Pardo	1917	1987	Açoriana	-
Minas do Leão	Butiá	1795	1992	Espanhola	-
Vale Verde	General Câmara	1810	1995	Portuguesa, alemã	-
General Câmara	Forqueta de Santo Amaro	1753	1881	Portuguesa, açoriana, africana, alemã e italiana	Índios Caáguas (até 1750)
Butiá	São Jerônimo	1882	1963	-	-
São Jerônimo	Triunfo	1861	1938	Luso-brasileira	-
Charqueadas	São Jerônimo	Final do século XIX	1982	Portuguesa e africana	-
Triunfo	Sesmaria da Piedade	1754	1938	Açoriana	Índios Patos (até 1752)
Eldorado do Sul	Guaíba	Meados do século XVIII	1988	Açoriana, alemã	-

Fonte: sites das Prefeituras Municipais e IBGE (2013) apud DRHS/SEMA (2014).

O Mapa 3.22 apresenta as divisões municipais em relação à área em estudo, bem como as comunidades associadas ao Rio Jacuí nos diferentes trechos.



LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rios principais
- Rodovia
- Limite municipal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

- Comunidades associadas ao rio

Municípios localizados às margens do trecho em estudo

- Eldorado do Sul
- Triunfo
- Charqueadas
- São Jerônimo
- General Câmara
- Butiá
- Minas do Leão
- Vale Verde
- Rio Pardo
- Pantano Grande
- Cachoeira do Sul
- Restinga Seca

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.22 – Divisões político-administrativas

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Comunidades: Profill (2019)

3.3.1.2 Caracterização econômica

A estrutura econômica da maior parte dos municípios presentes na área de estudo está diretamente atrelada ao setor primário. Com exceção de Charqueadas, Eldorado do Sul e Triunfo, todos registraram participação acima da média estadual em relação ao Valor Adicionado Bruto (VAB). Já na indústria, somente os municípios de Charqueadas, com participação de 45,6%, e Triunfo (onde se observa a presença do Polo Petroquímico), com 74%, apresentaram valores superiores no setor industrial para a formação do VAB, à média estadual que é de 23,0% (Quadro 3.11) . No setor terciário (comércio e serviços) destacam-se os municípios de Eldorado do Sul e São Jerônimo. O Quadro a seguir apresenta o percentual de participação de cada setor da economia no Valor Adicionado Bruto (VAB) dos municípios e, como comparativo, no estado do Rio Grande do Sul.

Quadro 3.11 – Percentual de participação no Valor Adicionado Bruto a Preços Básicos (VAB), por setores de atividade econômica – 2016.

Unidade territorial	Estrutura do Valor Adicionado Bruto (%)		
	Agropecuária	Indústria	Serviços
Cachoeira do Sul	24,7%	12,6%	62,7%
Rio Pardo	36,3%	8,8%	54,9%
Pantano Grande	25,2%	21,9%	52,9%
Minas do Leão	38,5%	7,0%	54,5%
Vale Verde	54,5%	4,4%	41,1%
General Câmara	41,5%	4,5%	54,1%
Butiá	24,3%	14,8%	61,0%
São Jerônimo	12,5%	16,9%	70,6%
Charqueadas	2,5%	45,6%	51,8%
Triunfo	1,1%	74,0%	24,9%
Eldorado do Sul	6,5%	18,2%	75,3%
Rio Grande do Sul	**10,2%**	**23,0%**	**66,8%**

Fonte: IBGE, em parceria com órgãos/secretarias estaduais (2019).

De forma geral, os municípios mais distantes da Região Metropolitana de Porto Alegre – RMPA - são aqueles com economia mais estruturada em torno do setor agropecuário. O contrário acontece com aqueles municípios mais próximos a RMPA, possuindo economias mais estruturadas no setor industrial e serviços.

Em relação à agricultura, o Quadro 3.12, com base nos dados da Pesquisa Agrícola Municipal (IBGE,2018), apresenta a área plantada (em hectares) das culturas temporárias mais relevantes identificadas na área em estudo no ano de 2018. No Quadro 3.13, com base na mesma fonte de dados citada, mostra a área destinada à colheita das principais culturas permanentes.

Quadro 3.12 – Área plantada (em hectares) das principais atividades agrícolas (lavoura temporária), além do total plantado nos municípios em estudo – 2018.

Unidade Territorial	Produto das lavouras temporárias					
	Arroz	Fumo	Milho	Soja	Trigo	Total plantado
Cachoeira do Sul	28.720	416	3.500	142.400	2.200	179.673
Rio Pardo	8.500	3.800	2.260	62.244	40	79.053
Pantano Grande	4.420	-	500	20.200	1.000	26.176
Minas do Leão	1.800	-	150	9.500	440	11.918
Vale Verde	1.175	900	750	6.000	-	8.915
General Câmara	2.000	500	2.000	6.600	350	12.068
Butiá	1.200	6	150	9.000	500	11.722
São Jerônimo	2.040	1.600	600	4.000	90	9.780
Charqueadas	4.960	-	30	2.300	-	7.390
Triunfo	7.300	-	1.300	1.000	-	11.607
Eldorado do Sul	11.616	20	80	1.959	-	14.124
Rio Grande do Sul	**1.068.311**	**180.819**	**706.160**	**5.709.084**	**709.558**	**8.909.135**

Fonte: IBGE - Pesquisa Agrícola Municipal, 2018.

Quadro 3.13 – Área destinada à colheita (em hectares) das principais atividades agrícolas (lavoura permanente), além do total destinado à colheita nos municípios em estudo – 2018.

Unidade Territorial	Produto das lavouras permanentes				
	Laranja	Noz	Pêssego	Tangerina	Total destinado à colheita
Cachoeira do Sul	72	610	28	41	829
Rio Pardo	20	72	18	15	140
Pantano Grande	10	7	4	5	28
Minas do Leão	-	100	-	-	100
Vale Verde	10	15	5	10	45
General Câmara	25	90	-	10	135
Butiá	126	-	3	24	160
São Jerônimo	11	-	25	17	59
Charqueadas	10	-	4	9	24
Triunfo	190	-	-	190	388
Eldorado do Sul	30	-	-	-	30
Rio Grande do Sul	**22.519**	**2.554**	**13.140**	**11.571**	**161.921**

Fonte: IBGE - Pesquisa Agrícola Municipal, 2018.

No Quadro 3.14 estão expostos os dados relativos ao efetivo dos principais rebanhos presentes nos municípios em estudo, além do número total registrado no Rio Grande do Sul. Os dados são fornecidos pela Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2019), referentes ao ano de 2018.

Em termos gerais, observa-se a prevalência de bovinos e galináceos nos municípios em estudo. Os bovinos concentram-se nos municípios de Cachoeira do Sul e Rio Pardo, com

135.120 e 93.000 cabeças, respectivamente. São também nesses municípios onde ocorre a maior presença dos galináceos, com 150.000 em Cachoeira do Sul e 776.000 em Rio Pardo.

Quadro 3.14 – Principais rebanhos (cabeças) por tipo nos municípios em estudo – 2018.

Unidade Territorial	Tipo de rebanho					
	Bovino	Equino	Suíno	Caprino	Ovino	Galináceos
Cachoeira do Sul	135.120	6.292	8.200	1.800	33.748	142.000
Rio Pardo	93.000	4.600	6.200	390	12.900	776.000
Pantano Grande	27.300	2.070	664	480	8.000	8.300
Minas do Leão	21.800	1.010	150	-	2.000	3.500
Vale Verde	18.183	653	777	8	1.175	13.000
General Câmara	21.965	1.011	1.021	50	2.028	55.000
Butiá	21.110	1.208	387	36	5.036	9.600
São Jerônimo	32.260	1.631	1.638	1.429	10.449	30.000
Charqueadas	5.289	669	1.395	40	1.296	3.500
Triunfo	32.098	1.708	2.923	46	2.990	100.000
Eldorado do Sul	16.827	1.244	286	93	2.623	1.448
Rio Grande do Sul	**12.551.432**	**527.881**	**5.726.461**	**71.365**	**3.187.776**	**163.019.079**

Fonte: IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal, 2018.

Em relação ao setor secundário, o Quadro 3.15, por meio dos dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), apresenta um panorama das relações de emprego formal no setor para os municípios presentes na área do zoneamento (dados para o ano de 2017). Dos municípios em estudo, Triunfo é aquele que apresentou os maiores valores, sendo 4.723 vínculos formais. Estruturalmente, os empregos na “Indústria de transformação” representam a atividade com maior contribuição (3.496 empregos formais), seguida pela construção civil (com 1.030).

Quadro 3.15 – Emprego formal no setor secundário – 2017.

Unidade Territorial	Setor de Atividade Econômica – IBGE				
	Extrativa mineral	Indústria de transformação	Serviços industriais de utilidade pública	Construção Civil	Total
Cachoeira do Sul	51	2.239	326	289	**2.905**
Rio Pardo	57	1.218	25	40	**1.340**
Pantano Grande	162	350	16	97	**625**
Minas do Leão	38	97	51	42	**228**
Vale Verde	3	46	0	0	**49**
General Câmara	0	37	19	10	**66**
Butiá	226	133	27	35	**421**
São Jerônimo	6	882	33	48	**969**
Charqueadas	5	2.146	32	170	**2.353**
Triunfo	35	3.496	162	1.030	**4.723**
Eldorado do Sul	34	1.822	94	303	**2.253**
Total	**617**	**12.466**	**785**	**2.064**	**15.932**

Fonte: Ministério do Trabalho/ Relação Anual de Informações Sociais, 2019.

Assim como observado nos dados de emprego formal para o setor secundário, Triunfo também se sobressai em relação ao PIB *per capita* dos municípios em estudo (Figura 3.57). O PIB *per capita* de Triunfo é um dos maiores entre os municípios brasileiros, registrando um valor de R$ 289.932, sendo o único município com valor acima da média gaúcha em 2016, de R$ 36.207. Os dados evidenciam ainda o baixo desenvolvimento econômico de alguns municípios em estudo, em especial, de General Câmara e Butiá, com PIB *per capita* de apenas R$16.956 e R$19.791, respectivamente.

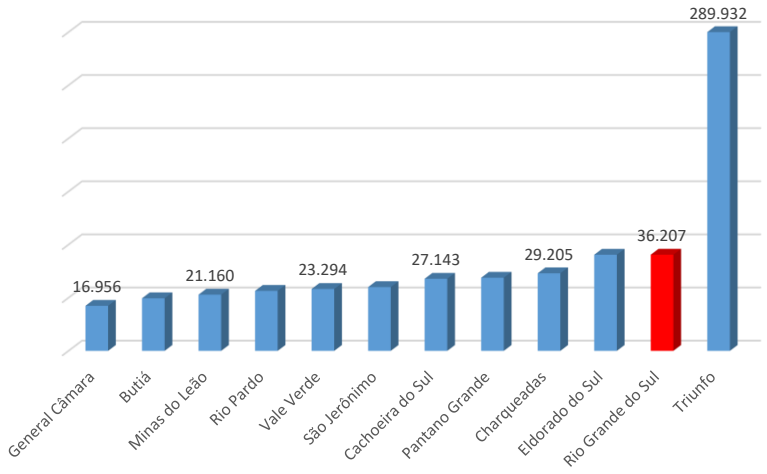


Figura 3.57 – PIB *per capita* nos municípios em estudo – 2016.
Fonte: IBGE, em parceria com órgãos/secretarias estaduais (2019).

Em relação aos rendimentos, a maior parcela das pessoas economicamente ativas ocupadas nos municípios recebia, em 2010, até 3 salários-mínimos (IBGE, 2010). Ao comparar com os dados do Rio Grande do Sul nota-se um indicativo de carência econômica da região, na medida em que todos os municípios registraram valores inferiores (em termos de qualidade) quando comparados aos valores estaduais. As atividades de campo realizadas no âmbito do diagnóstico ambiental (questionários aplicados aos proprietários de estabelecimentos próximos ao Rio Jacuí e aos pescadores) mostraram certa correspondência com essa realidade, posto que os rendimentos se encontram nas menores faixas.

3.3.1.3 Taxa de Urbanização

Quando analisada a taxa de urbanização, com exceção de Vale Verde (27,1%), todos os municípios são considerados “urbanos”, e cinco deles possuem percentuais acima da média gaúcha de urbanização (85,1%): Charqueadas (97,7%), Minas do Leão (96,2%), Butiá (94,7%), Eldorado do Sul (89,7%) e Cachoeira do Sul (85,5%). Os municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, São Jerônimo, Triunfo e Charqueadas possuem parte da área urbanizada próxima ao Rio Jacuí, onde é possível observar uma maior diversificação de usos e atividades econômicas, que englobam diferentes setores da economia.

3.3.1.4 Caracterização da organização social

Em relação à organização social, os estudos evidenciaram uma baixa presença de organizações sociais voltadas diretamente ao Rio Jacuí nos municípios em estudo (em alguns não foram identificadas instituições atuantes). As instituições de pesca estão atreladas, sobretudo, à orientação e à organização documental de seus associados para o recebimento de benefícios, encaminhamento de renovação das carteiras profissionais, auxílio-doença, aposentadorias, benefício do seguro defeso, entre outros. No Quadro 3.16 encontra-se a relação das instituições por município.

Quadro 3.16 – Instituições atuantes na área de estudo.

Município	Instituição
Butiá	Sindicato Rural de Butiá
Cachoeira do Sul	ACCE – Associação Cachoeira de Canoagem e Ecologia Associação Comunitária Passo do São Lourenço Sindicato Rural de Cachoeira Do Sul Sindicato da Indústria do Arroz do Estado do Rio Grande do Sul Sindicato dos Trabalhadores Ind. Alim. de Cachoeira do Sul Colônia de Pescadores Z-13 Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí
Charqueadas	Movimento Ecológico Pró-Natureza Associação dos Pescadores de Charqueadas
General Câmara	Sindicato dos Trabalhadores Rurais de General Câmara Sindicato Rural de General Câmara Associação de Pescadores e pescadoras de Santo Amaro do Sul
Pantano Grande	Sindicato Rural de Pantano Grande Sindicato dos Trabalhadores Rurais
Porto Alegre	SINDIBRITAS - Sindicato da Indústria da Mineração de Brita, Areia e Saibro de Estado do RS
Rio Pardo	Sindicato dos Trabalhadores da Indústria Alimentação Rio Pardo Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Rio Pardo Associação Comunitária Porto das Mesas Associação dos Amigos do Balneário Porto Ferreira Colônia de Pescadores Z-41
São Jerônimo	Sindicato dos Pescadores de São Jerônimo e região Sindicato dos Trabalhadores Rurais de São Jerônimo Sindicato Rural de São Jerônimo
Triunfo	Sindicato Rural de Triunfo Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Triunfo

3.3.2 Usos da água

Observa-se uma grande dependência entre a população dos municípios estudados e o Rio Jacuí, a partir dos seus diferentes usos econômicos. O Rio Jacuí se faz presente em diferentes momentos da cadeia econômica local, desde o uso direto da água por meio de captações diretas no rio para atender o setor produtivo até o escoamento de diferentes produtos para a Região Metropolitana de Porto Alegre e outros locais.

3.3.2.1 Navegação

No trecho em estudo, o Rio Jacuí possui grande relevância no contexto da navegação interior, seja a partir da Hidrovia Rio Jacuí ou pelas travessias hidroviárias intermunicipais (São Jerônimo/ Triunfo e Cachoeira do Sul). Existem ainda três portos localizados às margens do Rio Jacuí (Charqueadas, Rio Pardo e Cachoeira do Sul) e quatro terminais, alguns em operação efetiva e outros que operam eventualmente, dependendo da demanda. O Mapa 3.23 apresenta a hidrovia, travessias, eclusas, portos e terminais

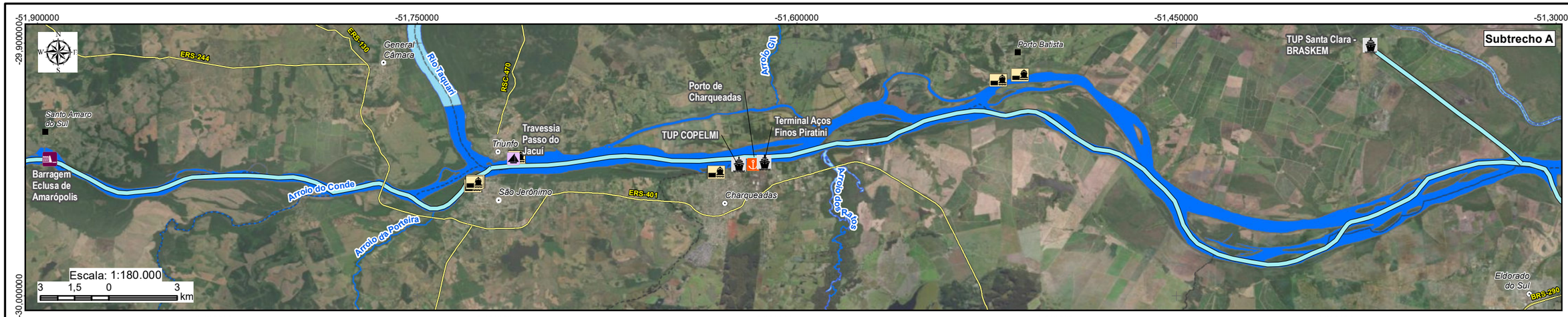
De acordo com os dados da Secretaria dos Portos e Hidrovias (SPH, 2014)[3], a Hidrovia Rio Jacuí se inicia no Ponto Quilométrico - PK-5, no Delta do Jacuí, e termina no PK-230, na Barragem do Fandango, em Cachoeira do Sul, com extensão total de 225 km, dividida em 8 trechos com calados distintos, conforme relacionado no Quadro 3.17.

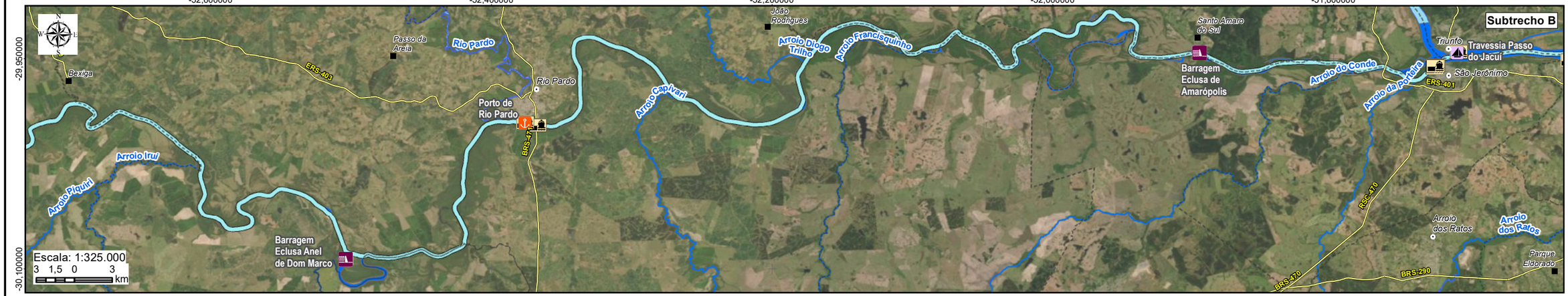
Quadro 3.17 – Principais características da Hidrovia Rio Jacuí.

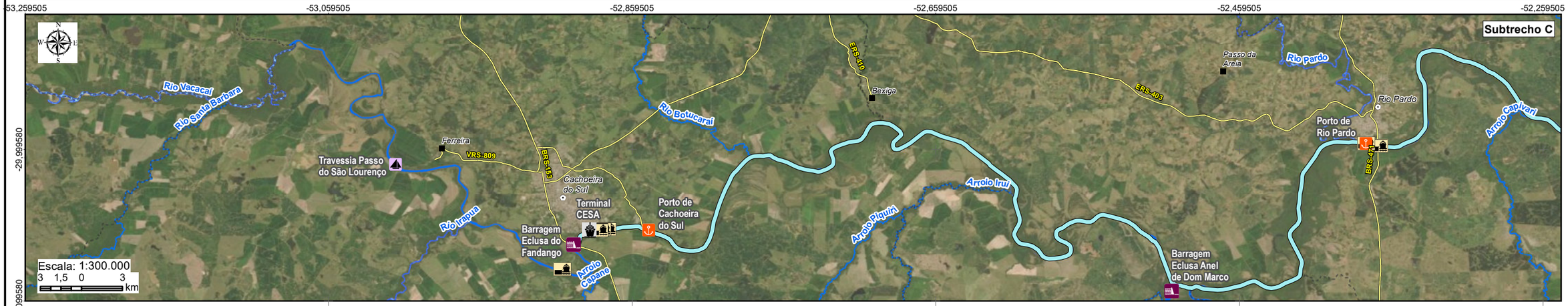
Hidrovia Rio Jacuí e trechos	Extensão (km)	Calado (m)	PK Início	PK Fim	Observação
Dados da Hidrovia	225	-	5	230	Início Delta do Jacuí e Final Barragem do Fandango
Trecho Delta Jacuí - Porto POA ao Rio Balsas	10	5,18	5	15	Rio Jacuí
Trecho Rio Balsas a COPELMI	31	4,0	15	46	Rio Jacuí
Trecho COPELMI a São Jerônimo	10	2,5	46	56	Rio Jacuí
Trecho São Jerônimo a Barragem Amarópolis	19	2,5	56	75	Rio Jacuí
Trecho Barragem Amarópolis a Canal Caiera	43	2,5	75	118	Rio Jacuí
Trecho Canal Caiera a Porto Rio Pardo	27,5	2,5	118	145,5	Rio Jacuí
Trecho Porto Rio Pardo a Barragem Dom Marco	21,5	2,5	145,5	167	Rio Jacuí
Trecho Barragem Dom Marco a Barragem Fandango	63	2,5	167	230	Rio Jacuí

Fonte: SPH (2014a) *apud* DRH/SEMA (2015a).

[3] Instituição extinta conforme disposto na Lei número 14.983, de 16 de janeiro de 2017, sendo as funções hidroportuárias assumidas pela Superintendência do Porto de Rio Grande - SUPRG.







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rios principais
- Rodovia
- Rio Jacuí
- Limite municipal

Portos e terminais

- Travessia
- Barragem Eclusa
- Terminal
- Porto
- Terminal de Minérios
- Hidrovia

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Elaboração: PROFILL

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.23 – Hidrovia do Rio Jacuí e pontos notáveis associados à atividade de navegação

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia:SEMARS (2018)
- Hidrovia: DRH-SEMA (2015)
- Portos e terminais: DRH/SEMA (2015) /FEPAM(2019)

De modo a proporcionar e garantir as condições de navegabilidade na Hidrovia Rio Jacuí – apesar de alguns trechos apresentarem condições ideais para a navegação fluvial, e outros estarem em situação crítica por possuírem calado não satisfatório quando em águas mínimas (na sua maioria, locais de depósitos de sedimentos) – foram executados melhoramentos, por intermédio das obras de implantação das Barragens Eclusas Fandango (década de 1950), da Eclusa de Anel de Dom Marco (década de 1960) e de Amarópolis (década de 1970), cujas características técnicas principais estão relacionadas no Quadro 3.18.

Para manutenção do calado de 2,5 m também foram realizadas obras de regularização por dragagens e derrocamento dos canais de navegação, na década de 1970, estando ainda projetada em 1976 a sinalização total do cordão de navegação principal, para complementar a sinalização já existente (entre o Largo de Santa Cruz e São Jerônimo, apoiada por alguns outros balizamentos provisórios pontuais) (adaptado de FREITAS, 2013).

Quadro 3.18 – Características técnicas principais das Barragens Eclusas localizadas na Hidrovia Rio Jacuí.

Eclusa	Amarópolis	Eclusa de Anel de Dom Marco	Fandango
PK	74	167	230
Localização	Rio Jacuí, margem esquerda, em General Câmara	Rio Jacuí, margem esquerda, em Rio Pardo	Rio Jacuí, margem esquerda, em Cachoeira do Sul
Cota máxima represamento (m)	5,5	13,5	18
Cota normal estiagem (m)	5	12,5	13,5
Desnível (m)	4,5	7,5	4,5
Comprimento (m)	120	120	85
Largura (m)	17	17	15
Profundidade (m)	3,0 m, em relação à estiagem (+0,5 m a jusante da obra)	3	3
Características	84 alças	4 alças	2 vãos
	(6,3 m altura x 2,0 m largura)	(2,0 m altura x 22,0 m largura)	1º vão: 23 alças (3,75 m altura x 1,5 m largura)
			2º vão: 38 alças (4,75 m altura x 1,5 m largura)
Capacidade de Carga	6.600.000 t/ano	6.600.000 t/ano	4.400.000 t/ano
Comboio - tipo	Automotor de 2.500 t de carga útil	Automotor de 2.500 t de carga útil	1.200 t de carga útil
Responsabilidade	AHSUL	AHSUL	AHSUL

Fonte: AHSUL (2014), DNIT (2014) e SPH (2014c) *apud* DRH/SEMA (2015a).

Quanto às travessias hidroviárias intermunicipais, a atividade ocorre por intermédio de autorização da SUPRG, que concede a execução da atividade a operadores locais, bem como

fiscaliza e normatiza o funcionamento da travessia. Desta forma, por meio de dados da SPH (2014d), de vistoria de reconhecimento de campo e entrevista com o Comitê – no âmbito do Plano da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí –, foram identificadas 5 travessias no Rio Jacuí por intermédio de balsas, duas inseridas na área do Zoneamento Ambiental, sendo uma intermunicipal (Quadro 3.19) e outra dentro do próprio município (Quadro 3.20).

Quadro 3.19 – Travessia hidroviária intermunicipal efetuada no Rio Jacuí.

Travessia	Município	Operador	Fonte de dados
Travessia Passo do Jacuí (passageiros e veículos)	São Jerônimo/ Triunfo	Navegação Bom Jesus Ltda. - passageiros Transportadora Inácio Ltda. - veículos	SPH (2014d)

Fonte: SPH (2014d) *apud* DRH/SEMA (2015a).

Quadro 3.20 – Travessia hidroviária municipal efetuada no Rio Jacuí.

Travessia	Município	Operador	Fonte de dados
Travessia do Jacuí	Cachoeira do Sul	-	Dados de campo (zoneamento)

Fonte: Informações colhidas em campo.

Cita-se ainda a existência das seguintes travessias rodoviárias (pontes) na Hidrovia Rio Jacuí: Porto Alegre/Eldorado do Sul: PK-7 (externa à bacia); São Jerônimo/General Câmara: PK-61; e Pantano Grande/Rio Pardo: PK-145.

Quando analisada a presença de portos e terminais, na Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí existem atualmente 3 portos localizados às margens do Rio Jacuí, nos municípios de Charqueadas, Rio Pardo e Cachoeira do Sul, além de 4 terminais, conforme Quadro 3.21.

Quadro 3.21 – Portos e terminais na Hidrovia Rio Jacuí inseridos na bacia hidrográfica do Baixo Jacuí.

Porto/Terminal	Município	PK	Tipo de operação	Tipo de terminal
Porto de Cachoeira do Sul[1]	Cachoeira do Sul	225	Cargas diversas	Público - Administrado pela SUPRG/Fluvial
Terminal CESA	Cachoeira do Sul	228	Operação eventual (conforme demanda) - grãos	Privado, fora do porto público
Porto de Rio Pardo	Rio Pardo	146	A Prefeitura Municipal de Rio Pardo sublocou o porto para três empresas privadas do setor de mineração de areia. A administração deverá retornar à SPH, conforme audiências realizadas em 2013 e 2014.	Público - Administração atual - Prefeitura Municipal de Rio Pardo (desde 2004, após a assinatura de um termo de cessão de uso entre a antiga SPH e a Prefeitura).
Porto de Charqueadas	Charqueadas	46	Cargas diversas	Público - Administração AHSUL
Terminal AÇOS FINOS PIRATINI	Charqueadas	46	Operação eventual (conforme demanda) descarga de minério de ferro paletizado	Privativo no Porto de Charqueadas
TUP COPELMI	Charqueadas	46	Efetiva - carregamento de carvão	Terminal de Uso Privativo: TUP - fora do Porto de Charqueadas/ Fluvial

Porto/Terminal	Município	PK	Tipo de operação	Tipo de terminal
TUP Santa Clara - BRASKEM	Triunfo	13	Efetiva - carga/descarga de produtos petroquímicos, carvão, contêineres	Terminal de Uso Privativo: TUP - Misto (Alfandegado)/ Marítimo

[1] Não operacional, de acordo com informação fornecida pela SPH. Fonte: SPH (2014e), MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (2014), FREITAS (2013) e CAMPÊLO e DUHÁ (2009) *apud* DRH/SEMA (2015a).

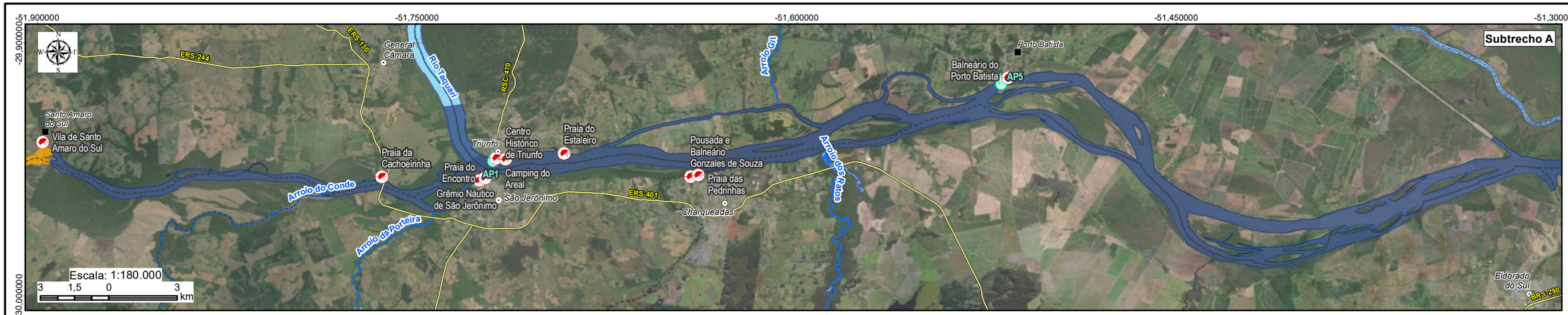
3.3.2.2 Recreação e lazer

Em relação aos balneários, áreas de recreação e lazer na área em estudo, os dados foram obtidos por meio de pesquisa em diferentes fontes, como questionários, vistoria de reconhecimento de campo da bacia, pesquisa nos provedores gratuitos *Google Maps* e *Google Earth*, banco de dados dos licenciamentos ambientais de empreendimentos localizados nos municípios da bacia, fornecido pela FEPAM, sites (das prefeituras municipais integrantes da bacia, da Secretaria do Turismo do Rio Grande do Sul e sites de divulgação dos empreendimentos turísticos) e projeto balneabilidade da FEPAM. Os pontos encontram-se no Mapa 3.24.

Os estabelecimentos de lazer localizados às margens do Rio Jacuí, inseridos na área em estudo, são elencados na sequência.

Quadro 3.22 – Estabelecimentos de lazer localizados às margens do Rio Jacuí.

Município	Estabelecimentos de Lazer
Cachoeira do Sul	Praia Nova, Praia Velha, Balneário do Seringa e Balneário Caixa D'Água.
Rio Pardo	Balneário Santa Vitória, Praia dos Ingazeiros, Mirante (na Praia dos Ingazeiros), Balneário Porto Ferreira, Balneário Porto das Mesas e Balneário do Lambari.
Vale Verde	Balneário Monte Alegre.
General Câmara	Balneário da Cachoerinha e Vila de Santo Amaro do Sul.
São Jerônimo	Praia do Encontro.
Charqueadas	Pousada e Balneário Gonzales de Souza e Praia das Pedrinhas.
Triunfo	Praia do Estaleiro, Camping do Areal e Balneário do Porto Batista (também conhecido como “camping do Porto Batista”).



LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rios principais
- Rodovia
- Limite municipal
- Áreas de lazer
- Captações para Abastecimento

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.24 – Estabelecimentos de lazer e pontos de captação para abastecimento público

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Áreas de Lazer: Profill (2019)
- Captações: DRH/SEMA (2015)

3.3.2.3 Pesca

Em relação ao Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia foram realizadas 35 entrevistas com pescadores ao longo do Rio Jacuí, as quais tiveram por objetivo obter informações sobre a realidade pesqueira na área de estudo, entre elas, os locais de pesca, os perfis dos pescadores, as principais espécies pescadas, a percepção dos pescadores com relação ao volume pescado no Rio Jacuí ao longo do tempo, bem como os possíveis conflitos da atividade.

As principais organizações de pescadores artesanais identificadas no Rio Grande do Sul são as próprias Colônias de Pescadores; a Federação dos Pescadores do RS; o Fórum Regional dos Pescadores do RS; os Fóruns da Pesca e a Federação dos Sindicatos de Pescadores do Rio Grande do Sul - FESINPERS. As principais colônias de pescadores identificadas para os municípios em estudo estão apresentadas no Quadro 3.23.

Quadro 3.23 – Colônia de pescadores em municípios que interceptam o Rio Jacuí.

Município	Colônia de pescadores
Cachoeira do Sul	Z13
Rio Pardo	Z41
Fórum Delta do Jacuí	Z4 e Z5

No entanto, outras entidades foram notadas ao longo da pesquisa, são elas:

- Sindicato dos Pescadores de São Jerônimo e região;
- Associação de Pescadores e Pescadoras de Santo Amaro do Sul;
- Associação dos Pescadores de Charqueadas.

Os Fóruns da Pesca, divididos por regiões da pesca, são arranjos institucionais de gestão compartilhada do espaço e constituem a principal forma de organização da pesca artesanal no estado, seja ela realizada em ambientes lagunares, estuarinos ou marítimos (PERUCCHI, KUBO e COELHO DE SOUZA, 2012).

O Fórum do Delta do Jacuí, Lago Guaíba e Norte da Lagoa dos Patos, denominado Fórum Delta do Jacuí, foi fundado em 2009, a partir da mobilização dos pescadores artesanais das colônias de pescadores Z-4 e Z-5 e das associações de pescadores artesanais da região. Este fórum objetiva o ordenamento pesqueiro dos rios Jacuí, dos Sinos, Delta do Jacuí, Lago Guaíba e Norte da Laguna dos Patos (DE PAULA, 2013). O sindicato referente ao Rio Jacuí no trecho em estudo é o Sindicato dos Pescadores de São Jerônimo, Charqueadas, Triunfo, General Câmara e Taquari.

O levantamento de dados primários indicou dois perfis principais em relação à pesca no Rio Jacuí, permitindo uma clara diferenciação entre os pescadores profissionais e amadores. Os pescadores profissionais encaram a pesca como algo passado de geração em geração, vivendo em residências simples próximas ao rio e trabalhando todos os dias da semana e durante todo o ano, exceto no período de defeso. Já os pescadores amadores, em grande parte aposentados em outra profissão, utilizam o rio para atividade de pesca em períodos específicos (feriados, fins de semana etc.), encarando a atividade como lazer e um complemento a sua alimentação.

Os pescadores apontaram ainda uma grande variação nas quantidades usualmente capturadas de acordo com o período, mas a maioria dos entrevistados observou uma diminuição da pesca ao longo dos anos, ressaltando que não conseguem um volume de peixes para estoque. Em relação ao consumo, boa parte dos pescadores entrevistados utiliza o pescado para consumo próprio ou venda no local de residência. Alguns possuem pequenas estruturas (geladeiras, freezers etc.) que permite manter o pescado congelado para venda em outros períodos do ano.

Em razão da falta de condições para acondicionamento do pescado em maior quantidade e da dificuldade para escoamento do produto, as vendas na maioria dos casos ocorrem por meio de atravessadores, que buscam o pescado em quantidades menores junto aos pescadores, encaminhando para mercados e restaurantes locais. Os pescadores possuem ainda como principais clientes veranistas, viajantes e moradores da região.

A partir das entrevistas com pescadores foram apontadas questões ambientais que, na visão dos entrevistados, interferem na disponibilidade do estoque pesqueiro. As colocações mais citadas foram:

- Lançamento de esgoto no Rio Jacuí;
- Presença de agrotóxico das lavouras;
- Pesca predatória, aumento no número de pescadores e conflitos em relação à captura de indivíduos pequenos, influenciando no desenvolvimento e consequentemente na quantidade de pescado adulto existente (conflito associado em grande parte a pescadores esportivos);
- Extração de areia: captura, por meio das dragas, de alevinos, além de eventuais o arraste de materiais dos pescadores pela passagem das dragas.

Como apontado no Relatório Técnico 7 – RT7, de maneira geral, as questões elencadas aparecem de modo generalista, não constituindo um consenso social ou setorial sobre a relação de potenciais impactos ambientais e a atividade de pesca. As questões ambientais relacionadas a áreas de ocorrência ou atores específicos que, em tese, poderiam ser "mapeáveis" pelos entrevistados, não foram.

O diagnóstico produzido junto aos pescadores indicou todo o Rio Jacuí como potencial para a atividade pesqueira. De maneira geral, os pescadores não apontaram locais específicos, citando que sua distribuição e movimentação se dá ao longo de todo o Rio Jacuí, possuindo como referência apenas os pontos de embarque e desembarque nas margens, geralmente associados às Colônias de Pesca/ Associações ou comunidades ribeirinhas e, especialmente, locais de residência dos pescadores.

Como esforço complementar para identificar potenciais áreas com maior presença da atividade de pesca, foi realizada análise de deslocamentos a partir das comunidades existentes ao longo do Rio Jacuí. Com base no perfil padrão das embarcações utilizadas na área foi determinada a velocidade média dos barcos (barcos de 15 HP: velocidade média de 35 km/h) e estimadas duas horas de deslocamento a montante e a jusante dos pontos das comunidades com pescadores. A partir destes dados (velocidade e tempo médio de deslocamento) foram geradas linhas de 70 km a montante e a jusante das comunidades com pescadores. Isso possibilitou identificar que somente em um trecho do rio os deslocamentos possíveis da comunidade de montante não estavam sobrepostos aos deslocamentos possíveis da comunidade de jusante, enquanto no restante do rio, as linhas geradas ficaram sobrepostas, corroborando o que foi observado no diagnóstico ambiental, relacionado a área de deslocamento de pescadores.

Ressalta-se que, apesar da pesca não estar inserida diretamente nos descritores dos mapas temáticos, o tema está integrado ao RT8 pelo estabelecimento de faixas para a garantia dos múltiplos usos do rio pelas populações que moram às suas margens. Desta maneira, buscou-se assegurar que a população que depende da atividade de pesca como meio de subsistência e que vive às margens do rio tivesse um raio de afastamento visando assegurar a manutenção de suas atividades em/relação com o rio e assim garantir sua manutenção social e econômica.

3.3.2.4 Abastecimento humano

O levantamento relacionado à captação de água foi feito a partir de consulta junto ao banco de dados do Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul – SIOUT, sob

responsabilidade do DRHS/SEMA. A consulta foi realizada em outubro/2019, quando foram obtidas as planilhas de captação para todos os municípios integrantes do diagnóstico. Posteriormente os dados foram filtrados, visando identificar apenas as captações realizadas no Rio Jacuí.

Em relação às captações junto ao Rio Jacuí, observa-se que a irrigação corresponde pela maior parcela das solicitações, distribuídas, especialmente, nos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Eldorado do Sul e Triunfo.

Cachoeira do Sul é o município que apresenta maior número de processos junto ao Sistema de Outorgas, com diferentes usos, incluindo navegação, abastecimento público, irrigação, dessedentação animal e turismo/lazer/balneário/recreação.

Quadro 3.24 – Captações junto ao Rio Jacuí.

Município	Finalidade	Vazão Média (m³/s)	Latitude	Longitude
Triunfo	-	0,030000	-29,9150	-51,5192
Triunfo	Irrigação	0,110000	-29,9525	-51,3522
Triunfo	Irrigação	5,555556	-29,9513	-51,4097
Triunfo	Irrigação	5,555556	-29,9702	-51,4058
Triunfo	Dessedentação animal	0,000036	-29,9133	-51,5522
Triunfo	Abastecimento público	0,041000	-29,9456	-51,7200
Triunfo	Irrigação	0,388889	-29,9551	-51,4527
Triunfo	Irrigação	0,069000	-29,9507	-51,3466
Triunfo	Irrigação	0,013889	-29,9288	-51,6301
Triunfo	Irrigação	0,011111	-29,9288	-51,6304
Triunfo	Irrigação	0,125000	-29,9481	-51,3392
Triunfo	Irrigação	0,138000	-29,9506	-51,3464
Eldorado do Sul	Irrigação	0,256400	-29,9758	-51,3687
Eldorado do Sul	Irrigação	0,256400	-29,9637	-51,3399
Eldorado do Sul	Irrigação	0,256400	-29,9614	-51,3403
Eldorado do Sul	Irrigação	0,256400	-29,9633	-51,3463
Eldorado do Sul	Irrigação	0,256400	-29,9656	-51,3515
Eldorado do Sul	Irrigação	0,256400	-29,9687	-51,3564
Eldorado do Sul	Irrigação	0,257160	-29,9744	-51,3659
Charqueadas	Abastecimento industrial	2,000000	-29,9476	-51,6146
São Jerônimo	Irrigação	0,069000	-29,9593	-51,7741
General Câmara	Navegação	-	-29,9480	-51,7270
General Câmara	Navegação	-	-29,9462	-51,8938
General Câmara	Irrigação	0,335750	-29,9472	-51,7894
General Câmara	Irrigação	0,030000	-29,9144	-51,9322
General Câmara	Irrigação	0,107000	-29,9188	-51,9712
Rio Pardo	Navegação	-	-30,0713	-52,5100
Rio Pardo	Navegação	-	-30,0900	-52,4950

Município	Finalidade	Vazão Média (m³/s)	Latitude	Longitude
Rio Pardo	Irrigação	0,043200	-30,0247	-52,4244
Rio Pardo	Irrigação	0,115556	-29,9962	-52,3847
Rio Pardo	Irrigação	0,115556	-29,9962	-52,3847
Rio Pardo	Abastecimento público	0,092000	-29,9953	-52,3772
Rio Pardo	Irrigação	0,154319	-30,0863	-52,4478
Rio Pardo	Irrigação	0,115556	-29,9960	-52,3820
Rio Pardo	Irrigação	0,115556	-29,9961	-52,3849
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,337000	-29,9497	-53,0552
Cachoeira do Sul	Navegação	-	-29,9280	-53,1094
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,081000	-30,0474	-52,8004
Cachoeira do Sul	Irrigação	-	-30,0397	-52,7972
Cachoeira do Sul	Navegação	-	-30,0714	-52,9261
Cachoeira do Sul	Turismo/lazer/balneário/recreação	0,100000	-30,0556	-52,8803
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,295000	-30,0331	-52,7998
Cachoeira do Sul	Navegação	-	-30,0628	-52,8975
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,048200	-30,0720	-52,9267
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,048180	-30,0720	-52,9267
Cachoeira do Sul	Abastecimento público	0,410000	-30,0647	-52,8981
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,023000	-29,9946	-53,0172
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,048000	-29,9946	-53,0172
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,334000	-30,0331	-52,8005
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,093000	-29,8917	-53,1193
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,210000	-29,9932	-53,0164
Cachoeira do Sul	Turismo/lazer/balneário/recreação	0,000306	-30,0556	-52,8808
Cachoeira do Sul	Abastecimento público	0,290000	-30,0647	-52,8981
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,138000	-29,9296	-53,0750
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,144000	-29,9271	-53,0808
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,156000	-29,9266	-53,0988
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,064300	-30,0216	-52,7979
Cachoeira do Sul	Dessedentação animal	-	-30,0145	-52,9943
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,012861	-30,0719	-52,9267
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,064300	-30,0208	-52,9739
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,064300	-30,0216	-52,7979
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,045000	-30,0356	-52,8033
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,045000	-30,0353	-52,8033
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,016718	-30,0703	-52,9283
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,444444	-30,0142	-52,9945
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,057900	-30,0210	-52,7950
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,057900	-30,0217	-52,7939
Cachoeira do Sul	Irrigação	0,096450	-30,0738	-52,9238

Fonte: SIOUT/ DRHS/ SEMA (2019).

Em relação à captação de água para consumo humano, o levantamento realizado junto ao banco de dados do SIOUT/DRH/SEMA resultou em 5 pontos de captação junto ao Rio

Jacuí, todos relacionados à Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN, nos municípios de Triunfo, Rio Pardo e Cachoeira do Sul. Os pontos de captação para abastecimento humano podem ser observados no Mapa 3.24.

Quadro 3.25 – Captações de água para consumo humano.

Município	Nome do Usuário	Vazão Média (m^3/s)	Latitude	Longitude
Triunfo	Companhia Riograndense de Saneamento	0,041000	-29,9456	-51,7200
Triunfo	Companhia Riograndense de Saneamento	0,030000	-29,9150	-51,5192
Rio Pardo	Companhia Riograndense de Saneamento	0,092000	-29,9953	-52,3772
Cachoeira do Sul	Companhia Riograndense de Saneamento	0,410000	-30,0647	-52,8981
Cachoeira do Sul	Companhia Riograndense de Saneamento	0,290000	-30,0647	-52,8981

Fonte: SIOUT/ DRHS/ SEMA (2019).

3.3.3 Mineração de areia e demais atividades de mineração

Na Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí a extração de bens minerais tem por objetivo principal suprir a demanda na área de construção civil, principalmente com areia, argila e saibro. A exploração de combustíveis fósseis também é representativa, dado o fato da importância geográfica destas rochas na área da bacia.

O diagnóstico identificou a existência de 1.131 processos em andamento na ANM, em outubro de 2014, totalizando uma área requerida de 579.595 ha. Considerando a modalidade de requerimento minerário, foram identificados 506 processos administrativos objetivando a atividade de extração mineral ou com lavra concedida e 625 processos com vistas à pesquisa. As áreas requeridas para licenciamento, registro de extração e concessão de lavra compreendiam 158.138 ha, já para pesquisa mineral a área requerida era de 421.457 ha.

Considerada a análise por fase dos processos minerários na ANM, foi identificado que a grande maioria dos processos existentes se encontrava na fase de autorização de pesquisa, tanto em número de processos, quanto em área requerida, representando 478 processos nesta fase (42% do total), abrangendo uma área requerida de 308.892 ha (Figura 3.58).

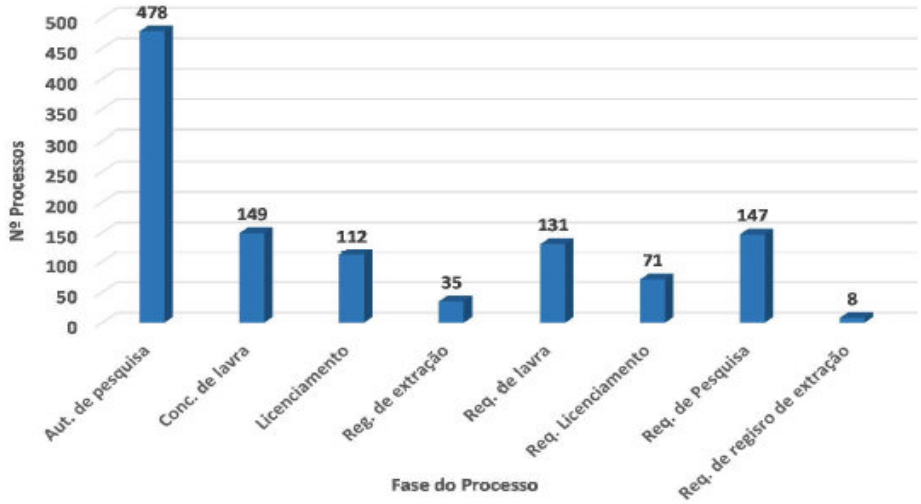


Figura 3.58 – Número de processos distribuídos por fases (Out. 2014).
Fonte: DNPM/SIGMINE/CGEO/CGTIG (2014) *apud* DRH/SEMA (2015a).

Tinha-se ainda uma área representativa de processos na fase de requerimento de pesquisa (147 processos/112.565 ha) e na fase de concessão de lavra (149 processos/ 79.186ha).

As áreas para extração mineral com empreendimentos em fase de concessão de lavra, licenciamento e registro de extração representam 81.307 ha (Figura 3.59), cerca de 19% da área requerida para o desenvolvimento de pesquisas minerais.

Os polos minerários da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí estavam representados pelas empresas de mineração de carvão e de calcário, extração de areia, prefeituras municipais, empresas de engenharia, indústria cerâmica e empresas de prospecção mineral. Cabe salientar que, entre todos os empreendedores, o mais representativo era a CPRM, empresa de economia mista, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com a missão estratégica de organizar e sistematizar o conhecimento geológico do território brasileiro. Outro importante empreendedor era a Votorantim Metais Zinco S/A, com 51.275 ha de área requerida junto à ANM.

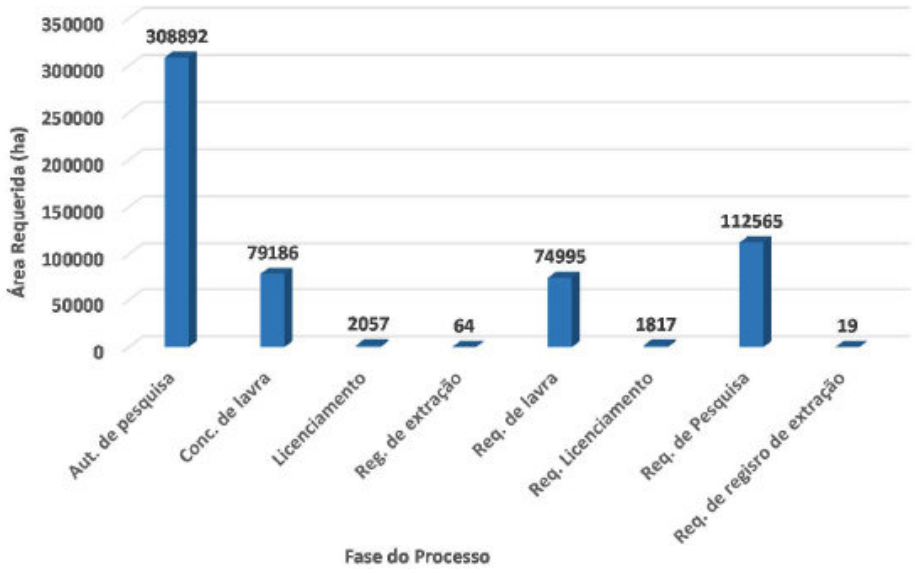


Figura 3.59 – Área requerida (ha) por fases dos processos (Out. 2014).
Fonte: DNPM/SIGMINE/CGEO/CGTIG (2014) *apud* DRH/SEMA (2015a).

Em relação às principais substâncias mineradas, os produtos extraídos na bacia correspondiam especialmente aos materiais para utilização na construção civil (substâncias minerais Classe II) totalizando 57% dos processos e cerca de 17% da totalidade da área requerida na bacia.

A análise do cadastro da ANM na área da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí permitiu identificar que existiam 375 processos de requerimento para areia, constituindo cerca de 33% do número total de processos em tramitação na ANM. Pode-se identificar também que o carvão abrangia a maior área requerida, representando 229.403 ha em 178 processos, área muito superior comparada a área requerida para areia (36.056 ha).

Na classe de substâncias para uso na indústria, foram requeridas áreas junto à ANM de sienito, areia para vidro e caulim. Havia também processos correntes para a exploração de carvão, turfa e demais substâncias da classe de combustíveis fósseis sólidos. Havia 74 pedidos para minérios metálicos (chumbo, cobre, estanho, ouro, zinco). As ocorrências no cadastro mineiro da ANM de substâncias para uso industrial somavam 107 processos na bacia.

A análise do Plano de Bacia mostrou que os principais métodos de extração utilizados eram o do tipo a céu aberto e a extração mineral subaquosa nos cursos d'água, por meio da utilização de dragas.

De uma forma geral, por intermédio da análise dos processos existentes na ANM, evidenciou-se que a Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí aponta para um aumento na demanda de extração de bens minerais nos próximos anos, em virtude da quantidade de processos de requerimento de concessão, instrumentados por meio da pesquisa mineral. Tais processos, que por ora encontram-se em fase de pesquisa com a evolução do andamento deles, tendem a receber a concessão de lavra, intensificando a atividade minerária na bacia.

As cargas de areia obtidas a partir do processo de dragagem são encaminhadas pelas embarcações para pontos de depósito e comércio, onde é feito o descarregamento e posterior venda do material. O diagnóstico apontou a existência de depósitos e comércio nos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, São Jerônimo, Charqueadas e Triunfo.

Neste contexto, a região da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí é responsável pela produção da grande maioria da areia consumida no Rio Grande do Sul. O trecho do rio chamado Baixo Jacuí – que limita os municípios de Triunfo, Nova Santa Rita, Charqueadas e Eldorado do Sul – fornece mais de 2/3 de toda areia consumida na RMPA.

3.3.3.1 Títulos minerários

O mercado envolvendo a indústria da extração de areia no estado do Rio Grande do Sul, conforme dados gerados pela Agência Nacional de Mineração (ANM, 2020), tem uma produção média anual de aproximadamente 11 milhões de toneladas, auferindo anualmente em média R$108.801.870,15.

Quadro 3.26 – Dados da produção de areia no RS, quantidade de venda e valor.

Ano	Quantidade Produção Minério (t)	Quantidade Venda (t)	Outros Destinos	Valor Venda (R$)	Valor por Tonelada (R$)
2010	12.773.262,75	11.329.306,08	1.443.956,67	78.319.640,42	R$6,91
2011	13.976.347,90	13.532.948,41	443.399,49	96.827.610,86	R$7,15
2012	13.312.081,90	13.140.502,17	171.579,73	94.579.478,51	R$7,20
2013	13.686.546,36	13.662.764,50	23.781,86	130.244.787,12	R$9,53
2014	12.063.017,91	11.545.871,54	517.146,37	135.450.442,97	R$11,73
2015	12.103.172,51	12.078.713,58	24.458,93	123.837.545,90	R$10,25
2016	9.877.173,92	9.672.717,38	204.456,54	107.024.651,39	R$11,06
2017	9.490.742,38	9.176.960,42	313.781,96	103.415.512,50	R$11,27
2018	9.057.835,47	8.743.098,12	314.737,35	101.160.641,36	R$11,57
2019	9.673.866,78	9.458.524,88	215.341,90	117.158.390,45	R$12,39

Fonte: ANM (2020).

A análise das informações indica que a produção de areia no Estado reduziu a partir de 2013 chegando ao menor valor em 2018. Em 2019 ocorreu um aquecimento na produção,

mas ainda com uma produção que representando cerca de 75 % da produção total do ano de 2013, pico da produção com um total de 13.686.546,36 t. Observa-se que a quantidade de venda do produto acompanhou esta oscilação, enquanto a destinação do material para outros fins ficou estável, o que permite inferir que a diminuição da produção está relacionada aos eventos econômicos desfavoráveis dos últimos anos o que ocasionou uma diminuição na demanda pelo produto (Figura 3.60).

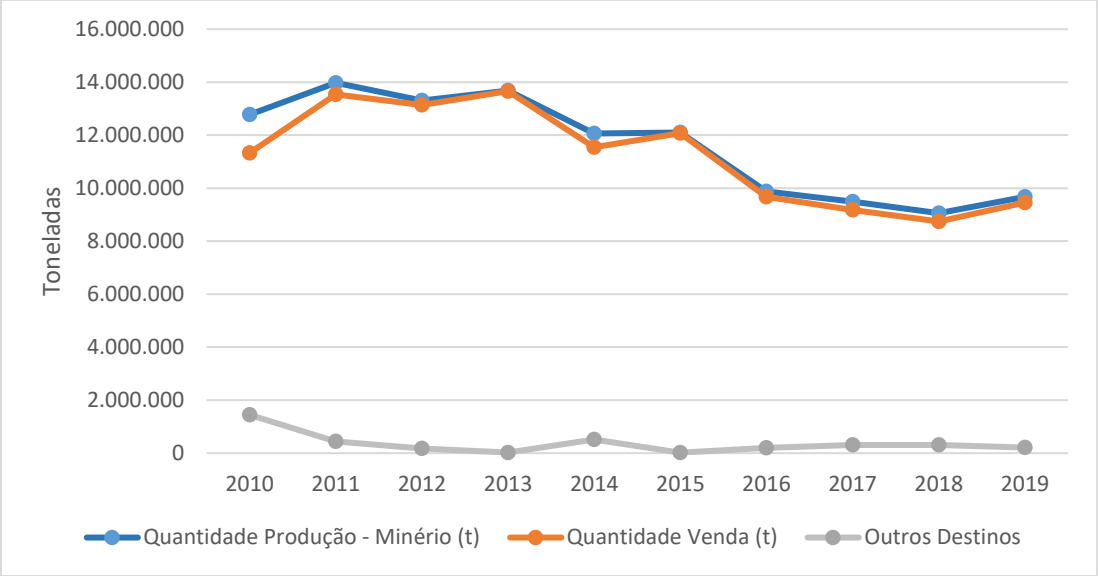


Figura 3.60 – Oscilações da extração de areia e destino segundo informações do Anuário Mineral.

O volume financeiro gerado pela indústria da extração de areia no Rio Grande do Sul veio diminuindo desde 2014, certamente afetado pela baixa na procura pelo produto, o que gerou uma menor diminuição da quantidade de material comercializado, com uma inflexão da linha de queda em 2019 (Figura 3.61).

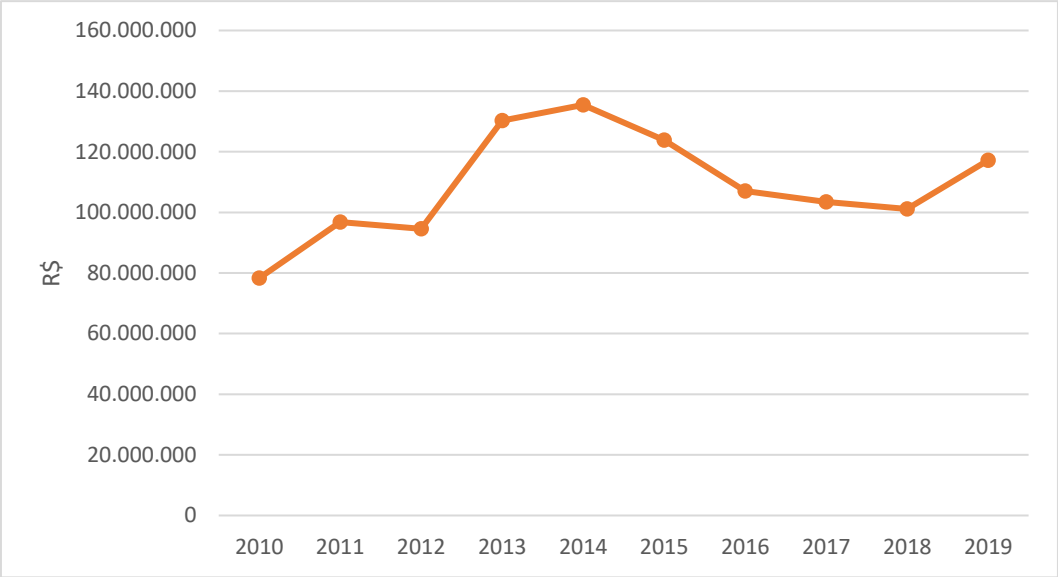


Figura 3.61 – Volume financeiro gerado pela extração de areia no Rio Grande do Sul.

O valor médio cobrado pela tonelada de areia apresentado no Quadro 3.26 foi obtido a partir das informações disponibilizadas pelo Anuário Mineral, 2020 (Quantidade Venda (t)/ Valor Venda (R$)). A oscilação deste valor resultou positiva desde o ano de 2010, com um pico de aumento no preço da areia em 2013, seguido de uma baixa em 2015. Cabe salientar, que a partir de 2015, quando se intensificou a diminuição do volume de venda de areia, o preço por tonelada de areia manteve uma tendência de alta, chegando a seu máximo em 2019, quando a tonelada de areia comercializada por R$12,39 (Figura 3.62).

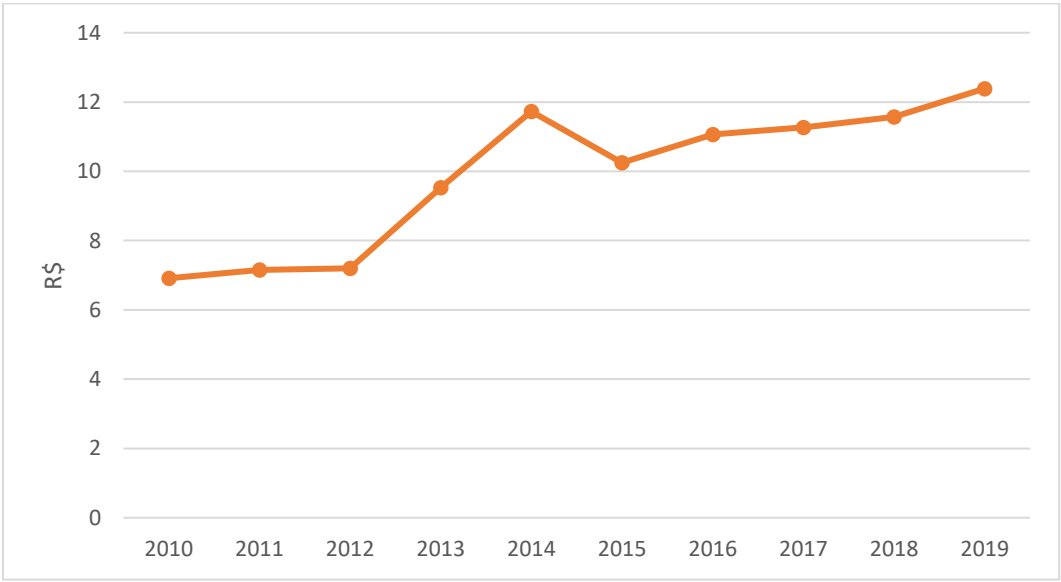


Figura 3.62 – Valor médio da tonelada de areia extraída, conforme análise dos dados disponibilizados pela ANM, 2020.

A caracterização do mercado local da extração de areia, abrangido pela área de estudo, ocorreu a partir das informações disponibilizadas junto ao site da ANM e com base nos dados fornecidos pela Agência Nacional de Mineração, que através do DESPACHO SEI Nº 881/SEFAM - RS/2020 no âmbito do processo administrativo 00786.001174/2019-18 informou os volumes e quantidades de areia extraída por trecho da área de estudo (Quadro 3.27).

Quadro 3.27 – Produção de areia no leito do Rio Jacuí ao longo do trecho em estudo.

PRODUÇÃO DE AREIA NO LEITO DO RIO JACUÍ POR TRECHO				
Trecho	Barrado do Vacacaí	Anel de Dom Marco	Eclusa de Amarópolis	TRANSVERSAL
	Anel de Dom Marco	Eclusa de Amarópolis	Foz do Rio Jacuí	Eclusa de Amarópolis
2002 m³	0	991.136	1.979.167	8.475
2003 m³	36.197	862.943	1.755.422	15.270
2004 m³	41.603	1.264.615	1.849.275	16.320
2005 m³	41.180	1.327.298	2.411.423	43.474
2006 m³	54.419	1.201.911	2.575.407	48.362
2007 m³	44.298	1.048.582	2.523.798	12.768
2008 t	118.117	2.134.499	4.557.445	0
2009 t	97.905	2.454.903	3.275.438	0
2010 t	128.702	2.558.256	3.495.101	0
2011 t	165.028	2.316.252	4.493.705	0
2012 t	178.870	1.784.425	4.107.334	66.807
2013 t	240.007	825.721	3.230.769	81.229
2014 t	166.936	1.047.592	4.449.265	0
2015 t	174.489	955.295	3.723.081	0
2016 t	91.936	921.007	3.067.841	0
2017 t	66.598	993.249	2.308.927	0
2018 t	119.930	1.110.271	2.367.944	1.037
2019 t	141.866	1.885.946	1.764.488	85.085

Produção dos anos 2002 a 2007 disponível em metros cúbicos (m³)
Produção dos anos 2008 a 2019 disponível em toneladas (t³)

Fonte: Informações disponibilizadas pela ANM (DESPACHO n. 03430/2020/PFE-ANM/PGF/AGU).

As informações fornecidas pela ANM foram analisadas no período entre os anos 2010 e 2019, pois é nesta janela de tempo que foram publicadas as informações da versão de 2020 do Anuário Mineral (ANM, 2020), o que possibilitou comparar os dados das duas fontes. As informações obtidas junto à ANM, primeiramente indicam uma distinção clara na quantidade de extração no leito do rio em comparação com a faixa transversal ao leito, pois esta última área representa somente 0,4% do montante total extraído ao longo da área de estudo (Figura 3.63).

Outro aspecto ressaltado na Figura 3.63 é que os subtrechos mais próximos da Região Metropolitana de Porto Alegre, contribuem com valores mais expressivos de extração de areia em relação ao Subtrecho C, porção de montante da área de estudo.

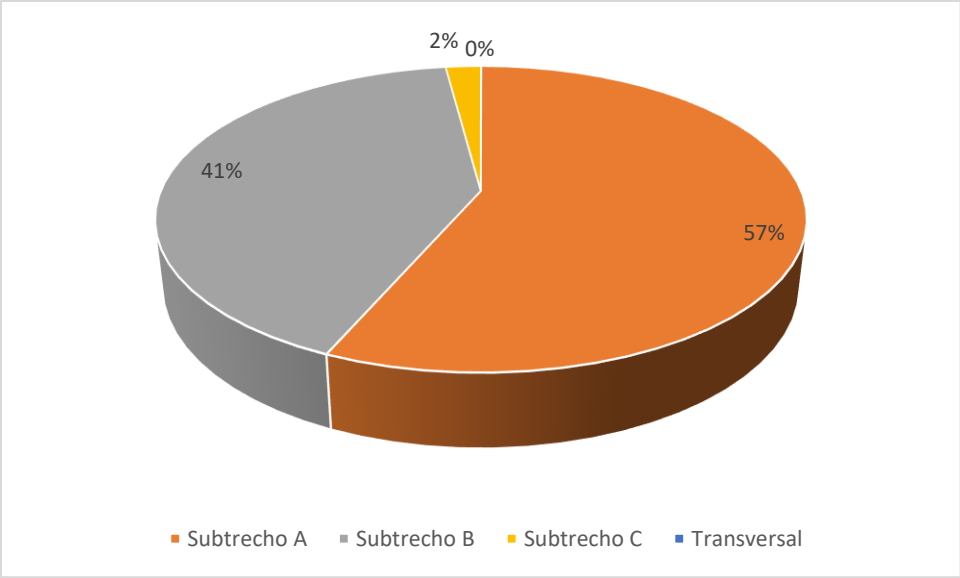


Figura 3.63 – Distribuição da quantidade de extração de areia nos subtrechos em estudo (2010-2019).

A distribuição da quantidade de areia extraída desde 2019 por Subtrecho, permite inferir que o Subtrecho A, mais próximo de Porto Alegre teve a maior diminuição no montante extraído no período de análise, inclusive continuou a diminuir mesmo em 2019, ano que a produção de areia no Estado teve uma recuperação. Já o Subtrecho B ocorreu um declínio rápido entre 2012 e 2013, sucedido por uma manutenção e agora em 2019 um aumento de produção importante (Figura 3.64), ultrapassando inclusive pela primeira vez o Subtrecho A em produção anual.

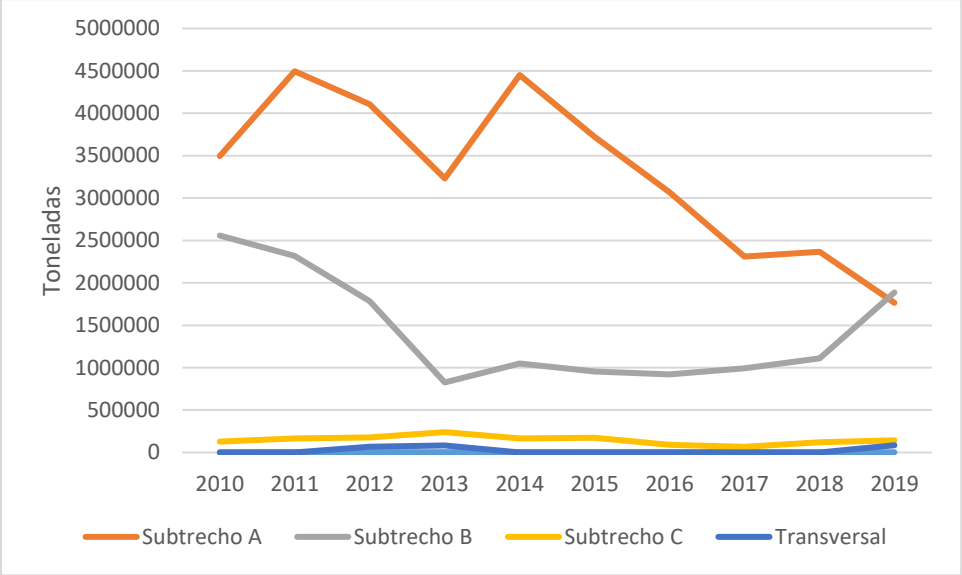


Figura 3.64 – Quantidade de areia extraída entre 2009 e 2019 na área de estudo.

O Subtrecho C manteve a produção constante ao longo do período analisado, embora com montantes bem menores em relação aos outros Subtrechos. A extração na área Transversal no início dos anos 2000 foi mais representativa, mas no presente esta extração ocorre de forma sazonal, embora em 2019 tenha ocorrido a extração de uma quantidade expressiva de areia.

Com base nas informações advindas da análise do valor médio aferido por cada tonelada de areia extraída no Rio Grande do Sul, pode-se inferir que o volume financeiro gerado pela extração de areia nos Subtrechos em estudo (Quadro 3.28).

Quadro 3.28 – Volume financeiro gerado pela extração de areia nos Subtrechos em estudo.

Ano	Subtrecho A			Subtrecho B			Subtrecho C			Transversal		
	Volume Extraído (t)	Valor Médio Tonelada (R$)	Total Venda (R$)	Volume Extraído (t)	Valor Médio Tonelada (R$)	Volume Extraído (t)	Volume Extraído (t)	Valor Médio Tonelada (R$)	Total Venda (R$)	Volume Extraído (t)	Valor Médio Tonelada (R$)	Total Venda (R$)
2010	3.495.101	R$ 6,91	24.151.148	2.558.256	R$ 6,91	17.677.549	128.702	R$ 6,91	889.331	0	R$ 6,91	R$ 0,00
2011	4.495.705	R$ 7,15	32.144.291	2.316.252	R$ 7,15	16.561.202	165.028	R$ 7,15	1.179.950	0	R$ 7,15	R$ 0,00
2012	4.107.769	R$ 7,20	29.575.937	1.784.425	R$ 7,20	12.847.860	178.870	R$ 7,20	1.287.864	66.807	R$ 7,20	R$ 481.010,40
2013	3.230.769	R$ 9,53	30.789.229	825.721	R$ 9,53	7.869.121	240.007	R$ 9,53	2.287.267	81.229	R$ 9,53	R$ 774.112,37
2014	4.449.265	R$ 11,73	52.189.878	1.047.592	R$ 11,73	12.288.254	166.936	R$ 11,73	1.958.159	0	R$ 11,73	R$ 0,00
2015	3.723.081	R$ 10,25	38.161.580	955.295	R$ 10,25	9.791.774	174.489	R$ 10,25	1.788.512	0	R$ 10,25	R$ 0,00
2016	3.067.841	R$ 11,06	33.930.321	921.007	R$ 11,06	10.186.337	91.936	R$ 11,06	1.016.812	0	R$ 11,06	R$ 0,00
2017	2.308.927	R$ 11,27	26.021.607	993.249	R$ 11,27	11.193.916	66.598	R$ 11,27	750.559	0	R$ 11,27	R$ 0,00
2018	2.367.944	R$ 11,57	27.397.112	1.110.271	R$ 11,57	12.845.835	119.930	R$ 11,57	1.387.590	1.037	R$ 11,57	R$ 11.998,09
2019	1.764.488	R$ 12,39	21.862.006	1.885.946	R$ 12,39	23.366.871	141.866	R$ 12,39	1.757.720	85.085	R$ 12,39	R$ 1.054.203,15
Total	33.010.890		316.223.110	14.398.014		134.628.720	1.474.362		14.303.765	234.158		2.321.324

Como foi utilizado um valor médio por tonelada extraída de areia, a Figura 3.65 apresenta as mesmas tendências de segmentação da produção apresentada na Figura 3.64, mas cabe salientar os volumes financeiros gerados pela extração no Subtrecho A, que no ano de 2014 teve seu melhor ano, vindo após decrescendo até ser ultrapassado pelo Subtrecho B no ano de 2019.

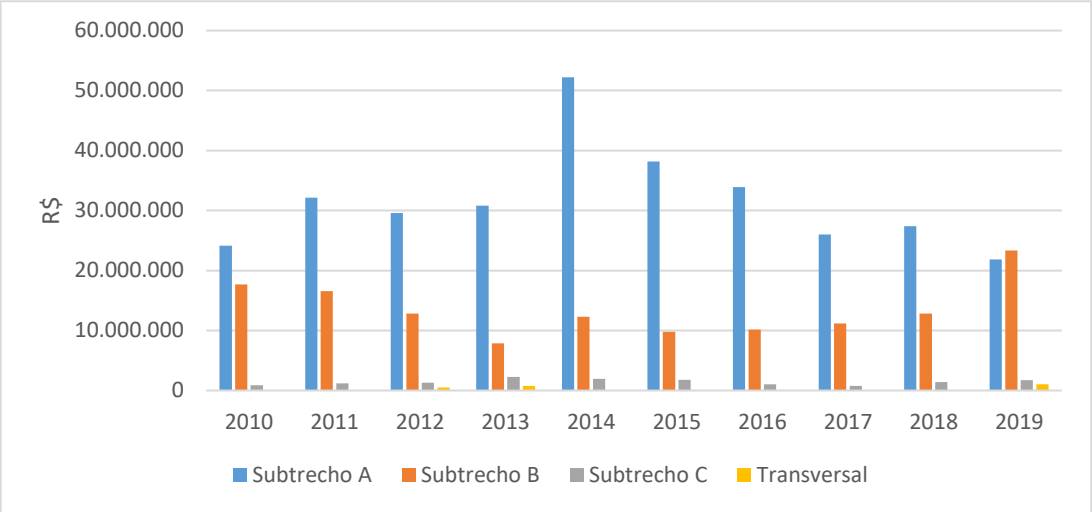


Figura 3.65 – Volume financeiro gerado pela extração de areia pôr Subtrecho.

A análise da informação local e do Estado permite inferir que a extração de areia no leito do Rio Jacuí não foi tão afetada pela diminuição de demanda, o que ocorreu é uma mudança de Subtrecho, passando o Subtrecho B ser mais representativo em comparação com o Subtrecho A.

Neste cenário, a análise das informações disponibilizadas pela ANM constantes no Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE permite inferir que os empreendedores adotam diferentes modalidades legais ou regimes de aproveitamento dos recursos minerais (regimes de autorizações e concessões, de licenciamento e de extração) para viabilizar a extração de areia na área de estudo.

Com base nas informações da ANM, foi verificado que existiam cerca de 1.131 processos em andamento no órgão, em outubro de 2014, totalizando uma área requerida de 579.595 ha. A menor área requerida varia em torno de 1 ha, já a maior compreende uma área de 2.346 ha. Quanto às fases dos processos na ANM, identifica-se que a grande maioria dos processos existentes se encontrava na fase de autorização de pesquisa, tanto em número de processos, quanto em área requerida, representando 478 processos nesta fase (42% do total), abrangendo uma área requerida de 308.892 ha.

A análise das informações com referência aos empreendedores e licenciamento ambiental junto a FEPAM permite aferir que existiam 54 processos ambientais ativos, sendo destes, 34 processos em vigor, com licenças emitidas entre os anos de 2015 e 2018 e 20 prorrogados com licenças emitidas entre os anos de 2007 e 2014.

3.3.3.2 Operação das dragas

As informações disponibilizadas pela ANM indicam que o montante maior de extração de areia na área de estudo ocorre ao longo do leito do Rio Jacuí, em detrimento da área transversal ao leito. Para executar esta atividade os empreendedores utilizam dragas flutuantes instaladas em embarcações que possuem capacidade de carga média em torno de 600/800 m³.

As dragas, equipamentos de extração mineral, que realizam suas atividades em cursos hídricos, só podem extrair em determinadas áreas, conforme sua Licença de Operação. Para garantir que não ocorram extrações minerais além dos limites definidos pelo órgão ambiental, foi criado um sistema de cercamento eletrônico e rastreamento de dragas. Assim, extrações irregulares, que ocorram fora de áreas licenciadas e por equipamentos de dragagens licenciados, podem ser identificadas em tempo real, através de um sistema de rastreamento das embarcações e identificação das poligonais autorizadas para a dragagem. Quando identificada uma extração fora da área autorizada é realizado um registro no sistema e o equipamento pode ser desligado remotamente. Após o registro o órgão toma as medidas cabíveis.

O sistema de cercamento eletrônico e rastreamento de dragas entrou em operação em meados de 2008. O sistema é operado conjuntamente pela FEPAM e por empresas de rastreamento e monitoramento que estejam homologadas e autorizadas pelo órgão ambiental para prestação do serviço. As informações coletadas por este sistema se referem a posição das dragas em diferentes status envolvidos na operação. Estas informações estão disponíveis na Plataforma de Rastreamento de forma *online* e/ou podem ser obtidas através de acesso ao sistema.

Foram analisados os relatórios do sistema de rastreamento, acessados através da FEPAM, obtendo-se os registros de posicionamento, trajeto de navegação e status operacional das dragas (em operação de carga, descarga ou motor de sucção desligado). Os registros disponibilizados correspondem ao período entre 2017 e 2020. Os registros utilizados para análise compreendem os posicionamentos das dragas em operação (bomba de sucção acionada), em coordenadas, registradas no período de operação da bomba. Os registros

obtidos se referem a atualização do posicionamento de cada draga de extração em intervalos máximos de 5 minutos.

Quadro 3.29 – Formato dos dados referentes ao posicionamento das dragas em operação.

Nome Equipamento	Data e Hora do Registro	Coordenadas			
Normandie	02/01/2019 07:08	-29.949022	-51.710903	-29.949.022	-51.710903
Normandie	02/01/2019 07:13	-29.949314	-51.711369	-29.949.314	-51.711369
Normandie	02/01/2019 07:23	-29.949444	-51.711464	-29.949.444	-51.711464
Normandie	02/01/2019 07:28	-29.949456	-51.711728	-29.949.456	-51.711728
Normandie	02/01/2019 07:33	-29.949483	-51.712078	-29.949.483	-51.712078

Fonte: Gente e Terra Rastreamento e Telemetria. Centro de Rastreamento de Dragas – CRD (2020).

Os registros obtidos referente à localização das dragas no período compreendendo o ano de 2017 a 2020 geraram uma nuvem de pontos (Figura 3.66), que foram analisadas conjuntamente e por ano. Para tais análises utilizou-se rotinas SIG para gerar um mapa de calor, utilizando o estimador de densidade Kernel, que compreende um método estatístico de estimação de curvas de densidades.

Neste método cada uma das observações é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo. O mapa gerado permite determinar a intensidade pontual de determinado fenômeno em toda a região de estudo, neste caso os pontos gerados através da obtenção dos registros de motor de sucção (bomba) ligado das dragas que utilizam a área de estudo para extração de areia (Mapa 3.25).

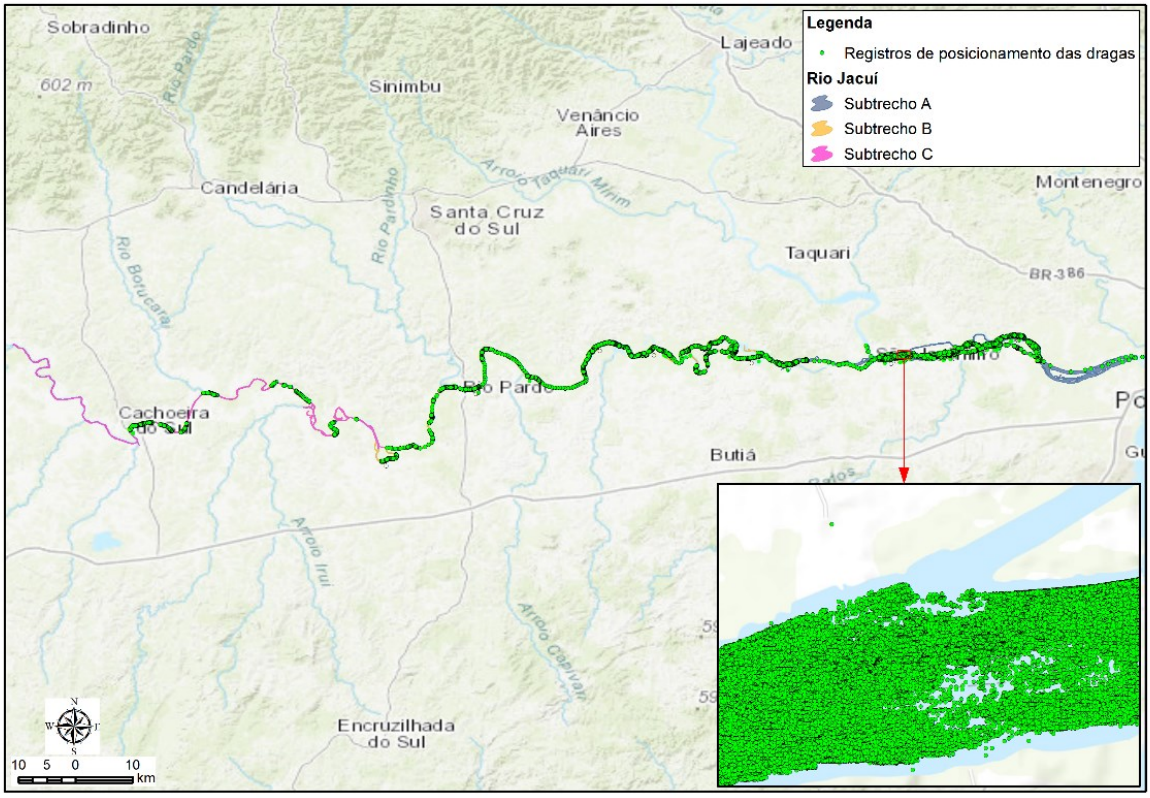
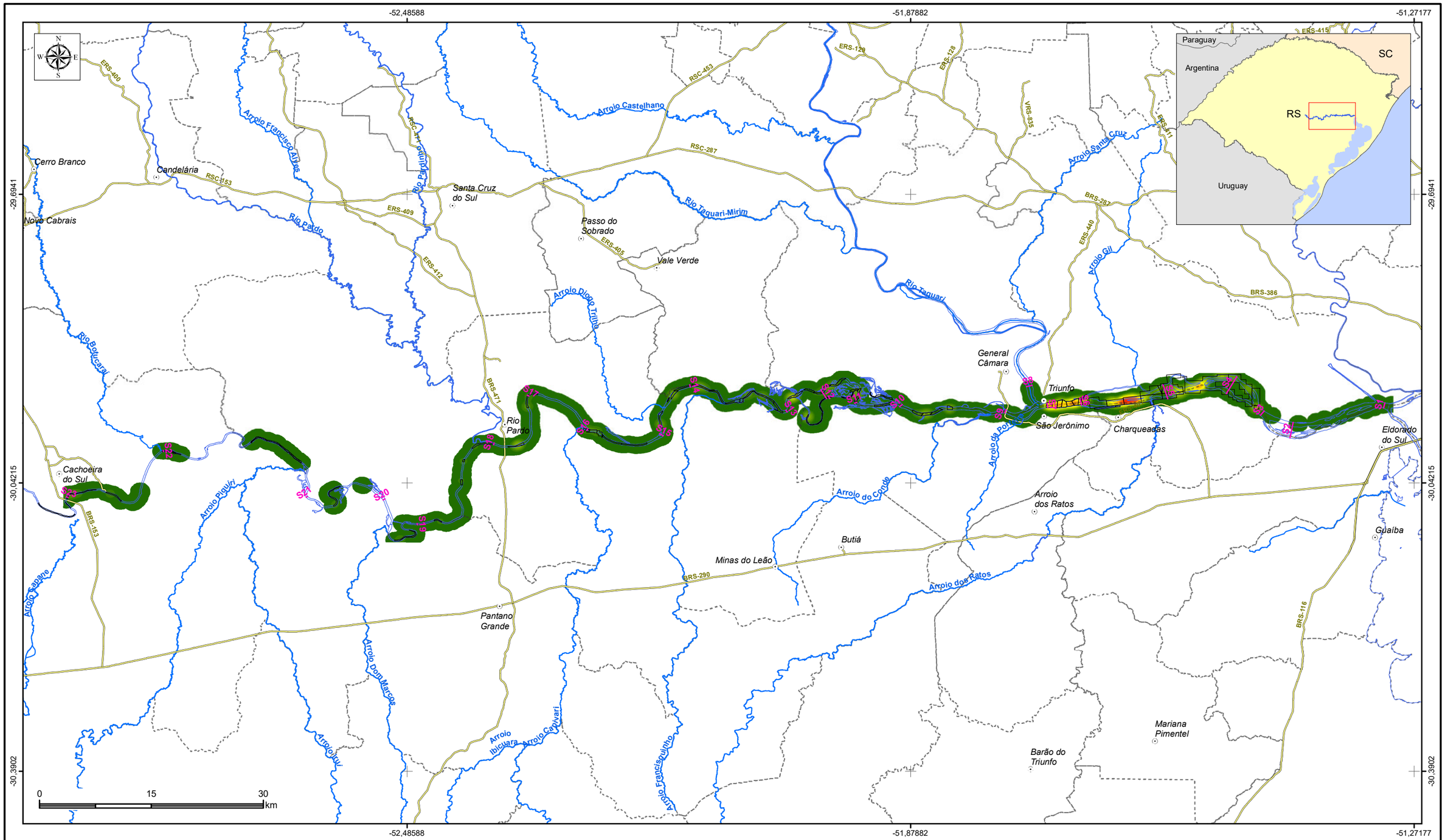


Figura 3.66 – Nuvem de pontos gerados através dos registros de posicionamento das dragas.
Fonte: Adaptado de Gente e Terra Rastreamento e Telemetria. Centro de Rastreamento de Dragas – CRD (2020).



LEGENDA

- Sede municipal
- Seção
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal
- Processos minerários validadados

Densidade de pontos de extração de areia (ponto/km²)

- 0
- 0,01 - 5.000
- 5.000,01 - 10.000
- 10.000,01 - 15.000
- 15.000,01 - 20.000
- 20.000,01 - 25.000
- 25.000,01 - 30.000
- 30.000,01 - 35.000
- 35.000,01 - 45.000
- 45.000,01 - 50.000
- 50.000,01 - 55.000
- 55.000,01 - 60.000
- 60.000,01 - 65.000
- 65.000,01 - 70.000
- 70.000,01 - 75.000
- 75.000,01 - 80.000
- 80.000,01 - 85.000
- 85.000,01 - 95.000
- 95.000,01 - 105.000
- 105.000,01 - 110.960

Elaboração

PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:500.000

Mapa 3.25 - Concentração dos pontos de extração de areia registrados entre 2017 e 2020 no Baixo Jacuí

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Seções: Profill, 2019
- Densidade de pontos: Gerado a partir dos pontos de rastreamento das dragas

Através de rotinas SIG foi possível determinar a intensidade dos registros por unidade de área, o que permitiu correlacionar com as poligonais dos processos minerários existentes na área de estudo, gerando as intensidades de registro apresentadas na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 - Intensidade de registros por km².

Processo	Mínima concentração de pontos por km²	Máxima concentração de pontos por km²	Média de pontos por km²
810595/2009	0,00	0,00	0,00
810035/2000	4,20	4,76	4,49
810170/2016	3,69	13,09	7,85
810294/2016	6,27	16,92	13,43
810295/2016	11,92	15,62	14,52
810043/2000	5,17	467,33	106,61
810034/2000	4,22	2.565,17	224,13
810391/1993	0,00	1.171,83	269,35
810085/2002	310,32	880,83	650,09
810133/1987	0,00	3.244,67	918,03
810386/1993	80,82	3.550,37	1.356,09
810371/1994	0,98	7.536,61	2.772,48
810382/1993	463,55	5.939,40	2.831,82
810039/2000	1.377,01	6.316,95	3.267,53
810656/2003	1.334,79	6.402,31	3.444,22
810370/1994	109,35	9.581,72	3.969,53
810525/1999	1.177,93	15.163,26	4.095,33
810040/2000	2.835,00	5.065,12	4.150,60
810727/1994	1.882,45	13.227,80	4.642,33
810024/2006	2.079,42	6.361,55	4.724,88
811076/2009	565,56	8.623,70	4.821,88
910602/1985	4,58	26.963,17	4.937,40
810037/2000	1.060,26	11.072,72	5.182,10
810585/2008	2.982,41	6.274,61	5.281,54
910573/1985	64,84	21.838,56	5.535,20
810036/2000	153,12	15.364,54	6.474,08
810042/2000	382,64	13.053,75	6.891,67
810467/2016	6.315,82	7.137,97	6.963,20
810543/1994	1.285,48	12.615,86	7.124,73
910572/1985	4,02	20.912,39	7.192,49
810086/2001	1.531,49	13.369,28	7.394,89
810041/2000	2.808,67	13.146,02	7.874,34
810955/2014	1.245,88	12.162,33	7.996,62
810384/1993	1.741,67	14.031,35	8.129,64
810385/1993	558,32	16.644,72	8.500,39
810390/1993	1.732,49	17.647,89	9.338,88

Processo	Mínima concentração de pontos por km²	Máxima concentração de pontos por km²	Média de pontos por km²
810389/1993	5.319,37	15.763,64	10.156,14
810993/2014	7.968,90	11.868,19	10.432,17
810526/1999	4.082,01	21.190,03	11.382,43
910595/1985	1,19	43.220,54	11.507,68
810983/2014	8.403,43	12.453,29	11.561,07
910599/1985	4.065,36	17.312,05	11.752,14
910596/1985	0,00	38.637,60	12.108,91
810387/1993	1.142,10	20.155,66	12.238,07
810728/1994	1.651,39	19.875,35	12.775,40
910600/1985	1.264,98	34.660,07	12.831,12
910594/1985	8.144,31	17.971,13	14.423,26
910597/1985	191,59	38.480,34	14.558,52
910598/1985	4,15	53.903,35	14.692,11
810038/2000	8.967,71	19.929,34	16.756,32
810047/2000	4.491,41	23.332,95	16.903,33
810526/1995	13.995,92	20.303,39	18.325,10
810657/2003	1.660,48	25.984,70	19.229,53
810527/1999	9.911,31	23.805,68	20.360,11
810045/2000	751,90	34.648,70	20.951,97
910571/1985	0,00	67.835,10	21.704,76
810767/2007	20.924,71	26.109,11	24.098,33
810033/1995	15.613,76	47.208,81	33.230,58
910604/1985	29.435,29	56.175,19	41.704,82
810034/1995	7.482,16	63.227,49	42.703,72
910603/1985	16.194,41	103.497,28	58.274,19
810037/1995	32.371,84	68.211,63	59.432,41
810040/1995	37.169,95	72.363,81	59.802,93
810038/1995	32.280,94	72.088,26	60.428,66
810039/1995	36.132,57	72.368,75	62.410,37
810035/1995	35.282,98	79.979,48	66.104,90
810036/1995	52.825,79	79.961,80	68.480,22
910601/1985	35.285,81	110.959,16	83.142,47

As médias de concentração de registro mostram que as maiores concentrações de extração ocorrem no Subtrecho A, com as 10 maiores concentrações de registros localizados nos processos requeridos principalmente a jusante da confluência do Rio Jacuí e do Taquari (Figura 3.67). Por outro lado, a tendência de concentrações médias menores de registros de extração está principalmente localizada no Subtrecho C.

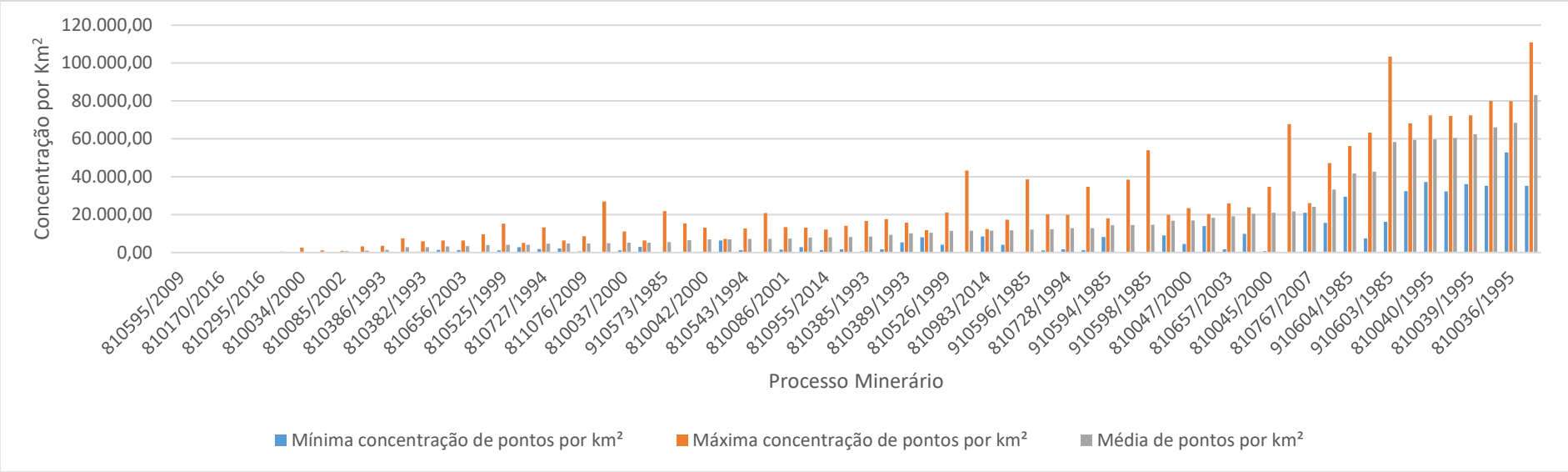


Figura 3.67 – Concentração de registros por km².

A representação das nuvens de pontos utilizando o estimador de densidade Kernel gerou a Figura 3.66, onde é possível inferir que a extração de areia nos últimos 4 anos ocorreu em praticamente todo o trecho em estudo, mas com descontinuidades de extração localizadas principalmente nos Subtrechos C e A e áreas com maior concentração de registros.

A concentração de registros ocorreu principalmente em trechos específicos do subtrecho A, entre a Foz do rio Taquari e do arroio dos Ratos e no subtrecho B, a jusante da cidade de Santo Amaro do Sul (Mapa 3.26) e no subtrecho C, nas proximidades da cidade de Rio Pardo. Cabe salientar, que o trecho próximo à cidade de Cachoeira do Sul também conta com uma concentração de registros (Mapa 3.26).

-52,500000 -52,350000 -52,200000 -52,050000 -51,900000

-30,000000 -30,100000

Subtrecho B

Passo da Areia
Rio Pardo
João Rodrigues
Santo Amaro do Sul
Rio Jacuí
ERS-403
BRS-471
BRS-290
S17 S16 S15 S14 S13 S12 S11 S10 S18 S19 S20

Escala: 1:225.000
3 1,5 0 3 km

-52,915325 -52,815325 -52,715325 -52,615325

-29,987251 -30,037251 -30,087251

Subtrecho C

ERS-403
BRS-153
Cachoeira do Sul
S23 S22 S21

Escala: 1:115.000
3 1,5 0 3 km

LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Seção
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal

Densidade de pontos de extração de areia (ponto/km²)

- 0
- 1 - 2.500
- 2.501 - 5.000
- 5.001 - 7.500
- 7.501 - 10.000
- 10.001 - 15.000
- 15.001 - 20.000
- 20.001 - 25.000
- 25.001 - 30.000
- 30.001 - 35.000
- 35.001 - 40.000

Elaboração
PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização
Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.26 - Concentração dos pontos de extração de areia registrados entre 2017 e 2020 nos Segmentos B e C do Baixo Jacuí

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Densidade de pontos: Gerado a partir dos pontos de rastreamento das dragas

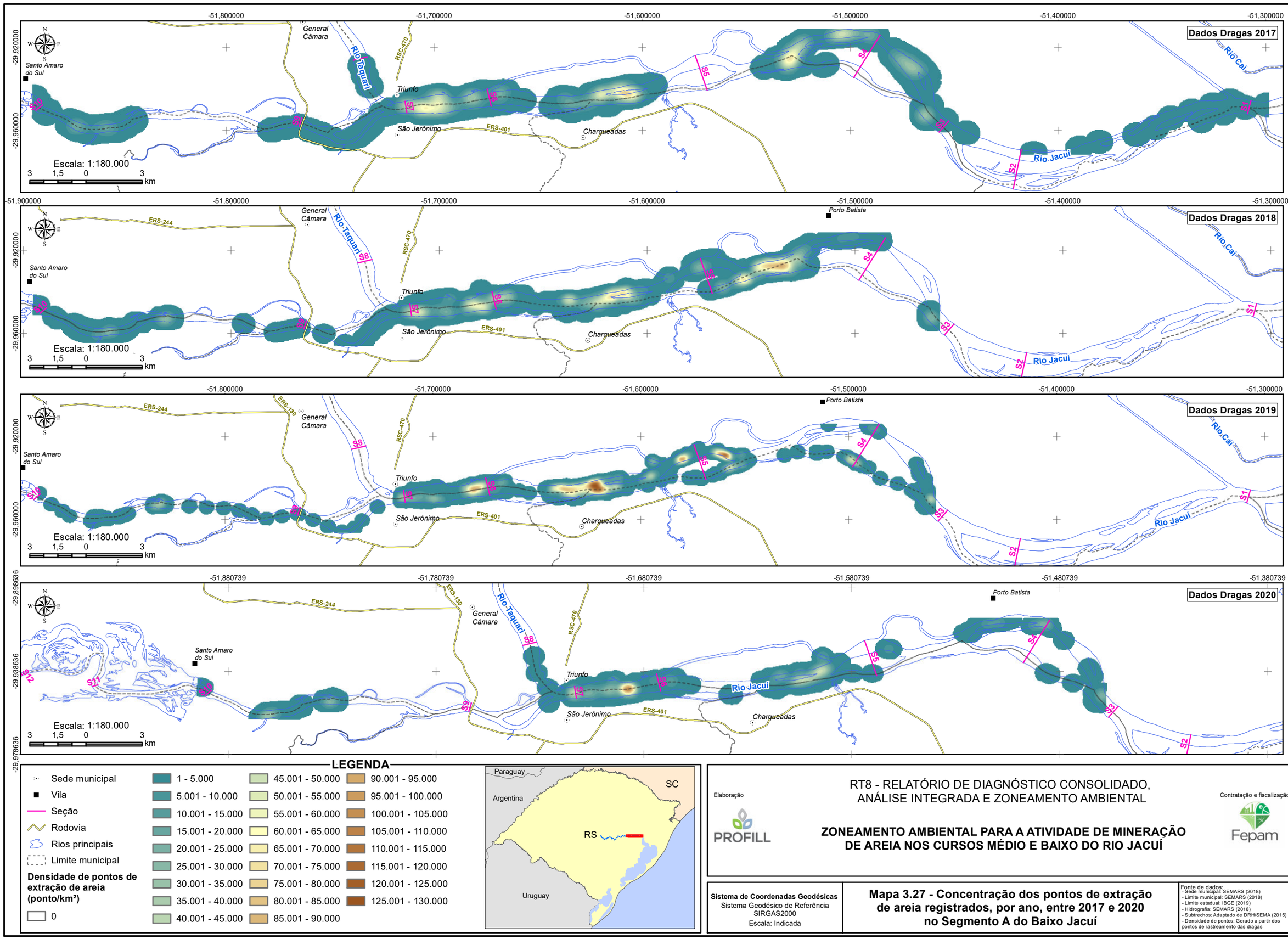
As concentrações representadas por ano de registro, permitem identificar que nos últimos 4 anos as áreas de extração no Subtrecho A vem sendo menos utilizadas para a extração, com alguns trechos aparecendo sem registros anuais. Esta possível migração da mineração pode indicar, que os mineradores após minerar as áreas próximo aos limites de extração determinados, colocam em “descanso” estas áreas para que a pilha sedimentar se forme novamente no leito (Mapa 3.27).

No ano de 2017, os registros ao longo do Subtrecho A evidenciavam uma atividade mais difundida ao longo de todo o trecho, com reduzidos intervalos sem extração. As maiores concentrações de registros ocorreram entre a foz do Taquari e arroio dos Ratos e mais dois trechos menores a montante da localidade Passo Raso.

Em 2018 os trechos sem registros aumentaram principalmente na porção de jusante do Subtrecho A, com concentração da extração no trecho entre a foz do Taquari e arroio dos Ratos. Os registros também mostram alterações nas áreas de extração utilizadas para extração, pois algumas áreas sem registro em 2017, passaram a ter registro em 2018.

Em 2018 os trechos sem registros aumentaram principalmente na porção de jusante do Subtrecho A, com concentração da extração no trecho entre a foz do Taquari e arroio dos Ratos. Os registros também mostram alterações nas áreas de extração utilizadas para extração, pois algumas áreas sem registro em 2017, passaram a ter registro em 2018. Já em 2019 e 2020 é possível acompanhar a diminuição de pontos com registro de extração, havendo as áreas produtivas que não tiveram atividade de extração durante o referido ano de registro, indicando uma diminuição na atividade extrativista na área de estudo.

A verificação da redução do volume de extração no Subtrecho A é corroborada pela análise das informações enviadas pela ANM. Através da análise dos volumes de extração de areia do subtrecho A e do subtrecho B foi possível verificar que no ano de 2019, o volume de extração do subtrecho A foi inferior, pela primeira vez, ao volume do Subtrecho B (Figura 3.64)



LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Seção
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal

Densidade de pontos de extração de areia (ponto/km²)

- 0
- 1 - 5.000
- 5.001 - 10.000
- 10.001 - 15.000
- 15.001 - 20.000
- 20.001 - 25.000
- 25.001 - 30.000
- 30.001 - 35.000
- 35.001 - 40.000
- 40.001 - 45.000
- 45.001 - 50.000
- 50.001 - 55.000
- 55.001 - 60.000
- 60.001 - 65.000
- 65.001 - 70.000
- 70.001 - 75.000
- 75.001 - 80.000
- 80.001 - 85.000
- 85.001 - 90.000
- 90.001 - 95.000
- 95.001 - 100.000
- 100.001 - 105.000
- 105.001 - 110.000
- 110.001 - 115.000
- 115.001 - 120.000
- 120.001 - 125.000
- 125.001 - 130.000

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Elaboração: PROFILL

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.27 - Concentração dos pontos de extração de areia registrados, por ano, entre 2017 e 2020 no Segmento A do Baixo Jacuí

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Densidade de pontos: Gerado a partir dos pontos de rastreamento das dragas

3.3.4 Inventário de estruturas, balneários, obras civis e ocupação das margens

O inventário apresentou um panorama dos diferentes municípios que compõem a área em estudo, a partir da localização de estruturas/localidades existentes ao longo das áreas próximas ao Rio Jacuí. A localização dos pontos considera o processo histórico de ocupação e formação territorial dos municípios. Os mapas apresentados dentro do capítulo referente ao Meio Socioeconômico refletem o levantamento realizado (Mapa 3.22, Mapa 3.23 e Mapa 3.24).

Os pontos de Interesse foram identificados a partir dos dados secundários e atividades de campo que contemplaram áreas urbanas, pequenas comunidades, balneários, áreas de recreação e lazer. As comunidades com pescadores estão contempladas nos pontos de interesse, a partir da sua identificação nas atividades de campo.

Observa-se que o uso das margens do Rio Jacuí engloba um mosaico de diferentes atividades, por vezes associadas a cadeias econômicas com maior amplitude (silos para armazenagem de grãos; portos para escoamento de produtos; empresas de depósito e comércio de areias, etc.) até usos mais restritos a população local ou de municípios próximos (pequenos comércios, bares, balneários, etc.).

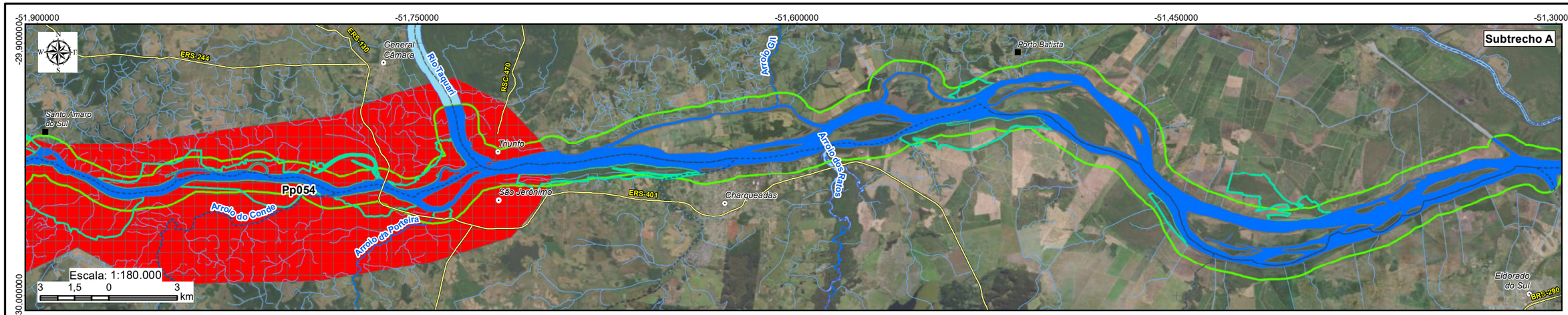
Em relação aos pequenos estabelecimentos existentes nas comunidades próximas ao Rio Jacuí, de maneira geral os locais apresentam mais de 10 anos de atividade e faturamento mensal bruto inferior a 5 mil reais. Em sua maioria, as construções são de uso misto, ou seja, a atividade econômica se dá no mesmo local da residência. A força de trabalho é composta em sua maioria pelo proprietário(a) em conjunto com algum membro da família (cônjuge e/ou filhos).

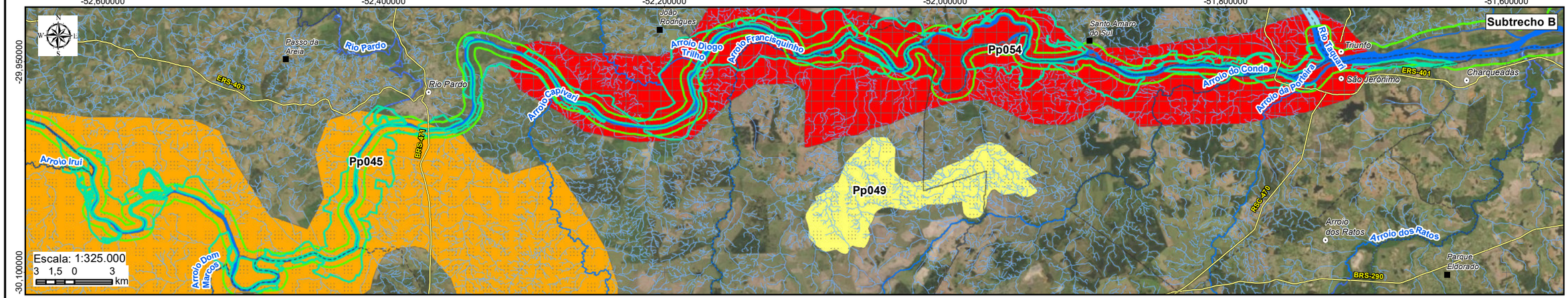
Os proprietários entrevistados no âmbito do diagnóstico ambiental entendem a importância do Rio Jacuí para a região. No caso de proprietários de bares e restaurantes próximos a balneários, os destaques, na relação com o rio, estão associados à beleza cênica que contribui como fator de atração para o público consumidor. Para aqueles donos de peixarias, por exemplo, o olhar é voltado, principalmente, à sobrevivência, já que destacam viver do que pescam no rio e vendem. Embora cada proprietário tenha suas considerações a respeito da importância do Rio Jacuí, relacionada muitas vezes ao seu objeto de trabalho, fica evidenciada a relevância do rio no contexto econômico local e regional.

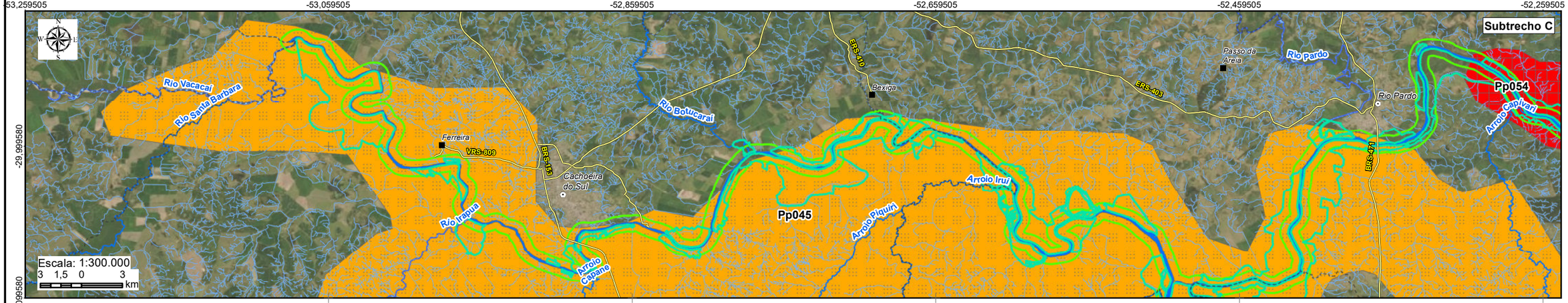
3.3.5 Áreas prioritárias para compensação ambiental

Em relação à compensação ambiental, a indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação (MMA) contribui ao delimitar aquelas áreas com maior importância e prioridade de conservação. Neste contexto, como observado no diagnóstico, a área deste estudo engloba três áreas mapeadas: PpZc100 - PE Delta do Jacuí (municípios de Charqueadas, Eldorado do Sul e Triunfo); Pp045 Campos de Pantano Grande (municípios de Pantano Grande, Rio Pardo e Cachoeira do Sul) e; Pp054 - Entorno Baixo Jacuí - Região Carbonífera (Vale Verde, General Câmara, Triunfo, Minas do Leão, Butiá e São Jerônimo). O Mapa 3.28 apresenta as Áreas Prioritárias para a Conservação localizadas na área de estudo do presente zoneamento.

A jusante na área de estudo destaca-se a presença do Parque Estadual do Delta do Jacuí pelo seu caráter de preservação dos recursos hídricos, ecossistemas de banhados, restingas e formações florestais. Já na porção intermediária, a área do “Entorno Baixo Jacuí - Região Carbonífera” está classificada com importância e prioridade extremamente alta para conservação, onde a ação principal indicada é a "criação de UC de proteção integral em ilha fluvial com uma UC de uso sustentável no entorno" (MMA, 2007). Na porção mais a montante da área de estudo encontra-se a área denominada "Campos de Pantano Grande", caracterizada por um campo arbustivo-herbáceo, associado a florestas de galeria compostas por espécies arbóreas deciduais (MMA, 2007).







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rios principais
- Hidrografia
- Rodovia
- Limite municipal
- Rio Jacuí
- Ambientes marginais
- Raio de 500 m do canal principal

Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade
Prioridade
- Extremamente Alta
- Muito Alta
- Alta

Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade
Importância
- Extremamente Alta
- Muito Alta
- Alta

Elaboração
PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização
Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.28 – Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade na área de estudo

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- APCBs: MMA

3.3.6 Conclusão

A estrutura econômica da maior parte dos municípios está diretamente atrelada ao setor primário. Observa-se ainda uma forte dependência entre a população dos municípios estudados e o Rio Jacuí, a partir dos seus diferentes usos econômicos, incluindo as captações para abastecimento público, agricultura, pecuária, atividades de pesca e navegação, mineração, além do turismo e do lazer.

Em relação ao Meio Socioeconômico, considerando as principais atividades e usos vinculados ao Rio Jacuí, o Zoneamento Ambiental incorporou áreas impróprias para a mineração e diretrizes ambientais específicas, somando-se as delimitações de classes de sensibilidade.

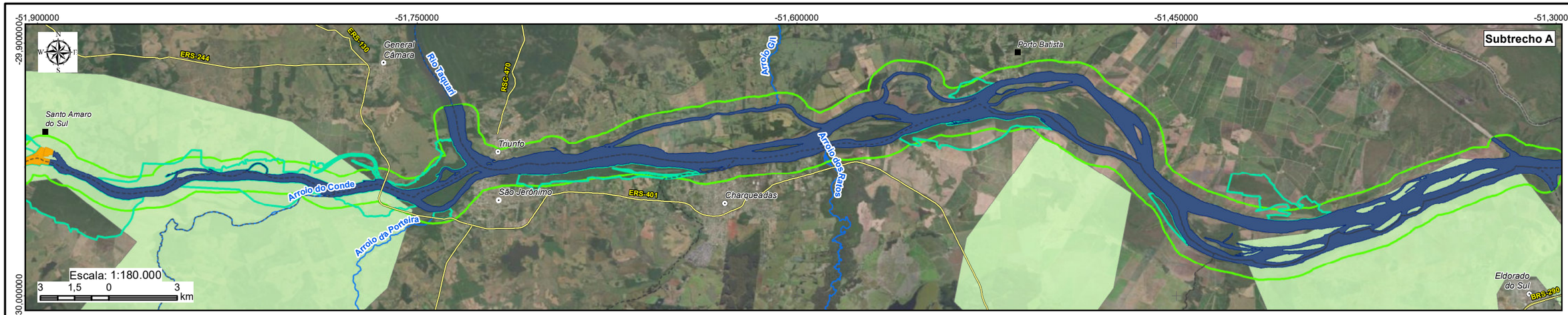
As áreas impróprias e as diretrizes ambientais, detalhadas nos Capítulos 4.4 e 6, respectivamente, tratam de restrições e da necessidade de avaliações específicas associadas à atividade de mineração junto a comunidades/ocupações humanas, à utilização do rio por pescadores, à travessia de balsas, pontes e outras estruturas, pontos de captação de água para abastecimento humano e entorno de Áreas de Lazer, Balneários e Praias, objetivando analisar a viabilidade do empreendimento em relação aos múltiplos usos das margens e do rio.

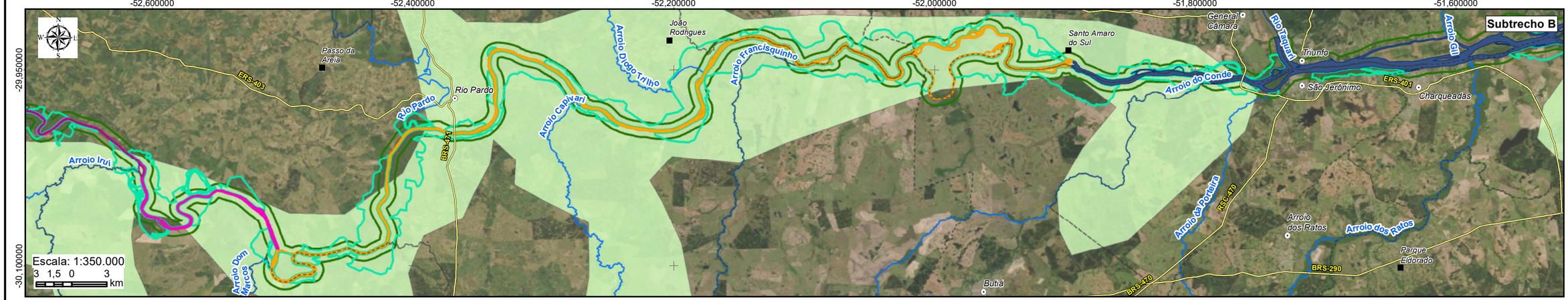
3.4 ÁREAS LEGALMENTE PROTEGIDAS

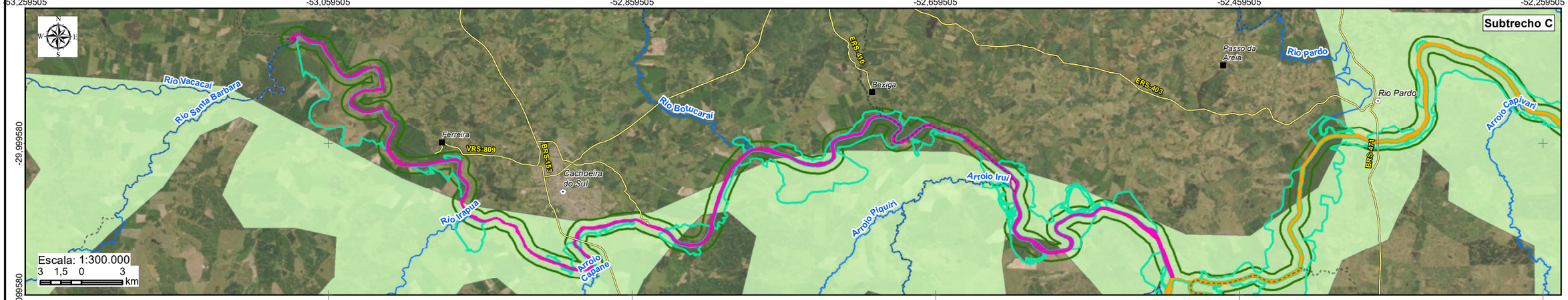
O trecho definido para o zoneamento ambiental da atividade de mineração de areia nos cursos médio e baixo do Rio Jacuí tem parte de suas áreas incluídas na poligonal definida na Lei Nº 11.428/2006 (BRASIL, 2006), que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Essa lei, que busca conciliar o desenvolvimento e a proteção ambiental do bioma continental mais ameaçado do Brasil, define parâmetros a serem seguidos para a supressão de formações florestais em estágio médio e avançado das distintas fácies que compõem o bioma.

Embora a atividade minerária não afete diretamente os ambientes florestais sob proteção da Lei, o fato de haver legislação específica para a proteção dos ambientes ribeirinhos deve ser visto como um alerta quanto à eventual influência da atividade sobre ambientes nos quais incide legislação específica, além daquela que já se aplica às Áreas de Preservação Permanente – APP, Lei Nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012a).

O Mapa 3.29 apresenta a área objeto do zoneamento está incluída na "Reserva da Biosfera da Mata Atlântica", e parte está incluída na poligonal definida na Lei Nº 11.428/2006 (BRASIL, 2006), que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. O Mapa 3.30 apresenta a situação da área prevista para o zoneamento com relação à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rios principais
- Rodovia
- Limite municipal
- Lei da Mata Atlântica

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C
- Ambientes marginais
- Raio de 500 m do canal principal

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

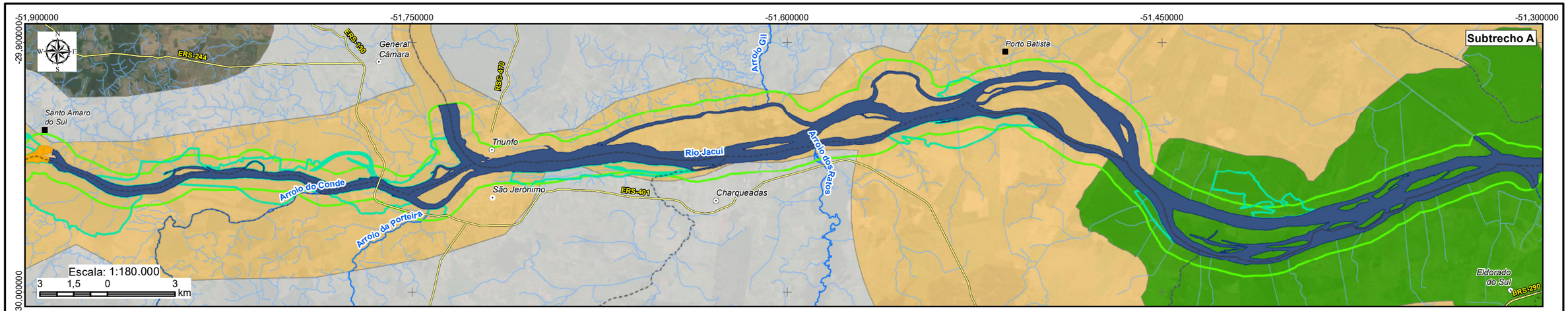
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

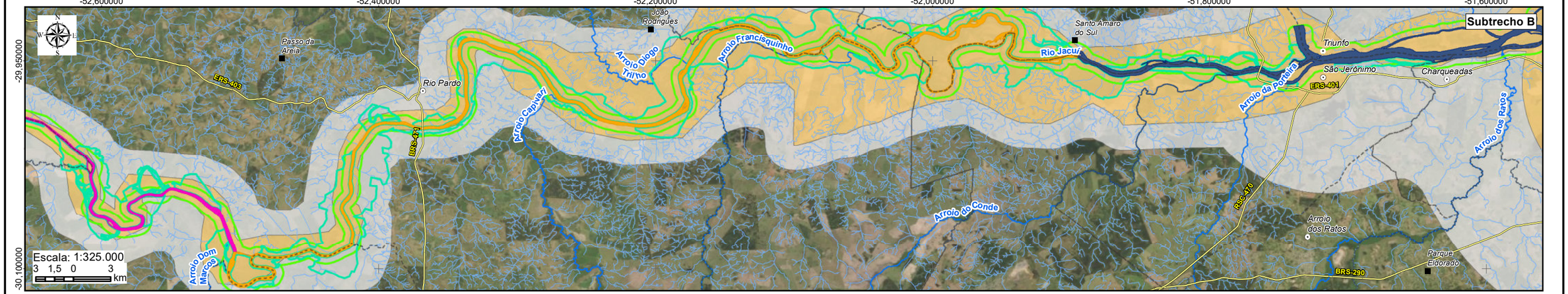
Contratação e fiscalização: Fepam

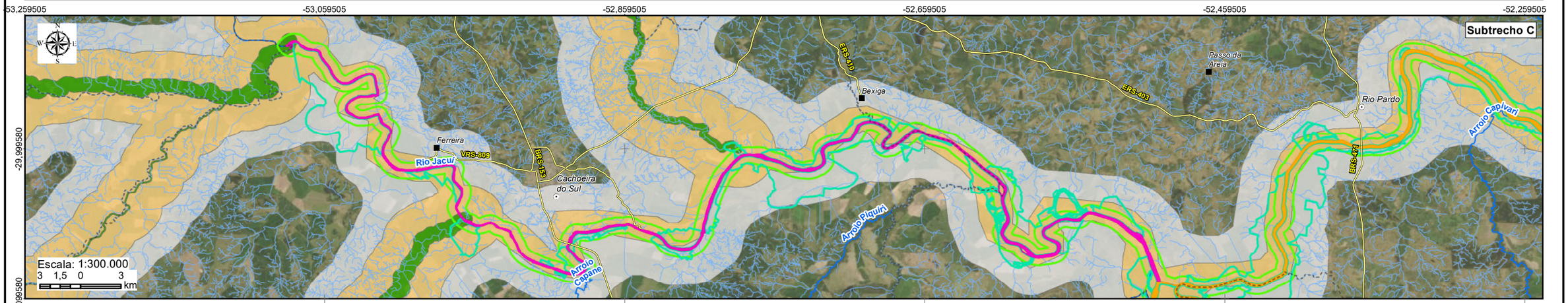
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.29 – Área de estudo do zoneamento em relação à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica - Lei Nº 11.428/2006

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Mata Atlântica: Brasil (2006)







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rios principais
- Hidrografia
- Rodovia
- Limite municipal

Reserva da Biosfera da Mata Atlântica

Zona

- Núcleo
- Amortecimento
- Transição

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C
- Ambientes marginais
- Raio de 500 m do canal principal

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 3.30 – Reserva da Biosfera da Mata Atlântica na área de estudo

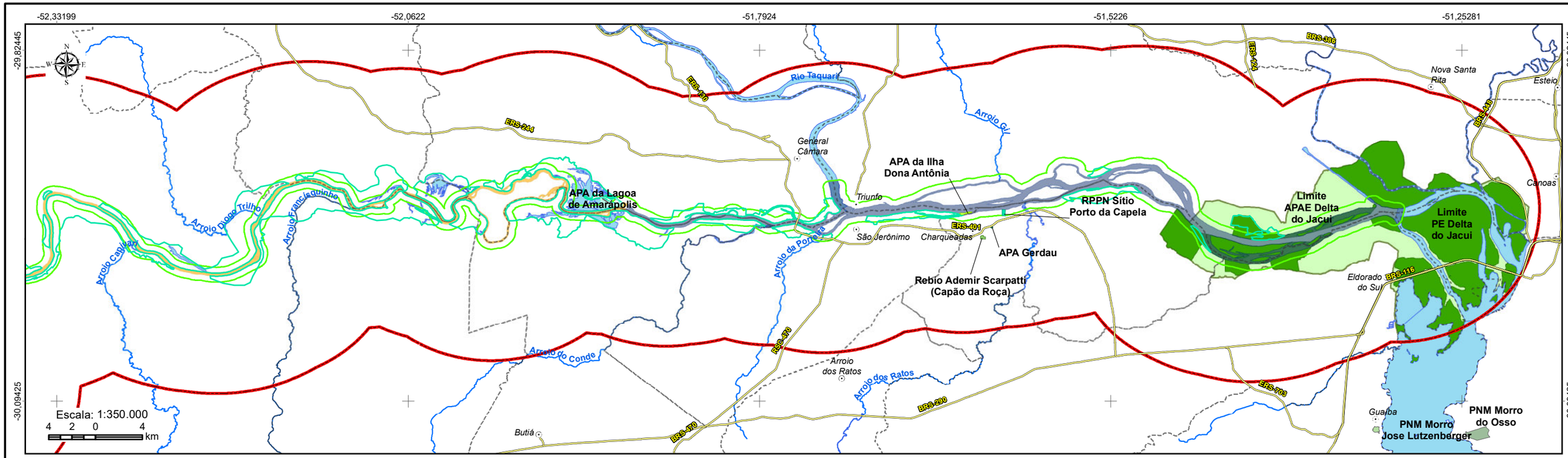
Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- RBMA: Brasil (2006)

Em relação a presença de Unidades de Conservação, foram identificadas 6 UCs situadas a um raio de 10 km de distância da área de estudo, apresentadas no Quadro 3.30 e no Mapa 3.31.

Quadro 3.30 – Unidades de Conservação identificadas.

Nome	Município	Área (ha)	Categoria	Instrumento de Criação	Jurisdição
RPPN Sítio Porto da Capela	Charqueadas	14,0	Uso Sustentável	Portaria nº 164/ 1995	Federal
PE do Delta do Jacuí	Diversos	14.242,05	Proteção Integral	Decreto Estadual nº 24,385/1976 (Revogado pela Lei nº 12.371/2005)	Estadual
APA Delta do Jacuí	Diversos	22.826,39	Uso Sustentável	Lei nº 12.371/2005	Estadual
APA Gerdau	Charqueadas	1,12	Uso Sustentável	-	Municipal
APA Ilha Dona Antônia	Charqueadas	1,12	Uso Sustentável	Lei Municipal nº 602/1994	Municipal
REBIO Ademir Scarpatti	Charqueadas	9,0	Proteção Integral	Lei Municipal nº1410/2002	Municipal
APA Lagoa de Amarópolis	General Câmara	0,85	Uso Sustentável	Lei Municipal nº 1.701/2012	Municipal

Em relação à presença de terras indígenas e/ou quilombolas, as consultas realizadas junto a FUNAI e ao INCRA não identificaram comunidades dentro de um raio de 10 km de distância da calha do Rio Jacuí. Da mesma forma, as consultas junto aos atores institucionais dos municípios englobados pelo estudo não revelaram a existência de terras indígenas e/ou quilombolas na área de estudo do zoneamento.



LEGENDA

- Sede municipal
- Rios principais
- Rodovia
- Massa d'água
- Limite municipal
- Raio 10km da calha do Rio Jacuí na área de estudo
- Ambientes marginais
- Raio de 500 m do canal principal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Unidades de Conservação

- APA Gerdau
- APA da Ilha Dona Antônia
- APA da Lagoa de Amarápolis
- RPPN Sítio Porto da Capela
- Rebio Ademir Scarpatti (Capão da Roça)
- Parque Estadual do Delta do Jacuí
- APAE Delta do Jacui
- PNM Morro Jose Lutzenberger
- PNM Morro do Osso

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: 1:350.000

Mapa 3.31 – Unidades de Conservação na área de estudo

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Quilombolas: INCRA (2019)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- UCs: SEMA/RS, ICMBio, MMA, Prefeituras

4 ANÁLISE INTEGRADA

4.1 METODOLOGIA

4.1.1 Análise de hotspots

A metodologia sugerida para a definição da divisão territorial que estabelecerá as zonas a partir das quais serão definidas as diretrizes específicas para o licenciamento da atividade de mineração de areia no Médio e Baixo Jacuí compreende uma análise de agrupamento denominada "*Hotspot Analysis*".

Desenvolvida em ambiente de SIG (ArcGis Pro - ESRI®), essa análise corresponde a um teste estatístico em que a hipótese de nulidade afirma que a distribuição de um dado conjunto de dados é aleatória. A rejeição da hipótese de nulidade permite que se visualize os locais onde há uma concentração estatisticamente significativa e onde se formam os "pontos quente" (*hotspots*).

Diversas características particulares a este estudo determinaram a concepção da análise aqui proposta, que difere de outras experiências de zoneamento executadas no Rio Grande do Sul e voltadas para atividades econômicas distintas, como foram, por exemplo, os casos da silvicultura e da geração de energia eólica.

O presente estudo consiste no primeiro zoneamento direcionado especificamente a um trecho de rio. O formato da área avaliada, alongada no sentido leste-oeste e de baixa amplitude latitudinal, além da importância dos fluxos associados ao escoamento hídrico já destacada, juntamente com a dificuldade de espacializar algumas informações levantadas no diagnóstico, representam aspectos essenciais considerados para fins de definição da metodologia adotada.

Diante dessas características, optou-se por construir o mapeamento a partir de um conjunto de pontos obtidos no diagnóstico ambiental, adaptados para o objetivo específico de se definirem zonas de interesse para os distintos temas considerados.

A opção pela topologia de pontos permite que se trate um conjunto díspar de dados com um mínimo de uniformidade, o que oferece uma maior confiança em termos da perspectiva de uma análise conjunta das informações incorporadas ao estudo.

Análises de *hotspots* têm um amplo emprego em biologia da conservação, em escala macrorregional, para a delimitação de áreas significativas para a biodiversidade terrestre

(MYERS *et al.*, 2000). O mesmo tipo de metodologia também pode ser aplicado a ambientes marinhos, incorporando tanto aspectos ecológicos como sociais (MAHBOUBI *et al.,* 2015).

A metodologia também pode ser aplicada para o planejamento de reservas conciliando informações técnicas com a percepção do público (*Public Participatory GIS*), como no trabalho de BAGSTAD *et al.* (2016) em seis áreas de florestas nacionais nos estados americanos do Colorado e Wyoming, podendo ainda ser empregada para a delimitação de áreas relevantes para a oferta de serviços ecossistêmicos, como no trabalho de LI *et al.* (2017).

FU *et al.* (2017) fizeram uma avaliação das condições dos ambientes ripários do rio Songhua, no nordeste da China e o quinto maior do país, a partir de uma avaliação da integridade estrutural e física que considerou parâmetros como a declividade das margens, cobertura florestal, tipo de sedimento, presença de processos erosivos e usos antrópicos predominantes. O trabalho, apoiado tanto por informações obtidas a partir de sensoriamento remoto como a checagem a campo, avaliou, entre outros temas, a presença de *clusters* de ambiente com maior integridade a partir da análise de *hotspots* empregando a estatística espacial de Getis-Ord Gi* (GETIS & ORD, 1992).

Em termos teóricos, a análise de *hotspots* está baseada nas análises de agrupamento (*cluster analysis*) em que, a partir da avaliação dos desvios padrões (*z-scores*) verificado na dispersão de um conjunto de dados no espaço, para determinados intervalos de confiança ou probabilidade (*p-values*), é possível identificar padrões que fogem da distribuição aleatória e podem representar áreas sensíveis do ponto de vista dos atributos avaliados, a partir da concentração mostrada pelos descritores. Ao considerar também o peso relativo atribuído a cada um dos pontos identificados, a avaliação apresenta características de uma análise multicritério aplicada a um conjunto de dados geograficamente relacionados.

A avaliação desenvolvida considera tanto os padrões de distribuição espacial como a importância relativa das características específicas de cada um dos pontos de cada descritor definido. Para isso, o conhecimento dos técnicos responsáveis pelo estudo revestiu-se de especial importância, uma vez que a partir disso foram estabelecidos os parâmetros para qualificar, em um processo de valoração, a relevância dos temas mapeados frente aos objetivos do zoneamento.

Assim sendo, a análise proposta foi concebida de maneira a conciliar essas duas características básicas dos pontos incorporados ao SIG que tratam das características ambientais relevantes identificadas no diagnóstico: i) sua distribuição espacial; ii) sua importância ou relevância (valoração).

Esse tipo de abordagem busca reduzir o grau de subjetividade inerente a qualquer trabalho relacionado à produção de mapas e aos desdobramentos que se dão quando do emprego desses como ferramenta de tomada de decisões, mantendo o grau de incerteza que acompanha qualquer análise dessa natureza nos menores níveis possíveis, diante das limitações técnicas e teóricas que são inevitavelmente enfrentadas.

Embora o tipo de análise proposto possa se ressentir da subestimativa de certas características que se apresentem espacialmente isoladas, ainda que importantes, essa limitação é atenuada nos desdobramentos do estudo que se seguem à elaboração do mapa síntese, quando os temas avaliados na modelagem hidrológica foram incorporados como “áreas de atenção” e ainda foram estabelecidas as “áreas impróprias” que compõem o zoneamento.

Uma vez executada a análise, a metodologia empregada permite a criação de “mapas de calor” (*heatmap*) onde os agrupamentos de pontos estatisticamente significativos são convertidos a um mapa em formato *raster* em que os gradientes entre as classes geradas pelo *z-scores* se distribuem de maneira contínua.

A metodologia adotada para a interpolação necessária à geração dos mapas de superfície contínua foi a Ponderação do Inverso das Distâncias (*Inverse Distance Weighting* - IDW) que corresponde a um método determinístico que parte do pressuposto que valores próximos estão mais relacionados entre si do que valores distantes, incorporando diretamente o enunciado conhecido como a primeira lei da geografia, que afirma que “tudo está relacionado com tudo o mais, mas as coisas perto estão mais relacionadas do que as coisas distantes" (Tobler, 1970).

Para que seja possível determinar o valor de um dado local em que não há registros relativos ao fenômeno que se pretende analisar, o método de interpolação por IDW emprega os valores disponíveis à sua volta, atribuindo a eles um peso maior do que o atribuído a valores mais distantes, diminuindo o valor interpolado nas áreas sem informação à medida em que a distância aumenta, fazendo com que a influência de cada ponto seja proporcional ao inverso da distância de cada nó da matriz interpolada.

As características da interpolação IDW a tornam particularmente apropriada para o emprego nas avaliações aqui desenvolvidas, em função do caráter complementares das análises, ao adotarem como premissa subjacente a autocorrelação espacial dos dados avaliados, tanto na interpolação propriamente dita como na análise de *hotspots* a partir do qual aquela se dá.

Os mapas interpolados por IDW foram então reclassificados para eliminação dos valores negativos, para evitar os efeitos na operação posterior de soma dos mapas, uma vez que valores negativos para um determinado tema poderiam anular valores positivos de outro, nos casos em que haja sobreposição entre eles. Posteriormente, os valores positivos também foram reclassificados, adotando-se a mesma faixa definida quando da valoração dos pontos para a análise de *hotspots*.

4.1.2 Análise multicritério

Depois de consolidado o mapa de superfície contínua de cada descritor, foi desenvolvida uma análise multicritério empregando um processo de análise hierárquica (*Analytic Hierarchy Process - AHP*), que é um método baseado na metodologia de apoio à tomada de decisões desenvolvida por Thomas L. Saaty (SAATY, 1977) e que consiste na comparação de critérios pareados (descritores), que são hierarquizados para fins de atribuição de pesos na etapa de cruzamento dos mapas, para a produção do mapa síntese.

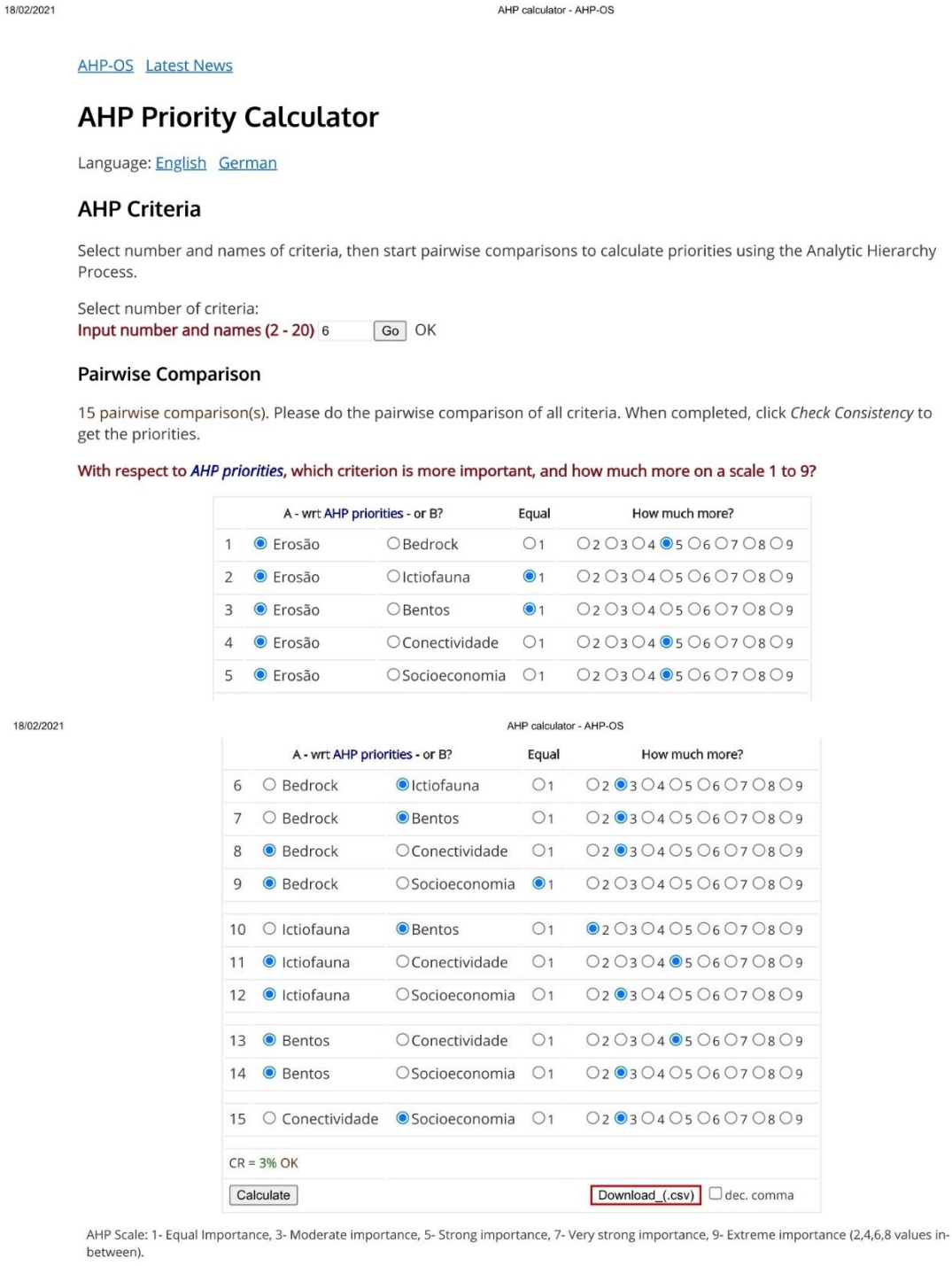
O emprego de seis descritores vai ao encontro de recomendações encontradas em referenciais teóricos para esse tipo de avaliação, que afirmam ser importante a limitação do número de variáveis, de modo a permitir que a análise de sensibilidade seja efetuada de modo o mais eficiente possível (TREVISAN, 2008).

Para o preenchimento da matriz de comparação foi empregada a calculadora de prioridade AHP (GOEPEL, 2018), disponível online[4] e que teve seu preenchimento conduzido a partir da realização de uma oficina que envolveu a participação de técnicos da Consultora e da Fepam, e que gerou os resultados apresentados na Tabela 4.1 a seguir. A Figura 4.1 mostra o preenchimento da matriz na calculadora de prioridade AHP que gerou os pesos calculados.

Tabela 4.1 – Pesos atribuídos a cada descritor para o cruzamento de mapas.

Descritor	Peso (%)
Morfodinâmica das Margens	29,6
Leito Estável (Bedrock)	8,3
Ambientes da Ictiofauna	22
Mesohabitats bentônicos	27,7
Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre	4,1
Socioeconomia	8,3

[4] https://bpmsg.com/ahp/ahp-calc.php



18/02/2021 AHP calculator - AHP-OS

AHP-OS Latest News

AHP Priority Calculator

Language: English German

AHP Criteria

Select number and names of criteria, then start pairwise comparisons to calculate priorities using the Analytic Hierarchy Process.

Select number of criteria:
Input number and names (2 - 20) 6 Go OK

Pairwise Comparison

15 pairwise comparison(s). Please do the pairwise comparison of all criteria. When completed, click *Check Consistency* to get the priorities.

With respect to *AHP priorities*, which criterion is more important, and how much more on a scale 1 to 9?

	A - wrt AHP priorities - or B?		Equal	How much more?
1	◉ Erosão	○ Bedrock	○1	○2 ○3 ○4 ◉5 ○6 ○7 ○8 ○9
2	◉ Erosão	○ Ictiofauna	◉1	○2 ○3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9
3	◉ Erosão	○ Bentos	◉1	○2 ○3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9
4	◉ Erosão	○ Conectividade	○1	○2 ○3 ○4 ◉5 ○6 ○7 ○8 ○9
5	◉ Erosão	○ Socioeconomia	○1	○2 ○3 ○4 ◉5 ○6 ○7 ○8 ○9

18/02/2021 AHP calculator - AHP-OS

	A - wrt AHP priorities - or B?		Equal	How much more?
6	○ Bedrock	◉ Ictiofauna	○1	○2 ◉3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9
7	○ Bedrock	◉ Bentos	○1	○2 ◉3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9
8	◉ Bedrock	○ Conectividade	○1	○2 ◉3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9
9	◉ Bedrock	○ Socioeconomia	◉1	○2 ○3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9
10	○ Ictiofauna	◉ Bentos	○1	◉2 ○3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9
11	◉ Ictiofauna	○ Conectividade	○1	○2 ○3 ○4 ◉5 ○6 ○7 ○8 ○9
12	◉ Ictiofauna	○ Socioeconomia	○1	○2 ◉3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9
13	◉ Bentos	○ Conectividade	○1	○2 ○3 ○4 ◉5 ○6 ○7 ○8 ○9
14	◉ Bentos	○ Socioeconomia	○1	○2 ◉3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9
15	○ Conectividade	◉ Socioeconomia	○1	○2 ◉3 ○4 ○5 ○6 ○7 ○8 ○9

CR = 3% OK

Calculate Download_(.csv) ☐ dec. comma

AHP Scale: 1- Equal Importance, 3- Moderate importance, 5- Strong importance, 7- Very strong importance, 9- Extreme importance (2,4,6,8 values in-between).

Figura 4.1 – Dados de preenchimento da matriz de comparação pareada entre os descritores.

4.2 MAPA SÍNTESE

Após terem sido definidos os pesos dos mapas temáticos de cada descritor, foi efetuado o procedimento de álgebra de mapas com o emprego da ferramenta “soma com pesos” (*Weighted Sum*) disponível no *software* empregado para as análises (ArcGis Pro). Nessa rotina, é possível fazer a sobreposição de um conjunto de mapas em que os valores

atribuídos a cada célula de cada mapa temático são multiplicados pelos pesos definidos na etapa de análise multicritério, sendo posteriormente somados em uma única feição.

Uma vez gerado o mapa do somatório, esse foi reclassificado para as quatro classes que compõem o mapa síntese, sendo a quinta formada pelas áreas impróprias.

Para a reclassificação do mapa do somatório foi empregada a opção "*Classify*", da ferramenta *Reclassify* (*Spatial Analyst Tools → Reclass*). Essa rotina permite a classificação automática dos valores que constam da tabela de atributos do mapa a ser reclassificado, definindo-se como parâmetro de entrada o número de classes que se deseja obter no arquivo *raster* a ser gerado.

O mapa em formato matricial (*raster*) foi posteriormente convertido para o formato vetorial (*shapefile*) com o emprego da ferramenta *Raster to Polygon*. O arquivo vetorial gerado foi então recortado (ferramenta *Clip*) pela delimitação da área de estudo, que compreende o envoltório da calha do Rio Jacuí, com uma área total de 148 km².

A Figura 4.2 a seguir apresenta o fluxo de trabalho adotado na análise integrada, incluindo as etapas posteriores à tratada neste documento e que irão compor o zoneamento propriamente dito.

A Figura 4.3 e a Figura 4.4 trazem um exemplo da sequência de mapas produzida na análise, revelando os resultados relativos ao descritor "Morfodinâmica das Margens", que é um dos descritores definidos para o meio físico, como destacado em item específico.

A Tabela 4.2 e a Tabela 4.3 que se seguem às figuras resumem os parâmetros adotados na rodagem da análise de *hotspots* (*Getis-Ord Gi**) e nas interpolações que geraram o mapa de superfície contínua de cada um dos descritores avaliados.

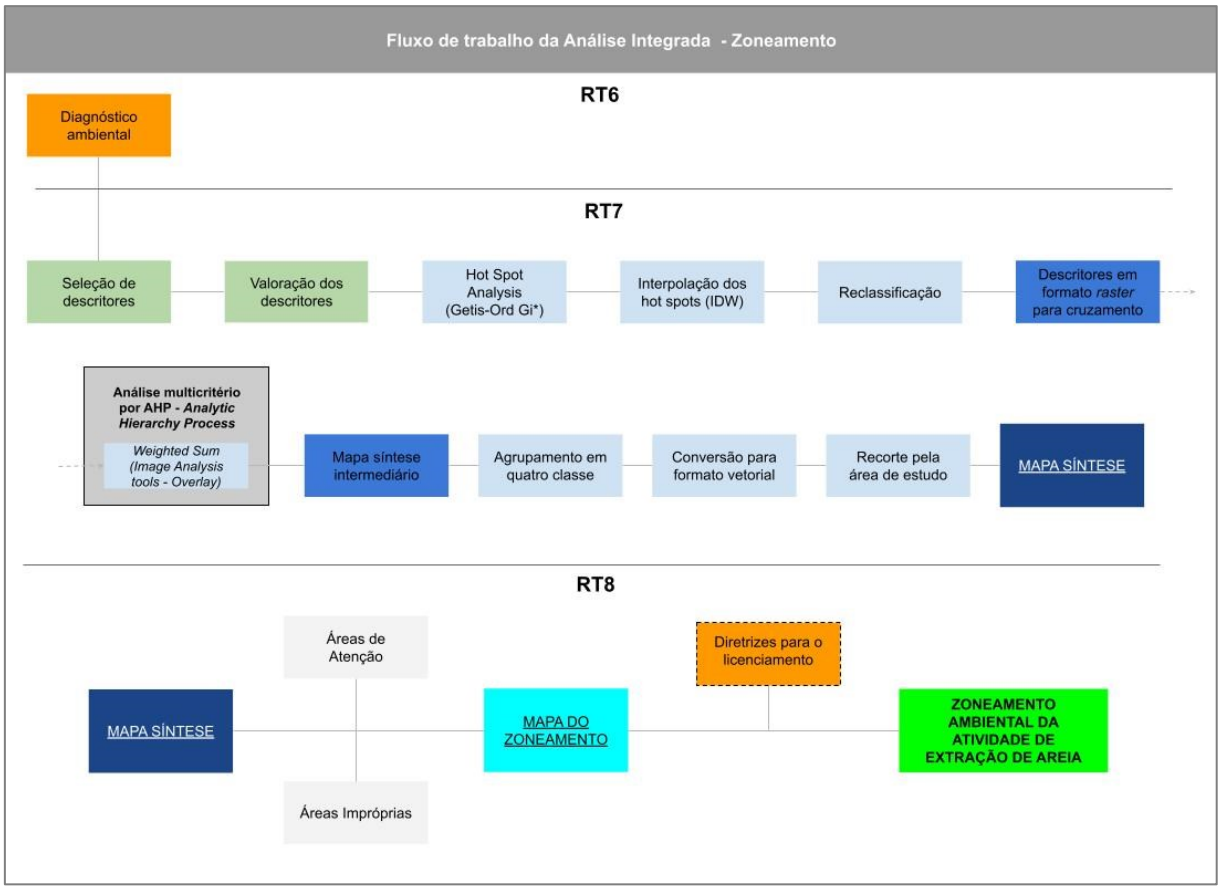


Figura 4.2 – Fluxo de trabalho para construção do Zoneamento Ambiental de Mineração de Areia.

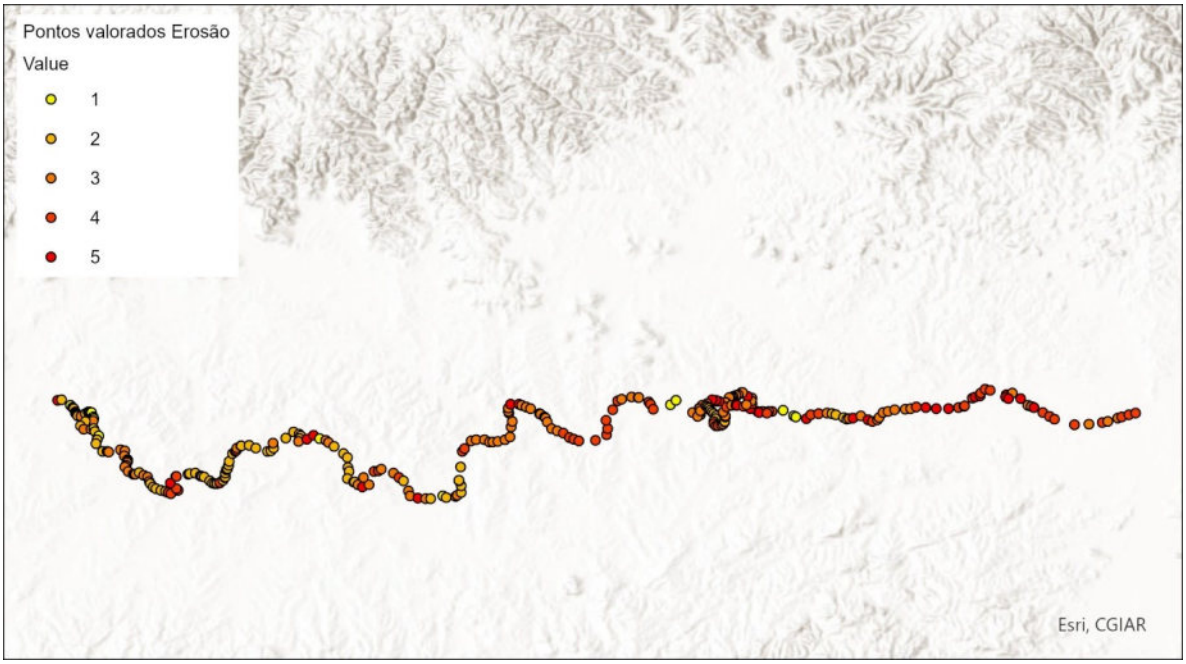
Tabela 4.2 – Parâmetros para a rodagem da análise de *hotspots* (*Getis-Ord Gi**).

Parâmetro	Definição
Conceptualization of Spatial Relationships	*Fixed Distance Band*
Distance Method	*Euclidean Distance*
Standadization	*Row*

Obs.: Nomenclatura de acordo com as definições da ferramenta de análise no módulo de análise do ArcGis Pro.

Tabela 4.3 – Características dos descritores empregadas para a análise de *hotspots* (*Getis-Ord Gi**).

Descritor	Pontos	Valoração	Tolerância da pesquisa de vizinhança (m)*
Leito Estável (Bedrock)	166	1 - 4	17.288,54
Morfodinâmica das Margens	316	1 - 5	2.431,90
Ambientes da Ictiofauna	358	1 – 4	5.615,11
Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre	100	1 - 3	6.646,83
Mesohabitats bentônicos	357	1 – 4	9.822,38
Socioeconomia	98	1 – 3	7.191,29



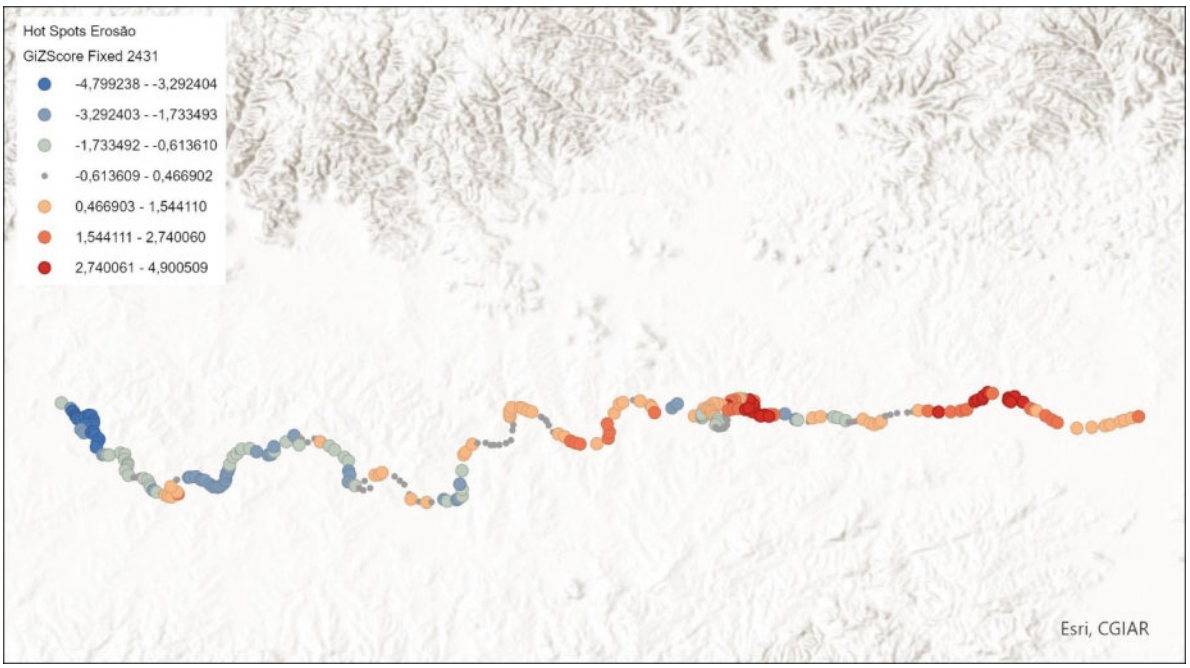


Figura 4.3 – Pontos valorados e análise de *hotspots* do descritor “Morfodinâmica das Margens”.

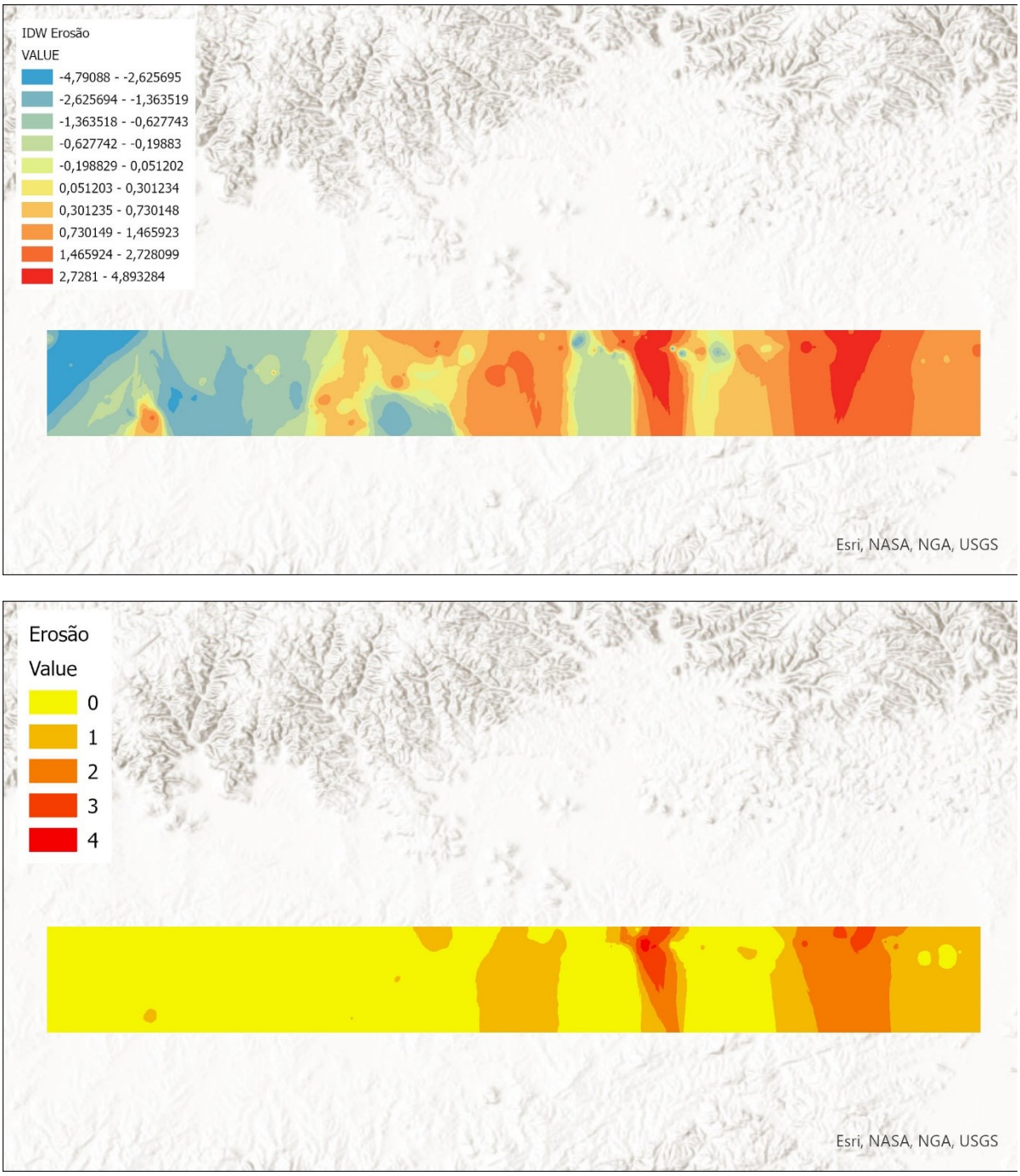


Figura 4.4 – Interpolação (IDW) e mapa síntese intermediário descritor “Morfodinâmica das Margens”.

4.3 ÁREAS DE ATENÇÃO PARA A MINERAÇÃO

As áreas de atenção são propostas, neste estudo de Zoneamento Ambiental aplicado à Mineração de Areia nos trechos médio e baixo do Rio Jacuí, a partir dos resultados obtidos nas simulações hidrodinâmicas e de transportes de sedimentos desenvolvidas no âmbito deste trabalho.

Conforme está detalhado em relatório específico sobre a modelagem (RT5 – Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos.), os estudos foram desenvolvidos para todo o trecho de interesse do Rio Jacuí, com os seguintes objetivos:

- Mostrar os padrões de escoamento (velocidades e nível d'água) do Rio Jacuí, quando submetido às condições hidrológicas simuladas;
- Estimar o aporte de sedimentos ao trecho de interesse (Rio Jacuí), considerando as contribuições de montante e dos afluentes;
- Avaliar o comportamento das seções topobatimétricas, ao longo da simulação: variações no leito, classificando os trechos como "deposição", "erosão" ou "sem alteração";
- Avaliar as alterações nos padrões de escoamento e no comportamento das seções, quando alteradas pela mineração.

A base de dados para construção da geometria do trecho simulado pode ser resumida com as seguintes informações: foi gerado um modelo numérico do terreno, para o Rio Jacuí, e faixa marginal, a partir das 25 seções do levantamento batimétrico de campo, 29 processos de licenciamento (na FEPAM) com seções de levantamentos anteriores (dados secundários), e o relevo das áreas marginais obtido na base cartográfica do Rio Grande do Sul. Ao final deste processo, o modelo estava concluído com 805 seções transversais para o Rio Jacuí, no trecho de interesse, sendo as 25 levantadas em campo e 780 seções interpoladas.

O procedimento de simulação propriamente dito, foi composto por duas etapas, a saber: (i) a simulação hidrodinâmica do Rio Jacuí, com determinação de níveis d'água e velocidades de escoamento, a partir da inserção das vazões de entrada: Jacuí (montante) e afluentes; e (ii) a simulação do transporte de sedimentos, a partir dos resultados anteriores, e considerando as curvas granulométricas nas seções do Jacuí, as curvas-chave de sedimentos no Jacuí (a montante) e afluentes e a inserção das profundidades do *bedrock*.

Com isto, foram simulados dois cenários: a condição atual (que também serviu para a calibração do modelo) e um cenário com a geometria das seções alterada pela Mineração. Os resultados do primeiro cenário possibilitam a caracterização de cada subtrecho do Rio Jacuí, quanto a capacidade de transporte de sedimentos. Em complemento, a comparação entre os resultados dos dois cenários possibilitou a avaliação do impacto da mineração no padrão de escoamento e transporte do Rio Jacuí nos trechos de interesse.

Para registro, resgatam-se aqui as condições para a definição da geometria da calha nos dois cenários: Cenário 1 (condição atual): geometria construída a partir dos dados primários e secundários; Cenário 2 (alterado pela mineração): geometria do Cenário 1, com alteração nas áreas de mineração (ativos na ANM e os que possuem licença na FEPAM), com os critérios de alteração, listados abaixo.

- Afastamento das margens: 50 m;
- Afastamento de ilhas: 50 m;
- Afastamento de pontes e outras obras de infraestrutura, conforme legislação;
- Limitação de afastamento mínimo, em relação ao bedrock: 1 m;
- Lança máxima de mineração: 11 m (a partir do NA).

Como dito anteriormente, o primeiro descritor selecionado para a geração do mapa de áreas de atenção é resultante do Cenário 1, descrito acima, e versa sobre a caracterização das seções quanto ao transporte de sedimentos. Com o auxílio do modelo, o transporte de sedimentos é simulado, e se estimam as taxas de transferências para cada uma das 805 seções transversais (25 levantadas em campo e 780 interpoladas). De modo alternativo, esta caracterização pode ser estabelecida através da diferença média da cota do leito do rio, entre o início e o final da simulação.

As seções que apresentam rebaixamento das cotas, ou que indicam uma taxa de transporte de sedimento negativa, correspondem a seções com comportamento erosivo, em relação ao leito. Por outro lado, as seções com taxas positivas, ou elevação nas cotas, indicam um comportamento deposicional (sedimentar).

Assim, as seções foram classificadas em 05 categorias

- **Alta deposição** (elevações na cota superiores a 0,5 m);

- **Deposição** (elevações na cota superiores a 0,2 m);
- **Sem alteração** (alterações inferiores a 0,2 m, com elevação ou rebaixamento);
- **Erosão** (rebaixamento de cota superiores a 0,2 m);
- **Alta erosão** (rebaixamento de cota superiores a 0,5 m).

Para o mapa das áreas de atenção, foram selecionadas as áreas de “alta erosão”, ou seja, áreas com rebaixamento de cotas no período simulado (um ano hidrológico) superior a 0,5 m, que correspondem a 6% das seções transversais estudadas.

Um segundo descritor selecionado para a composição do mapa das áreas de atenção, é resultado da comparação entre os resultados dos dois cenários simulados, e diz respeito ao risco potencial erosivo-hidrodinâmico, indicando o impacto da atividade minerária no potencial de erosão das margens do Rio Jacuí.

Assim, foram calculados os aumentos das velocidades do escoamento devido à alteração do leito pela mineração, através da comparação entre os dois cenários. A análise possibilitou observar trechos onde houve aumento ou diminuição da velocidade, tanto na calha quanto próximo às margens. Esta alteração no padrão de velocidade do escoamento é a variável a ser considerada nesta análise sobre o risco erosivo-hidrodinâmico.

É possível afirmar que o risco potencial de erosão das margens será maior onde ocorre incremento significativo da velocidade do escoamento. Daí o nome escolhido para este descritor: risco erosivo associado à hidrodinâmica do Rio Jacuí.

Os maiores aumentos de velocidade acontecem em determinados trechos onde há estrangulamentos da seção, principalmente com a elevação natural do leito (substrato rochoso, em pedrais, por exemplo), resultando em pequenas lâminas d’água. Por outro lado, os trechos com diminuição da velocidade de escoamento, ocorrem quando a alteração da geometria da seção resulta numa melhora da eficiência das condições hidráulicas de escoamento (alargamento, por exemplo).

Essa variação entre incrementos e reduções de velocidade foi o indicador selecionado para descrever esta variável, que foi classificada, de acordo com a variação da velocidade, em 05 classes, conforme segue:

- **Baixíssimo risco** (redução na velocidade acima de 0,5 m/s);

- **Baixo risco** (redução na velocidade abaixo de 0,5 m/s);
- **Risco normal** (alterações nas velocidades inferiores a 0,1 m/s);
- **Alto risco** (aumentos na velocidade abaixo de 0,5 m/s);
- **Altíssimo risco** (aumentos na velocidade acima de 0,5 m/s).

Para o mapa das áreas de atenção, foram selecionadas as áreas de “altíssimo risco erosivo”, ou seja, áreas com aumento de velocidades, entre os cenários, superior a 0,5 m/s.

Ainda dentro das áreas de atenção foram classificadas as áreas no entorno das fozes dos cursos d’água mapeados com “foz de rio” quando da identificação das áreas importantes para a ictiofauna. O Quadro a seguir apresenta a relação desses cursos d’água.

A inclusão de fozes de cursos de água como áreas de atenção se justifica pela sua importância para o evento da piracema, migração reprodutiva de espécies de peixes que têm esse comportamento em determinada época do ano. Neste período deverá ser suspensa qualquer atividade de mineração na faixa de 500 metros a montante e à jusante da foz do curso d’água, de acordo com o que estipula a Portaria Normativa IBAMA n° 46, de 18 de outubro de 2007 que vem sendo usada como referência para o tema.

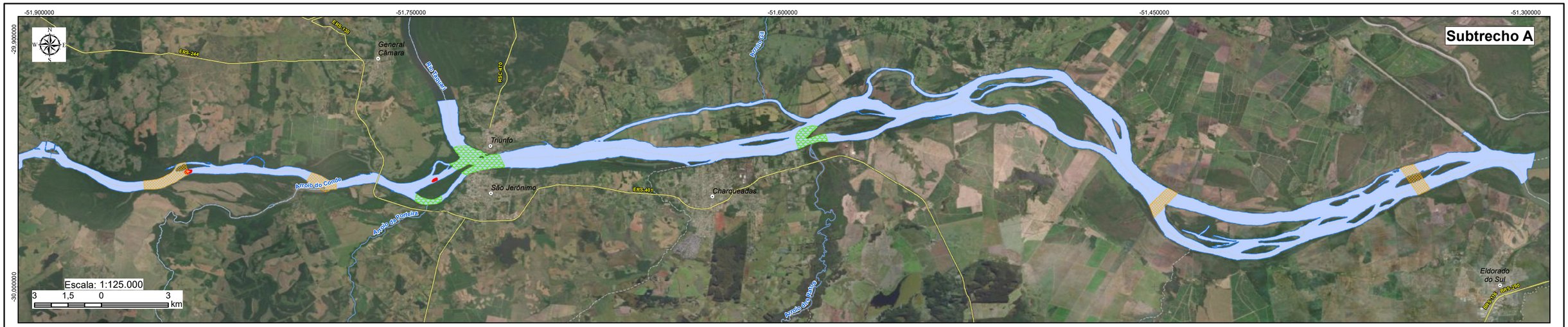
Quadro 4.1 – Relação das áreas de fozes de cursos d´água identificados como áreas importantes para a ictiofauna.

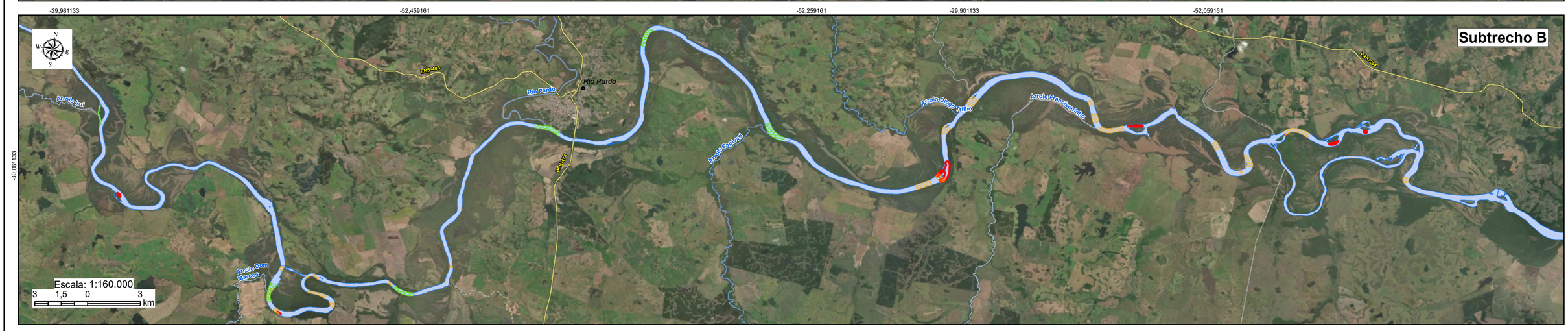
Curso d’água	Posição	Segmento da área de estudo
Rio Vacacaí	Margem direita	C
Rio Irapuá	Margem direita	C
Arroio Capané	Margem direita	C
Arroio São Nicolau	Margem direita	C
Rio Botucaraí	Margem esquerda	C
Arroio Irui	Margem direita	C
Arroio Dom Marcos	Margem direita	B
Arroio Tabatingaí	Margem direita	B
Rio Pardo	Margem direita	B
Arroio do Couto	Margem esquerda	B
Arroio Capivari	Margem direita	B
Arroio da Porteira	Margem direita	A
Rio Taquari	Margem esquerda	A
Arroio dos Ratos	Margem direita	A

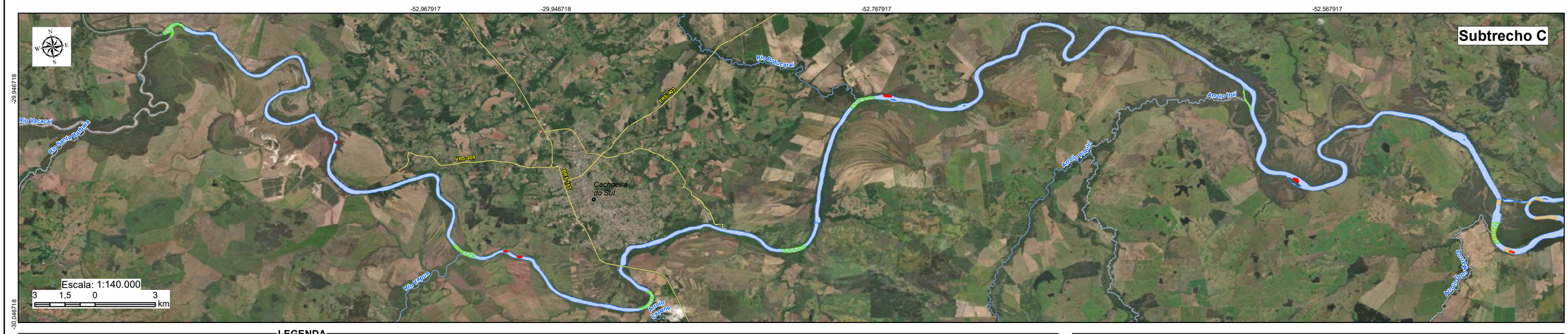
Considerando os dois descritores referidos acima, foi elaborado o Mapa das Áreas de Atenção, apresentado a seguir. Tal mapa deve ser sobreposto ao mapa de sensibilidade

(classes) decorrente do cruzamento entre os mapas temáticos, de modo a trazer elementos adicionais na análise quanto ao licenciamento das áreas de mineração, indicando, inclusive, diretrizes adicionais ao licenciamento.

Percebe-se que as áreas de atenção estão dispersas por todo o trecho de análise, sem grandes concentrações. Observa-se um pouco mais de proximidade no segmento entre Arroio Capivari e o Rio Taquari, que corresponde a uma grande extensão contígua com processos minerários.







LEGENDA

- Sede municipal
- Rios principais
- Rodovia
- Limite municipal
- Rio Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Alta Erosão
- Foz de Rio

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 4.1 – Áreas de Atenção para mineração

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Áreas de atenção: Profill (2020)

4.4 ÁREAS IMPRÓPRIAS PARA A MINERAÇÃO

A partir da análise integrada de relatórios técnicos e mapas intermediários, com enfoque nas aptidões e restrições ambientais dentre as zonas identificadas através das rotinas e ferramentas utilizadas na elaboração deste Zoneamento, destacam-se aquelas onde, pelo conjunto de fatores e condições ambientais sensíveis foram consideradas impróprias à mineração. Estas áreas representam porções do leito fluvial e da planície de inundação com restrições ambientais importantes, que apresentam riscos ambientais inerentes e potenciais conflitos que inviabilizam a execução de extração de areia, r esultando em elevado potencial de impacto.

Os critérios utilizados no estabelecimento das áreas impróprias foram gerados através da interpretação da legislação vigente, que aborda os temas correlatos à extração de areia em recurso hídrico e através de critérios técnicos. Esses critérios técnicos foram identificados a partir da integração do diagnóstico ambiental consolidado, com enfoque nas aptidões e restrições ambientais de cada subtrecho que compõem este estudo, elencando pontos, trechos ou atividades, que são ou podem ser impactadas de forma irreversível pela atividade de extração de areia. As áreas impróprias identificadas neste processo dizem respeito a:

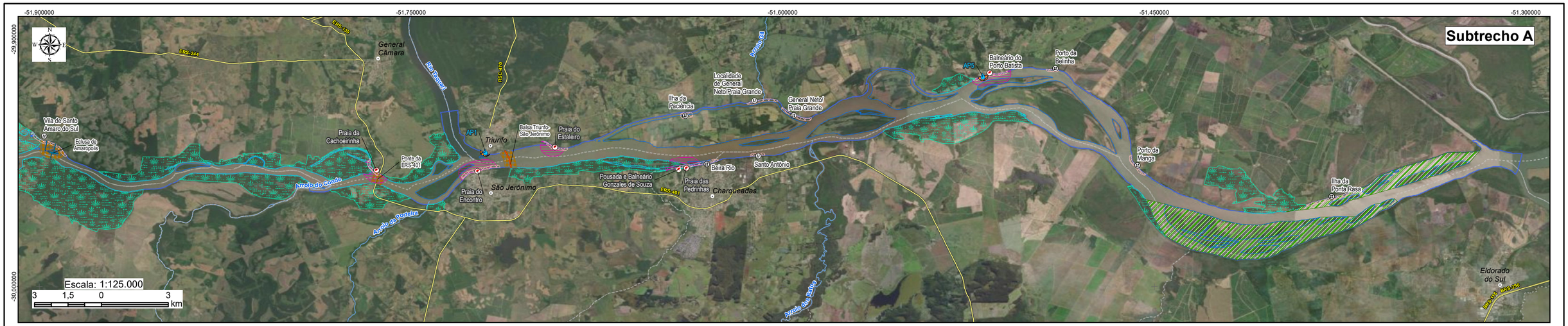
- Interferência da mineração com pontos de captação de água para abastecimento humano;
- Interferência da mineração com pontes, estruturas e balsas;
- Interferência da mineração com áreas de lazer, balneários e praias;
- Interferência da mineração com áreas de comunidades;
- Interferência da mineração com unidades de conservação;
- Interferência da mineração em ambientes marginais.

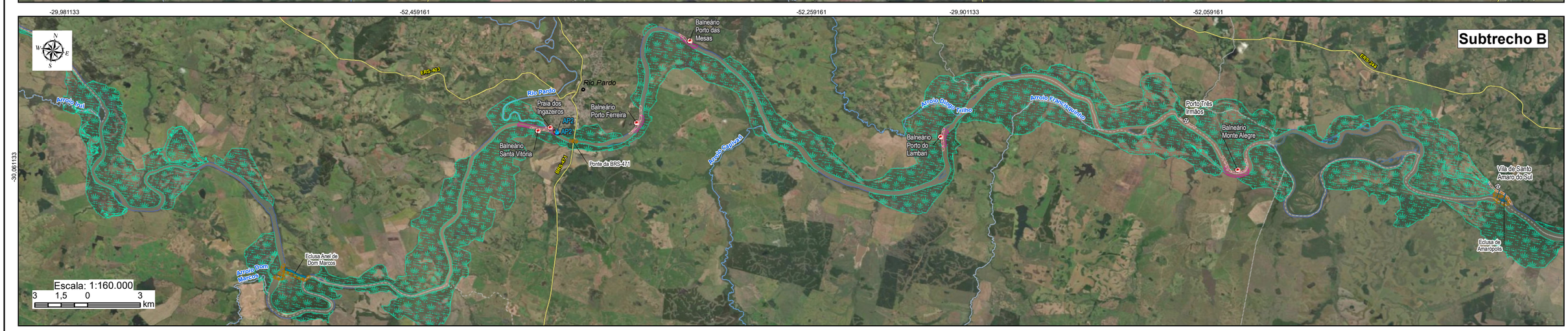
Ao passo que foram elencadas as áreas impróprias, tornou-se necessário o estabelecimento dos parâmetros a serem utilizados para delimitar cada uma dessas áreas (Quadro 4.2). As áreas impróprias geradas pela interferência da mineração sobre pontos de captação, pontes e estruturas foram delimitadas utilizando os parâmetros estabelecidos na NRM-03 - Lavras Especiais da Portaria DNPM nº 237 de 18/10/2001. Ao longo do trecho de estudo foi possível identificar somente uma unidade de proteção integral, cuja área foi delimitada como imprópria.

Ainda, as áreas impróprias materializadas pela interferência da mineração de areia sobre áreas de lazer, balneários, comunidades e ambientes marginais foram geradas com base em critérios técnicos, determinados a partir da minimização de impactos como segurança dos usuários, geração de ruído, impacto visual, diminuição das barras de areia utilizadas para recreação e preservação de áreas para pesca. No caso das áreas impróprias associadas aos ambientes marginais o critério utilizado foi a preservação de habitats presentes na planície de inundação, que apresentam elevada riqueza de espécies bentônicas, especialmente de organismos escavadores, e peixes, cumprindo função de berçários, refúgios e fontes de alimentação. Estes ambientes apresentam maior conectividade com o rio em época de cheia (Quadro 4.2 e Mapa 4.2).

Quadro 4.2 – Descrição dos tipos de áreas impróprias identificadas ao longo do estudo.

ID	Tipo de Área	Critério Técnico	Critério Legal	Parâmetro	Diretriz Ambiental Associada
1	Pontos de Captação para abastecimento público	Proteção da estrutura da captação e da qualidade da água considerando a geração de pluma de contaminação na atividade de dragagem ou por vazamentos de combustíveis.	NRM-03 - Lavras Especiais – Portaria ANM 237 de 18/10/2001.	Buffer de 200 m.	Elaboração de estudos de qualidade da água e dispersão da pluma de contaminação.
2	Pontes, Estruturas e Balsas	Proteção dos pilares que sustentam a superestrutura das pontes. Por analogia, neste estudo utilizou-se esta Norma para proteção das demais estruturas existentes na área de estudo.	NRM-03 - Lavras Especiais – Portaria ANM 237 de 18/10/2001.	Buffer de 200 m no entorno das pontes e demais estruturas de engenharia (eclusas).	Proibição de extração mineral nessas áreas.
3	Áreas de Lazer, Balneários e Praias	Impacto visual, geração de ruídos, segurança dos usuários, manutenção qualidade da água. Ainda, como medida para proteção da barra em pontal utilizada para estes fins, assim como manutenção da beleza cênica dos locais identificados.	Lei Estadual N.º 13.660, de 12/01/2011.	Buffer de 450 m a partir da linha de praia utilizada como Praia/Balneário.	Consultar o município sobre a localização e abrangência das áreas mapeadas em escala regional por este estudo como balneários/praias/lazer durante o processo de licenciamento.
4	Áreas de Comunidades	Impacto visual, geração de ruídos, proteção da pesca de subsistência e manutenção qualidade da água.	Lei Estadual Nº 15434 de 09/01/2020.	Faixa de 100 m a o longo das ocupações humanas nas margens do rio.	Consulta à municipalidade quanto à extensão da área de ocupação urbana e área de proteção necessária, resguardando a distância de proteção das margens de 50 metros.
5	Unidades de Conservação	Unidade de Conservação é o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Estado, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.	Lei Federal N° 9.985, de 18/072000 e Lei Estadual nº 12.371/2005, de 11/11/2015.	Limites das unidades de conservação.	Consulta ao gestor das áreas de conservação com interferência nas áreas de interesse minerário.
6	Ambientes Marginais	Os habitats presentes na planície de inundação, apresentam elevada riqueza de espécies bentônicas, especialmente de organismos escavadores, e peixes, cumprindo função de berçários, refúgios e fontes de alimentação. Estes ambientes apresentam maior conectividade com o rio em época de cheia.	Lei Federal Nº 12.651, de 25/05/2012.	Lagoas marginais terão seus contornos somados às suas APPs e à APP do rio.	Proibição de extração mineral nessas áreas.





LEGENDA

- Sede municipal
- Rios principais
- Rodovia
- Limite municipal
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Balsa
- Eclusa
- Ponte
- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 4.2 - Mapa das áreas impróprias para mineração

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Áreas impróprias: PROFILL (2021)

Os polígonos gerados a partir da aplicação de critérios e parâmetros associados à delimitação de áreas impróprias perfazem uma área de 107,60 km^2. Cabe salientar, que este quantitativo se refere às áreas que se localizam na calha do rio e, também, à porção da área de estudo emersa (Quadro 4.3).

Quadro 4.3 – Quantitativos de áreas impróprias delimitadas.

Área	Áreas Impróprias (km²)	Total de Interferência na calha do rio (km²)
Pontos de Captação	0,26	0,26
Pontes, Estruturas e balsas	1,82	1,82
Lazer, Balneários e Praias	4,42	4,42
Comunidades	2,64	2,64
Unidades de Conservação de Proteção integral	15,01	15,01
Ambientes Marginais	83,44	0,00
Total de Áreas Impróprias	**107,60**	**24,15**
Total da Área de Estudo	**148,31**	**148,31**

As áreas impróprias de maior relevância são os ambientes marginais e a área do Parque do Delta do Jacuí, representando 78% e 15% das áreas mapeadas como impróprias, respectivamente. Ainda, cabe referência às áreas impróprias geradas pela proteção de áreas de lazer, balneários e praias, que representam 4 % do montante total das áreas impróprias (Figura 4.5).

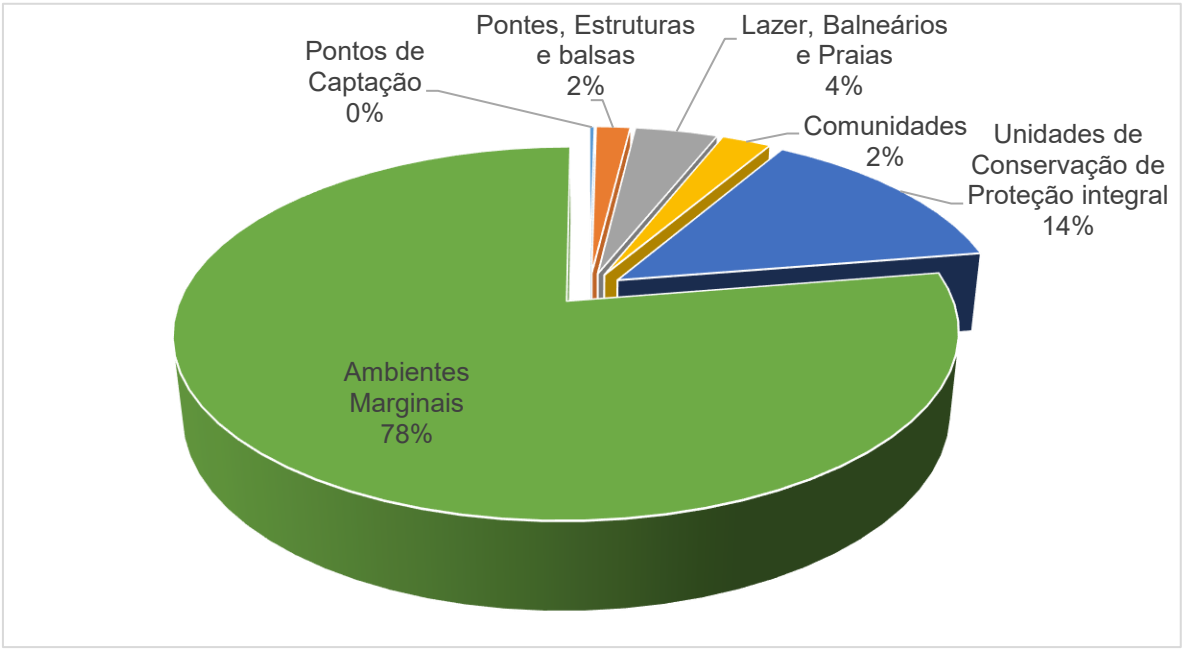


Figura 4.5 – Comparativo entre os tipos de áreas impróprias.

Quando a análise se restringe à área da calha do rio, ainda se tem a área imprópria referente às unidades de conservação como a de maior abrangência, seguindo pelas áreas de lazer, balneários e praias e, por fim, áreas impróprias associadas às comunidades, compreendendo uma área total de 24,15 km^2, representando cerca 16 % da área total da calha do rio abrangida pela área de estudo Quadro 4.4.

Quadro 4.4 – Comparativo das áreas mapeadas como impróprias na calha do Rio Jacuí.

Área	Áreas Impróprias na calha (km^2)	Porcentagem da área da calha (%)
Pontos de Captação	0,26	0,18
Pontes, Estruturas e balsas	1,82	1,23
Lazer, Balneários e Praias	4,42	2,98
Comunidades com pescadores e residentes	2,64	1,78
Unidades de Conservação de Proteção integral	15,01	10,12
Total	**24,15**	**16,29**

As áreas impróprias representam uma classe de zoneamento que restringe por completo a atividade de extração de areia, diferentemente das demais zonas propostas por este Zoneamento que indicam aptidões e graus de restrição para a execução da atividade minerária. O estabelecimento das áreas, foi baseado em levantamentos de dados e diagnósticos, realizados ao longo de todo o trabalho, que permitiram a identificação de temas mais críticos em cada um dos meios e compartimentos analisados. A seguir são caracterizados os impactos potenciais que se objetiva evitar e minimizar através da definição de áreas impróprias à mineração de areia, assim como elencar os critérios e parâmetros utilizados para delimitação das superfícies poligonais.

4.4.1 Pontos de Captação de Água para Abastecimento Público

As áreas impróprias à mineração de areia, referentes aos pontos de captação de água bruta do Rio Jacuí, foram contempladas em função dos efeitos que a atividade minerária pode acarretar, trazendo prejuízos aos usuários do sistema de captação e às atividades econômicas desenvolvidas nas cidades abastecidas. Tais impactos potenciais podem estar associados aos seguintes aspectos:

- Manutenção da qualidade da água no entorno do ponto de captação, principalmente no que se refere a turbidez e sólidos suspensos totais;
- Acidentes com derramamento de combustíveis a montante do ponto de captação;
- Proteção das estruturas de bombeamento e canais de aproximação.

Para o estabelecimento da área imprópria à mineração de areia referente à captação de água para consumo humano utilizou-se como referência o critério da segurança das estruturas de engenharia, que está determinada na NRM – 03 da Portaria DNPM nº 237 de 18/10/2001, que aprova as Normas Reguladoras de Mineração - NRM, de que trata o art. 97 do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967.

A utilização do parâmetro estabelecido na Norma se justifica, pois, a captação de água no Rio Jacuí ocorre com a utilização de estruturas de bombeamento, estruturas de engenharia composta por canais de aproximação e tubulações.

Como parâmetro para estabelecimento do *buffer* da área imprópria foi identificado o ponto de captação através dos dados disponibilizados pelo SIOUT - Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul. Os pontos de captação humana identificados no SIOUT foram os seguintes:

- Ponto de Captação Porto Batista
- Ponto de Captação Triunfo
- Ponto de Captação Rio Pardo
- Ponto de Captação Cachoeira do Sul

A área imprópria gerada a partir dos pontos selecionados tem forma semicircular, abrangendo 200 metros para montante e jusante, assim como para o interior no canal (Figura 4.6).

Figura 4.6 – Croqui do estabelecimento da área imprópria em ponto de captação.

Como diretriz ao licenciamento ambiental indica-se a necessidade de intensificar as solicitações referentes a estudos de dispersão de pluma de contaminação gerada pela extração de areia, assim como execução e amostragens de área logo a jusante do ponto de captação.

4.4.2 Pontes, Estruturas e Balsas

Como critério legal que orienta a delimitação das áreas impróprias associadas a existência de pontes, estruturas de engenharia e travessia de balsas está a NRM – 03 da Portaria DNPM nº 237 de 18/10/2001, que a*prova as Normas Reguladoras de Mineração - NRM, de que trata o art. 97 do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967.*

A Portaria disciplina o aproveitamento racional das jazidas, considerando-se as condições técnicas e tecnológicas de operação, de segurança e de proteção ao meio ambiente, já a NRM- 03 trata das lavras especiais tipo dragas flutuantes, que entre outras regulamentações estabelece o afastamento mínimo de 200 m (duzentos metros) para a operação de dragas junto aos pilares de sustentação de pontes.

Considerando as condições técnicas e tecnológicas de segurança na operação de dragas flutuantes, foi estendido o mesmo critério de delimitação de áreas impróprias para proteger outros tipos de estruturas de engenharia e transporte por balsas, que existem ao longo da calha do Rio Jacuí na área de estudo. Tais pontos foram identificados a partir da localização em imagens de satélite e ao longo das atividades de campo realizadas no âmbito do diagnóstico ambiental. Tal identificação gerou topônimos que foram utilizados para o estabelecimento das áreas impróprias.

- Ponte RS – 401;
- Ponte BR – 471;
- Eclusa Amarópolis;
- Eclusa de Dom Marco; e
- Balsa Triunfo-São Jerônimo.

O parâmetro utilizado para o estabelecimento da abrangência da área imprópria para pontes utilizou a borda da superestrutura das pontes, criando a partir desta linha um buffer de 200 metros para montante e jusante, abrangendo a totalidade do trecho (Figura 4.7).

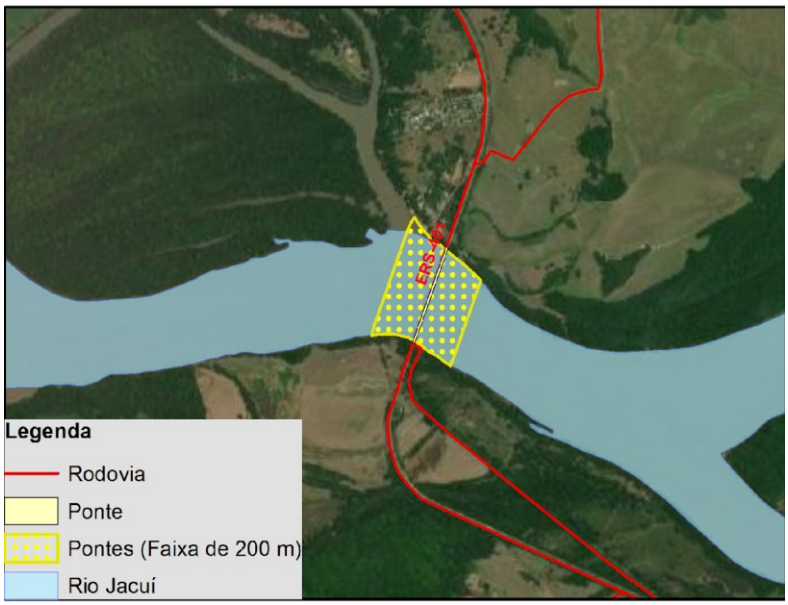


Figura 4.7 – Croqui do estabelecimento da área imprópria na ponte da ERS-401.

Para as demais estruturas de engenharia presentes na área de estudo foi adaptado o princípio existente na NRM-03, delimitando o *buffer* a partir da totalidade das estruturas que compõem a intervenção no rio e não somente das estruturas que transpassam o leito do rio. Para o caso da Eclusa de Amarópolis, a área imprópria também levou em conta a Marina de Santo Amaro (Figura 4.8).

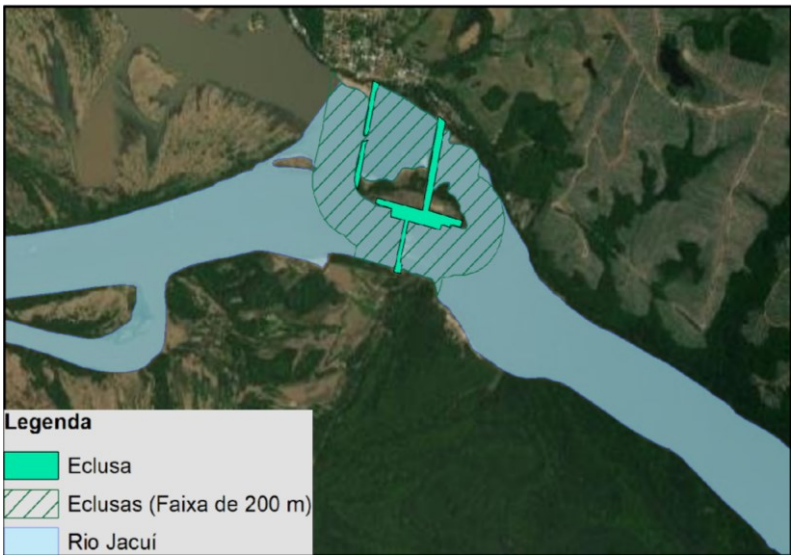


Figura 4.8 – Croqui do estabelecimento da área imprópria junto a Eclusa de Amarópolis e Marina de Santo Amaro.

Como o sistema de travessias transversais de passageiros e de veículos por sistema de balsas não conta com legislação própria para delimitação de área de segurança, utilizou-

se o princípio existente na NRM-03. Nas hidrovias transversais existentes ao longo do trecho de estudo, foi delimitado um buffer de 200 metros a partir da linha principal de movimentação das balsas como área imprópria para operação de dragas de extração de areia. (Figura 4.9).

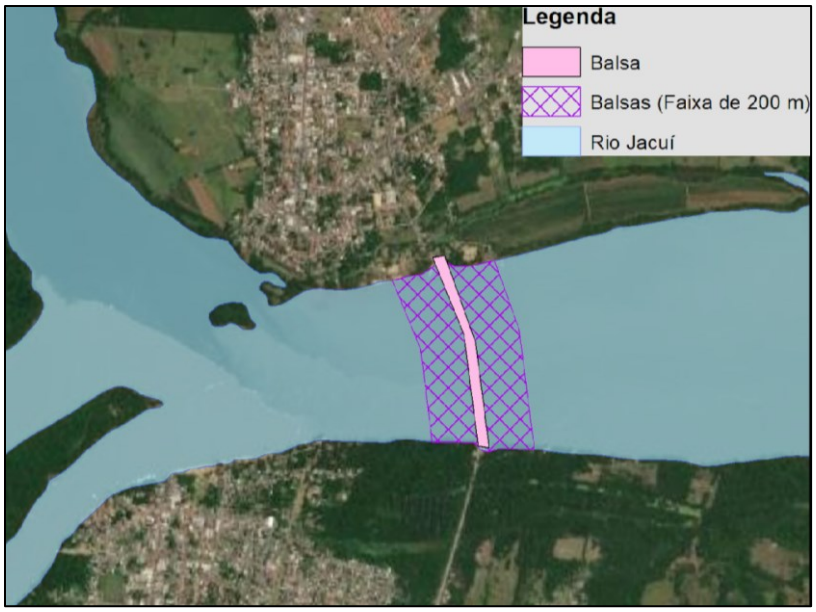


Figura 4.9 – Croqui do estabelecimento da área imprópria junto a linha de movimentação das Balsas entre as cidades de Triunfo-São Jerônimo.

4.4.3 Áreas de Lazer, Balneários e Praias

Estas áreas foram contempladas em função dos efeitos que a atividade minerária pode acarretar, trazendo transtornos aos moradores, turistas e às atividades de lazer, recreação, esportes, pesca e demais atividades econômicas desenvolvidas nesses locais, considerando aspectos como:

- Geração de ruídos e vibrações;
- Perda da qualidade da água;
- Acidentes com derramamento de combustíveis;
- Risco de acidentes para banhistas e pequenas embarcações, devido à operação de dragas e formação de depressões no leito do rio;
- Impacto visual.

Como critério legal que orienta a delimitação das áreas impróprias associadas aos balneários está a Lei n.º 13.660, de 12 de janeiro de 2011, que altera a Lei nº 8.676, de 14 de julho de 1988, que determina a obrigatoriedade de demarcação das áreas de pesca, lazer ou recreação, nos municípios com orla marítima, lacustre ou fluvial. A Lei apresenta, no seu Art. 1º, que "*os municípios que em seu território tiverem praias banhadas por lagoas ou rios*

deverão demarcar, nas áreas centrais de todos os seus balneários, no prazo de 60 (sessenta) dias, numa extensão de 450m (quatrocentos e cinquenta metros), os locais destinados aos desportos de diferentes modalidades, à recreação e ao lazer em geral".

Para delimitação das áreas de balneários contempladas no presente item, as informações foram extraídas de dados de órgãos oficiais, tais como as Prefeituras Municipais e Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Turismo. Tais pontos foram identificados a partir da localização em imagens de satélite, gerando topônimos, observados ainda nas atividades de campo realizadas no âmbito do diagnóstico ambiental. Os pontos identificados como balneários e praias são listados abaixo.

Quadro 4.5 – Pontos utilizados para definição das áreas impróprias referente aos balneários e praias.

Nome	Definição	Longitude	Latitude
Balneário Caixa D'água	Balneários e áreas de lazer	-52,9728	-30,0102
Balneário do Porto Batista	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,5165	-29,9136
Balneário do Seringa	Balneários e áreas de lazer	-52,9024	-30,0796
Balneário Monte Alegre	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,0308	-29,9542
Balneário Porto das Mesas	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3185	-29,9377
Balneário Porto do Lambari	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,1836	-29,9639
Balneário Porto Ferreira	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3381	-29,9838
Balneário Santa Vitória	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,387	-29,9967
Pousada e Balneário Gonzales de Souza	Balneários e áreas de lazer	-51,642	-29,9527
Praia da Cachoeirinha	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,764	-29,9529
Praia das Pedrinhas	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,6389	-29,9521
Praia do Encontro	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,7232	-29,9533
Praia do Estaleiro	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,692	-29,9436
Praia dos Ingazeiros	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3812	-29,9939
Praia Nova	Balneários e áreas de lazer	-52,8822	-30,0561
Praia Velha	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,8841	-30,0539

A determinação do buffer de 450 m ocorreu com base nos pontos levantados a campo e a partir da delimitação da linha de praia por meio de imagem de satélite (Figura 4.10).

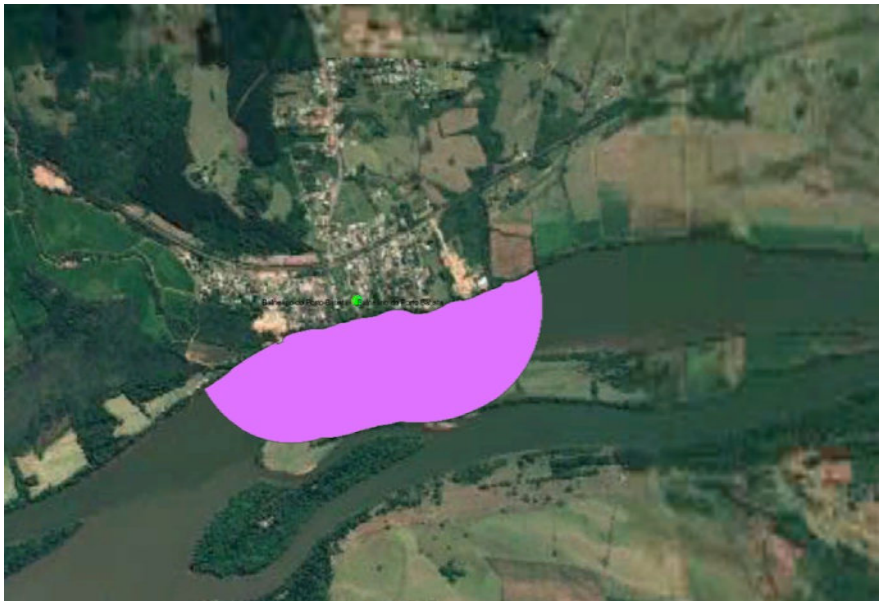


Figura 4.10 – Área imprópria gerada pela presença dos Balneário Porto Batista.

Como diretriz ao licenciamento ambiental indica-se a necessidade de consultar o município em relação à localização e abrangência das áreas mapeadas por este estudo como lazer/balneários/praias, objetivando avaliar potenciais impactos de empreendimentos em relação a esses locais.

4.4.4 Comunidades com pescadores residentes

Assim como os balneários, as áreas de comunidades com pescadores residentes ao longo do rio, que tem relação direta com o mesmo, foram contempladas em função dos efeitos que a atividade minerária pode acarretar, trazendo conflitos com moradores e atividades econômicas desenvolvidas nesses locais, considerando aspectos como:

- Geração de ruídos e vibrações;
- Segurança dos usuários;
- Proteção da atividade pesqueira;
- Manutenção da qualidade da água;
- Acidentes com derramamento de combustíveis;
- Impacto visual.

A delimitação da área imprópria para proteção das comunidades associadas ao Rio Jacuí considerou uma distância de 100 m a partir da margem, visando assegurar a manutenção de suas atividades e interação com o rio do ponto de vista social e econômico, considerando as territorialidades estabelecidas nas proximidades das localidades onde residem.

As informações referentes às áreas de comunidades associadas ao Rio Jacuí foram extraídas de dados de órgãos oficiais, tais como as Prefeituras Municipais e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Os pontos foram identificados a partir da localização em imagens de satélite, gerando topônimos, observados ainda nas atividades de campo realizadas no âmbito do diagnóstico ambiental. Os pontos identificados como lazer, balneários, praias e comunidades são listados abaixo.

Quadro 4.6 – Pontos utilizados para definição das áreas impróprias referente às comunidades.

Nome	Definição	Longitude	Latitude
Praia Velha	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,8841	-30,0539
Balneário Santa Vitória	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,387	-29,9967
Praia dos Ingazeiros	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3812	-29,9939
Balneário Porto Ferreira	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3381	-29,9838
Balneário Porto das Mesas	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3185	-29,9377
Balneário Porto do Lambari	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,1836	-29,9639
Balneário Monte Alegre	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,0308	-29,9542
Vila de Santo Amaro do Sul	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,8981	-29,9391
Praia da Cachoeirinha	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,764	-29,9529
Praia do Encontro	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,7232	-29,9533
Praia do Estaleiro	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,692	-29,9436
Praia das Pedrinhas	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,6389	-29,9521
Balneário do Porto Batista	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,5165	-29,9136
Passo do Lourenço	Comunidade com pescadores residentes	-53,0099	-30,0117
Bairro Marques Ribeiro	Comunidade com pescadores residentes	-52,8918	-30,0544
Cristo Rei	Comunidade com pescadores residentes	-52,8777	-30,0531
Capão Grande	Comunidade com pescadores residentes	-52,8087	-30,052
Porto Três Irmãos	Comunidade com pescadores residentes	-52,061	-29,9338
Ilha da Paciência	Comunidade com pescadores residentes	-51,6393	-29,931
Beira Rio	Comunidade com pescadores residentes	-51,6306	-29,9504
Localidade de General Neto/Praia Grande	Comunidade com pescadores residentes	-51,6114	-29,9248
Santo Antônio	Comunidade com pescadores residentes	-51,6098	-29,9472

Nome	Definição	Longitude	Latitude
General Neto/ Praia Grande	Comunidade com pescadores residentes	-51,5955	-29,9308
Porto da Belinha	Comunidade com pescadores residentes	-51,4899	-29,9118
Porto da Manga	Comunidade com pescadores residentes	-51,4568	-29,951
Ilha da Ponta Rasa	Comunidade com pescadores residentes	-51,3784	-29,9635

Para delimitação das áreas impróprias geradas pela presença de comunidades foi observada linha de margem com presença de residências unifamiliares e arruamentos, determinando a partir desta linha um *buffer* de 100 metros em direção ao leito do rio conforme abaixo.

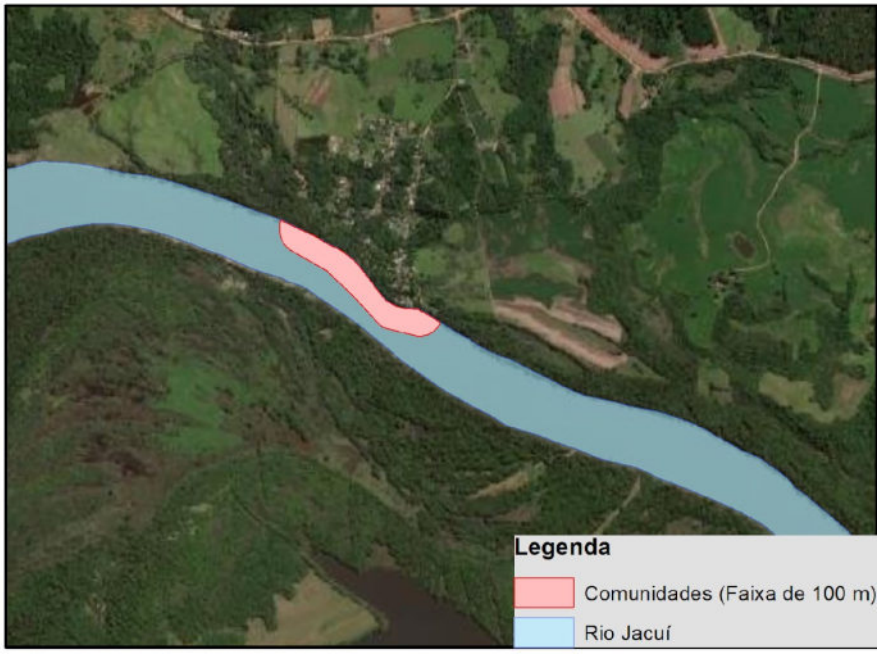


Figura 4.11 – Exemplo de delimitação de área imprópria à mineração de areia gerada pela presença de comunidade.

Como diretriz ao licenciamento ambiental, quando as poligonais de interesse minerários se localizarem próximo a malhas urbanas consolidadas às margens do Rio Jacuí, se indica a consulta à municipalidade quanto a delimitação da área ocupada e a extensão das áreas impróprias à mineração, por meio de certidão de viabilidade da Prefeitura Municipal relativa ao atendimento às diretrizes municipais de desenvolvimento e plano diretor (uso do solo) e sobre a localização do empreendimento quanto a áreas urbanas e a presença de áreas de recreação e lazer nas margens, dentro do segmento a ser licenciado.

Indica-se ainda a necessidade de estudos mais detalhados sobre os locais de pesca caso o licenciamento ocorra próximo a comunidade com pescadores. A análise da atividade pesqueira deve incluir a aplicação de entrevistas junto a representantes e profissionais atuantes e/ou residentes no segmento a ser minerado e ao longo de uma distância mínima a

partir dos limites da área de lavra de 1 km a montante e 5 km a jusante, visando traçar o perfil da atividade no trecho sob influência do empreendimento

4.4.5 Unidades de Conservação

Como critério legal que orienta a delimitação das áreas impróprias associadas à existência de unidades de conservação foram consideradas as Lei Federal N° 9.985, de 18 de julho de 2000 e Lei Estadual nº 12.371/2005, *que regulamenta e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e que institui o Parque Estadual Delta do Jacuí.*

Nos levantamentos executados ao longo deste estudo foi possível identificar seis unidades de conservação na área de estudo. Dessas áreas somente a área do PE Delta do Jacuí foi incorporada às áreas impróprias (Figura 4.11):

- APA da Ilha Dona Antônia.
- RPPN Sítio Porto da Capela.
- APA Gerdau.
- APA Delta do Jacuí.
- APA Lagoa de Amarópolis.
- PE Delta do Jacuí.

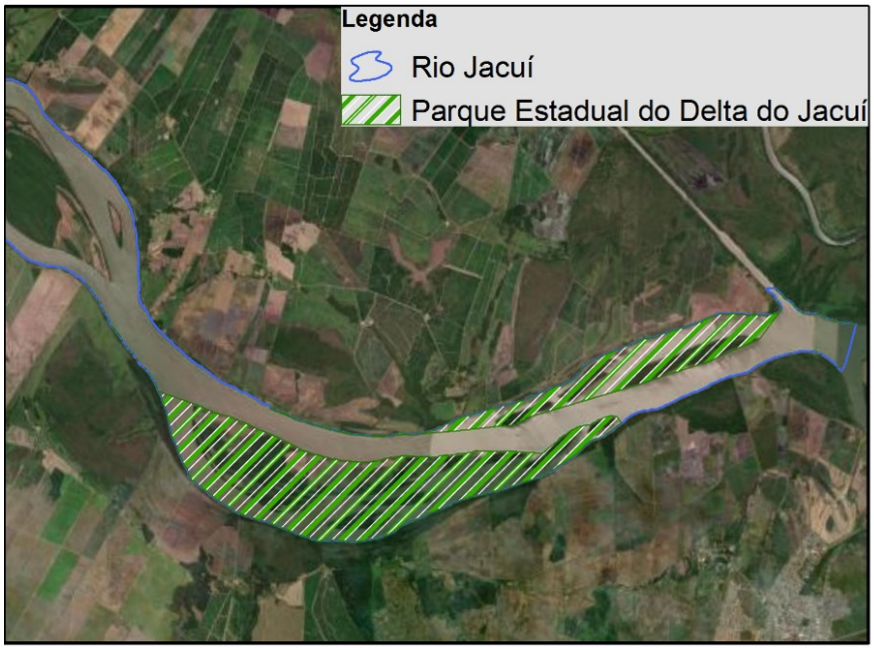


Figura 4.12 – Área do Parque Estadual Delta do Jacuí.

Como diretriz ao licenciamento ambiental indica-se a necessidade de consulta aos responsáveis pelas Unidades de Conservação, quando a mineração se localizar na zona de amortecimento das mesmas.

4.4.6 Ambientes Marginais

Os ambientes marginais, presentes na planície de inundação, representam habitats com maior tempo de residência (piscina isolada ou lagoa, *backwater, forewater* e embaiamento), o qual varia em função do nível de conectividade ao canal principal.

O pulso de cheia do rio e a distância entre estes habitats e o canal principal são os fatores que determinam o nível de conectividade. Estes habitats apresentam elevada riqueza espécies de peixes e de macroinvertebrados bentônicos, especialmente de organismos escavadores, representados por bivalves, insetos aquáticos, entre outros organismos, uma vez que apresentam maior estabilidade e produtividade, quando comparados ao canal principal.

Além disso, representam áreas de refúgio, alimentação e berçário para formas jovens de peixes migradores e espécies de menor porte. Em cenário de alta conectividade, em época de cheia, ocorrem trocas entre os habitats citados e o rio, facilitando a dispersão de espécies e o aporte de nutrientes.

A delimitação destes ambientes constituiu na soma da área do corpo hídrico e de sua APP, conforme as leis federais 12.651/2012 e 12.727/2012.

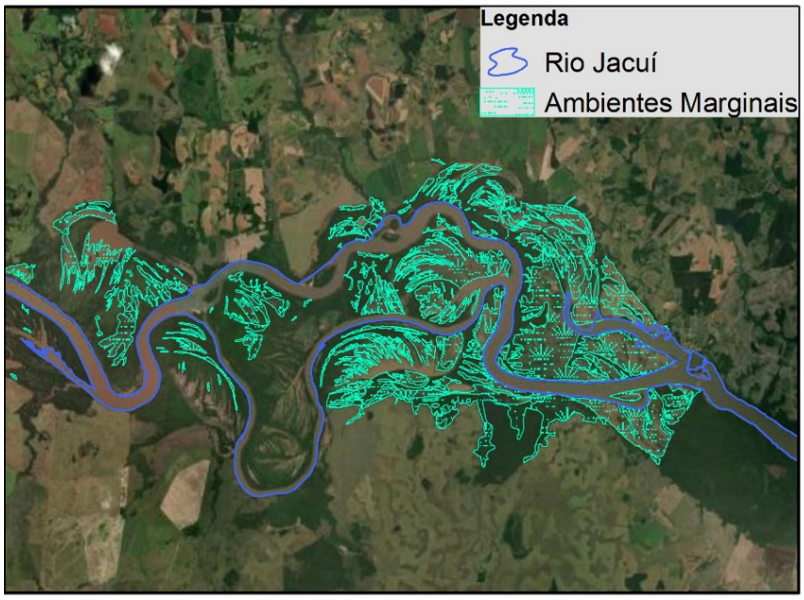


Figura 4.13 – Exemplo de delimitação de área imprópria gerada pelos ambientes marginais.

Cabe ressaltar que o Brasil é signatário da Convenção da Diversidade Biológica (2010), aprovada em Decreto Legislativo nº 2, de 1994, se comprometendo em: promover a proteção de ecossistemas, hábitats naturais e manutenção de populações viáveis de espécies em seu meio natural; assim como recuperar e restaurar ecossistemas degradados e promover a recuperação de espécies ameaçadas, mediante, entre outros meios, a elaboração e implementação de planos e outras estratégias de gestão. Também é signatário da Convenção Ramsar, comprometendo-se a proteger várzeas, também denominadas de planícies de inundação, que são áreas marginais a cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas, e proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional, como preconiza a Lei nº 12.727, de 2012.

5 ZONEAMENTO AMBIENTAL DA MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

A Lei 6.938/81, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente, em seu art. 9° prevê alguns instrumentos para sua efetivação, dentre os quais está o Zoneamento Ambiental, sendo também um dos instrumentos enunciados na Política Estadual de Meio Ambiente (Lei Estadual n° 15.434, de 9 de janeiro de 2020). Trata-se de um instrumento que visa conciliar atividades de exploração de recursos naturais com a proteção ambiental, uma vez que, por meio da regulamentação do uso de bens ambientais, torna-se possível definir onde e de que forma uma dada atividade pode e deve se desenvolver, além de determinar restrições e limitações em função da necessária proteção ambiental.

Como ferramenta de planejamento ambiental, o zoneamento tem como objetivo compatibilizar o uso dos recursos naturais, nesse caso, extração de areia, com demandas e características ambientais da região bem como com especificidades vinculadas aos impactos da atividade, respeitando a aplicação dos preceitos legais, incluindo nesse último conjunto, planos de programas existentes relacionados ao tema. A meta final de um zoneamento é a compatibilização do uso racional dos recursos ambientais com a proteção dos ecossistemas.

O Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí objetiva estabelecer diretrizes para o licenciamento ambiental a partir da avaliação de características que definem a sensibilidade ambiental das áreas avaliadas.

A delimitação de zonas teve como base duas vertentes de acesso a informações: i) a consulta a dados secundários, ou seja processos de licenciamento ambiental existentes e publicações científicas contendo estudos realizados na região, vinculados ao tema da mineração de areia ou ainda, aos aspectos avaliados na concepção do diagnóstico ambiental; e ii) estudos ambientais específicos, realizados em campo, visando conhecer as características de aspectos socioeconômicos e componentes do ecossistema em que está inserido o trecho do Rio Jacuí e que são potencialmente afetados pela mineração de areia.

Neste documento, o Capítulo “3 – Diagnóstico Consolidado” apresenta a seleção de temas estudados (descritores), o detalhamento das metodologias, análises de dados e resultados obtidos.

O trabalho foi concebido e desenvolvido com direcionamento para a obtenção de dados que pudessem ser incorporados em bases cartográficas que, por sua vez, permitissem aplicação de técnicas de geoprocessamento tanto para sua análise e apresentação por tema,

quanto para a integração do conjunto de descritores através de análise multicritério. Para tanto, aplicou-se o método da matriz de Saaty em uma oficina conjunta entre equipe técnica da consultora e equipe da Fepam.

Desse esforço conjunto foram obtidos os pesos para os descritores, através dos quais foi possível elaborar o produto da análise integrada que foi denominado “Mapa Síntese dos Descritores” e que representa a base do zoneamento propriamente dito.

Os seis descritores selecionados a partir dos estudos de diagnóstico estão apresentados no quadro a seguir e possuem as seguintes características:

Quadro 5.1 – Descritores e respectivos pesos utilizados na análise integrada do diagnóstico ambiental; número de observações em campo, descrição de cada classe utilizada para mapeamento dos temas e respectiva valoração.

Descritor	Peso (%)	Nº de pontos	Características	Valoração
Morfodinâmica das margens	29,6	316	Margem com rocha	1
			Margem com solo e vegetação ciliar sem erosão	2
			Margem com solo, vegetação ciliar e princípio de erosão	3
			Margem com solo, pouca vegetação e/ou princípio de erosão	4
			Margem com erosão ou sem vegetação	5
Leito estável (Bedrock)	8,3	166	Mais de 5 m de espessura de sedimentos acima do bedrock	1
			Entre 3 e5 m de espessura	2
			Entre 1 e 3 m de espessura	3
			Espessura de sedimentos acima do bedrock menor do que 1 metro	4
Ambientes da Ictiofauna	22	358	Praias	1
			Foz de arroio	2
			Foz de rio	3
			Ambientes marginais	4
Mesohabitats bentônicos	27,7	357	Mesohabitats com elevada instabilidade (*Run*), na calha principal, com granulometria grosseira (areia, seixo ou lajeado), e riqueza reduzida. Centro do canal do trecho meandrante e anastomosado	1
			Mesohabitats com instabilidade moderada (*Run*), na calha principal, com granulometria predominantemente arenolodosa, e riqueza reduzida. Centro do canal no trecho retilíneo e entrelaçado	2
			Mesohabitats na planície de inundação, transicionais, com	3

Descritor	Peso (%)	Nº de pontos	Características	Valoração
			estabilidade moderada, com maior conectividade à calha (ex.: *backwater*, *forewater* embaiamento), com predominância de sedimentos arenosos; Foz de rio	
			Mesohabitats na planície de inundação, transicionais, com elevada estabilidade, com pouca ou nenhuma conectividade à calha (ex.: piscinas isoladas), exceto em período de cheia, com predominância de sedimentos finos; Mesohabitats marginais como áreas deposicionais (ex.: barras em pontal, margens de Ilhas e barras longitudinais, ou praias), com registros de organismos bentônicos, especialmente escavadores; Foz de arroio	4
Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre	4,1	100	Manchas isoladas ou com conexão limitada à área de estudo	1
			Manchas com conexão que extrapola a área de estudo, mas não se estende por longas distâncias	2
			Manchas com conexão que extrapola a área de estudo a longas distâncias	3
Socioeconomia	8,3	98	Pontos de captação industrial, para irrigação ou para dessedentação animal	1
			Aglomerados populacionais	2
			Pontos de captação para abastecimento público, balneários, praias e áreas urbanas	3

Além dos levantamentos de dados em campo, que incluíram os descritores dos meios físico, biótico e socioeconômico descritos no quadro anterior, foi implementado um modelo hidrossedimentométrico que permitiu verificar o potencial erosivo e variações na deposição de sedimentos a partir de condições previamente relativas ao fluxo hídrico e à intensidade da exploração de areia ao longo de toda a área de estudo.

Essa modelagem permitiu a identificação de locais de “altíssimo risco erosivo hidrodinâmico” (aqueles com aumentos na velocidade das águas acima de 0,5 m/s) e de “alta erosão” (onde ocorreu rebaixamento da conta de sedimentos maior do que 0,5 m). Tais informações compõem uma das camadas de informações deste zoneamento, denominada “áreas de atenção”.

Também foram incorporadas às áreas de atenção uma faixa de segurança de 500 m no entorno das áreas de foz dos principais rios que afluem ao Rio Jacuí e nas quais a atividade de mineração deverá ser restrita no período da piracema, para garantir a reprodução dos peixes que sobem esses afluentes como parte de seu ciclo reprodutivo.

Além do mapa síntese dos descritores e das áreas de atenção, o zoneamento é também composto por um conjunto de locais em que a atividade de mineração não será permitida, em função de restrições legais e infralegais e devido a características ambientais que os torna especialmente sensíveis do ponto de vista da conservação da vida silvestre. Essa camada de informações foi denominada “áreas impróprias”.

Esse conjunto de informações cartográficas constitui o mapa final do zoneamento que estará composto pela seguinte legenda, vinculada a níveis diferenciados de exigência quanto ao licenciamento ambiental ou mesmo sem possibilidade de exploração de areia:

- Classe 1: Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2: Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3: Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4: Sensibilidade Ambiental Alta
- Áreas de Atenção – porções do território em que deverão ser conduzidos estudos e programas de monitoramento específicos voltados para potencial de risco de erosão em função das condições hidrodinâmicas e áreas de foz dos principais afluentes do Rio Jacuí no trecho avaliado;
- Áreas Impróprias – porções do território em que não será permitida a exploração de areia.

Para cada zona, foram estabelecidas diretrizes que irão orientar os procedimentos necessários ao licenciamento da atividade extrativa, assim como definidas medidas de precaução a serem adotadas para que a mineração de areia se processe da forma a mais sustentável possível, garantindo a salvaguarda das características ambientais mais relevantes identificadas no estudo. O próximo capítulo aborda as diretrizes e medidas preventivas sugeridas para incorporação nas exigências para cada zona a serem incorporadas aos futuros processos de licenciamento ambiental.

5.1 CLASSES DE SENSIBILIDADE

O estabelecimento das diretrizes de licenciamento está associado diretamente à classificação definida no “mapa síntese” resultante dos procedimentos de análise integrada desenvolvidos, e inclui também a avaliação da distribuição das “Áreas de Atenção” e das “Áreas Impróprias”.

As quatro classes que compõem o mapa síntese e que definem, em última instância, a sensibilidade ambiental do trecho do Rio Jacuí avaliado são as seguintes:

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Neste capítulo são feitas análises da distribuição das classes de sensibilidade na área de estudo, assim como descritas suas características mais marcantes. As menções feitas aos aspectos quantitativos nos itens relativos à descrição das classes apresentados a seguir estão associadas às áreas totais das classes do mapa síntese, antes da eliminação das poligonais das ilhas e das áreas impróprias, como será oportunamente discutido.

Também são feitas considerações relativas aos três segmentos em que se divide a área de estudo (A = jusante; B = segmento intermediário e C = montante), avaliando tanto as áreas de cada segmento como suas extensões lineares, como pode ser visto no quadro a seguir.

Quadro 5.2 – Segmentos da subdivisão da área de estudo no Rio Jacuí.

Segmentos	ha	% área	km	% extensão
C (Montante)	1.957,9	13,2%	100,1	38,3%
B (Intermediário)	4.679,0	31,5%	98,7	37,7%
A (Jusante)	8.202,6	55,3%	62,8	24,0%
TOTAL	**14.839,6**	**100 %**	**261,7**	**100 %**

5.1.1 Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa

A Classe 1 – Sensibilidade Muito Baixa corresponde a 36,2% do total da área do mapa síntese e é a classe de maior área no mesmo.

Essa classe apresenta uma maior concentração no segmento A da área de estudo, com 51,3% de suas áreas nesse trecho. O segmento A, que tem início no entorno da barragem de Amarópolis, é o de maior área, somando 55,3% do total avaliado, embora seja o mais curto quando se consideram as extensões lineares, parâmetro em que o segmento A corresponde a 24% do total.

Algumas áreas de Classe 1 apresentam extensões lineares expressivas, como ocorre no trecho que vai da porção mais alta de montante até as proximidades da cidade de Cachoeira do Sul e no que está situado no entorno do Anel de Dom Marco.

O maior polígono da Classe 1 encontra-se no segmento A da área de estudo, com 1.936 ha, mas que sofre uma redução significativa (66,8%) em função da sobreposição com o Parque Estadual Delta do Jacuí.

5.1.2 Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa

A exemplo do que ocorre com a Classe 1, as áreas de sensibilidade baixa ocorrem em maior proporção no segmento A da área de estudo, com 45,7% do total da classe nesse trecho.

Em termos da proporção entre as classes, essa classe tem a segunda maior área, correspondendo a 32,8% do total. A Classe 2 é ainda a que conta com o maior número de polígonos, com 22 manchas, com as maiores extensões lineares localizadas no trecho C, com uma área contínua de 958 ha a jusante da cidade de Cachoeira do Sul.

Há ainda áreas conjuntas expressivas à altura dos municípios de Vale Verde e Minas do Leão, assim como no entorno da foz do rio Taquari.

5.1.3 Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média

A Classe 3 – Sensibilidade Média ocorre somente nos segmentos A e B, com 70,6% do total da classe no primeiro.

Suas áreas somam 24,4% do total avaliado, em sete polígonos, sendo que o maior deles totaliza 1.946 ha e é o maior polígono do mapa síntese. Iniciando-se a montante da cidade de Charqueadas, estende-se até a altura do arroio Passo Fundo, afluente da margem esquerda do Rio Jacuí. Esse polígono tem, ainda, a peculiaridade de ter duas poligonais embebidas de áreas pertencentes à classe 4, descritas a seguir.

A área mais a montante dessa que é a segunda classe de maior sensibilidade está situada em um trecho que o Rio Jacuí corre inteiramente dentro do município de Rio Pardo, a montante de Vale Verde e Minas do Leão e estende-se por cerca de 10 km, com uma área de 372 ha.

5.1.4 Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Como ocorre com a Classe 3, a Classe Sensibilidade Alta é encontrada apenas nos trechos A e B e corresponde a 6,5% da área avaliada, em seis polígonos individualizados, com 68,4% das áreas mapeadas nessa classe situadas no segmento A.

A primeira área dessa classe, de montante para jusante, está localizada a montante da barragem de Amarópolis, com 263 ha e estendendo-se por cerca de 4,2 km.

A maior área registrada nessa classe tem 311 ha e encontra-se junto à margem esquerda do Rio Jacuí, onde este faz a divisa entre Triunfo e Charqueadas. Essa poligonal, juntamente com uma situada um pouco mais a montante, nas proximidades do núcleo urbano de Charqueadas, encontra-se no interior de uma mancha de Classe 3, formando um conjunto que se destaca do ponto de vista do agrupamento de classes de maiores sensibilidade.

5.1.5 Quantificação das superfícies do Mapa do Zoneamento

As quantificações relativas às superfícies ocupadas pelas classes de sensibilidade apresentam distintas possibilidades de abordagem, a partir do encadeamento lógico adotado para a construção do mapa síntese e seus desdobramentos.

Como a elaboração do mapa síntese se deu a partir da avaliação de um envoltório que abarcava o Rio Jacuí na forma e um polígono único e sem interrupções, alguns ajustes são necessários para que os quantitativos das áreas estejam mais adequados à realidade da superfície a ser efetivamente zoneada.

As análises feitas a partir da distribuição espacial das classes do mapa síntese na área de estudo revelam que 69% da área de estudo foi classificada como sendo de sensibilidade baixa a muito baixa. As classes de maior sensibilidade se resumem a cerca de 30% do total da área, cabendo referência à classe de sensibilidade alta representa somente 6,5% do total da área (Quadro 5.3).

Quadro 5.3 – Distribuição espacial das classes do mapa síntese.

Classe	Área (ha)	%	Área Média (ha)
1 – Muito Baixa	5.371,5	36,2%	358,1
2 – Baixa	4.872,0	32,8%	221,4
3 – Média	3.626,7	24,4%	518,1
4 – Alta	969,4	6,5%	161,6
TOTAL	**14.839,6**	**100 %**	**314,8**

A primeira redução da área total avaliada se dá quando se subtrai do mapa síntese as áreas das ilhas encontradas no trecho do Rio Jacuí avaliado. Essas ilhas somam cerca de 4.400 hectares e sua superfície corresponde a 29,7% do total do mapa síntese. Por se tratar de locais em que não é permitida a atividade de mineração de areia, a supressão das ilhas para fins de quantificação visa tornar mais objetiva a avaliação do efeito das áreas impróprias sobre o total de áreas efetivamente disponíveis para a atividade minerária.

Quadro 5.4 – Distribuição espacial das classes do mapa síntese após a exclusão das ilhas.

Classe	ha	%	Área média (ha)
1 – Muito Baixa	4.080,5	39,1%	272,0
2 – Baixa	3.884,8	37,2%	176,6
3 – Média	1.786,3	17,1%	255,2
4 – Alta	681,5	6,5%	113,6
TOTAL	**10.433,1**	**100 %**	**208,7**

Uma vez gerado o mapa síntese sem a superfície das ilhas, foram também descontadas dos totais das classes de sensibilidade as poligonais das “áreas impróprias” e, com esse processo de eliminação das sobreposições, as áreas do mapa síntese passam a apresentar os quantitativos sintetizados no quadro a seguir.

Quadro 5.5 – Distribuição espacial das classes do mapa síntese com a exclusão das áreas impróprias.

Classe	ha	%	Área média (ha)
1 – Muito Baixa	2.818,1	34,5%	188,2
2 – Baixa	3.173,2	38,7%	166,8
3 – Média	1.567,2	19,1%	223,7
4 – Alta	622,7	7,6%	155,6
TOTAL	**8.181,2**	**100 %**	**181,8**

A elaboração do mapa síntese redundou na subdivisão da área de estudo em 50 polígonos em que se distribuem as quatro classes de sensibilidade identificadas. Com a eliminação das áreas impróprias, estes 50 polígonos foram reduzidos a 45, em função de sobreposições verificadas. A eliminação dessa sobreposição com as áreas impróprias resultou em uma redução de 21,6% da área do mapa síntese, já tendo sido descontadas anteriormente as áreas das ilhas.

Quando se avaliam os quantitativos dos polígonos do mapa síntese remanescentes, observa-se uma predominância da Classe 2 e 1 com as duas classes de maior sensibilidade totalizando 11 polígonos, o que corresponde a 24% do total e, em termos de área, a cerca de 15% do território do mapa final do zoneamento.

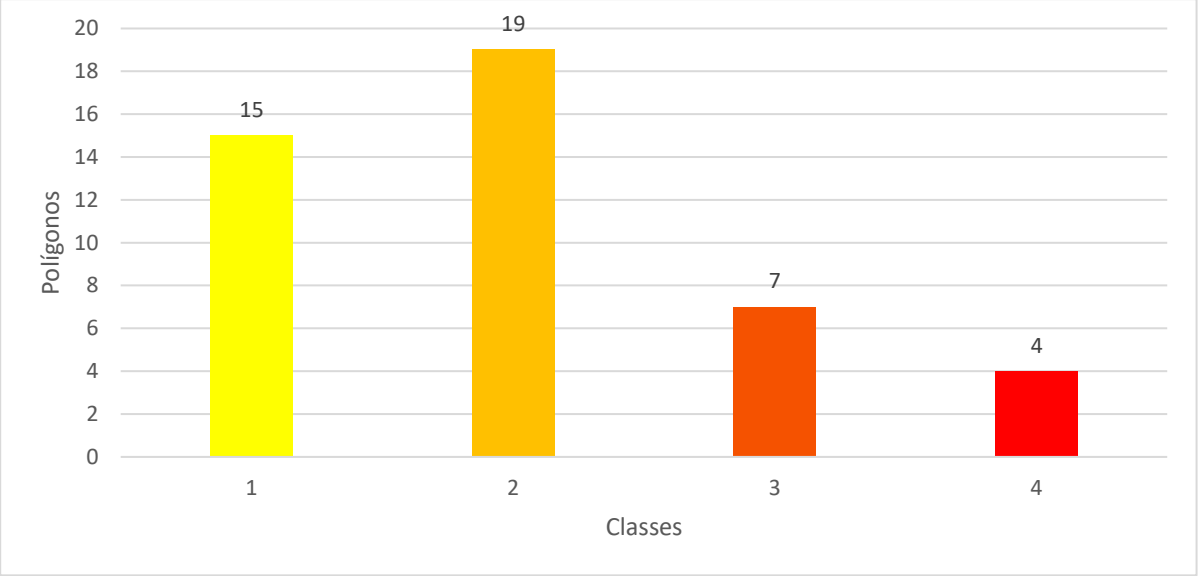


Figura 5.1 – Quantidade de polígonos por classe de sensibilidade.

A Figura 5.2 a seguir ilustra o encadeamento dos processos descritos neste capítulo e que levaram à consolidação do mapa do zoneamento.

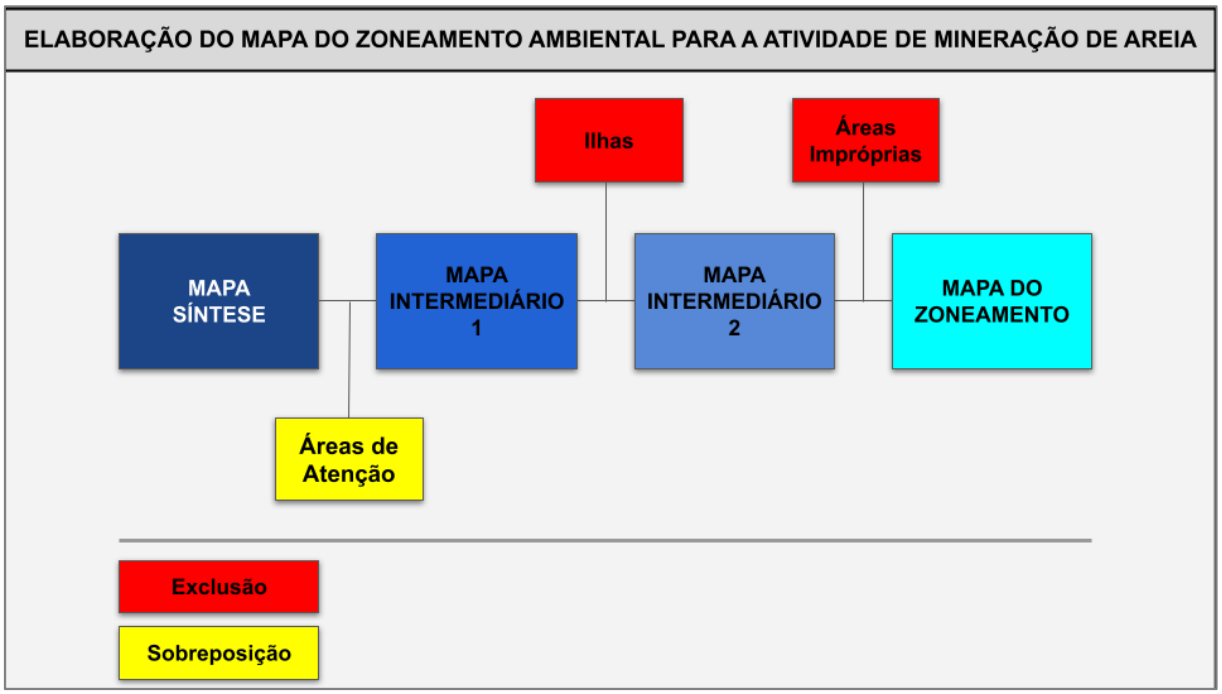


Figura 5.2 – Passo a passo da produção do mapa do zoneamento a partir do mapa síntese do diagnóstico ambiental.

O Quadro 5.6 a seguir apresenta a distribuição das classes de sensibilidade, considerando tanto as áreas originais do mapa síntese como as exclusões associadas às ilhas e às áreas impróprias, assim como a sobreposição das áreas de atenção. Esse quadro está estruturado a partir da relação do conjunto dos polígonos gerados no mapa síntese, considerando os seguintes campos:

- **Ordem** – Organiza os polígonos de montante para jusante;
- **Classe** – Classe de SENSIBILIDADE do mapa síntese;
- **Code** – Identifica cada polígono gerado no mapa síntese através de três caracteres no padrão "Xnx", em que:
    - Letra maiúscula = segmento do rio, de acordo com o Termo de Referência que orientou o zoneamento;
    - Número = classe do mapa síntese;
    - Letra minúscula = ordenação alfabética da classe no segmento, de montante para jusante.
- **Área Total (ha)** – Áreas dos polígonos originais do mapa síntese;
- **Área 2 (ha)** – Áreas dos polígonos do mapa síntese após a eliminação das ilhas;
- **Área 3 (ha)** – Áreas dos polígonos do mapa síntese (Área 2) após a eliminação das áreas impróprias;
- **Redução** – Redução percentual da "Área 2" após a supressão das áreas impróprias;
- **AA (ha)** (Áreas de Atenção) – Superfície das Áreas de Atenção sobreposta a cada uma das poligonais do mapa síntese;
- **Áreas de Atenção (AA)** – Tipologia das Áreas de Atenção identificadas nas poligonais do mapa síntese.
- **Descritores Predominantes** –Análise visual da incidência dos hot spots dos seis descritores no entorno das poligonais definidas. Essa informação apresenta um caráter complementar, haja vista o encadeamento do processo de elaboração do mapa síntese, em que os hot spots constituem dados de entrada, mas não podem ser comparados diretamente com o produto da análise integrada.

Quadro 5.6 – Caracterização das Classes de sensibilidade e áreas de atenção identificadas no Zoneamento.

Ordem	Classe	Code	Área total (ha)	Área 2 (ha)	Área 3 (ha)	Redução	AA (ha)	Áreas de Atenção (AA)	Descritores predominantes
1	1	C1a	523,85	523,36	473,1222919	9,6%	4,02	RE/FR	Leito Estável (Bedrock); socioeconomia
2	2	C2a	47,51	47,51	43,23648854	9,0%	17,71	FR	Morfodinâmica das Margens; Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre
3	1	C1b	182,44	182,44	143,3571279	21,4%	19,44	FR	Socioeconomia; Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre
4	2	C2b	125,27	125,10	116,6982531	6,7%	7,89	FR	Mesohabitats bentônicos; Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre
5	1	C1c	6,80	6,80	6,800188843	0,0%	6,73	FR	Leito Estável (Bedrock)
6	2	C2c	958,02	931,55	730,0138863	21,6%	14,34	RE	Leito Estável (Bedrock); Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos
7	1	C1d	104,58	104,27	104,2374057	0,0%	-	-	Leito Estável (Bedrock)
8	2	C2d	9,46	9,46	4,313547097	54,4%	0,65	TS	Morfodinâmica das Margens
9	1	B1a	906,58	906,07	480,4855965	47,0%	70,56	RE/TS/FR	Leito Estável (Bedrock)
10	2	B2a	23,88	23,88	23,87078883	0,0%	-	-	Leito Estável (Bedrock)
11	1	B1b	36,38	36,38	35,85387327	1,4%	-	-	Morfodinâmica das Margens
12	2	B2b	148,86	143,82	87,05574857	39,5%	28,18	FR	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
13	1	B1c	79,33	79,33	52,16576205	34,2%	-	-	Ambientes da Ictiofauna
14	2	B2c	111,44	111,44	92,15412188	17,3%	22,52	FR	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
15	1	B1d	127,20	127,20	125,8648307	1,0%	-	-	Ambientes da Ictiofauna
16	2	B2d	94,02	94,02	93,97671985	0,0%	37,72	FR	Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos
17	3	B3a	372,44	366,88	339,7391404	7,4%	93,63	RE/TS	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos; Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre
18	2	B2e	260,14	260,14	260,0093126	0,1%	51,51	TS	Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos; Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre
19	1	B1e	86,78	70,04	70,00508106	0,1%	6,06	RT/TS	Ambientes da Ictiofauna

Ordem	Classe	Code	Área total (ha)	Área 2 (ha)	Área 3 (ha)	Redução	AA (ha)	Áreas de Atenção (AA)	Descritores predominantes
20	2	B2f	268,63	268,63	182,0998216	32,2%	32,37	TS	Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos
21	3	B3b	30,69	22,39	22,37395594	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos
22	2	B2g	349,82	74,83	74,33277083	0,7%	28,93	RE/TS	Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos
23	1	B1f	564,40	98,33	98,27225634	0,1%	-	-	Mesohabitats bentônicos
24	3	B3c	540,23	129,48	121,7172623	6,0%	4,19	RE	Leito Estável (Bedrock); Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos
25	2	B2h	234,23	88,12	87,45690644	0,8%	1,47	RE	Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos
26	4	B4a	262,98	206,39	206,2675066	0,1%	7,94	TS	Leito Estável (Bedrock); Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos
27	4	B4b**	42,74	42,74	-	100,0%	-	-	Leito Estável (Bedrock); Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos
28	4	B4c**	0,52	0,52	-	100,0%	-	-	Leito Estável (Bedrock); Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos
29	3	B3d	124,13	113,17	65,05693528	42,5%	-	-	Leito Estável (Bedrock); Mesohabitats bentônicos
30	2	B2j	6,05	6,05	0,016518278	99,7%	-	-	Mesohabitats bentônicos
31	2	B2i**	7,57	7,57	-	100,0%	-	-	Mesohabitats bentônicos
32	1	A1a	272,61	254,39	235,9412442	7,3%	88,15	RE/TS	Mesohabitats bentônicos
33	2	A2a	33,40	30,02	29,99745647	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens
34	1	A1b	39,58	39,58	39,55030269	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens
35	2	A2b	241,58	220,33	215,1326937	2,4%	52,77	TS	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
36	2	A2c**	23,20	23,20	-	100,0%	-	-	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
37	3	A3a	271,65	183,76	157,6290322	14,2%	28,44	RE/FR	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
38	2	A2d	813,14	732,87	604,2417316	17,6%	153,43	FR	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
39	2	A2e**	7,76	7,76	-	100,0%	-	-	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
40	3	A3b	1.946,30	806,73	735,9402687	8,8%	66,57	FR	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia

Ordem	Classe	Code	Área total (ha)	Área 2 (ha)	Área 3 (ha)	Redução	AA (ha)	Áreas de Atenção (AA)	Descritores predominantes
41	4	A4a	124,72	67,02	55,04793675	17,9%	-	-	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
42	4	A4b	311,55	159,68	159,5667176	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
43	4	A4c	226,91	205,16	201,3762852	1,8%	-	-	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
44	3	A3c	341,28	163,85	123,7824861	24,5%	-	-	Morfodinâmica das Margens; socioeconomia
45	2	A2f	633,20	275,02	270,6556579	1,6%	-	-	Morfodinâmica das Margens
46	1	A1c	397,45	212,11	211,9528822	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens
47	2	A2g	80,92	80,68	76,38855217	5,3%	-	-	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna
48	1	A1d	1.936,64	1.333,37	638,3225247	52,1%	58,55	TS	Morfodinâmica das Margens
49	2	A2h	393,88	322,76	178,3020033	44,8%	71,14	TS	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna
50	1	A1e	106,87	106,87	106,7837355	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens

* RE = risco erosivo altíssimo; TS = transporte de sedimentos – alta erosão; FR = Foz de rio
** Poligonais do mapa síntese inteiramente eliminada pela sobreposição de áreas impróprias.

O Mapa 5.1 a seguir, apresenta os resultados cartográficos do processo de construção do Zoneamento Ambiental da Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí, a partir dos quais foram estabelecidas as diretrizes voltadas à regulação da atividade no recorte espacial avaliado neste documento.

Na sequência, o Mapa 5.2 apresenta os locais passíveis de mineração de acordo com o Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí.

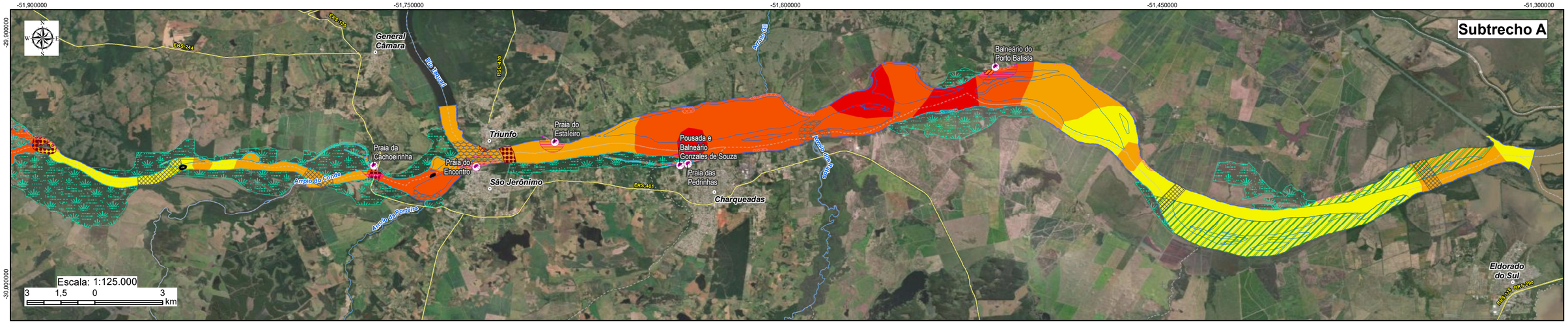
O Anexo A apresenta o mapa temático final, referente ao zoneamento ambiental, na escala 1:250.000 (mapa índice). Na sequência, são apresentados os mapas do Zoneamento, de forma contígua, na escala 1:25.000, possibilitando visualizar as informações com maior detalhamento.

-51,900000 -51,750000 -51,600000 -51,450000 -51,300000

-29,900000

-30,000000

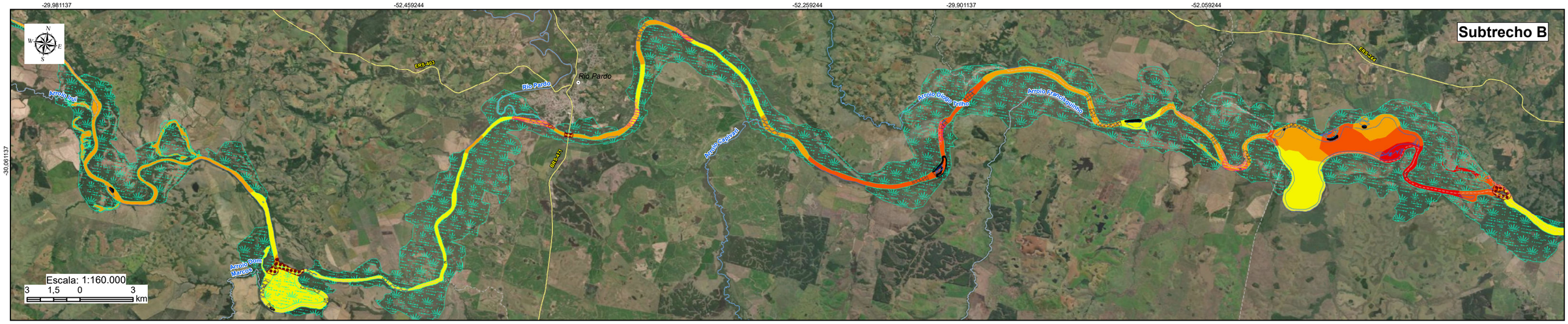
Subtrecho A



-29,981137 -52,459244 -52,259244 -29,901137 -52,059244

-30,061137

Subtrecho B

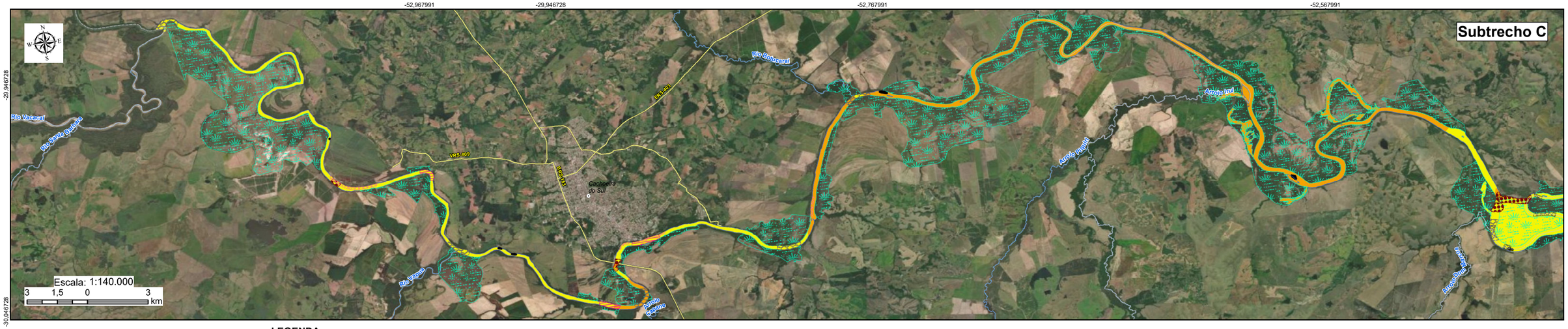


-52,967991 -29,946728 -52,767991 -52,567991

-29,946728

-30,046728

Subtrecho C



LEGENDA

- Sede municipal
- Rios principais
- Rodovia
- Limite municipal

Áreas impróprias
- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção
- Risco Erosivo Altíssimo
- Alta Erosão
- Foz de Rio

Mapa Síntese
- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

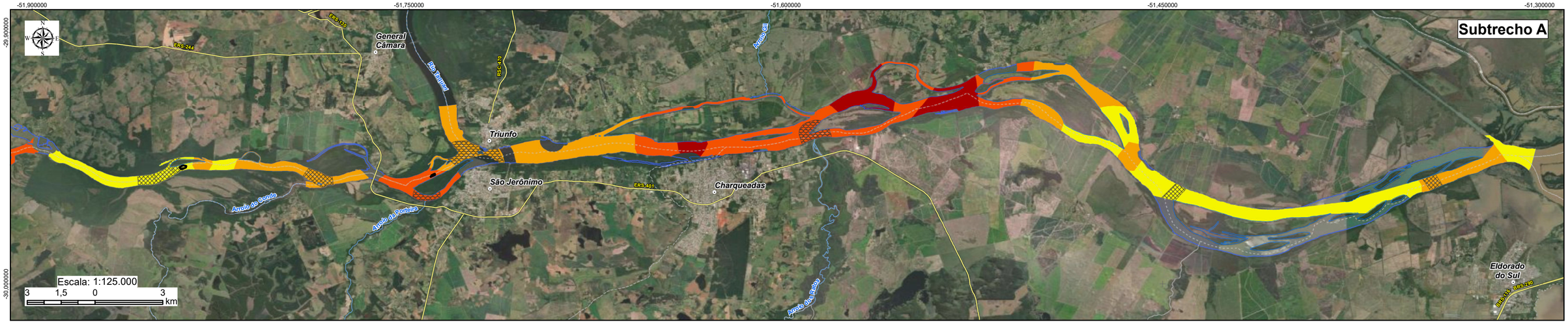
Mapa 5.1 – Mapa do Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

-51,900000 -51,750000 -51,600000 -51,450000 -51,300000

-29,900000 -30,000000

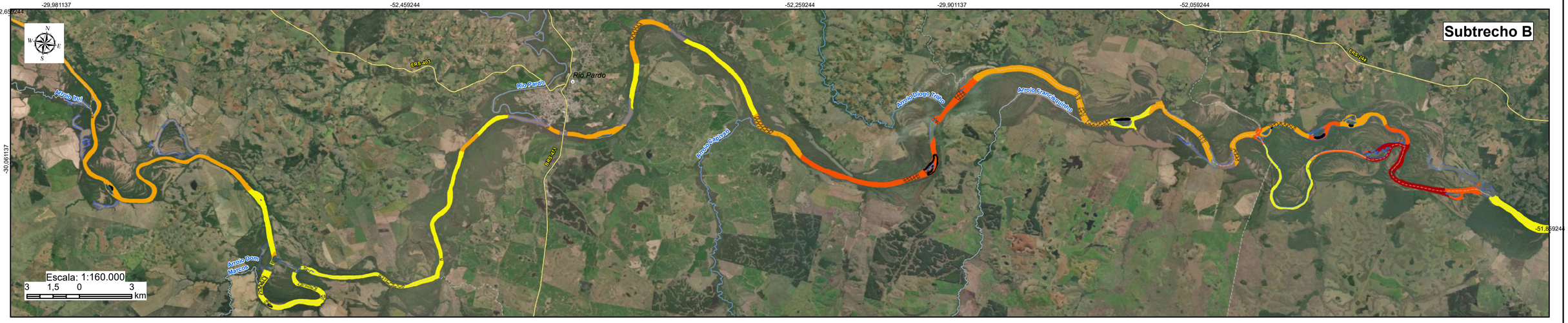
Subtrecho A



-29,981137 -52,459244 -52,259244 -29,901137 -52,059244

-52,659244 -30,061137

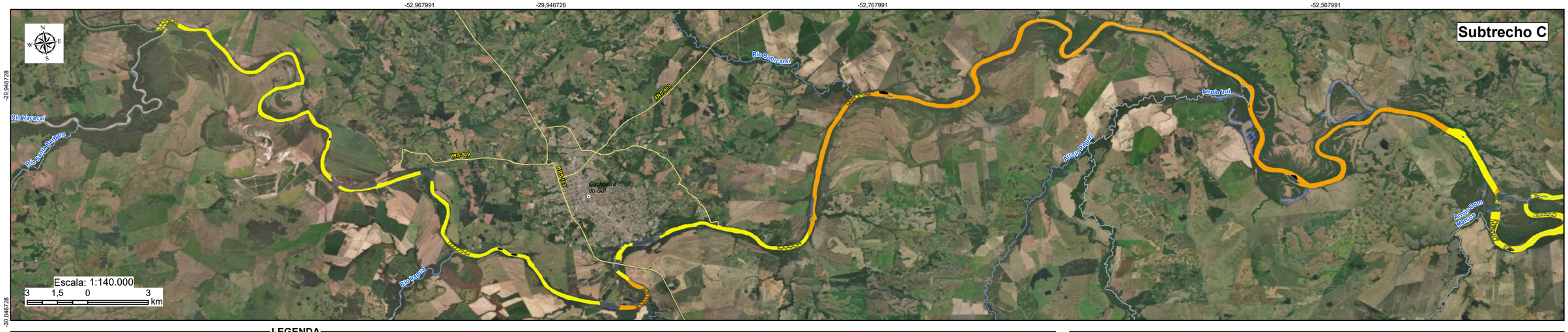
Subtrecho B



-52,967991 -29,946728 -52,767991 -52,567991

-29,946728 -30,046728

Subtrecho C



LEGENDA

- Sede municipal
- Rios principais
- Rodovia
- Limite municipal

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Alta Erosão
- Foz de Rio

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração: PROFILL

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 5.2 – Locais passíveis de mineração de acordo com Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

6 DIRETRIZES AMBIENTAIS

O Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí, objetiva estabelecer diretrizes para o licenciamento ambiental tendo como meta a proteção dos ecossistemas e o uso racional dos recursos ambientais, obtido através da execução de estudos ambientais, visando conhecer os ecossistemas da região e suas variantes. A execução, integração e interpretação destes estudos formaram a base para o estabelecimento das diretrizes e condicionantes que formataram o zoneamento ambiental.

As diretrizes ambientais representam os resultados deste Zoneamento Ambiental a serem implementados pelo órgão ambiental na condução das atividades licenciamento ambiental de extração de areia no Rio Jacuí. O estabelecimento dessas diretrizes foi obtido através da consolidação da classificação definida no mapa síntese e a avaliação da distribuição das áreas de atenção. As quatro classes associadas às áreas de atenção definem, em última instância, a sensibilidade ambiental do trecho do Rio Jacuí avaliado, sendo as seguintes:

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta
- Áreas de Atenção: áreas de alta erosão, altíssimo risco erosivo em função das condições hidrodinâmicas, bem como foz dos principais afluentes do Rio Jacuí.

As diretrizes ambientais serão apresentadas elencando diretrizes gerais e especificas. As diretrizes gerais são todas que perpassam as classes de sensibilidade ambiental definidas no Zoneamento e as diretrizes especificas são as que tem vinculação direta com determinadas classes de sensibilidade ambiental.

6.1 DIRETRIZES AMBIENTAIS GERAIS

- Manter afastamento de 50 metros das margens do Rio Jacuí durante a operação de dragas, por princípio de precaução.
- Realizar estudo em escala de detalhe, mapeando e identificando a composição geológica da superfície do leito estável (bedrock), bem como a(s) cota(s) de sua ocorrência devidamente referenciada(s) a um Datum Vertical utilizado, por meio do emprego de métodos diretos e indiretos de investigação.

- Monitorar a integridade das feições da geomorfologia fluvial do leito principal, quanto à sinuosidade, áreas de deposição (barras em pontal, barras longitudinais isentas de vegetação e ilhas vegetadas) e de erosão, com a finalidade de manter os atributos naturais da calha do rio.
- Empregar como medida compensatória dos empreendimentos de mineração a recuperação das margens e matas ciliares apontadas pela Estudo da FZB realizado no escopo deste zoneamento (Anexo C).
- Executar estudo da dispersão da pluma de sedimentação oriunda da atividade de dragas. Quando em operação, deverá ser realizada amostragem de água para identificar a qualidade da água em diferentes pontos da pluma. Além disso, deverá ser realizado mapeamento da dimensão e dispersão da pluma, com o uso de ferramentas que permitam avaliar as concentrações de sólidos em suspensão, tal como imageamentos remotos.
- Consultar os planos de manejo quanto a definição das zonas de amortecimento em Unidades que já possuem plano de manejo aprovado, pois para o licenciamento de áreas de interesse minerário localizadas a 10 km dessas Unidades é necessária a autorização do Órgão Gestor da Unidade de Conservação. De igual forma, para Unidades de Conservação sem plano de manejo aprovado, as áreas de interesse minerários localizadas a 3 km, deverão solicitar a autorização do Órgão Gestor da Unidade de Conservação ou órgão responsável pela sua criação.
- Assegurar faixa mínima de 100 m sem atividade de mineração, a partir da linha de margem, quando da ocorrência de comunidades/ocupações humanas na faixa de 500 m abrangida pelo zoneamento.
- Avaliar a existência de conflitos entre a atividade de mineração e os modos de utilização do rio por pescadores, comunidades residentes, população em geral, incluindo manifestações culturais.
- Avaliar o nível de pressão sonora considerando a norma ABNT NBR 10151/2020 ou regulamentação municipal mais restritiva, quando a área de influência incidir sobre populações.
- Assegurar um buffer de 200 m livres de atividade mineradora no entorno de trecho de travessia de balsas, pontes e outras estruturas.

- Assegurar buffer de 450 m, livre de atividade mineradora, a partir da linha de margem ao leito do rio, no entorno de Áreas de Lazer, Balneários e Praias, conforme Lei n.º 13.660, de 12 de janeiro de 2011.
- Assegurar buffer de 200 m, livre de atividade mineradora, a partir da linha de margem ao leito do rio, no entorno dos pontos de captação de água para abastecimento humano.
- Deverá ser considerada manifestação do poder público municipal quanto à viabilidade do empreendimento, contemplando os múltiplos usos das margens e do rio, e eventuais restrições.
- Poderá ser solicitado detalhamento da ocupação e uso do solo, durante os procedimentos de avaliação em escala local, na faixa de 500 m abrangida pelo zoneamento. Por exemplo, o mapeamento de ocupação e uso do solo nas margens poderá apresentar: a delimitação dos usos associados às atividades antrópicas, áreas urbanas, identificação de comunidades, estabelecimentos de lazer, pontos de captação de água para abastecimento público, Áreas de Preservação Permanente, remanescentes florestais, unidades de conservação, zonas de amortecimento e reserva legal, pontos turísticos, patrimônio histórico-cultural e arqueológico. Diferenciação, quando houver das tipologias de uso do solo, por exemplo, industrial, residencial, agrícola. Identificar através de pesquisa junto ao comércio e atividades de lazer, quando, for o caso, a tipologia e os principais períodos nos quais ocorrem atividade de turismo ou lazer. A escala mínima para os mapas de ocupação e uso do solo será definida no Termo de Referência para atividade.

6.2 DIRETRIZES AMBIENTAIS ESPECIFICAS

6.2.1 Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa

6.2.1.1 Erosão das Margens

- Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico, incluindo relatório fotográfico, documentando as margens do rio a cada 100 metros, através de fotografias perpendiculares ao alinhamento da margem, com registro da coordenada do ponto de obtenção da margem e apresentação de mapa índice com a plotagem dos pontos onde foram registradas as fotos. A diretriz proposta visa fornecer subsídios para o conhecimento dos processos morfológicos do rio associados à evolução das margens erosivas e conservativas ao longo desta classe.

6.2.1.2 Contaminação Sedimento

- Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais (Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel), principalmente nos Pontos 5 (latitude: -29,93236, longitude: -51,57154) a jusante da foz do arroio dos Ratos, Pontos 15 (latitude: -29,98426, longitude: -52,17906) e 16 (latitude: -29,97789, longitude: -52,26828) próximos as fozes dos arroios Capivari e Diego Trilho, e no Ponto 18 (latitude: -29,99513, longitude: -52,38126) próximo a foz do Rio Pardo.

6.2.1.3 Biota Aquática

- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.
- Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.

- Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.

6.2.2 Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa

6.2.2.1 Erosão das Margens

- Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico, incluindo relatório fotográfico, documentando as margens do rio a cada 100 metros, através de fotografias perpendiculares ao alinhamento da margem, com registro da coordenada do ponto de obtenção da margem e apresentação de mapa índice com a plotagem dos pontos onde foram registradas as fotos. A diretriz proposta visa fornecer subsídios para o conhecimento dos processos morfológicos do rio associados à evolução das margens erosivas e conservativas ao longo desta classe.

6.2.2.2 Contaminação Sedimento

- Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais (Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel), principalmente nos Pontos 5 (latitude: -29,93236, longitude: -51,57154) a jusante da foz do arroio dos Ratos, Pontos 15 (latitude: -29,98426, longitude: -52,17906) e 16 (latitude: -29,97789, longitude: -52,26828) próximos as fozes dos arroios Capivari e Diego Trilho, e no Ponto 18 (latitude: -29,99513, longitude: -52,38126) próximo a foz do Rio Pardo.

6.2.2.3 Biota Aquática

- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.
- Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto

às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.

- Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.

6.2.3 Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média

6.2.3.1 Erosão das Margens

- Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico, incluindo relatório fotográfico, documentando as margens do rio a cada 100 metros, através de fotografias perpendiculares ao alinhamento da margem, com registro da coordenada do ponto de obtenção da margem e apresentação de mapa índice com a plotagem dos pontos onde foram registradas as fotos. A diretriz propostas visa fornecer subsídios para o conhecimento dos processos morfológicos do rio associados à evolução das margens erosivas e conservativas ao longo desta classe.
- Efetuar monitoramento quantitativo da evolução da linha de margem, para as margens com perfil erosivo, sugerindo-se a metodologia de pinos, estacas ou método das perfilagens sucessivas (Borges, 2004; Correa; Filho, 2009), assim como a utilização de sensoriamento remoto.

6.2.3.2 Contaminação Sedimento

- Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais (Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel), principalmente nos Pontos 5 (latitude: -29,93236, longitude: -51,57154) a jusante da foz do arroio dos Ratos, Pontos 15 (latitude: -29,98426, longitude: -52,17906) e 16 (latitude: -29,97789, longitude: -52,26828) próximos as fozes dos arroios Capivari e Diego Trilho, e no Ponto 18 (latitude: -29,99513, longitude: -52,38126) próximo a foz do Rio Pardo.

6.2.3.3 Biota Aquática

- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.

- Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.
- Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.
- Realizar estudos da cobertura, riqueza e biomassa relativa da comunidade de macrófitas aquáticas, especialmente, anfíbias, emergentes e flutuantes fixas ao substrato, para mineração em barras, e assim avaliar a estabilidade destes ambientes.
- Identificar os mesohabitats presentes na planície de inundação (leito maior) que apresentam maior conectividade com o a calha do Rio Jacuí (leito menor), sendo relevantes, como área de refúgio, alimentação e reprodução de macroinvertebrados bentônicos.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância da comunidade de peixes incluindo zonas a montante e jusante do trecho avaliado privilegiando os ambientes importantes para a ictiofauna, e contemplando o período de primavera-verão em locais como margens do rio, fozes de afluentes e conexões com ambientes marginais.
- Avaliar índices ecológicos referentes às comunidades ictiofaunísticas, abrangendo minimamente diversidade, equitabilidade e dominância.
- Mapear a ocorrência de espécies ícticas ameaçadas, raras, migratórias e endêmicas, caracterizando seus habitats.
- Avaliar afluentes do Rio Jacuí e conexões com ambientes marginais, sob a óptica de possíveis interferência da mineração em processos reprodutivos, seja deslocamentos migratórios ou acesso a berçários, e a áreas de alimentação da ictiofauna. O parecer conclusivo deve ser claro quanto à probabilidade de impactos sobre estes ambientes e seus reflexos na manutenção de todas as comunidades aquáticas.

6.2.4 Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

6.2.4.1 Erosão das Margens

- Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico, incluindo relatório fotográfico, documentando as margens do rio a cada 100 metros, através de fotografias perpendiculares ao alinhamento da margem, com registro da coordenada do ponto de obtenção da margem e apresentação de mapa índice com a plotagem dos pontos onde foram registradas as fotos. A diretriz propostas visa fornecer subsídios para o conhecimento dos processos morfológicos do rio associados à evolução das margens erosivas e conservativas ao longo desta classe.
- Efetuar monitoramento quantitativo da evolução da linha de margem, para as margens com perfil erosivo, sugerindo-se a metodologia de pinos, estacas ou método das perfilagens sucessivas (Borges, 2004; Correa; Filho, 2009), assim como a utilização de sensoriamento remoto.

6.2.4.2 Contaminação Sedimento

- Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais (Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel), principalmente nos Pontos 5 (latitude: -29,93236, longitude: -51,57154) a jusante da foz do arroio dos Ratos, Pontos 15 (latitude: -29,98426, longitude: -52,17906) e 16 (latitude: -29,97789, longitude: -52,26828) próximos as fozes dos arroios Capivari e Diego Trilho, e no Ponto 18 (latitude: -29,99513, longitude: -52,38126) próximo a foz do Rio Pardo.

6.2.4.3 Biota Aquática

- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.
- Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.

- Realizar estudos da cobertura, riqueza e biomassa relativa da comunidade de macrófitas aquáticas, especialmente, anfíbias, emergentes e flutuantes fixas ao substrato, para mineração em barras, e assim avaliar a estabilidade destes ambientes.
- Identificar os mesohabitats presentes na planície de inundação (leito maior) que apresentam maior conectividade com o a calha do Rio Jacuí (leito menor), sendo relevantes, como área de refúgio, alimentação e reprodução de macroinvertebrados bentônicos.
- Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância da comunidade de peixes incluindo zonas a montante e jusante do trecho avaliado, contemplando os ambientes importantes para a ictiofauna e o período de primavera-verão, em locais como margens do rio, fozes de afluentes e conexões com ambientes marginais.
- Avaliar índices ecológicos referentes às comunidades ictiofaunísticas, abrangendo minimamente diversidade, equitabilidade e dominância com dados básicos para o monitoramento.
- Mapear a ocorrência de espécies ícticas ameaçadas, raras, migratórias e endêmicas, caracterizando seus habitats.
- Avaliar afluentes do Rio Jacuí e conexões com ambientes marginais, sob a óptica de possíveis interferência da mineração em processos reprodutivos, seja deslocamentos migratórios ou acesso a berçários, e a áreas de alimentação da ictiofauna. O parecer conclusivo deve ser claro quanto à probabilidade de impactos sobre estes ambientes e seus reflexos na manutenção de todas as comunidades aquáticas.

6.2.4.4 Elaboração de EIA/RIMA

- Estabelecer a indicação de estudos de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental (EIA-Rima) para novos licenciamentos, nas áreas classificadas como Classe 4 de sensibilidade ambiental alta.

6.2.5 Áreas de Atenção

6.2.5.1 Erosão das Margens

- Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico, incluindo relatório fotográfico, documentando as margens do rio a cada 100 metros, através de fotografias perpendiculares ao alinhamento da margem, com registro da coordenada do ponto de obtenção da margem e apresentação de mapa índice com a plotagem dos pontos onde foram registradas as fotos. A diretriz propostas visa fornecer subsídios para o conhecimento dos processos morfológicos do rio associados à evolução das margens erosivas e conservativas ao longo desta classe.
- Efetuar monitoramento quantitativo da evolução da linha de margem, para as margens com perfil erosivo, sugerindo-se a metodologia de pinos, estacas ou método das perfilagens sucessivas (Borges, 2004; Correa; Filho, 2009), assim como a utilização de sensoriamento remoto.

6.2.5.2 Contaminação Sedimento

- Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais (Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel), principalmente nos Pontos 5 (latitude: -29,93236, longitude: -51,57154) a jusante da foz do arroio dos Ratos, Pontos 15 (latitude: -29,98426, longitude: -52,17906) e 16 (latitude: -29,97789, longitude: -52,26828) próximos as fozes dos arroios Capivari e Diego Trilho, e no Ponto 18 (latitude: -29,99513, longitude: -52,38126) próximo a foz do Rio Pardo.

6.2.5.3 Modelagem Hidrodinâmica local

- Realizar estudos para os trechos que abranjam as áreas de atenção resultantes da avaliação do risco potencial erosivo, em escala de análise compatível com a área de estudo do empreendimento, avaliando-se cenários compatíveis com as reais possibilidades de extração de areia no trecho de interesse e a sua correlação com o aumento do potencial erosivo desta área.

6.2.5.4 Biota Aquática

- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em

pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.

- Realizar estudos da cobertura, riqueza e biomassa relativa da comunidade de macrófitas aquáticas, especialmente, anfíbias, emergentes e flutuantes fixas ao substrato, para mineração em barras, e assim avaliar a estabilidade destes ambientes.
- Identificar os mesohabitats presentes na planície de inundação (leito maior) que apresentam maior conectividade com o a calha do Rio Jacuí (leito menor), sendo relevantes, como área de refúgio, alimentação e reprodução de macroinvertebrados bentônicos.
- Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.
- Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.
- Proibir a mineração durante o período de piracema, nas áreas de atenção situadas em fozes de rios.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância da comunidade de peixes incluindo zonas a montante e jusante do trecho avaliado privilegiando os ambientes importantes para a ictiofauna, e contemplando o período de primavera-verão em locais como margens do rio, fozes de afluentes e conexões com ambientes marginais.
- Avaliar índices ecológicos referentes às comunidades ictiofaunísticas, abrangendo minimamente diversidade, equitabilidade e dominância.
- Mapear a ocorrência de espécies ícticas ameaçadas, raras, migratórias e endêmicas, caracterizando seus habitats.
- Avaliar afluentes do Rio Jacuí e conexões com ambientes marginais, sob a óptica de possíveis interferência da mineração em processos reprodutivos, seja deslocamentos migratórios ou acesso a berçários, e a áreas de alimentação da ictiofauna. O parecer conclusivo deve ser claro quanto à probabilidade de impactos sobre estes ambientes e seus reflexos na manutenção de todas as comunidades aquáticas.

6.2.5.5 Elaboração de EIA/RIMA

- Estabelecer a indicação de estudos de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental (EIA-Rima), para novos licenciamentos, nas áreas classificadas como de atenção.

6.3 ÁREAS IMPRÓPRIAS

Como descrito anteriormente, as áreas impróprias representam uma classe de zoneamento que restringe por completo a atividade de extração de areia, diferentemente das demais zonas propostas por este Zoneamento, que indicam aptidões e graus de restrição para a execução da atividade minerária. A consolidação dessas áreas gerou a lista de áreas impróprias apresentadas no quadro a seguir e seus respectivo parâmetro de exclusão.

Quadro 6.1 – Descrição dos tipos de áreas impróprias identificadas ao longo do estudo.

ID	Tipo de Área	Parâmetro
1	Pontos de Captação para abastecimento público	Buffer de 200 metros.
2	Pontes, Estruturas e Balsas	Buffer de 200 metros no entorno das pontes e demais estruturas de engenharia (eclusas).
3	Áreas de Lazer, Balneários e Praias	Buffer de 450 metros a partir da linha de praia utilizada como Praia/Balneário.
4	Áreas de Comunidades	Faixa de 100 metros ao longo das ocupações humanas nas margens do rio.
5	Unidades de Conservação	Limites das unidades de conservação.
6	Ambientes Marginais	Lagoas marginais terão seus contornos somados às suas APPs e à APP do rio.

O estabelecimento das áreas impróprias, é baseado em levantamentos de dados e diagnósticos, realizados ao longo de todo o trabalho, que permitiram a identificação de temas mais críticos em cada um dos meios e compartimentos analisados.

6.4 RESUMO DIRETRIZES AMBIENTAIS

A fim de proporcionar uma forma mais sintética e objetiva, as diretrizes ambientais para a extração de areia no leito do Rio Jacuí propostas foram agrupadas de acordo com o tipo de diretriz (geral e específica) e com os descritores de forma resumida, conforme apresentam os quadros a seguir.

Quadro 6.2 – Resumo das diretrizes ambientais gerais propostas.

Descritor	Resumo Diretrizes Geral
Erosão das Margens	Manter afastamento de 50 metros das margens do Rio Jacuí durante a operação de dragas.
Leito Estável (bedrock)	Realizar estudo em escala de detalhe, mapeando e identificando a composição geológica da superfície do leito estável (bedrock).
Feições da geomorfologia fluvial	Monitorar a integridade das feições da geomorfologia fluvial do leito principal.
Mata Ciliar	Empregar como medida compensatória dos empreendimentos de mineração a recuperação das margens e matas ciliares.
Pluma de Dispersão	Executar estudo da dispersão da pluma de sedimentação oriunda da atividade de dragas.
Unidades de Conservação	Consultar os planos de manejo quanto a definição das zonas de amortecimento.
Aspectos Associados ao Meio Socioeconômico	Assegurar faixa mínima de 100 metros sem atividade de mineração, a partir da linha de margem, quando da ocorrência de comunidades/ocupações humanas na faixa de 500 metros abrangida pelo zoneamento.
	Avaliar a existência de conflitos entre a atividade de mineração e os modos de utilização do rio por pescadores, comunidades residentes, população em geral, incluindo manifestações culturais.
	Avaliar o nível de pressão sonora considerando a norma ABNT NBR 10151/2020 ou regulamentação municipal mais restritiva, quando a área de influência incidir sobre populações.
	Assegurar um buffer de 200 metros livres de atividade mineradora no entorno de trecho de travessia de balsas, pontes e outras estruturas.
	Assegurar buffer de 450 metros livre de atividade mineradora, a partir da linha de margem ao leito do rio, no entorno de Áreas de Lazer, Balneários e Praias, conforme Lei n.º 13.660, de 12 de janeiro de 2011.
	Assegurar buffer de 200 metros, livre de atividade mineradora, a partir da linha de margem ao leito do rio, no entorno dos pontos de captação de água para abastecimento humano.
	Deverá ser considerada manifestação do poder público municipal quanto à viabilidade do empreendimento, contemplando os múltiplos usos das margens e do rio, e eventuais restrições.
	Poderá ser solicitado detalhamento da ocupação e uso do solo, durante os procedimentos de avaliação em escala local, na faixa de 500 metros abrangida pelo zoneamento.

Quadro 6.3 – Resumo das diretrizes ambientais especificas propostas.

Diretrizes Ambientais						
Descritores	**Resumo Diretrizes Especificas**	**Classe 1 Sensibilidade Ambiental Muito Baixa**	**Classe 2 Sensibilidade Ambiental Baixa**	**Classe 3 Sensibilidade Ambiental Média**	**Classe 4 Sensibilidade Ambiental Alta**	**Áreas de Atenção**
Erosão das Margens	Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico.	X	X	X	X	X
	Efetuar monitoramento quantitativo da evolução da linha de margem, para as margens com perfil erosivo.			X	X	X
Contaminação Sedimento	Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais.	X	X	X	X	X
Modelagem Hidrodinâmica	Realizar estudos para os trechos que abranjam as áreas de atenção resultantes da avaliação do risco potencial erosivo, executando o refinamento da modelagem hidrodinâmica.					X
Biota Aquática	Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.	X	X	X	X	X
	Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.	X	X	X	X	X
	Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.	X	X	X	X	X
	Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.	X	X	X	X	X
	Realizar estudos da cobertura, riqueza e biomassa relativa da comunidade de macrófitas aquáticas, especialmente, anfíbias, emergentes e flutuantes fixas ao substrato, para mineração em barras, e assim avaliar a estabilidade destes ambientes.			X	X	X
	Identificar os mesohabitats presentes na planície de inundação (leito maior) que apresentam maior conectividade com o a calha do Rio Jacuí (leito menor), sendo relevantes, como área de refúgio, alimentação e reprodução de macroinvertebrados bentônicos.			X	X	X
	Avaliar a composição, riqueza e abundância da comunidade de peixes incluindo zonas a montante e jusante do trecho avaliado privilegiando os ambientes importantes para a ictiofauna, e contemplando o período de primavera-verão em locais como margens do rio, fozes de afluentes e conexões com ambientes marginais.			X	X	X
	Avaliar índices ecológicos referentes às comunidades ictiofaunísticas, abrangendo minimamente diversidade, equitabilidade e dominância.			X	X	X
	Mapear a ocorrência de espécies ícticas ameaçadas, raras, migratórias e endêmicas, caracterizando seus habitats.			X	X	X
	Proibir a mineração durante o período de piracema, nas áreas de atenção situadas em fozes de rios.					X
Elaboração de EIA/RIMA	Estabelecer a indicação e estudos de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental.				X	X

Considerando-se a escala de mapeamento adotada no presente zoneamento ambiental, torna-se importante ressaltar que a solicitação de estudos/laudos específicos para cada classe de sensibilidade ambiental poderá ser incrementada caso sejam identificados aspectos ambientais relevantes que demandem um maior detalhamento, de acordo com o entendimento da equipe de licenciamento ambiental da FEPAM.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ZONEAMENTO

No decorrer das últimas décadas, a mineração de areia nos cursos médio e baixo do Rio Jacuí estabeleceu seu ritmo de atividade conforme a demanda, regional e, especialmente, da Região Metropolitana de Porto Alegre, principal mercado do material extraído. Em paralelo, denúncias de degradação ambiental e conflitos de uso ao longo do rio surgiram, dando origem a processos judiciais e apontamento da necessidade de elaboração de Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Médio e Baixo Cursos do Rio Jacuí/RS.

A realização do presente estudo, de caráter inédito em função da tipologia da área estudada, teve como objetivo viabilizar o desenvolvimento sustentável, a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a conservação ambiental. Este mecanismo de gestão ambiental consistiu na delimitação de zonas ambientais e atribuição de usos e atividades compatíveis segundo as características - potencialidades e restrições - de cada uma delas.

Desta forma, neste documento foram apresentados os resultados das avaliações das condições ambientais da área de estudo que abrangeu a calha atual e as margens do Rio Jacuí, dividida em três segmentos: subtrecho A da foz do Rio Jacuí até a eclusa de Amarópolis; subtrecho B da Eclusa de Amarópolis até a eclusa do Anel de Dom Marco; e subtrecho C da eclusa do Anel de Dom Marco até a Barra do Rio Vacacaí.

O conjunto de dados e informações que constituíram o diagnóstico ambiental da área de estudo, permitiu o estabelecimento de zonas com características comuns que refletem, por sua vez, a variação da sensibilidade ambiental ao longo dos trechos do Rio Jacuí. Utilizando a metodologia de *hotspots* combinada com uma análise multicritério que ponderou os diferentes pesos dos temas dos meios físico, biótico e socioeconômico, foi elaborado um mapa síntese.

A partir da avaliação apresentada no mapa síntese foi possível classificar os trechos dos cursos médio e baixo do Rio Jacuí através de sua sensibilidade ambiental, conforme segue:

- Classe 1: Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2: Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3: Sensibilidade Ambiental Média

- Classe 4: Sensibilidade Ambiental Alta

A Classe 1 – Sensibilidade Muito Baixa, corresponde a área de 36,2% do mapa síntese. O maior polígono da Classe 1 encontra-se no subtrecho A da área de estudo (Jusante), com 1.936 ha, mas que sofre uma redução significativa (66,8%) em função da sobreposição com o Parque Estadual Delta do Jacuí.

Também com maior ocorrência no subtrecho A, encontram-se as áreas da Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa, com cerca de 45,7% do total da área dessa classe ocorrendo nesse trecho. Em termos de totalidade, a Classe 2 corresponde a área de 32,8% do mapa índice, apresentando o maior número de polígonos resultantes, cerca de 22 manchas.

A Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média, ocorre somente nos subtrechos A e B, com 70,6% de sua área total ocorrendo no subtrecho A. As suas áreas somam 24,4% do mapa síntese e apresentam o maior polígono do mapa síntese.

Em menor ocorrência, verifica-se a Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta. Essa classe aparece apenas nos trechos A e B, e corresponde a 6,5% do total de área avaliada pelo mapa síntese. Cerca de 68,4% da área da Classe 4 está situada no subtrecho A.

As classes de sensibilidade foram utilizadas para definir diretrizes ambientais gerais e específicas para o desenvolvimento das atividades de mineração no trecho em estudo. Enquanto as diretrizes específicas foram estabelecidas de acordo com cada classe ambiental, as diretrizes gerais perpassam todas elas.

Nas diretrizes ambientais gerais foram definidos os estudos necessários para que seja promovido o monitoramento da integridade das feições da geomorfologia principal do leito, com a finalidade de manter os atributos naturais da calha do rio. Dentre esses se incluem o estudo da composição geológica da superfície do leito estável (*bedrock*), dispersão da pluma de sedimentação da atividade das dragas e detalhamento da ocupação de solo, quando solicitado. Além disso, foram inseridas orientações quanto ao afastamento das margens do Jacuí, *buffers* para as áreas impróprias à mineração e emprego de medidas compensatórias.

As diretrizes ambientais gerais contemplam ainda faixas mínimas sem atividade de mineração, quando da ocorrência de comunidades/ocupações humanas, no entorno de trecho de travessia de balsas, pontes e outras estruturas, no entorno de áreas de lazer, balneários e praias e no entorno dos pontos de captação de água para abastecimento humano. Deve ser considerada ainda a manifestação do poder público municipal quanto à viabilidade do empreendimento, contemplando os múltiplos usos das margens e do rio, e eventuais

restrições, além de estudos para: avaliar a existência de conflitos entre a atividade de mineração e outros usos; avaliar o nível de pressão sonora quando a área de influência incidir sobre populações; e a possível necessidade de detalhamento da ocupação e uso do solo durante os procedimentos de avaliação em escala local, na faixa de 500 m abrangida pelo zoneamento.

As diretrizes ambientais específicas visam a avaliação e controle da erosão das margens e da biota aquática com o intuito de evitar a deterioração de ambas durante a operação. Essas orientações são válidas para as classes 1, 2, 3 e 4, tornando-se mais rigorosas com o aumento da sensibilidade ambiental. Nas classes 2, 3 e 4 foram incluídas diretrizes quanto à contaminação do sedimento, e a recomendação de execução de EIA-Rima para os novos licenciamentos que incidirem na classe de sensibilidade ambiental alta.

Além das quatro classes de sensibilidade ambiental foram determinados dois outros tipos de áreas com características ambientais específicas: as Áreas de Atenção e as Áreas Impróprias.

As Áreas de Atenção referem-se a trechos do Rio Jacuí com altíssimo risco potencial de erosão, ou seja, segmentos com um acréscimo potencial de velocidade superior a 0,5 m/s devido às alterações da morfologia dos leitos pela mineração. Também foram incluídas neste tópico áreas mapeadas como “foz de rio” devido a sua importância para a ictiofauna durante o evento de piracema. Nestes trechos, deverão ser conduzidos estudos e programas de monitoramento específicos voltados à avaliação do potencial de risco à erosão de margens em função das condições hidrodinâmicas e de áreas de foz dos principais afluentes do Rio Jacuí no trecho avaliado. Para estas áreas indica-se a realização de monitoramento da erosão das margens, da contaminação do sedimento, da biota aquática e a modelagem hidrodinâmica local. Além disso, assim como para a classe de Sensibilidade Alta, orienta-se a execução de EIA-Rima para os novos licenciamentos.

As Áreas Impróprias para mineração foram aquelas caracterizadas por um conjunto de fatores e condições ambientais muito sensíveis, diagnosticadas ao longo dos levantamentos e análises. São trechos do rio em que não será permitida a exploração de areia. Dentre os fatores elencados para restrição encontram-se os seguintes:

- Captação de água para abastecimento humano;
- Pontes, estruturas e travessias de balsas;
- Áreas de comunidades;

• Unidades de conservação;

• Ambientes Marginais.

Também como critério para a classificação de ambientes marginais, levou-se em consideração a preservação de hábitats presentes na planície de inundação, que apresentam riqueza faunística e cumprem a função de berçário, refúgio e área de fonte de alimentação.

Foram reconhecidos quatro tipos de canais fluviais dentro da área de estudo: Meandrante, Anastomosado, Retilíneo e Entrelaçado. Os subtrechos B e C apresentam feições erosivas que ocorrem junto a margens erosivas, margens deposicionais e sinuosas ou retilíneas. Ambos os trechos apresentam estruturas tectônicas observadas nas rochas aflorantes na margem, sendo evidentes nos trechos retilíneos. As rochas aflorantes no leito destes segmentos pertencem às formações Sanga do Cabral e Formação Serra Geral, sendo estas pertencentes à Bacia do Paraná. O subtrecho A é constituído por um sistema meandrante extinto que migra para um sistema entrelaçado a partir da confluência com o Rio Taquari.

Através da elaboração do modelo hidrodinâmico foi possível estabelecer dois cenários. O primeiro cenário teve sua geometria construída através dos dados primários das 25 seções topobatimétricas complementadas com dados secundários oriundos da batimetria de 29 processos de licenciamento ambiental. O segundo cenário representa a mesma geometria do primeiro cenário com adição da atividade de mineração. Nos cenários foi possível identificar que o Rio Jacuí apresenta tendência de deposição de sedimento ao longo de um ano hidrológico simulado. A partir do modelo hidrodinâmico também foi possível observar um aumento de velocidade de escoamento no cenário 2, em alguns trechos que possuem alterações significativas em “estrangulamentos”, principalmente com a elevação natural do leito, que resultam em pequenas lâminas d’água. Este resultado auxiliou na definição de trechos críticos de mineração, principalmente no que diz respeito ao seu impacto na erosão das margens.

O diagnóstico das comunidades biológicas (fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos) mostrou que estas comunidades estão estruturadas de acordo com o gradiente de condições físicas ao longo dos mesohábitats que se distribuem longitudinalmente e transversalmente ao escoamento. Na calha principal (*Run*), a comunidade zooplanctônica apresenta dominância de rotíferos e fitoplâncton predominantemente na superfície. Em gradiente longitudinal, exclusivamente quanto à calha principal, a estrutura da comunidade bentônica se demonstrou homogênea. Em cenário de estiagem, a maioria dos

mesohábitats bentônicos associados à planície de inundação apresentaram maior nível de isolamento. Em contrapartida, em cenário de cheia, a maior conectividade entre a calha e a planície mostrou maior semelhança entre a estrutura da comunidade nos mesohábitats. Em seção transversal, devido à maior instabilidade do substrato e às maiores correntes, a calha apresentou a menor riqueza e diversidade de macroinvertebrados. Já nos mesohábitats situados na planície, ocorreu a maior riqueza e diversidade de macroinvertebrados, com maior abundância de bivalves, gastrópodes e insetos. O grau de isolamento dos mesohábitats da planície é variável, em decorrência da distância entre estes e a calha, bem como do nível da água.

Com base no cruzamento de dados secundários e dados primários obtidos no âmbito do presente zoneamento, definiu-se um descritor de mesohábitats bentônicos em quatro níveis, que foram valorados, gerando mapas de sensibilidade para este descritor, os quais serviram de base para os demais procedimentos da elaboração deste zoneamento.

Quanto aos ecossistemas terrestres, é imprescindível registrar que o elo de impacto negativo encontrado entre a mineração de areia no leito do Rio Jacuí e os mesmos, consiste na perda/alteração de hábitats resultante de processos erosivos de margens, tais como solapamentos, os quais afetam diretamente a mata ciliar do Rio Jacuí. Considerando a reduzida associação entre a atividade de mineração de areia no leito do Rio Jacuí e os ambientes que abrigam a fauna terrestre, não foram elencadas diretrizes específicas relacionadas a esses grupos. Não obstante, este componente faunístico contribuiu para a elaboração dos mapas de sensibilidade ambiental através da avaliação dos parâmetros “largura” e “conectividade” da mata ciliar ao longo do trecho em apreço. Também se concluiu que a fauna semiaquática deverá ser objeto de estudos e análises específicas no nível de licenciamento ambiental de cada empreendimento e considerando a sinergia dos mesmos.

O diagnóstico da fauna de peixes contou com a compilação e geração de informações com foco nos impactos da mineração de areia sobre a reprodução e nas tipologias de habitat da ictiofauna, processos em rios. Para tanto procedeu-se uma análise exploratória em imagens de satélite identificando ambientes reconhecidamente importantes para a ictiofauna como fozes de afluentes, barras arenosas e conexões entre ambientes aquáticos marginais.

Como resultado final, o mapeamento das áreas de maior importância para a ictiofauna contribuiu para a definição do zoneamento geral do Rio Jacuí e, conforme a classe de sensibilidade, foram definidas diretrizes ambientais associadas aos processos de licenciamento. Os aspectos de maior relevância como as fozes de rios e os ambientes marginais foram definidores de restrições à mineração de areia.

O conhecimento da dinâmica socioeconômica e cultural das populações residentes na área de estudo identificou as principais atividades e usos vinculados ao Rio Jacuí. O trecho médio e baixo do Jacuí abrange parte do território de onze municípios: Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Butiá, Vale Verde, General Câmara, São Jerônimo, Charqueadas, Triunfo e Eldorado do Sul. O trecho médio é marcado por uma dinâmica regional característica de usos agrícolas e de agropecuária, enquanto o trecho baixo por características mais urbano-industriais, incluindo municípios pertencentes à Região Metropolitana de Porto Alegre (Eldorado do Sul, Charqueadas, São Jerônimo e Triunfo).

Os principais usos dos recursos hídricos são aqueles relativos a abastecimento humano, irrigação, navegação, recreação (praias), pesca artesanal e esportiva e mineração.

No segmento zoneado (trechos médio e baixo do Rio Jacuí) existem sete terminais/portos: dois em Cachoeira do Sul, um em Rio Pardo, três em Charqueadas e um em Triunfo. Essa característica dos municípios indica uma forte interação com o Rio Jacuí, sendo que Cachoeira do Sul, Rio Pardo, São Jerônimo, Triunfo e Charqueadas tem sua ocupação originada junto ao rio, onde se concentra a área urbana. Dentre os principais usos identificados no diagnóstico, o abastecimento público, as atividades recreativas e de lazer em praias/balneários, a navegação, a ocupação humana e a pesca foram contemplados com critérios de afastamento.

As atividades de lazer estão intrinsecamente ligadas à geração de renda das populações locais. A atividade pesqueira com fins econômicos tem sido praticada ao longo de décadas junto ao Rio Jacuí, constituindo a segunda região mais importante para esta atividade no Estado. São pescadores artesanais, isto é, que não utilizam-se de instrumentos e técnicas para capturas de pescados em larga escala, basicamente utilizam para o deslocamento barcos (tipo canoas/caiaques) de pequeno porte e equipados com motores de baixa potência.

A prática de uma pesca tipicamente artesanal e de outros usos dos recursos hídricos, apontaram para a necessidade de afastamento da atividade mineradora. Para assegurar a manutenção destes usos culturais e econômicos ficou estabelecido um afastamento de 100 metros da atividade de mineração em relação às comunidades/povoados localizados às margens do Rio Jacuí.

Cabe salientar que o Zoneamento retrata as características atuais da área objeto deste estudo, e que este sistema fluvial é dinâmico, ou seja, a morfologia do seu leito está em constante modificação. Tal premissa enseja a necessidade de atualização periódica deste

Zoneamento, com a execução de novos levantamentos, ou até mesmo detalhamento, quando assim se fizer necessário.

As atualizações e detalhamentos das informações podem inclusive indicar, por exemplo, uma nova diretriz de afastamento das atividades de mineração das margens. Contudo, eventual revisão para diminuição da distância de referência de 50 metros de margens somente poderá ser realizada mediante a apresentação de estudo técnico de estabilidade das margens. O estudo deverá ser elaborado em escala de detalhe para o trecho do rio onde se insere a área em licenciamento, considerando as áreas adjacentes à área de mineração objeto da solicitação de licença ambiental. No trecho em estudo deverão: ser definidas a composição geológica, pedológica e morfológica da(s) margem(ns); descritos os processos hidrossedimentológicos, como o comportamento dos parâmetros hidrodinâmicos e a capacidade de transporte de sedimentos; caracterizada a constituição vegetal da mata ciliar; e levantadas a(s) tipologia(s) de uso e ocupação do solo.

Por fim, recomenda-se a utilização dos marcos geodésicos instalados às margens do Rio Jacuí, no âmbito dos serviços de elaboração do presente Zoneamento Ambiental. A implantação de tais marcos teve por objetivo estabelecer uma rede geodésica de apoio ao longo dos cursos médio e baixo do Rio Jacuí. Desta forma, essa rede poderá ser utilizada como referência para amarração geodésica de levantamentos de campo compatíveis com a sua acurácia.

8 REFERÊNCIAS

Abilhoa, V.; Agostinho, A.A. aspectos biológicos de duas espécies de Astyanax (teleostei, characidae) em lagoas marginais do alto rio Iguaçu, Paraná, Brasil. Estud. Biol., n. 29, v. 66, p. 23-32. 2007.

Afonso, O. 1992. Biological quality of Ave River water (Portugal) based on the study of the benthic macroinvertebrate communities. Publ. Inst. Zool. Dr. Augusto Nobre, 229: 1-12.

Agência Nacional de Mineração (ANM). Anuário Mineral Brasileiro (AMB). 2020. Disponível em: https://dados.gov.br/dataset/anuario-mineral-brasileiro-amb.

Agostinho, A. A. et al. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. P. 460. In: Vazzoler, A. E. A. M.; A. A. Agostinho & N. S. Hahn (eds). A planície de inundação do alto ria Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 1997.

Agostinho, A. A. et al. Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil. 2007.

Alves, C. B. M. et al. Biodiversidade e conservação de peixes do Complexo do Espinhaço. p. 177-196. In: Megadiversidade, v. 4. 2008.

Alves, T. P. Padrão de ocupação de hábitat das espécies dominantes de characiformes do lago Guaíba (Rio Grande do Sul, Brasil) em função de parâmetros ambientais naturais. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Biociências. Tese de Doutorado em zoologia. Porto Alegre, RS, Brasil. 2015

Amoros, S. C., G. Bornette. Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. p.761-776. In: Freshwater biology, v. 47, n. 4. 2002.

Andrade, E.S. et al. Biologia reprodutiva de peixes de água doce. Rev. Bras. Reprod. Anim., v.39, n.1, p. 195-201. 2015.

Araújo, F.G. 1996. Composição e estrutura da comunidade de peixes do médio e baixo Rio Paraíba do Sul, RJ. Rev. Bras. Biol., v.1, p.111-26.

Araújo, F.G., Santos, L.N. Distribution of fish assemblages in Lajes reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. Brazilian Journal of Biology, v. 61, n. 4, p. 563-576, 2001.

Araújo-Lima, C. A. R.M., Portugal, L.P.S., Ferreira, E.G. 1986. Fish-macrophyte relationship in the Anavilhanas Archipelago, a black water system in the Central Amazon. J. Fish Biol., v.29, p.1-11.

Azevedo Netto, J. M.; Fernandez, M. F. Manual de Hidráulica. Ed. Blucher Ltda, 9ª Edição. São Paulo - SP. 2015. ISBN: 978-85-212-0500-5.

Balon, E. K. Reflections on some decisive events in the early life of fishes. Trans. Am. Fish. Soc.113:178-185, 1984.

Batista, J.J. 1998 Impactos da extração de areia em rios do estado do Rio de Janeiro, PLANAGUA/SEMA/GTZ

Bayley, P. B., H. W. LI. Riverine fishes, p. 92-122. In: P. CALOW, G. PETTS (ed.). River biota: diversity and dynamics. London: Blackwell Science, 1996. 257p.

Becker, F. G. et al. Fishes of the Taquari-Antas river basin (Patos Lagoon basin), southern Brazil. P. 79-90. In: Brazilian Journal of Biology, v 73, n. 1. 2013.

Bencke, G. A. Nosso pampa desconhecido. p. 208. In: Biodiversidade. 2016.

Benda, L. E. E. et al. The network dynamics hypothesis: how channel networks structure riverine habitats. Pp. 413-427. In: AIBS Bulletin, v. 54, n. 5. 2004.

Bertoletti, S.A.E.P. 2001. O zooplâncton dos lagos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SP) e relação entre espécies zooplanctônicas e estado trófico em corpos d'água do Estado de São Paulo. São Paulo, USP, 254p (Tese).

Biassi, Bruna Anselva. Etnoictiologia Nas Bacias Hidrográficas dos Rios Uruguai e Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Pós –Graduação em Biodiversidade Animal, Linha de Pesquisa Bioecologia e Conservação de Peixes da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.

Bonetto, A. A.; DI PERSIA, D. H. 1975. Las poblaciones de pelecipodos del arroyo Ayui Grande (Prov. Entre Rios) y los factores que regulan su distribución y estructura. Ecosur, 2(3): 123-151.

Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente. 2010. Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento UHE Pai-Querê. Porto Alegre.

Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente. Relatório de complementação do relatório de controle ambiental (RCA) para o empreendimento lavra de areia em recurso hídrico superficial. 2017B.

Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente. Relatório de controle ambiental (RCA) e plano de controle ambiental (PCA) para o empreendimento lavra de areia em recurso hídrico superficial. 2017A.

Brandão, T.; Trevisn, R.; Both, R. Unidades de Conservação e os Campos do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v.5, p. 843-845. 2007.

Brandimarte, A.L., Shimizu, G.Y., Anaya, M., & Kuhlmann, M.L. 2004. Amostragem de invertebrados bentônicosIn BICUDO, C. D. M., & BICUDO, D. D. C. Amostragem em limnologia. São Carlos: RiMa, p.213-230.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ. Transporte de Cargas nas Hidrovias Brasileiras 2010 - Hidrovia do Sul. Brasília/DF. 27p. 2011. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/pdfEstatisticaNav Interior/HidroviaSul.pdf> Acesso em 21 jan. 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Demográfico, 2010. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: ago. 2019.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa Agrícola Municipal, 2018. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: ago. 2019.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal, 2018. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br> Acesso em: ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Economia. Relação Anual de Informações Sociais – RAIS, 2017. Disponível em: <http://bi.mte.gov.br/bgcaged> Acesso em: ago. 2019.

BRASIL. Resolução CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011 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.

BRASIL. Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF, 2006. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm>. Acesso em: out. 2019.

BRASIL. Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Disponível em <http://portal.in.gov.br/>. Acesso em out. de 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Brasília, 2007.

Braun, A. S. Biologia reprodutiva e identificação do uso de lagoa marginal como sítio de reprodução para espécies dominantes da ictiofauna da Lagoa do Casamento, sistema nordeste da Laguna dos Patos, RS. Porto Alegre: PUCRS, 2005. 145 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

Britski, H. A., Birindelli, J. L. O., Garavello, J. C. A new species of Leporinus Agassiz, 1829 from the upper Rio Paraná basin (Characiformes, Anostomidae) with redescription of L. elongatus Valenciennes, 1850 and L. obtusidens (Valenciennes, 1837). Pp. 411-475. In: Papéis Avulsos de Zoologia, v. 52, n. 37. 2012.

Buckup, L., Bueno, A. A., Bond-Buckup, G., Casagrande, M., & Majolo, F. 2007. The benthic macroinvertebrate fauna of highland streams in southern Brazil: composition, diversity and structure. Revista Brasileira de Zoologia, 24(2), 294-301.

Buckup, P. A., Menezes, N. A., Ghazzi, M. S. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. In: Rio de Janeiro: Museu Nacional. 2007.

Carvalho, F. R. et al. Ictiofauna da Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sul do Brasil: composição e diversidade. In: Revista Brasileira de Biociências, v. 10, n. 1. 2012.

Carvalho, N. O. Hidrossedimentolgia Prática. 2° Edição. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 2008.

Castro, R. M. C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. Pp.139-155. In: Caramaschi, E. P.; R. Mazzoni & P. R. Peres- Neto (eds). Ecologia de peixes de riachos. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro. 1999.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. Bases Conceituais para Conservação e Manejo de Bacias Hidrográficas / Org.: Marcos Callisto, Diego Rodrigues Macedo, Diego Marcel Parreira de Castro e Carlos Bernardo Mascarenhas Alves - Belo Horizonte: Cemig, 2019. 212p. (Série Peixe Vivo, 7).

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Condições ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos / Org.: Marcos Callisto, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves, João de Magalhães Lopes, Míriam Aparecida de Castro. – Belo Horizonte: Cemig, 2014. 264p.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do meio ambiente. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/06/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade.pdf. Último acesso em março/2019.

Chow, V. T. Open-channel Hydraulics. McGraw Hill Book Company/ Kogakusha Company. Tokyo. 1959.

Christofoletti, A. Geomorfologia fluvial. São Paulo: Edgard Blucher, Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo, 1981.

Collischonn, W; Dornelles, F. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Porto Alegre - RS. 2013.

Costa, W. J. E. M. Melanorivulus pindorama, a new killifish from the Tocantins River drainage, central Brazilian Cerrado (Cyprinodontiformes: Rivulidae). Pp. 57. In: Ichthyological Exploration of Freshwaters, v. 23, n. 1. 2012.

Costa, W. J. E. M. Phylogenetic position and taxonomic status of Anablepsoides, Atlantirivulus, Cynodonichthys, Laimosemion and Melanorivulus (Cyprinodontiformes: Rivulidae). Pp. 233. In: Ichthyological Exploration of Freshwaters, v. 22, n. 3. 2011.

Costa, W. J. E. M. Phylogeny and classification of Rivulidae revisited: origin and evolution of annualism and miniaturization in rivulid fishes (Cyprinodontiformes: Aplocheiloidei). Pp. 33-92. In: Journal of Comparative Biology. 1998.

Costa, W. J. E. M., Bragança, P. H. N., Ottoni, F. P. A new miniature killifish of the genus Melanorivulus (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the coastal plains of north-eastern Brazil. Pp. 31-35. In: Vertebrate Zoology, v. 65, n. 1. 2015.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul - Escala 1:750.000 - disponível em shapefile em http://geosgb.cprm.gov.br. 2006.

Crampton, W. G. R. et al. A taxonomic revision of the Neotropical electric fish genus Brachyhypopomus (Ostariophysi: Gymnotiformes: Hypopomidae), with descriptions of 15 new species. In: Neotropical Ichthyology, v. 14, n. 4. 2016.

Darrigran, G; Damborenea, C. 2011.Ecosystem engineering impact of Limnoperna fortunei in South America. Zoological Science 1: 1-7.

Das, N. K., & Sinha, R. K. 1993. Assessment of water quality of the Ganga River, Bihar, India. Environment and ecology. Kalyani, 11(4), 829-832.

De Assis Esteves, F.; Petry, A.C. Limnologia em pesquisas ecológicas de longa duração: a experiência nas lagoas costeiras do Norte Fluminense (PELD-sítio 5). Boletim SBL 38: 1-8.

De Paula, C. Q. Gestão Compartilhada dos Territórios da Pesca Artesanal: Fórum Delta do Jacuí (RS). Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Porto Alegre, 2013.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DE PORTO ALEGRE. 1981a. As águas do Rio Caí. Volume 2. DMAE n. 35

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DE PORTO ALEGRE. 1981b. As águas do Rio Jacuí. DMAE n. 36

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DE PORTO ALEGRE. 1986. O Rio Guaíba: suas características fisico-químicas e biológicas. Volume 5. DMAE n. 43.

Dornelles, A. M. Utilização de um Perfilador Acústico de Correntes por Efeito Doppler (ADCP) para a estimativa da Concentração de Sedimentos em Suspensão (CSS). Dissertação de Mestrado. IPH/UFRGS. 2009.

Drumond, M.M.; Nascimento, N.O. Separação de escoamento utilizando a condutividade elétrica das águas: um estudo realizado na bacia representativa de Juatuba - Alto São Francisco. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007.

Duarte, C.; Rapp, L.H.; Deis, C.P. Fish assemblages in two Sandy beaches in lower Purus river, Amazonas, Brasil. Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, n.100, v.4, p.319-328. 2010.

Dufech, A. P. S.; FIALHO, C. B. Estudo comparado da taxocenose de peixes em dois ambientes aquáticos do Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil. Iheringia: Série Zoologia, Porto Alegre, v. 99, p. 177-188, 2009.

Duncan, A. 1984. Assessment of factors influencing the composition, body size and turnover rate of zooplankton in Parakrama Samudra, an irrigation reservoir in Sri Lanka. Hydrobiologia, 113(1), 201-215.

Duncan, A.; Gulati, R.D. 1981.Parakrama Samudra (Sri Lanka) Project, a study of a tropical lake ecosystem III. Composition, density and distribution of the zooplankton in 1979: With 3 figures and 3 tables in the text. Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen 2: 1001-1008.

Edson Fontes de Oliveira, Erivelto Goulart. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. Acta Scientiarum 22(2):445-453, 2000.

Edwards, T. K.; Glysson, G. D. Field methods for measurement of fluvial sediment. U.S. Geolocical Survey, Repport 86-531. Department of the Interior Donald Paul Hoder, Secretary. Reston. 1988.

Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda. Planejamento da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí fases “A”, “B” e ”C”. 2015.

Eschemeyer, W. N., FONG, J. D. Species by family/subfamily. Catalog of Fishes electronic. 2010.

Eschemeyer, W. N., FONG, J. D. Species by family/subfamily. In: Catalog of Fishes electronic version. Disponível em: <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/ SpeciesBy Family> Acessado em 02 jun. 2018.

Eschemeyer, W. N., FRICKE, R. V. L. Catalog of Fishes: genera, species, reference. 2018A.

Eschemeyer, W. N., FRICKE, R. V. L. Species by family/subfamily. In: Catalog of Fishes: Classification electronic version. Disponível em: <http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/ SpeciesByFamily> Acessado em 02 jun. 2018.

Espíndola, E. L. G.; Brigante, J.; Eler, M. N. Avaliação ambiental preliminar do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu. Limnologia fluvial, um estudo no Rio Mogi-Guaçu. São Carlos: Editora Rima, p. 23-53, 2003.

Esteves, F. A. 1998. Fundamentos de Limnologia. Editora Interciência Ltda. Rio de Janeiro. 575 p.

FagundES, H. O.; Fan, F. M.; Paiva, R. C. D. Automatic calibration of a large-scale sediment model using suspended sediment concentration, water quality, and remote sensing data. RBRH vol.24 Porto Alegre 2019 Epub Apr 25, 2019.

Ferraz, G. Twelve Guidelines for Biological Sampling in Environmental Licensing Studies. Natureza e Conservação, n.10, v.1, p.20-26. 2012.

Ferreira, C. W. S.; LIMA, C. S.; Cavalcanti, L. C. S.; Santos, A. H. O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do açude Cachoeira II, no município de Serra Talhada – PE, Brasil. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física. II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra. 2010.

Fisrwig - Federal Interagency Stream Restoration Working Group. 1998. Stream corridor restoration: principles, processes, and practices. FISRWIG.

Flores-Lopes, F., Cetra, M., Malabarba, L. R. Utilização de índices ecológicos em assembléias de peixes como instrumento de avaliação da degradação ambiental em programas de monitoramento. In: Biota Neotropica, v. 10, n. 4. 2010.

Frank, H.T. 1989. Geologia e Geomorfologia das folhas Morretes, São Leopoldo, São Jerônimo, Guaíba e Arroio dos Ratos, RS. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, UFRGS, Dissertação de Mestrado, 160p.

Freitas, C. S. Plano Diretor de Navegação Interior do Rio Grande do Sul: Estudo Comparativo entre a Proposta de 1976 e a Situação Atual do Transporte de Cargas e Infraestrutura. Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: DECIV/EE/UFRGS. 2013. 74p.

Fuentes, R. V., Rumiz, D. I. Estudio preliminar de la ictiofauna y los hábitats acuáticos del Río Bajo Paraguá, Santa Cruz, Bolivia. In: Biota Neotropica, v. 8, n. 1. 2008.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (FEPAM). Arquivos digitais para uso em SIG – base cartográfica digital do RS 1:250.000. 2019. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp>

FZB/PRÓ-GUAIBA. 2002a. Relatórios científicos relativos à macroatividade “Reavaliação das condições naturais da fauna e flora”. Apêndice I. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Programa Pró-Guaíba. Porto Alegre.

FZB/PRÓ-GUAÍBA. 2002b. Mapeamento, diagnóstico e gerenciamento de ambientes de áreas úmidas na bacia do Guaíba, tendo em vista sua preservação ou conservação. Relatório final. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Programa Pró-Guaíba. Porto Alegre

Galetti, Jr, P.M., Esteves, K.E., Lima, N.R.W., Mestriner, C. A., Cavallini, M.M., Cesar, A.C.G., Miyazawa, C.S. 1990. Aspectos comparativos da ictiofauna de duas lagoas marginais do Rio Mogi-Guaçu (Alto Paraná- estação ecológica do Jataí, SP). Acta Limnol. Bras., v.3, p. 865-85.

Gamaro, P. E. Medidores Acústicos Doppler de Vazão. ITAIPU Binacional. 1° Edição. Foz do Iguaçu-PR. 2012.

Gannon, Je.; Stemberger, RS. 1978. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. Transactions of the American Microscopical Society: 16-35.

Garcez, Danielle Sequeira; Sánchez-Botero, Jorge Iván. Comunidade de Pescadores artesanais no Estado do Rio Grande do Sul do Sul, Brasil. Rio Grande: Atlântica, v. 27, n. 1, p. 17-29, 2005.

Godinho, A.L.; Pompeu, P.S. A importância dos ribeirões para os peixes de piracema (cap. 19). In: Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais. Organizadores: Hugo Pereira Godinho, Alexandre Lima Godinho. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003.

Godoy, M. P. Dez anos de observações sobre periodicidade migratória de peixes do Rio Mogi Guassu. Pp. 1-12. In: Revista Brasileira de Biologia, v. 27, n. 1. 1967.

Godoy, M.P. 1967. Dez anos de observações sobre periodicidade migratória de peixes do rio Mogi-Guaçu. Rev. Bras. Biol., v.27, p.1-12.

Governo do Estado do Rio Grande do Sul. 2014. Plano de manejo do parque estadual do delta do Jacuí – PEDJ. Disponível em: <http://www.sema.rs.gov.br/parque-estadual-delta-do-Jacuí>. Acessado em 01 jun. 2018.

Goy, J. L.; Silva, P. G.; Zazo, C.; Bardaji, T.; Somozqa, L. Model of morphotectonic map and legend. Bulletin of INQUA Neotectonic Commission, v. 12, p 19-31, 1991

Hammer, Øyvind et al. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia electronica, 4: 9.

Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2009.

Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2010.

Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2011.

Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2012.

Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2013.

Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2014.

Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2015.

Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2016.

Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2017.

Hasenack, H.; Weber, E.(org.) Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento

Helley, E. J.; SMITH, W. Development and calibration of a pressure-difference bedload sampler. USGS Open-File Report. 1971. In: http://pubs.usgs.gov/of/1973/0108/report.pdf

Hilsenhoff, W.L. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. Journal of the North American benthological society 7(1) 65-68.

Hynes, H.B.N. 1970. The ecology of running waters (Vol. 555). Liverpool: Liverpool University Press.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e 51.22 Lagoa Mirim; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra / Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 796 p., 6 mapas, (Levantamento dos Recursos Naturais, 33).

International Union For Conservation Of Nature. 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acessado em 01 Jun. 2018.

Junk, W. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. Pp. 47-64. In: Tropical forests; botanical dynamics, speciation, and diversity. 1989.

Junk, W. J., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian special publication of fisheries and aquaticsciences 106(1): 110-127.

Junk, W.J., Soares, M.G.M., Saint-Paul, U. 1997. The Fish. In: JUNK, W.J. (Ed.) The Central Amazon Floodplain: ecological studies. New York: Springer-Verlag, v.126, p.385-408.

Kapusta, S. C.; De Freitas, SM Fagondes. Limnoperna fortunei na bacia hidrográfica do baixo Rio Jacuí: relacoes com a comunidade de macroinvertebrados bentonicos. Capítulo 21. Mansur et al.(eds.). Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle. Redes Editora Ltda., Porto Alegre, Brazil, p. 243-246, 2012.

Koch, W. R., Milani, P. C., Grosser, K. M. Peixes das chuvas. Pp. 52-53. In: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (ed.). Natureza em revista: Delta do Jacuí. 2002.

Koerber, S., Litz, T. O., Mirande, J. M. CLOFFAR-update 1-supplement to Checklist of the Freshwater Fishes of Argentina. 2015.

Koste, W.; Shiel, R.J. 1987. Rotifera from Australian inland waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta). Invertebrate Systematics 7: 949-1021.

Kutikova, L.A. 2002. Rotifera. A Guide to Tropical Freshwater Zooplankton: Identification, Ecology and Impact on Fisheries. Bakhuys Publishers, Leiden, The Netherlands, p. 23-45.

Lapointe, N.W.R.; Corkum, L.D. A comparison of methods for sampling fish diversity in shallow offshore Waters of large rivers. North American Journal of Fisheries Management, n.26, p.503-513. 2006.

Lazara, K. J. The killifish master index: a checklist of oviparous cyprinodontiform fishes. In: American Killifish Association. 1984.

Leopold, L.B., Wolman, M.G., Miller, J.P. 1993. Fluvial Processes in Geomorphology. Dover, 535 p.

Lowe-Mcconnell, R. H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. In: Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. 1999.

Lowe-McConnell, R. H. Fish communities in tropical freshwaters. London: Longman, 1975. 337p.

Lucena, C. A. S. Lista comentada das espécies do gênero Roeboides Günther, 1864 descritas para as bacias dos rios Amazonas, São Francisco e da Prata (Characiformes, Characidae, Characinae). Pp. 29-47. In: Comunicações Museu Ciências Tecnologia PUCRS, Série Zoologia, v. 1, n. 3. 1988.

Lucena, C. A. S., SOARES, H. G. Review of species of the Astyanax bimaculatus “caudal peduncle spot” subgroup sensu Garutti & Langeani (Characiformes, Characidae) from the rio La Plata and rio São Francisco drainages and coastal systems of southern Brazil and Uruguay. Pp. 101-125. In: Zootaxa, v. 4072, n. 1. 2016.

Lucinda, I., Moreno, I. H., Melão, M. G. G., & Matsumura-Tundisi, T. (2004). Rotifers in freshwater habitats in the upper Tietê river basin, São Paulo State, Brazil. Acta Limnologica Brasiliensia, 16(3): 203-224.

Luz-Agostinho, K. D. G. et al. A ictiofauna do rio das Antas: distribuição e bionomia das espécies. Pp. 115. In: Maringá: Clichetec. 2010.

Machado-Allison, A. 1990. Ecologia de los peces de las áreas inundables de los llanos de Venezuela. Interciencia, v.15, p.411-23.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton, Princeton University Press, 179p. Mansur, M. C., & Pereira, D. 2006. Limnic bivalves of the Sinos river basin, Rio Grande do Sul, Brazil (Bivalvia, Unionoida, Veneroida And Mytiloida). Revista Brasileira de Zoologia 23(4): 1123-1147.

Malabarba, L. R.; Weitzman, S. H. Descriptions of a new genus from southern Brazil, Uruguay and Argentina, with a discussion of a putative characid clade (Teleostei: Characiformes: Characidae). Pp. 67-151. In: Comunicacoes do Museu de Ciencias e Tecnologia da PUCRS, v. 67. 2009.

Malabarba, L.R.; Reis, R.E. Manual de Técnicas para Preparação de coleções Zoológicas: Peixes. Campinas: Sociedade Brasileira de Zoologia. 15p. 1987.

Mamédio, F. M. P. Impacto de erros nos dados de entrada na eficiência de um modelo hidrológico. Dissertação de Mestrado. IPH/UFRGS. Porto Alegre – RS. 2014.

Mansur, M. C. D., Pimpao, D. M., Bergonci, P. E. A., Santos, C. P., & Figueiredo, G. C. S. 2012. Morfologia e ciclo larval comparados de bivalves límnicos invasores e nativos. In: M. C. D. Mansur; C. P. Dos Santos; D. Pereira; I. C. P. Paz; M. L. L. Zurita; M. T. R. Rodriguez; M. V. Nehrke; P. E. A. Bergonci. (Org.). Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle. 1ed.Porto Alegre: REDES, 2012, v. 1, p. 95-110.

Mansur, M.C.D., Veitenheimer-Mendes, I.L., & Almeida-Caon, J.D. 1988. Mollusca, Bivalvia de um trecho do curso inferior do Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. Iheringia, Série Zoologia, 67, 67-108.

Mansur, M.C.D.; Pereira, D. 2006.Bivalves límnicos da bacia do rio dos Sinos, Rio grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Unionoida, Veneroida e Mytiloida). Revista Brasileira de Zoologia 23: 1123-1147,

Marchese, M., & Drago, I. E. 1992. Benthos of the lotic environments in the middle Paraná River system: transverse zonation. Hydrobiologia, 237(1), 1-13.

Marchese, M.; De Drago, I.E.; Drago, E.C. 2002. Benthic macroinvertebrates and physical habitat relationships in the Paraná River-floodplain system. The ecohydrology of South American rivers and wetlands. IAHS Special Publication 6:111-132.

Margalef, R.1972. Homage to Evelyn Hutchinson, orwhythere is an upper limit to diversity. Connecticut Academy of Arts and Sciences.

Martens, E.V. 1868. Übersüdbrasilianische Land und Süsswassermollusken. Nach der Sammlung von Dr. R. Hensel. MalakozoologischeBlätter, Cassel 15: 169-217.

Matthews, W. J. L. Patterns in freshwater fish ecology. Pp. 756. In: Chapman & Hall, New York. 1998.

Medeiros, W.M.V.; Silva, C.E.; Lins, R.P.M. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil.Rev. Ambient. Água vol.13 no.2 Taubaté 2018 Epub May 07, 2018.

Miall, A.D. 1977. Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: A Summary. Geologycal Survey of Canada, 3303 – 33rd. 1977. 5 p.

Miall, A.D. 1997. The geology of stratigraphy sequences. Springer-Verlag, Berlin, 433p.

MJ, McCune B. Mefford. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version, v. 6, 2011.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2014. PORTARIA nº 445, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos". Disponível em < http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_445_2014_lista_peixes_amea%C3%A7ados_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acessado em 01 jun. 2018.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Brasília, 2007.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <http://sistemas.mma.gov.br/portalcnuc/rel/index.php?fuseaction=portal.consultarFicha>. Acesso em: out.2019.

Moring, J.B., Braun, C.L., And Pearson, D.K., 2014, Mesohabitats, fish assemblage composition, and mesohabitat use of the Rio Grande silvery minnow over a range of seasonal flow regimes in the Rio Grande/Rio Bravo del Norte, in and near Big Bend National Park, Texas, 2010–11: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2013–5210, 89 p., http://dx.doi.org/sir20135210.

Moring, J.B., Braun, C.L., And Pearson, D.K., 2014, Mesohabitats, fish assemblage composition, and mesohabitat use of the Rio Grande silvery minnow over a range of seasonal flow regimes in the Rio Grande/Rio Bravo del Norte, in and near Big Bend National Park, Texas, 2010–11: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2013–5210, 89 p., http://dx.doi.org/sir20135210.

MRS Estudos Ambientais LTDA. Relatório de impacto ambiental das obras de duplicação da rodovia BR290/RS. 2009.

Northcote, T. G. Migratorystrategies and production of freshwater fishes. Pp. 326. In: Ecology of freshwater fish production. 1978.

O'farrell, I., Tell, G., &Podlejski, A. 2001. Morphological variability of Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen (Bacillariophyceae) in the Lower Paraná River (Argentina). Limnology 2(2): 65-71.

Oliveira, M. L. A. A. &Porto, M. L. 2000. Ecologia de paisagem do Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil: mapa da cobertura do solo e da vegetação, a partir do Landsat TM5. Iheringia, Sér. Bot., 58:145-163.

Oliveira, M. L. A. A. 1999. Análise do padrão de distribuição de comunidades vegetais do Parque Estadual Delta do Jacuí: mapeamento e subsídios ao zoneamento da Unidade de Conservação. Tese (Doutorado em Botânica), UFRGS, Porto Alegre. 234 p.

Ortmann, A.E. 1921. South American naiades; a contribution to the knowledge of the freshwatermussels of South America. Mememoirs of the Carnegie Museum, Pittsburgh, 8 (3): 451-670.

Pereira, D. 2014. Bivalves Límnicos na América do Sul: Subsídios para Conservação de Espécies Nativas e para o Controle do Bivalve Invasor Limnoperna fortunei (Dunker, 1857). Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Ecologia UFRGS.

Pereira, D., Arruda, J. O., Menegat, R., Porto, M. L., Schwarzbold, A., & Hartz, S. M. 2011. Guildas tróficas, composição e distribuição de espécies de moluscos límnicos no gradiente fluvial de um riacho subtropical brasileiro. Biotemas 24(1), 21-36.

Pereira, D., Arruda, J. O.; Bergonci, P. E. A.; Oliveira, A. S.; Postiglione, R.; Mansur, M. C. D. 2012a. Como monitorar moluscos límnicos invasores bentônicos e macroinvertebrados associados? In: M. C. D. MANSUR; C. P. DOS SANTOS; D. PEREIRA; I. C. P. PAZ; M. L. L. ZURITA; M. T. R. RODRIGUEZ; M. V. NEHRKE; P. E. A. BERGONCI. (Org.). Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle. 1ed.Porto Alegre: REDES, v. 1, p. 155-184.

Pereira, D., Mansur, M. C. D.; Pimpão, D. M. 2012b. Identificação e diferenciação dos bivalves límnicos invasores dos demais bivalves nativos do Brasil. In: M. C. D. Mansur; C. P. Dos Santos; D. Pereira; I. C. P. Paz; M. L. L. Zurita; M. T. R. Rodriguez; M. V. Nehrke; P. E. A. Bergonci. (ORG.). Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle. 1ed.Porto Alegre: REDES, v. 1, p. 75-94.

Pereira, D., Veitenheimer-Mendes, I. L., Mansur, M. C. D., & Silva, M. D. 2000a. Malacofaunalímnica do sistema de irrigação da microbacia do arroio Capivara, Triunfo, RS, Brasil. Biociências 8(1): 137-157.

Pereira, D.; De Luca, S. J. Benthic macroinvertebrates and the quality of the hydric resources in Maratá Creek basin (Rio Grande do Sul, Brazil). Acta LimnologicaBrasiliensia, v. 15, n. 2, p. 57-68, 2003.

Pereira, D.; Konrad, H. G.; Paloski, N. I. 2000b. Gastrópodos límnicos da bacia do rio Camaquã, RS, Brasil. Acta BiologicaLeopoldensia 22: 55-66.

Perucchi, L.C.; Kubo, R.R; Coelho-De-Souza, G. Articulação e encaminhamento das questões da pesca artesanal: uma análise do Fórum da Pesca do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. revista de Gestão Costeira integrada, v.12, n.4, 2012.

Pillar, V. D. "MULTIV: aplicativo para análise multivariada e teste de hipóteses." Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre (2001).

Pillar, V. D. P. 2004. Suficiência amostral. In Bicudo, C. D. M., & Bicudo, D. D. C. Amostragem em limnologia. São Carlos: RiMa, p.25-43.

Plafkin, J.L. 1989. Rapid bioassessmentprotocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish. United States Environmental ProtectionAgency, Office of Water.

Pompêo, Marcelo Luiz Martins; MOSCHINI-CARLOS, Viviane. Macrófitas aquáticas e perifíton: aspectos ecológicos e metodológicos. RiMa, 2003.

Pracheil, B. M.; Mcintyre, P.B., Lyons, J. D. Enhancing conservation of large-river biodiversity by accounting for tributaries. Frontiers in Ecology and the Environment, v. 11, n. 3, p. 124-128. 2013.

Rauber Minerais. Relatório de Controle Ambiental (RCA): Extração de bens minerais (areia e/ou cascalho), lavra de areiam a céu aberto, sem beneficiamento, em recurso hídrico. 2012.

Rauber Minerais. Relatório de Controle Ambiental (RCA): Extração de bens minerais (areia e/ou cascalho), lavra de areiam a céu aberto, sem beneficiamento, em recurso hídrico. 2012.

Reis, R. E., Kullander, S. O., Ferraris, C. J. Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. In: Edipucrs. 2003.

Reis, R.E. Revision of the neotropical catfish genus Hoplosternum (Ostariophysi: Siluriformes: Callichthyidae), with the description of two new genera and three new species. Ichthyol. Explor. Freshwat. n. 7, v. ¾, p.299-326. 1997.

Reynolds, C. Community organization in the freshwaterplankton. In: Symp. Br. Ecol. Soc. 1987. p. 297-325.

Reynolds, C. S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L., & Melo, S. (2002). Towards a functional classification of the freshwaterphytoplankton. Journal of planktonresearch, 24(5), 417-428.

Reynolds, C. S.; Descy, J.-P.; Padisák, J..1994. Are phytoplankton dynamics in riverssodifferent from those in shallowlakes?. In: Phytoplankton in Turbid Environments: Rivers and ShallowLakes. Springer, Dordrecht, p. 1-7.

Reynolds, C.S. 1984. The ecology of freshwaterphytoplankton. Cambridge universitypress,

Rhea Estudos e Projetos. Relatório técnico do diagnóstico ambiental do meio biótico. 2007.

Rio Grande do Sul, 2018. Decreto Estadual nº 53.885 - Institui subdivisão das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul em Bacias Hidrográficas. Podes Executivo. 16 de janeiro de 2018.

Rio Grande do Sul. Decreto Estadual N.º 51.797, de 8 de Setembro de 2014. Declara as Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2051.797.pdf>. Acessado em 01 jun. 2018.

Rio Grande do Sul. Decreto Estadual Nº 41.672, de 11 de Junho de 2002. Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099. ASP?Hid_ TodasNormas=840 &hTexto=&Hid_IDNorma=840> Acessado em 01 jun. 2018.

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Etapa A – Diagnóstico dos recursos hídricos da bacia do rio Pardo. 2005. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/g060-bacia-hidrografica-dos-rios-vacacai-vacacai-mirim>

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). G060 – Bacia hidrográfica dos rios Vacacaí – Vacacaí Mirim. 2019. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/g060-bacia-hidrografica-dos-rios-vacacai-vacacai-mirim>

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Planejamento da bacia hidrográfica do Baixo Jacuí, fases A, B e C. Relatório técnico 1: atividades preliminares - rt1. Edição revisada. 2014. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/g070-bacia-hidrografica-do-baixo-Jacuí>

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Plano de Bacia Taquari-Antas. Elaboração dos serviços de consultoria referente às fases A e B do plano de bacia do rio Taquari-Antas. Fase AP (Atividade Preliminar). Atividade Ap 2, Ap3 Ap 4 e Ap 5. Relatório técnico 1:atividades preliminares - rt1. 2011. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/g040-bacia-hidrografica-do-rio-taquari-antas>

Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA). Elaboração de serviço de consultoria relativo ao processo de planejamento dos usos da água na bacia hidrográfica dp

Alto Jacuí – Etapas A eB. Relatório técnico 1: atividades preliminares - RT1. Edição revisada. 2012. Disponível em: https://www.sema.rs.gov.br/g050-bacia-hidrografica-do-alto-Jacuí

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Departamento de Recursos Hídricos – DRH. Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul – SIOUT. Disponível em: http://www.siout.rs.gov.br/consulta/. Acesso em: out. 2019.

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Planejamento da bacia hidrográfica do Baixo Jacuí, fases A, B e C. Relatório técnico 1: atividades preliminares - rt1. Edição revisada. 2014. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/g070-bacia-hidrografica-do-baixo-Jacuí>.

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande Do Sul - SEMA. Disponível em: < https://www.sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-2016-10> Acesso em: out. 2019.

Rio Grande do Sul. Superintendência dos Portos e Hidrovias - SPH. Travessias Hidroviárias Intermunicipais da Bacia do Sudeste - no Rio Grande do Sul (Rio Jacuí). 2014d. Disponível em: http://www.sph.rs.gov.br/sph_2006/content/travessias/travessias_intermunicipais.php Acesso em: 30 Mai. 2014.

Rio Grande do Sul. Superintendência dos Portos e Hidrovias - SPH. Portos e Terminais na Hidrovia Rio Jacuí. 2014e. Disponível em: <http://www.sph.rs.gov.br/sph_2006/content/porto_poa/porto_poa_infraestrutura_terminais_fora_cais.php> Acesso em: 27 Jan. 2014.

Robinson, A. H., & Robinson, P. K. 1971. Seasonal distribution of zooplankton in the northern basin of Lake Chad. Journal of Zoology 163(1), 25-61.

Robinson, C. T., Tockner, K., Ward, J. V. The fauna of dynamic riverine landscapes. Pp. 661-677. In: Freshwater Biology, v. 47, n. 4. 2002.

Rondon Súarez, Y. Variação espacial e temporal na diversidade e composição de espécies de peixes em riachos da bacia do Rio Ivinhema, Alto Rio Paraná. In: Biota Neotropica, v. 8, n. 3. 2008.

Roos Ambiental. Diagnóstico ambiental do meio biótico do relatório de controle ambiental (RCA) e plano de controle ambiental (PCA) para mineração em recurso hídrico. 2016.

Saccol-Perreira, A. Variação sazonal e estrutura trófica da assembléia de peixes do delta do Rio Jacuí, RS, Brasil. 2008.

Saccol-Perreira, A., Milani, P. C. C., Fialho, C. B. Primeiro registro de Acestrorhynchus pantaneiro Menezes, 1992 (Characiformes, Acestrorhynchidae) no sistema da laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Pp. 1-4. In: Biota Neotropica, vol. 6. 2006.

Sampóns, M.R. 1988. Zoobentos del río Arrecifes (Buenos Aires, Argentina) y sus principalestributarios. Iheringia 68: 63-82

Santos, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. Hidrometria Aplicada. LACTEC. Curitiba-PR. 2001.

Santos, J. E. Ontogênese e comportamento larvais de seis espécies de peixes de água doce sob condições experimentais. Belo Horizonte: Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, 1992. 132p. (Dissertação, Mestrado em Morfologia).

Santos, P.F.; da Luz, L.D. Lagoas marginais e sua importância para conservação da biodiversidade – relação com alterações hidrológicas. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, MS. Porto Alegre, ABRH. 2009.

Sato, Y., Cardoso, E.L., Amorim, J.C.C. 1987. Peixes das lagoas marginais do Rio São Francisco à montante da represa de Três Marias (Minas Gerais). Brasília: CODEVASF, p.4-20

Schafer, S. A. Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogeneticstudies of the Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). Pp. 375-400. In: Phylogeny and classification of neotropical fishes, Edipucrs. 1998.

Scherer, C. M. S.; E.L.C.Lavina ; M.M.Fonseca ; Santos, L. A. O. . Barras em pontal em depósitos fluviais antigos: exemplos no registro geológico sul-rio-grandense. Pesquisas em Geociências (UFRGS), Porto Alegre, v. 27(1), p. 77-88, 2000.

Schloesser, J.T. Large river fish communitysamplingstrategies and fish association to engineering and natural river channel structures. Manhattan, Kansas: Kansas State University. Master of Science Thesis. 76p. 2008.

Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande Do Sul (SEMA RS). Disponível em: < https://www.sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-2016-10> Acesso em: out. 2019.

SEMA RS – Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2010). Zoneamento Ambiental da Silvicultura – Diretrizes da Silvicultura por unidade de Paisagem e Bacia Hidrográfica.

Secretaria Municipal de Qualidade Ambiental de Charqueadas. Plano Ambiental Municipal. Vol. 2.

SEPLAN. 1986. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso e ocupação dos solos. Levantamentos de Recursos Naturais, SEPLAN-IBGE, Rio de Janeiro, Vol. 33, 791p.

Silva, K. W. D. S., Everton, N. D. S., & Melo, M. A. D. D. 2016. Aplicação dos índices biológicos Biological Monitoring Working Party e Average Score per Taxon para avaliar a qualidade de água do rio Ouricuri no Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil. Revista Pan-Amazônica de Saúde, 7(3), 13-22.

Sinha, R.K.; Das, N.K. 1993. Taxonomy in the study of water pollution. Environment and Ecology, v. 11, n. 2, p. 412-418,

Soares, M. R. G. J.; Souza, J. L. M. Anáise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Pequeno em São José dos Pinhais (PR). Geografia (Londrina), Londrina, v. 21, n. 1, p. 019-036, jan/abr. 2012. Disponível em: http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia

Stevaux, J.C.; Takeda, A.M. 2002. Geomorphological processes related to density and variety of zoobenthiccommunity of the upper Paraná River, Brazil. ZeitschriftFurGeomorphologieSupplementband, p. 143-158.

Strieder, M.N., Ronchi, L.H., Stenert, C., Scherer, R.T., Neiss, U.G. 2006. Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no sul do Brasil. Acta BiologicaLeopondensia 28(1):17-24.

Superintendência de Infraestrutura de Transportes / Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (SEINFRA/DNIT). Projeto de Estruturação do Desenvolvimento Hidroviário no Rio Grande do Sul (Hidrovia Brasil – Uruguai).

Takeda, A. M.; Lansac-Tôha, F. A.; Agostinho, A. A. Estudos ecológicos de longa duração: reservatório de Itaipu e planície alagável do alto rio Paraná. 2018.

Takeda, A.M., Grzybkowska, M. 1997. Seasonal dynamics and production of Campsurus violaceus nymphs (Ephemeroptera, Polymitarcyidae) in the Baia River, upper Parana River floodplain, Brazil. Hydrobiologia 356(1-3), 149-155.

Takeda, A.M., Stevaux, J.C.; Fujita, D.S. 2001. Effect of hydraulics, bed loadgrain size and water factors on habitat and abundance of Narapabonettoi Righi & Varela, 1983 of the Upper Paraná River, Brazil. Hydrobiologia 463(1): 241-248.

Takeda, A.M.; Fujita, D.S. Benthic invertebrates. The upper Paraná River and its floodplain: physicalaspects, ecology and conservation. Leiden: BackhuysPublishers, p. 191-208, 2004.

Takeda, A.M.; Shimizu, G.Y.; Higuti, J. 1997. Variações espaço-temporais da comunidade zoobêntica. A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. EdUEM. Maringá. 460p, p. 157-177.

Tales, E., Berrebi, R. Controls of local young-of-the-year fish species richness in flood plain water bodies: potentialeffects of habitat heterogeneity, productivity and colonisation–extinction events. Pp. 144-154. In: Ecology of Freshwater Fish, v. 16, n. 2. 2007.

Tejerina-Garro, F. L., Fortin, R., Rodriguez, M. A. Fish community structure in relation to environmentalvariation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin. Pp. 399-410. In: Environmental Biology of Fishes, v. 51, n. 4. 1998.

Thomaz, S.M. et al. Decomposição das macrófitas aquáticas e sua relação com o pulso de inundação. In: Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos. Henry, R. (org.). São Carlos: RiMa, 349p. 2003.

Thorne, CR. 1998. Stream reconnaissance handbook: geomorphologicalinvestigation and analysis of river channels. John Wiley & Sons Ltd.

Tomanova, S., Tedesco, P.A., Roset, N., Thomas, R.B., Belliard, J. Systematic point sampling of fish communities in medium- and large-sizedrivers: sampling procedure and effort. Fisheries Management and Ecology, v.20, n.6. 2013.

Torloni, C.E.C., Santos, J.J., Moreira, J. A., Girardi, L. 1991. Pesca artesanal e produção pesqueira no reservatório da UHE Mário Lopes Leão, Promissão-SP. CESP. São Paulo, v.1, 17p.

Tucci, C.E.M. Modelos hidrológicos. 2° ed. Ed. da UFRGS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre. 2005.

Uhde, V.; Massoli, E.V.; Callil, C.T. Efeito do macrofouling sobre a comunidade de invertebrados aquáticos. In: M. C. D. Mansur; C. P. Dos Santos; D. Pereira; I. C. P. Paz; M. L. L. Zurita; M. T. R. Rodriguez; M. V. Nehrke; P. E. A. Bergonci. (Org.). Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle. 1ed.Porto Alegre: REDES, v. 1, p. 235-241, 2012.

USACE: US Army Corps of Engineers (2016). River Analysis System. Hydraulic Reference Manual, version 5.0.

Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. 1980. The river continuum concept. Canadian journal of fisheries and aquaticsciences, 37(1), 130-137.

Vannote, R.L., Minshall, G.W., Cummins, K.W., Sedell, J.R., & Cushing, C.E. (1980). The river continuum concept. Canadian journal of fisheries and aquaticsciences, 37(1):130-137.

Vazzoler, A. E. A. M., Menezes, N. A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysi). Rev. Bras. Biol. 52, 627-640.

Vazzoler, A.E.A.M, Agostinho, A.A., Hahn, N.S. A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná. EDUEM, Maringá. p.267-280. 1997.

Vazzoler, A.E.A.M. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução e crescimento. Brasília, CNPq. 108p. 1981.

Vazzoler, A.M.A.M. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes; reprodução e crescimento. Brasília, CNPq. 108p. 1981.

Villela, S. M.; Mattos, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.

Villwoock, J.A.; Tomazelli, L.J. 1995. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, 8: 1-46.

Volkmer-Ribeiro, C., Mansur, M. C. D., Pereira, D., Tiemann, J.S., Cummings, K.S., &Sabaj, M.H. 2019. Sponge and molluskassociations in a benthic filter-feeding assemblage in the middle and lower Xingu River, Brazil. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 166(1): 1-24.

Weber, E.; Hasenack, H.; Ferreira, C.J.S. 2004. Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação. Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. ISBN 978-85-63843-02-9. Disponível em http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo.

Welcomme, R. L. Fisheries ecology of floodplain rivers. New York: Longman, 1979. 317p.

Welcomme, R. L. Relationships betweenfisheries and the integrity of river systems. Regulated Rivers: Research and Management 11:121-136, 1995.

Winemiller, K. O. et al. Fish assemblage structure in relation to environmentalvariationamongBrazos River oxbowlakes. Pp. 451-468. In: Transactions of the American Fisheries Society, v. 129, n. 2. 2000.

Wourms, J. P. Pre-embryonic and embryonicdiapause of variableduration in the eggs of annual fishes. Pp. 389-414. In: Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology, v. 182, n. 3. 1972.

9 ANEXOS

A seguir são apresentados os seguintes anexos:

- Anexo A – Mapa do Zoneamento Ambiental.
- Anexo B – Coordenadas geográficas e elevações dos marcos geodésicos implantados.
- Anexo C – Elaboração de diretrizes para recuperação da vegetação ciliar do Rio Jacuí
- Anexo D – Anotação de Responsabilidade Técnica - ART

ANEXO A – MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Diretrizes Ambientais						
Descritores	**Resumo Diretrizes Específicas**	**Classe 1 Sensibilidade Ambiental Muito Baixa**	**Classe 2 Sensibilidade Ambiental Baixa**	**Classe 3 Sensibilidade Ambiental Média**	**Classe 4 Sensibilidade Ambiental Alta**	**Áreas de Atenção**
Erosão das Margens	Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico.	X	X	X	X	X
	Efetuar monitoramento quantitativo da evolução da linha de margem, para as margens com perfil erosivo.			X	X	X
Contaminação Sedimento	Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais.	X	X	X	X	X
Modelagem Hidrodinâmica	Realizar estudos para os trechos que abranjam as áreas de atenção resultantes da avaliação do risco potencial erosivo, executando o refinamento da modelagem hidrodinâmica.					X
Biota Aquática	Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.	X	X	X	X	X
	Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.	X	X	X	X	X
	Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.	X	X	X	X	X
	Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.	X	X	X	X	X
	Realizar estudos da cobertura, riqueza e biomassa relativa da comunidade de macrófitas aquáticas, especialmente, anfíbias, emergentes e flutuantes fixas ao substrato, para mineração em barras, e assim avaliar a estabilidade destes ambientes.			X	X	X
	Identificar os mesohabitats presentes na planície de inundação (leito maior) que apresentam maior conectividade com o a calha do Rio Jacuí (leito menor), sendo relevantes, como área de refúgio, alimentação e reprodução de macroinvertebrados bentônicos.			X	X	X
	Avaliar a composição, riqueza e abundância da comunidade de peixes incluindo zonas a montante e jusante do trecho avaliado privilegiando os ambientes importantes para a ictiofauna, e contemplando o período de primavera-verão em locais como margens do rio, fozes de afluentes e conexões com ambientes marginais.			X	X	X
	Avaliar índices ecológicos referentes às comunidades ictiofaunísticas, abrangendo minimamente diversidade, equitabilidade e dominância.			X	X	X
	Mapear a ocorrência de espécies ícticas ameaçadas, raras, migratórias e endêmicas, caracterizando seus habitats.			X	X	X
	Proibir a mineração durante o período de piracema, nas áreas de atenção situadas em fozes de rios.					X
Elaboração de EIA/RIMA	Estabelecer a indicação e estudos de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental.				X	X

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Limite municipal
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração
PROFILL

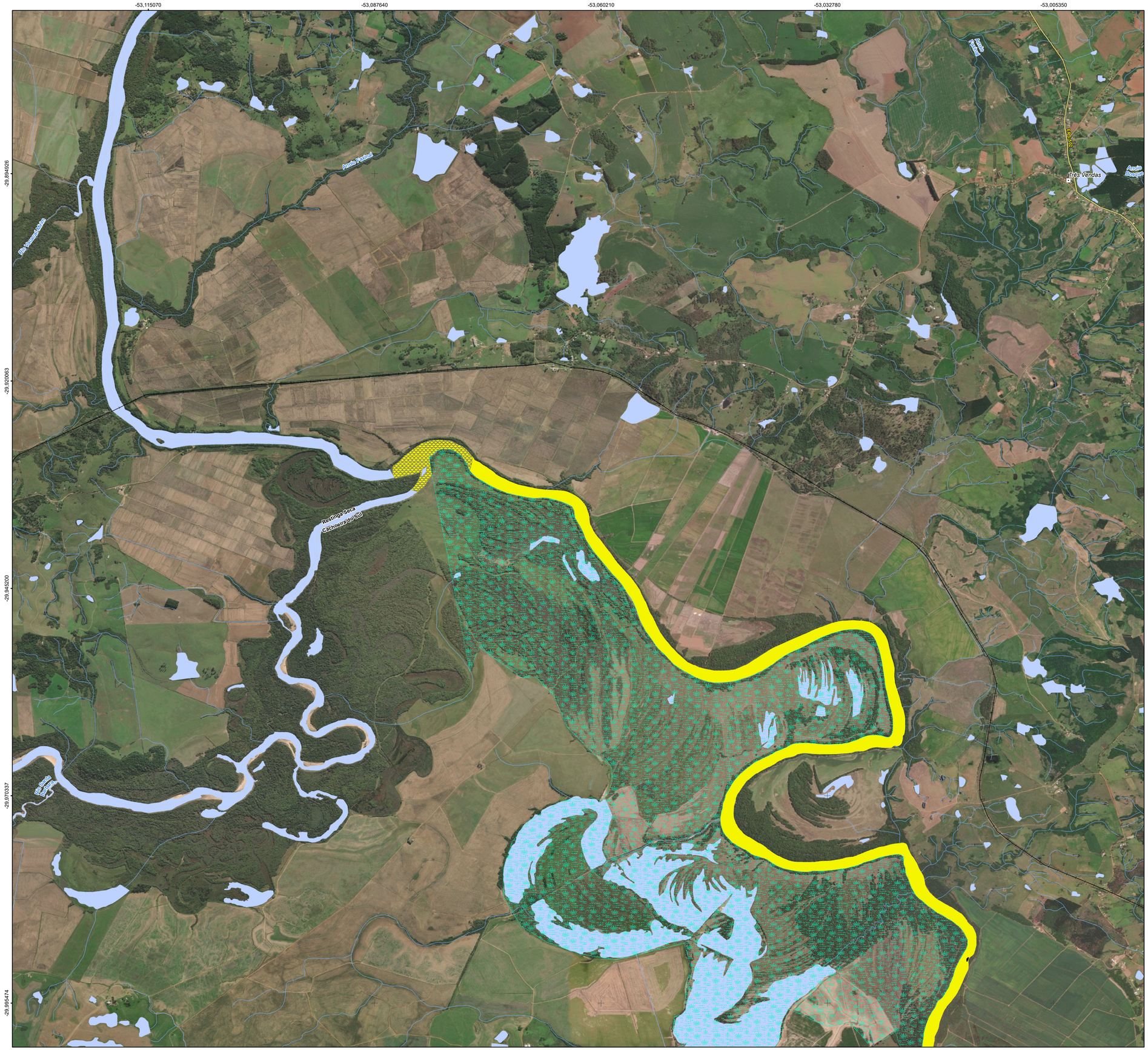
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização
Fepam

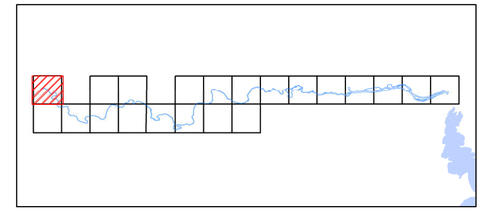
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: 1:200.000
3 1,5 0 3 km

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)



Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 1 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

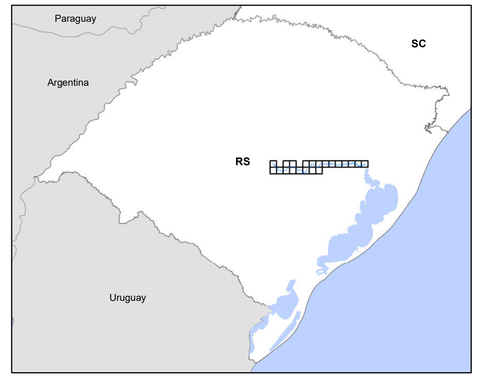
-53,115070 -53,087640 -53,060210 -53,032780 -53,005350

-30,020611 -30,045748 -30,070885 -30,096022 -30,121159

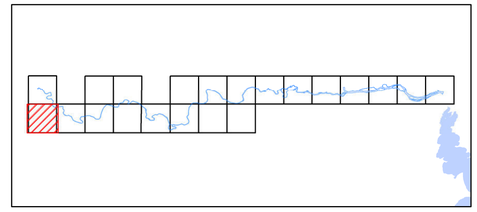
Balsa de São Lourenço

Passo do Lourenço

Rio Jaguari



Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Sintese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

Escala: 1:25.000

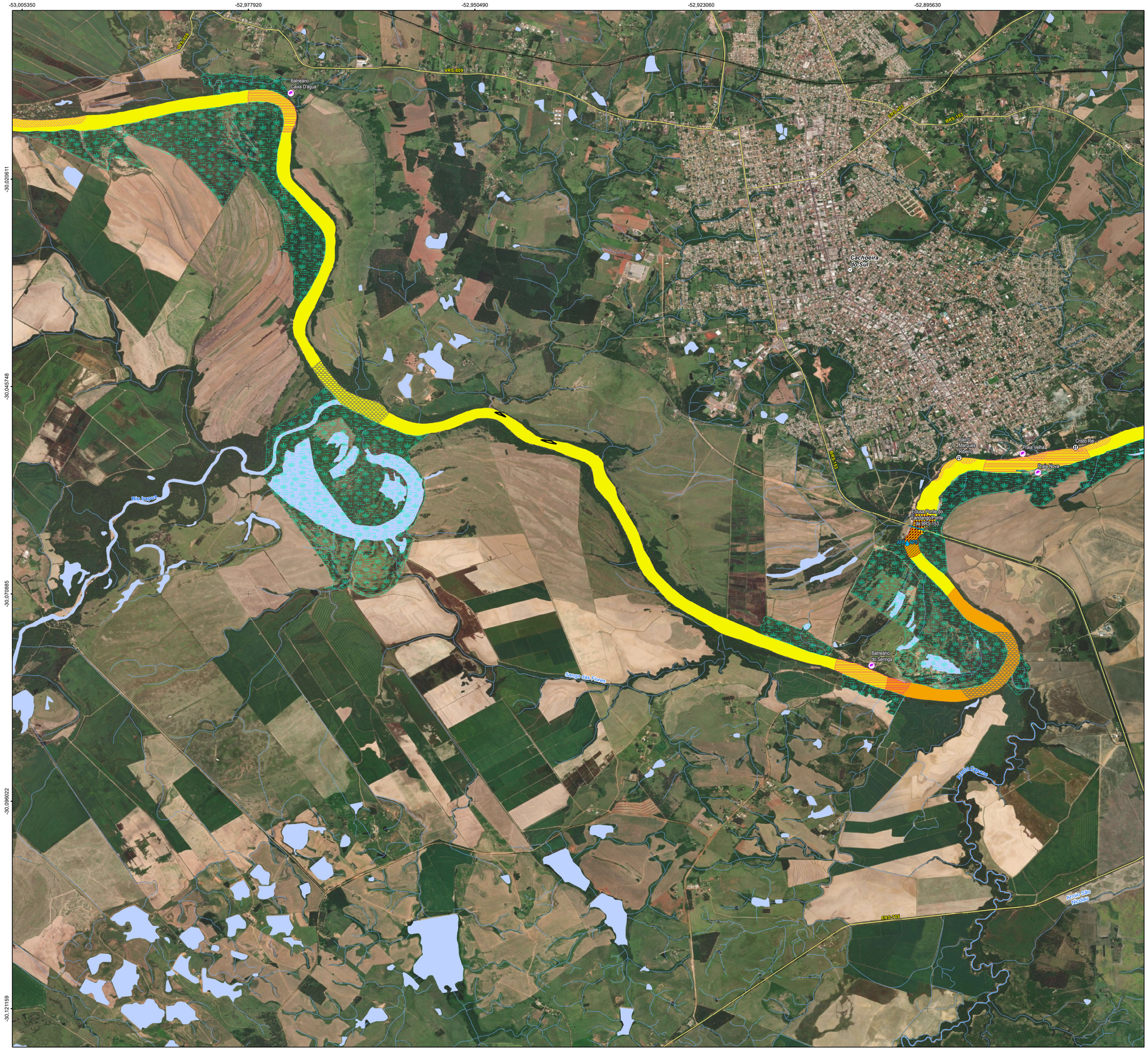
250 125 0 250 m

N

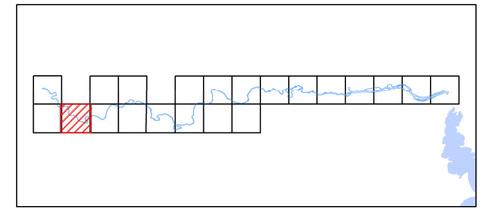
MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 2 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)



Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 3 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

Localização do Rio Jacuí

Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

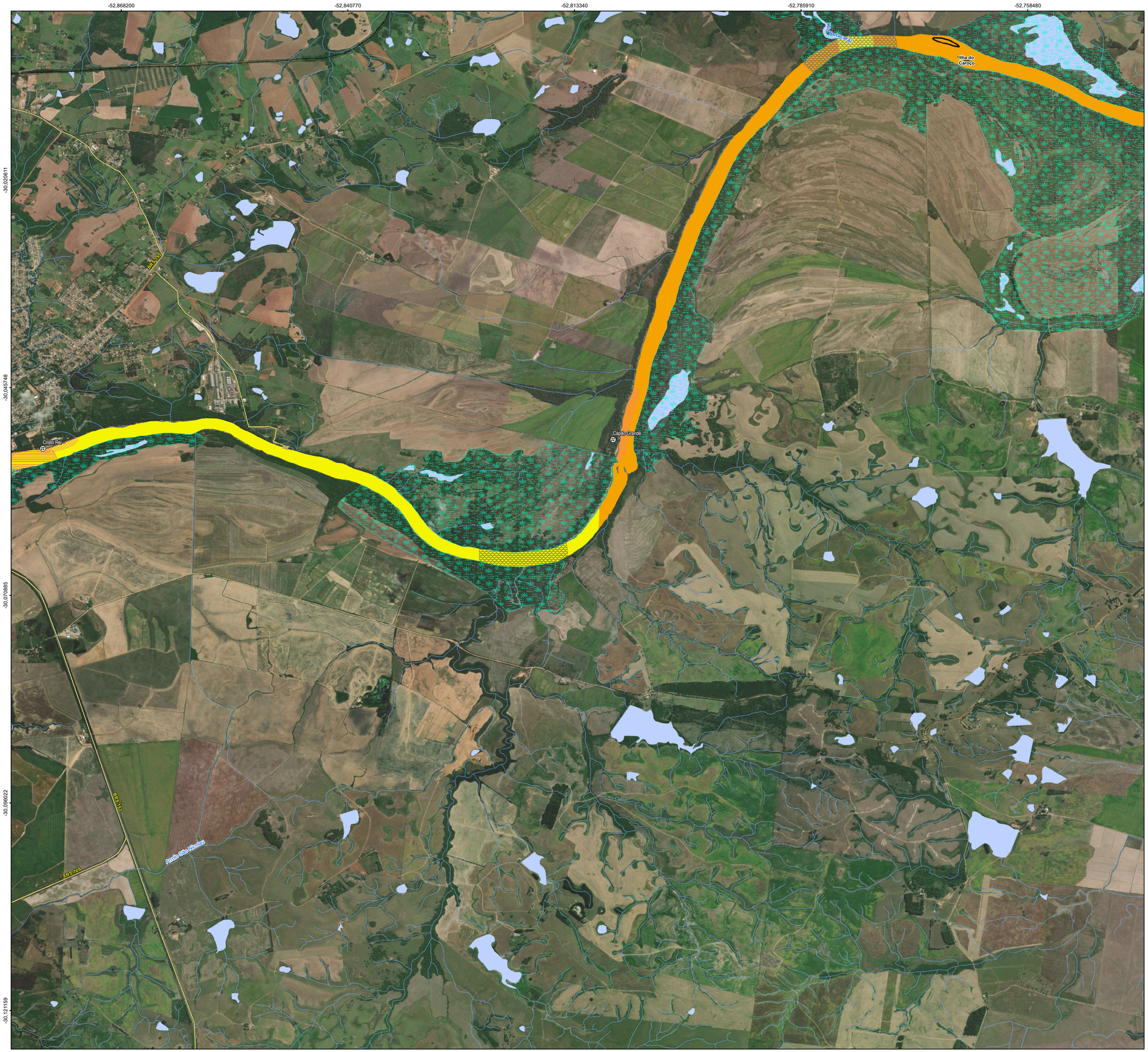
Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

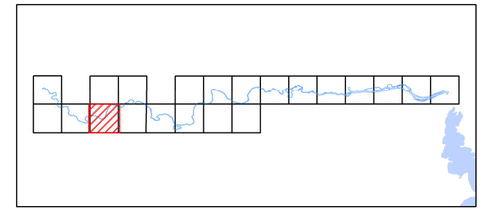
MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 4 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)



Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

Escala: 1:25.000

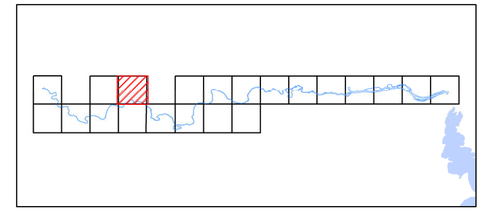
250 125 0 250 m

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 5 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 6 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

-52,731050 -52,703620 -52,676190 -52,648760 -52,621330

-30,020611 -30,045748 -30,070885 -30,096022 -30,121159

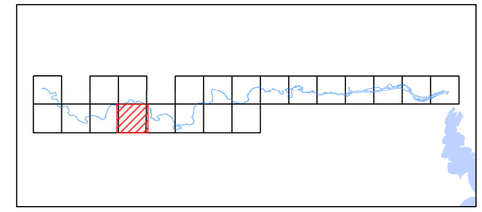
Ilha do Lombo Seco

Rio Pardo Cachoeira do Sul

Arroio Jacuí

Arroio Pinhal

Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

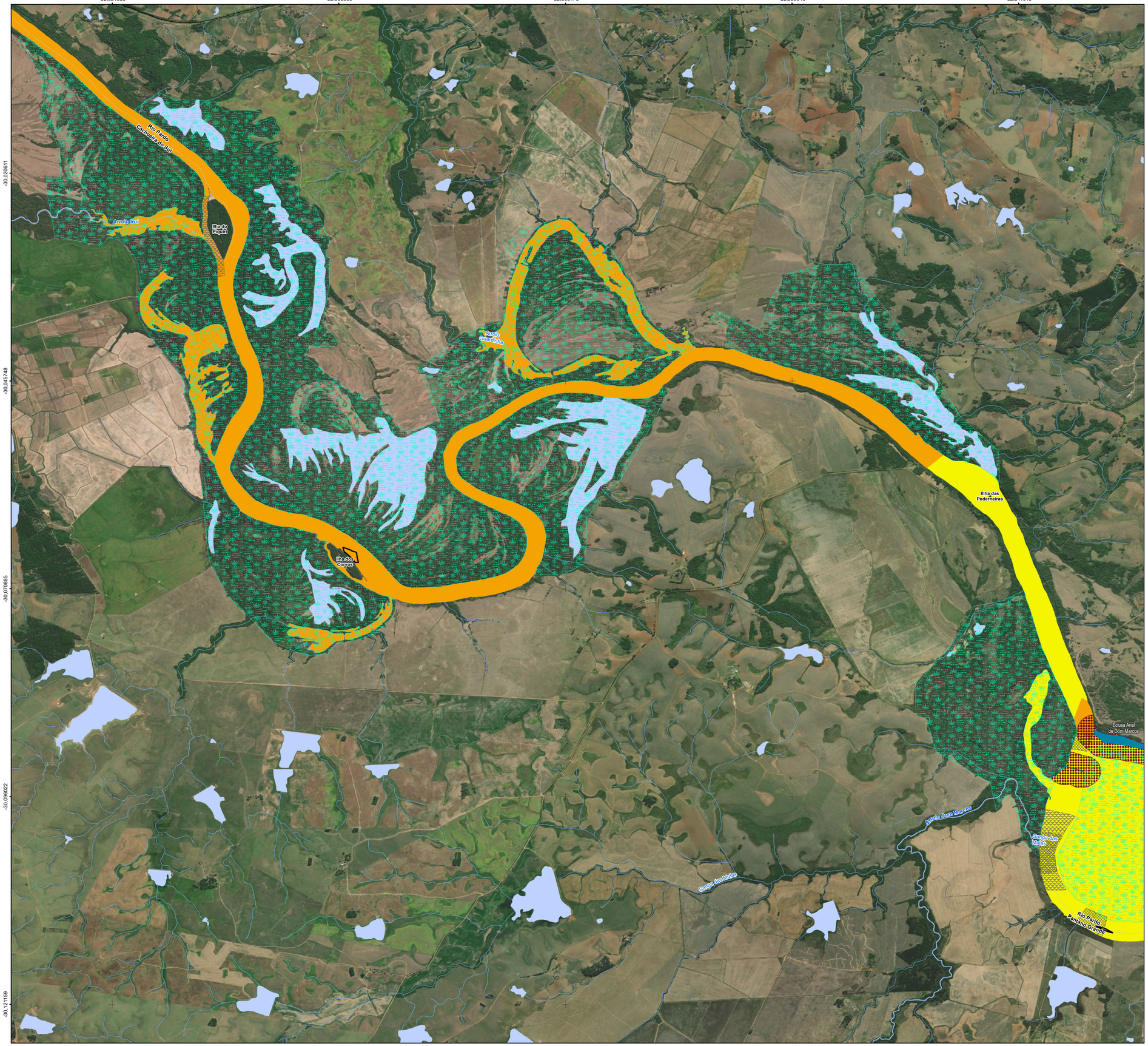
Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

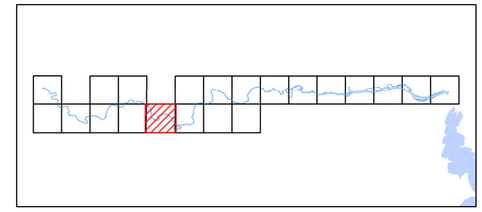
MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 7 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)



Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

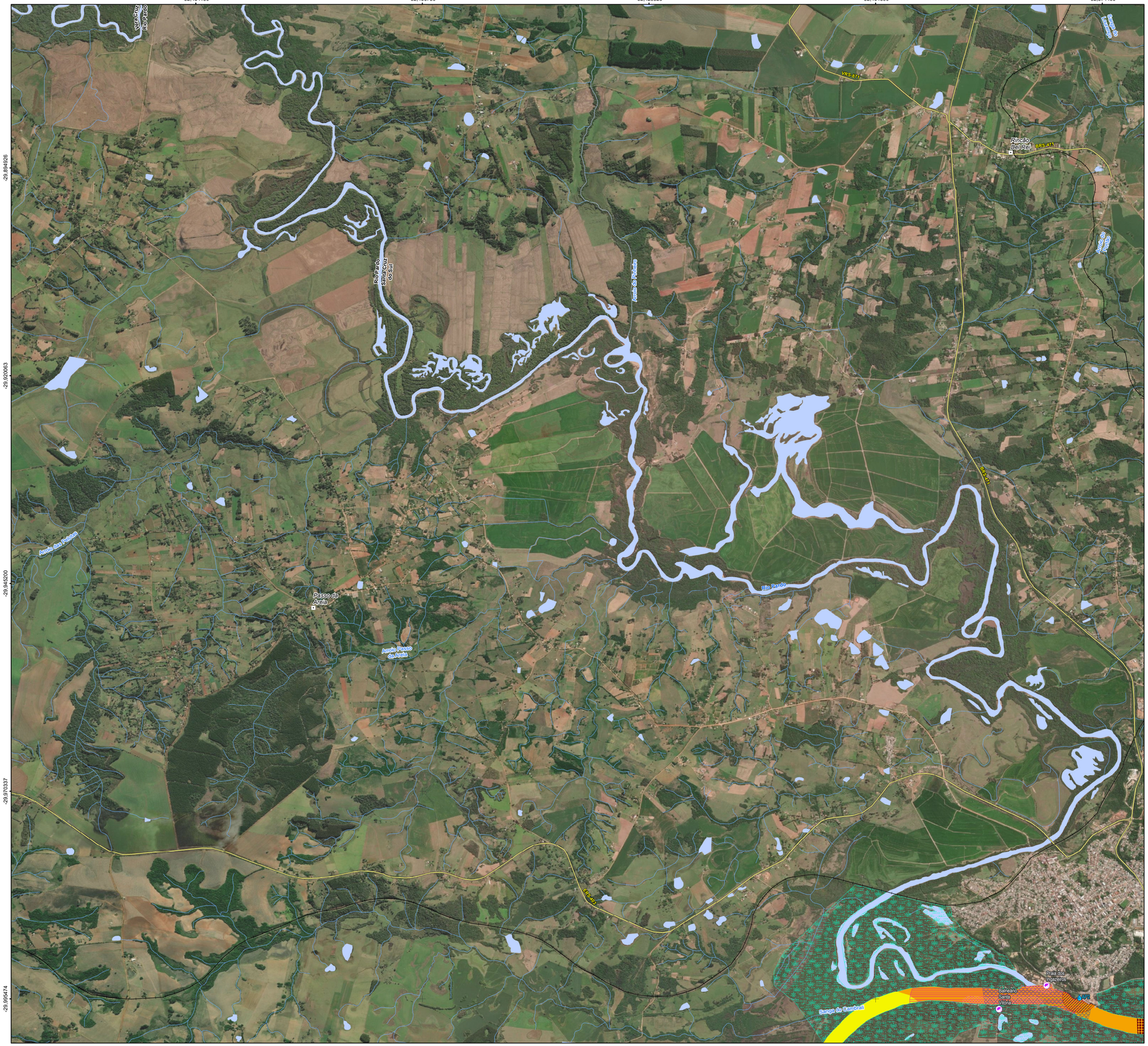
Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

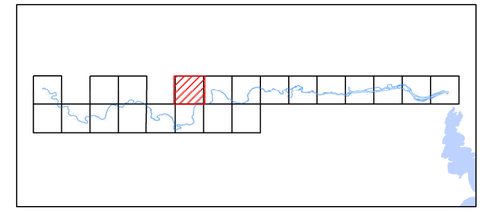
MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 8 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)



Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

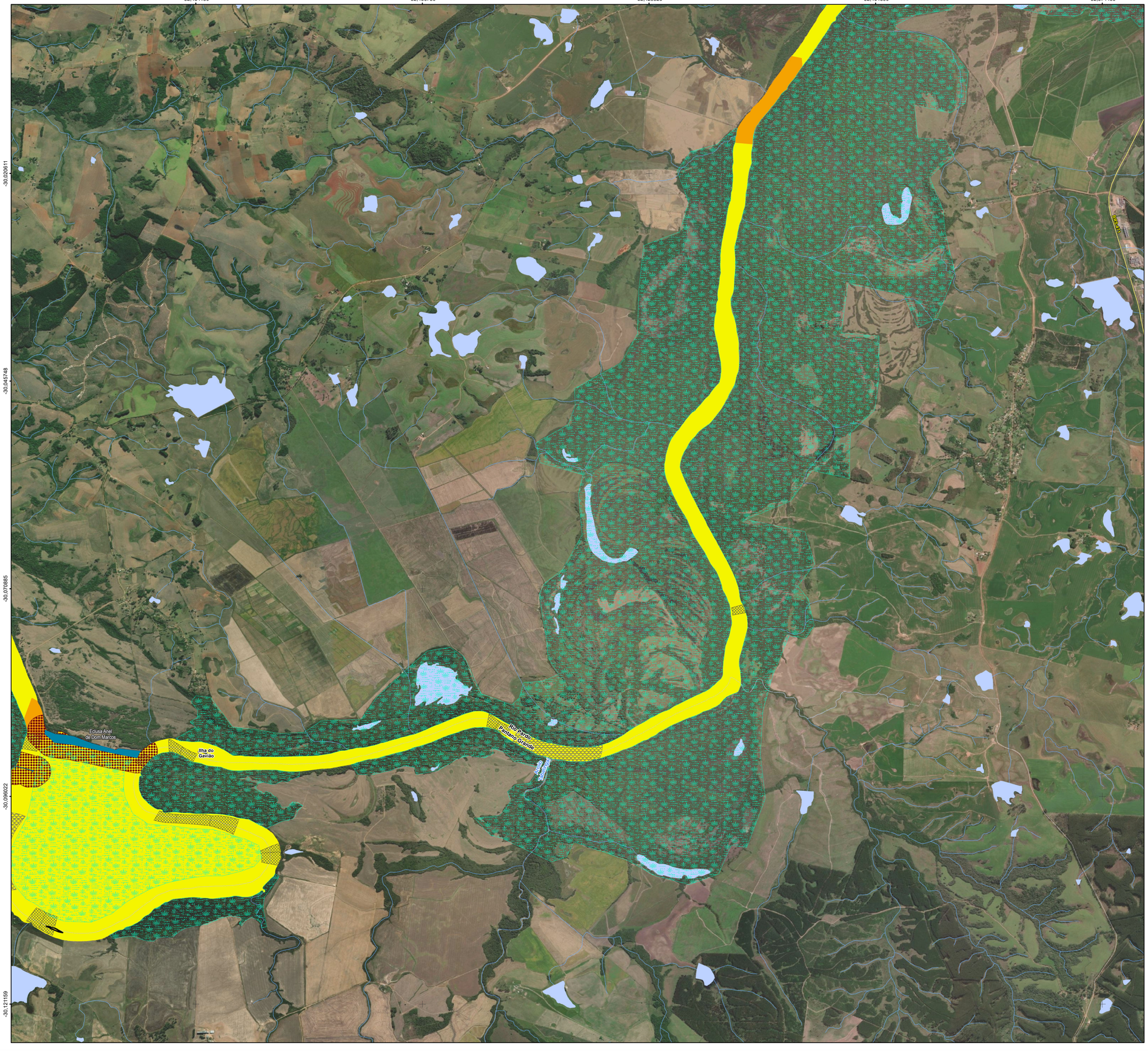
MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

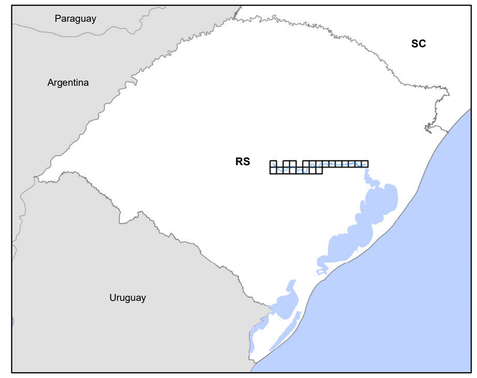
Folha 9 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

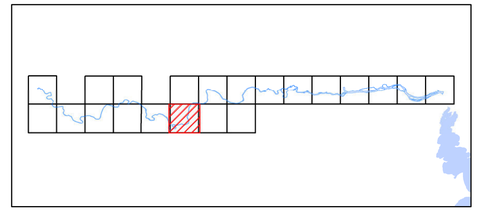
-52,484180 -52,456750 -52,429320 -52,401890 -52,374460

-30,020611 -30,045748 -30,070885 -30,096022 -30,121159





Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Sintese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

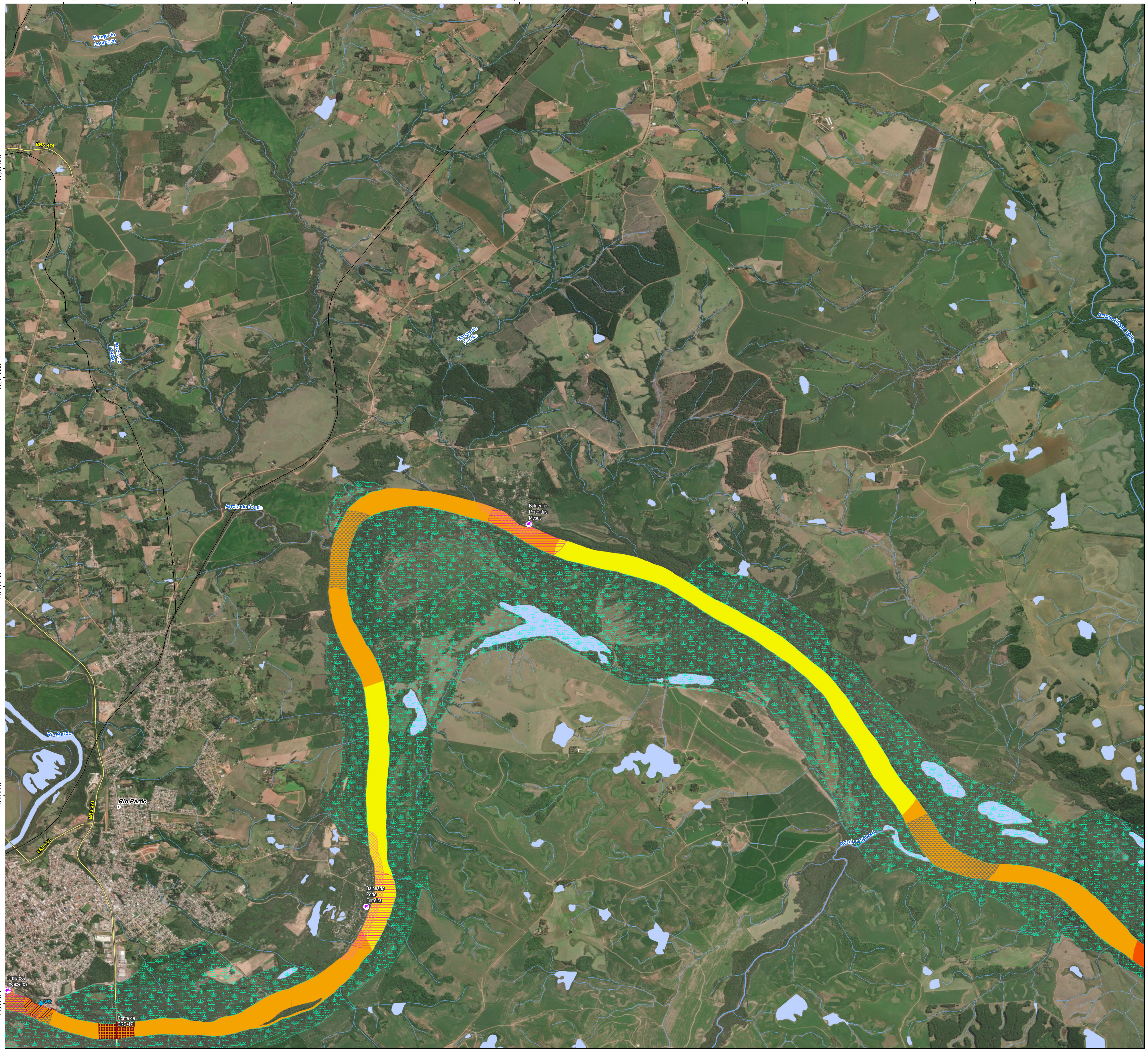
Escala: 1:25.000

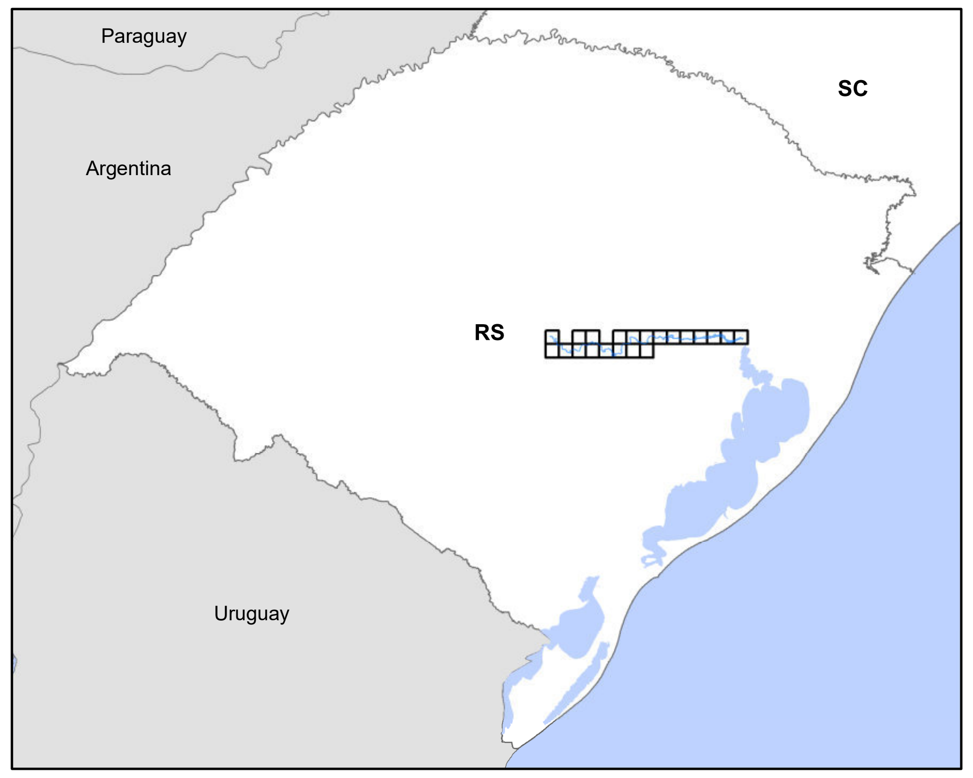
250 125 0 250 m

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

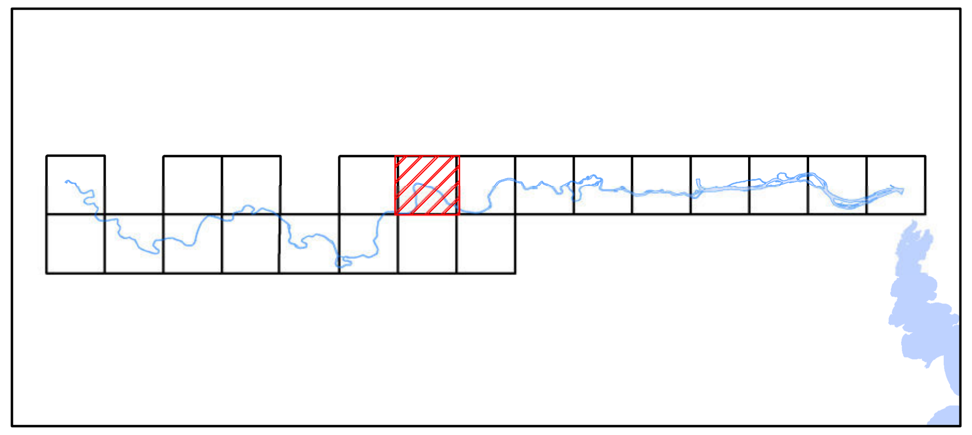
Folha 10 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)





Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração
PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização
Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: 1:25.000
250 125 0 250 m

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

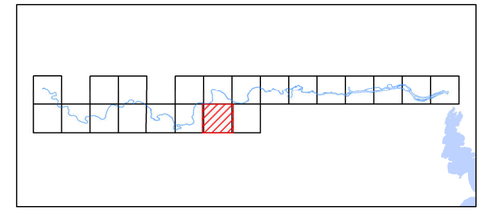
Folha 11 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

-52,374460 -52,347030 -52,319600 -52,292170 -52,264740

-30,020611 -30,045748 -30,070885 -30,096022 -30,121159

Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

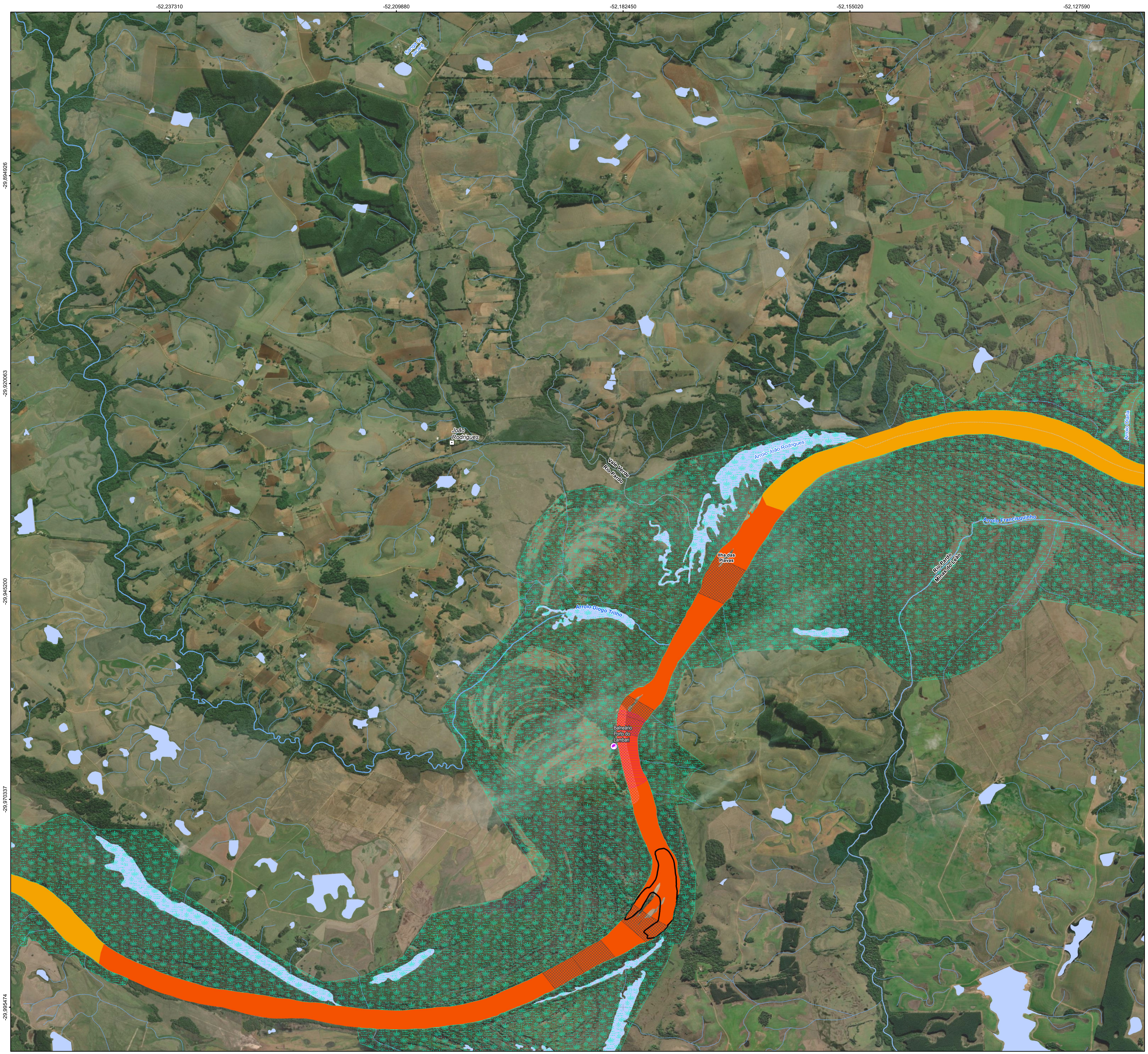
Escala: 1:25.000

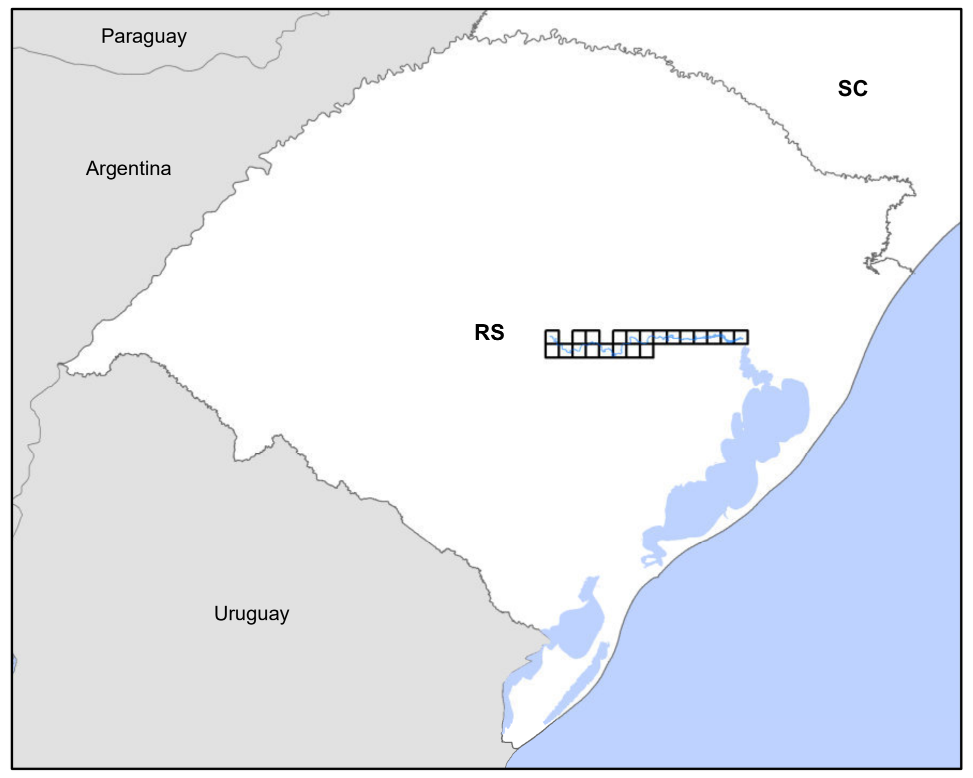
250 125 0 250 m

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

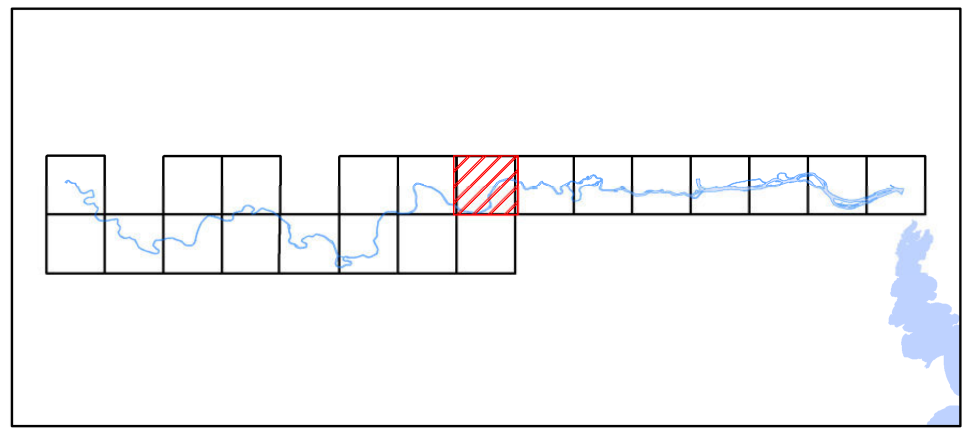
Folha 12 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)





Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

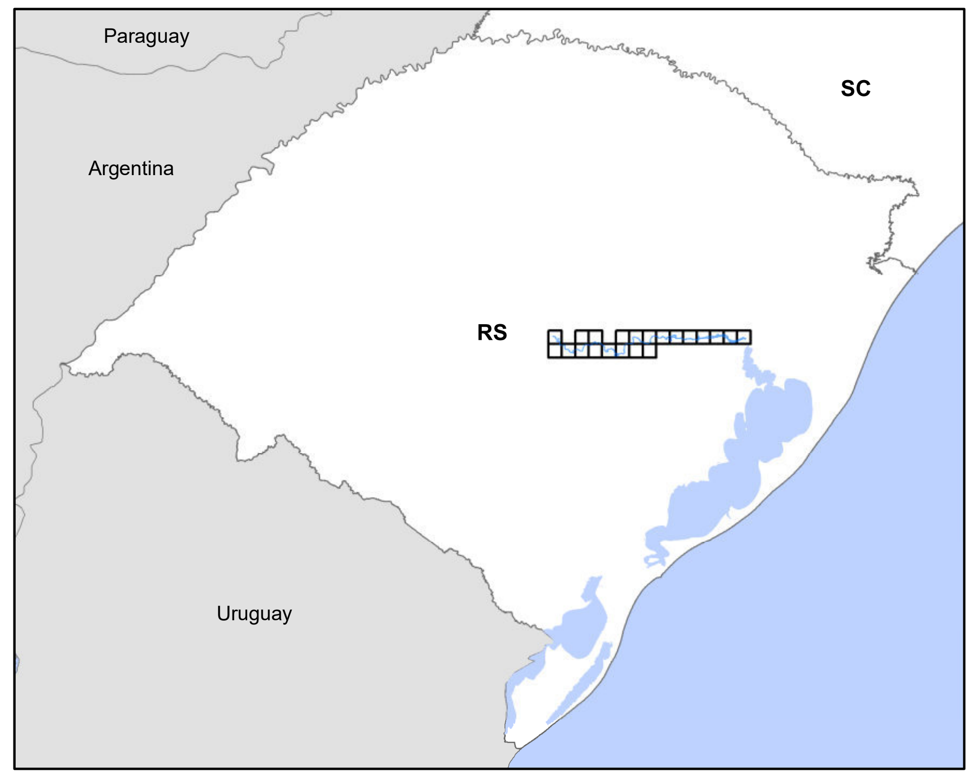
Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

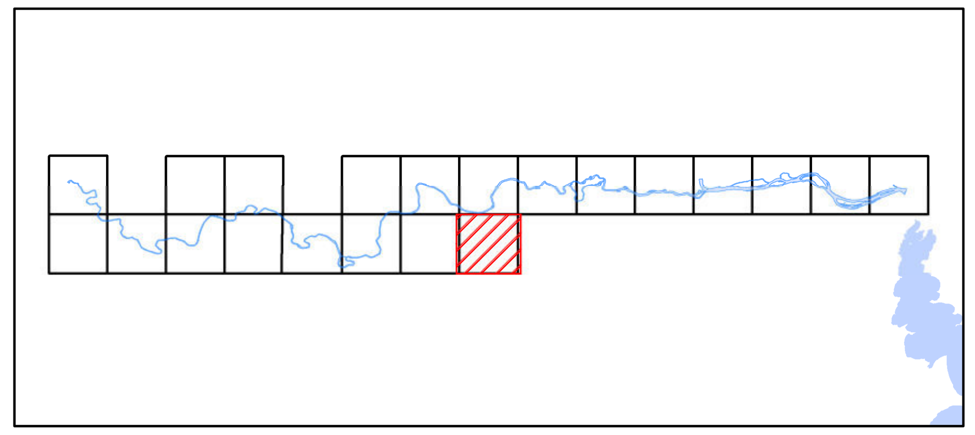
MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 13 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)



Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000

Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

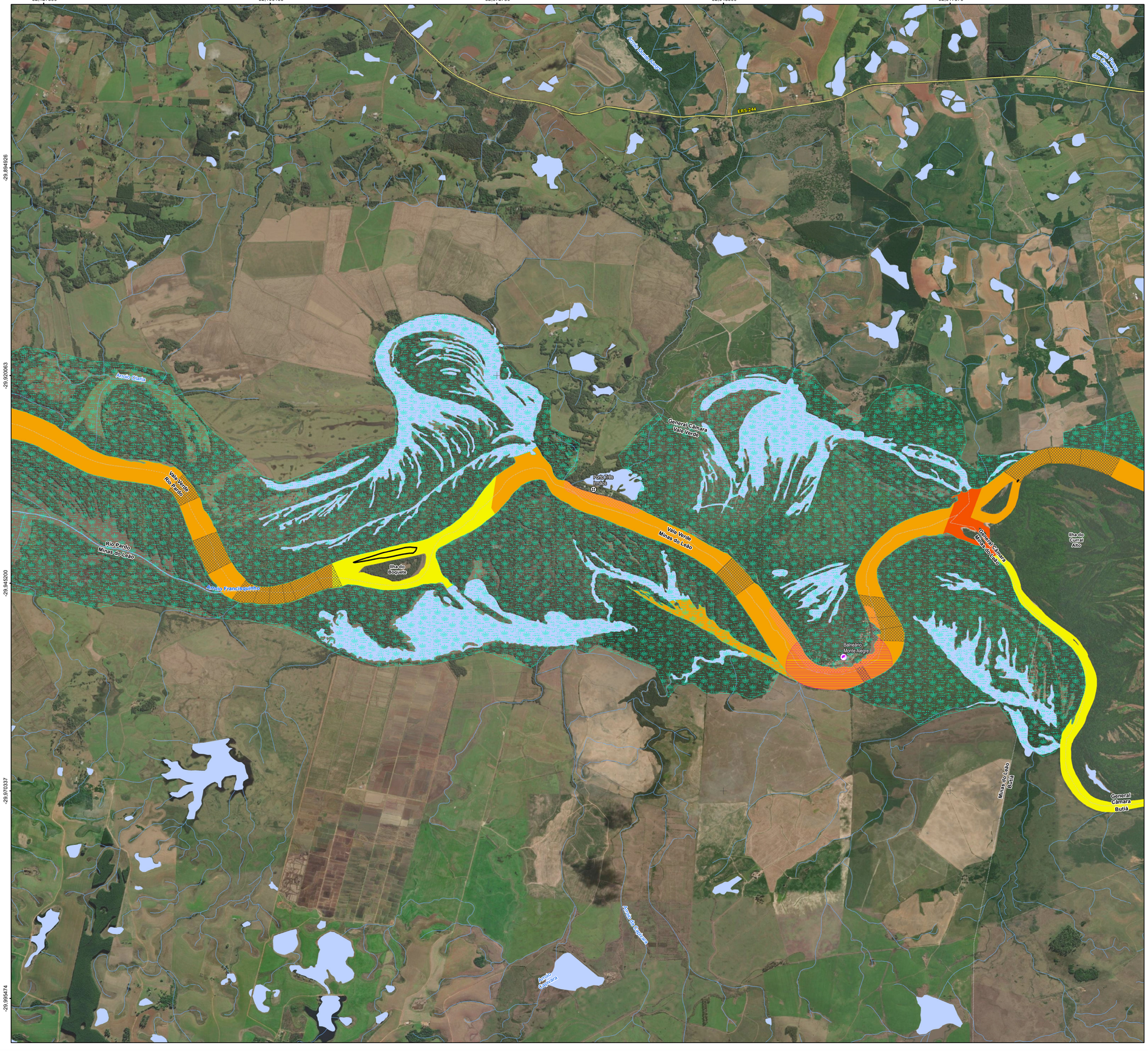
MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

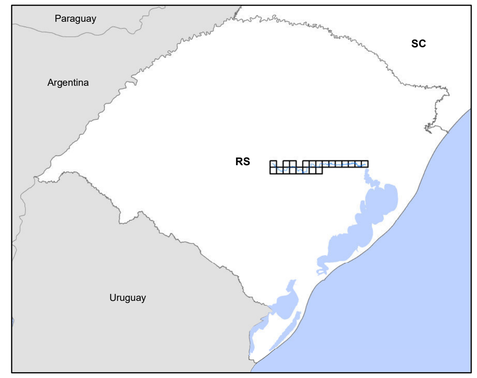
Folha 14 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

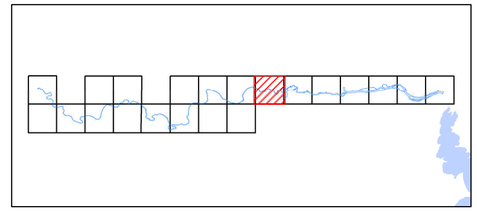
-52,127590 -52,100160 -52,072730 -52,045300 -52,017870

-29,894926 -29,920063 -29,945200 -29,970337 -29,995474





Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

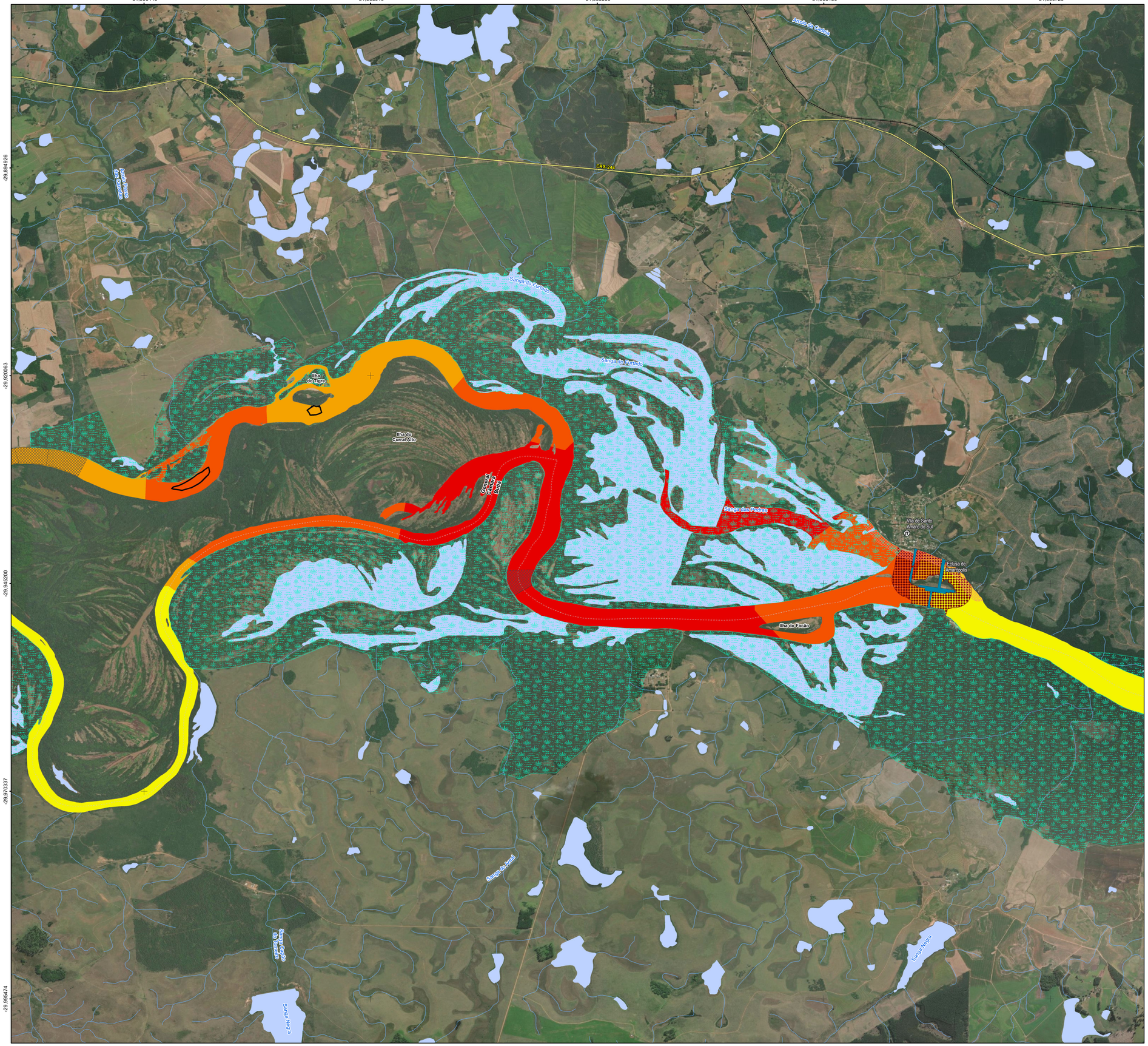
Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

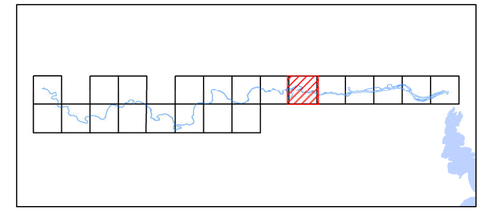
MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 15 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)



Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

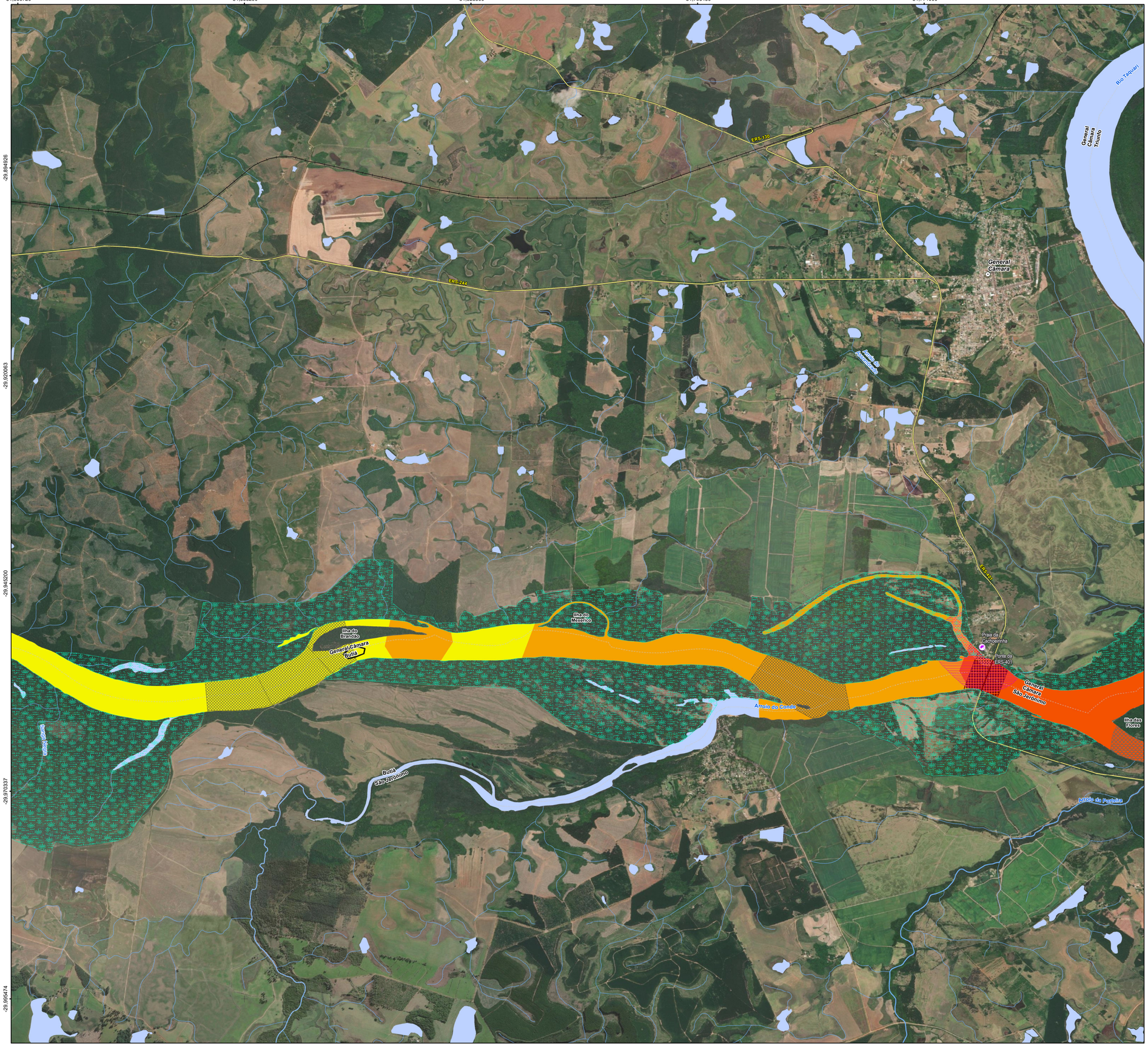
Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

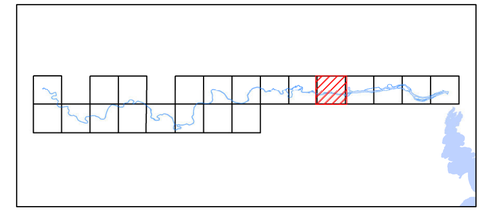
MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 16 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)



Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

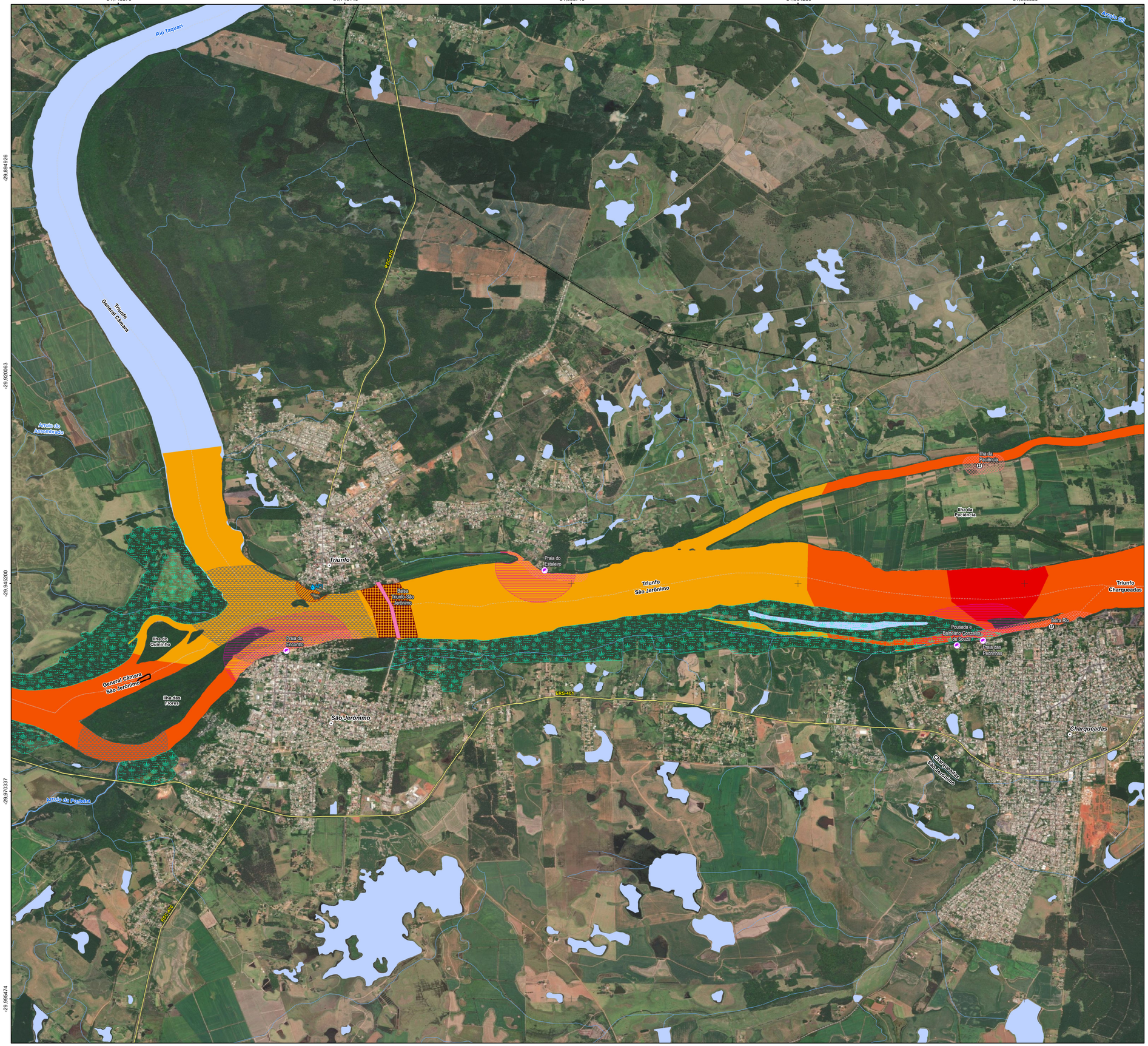
Escala: 1:25.000

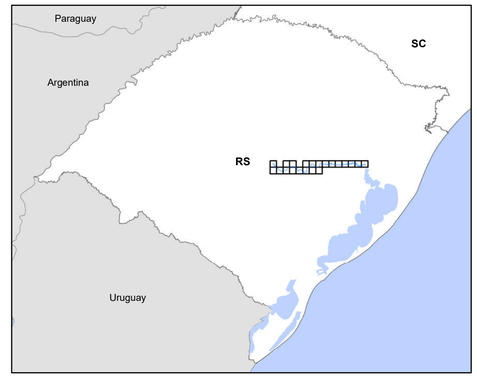
250 125 0 250 m

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

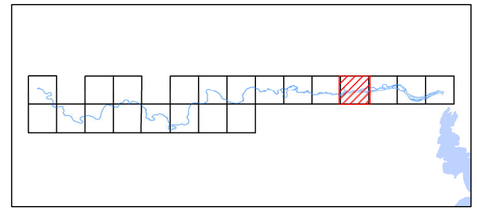
Folha 17 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)





Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 18 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

-51,606420 -51,578990 -51,551560 -51,524130 -51,496700

-29,994926 -29,970337 -29,945200 -29,920063 -29,895474

Arroio Sil

Arroio Lajeadinho

Arroio Passo Fundo

Balneário do Porto Barista

Ilha do Carioca

Ilha dos Gambás

Ilha do Araujo

Ilha do Fanfa

Localidade de General Neto Praia Grande

General Neto Praia Grande

Ilha da Pocinha

Ilha dos Domelos

Triunfo Charqueadas

Ilha das Cobras

Triunfo São Jerônimo

São Jerônimo Charqueadas

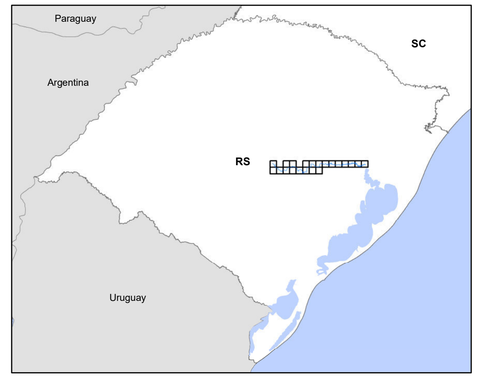
Santo Antônio

Barra Ro

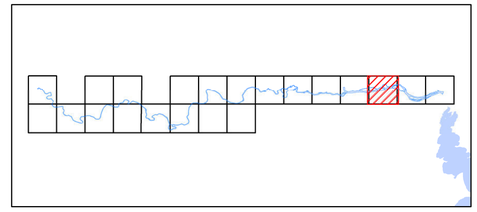
ERS 401

Charqueadas

Arroio das Palas



Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 19 / 21

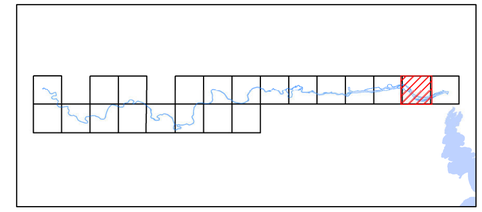
Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

-51,496700 -51,469270 -51,441840 -51,414410 -51,386980

-29,894926 -29,920063 -29,945200 -29,970337 -29,995474

Arroio Passo Fundo
Arroio Passo Raso
Arroio Passo Raso
Porto da Balsinha
Ilha do Carioca
Ilha do Araujo
Ilha dos Amarelos
Triunfo Charqueadas
Porto da Manga
Arroio do Pessegueiro
Charqueadas Eldorado do Sul
Arroio das Pedras
Arroio das Pedras
Ilha da Ponta Rasa
Ilha da Ponta Rasa
Ilha Grande
Ilha Nova
Ilha Leopoldina
Ilha do Pompilos
Triunfo Eldorado do Sul

Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Sintese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração
PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização
Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: 1:25.000
250 125 0 250 m

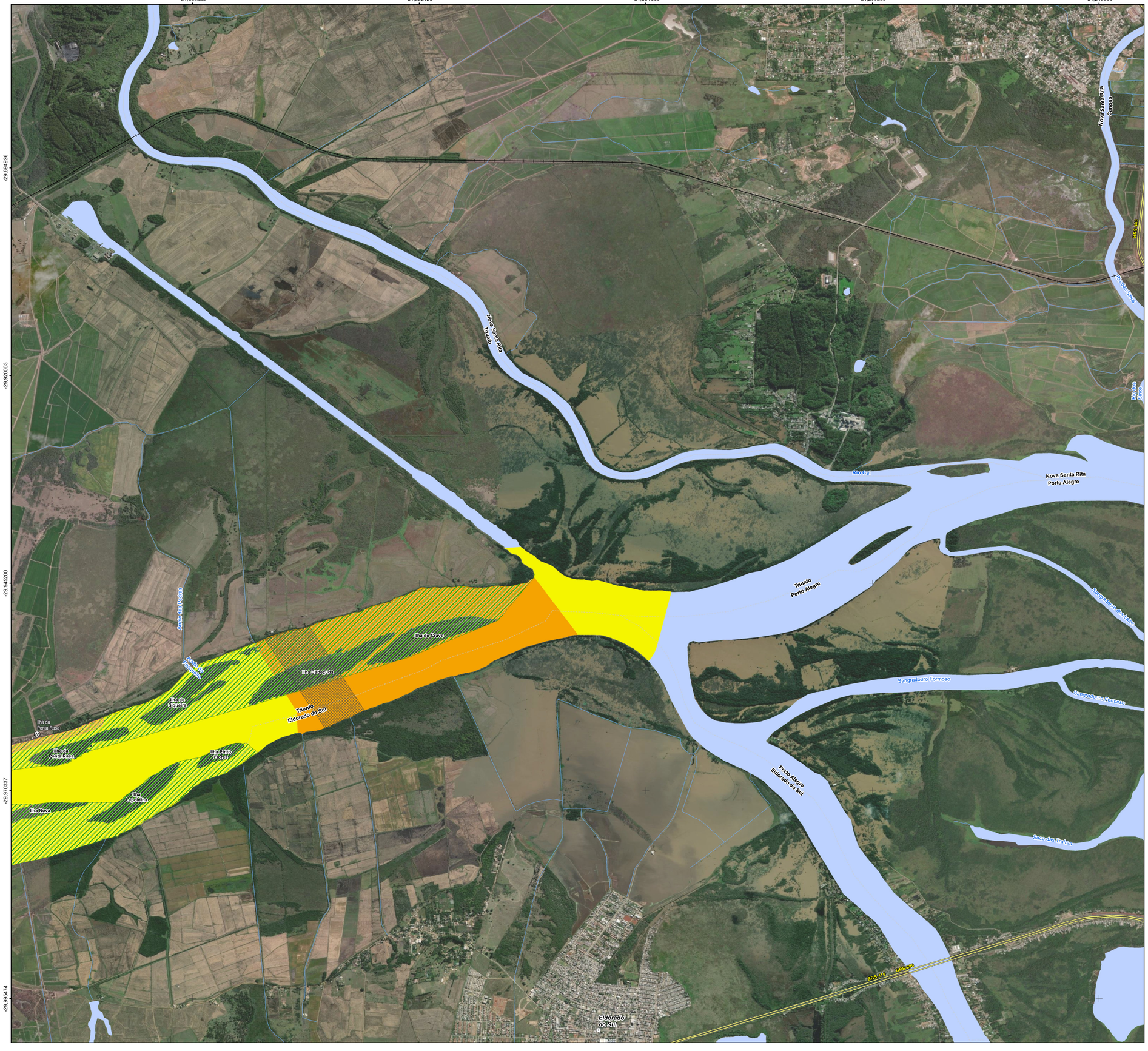
MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

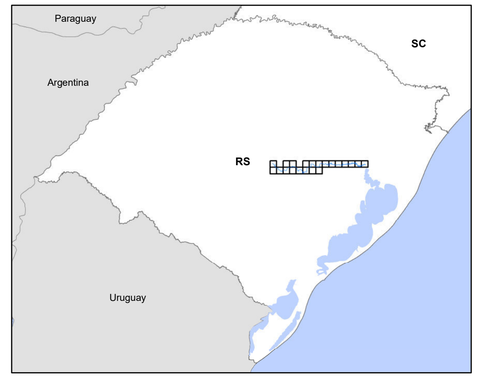
Folha 20 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Helnografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

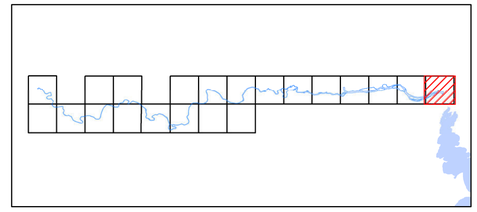
-51,359550 -51,332120 -51,304690 -51,277260 -51,249830

-29,994926 -29,970037 -29,945200 -29,905474





Localização do Rio Jacuí



Articulação das Folhas - 1:25.000

Legenda

- Sede municipal
- Vila
- Balneários e Praias
- Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Ferrovia
- Rodovia
- Trecho de Drenagem
- Massa d'água
- Limite municipal

Estruturas

- Balsa
- Eclusa
- Ponte

Áreas impróprias

- Ambientes Marginais
- Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- Balneários e Praias - Buffer de 450 m
- Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- Parque Estadual do Delta do Jacuí

Áreas de Atenção

- Risco Erosivo Altíssimo
- Foz de Rio
- Alta Erosão

Mapa Síntese

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental MuitoBaixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Elaboração

PROFILL

ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização

Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas

Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000

Escala: 1:25.000

250 125 0 250 m

MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL

Folha 21 / 21

Fonte de dados:
- Sede municipal, Vila, Limite municipal, Rodovia, Ferrovia Hidrografia: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Balneários, Localidades, Estruturas, Áreas impróprias, áeas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)

ANEXO B – COORDENADAS GEOGRÁFICAS E ELEVAÇÕES DOS MARCOS GEODÉSICOS IMPLANTADOS

ANEXO B – Coordenadas geográficas e elevações dos marcos geodésicos implantados.

Marco	Latitude	Longitude	Altitude elipsoidal (h)	Ondulação Geoidal (N)	Altitude Ortométrica (H)
M01	-29,95196	-51,35392	7,412	5,14	2,272
M02	-29,96847	-51,42139	8,369	5,29	3,079
M03	-29,95052	-51,45666	9,120	5,32	3,800
M04	-29,90899	-51,48709	9,850	5,32	4,530
M05	-29,92405	-51,57534	8,778	5,46	3,318
M06	-29,93703	-51,68086	14,648	5,61	9,038
M07	-29,94526	-51,71385	8,628	5,68	2,948
M08	-29,92362	-51,74064	11,060	5,69	5,370
M09	-29,95401	-51,76366	7,530	5,79	1,740
M11	-29,94529	-51,89399	44,310	5,98	38,330
M10	-29,91830	-51,91011	14,549	6,02	8,529
M12	-29,91410	-51,98940	26,103	6,08	20,023
M13	-29,95466	-52,03001	13,592	6,23	7,362
M14	-29,91482	-52,14921	69,309	6,45	62,859
M15	-30,00662	-52,17193	59,050	6,65	52,400
M16	-29,99274	-52,27158	69,416	6,83	62,586
M17	-29,93170	-52,34628	39,734	6,92	32,814
M18	-29,99330	-52,38082	23,130	7,10	16,030
M19	-30,07930	-52,48435	50,172	7,58	42,592
M20	-30,05563	-52,50517	78,438	7,56	70,878
M21	-30,00243	-52,59574	49,310	7,74	41,570
M22	-29,99028	-52,78585	29,957	8,25	21,707
M23	-30,05571	-52,89499	29,202	8,63	20,572
M24	-30,04500	-52,95316	37,806	8,73	29,076
M25	-29,91898	-53,08383	39,910	8,74	31,170

Obs: As altitudes ortométricas dos marcos geodésicos foram obtidas através de ondulação geoidal após rastreamento GNSS, reduzindo-se as coordenadas altimétricas ao geoide através do Sistema de interpolação de ondulação geoidal do Software MAPGEO2015 do IBGE. Todas as altitudes estão referenciadas ao marégrafo de IMBITUBA-SC.

ANEXO C – ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES PARA RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO CILIAR DO RIO JACUÍ

FUNDAÇÃO ZOO BOTÂNICA RS

Elaboração de diretrizes para recuperação da vegetação ciliar do rio Jacuí

Sumário

Apresentação 8

Equipe técnica 9

Introdução 10

A recuperação da vegetação em um contexto global 10

Vegetação ciliar e recuperação ambiental 11

Serviços ambientais e recuperação da vegetação 12

Recuperação da vegetação e a adequação ambiental e agrícola 13

Objetivos 14

Marco legal 14

Áreas de Preservação Permanente: localização e tamanho 15

Reserva legal: localização e tamanho 16

Material e métodos 17

Área de estudo 17

Geoprocessamento 17

Delimitação da área de estudo 17

Segmentação da área de estudo 17

Etapas do geoprocessamento 18

Vegetação 18

Formações 19

Composição e aspectos estruturais 24

Resultados 25

Uso e ocupação do solo 25

Agricultura 25

Área edificada 25

Áreas úmidas 25

Areia 25

Campos/pastagens 30

Corpos d´água 30

Florestas 30

Mineração 30

Mosaico florestas/áreas úmidas 30

Silvicultura 30

Conflitos – áreas convertidas e vetores de pressão 47

Vegetação: formações e espécies mais características 62
Florestas 62
Áreas úmidas 75
Campos 77
Composição e aspectos estruturais 78
Espécies de interesse especial para recuperação da vegetação ciliar 87
Conceitos e métodos para a recuperação 91
Plantio ao acaso 94
Modelo sucessional 94
Plantio por sementes 94
Escolha do método de recuperação adequado 95
Procedimentos operacionais para a recuperação 95
Escolha apropriada das espécies 96
Cercamento da área 96
Controle de pragas 96
Limpeza da área 97
Abertura de covas 98
Adubação de base 98
Plantio 98
Coroamento 99
Irrigação 99
Replantio 99
Adubação de cobertura 100
Manutenção 100
Avaliação e monitoramento das áreas 101
Considerações finais 102
Referências bibliográficas 103

Índice de Figuras

Figura 1. Pontos amostrais em um complexo de formações vegetacionais em Rio Pardo (≈1.000 ha). 22
Figura 2. Perfil esquemático das zonas topográficas a partir da margem do rio. 22
Figura 3. Perfil esquemático das tipologias vegetacionais e aspectos fisiográficos mais característicos a partir da margem do rio Jacuí. 23
Figura 4. Agricultura com lavouras muito próximas à margem do rio. 26
Figura 5. Agricultura: plantios na várzea: A – soja; B – drenagem da várzea; C - arroz irrigado; D – milho. 26
Figura 6. Área edificada: vista parcial da área urbana de Rio Pardo. 27
Figura 7. Área edificada: vista parcial da área urbana de Triunfo a partir do rio Jacuí. 27
Figura 8. Áreas úmidas: mosaico de espelhos d´água, macrófitas aquáticas, arbustos e árvores. 28
Figura 9. Área úmida com vegetação circundante suprimida, provavelmente arbórea. 28
Figura 10. Areia: banco de areia formado por deposição nas margens do rio Jacuí. 29
Figura 11. Areia: banco de areia formado por deposição nas margens do rio Jacuí. 29
Figura 12. Campos/pastagens na beira do Jacuí (centro). 31
Figura 13. Campos de encosta próximos à planície de inundação em Rio Pardo. 31
Figura 14. Corpos d´água: lagoas marginais cercadas por florestas. 32
Figura 15. Corpos d´água: lagoa das Pombas, Rio Pardo, com a margem vegetada ao fundo... 32
Figura 16. Florestas de tipologias variadas ao longo do rio Jacuí. 33
Figura 17. Floresta sobre o dique marginal próximo à foz da Sanga do Cabral, Rio Pardo. 33
Figura 18. Mineração de areia próxima à margem do rio Jacuí. 34
Figura 19. Mineração de areia em Triunfo. 34
Figura 20. Mosaico de florestas e áreas úmidas intercaladas, Rio Pardo. 35
Figura 21. Mosaico de floresta de várzea com área úmida. 35
Figura 22. Silvicultura de eucalipto muito próxima da margem do rio Jacuí. 36
Figura 23. Silvicultura sobre o terraço ou encosta (segundo plano), antecedida pela planície de inundação. 36
Figura 24. Conflitos – Áreas convertidas e vetores de pressão na faixa de Área de Preservação Permanente em várzeas. A, B, C, E, G e H – Áreas convertidas em pastagens; D – Várzea convertida em pastagens e silvicultura (encosta ao fundo); F – Pastagens se estendendo até a margem do rio. 49
Figura 25. Intervenções antrópicas e conflitos na faixa de Área de Preservação Permanente. A e B – Alterações na paisagem decorrentes da Eclusa de Amarópolis; C – Alterações na paisagem decorrentes da Eclusa Anel de Dom Marco; D, E e F – Margem estável sendo erodida e falta de cobertura vegetal; G – Margem erosiva com (esquerda) e sem vegetação (direita); H – Margem erosiva vegetada na curva do rio (H). 50
Figura 26. Destruição e alterações em Áreas de Preservação Permanente. A – Contraste entre margem estável vegetada (direita) e não vegetada (esquerda); B e C – Margem estável sem vegetação muito desgastada; D – Margem estável erodida; E – Margem erosiva sem vegetação; F, G e H – Acúmulo de sedimentos e destruição em margem deposicional por ausência de vegetação na margem erosiva oposta (E). 51
Figura 27. Camboinzal: formação dominada por indivíduos de camboim (*Myrciaria tenella*)... 63

Figura 28. Camboinzal associado a outras espécies de Myrtaceae (“matinha de mirtáceas”, *sensu* Rambo 1956). 63
Figura 29. Floresta de várzea junto à foz do arroio Capivari (metade direita da imagem), Rio Pardo. 64
Figura 30. Floresta de várzea com muitos taquaruçus-de-espinho (*Guadua trinii*). 65
Figura 31. Floresta de várzea e sarandis (junto à água) na lagoa das Pombas, Rio Pardo. 65
Figura 32. Floresta de várzea com salgueiros (*Salix humboldtiana*) próxima ao Delta do Jacuí, Triunfo. 66
Figura 33. Florestas de várzea: A – Floresta alagada; B – Floresta com vala e numerosos escombros lenhosos; C – Efeitos de microvariações topográficas sobre a drenagem e a vegetação; D – Floresta com taquaruçus-de-espinho (*Guadua trinii*). 67
Figura 34. Florestas de várzea: A – Floresta contígua ao dique marginal; B – Transição entre uma área mal drenada e outra alagada; C – Floresta sujeita a longos períodos de inundação; D – Floresta sujeita a breves períodos de inundação. 68
Figura 35. Floresta de branquilhos (*Gymnanthes klotzschiana*). 69
Figura 36. Floresta de branquilhos: A – Aspecto exterior da formação; B – Aspecto interior da formação. 69
Figura 37. Floresta de ingazeiros: Aspecto exterior em área do rio sem dique marginal. 70
Figura 38. Floresta de ingazeiros: A – Ingás-de-beira-de-rio (*Inga vera*) colonizando a várzea; B – Floresta de ingazeiros na beira do rio Jacuí, São Jerônimo. 70
Figura 39. Floresta estacional sobre dique marginal no rio Jacuí, Rio Pardo. 72
Figura 40. Floresta estacional de encosta na margem da lagoa do Vasco, Cachoeira do Sul. 73
Figura 41. Floresta estacional de encosta (segundo plano) após a planície (primeiro plano), Cachoeira do Sul. 73
Figura 42. Florestas estacionais: A – Floresta de encosta, General Câmara; B – Floresta bem drenada na planície de inundação sob a influência de pastejo; C – Floresta sujeita a breves períodos de inundação; D – Floresta sobre o dique marginal. 74
Figura 43. Área de banhado a oeste do Porto Batista, Triunfo. 75
Figura 44. Maricazal próximo à foz do rio Botucaraí, Cachoeira do Sul. 76
Figura 45. Sarandizal na Fazenda Lagoa dos Coqueiros, Rio Pardo. 76
Figura 46. Macrófitas (primeiro plano), sarandizal (segundo plano) e floresta de várzea (terceiro plano) na lagoa Moderna, Cachoeira do Sul. 77
Figura 47. Contato campo-floresta próximo à várzea do Jacuí, Rio Pardo. 77
Figura 48. Famílias com maior riqueza de espécies arbóreas no levantamento da vegetação ao longo do Jacuí. 87
Figura 49. Distribuição das espécies-chave de acordo com a drenagem no terreno. 90
Figura 50. Etapas decisivas para o planejamento de recuperação da vegetação. Adaptado de Botelho *et al.* (2015). 95

Índice de Mapas

Mapa 1. Localização da área de estudo e segmentação em três trechos, de jusante a montante: Trecho 1 – entre a foz do Delta do Jacuí e a Eclusa de Amarópolis; Trecho 2 – entre a Eclusa de Amarópolis e a Eclusa Anel de Dom Marco; e Trecho 3 – entre a Eclusa Anel de Dom Marco e a foz do rio Vacacaí. 20
Mapa 2. Localização dos pontos de amostragem na área de estudo ao longo dos três trechos: Trecho 1 – entre a foz do Delta do Jacuí e a Eclusa de Amarópolis; Trecho 2 – entre a Eclusa de Amarópolis e a Eclusa Anel de Dom Marco; e Trecho 3 – entre a Eclusa Anel de Dom Marco e a foz do rio Vacacaí. 21
Mapa 3. Classificação do uso e ocupação do solo nos Trechos 1, 2 e 3 da área de estudo. 37
Mapa 4. Classificação do uso e ocupação do solo no Trecho 1 da área de estudo. 38
Mapa 5. Classificação do uso e ocupação do solo no segmento oeste do Trecho 1 da área de estudo. 39
Mapa 6. Classificação do uso e ocupação do solo no segmento leste do Trecho 1 da área de estudo. 40
Mapa 7. Classificação do uso e ocupação do solo no Trecho 2 da área de estudo. 41
Mapa 8. Classificação do uso e ocupação do solo no segmento oeste do Trecho 2 da área de estudo. 42
Mapa 9. Classificação do uso e ocupação do solo no segmento leste do Trecho 2 da área de estudo. 43
Mapa 10. Classificação do uso e ocupação do solo no Trecho 3 da área de estudo. 44
Mapa 11. Classificação do uso e ocupação do solo no segmento oeste do Trecho 3 da área de estudo. 45
Mapa 12. Classificação do uso e ocupação do solo no segmento leste do Trecho 3 da área de estudo. 46
Mapa 13. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no baixo rio Jacuí. 52
Mapa 14. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no Trecho 1 do baixo rio Jacuí. 53
Mapa 15. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento oeste do Trecho 1 do baixo rio Jacuí. 54
Mapa 16. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento leste do Trecho 1 do baixo rio Jacuí. 55
Mapa 17. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no Trecho 2 do baixo rio Jacuí. 56
Mapa 18. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento oeste do Trecho 2 do baixo rio Jacuí. 57
Mapa 19. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento leste do Trecho 2 do baixo rio Jacuí. 58
Mapa 20. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no Trecho 3 do baixo rio Jacuí. 59
Mapa 21. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento oeste do Trecho 3 do baixo rio Jacuí. 60

Mapa 22. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento leste do Trecho 3 do baixo rio Jacuí. 61

Índice de Quadros

Quadro 1. Espécies, famílias e respectivos nomes populares, grupos ecológicos, síndromes de dispersão, distribuição no terreno (classes de drenagem) e de acordo com as zonas ciliares. . 80

Índice de Tabelas

Tabela 1. Classes de cobertura e uso do solo nos três trechos na área de estudo (valores em hectares). 25
Tabela 2. Atributos das espécies arbóreas e arborescentes amostradas por zonas no rio Jacuí. 78
Tabela 3. Espécies recomendadas para recuperação da vegetação no baixo rio Jacuí. 88

Apresentação

O presente estudo técnico, que resulta do esforço conjunto de equipes de trabalho da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (FZB/RS) e Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (FEPAM), apresenta dados e informações originais, análises e recomendações em forma de diretrizes para a recuperação da vegetação ciliar do rio Jacuí.

O estudo é um desdobramento da Ação Civil Pública nº 5026100-41.2013.404.7100/RS, referente ao "Zoneamento Ambiental para a atividade de mineração de areia nos cursos médio e baixo do rio Jacuí." Entre os estudos e etapas previstos, determinou-se a elaboração de um diagnóstico das Áreas de Preservação Permanente (APPs) no baixo Jacuí, bem como a geração de bases técnicas e científicas para ações de recuperação das mesmas, ficando sua concepção e execução com a FZB e a supervisão a cargo da FEPAM.

Em janeiro de 2016 foi publicada a Portaria FZB 2971/2016 instituindo o grupo de trabalho para a elaboração das diretrizes. No mês seguinte foi realizada a primeira reunião técnica entre FZB e FEPAM, onde se discutiram aspectos relativos à estruturação e execução do estudo. Em maio do mesmo ano foi proposto e aprovado o plano de trabalho e tiveram início as atividades de campo para a coleta de dados.

O trabalho seguia o cronograma estabelecido quando em 2017, durante o plano de extinção da FZB promovido pela então administração do Estado, as atividades de campo foram suspensas por quase um ano, atrasando consideravelmente o cronograma de execução. Em março de 2018, como desdobramento do processo de extinção, ocorreu a demissão do coordenador do projeto, Luiz Carlos da Silva. Para dar continuidade ao trabalho, realizou-se em maio nova reunião técnica entre FZB e FEPAM e em junho foi publicada a Portaria FZB 3128/2018 designando uma nova equipe técnica. Após esses contratempos, deu-se prosseguimento ao trabalho e em setembro de 2018 encerraram-se as atividades de campo. Cabe ressaltar que algumas das atividades previstas no plano de trabalho jamais puderam ser executadas, lacunas essas que foram apenas parcialmente contornadas.

Um bom diagnóstico ambiental deve avaliar os aspectos bióticos, edáficos e hídricos para reunir as informações necessárias às definições técnicas que direcionarão o planejamento. Para o êxito das atividades de recuperação, precisa também conter um referencial teórico e legal sobre a região a ser estudada, bem como sobre o(s) tipo(s) de ecossistema(s). A escolha das espécies deve se basear em inventários de remanescentes naturais da região, garantindo que as espécies escolhidas sejam adaptadas às características das áreas a serem recompostas.

O estudo apresenta inicialmente uma introdução sobre a recuperação da vegetação em um contexto global, a respeito de vegetação ciliar e serviços ambientais, bem como sobre a recuperação da vegetação no tocante à adequação ambiental e agrícola. Em seguida, são apresentados os objetivos e o marco legal referente às APPs e Reserva Legal. Após, descrevem-se a área de estudo e os métodos e convenções adotados para o geoprocessamento e as pesquisas e análises da vegetação, apresentando-se então os resultados, incluindo conflitos e vetores de pressão. Por fim, discorre-se sobre procedimentos para a recuperação e conclui-se com um breve comentário sobre a avaliação e monitoramento das áreas a serem recuperadas.

Equipe técnica

Ari Delmo Nilson (botânica e equipe de apoio)
Jardim Botânico de Porto Alegre – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – FZB/RS

Clarice Glufke (botânica e equipe de apoio)
Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM/RS

Davi Chemello (equipe de apoio)
Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura – SEMA/RS

Jan Karel Felix Mähler Jr. (conservação e ecologia)
Museu de Ciências Naturais – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – FZB/RS

Jorge Cesarino Dupont (equipe de apoio)
Jardim Botânico de Porto Alegre – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – FZB/RS

Josy Zarur de Matos (equipe de apoio)
Museu de Ciências Naturais – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – FZB/RS

Luiz Carlos da Silva (coordenação geral)
Jardim Botânico de Porto Alegre – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – FZB/RS

Lilian Waquil Ferraro (geoprocessamento)
Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM/RS

Marcos Vinicius Cazali (geoprocessamento)
Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM/RS

Mariano Pairet (equipe de apoio)
Museu de Ciências Naturais – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – FZB/RS

Martin Molz (coordenação geral, coordenação técnica, botânica e ecologia)
Museu de Ciências Naturais – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – FZB/RS

Natividad Ferreira Fagundes (botânica e ecologia)
Jardim Botânico de Porto Alegre – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – FZB/RS

Priscila Porto Alegre Ferreira (botânica e ecologia)
Jardim Botânico de Porto Alegre – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – FZB/RS

Rejane Valdameri (geoprocessamento)
Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler – FEPAM/RS

Ricardo Aranha Ramos (geoprocessamento)
Museu de Ciências Naturais – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul – FZB/RS

Introdução

A recuperação ambiental é uma questão cada vez mais amplamente discutida e elencada como estratégia no âmbito da gestão ambiental, com avanços significativos nas últimas décadas através de estudos básicos e aplicados. Nesse contexto, a vegetação ciliar se destaca devido a sua reconhecida importância na integridade dos recursos hídricos e na manutenção dos ecossistemas associados, o que garantiu sua inclusão na legislação brasileira como áreas que devem ser protegidas. Além disso, a conservação desses ambientes, bem como sua recuperação, representa a manutenção de diversos benefícios para a população, diretamente ou indiretamente, os quais englobam também as gerações futuras. Considerando a importância desses ecossistemas e a obrigatoriedade de sua proteção legal, um fator relevante para as propriedades rurais é a adequação agrícola complementar à adequação ambiental, aprimorando o uso e cobertura dos solos e promovendo, assim, benefícios sociais, econômicos e ambientais para a comunidade. A seguir, comentam-se de maneira mais contextualizada e aprofundada os aspectos elementares para a compreensão do tema e dos capítulos seguintes.

A recuperação da vegetação em um contexto global

Ao longo da história, o processo de ocupação caracterizou-se, de modo geral, pela falta de planejamento e consequente destruição dos recursos naturais, principalmente as florestas. Assim, a vegetação nativa foi sendo fragmentada nos diferentes biomas e substituída por culturas agrícolas, pastagens, obras de infraestrutura e urbanização.

As atividades de recuperação da vegetação nativa são muito antigas, havendo exemplos na história de diferentes povos, épocas e regiões. Entretanto, caracterizavam-se por não terem vínculos estreitos com concepções teóricas e, somente nas últimas quatro décadas, a recuperação de áreas degradadas constituiu-se em um campo de conhecimento em nível global, sendo geralmente denominado de restauração ecológica, dispondo até de veículos de divulgação próprios como livros e periódicos (Rodrigues & Gandolfi 2009). A restauração ecológica é essencialmente uma tentativa de superar artificialmente os fatores que consideramos como restritivos ao desenvolvimento do ecossistema (Bradshaw 1990).

No Brasil, importantes subsídios para a recuperação de áreas degradadas têm surgido com base em estudos sobre ecologia florestal nos diferentes ecossistemas impactados, onde diversos temas têm sido explorados, como a composição florística, a estrutura de comunidades, a dinâmica de clareiras, a regeneração natural e os parâmetros estruturais e genéticos das populações (Pereira *et al.* 2015).

O acréscimo expressivo de conhecimento acerca dos processos envolvidos na dinâmica de formações naturais – conservadas ou em diferentes graus de degradação – tem conduzido a uma significativa mudança na orientação dos programas de recuperação, que deixam de ser uma mera aplicação de práticas agronômicas ou silviculturais de plantios de espécies perenes para assumir a difícil tarefa de reconstrução de processos ecológicos e, portanto, das complexas interações em comunidades, respeitando suas características intrínsecas, de forma a garantir sua perpetuação e evolução no espaço e no tempo. Neste sentido, a escolha adequada das espécies a serem utilizadas na recuperação de certa área representa uma das principais garantias para o sucesso do processo de recuperação (Rodrigues & Gandolfi 2009).

Vale ressaltar que muitos projetos de reflorestamento com espécies nativas fracassaram devido ao pouco conhecimento dos técnicos e empreendedores sobre a biologia das espécies utilizadas ou seu comportamento em reflorestamentos artificiais, e à falta de critérios técnicos, fundamentados em investigações científicas, no conhecimento da dinâmica de florestas naturais ou, ainda, na tecnologia de colheita das sementes ou de produção das mudas (Barbosa 2009). O empenho de diferentes atores, sobretudo dos proprietários de áreas a serem recuperadas, é da mesma forma chave para um processo exitoso (Botelho *et al.* 2015).

Muitas questões importantes ainda persistem com relação à utopia de "refazer" uma floresta com toda a complexidade de sua biodiversidade. Nesse sentido, o papel da pesquisa é fundamental para descobrir quais componentes e processos são essenciais no trabalho de recuperação (Kageyama & Gandara 2009).

Para que os projetos de recuperação ambiental contribuam efetivamente para a redução dos efeitos indesejados da fragmentação de habitat na biodiversidade remanescente, eles devem ser conduzidos em larga escala, abrangendo de centenas a milhares de hectares, de forma a interligar estrategicamente os vários fragmentos naturais isolados pela atividade antrópica na paisagem regional. De forma semelhante, só haverá volumes relevantes de carbono retidos na biomassa florestal e mananciais hídricos devidamente protegidos se extensas áreas degradadas, ocupadas hoje com atividade agropecuária, forem reconvertidas em ecossistemas naturais (Brancalion *et al.* 2015).

Com o crescimento dessa área da ciência, diversos termos surgiram para definir esse tipo de atividade, como recuperação, restauração *stricto sensu*, restauração *lato sensu*, reabilitação e redefinição, os quais correspondem a diferentes objetivos que poderiam ser atingidos em uma dada recuperação, dependendo das condições de degradação em que se encontra a área e do grau de intervenção necessário para a obtenção dos resultados esperados. Neste trabalho, optou-se pela utilização do termo "recuperação" como uma denominação genérica que abarca os demais termos mencionados e que representa o conjunto de estratégias e ações objetivando o melhoramento ambiental de uma área degradada. A visão científica e as leis em sua essência concebem a recuperação ambiental como a reaproximação, o quanto possível, das condições originais de flora, fauna, solo, clima e recursos hídricos que existiam originalmente em determinado local (Reis *et al.* 2015).

É importante enfatizar que o processo de recuperação de áreas degradadas é uma consequência do uso incorreto da paisagem e, fundamentalmente, dos solos, sendo apenas uma tentativa limitada de remediação de um dano que, na maioria das vezes, poderia ter sido evitado (Rodrigues & Gandolfi 2009).

Vegetação ciliar e recuperação ambiental

A vegetação ciliar é composta, majoritariamente, por formações florestais. Floresta ou mata ciliar, conforme a legislação brasileira, é uma designação genérica de qualquer formação florestal ocorrente na margem de cursos d'água (Rodrigues 2009), embora exista uma terminologia própria para definir as formações florestais na margem de cursos d'água, conforme suas características; para efeitos práticos, os trabalhos de recuperação ambiental têm utilizado uma definição genérica, adotando o termo mata ciliar. Além das florestas, outras formações também podem compor a vegetação ciliar, como campos e áreas úmidas.

As pesquisas realizadas em formações ciliares têm demonstrado a existência de mosaicos vegetacionais nessas áreas, resultantes não somente do desempenho diferencial das espécies na dinâmica sucessional, mas principalmente da heterogeneidade ambiental característica das faixas ciliares, composta pelas variações edáficas, topográficas, de encharcamento do solo, das formações vegetais do entorno, das características hidrológicas da bacia e do curso d'água, etc. A variabilidade desse conjunto de fatores produz condições ecológicas distintas entre áreas (Rodrigues & Shepherd 2009).

A importância ambiental das formações ciliares na manutenção da integridade dos recursos hídricos, representada por sua ação direta em processos que garantem a estabilidade da microbacia, a manutenção da água e dos ecossistemas associados, foi legalmente reconhecida pelo Código Florestal Brasileiro desde 1965, e tem sido foco de diversos estudos nas últimas décadas (Lima & Zakia 1998).

São consideradas as principais causas de degradação das matas ciliares o desmatamento para a extensão da área de cultivo nas propriedades rurais, para extensão de áreas urbanas e para obtenção de madeira; incêndios naturais ou por efeitos antrópicos; extração de areia dos rios; empreendimentos turísticos mal planejados; dentre outros (Martins 2007). Nas áreas mais populosas no Brasil, as florestas ciliares foram reduzidas drasticamente e, quando presentes, encontram-se usualmente bastante perturbadas (Barbosa 2009).

A partir da década de 90, devido à conscientização da sociedade, bem como à exigência legal através da Lei nº 12.651/2012 (Brasil 2012), foi observado um grande aumento das iniciativas de recuperação de áreas degradadas, sobretudo em áreas ciliares. Extensos programas de pesquisa já obtiveram resultados expressivos, com a redução de custos e de tempo na recuperação da vegetação (Kageyama & Gandara 2009).

Serviços ambientais e recuperação da vegetação

Os serviços ambientais ou ecossistêmicos constituem os benefícios que a população obtém dos ecossistemas. Tais serviços têm sido classificados em quatro grupos principais de acordo com a sua função: serviços de regulação, de provisão, de suporte e culturais. Os serviços reguladores são os que influenciam na regulação do clima, de inundações, de doenças, de resíduos e na qualidade das águas. Os de provisão são os mais facilmente reconhecíveis pela população, pois fornecem produtos como alimentos, água, madeira, fibras e combustível. Aqueles que asseguram a disponibilização de outros serviços são considerados de suporte, como é o caso da formação de solos, da fotossíntese, da polinização (essencial à produção de frutos e sementes) e da ciclagem de nutrientes. Por fim, os serviços culturais trazem benefícios relacionados à recreação, educação, estética e espiritualidade (Millennium Ecosystem Assessment 2005).

A promoção do entendimento de serviços ambientais como meio de valorar os ecossistemas e avaliar os benefícios advindos dos recursos naturais é uma tendência importante. É particularmente considerável no caso da conservação da biodiversidade, onde os valores são frequentemente difíceis de serem descritos em termos econômicos. O conceito de serviços ambientais pode sustentar decisões eficazes sobre recursos naturais, incluindo compensações (Wallace 2007).

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), durante a COP 7 (Decisão VII/30), definiu a perda de biodiversidade como "a redução qualitativa ou quantitativa em longo prazo ou permanente dos componentes da biodiversidade e seu potencial para prover produtos e serviços, em níveis regional, nacional e global." Portanto, considera-se que a biodiversidade pode ser perdida não somente quando há perda de diversidade biológica (extinção de espécies), mas também quando o potencial dos componentes da diversidade em prover um serviço em particular é reduzido. Tal definição demonstra o consenso atual sobre a relevância dos serviços ambientais.

Os benefícios ambientais proporcionados pela recuperação da vegetação são bem estabelecidos pela ciência, mas somente puderam ser entendidos após anos de pesquisas em áreas que sofreram com os desmatamentos e a devastação das florestas (NBL & TNC 2013). Por outro lado, a degradação ambiental traz inúmeras perdas diretas ou indiretas para a humanidade, facilmente perceptíveis. A biodiversidade presente nos ecossistemas afetados pela degradação pode incluir espécies raras, endêmicas, ameaçadas ou mesmo aquelas desconhecidas pela ciência. Muitas dessas, após descobertas, poderiam ser utilizadas economicamente e trazer benefícios para a sociedade, a exemplo de remédios, cosméticos e alimentos.

No caso de atividades de mineração relacionadas à extração de areia em margens de rios, o solo destituído de cobertura vegetal, e sob a influência de fatores abióticos, como precipitação, ventos e a própria dinâmica do rio, tem como consequência o deslizamento de partículas para dentro do curso d'água, originando processos erosivos e de assoreamento de rios. Esse cenário pode ocasionar a redução da fertilidade dos solos, a perda da qualidade das águas, a ocorrência de enchentes, a desvalorização das terras e a morte de organismos aquáticos (NBL & TNC 2013) e de pessoas.

Desse modo, tendo em vista os aspectos citados, a presença de vegetação ciliar – conservada ou recuperada – gera serviços ambientais benéficos à população e ao meio ambiente, como a filtragem das águas da chuva, o amortecimento de enchentes, a prevenção da erosão e do assoreamento, a manutenção da pesca e da navegação e a conservação da biodiversidade, entre outros (Rodrigues & Gandolfi 1998).

Recuperação da vegetação e a adequação ambiental e agrícola

Apesar das exigências de conservação da vegetação nativa previstas na legislação ambiental brasileira, em vigor desde 1965 e com alterações em 2012, a supressão da vegetação permaneceu intensa durante décadas. Fatores como o crescimento das áreas urbanas, a expansão agropecuária e a exploração madeireira potencializaram o desmatamento em áreas protegidas por lei – APPs e de Reserva Legal (RL). Desse fato, decorreram as necessidades atuais de recomposição e conservação da vegetação nativa, de forma a cumprir as condições estipuladas na versão atualizada da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Brasil 2012, TNC 2016).

A abordagem de adequação das propriedades rurais inclui dois componentes importantes – a legislação ambiental, já mencionada, e a adequação agrícola das atividades de produção. Um diagnóstico permite identificar na propriedade os trechos com restrição de produção agrícola (áreas marginais), os trechos com impedimento de uso devido à legislação ambiental e, ao

mesmo tempo, as áreas agrícolas com maior aptidão produtiva e, portanto, com maior possibilidade de aumento da produtividade e renda ao proprietário rural. A grande maioria das propriedades possui áreas de baixa aptidão agrícola, como áreas declivosas, com afloramentos rochosos, solos de baixa fertilidade, entre outros, que permanecem em uso numa tentativa de ampliação dos rendimentos da propriedade rural, mas que se mostram rasos pela baixa produtividade nas áreas de maior aptidão agrícola devido à falta de tecnificação da atividade. A existência de irregularidades ambientais e de áreas marginais da produção agrícola é bastante comum nas propriedades rurais brasileiras e se deve à ausência histórica e atual de uma política agrícola adequada no Brasil, com consequentes limitações de assistência técnica, de financiamento, de crédito, de distribuição de terras e de investimento em infraestrutura que permitam que essas propriedades sejam aproveitadas com sustentabilidade. Através de uma orientação adequada aos proprietários rurais para a melhoria da atividade produtiva, o resultado seria uma produtividade mais elevada nas áreas de maior aptidão agrícola, enquanto às áreas de menor aptidão seriam reservadas ações de conservação e recuperação dos ecossistemas nativos (Brancalion *et al.* 2015).

Por conseguinte, os benefícios gerados pela recuperação da vegetação são amplos para a sociedade e vão além dos serviços ambientais, principalmente nas áreas protegidas por lei. A recuperação da vegetação exerce um papel-chave na adequação ambiental de propriedades rurais, proporcionando benefícios sociais e econômicos, visto que devolve às áreas restauradas as condições mínimas que asseguram o cumprimento da legislação ambiental brasileira, a continuidade de atividades econômicas e os serviços ambientais responsáveis pela sustentabilidade. Integradamente, a adequação ambiental e agrícola viabilizam um cenário de maior sustentabilidade econômica e ambiental das propriedades rurais e promovem amplos benefícios para a coletividade.

Objetivos

Em decorrência do imperativo de elaborar um diagnóstico das APPs no baixo Jacuí e também pelo valor implícito e explícito da vegetação ciliar, dos serviços ambientais aprovisionados e da necessidade de recuperação de áreas ciliares degradadas, os propósitos do estudo foram: (1) a descrição da área a partir de estudos botânicos (composição e estrutura), ecológicos (fatores bióticos e abióticos) e de geoprocessamento (mapeamento e análises espaciais); (2) a elaboração de mapas (escala 1:25.000) de uso e cobertura ao longo da extensão do diagnóstico, zoneamento das APPs em oposição a conflitos e vetores de pressão; e (3) recomendações técnicas para as ações de recuperação das APPs conforme sua classificação no zoneamento, propondo-se métodos de recuperação, práticas silviculturais e listas de espécies adequadas às diferentes situações encontradas.

Marco legal

Toda propriedade rural deve compreender em seus limites, além da área destinada à produção agropecuária, uma porção para a conservação do “ambiente natural”, a partir do estabelecimento de mecanismos como: Áreas de Preservação Permanente, Reservas Legais ou Reservas Particulares do Patrimônio Natural. A função básica dessas áreas é contribuir com a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos (Minas Gerais 2010). O regramento para o estabelecimento desses mecanismos de preservação está descrito na

legislação ambiental brasileira, porém, para que cumpra com seus objetivos, é necessário que haja um comprometimento dos setores governamentais, comunitários e privados quanto ao uso dos espaços territoriais (Borges *et al*. 2015).

Áreas de Preservação Permanente: localização e tamanho

Segundo o Código Florestal brasileiro (Lei 12.651/2012), a Área de Preservação Permanente (APP) é definida como uma "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas."

Resta evidente que as APPs não apenas têm a função de preservar a vegetação ou a biodiversidade, mas também uma função ambiental muito mais abrangente, voltada, em última instância, a proteger espaços de relevante importância para a conservação da qualidade ambiental e social.

O Código Florestal prevê faixas e parâmetros diferenciados para as distintas tipologias de APPs, de acordo com a característica de cada área a ser protegida. No caso das faixas mínimas a serem mantidas e preservadas nas margens dos cursos d'água (rio, nascente, vereda, lago ou lagoa), a norma considera não apenas a conservação da vegetação, mas também a característica e a largura do curso d'água, independente da região de localização, em área rural ou urbana.

Para as nascentes (perenes ou intermitentes) a lei estabelece um raio mínimo de 50 m no seu entorno. As nascentes, ainda que intermitentes, são essenciais para a garantia do sistema hídrico, e a manutenção de sua integridade depende da proteção conferida pela cobertura vegetal nativa adjacente.

Da mesma forma há faixas diferenciadas para os rios de acordo com a sua largura, conforme estabelecido no Art. 2º do Código Florestal:

Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será: (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989)

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; (Redação dada pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros; (Incluído pela Lei nº 7.803 de 18.7.1989).

Nas áreas no entorno de lagos e lagoas naturais, as áreas de preservação permanente devem ser de no mínimo:

a) de 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros.

b) de 30 (trinta) metros, em zonas urbanas.

O Código Florestal (art. 10) também determina que nas áreas com inclinação entre 25 e 45 graus é vedada a derrubada de florestas, permitida apenas a exploração seletiva em regime de manejo sustentável. Em outras palavras, mesmo não considerando essas áreas como de preservação permanente, o Código evita que nelas se desenvolvam quaisquer atividades ou ocupações, inclusive de moradias, que possam colocar em risco a estabilidade do solo e o bem-estar das populações humanas.

Somente órgãos ambientais podem abrir exceção à restrição e autorizar o uso e até o desmatamento de APP rural ou urbana, mas devem comprovar as hipóteses de utilidade pública, interesse social do empreendimento ou baixo impacto ambiental (art. 8º da Lei 12.651/12).

Reserva legal: localização e tamanho

Conforme o Código Florestal brasileiro (Lei 12.651/2012), a Reserva Legal (RL) é uma área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. O manejo sustentável da RL depende de autorização do órgão competente e não poderá descaracterizar a cobertura vegetal. A RL deve ser instituída pelo proprietário da gleba e ser inserida no Cadastro Ambiental Rural (CAR), comprometendo-se o mesmo pela regularização das respectivas áreas (Borges *et al*. 2015).

Todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a título de RL, sem prejuízo da aplicação das normas sobre as APPs. A RL é a área do imóvel rural que, coberta por vegetação natural, pode ser explorada com o manejo florestal sustentável, nos limites estabelecidos em lei para o bioma em que está a propriedade. No Rio Grande do Sul, a RL corresponde a 20% da área do imóvel. Em caso de fracionamento do imóvel rural, será considerada a área do imóvel antes do parcelamento.

Quando a propriedade não possuir extensão territorial nativa estabelecida em atendimento aos critérios que definem o tamanho da RL, o proprietário pode adotar as seguintes alternativas: 1) condução da regeneração natural; 2) recomposição da vegetação a partir do plantio de espécies nativas e em conformidade aos critérios estabelecidos pelo órgão competente; e 3) compensação da RL da propriedade por outra equivalente no mesmo bioma. No caso de pequenas propriedades rurais ou posse rural familiar, com área não superior a quatro módulos fiscais, para o cumprimento da manutenção ou compensação da área de RL,

podem ser computados plantios de árvores frutíferas, ornamentais ou comerciais, ou ainda, espécies exóticas cultivadas intercaladas ou em consórcio com espécies nativas.

O poder público estadual poderá reduzir a RL dependendo da extensão do Município ocupada por unidades de conservação de domínio público e por terras indígenas homologadas ou quando o Estado tiver Zoneamento Ecológico-Econômico aprovado.

A localização da área de RL no imóvel rural deverá levar em consideração os seguintes estudos e critérios:

I – o plano de bacia hidrográfica.

II – o Zoneamento Ecológico-Econômico.

III – a formação de corredores ecológicos com outra Reserva legal, com Área de Preservação Permanente, com Unidade de Conservação ou com outra área legalmente protegida.

IV – as áreas de maior importância para a conservação da biodiversidade.

V – as áreas de maior fragilidade ambiental.

Material e métodos

Área de estudo

O Rio Grande do Sul possui três grandes regiões hidrográficas: Uruguai, Guaíba e Litoral. A região do Guaíba agrupa nove bacias hidrográficas, das quais a maior é a do rio Jacuí, com 30.331 km^2. Devido a diferenças marcantes no relevo, a bacia é comumente dividida em duas, Alto Jacuí (12.985 km^2) e Baixo Jacuí (17.345 km^2), ou também em Alto, Médio e Baixo Jacuí. Aqui foi considerada uma divisão em duas regiões, Alto e Baixo Jacuí

Localizada em sua maior parte na região fisiográfica da Depressão Central (*sensu* Pacheco 1956), a área de estudo abrangeu os municípios de Cachoeira do Sul, Charqueadas, General Câmara, São Jerônimo, Minas do Leão, Pantano Grande, Restinga Seca, Rio Pardo e Triunfo. O objeto de estudo foram as margens do rio Jacuí entre o seu delta e a foz do rio Vacacaí.

Geoprocessamento

Delimitação da área de estudo

A extensão do rio entre o delta do Jacuí e a foz do Vacacaí totaliza 241,15 km de comprimento. Visto que foram objeto de estudo as APPs na extensão referida, e visto que a largura do Jacuí entre a foz do Vacacaí (mais estreita) e o delta (mais larga) é variável, decidiu-se pela adoção de uma faixa uniforme de 500 m ao longo de todo o comprimento da área de estudo, o que equivale à APP para rios com largura superior a 600 m, conforme a Lei 12.651/2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa (Brasil 2012).

Segmentação da área de estudo

Dado o comprimento da área, a mesma foi dividida em três trechos, de jusante a montante: **Trecho 1** – entre a foz do Delta do Jacuí e a Eclusa de Amarópolis; **Trecho 2** – entre a Eclusa de

Amarópolis e a Eclusa Anel de Dom Marco; e **Trecho 3** – entre a Eclusa Anel de Dom Marco e a foz do rio Vacacaí (Mapa 1).

Etapas do geoprocessamento

Durante as etapas do geoprocessamento foram realizadas atividades de campo e também utilizadas imagens de satélite, fotografias aéreas, bases cartográficas digitais e fotos terrestres. As etapas de trabalho seguiram a seguinte ordem: (1) localização e definição da área de estudo, (2) aquisição e tratamento de imagens RapidEye, (3) identificação de tipologias e predefinição de classes, (4) análise e classificação de imagens, (5) mapa de pré-classificação, (6) atividades de campo para reambulação, (7) uso de imagens World View 2 para reambulação, (8) classificação final de feições, (9) análises espaciais, e (10) elaboração dos mapas. Todas as análises espaciais e o mapeamento foram realizados utilizando o software ARCGIS 10.3 e o aplicativo Google Earth™.

A delimitação da área de estudo e dos trechos adotados foi realizada através de imagens de satélite disponíveis no Google Earth. Concluído o mapa inicial da área, foram realizadas as expedições de reconhecimento e, em seguida, as investigações dos níveis de degradação das diferentes áreas e tipologias, com enfoque na vegetação nativa.

Para a elaboração dos mapas de uso e cobertura do solo foram digitalizadas em tela imagens orbitais do satélite RapidEye (2011-2014), com resolução espacial de 5 m utilizando o sistema de referência Sirgas 2000. Os resultados do geoprocessamento são apresentados no subtítulo "Uso e ocupação do solo."

As classes de agricultura, área edificada, campos/pastagens, silvicultura e mineração foram consideradas conflitantes quando presentes nas APPs e constituem vetores de pressão sobre a vegetação nativa e as formações naturais. A área total dos trechos que necessitam de ações de recuperação resultou da soma da área das classes consideradas conflitantes, enquanto que a área total dos remanescentes naturais procedeu da soma da área das demais classes.

Vegetação

O processo de recuperação da vegetação ciliar se concentra habitualmente em espécies arbóreas e arborescentes e formações florestais, que constituíram o foco principal na coleta de dados ao longo do trabalho de campo para caracterização dos ambientes estudados e da vegetação, e para a seleção das espécies sugeridas nas medidas de recuperação. Informações adicionais sobre outros grupos de plantas vasculares não foram objeto deste estudo, com exceção de algumas poucas espécies características de ambientes não florestais.

A coleta de dados ocorreu ao longo de 12 saídas que abrangeram os três trechos do percurso estudado. As atividades de campo se estenderam de maio de 2016 a setembro de 2018, incluindo o período em que foram suspensas, conforme relato na apresentação.

Foram realizados registros e coletas em 325 pontos ao longo do Jacuí (Mapa 2). O levantamento da vegetação ocorreu principalmente no percurso definido, mas as amostragens se concentraram no município de Rio Pardo, onde segmentos mais conservados de diferentes tipologias foram utilizados como áreas de referência para recuperação da vegetação em áreas

mais degradadas ao longo do Jacuí. A coleta de dados se deu por meio de observações, coleta de material fértil de espécies de plantas vasculares e registros fotográficos.

Formações

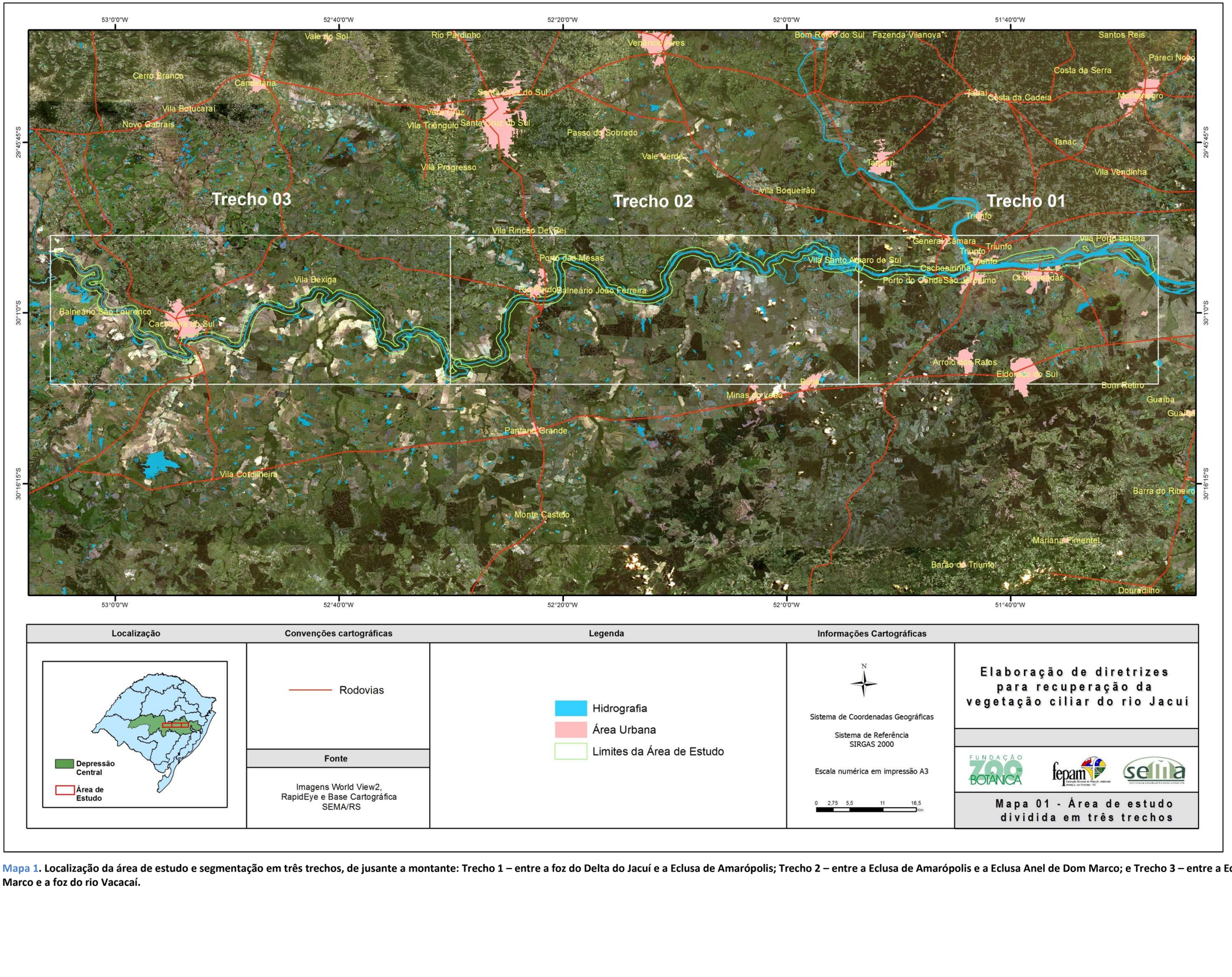
As formações foram descritas a partir da cobertura do terreno, vegetação, solos e topografia. Na caracterização receberam destaque as principais espécies (composição) e também as zonas suscetíveis ou não aos pulsos de inundação do rio. Cada área selecionada para amostragem foi pré-mapeada por meio de imagens do Google Earth, e trajetos contendo pontos com diferentes formações foram pré-estabelecidos. Cada trajeto foi percorrido em campo, sendo os pontos amostrados, descritos e fotografados. Pontos adicionais foram marcados, sobretudo de espécies importantes para a recuperação de áreas degradadas. A Figura 1 apresenta um exemplo de área onde foram coletados dados no município de Rio Pardo. Apesar de nem todos os pontos se encontrarem dentro da faixa de 500 m, os mesmos foram relevantes para a descrição das formações em geral e também de sua composição.

Faz-se aqui uma breve caracterização das variações topográficas encontradas na área de estudo. Dois perfis esquemáticos ilustram, a partir das margens do rio, as principais zonas ou faixas de acordo com as características topográficas mais marcantes do terreno (Figura 2) e as tipologias vegetacionais e aspectos fisiográficos distintivos no intervalo analisado (Figura 3). Os perfis são ilustrativos e de modo algum representam a heterogeneidade ambiental na região.

Entre a margem do leito menor do rio e a várzea, a primeira zona é o dique marginal. Formado pela deposição de sedimentos, o dique marginal se justapõe ao curso d'água de modo contínuo ou não, de modo que em regra seu comprimento é muito maior do que a largura, a qual varia desde poucos metros até dezenas de metros, e comumente se encontra em posição um pouco mais elevada do que a várzea. Quando o fluxo não ultrapassa as margens e o rio não deposita sedimentos grosseiros, o dique não é edificado. No Jacuí o dique marginal é recoberto por floresta estacional e apresenta riqueza de espécies e porte variáveis, geralmente inferiores à riqueza e ao porte da floresta ciliar sobre o terraço ou encosta. Por vezes pode ser precedido por um trecho de praia.

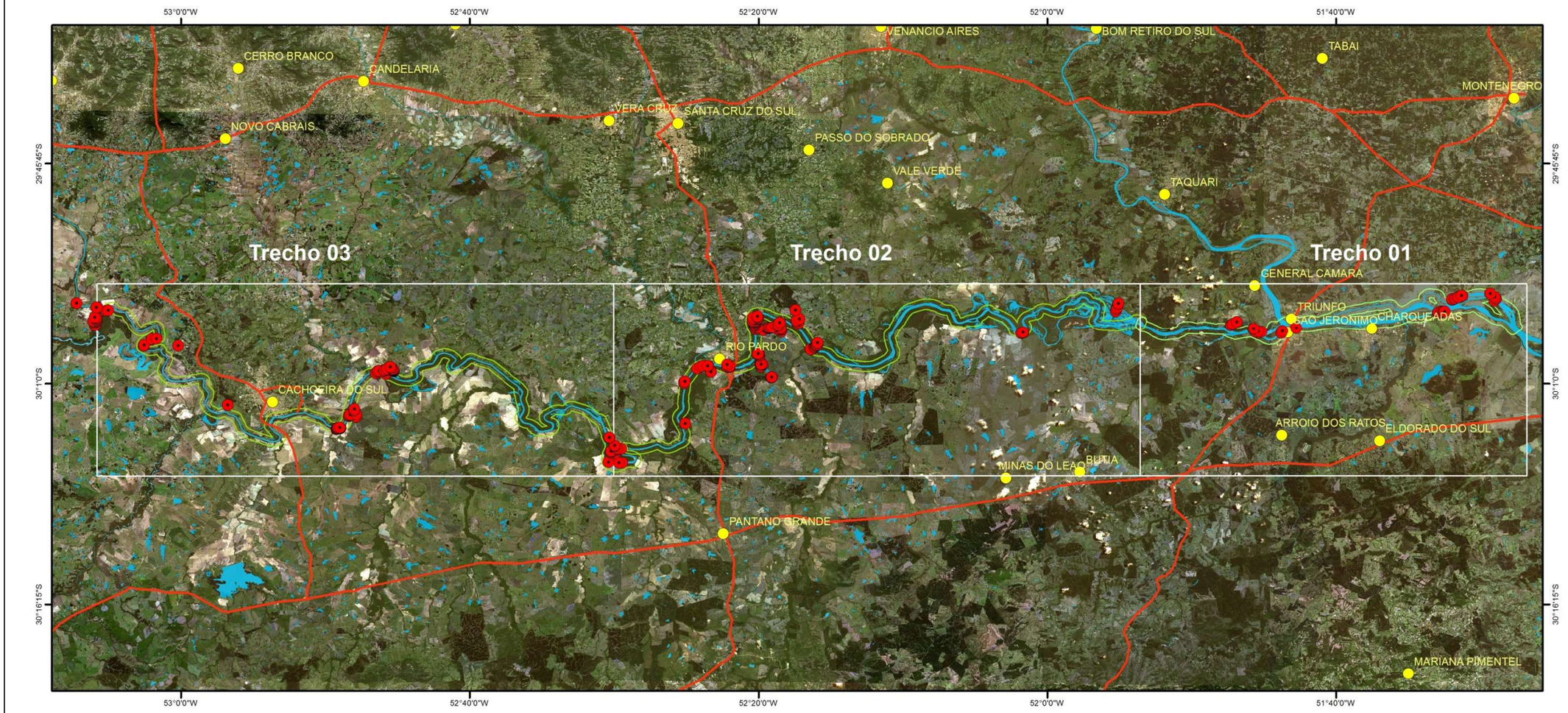
A várzea é a zona que se sucede e que corresponde à planície de inundação do rio, ocupando a parte mais baixa do terreno. O intervalo entre os limites externos da várzea em ambos os lados do rio constitui o leito maior (vide Figura 3). A várzea é relativamente plana, alagada ou mal drenada, mas pode também apresentar trechos bem drenados. Comumente abriga mosaicos complexos que incluem diferentes tipologias vegetais – florestas de várzea, sarandizais, banhados, maricazais e áreas úmidas – além de lagoas, meandros abandonados do rio e valas de drenagem.

A várzea dá lugar à encosta ou terraço, onde o terreno é bem drenado e não sujeito (ou pouco) aos pulsos de inundação do rio. Ali ocorre a floresta ciliar, no rio Jacuí composta por uma maioria de espécies estacionais (floresta estacional) e usualmente com diversidade e porte elevados, ao menos nas florestas em estágio sucessional avançado (*sensu* Clark 1996).

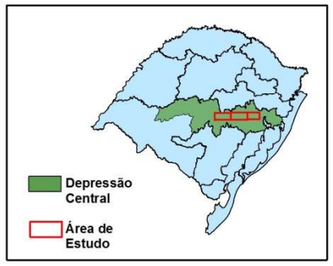


Localização	Convenções cartográficas	Legenda	Informações Cartográficas	
	Rodovias **Fonte** Imagens World View2, RapidEye e Base Cartográfica SEMA/RS	Hidrografia Área Urbana Limites da Área de Estudo	N Sistema de Coordenadas Geográficas Sistema de Referência SIRGAS 2000 Escala numérica em impressão A3 0 2,75 5,5 11 16,5 Km	**Elaboração de diretrizes para recuperação da vegetação ciliar do rio Jacuí** **Mapa 01 - Área de estudo dividida em três trechos**

Mapa 1. Localização da área de estudo e segmentação em três trechos, de jusante a montante: Trecho 1 – entre a foz do Delta do Jacuí e a Eclusa de Amarópolis; Trecho 2 – entre a Eclusa de Amarópolis e a Eclusa Anel de Dom Marco; e Trecho 3 – entre a Eclusa Anel de Dom Marco e a foz do rio Vacacaí.



Localização



Convenções cartográficas

- Sedes Municipais
- Rodovias

Fonte

Imagens World View2 e RapidEye e Base Cartográfica SEMA/RS

Legenda

- Pontos de Amostragem
- Limites da Área de Estudo
- Hidrografia

Informações Cartográficas

N

Sistema de Coordenadas Geográficas

Sistema de Referência SIRGAS 2000

Escala numérica em impressão A3

0 2,5 5 10 15 Km

Elaboração de diretrizes para recuperação da vegetação ciliar do rio Jacuí

Mapa 02 - Pontos de amostragem

Mapa 2. Localização dos pontos de amostragem na área de estudo ao longo dos três trechos: Trecho 1 – entre a foz do Delta do Jacuí e a Eclusa de Amarópolis; Trecho 2 – entre a Eclusa de Amarópolis e a Eclusa Anel de Dom Marco; e Trecho 3 – entre a Eclusa Anel de Dom Marco e a foz do rio Vacacaí.

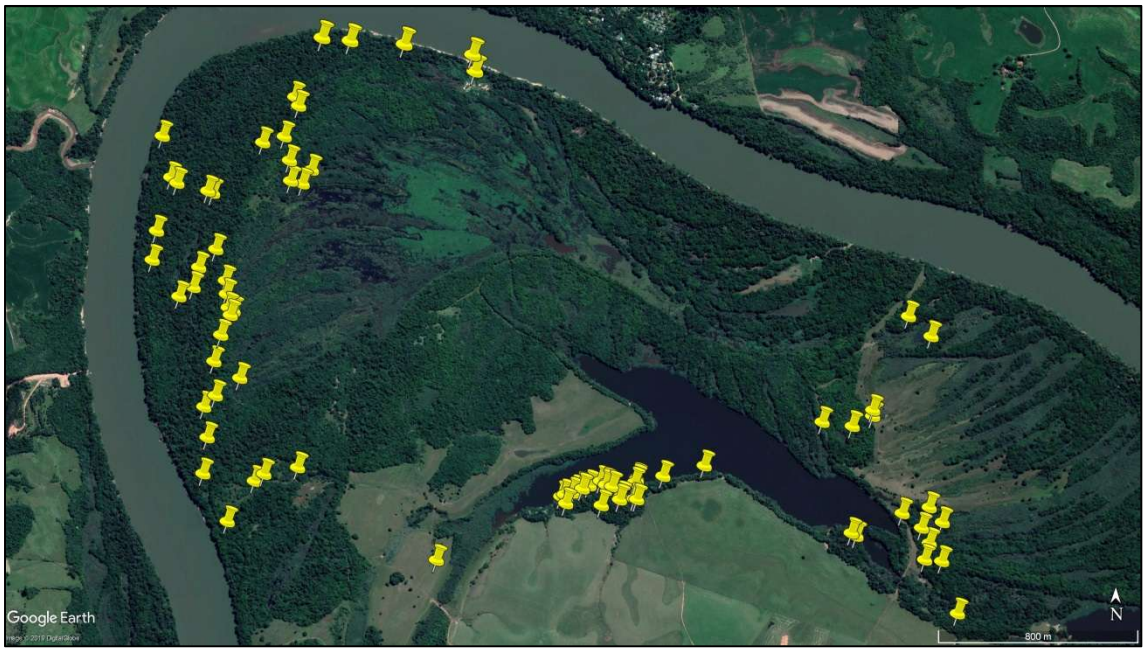


Figura 1. **Pontos amostrais em um complexo de formações vegetacionais em Rio Pardo (≈1.000 ha).**

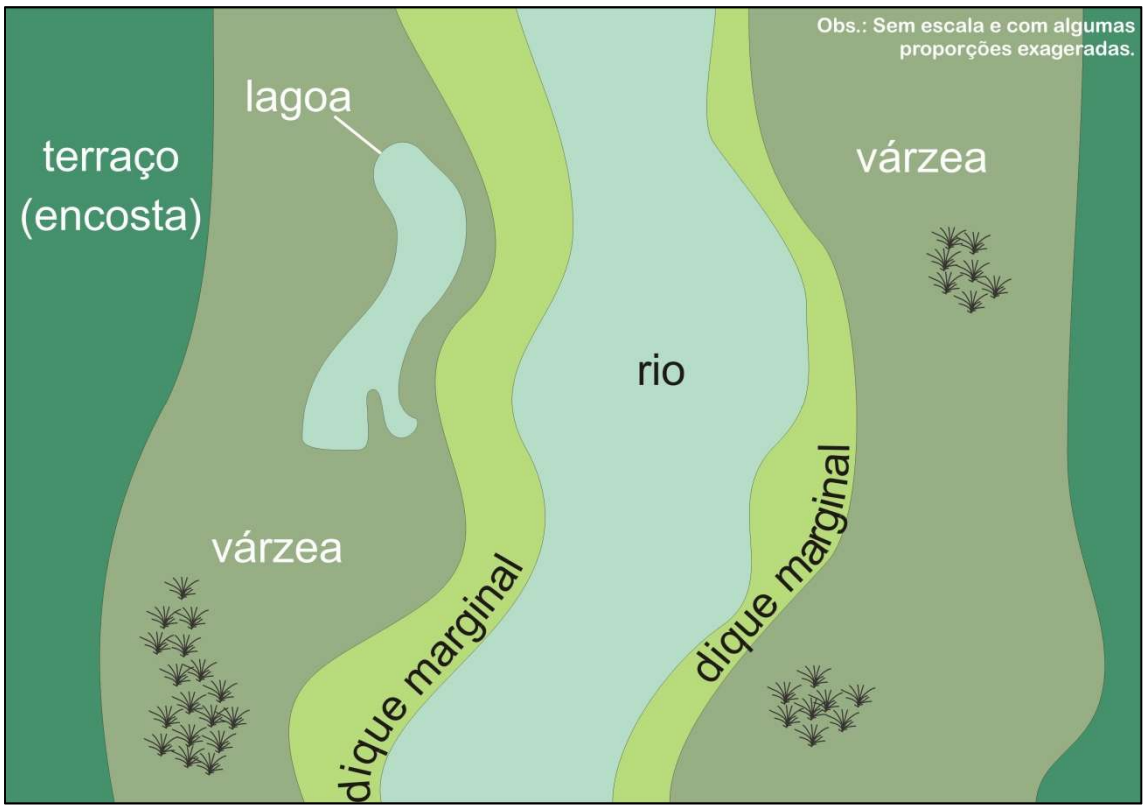


Figura 2. **Perfil esquemático das zonas topográficas a partir da margem do rio. Fonte: © Martin Molz**

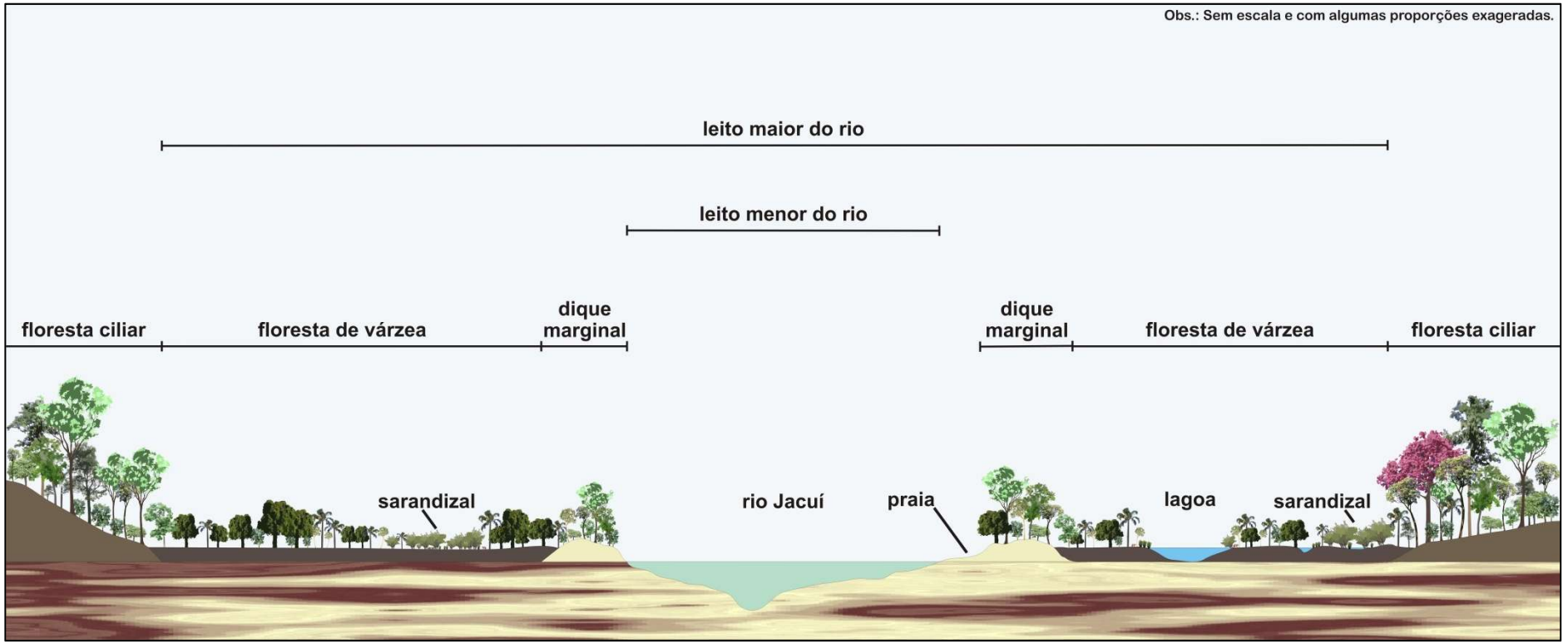


Figura 3. **Perfil esquemático das tipologias vegetacionais e aspectos fisiográficos mais característicos a partir da margem do rio Jacuí. Fonte: © Martin Molz**

Composição e aspectos estruturais

Nos projetos de recuperação é importante coletar informações ecológicas a respeito das principais espécies ocorrentes na área que se pretende implantar. É importante ter informações acerca do recrutamento, manutenção e reprodução de espécies fundamentais e até mesmo ensaios e testes de espécies e de estabelecimento e crescimento (SER 2005). Características sobre exigências ecológicas, polinizadores e dispersão de diásporos são igualmente importantes, mas nem sempre fáceis de obter.

Para cada espécime foram coletados dados sobre família botânica, gênero, espécie, hábito, frequência, origem, município e localidade, tipologia (formação), perfil do terreno ou zonas (dique, encosta e várzea), drenagem, estágio sucessional (floresta secundária, floresta avançada, formação pioneira e vegetação antropizada), coordenadas geográficas (latitude e longitude) e data de coleta. Todas essas informações foram reunidas num banco de dados.

O hábito levou em conta o porte das espécies na região estudada. Aquelas com altura potencial até 10 m foram consideradas arvoretas e acima disto árvores. As estimativas de frequência foram visuais e variaram de 0 a 3, de ausente a muito frequente. Quanto à origem, as espécies foram consideradas nativas, quando de ocorrência natural na região de estudo (sem terem sido introduzidas), ou exóticas, quando introduzidas a partir de outros países ou regiões de ocorrência que não a região de estudo. Foram consideradas dominantes as espécies arbóreas que compunham mais de 60% dos indivíduos do estrato superior da floresta ou do total de indivíduos de uma formação, recebendo a mesma o nome da espécie dominante.

Com vistas à recuperação da vegetação, as espécies foram classificadas quanto a grupos ecológicos (pioneira, secundária inicial e secundária tardia), síndromes de dispersão (anemocórica, autocórica e zoocórica) e exigência ou tolerância à umidade/drenagem do terreno (espécies de áreas alagadas, mal drenadas, bem drenadas ou indiferentes). As observações se restringiram ao observado na região de estudo, sobretudo quanto ao terreno. Com base em sua frequência e abundância, além de algumas eventuais características adicionais, algumas arbóreas amostradas foram consideradas espécies-chave para ações de recuperação da vegetação ciliar.

Materiais coletados foram herborizados e tombados no Herbário Alarich Rudolf Holger Schultz (HAS/FZB) ou, quando vivos, tombados na coleção do Jardim Botânico de Porto Alegre. A delimitação das famílias seguiu APG IV (2016) e os nomes das espécies seguiram a Flora do Brasil 2020 (http://floradobrasil.jbrj.gov.br); as exceções foram *Calliandra tweediei* Benth., que seguiu a Recomendação 60C do Código Internacional de Nomenclatura Botânica (Código de Shenzhen), e *Myrcia cruciflora* A.R. Lourenço & E. Lucas (ver Lourenço *et al.* 2018). Os demais nomes dos autores das espécies foram propositadamente omitidos.

Mudanças recentes (ou nem tanto) nos nomes de algumas espécies mais conhecidas pelo público não especializado poderão causar surpresa, mas é possível encontrar a maioria das sinonímias ou nomes inválidos associados ao binômio correto consultando a Flora do Brasil 2020. Um exemplo são os branquilhos (*Gymnanthes klotzschiana* e *Gymnanthes serrata*) e o sarandi (*Gymnanthes schottiana*), antes no gênero *Sebastiania,* que no Rio Grande do Sul reunia cinco espécies. Por questões taxonômicas, quatro dessas espécies de *Sebastiania* foram transferidas para *Gymnanthes,* restando no Estado apenas *Sebatiania brasiliensis*.

Resultados

Uso e ocupação do solo

Foram classificados 26.332,3 ha distribuídos em 10 classes de uso e cobertura (Tabela 1). Os mapas apresentam a classificação geral (Mapa 3), por trechos (Mapas 4, 7 e 10) e o detalhamento de cada trecho (Mapas 5-6, 8-9 e 11-12). As classes são descritas abaixo.

Tabela 1. Classes de cobertura e uso do solo nos três trechos na área de estudo (valores em hectares).

Classe	Trecho 1	%	Trecho 2	%	Trecho 3	%	Total geral	%
Agricultura	1.996,6	31,1	887,1	9,1	3.313,4	32,4	6.197,2	23,5
Área edificada	515,7	8,04	153,8	1,6	132,7	1,3	802,2	3,0
Áreas úmidas	280	4,4	1.319,1	13,6	893,2	8,7	2.492,3	9,5
Areia	2,6	0,04	3,8	0,04	17,4	0,17	23,7	0,1
Campos/pastagens	627,5	9,8	498,4	5,1	1.184,3	11,6	2.310,2	8,8
Corpos d'água	180,3	2,8	290	3	97,5	0,9	567,7	2,2
Florestas	2.752,9	42,9	6.417,7	66,2	4.160,6	40,7	13.330,7	50,6
Mineração	0	0	5,3	0,05	0	0	5,3	0,02
Mosaico florestas/áreas úmidas	29,8	0,5	116,7	1,2	423,2	4,1	569,7	2,2
Silvicultura	29,2	0,5	1,9	0,02	2,3	0,02	33,5	0,1
Total por trecho	**6.413,8**	**24,4**	**9.693,8**	**36,8**	**10.224,7**	**38,8**	**26.332,3**	**100**

Agricultura

Feição onde predominaram culturas anuais de arroz irrigado e soja, mas incluiu também áreas de plantio em preparação ou recentemente plantadas. Abrangeu largas extensões, chegando muitas vezes até a margem do rio (Figuras 4 e 5, mas vide também "Conflitos e vetores de pressão"). Nos Trechos 1 e 3 a agricultura perfez aproximadamente ⅓ da cobertura do solo.

Área edificada

Abrangeu as construções rurais – como sedes de fazenda, galpões e silos, e também áreas urbanas, fábricas, olarias e estradas pavimentadas, entre outros tipos (Figura 6 e 7).

Áreas úmidas

Para esta feição foi adotado o conceito da Convenção de Ramsar (Ramsar 2016), estabelecida em 1971 e de todo incorporada à legislação brasileira pelo Decreto 1.905/1996 (Brasil 1996): "áreas úmidas são áreas naturais ou artificiais, permanentes ou temporárias, com água estagnada ou corrente, doce, salobra ou salgada, incluindo áreas de água marítima com menos de seis metros de profundidade na maré baixa." Na região de estudo, foram muito frequentes os ambientes aquáticos ou semiaquáticos associados a solos hidromórficos, resultado de deposições causadas pelos pulsos de inundação do rio. As constantes mudanças resultantes da dinâmica do rio geraram um conjunto diversificado com lagoas marginais, meandros, banhados, sarandizais, entre outras tipologias (Figuras 8 e 9).

Areia

Depósitos nas margens dos rios oriundos da deposição natural de sedimentos carreados pela água ou derivados de mineração ou outras atividades (Figuras 10 e 11).

Figura 4. **Agricultura com lavouras muito próximas à margem do rio.**

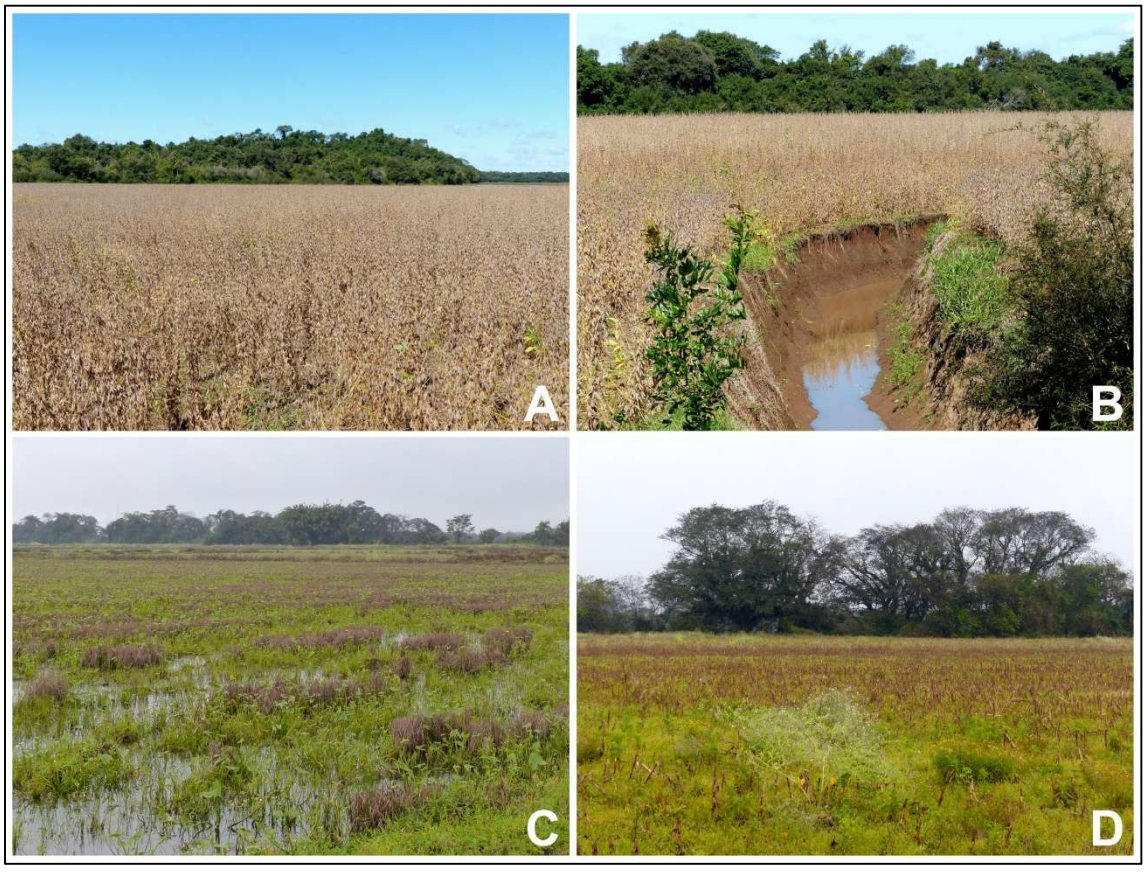


Figura 5. **Agricultura: plantios na várzea: A – soja; B – drenagem da várzea; C - arroz irrigado; D – milho. Fotos: © Martin Molz**

Figura 6. Área edificada: vista parcial da área urbana de Rio Pardo.

Figura 7. Área edificada: vista parcial da área urbana de Triunfo a partir do rio Jacuí. Foto: © Martin Molz

Figura 8. **Áreas úmidas: mosaico de espelhos d´água, macrófitas aquáticas, arbustos e árvores.**

Figura 9. **Área úmida com vegetação circundante suprimida, provavelmente arbórea. Foto: © Martin Molz**

Figura 10. **Areia: banco de areia formado por deposição nas margens do rio Jacuí.**

Figura 11. **Areia: banco de areia formado por deposição nas margens do rio Jacuí. Foto: © Martin Molz**

Campos/pastagens

Por causa da dificuldade em diferenciar campo nativo de pastagens, incluíram tanto áreas de campo nativo em diferentes estados de conservação como formações naturais convertidas em pastagens (Figuras 12 e 13). A maioria dos campos/pastagens encontrados resulta da conversão de florestas e áreas úmidas. Nessa região é frequente também o rodízio entre lavouras e áreas de pousio. As áreas em pousio há mais de três anos foram consideradas campos/pastagens.

Corpos d´água

Corresponderam a açudes, lagoas marginais, meandros, segmentos de rios, e espelhos d´água contínuos e com pouca vegetação aflorante (Figuras 14 e 15).

Florestas

Dada a complexidade do terreno e a presença de muitos gradientes ambientais, não foi possível diferenciar as formações florestais a partir da escala de trabalho adotada no mapeamento (1:25.000). Assim, optou-se por incluir todas essas formações numa única classe "florestas" (Figuras 16 e 17). Pelo mesmo motivo, não foram diferenciados os fragmentos em diferentes estágios sucessionais na classificação. Nos casos em que não foi possível diferenciar florestas e áreas úmidas, optou-se por sua inclusão na classe "mosaico florestas/áreas úmidas" (vide abaixo).

As tipologias de floresta foram devidamente detalhadas na descrição da vegetação, incluindo as seguintes formações: camboinzal, floresta de várzea, floresta de branquilhos, floresta de ingazeiros e floresta estacional.

Mineração

Apesar de ocorrer em poucos locais, foi incluída a mineração de areia e argila em áreas terrestres (Figuras 18 e 19).

Mosaico florestas/áreas úmidas

O complexo sistema formado por diversas tipologias florestais entremeadas por áreas úmidas em meio à planície de inundação (várzea) foi considerado como um mosaico. Esta feição abrangeu os segmentos e gradientes de vegetação onde não foi possível separar florestas e áreas úmidas, as quais abarcam maricazais, banhados, sarandizais, camboinzais, florestas de várzea em geral, florestas de branquilhos, florestas de ingazeiros, meandros e lagoas marginais (Figuras 20 e 21).

Silvicultura

Na região da Depressão Central a atividade de silvicultura é intensa, mas na extensão do estudo ocorreram apenas uns poucos talhões de eucalipto e pínus (Figuras 22 e 23). Isso se deve ao predomínio de áreas de várzea, que não oferecem condições de cultivo próprias para as espécies utilizadas em plantios no RS.

Figura 12. **Campos/pastagens na beira do Jacuí (centro).**

Figura 13. **Campos de encosta próximos à planície de inundação em Rio Pardo. Foto: © Martin Molz**

Figura 14. **Corpos d´água: lagoas marginais cercadas por florestas.**

Figura 15. **Corpos d´água: lagoa das Pombas, Rio Pardo, com a margem vegetada ao fundo. Foto: © Martin Molz**

Figura 16. **Florestas de tipologias variadas ao longo do rio Jacuí.**

Figura 17. **Floresta sobre o dique marginal próximo à foz da Sanga do Cabral, Rio Pardo. Foto: © Martin Molz**

Figura 18. **Mineração de areia próxima à margem do rio Jacuí.**

Figura 19. **Mineração de areia em Triunfo. Fonte: Acervo FEPAM**

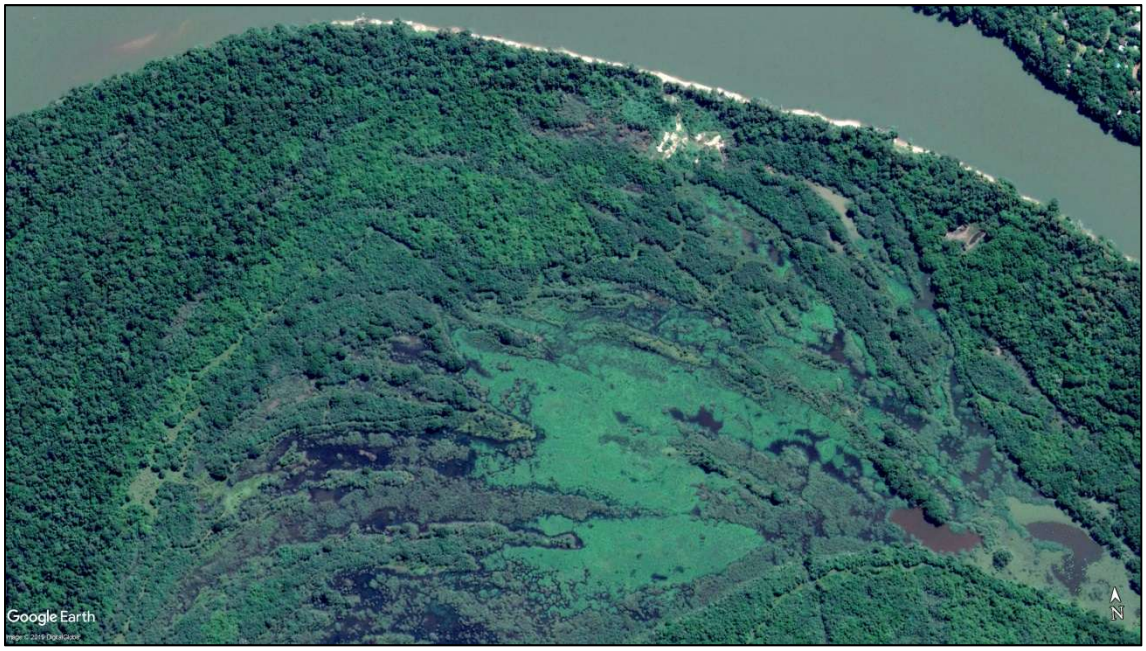


Figura 20. **Mosaico de florestas e áreas úmidas intercaladas, Rio Pardo.**

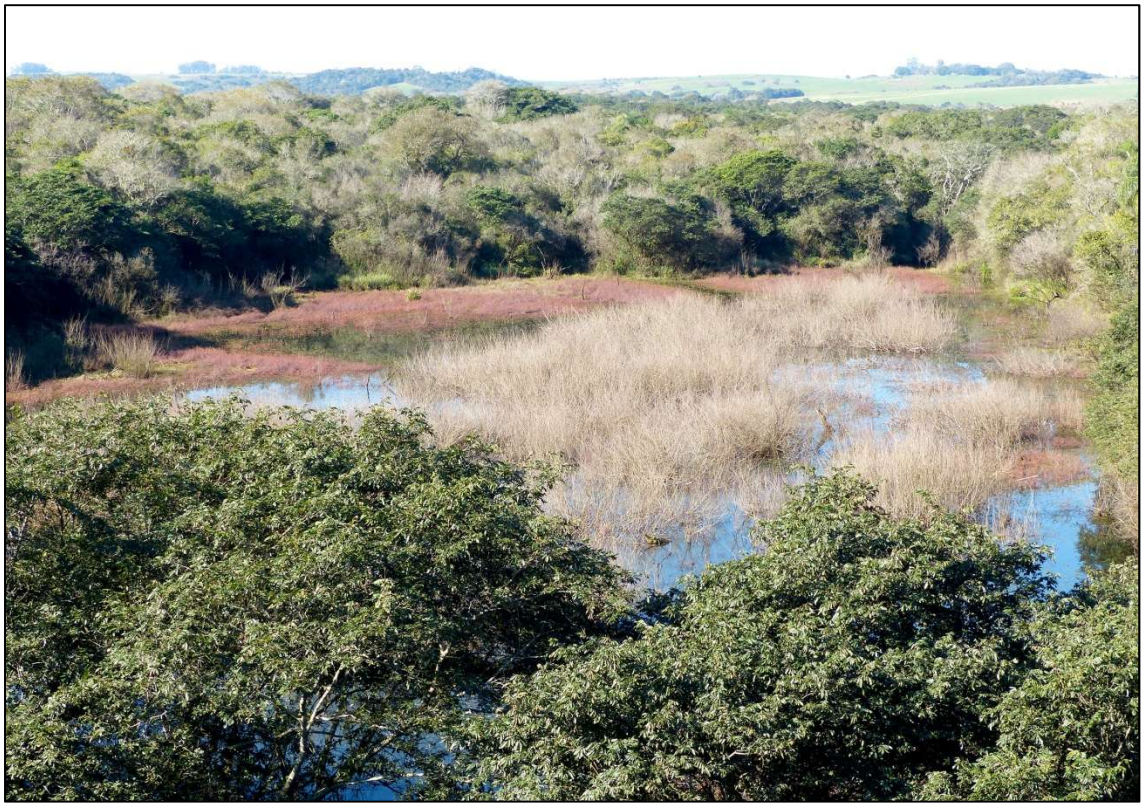


Figura 21. **Mosaico de floresta de várzea com área úmida. Foto: © Martin Molz**

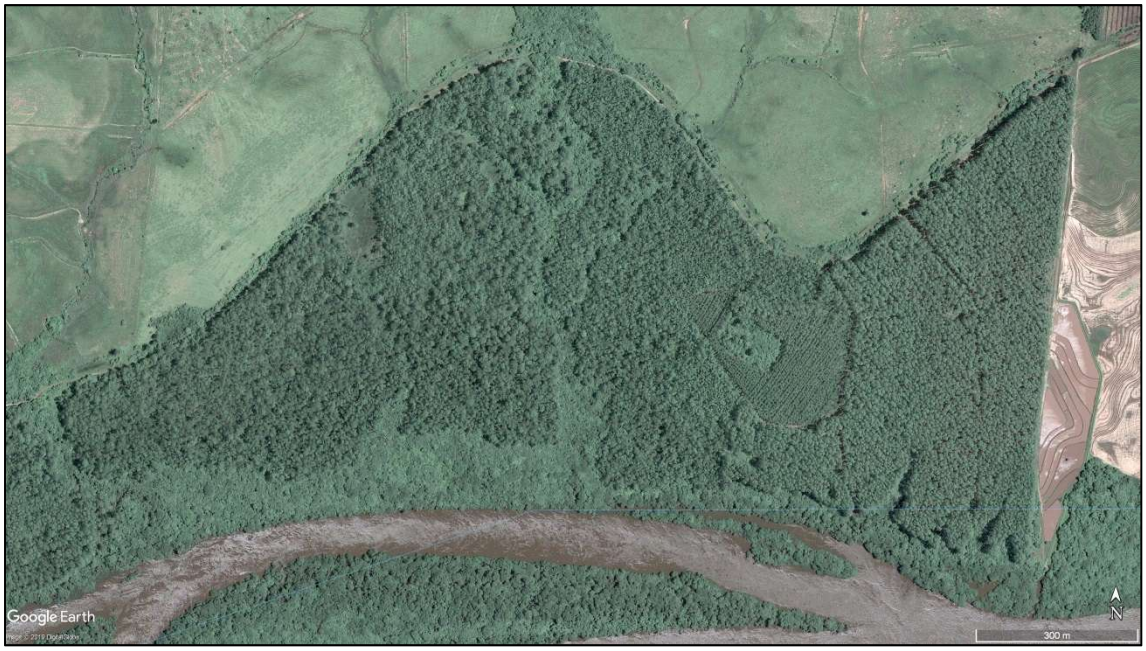
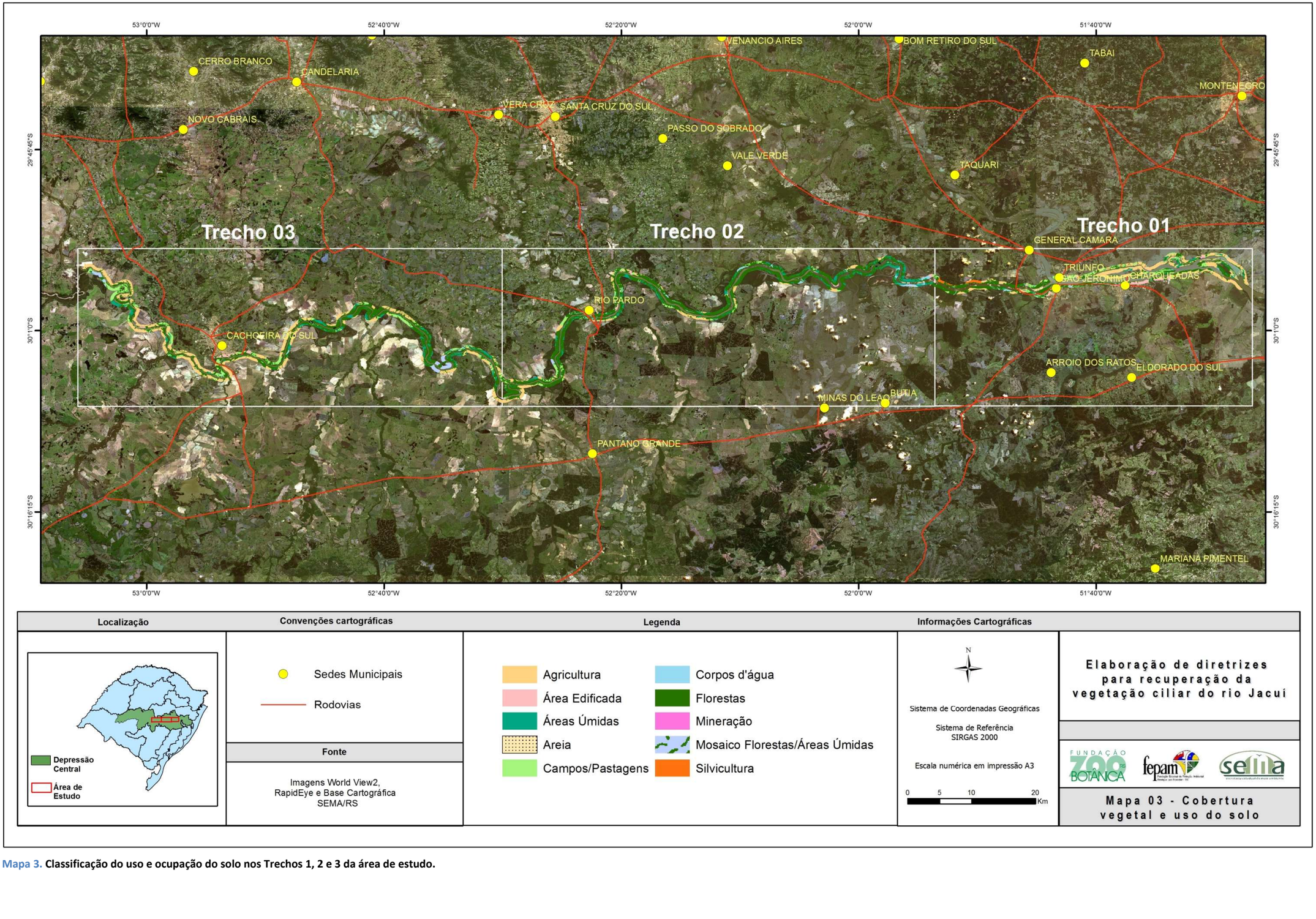
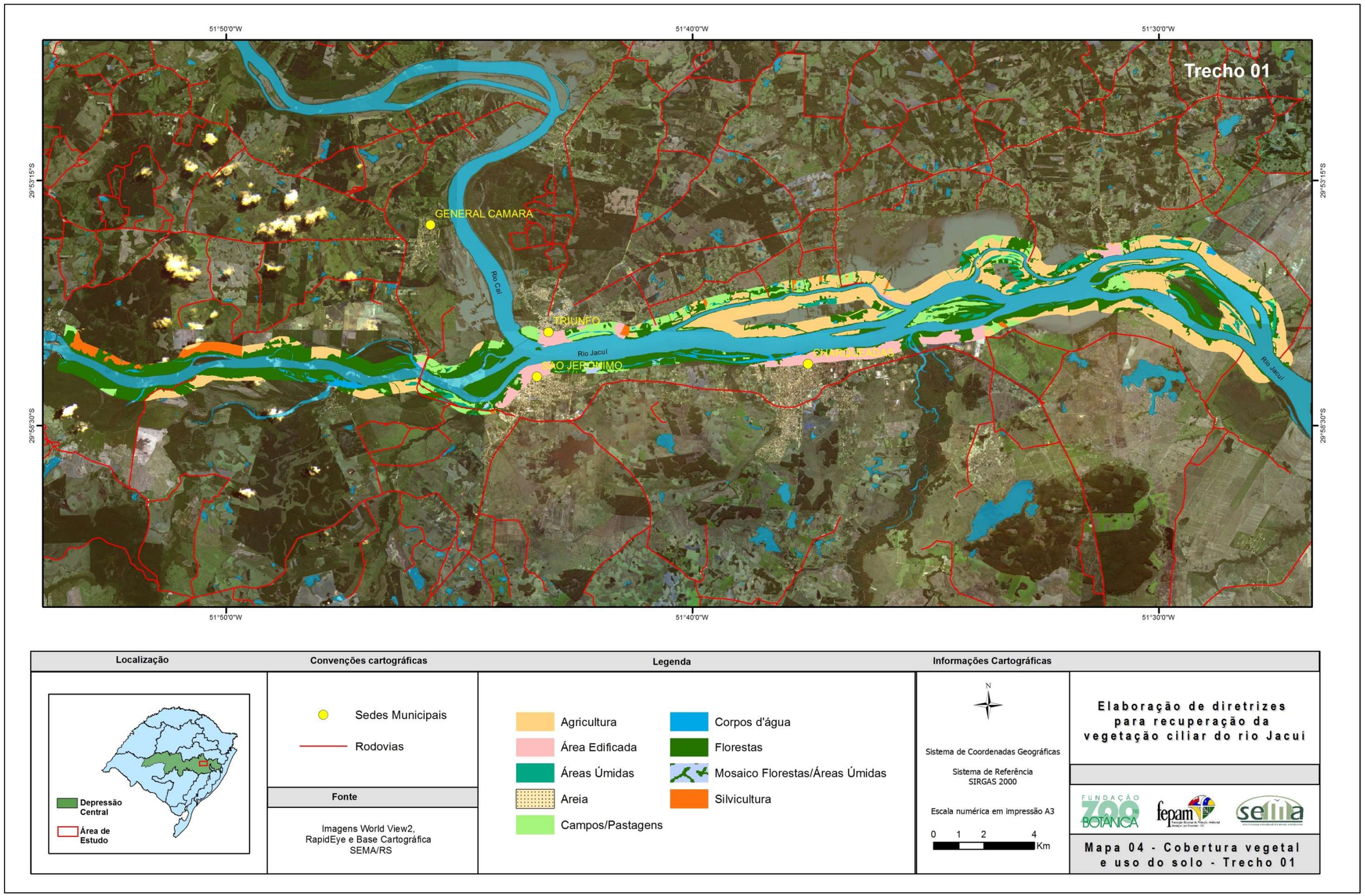


Figura 22. **Silvicultura de eucalipto muito próxima da margem do rio Jacuí.**

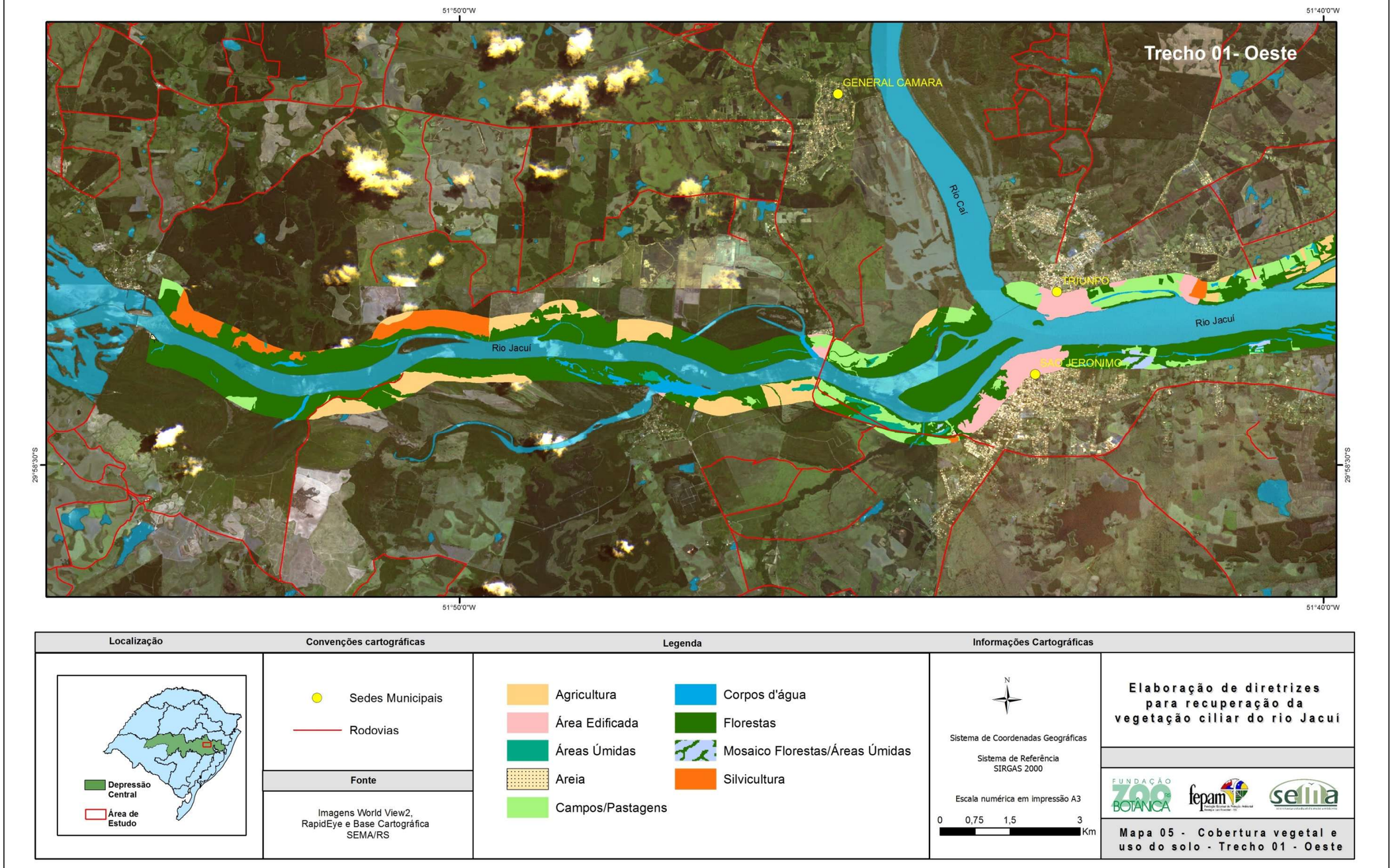
Figura 23. **Silvicultura sobre o terraço ou encosta (segundo plano), antecedida pela planície de inundação. Foto: © Ricardo Ramos Aranha**



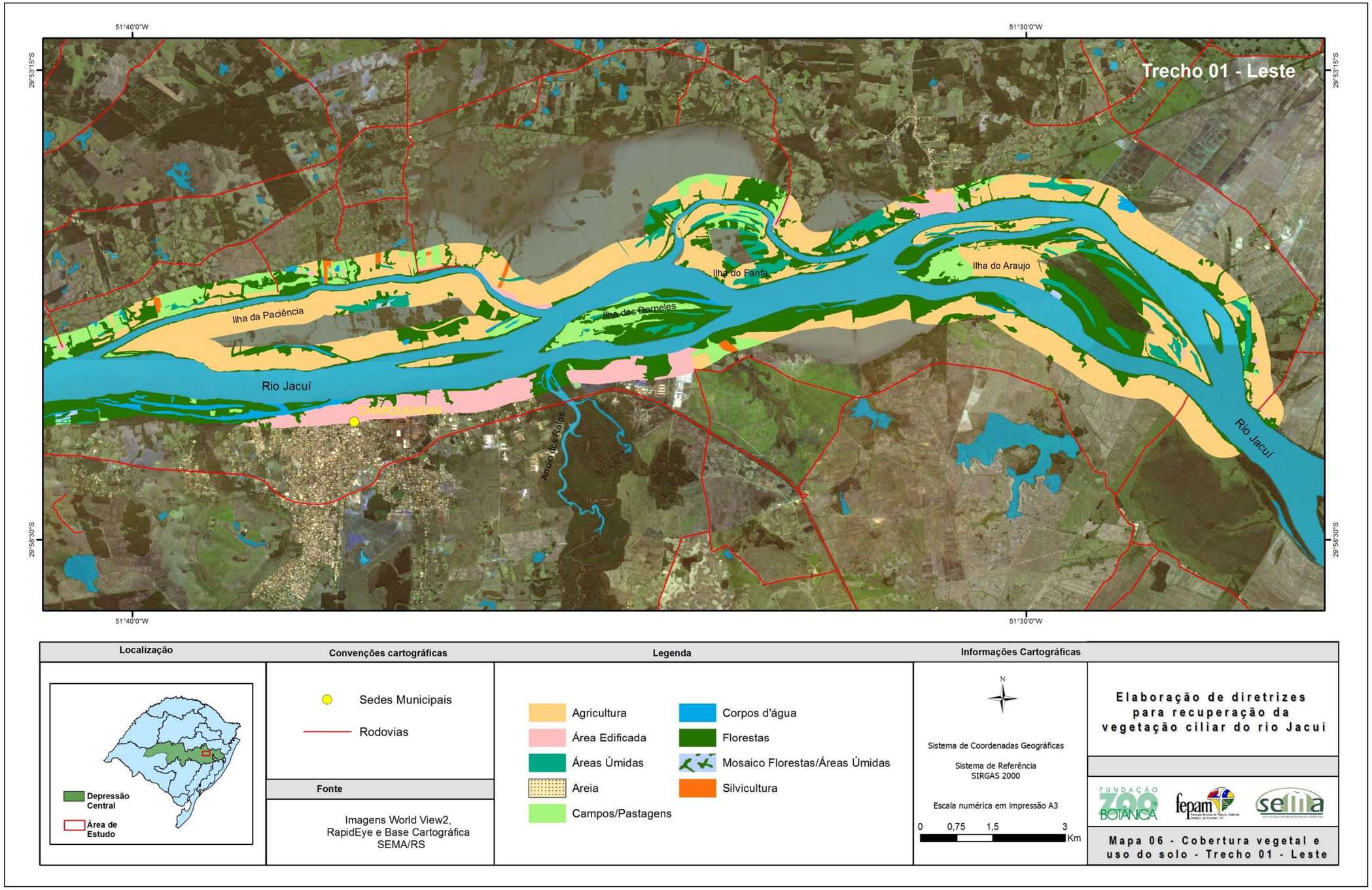
Mapa 3. **Classificação do uso e ocupação do solo nos Trechos 1, 2 e 3 da área de estudo.**



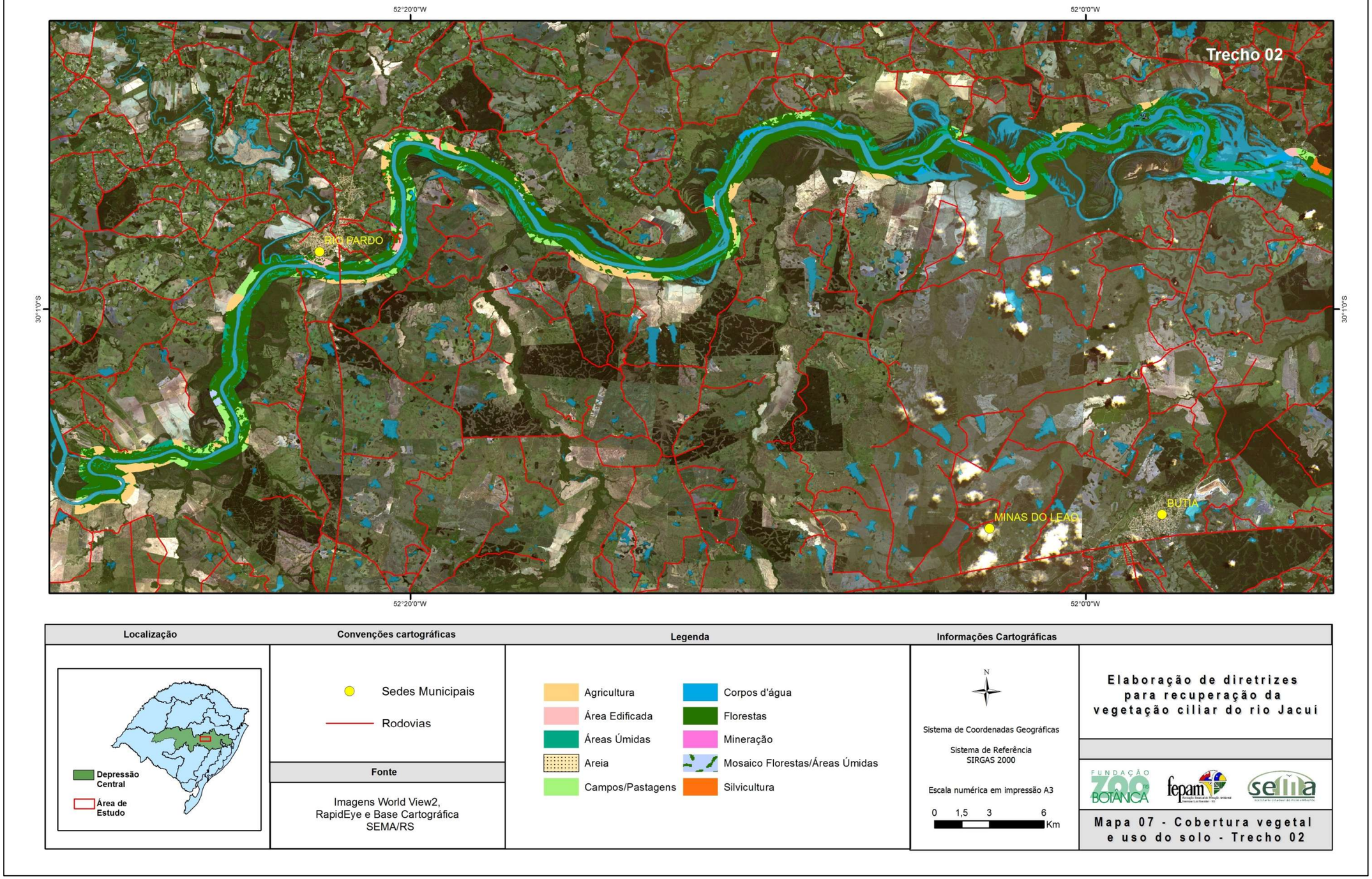
Mapa 4. **Classificação do uso e ocupação do solo no Trecho 1 da área de estudo.**



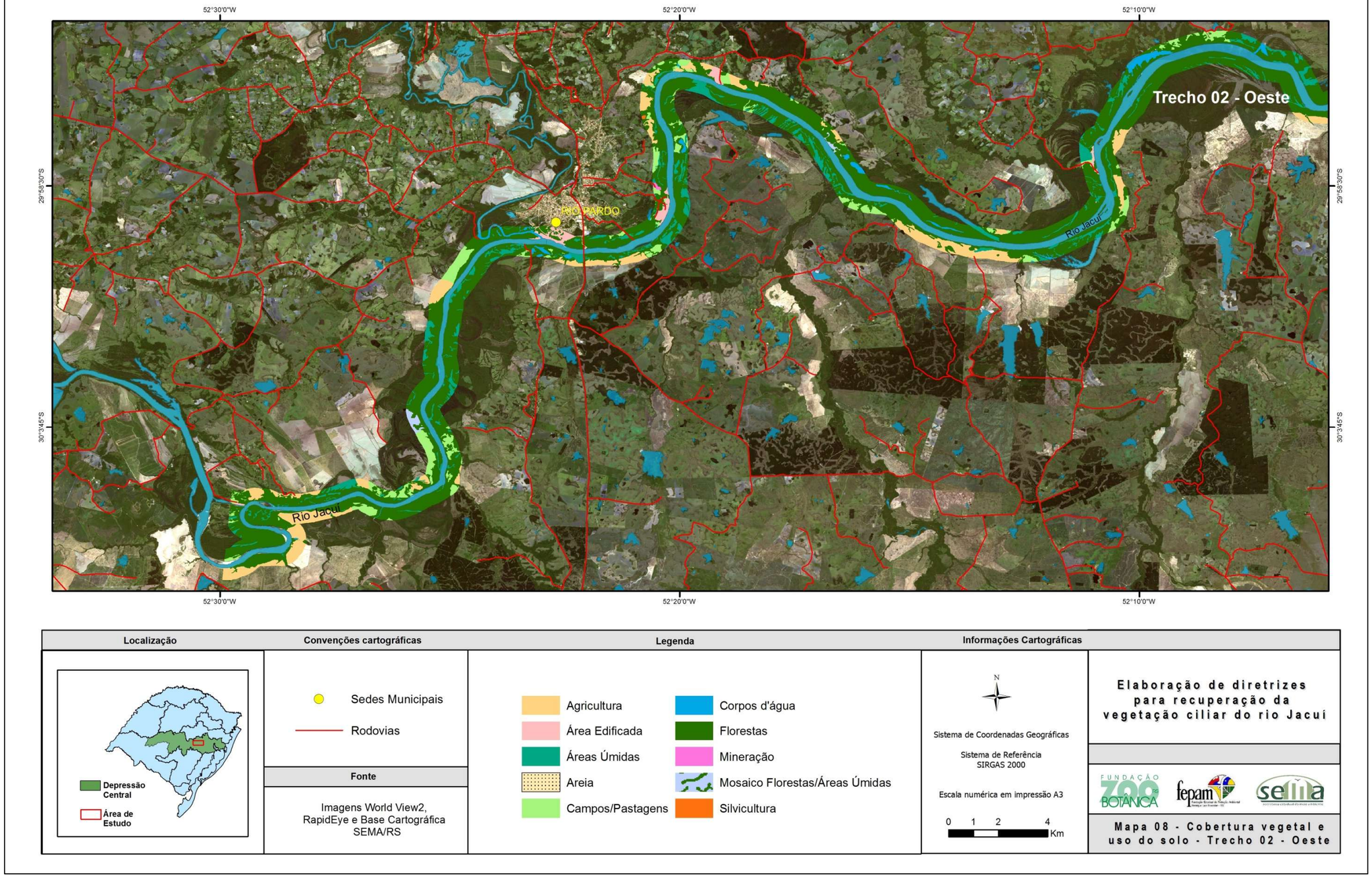
Mapa 5. **Classificação do uso e ocupação do solo no segmento oeste do Trecho 1 da área de estudo.**



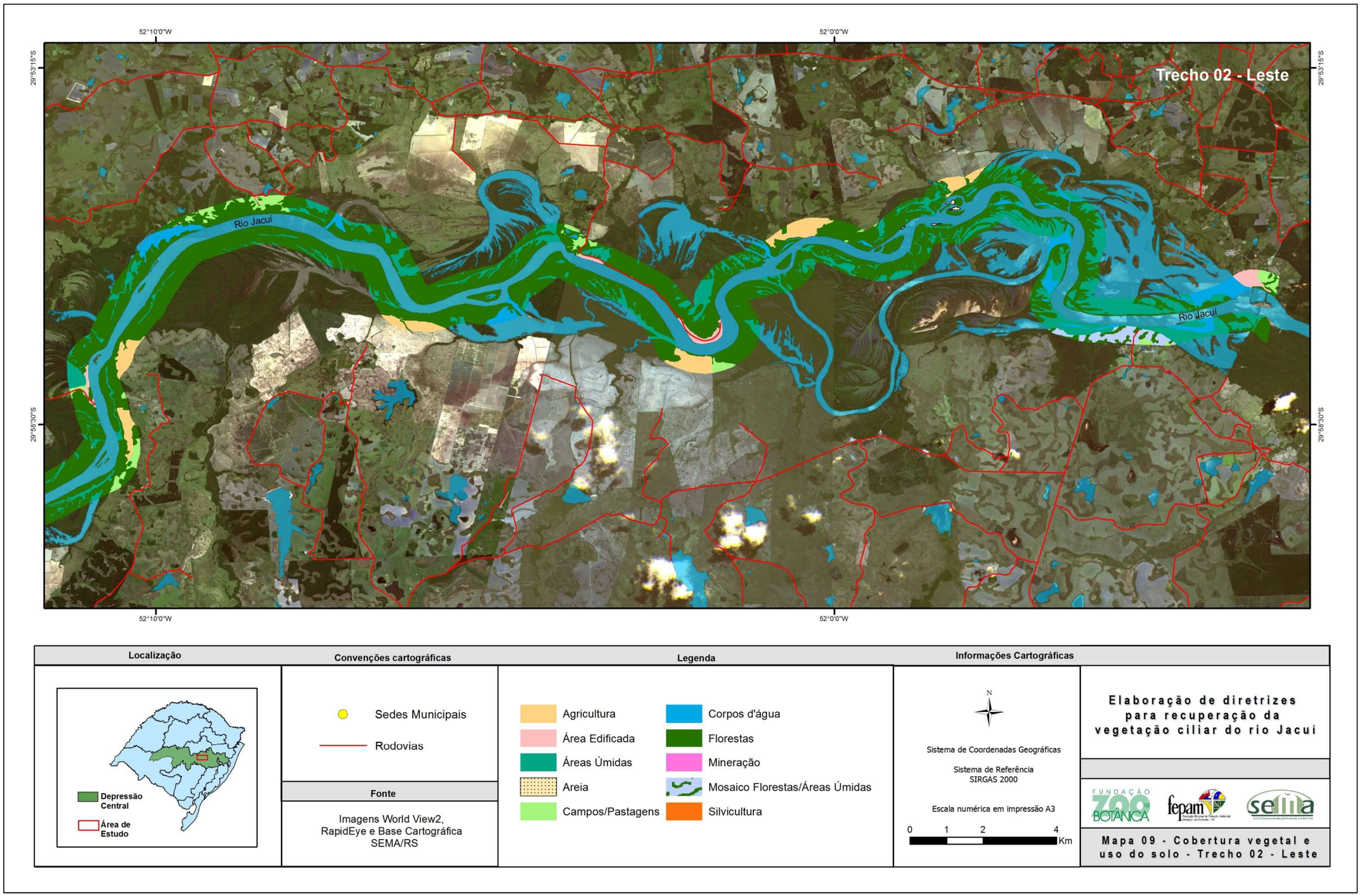
Mapa 6. **Classificação do uso e ocupação do solo no segmento leste do Trecho 1 da área de estudo.**



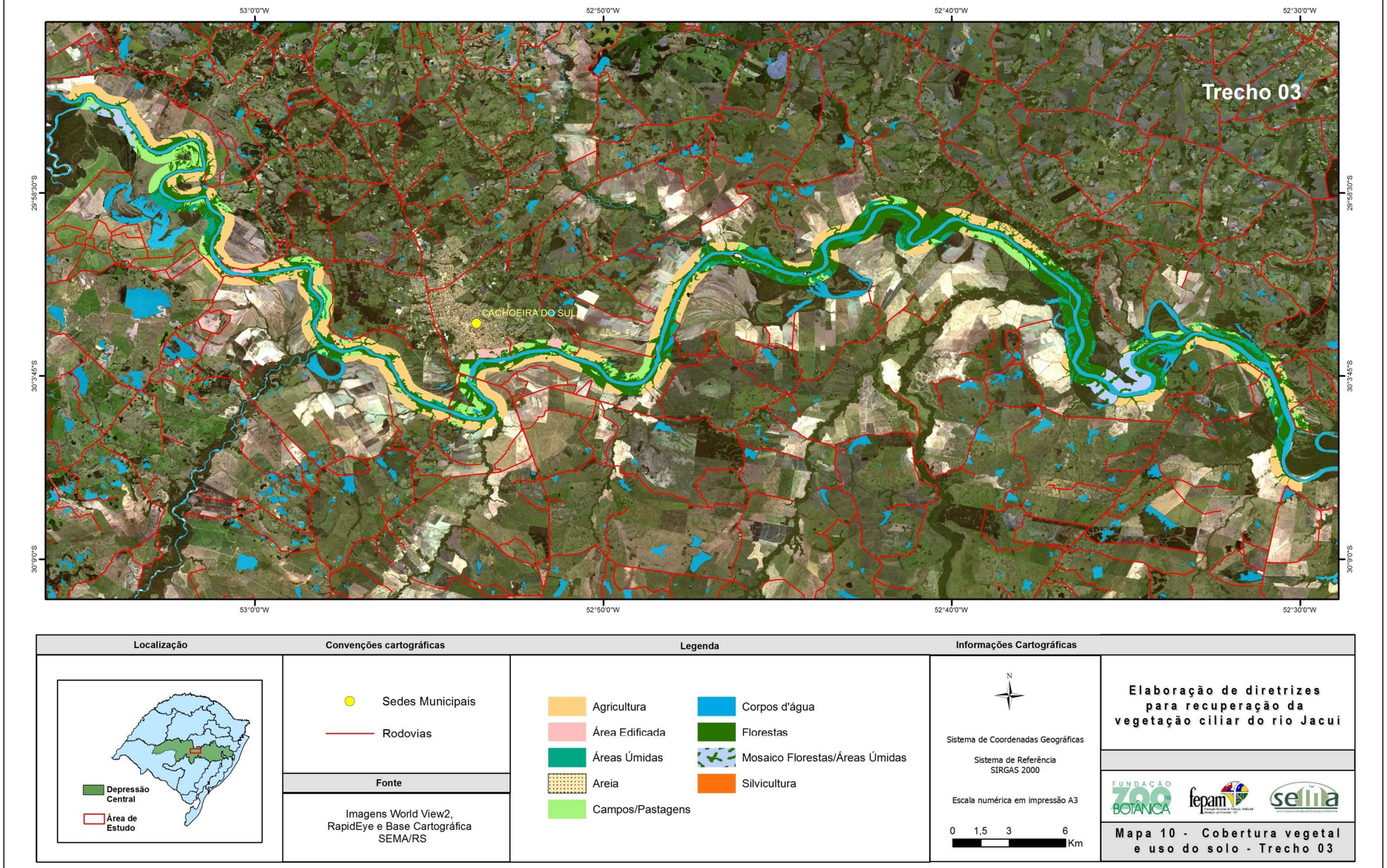
Mapa 7. **Classificação do uso e ocupação do solo no Trecho 2 da área de estudo.**



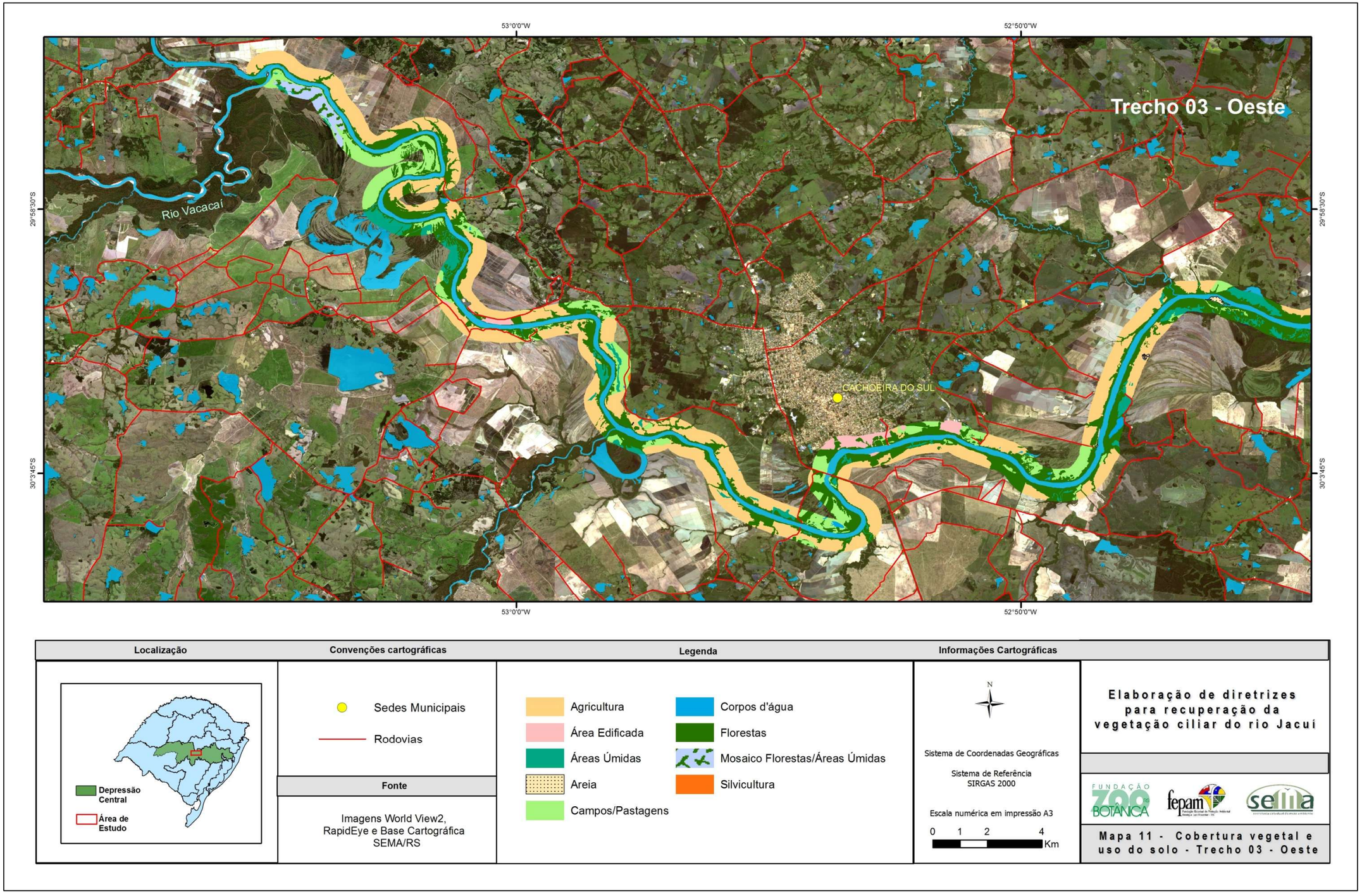
Mapa 8. **Classificação do uso e ocupação do solo no segmento oeste do Trecho 2 da área de estudo.**



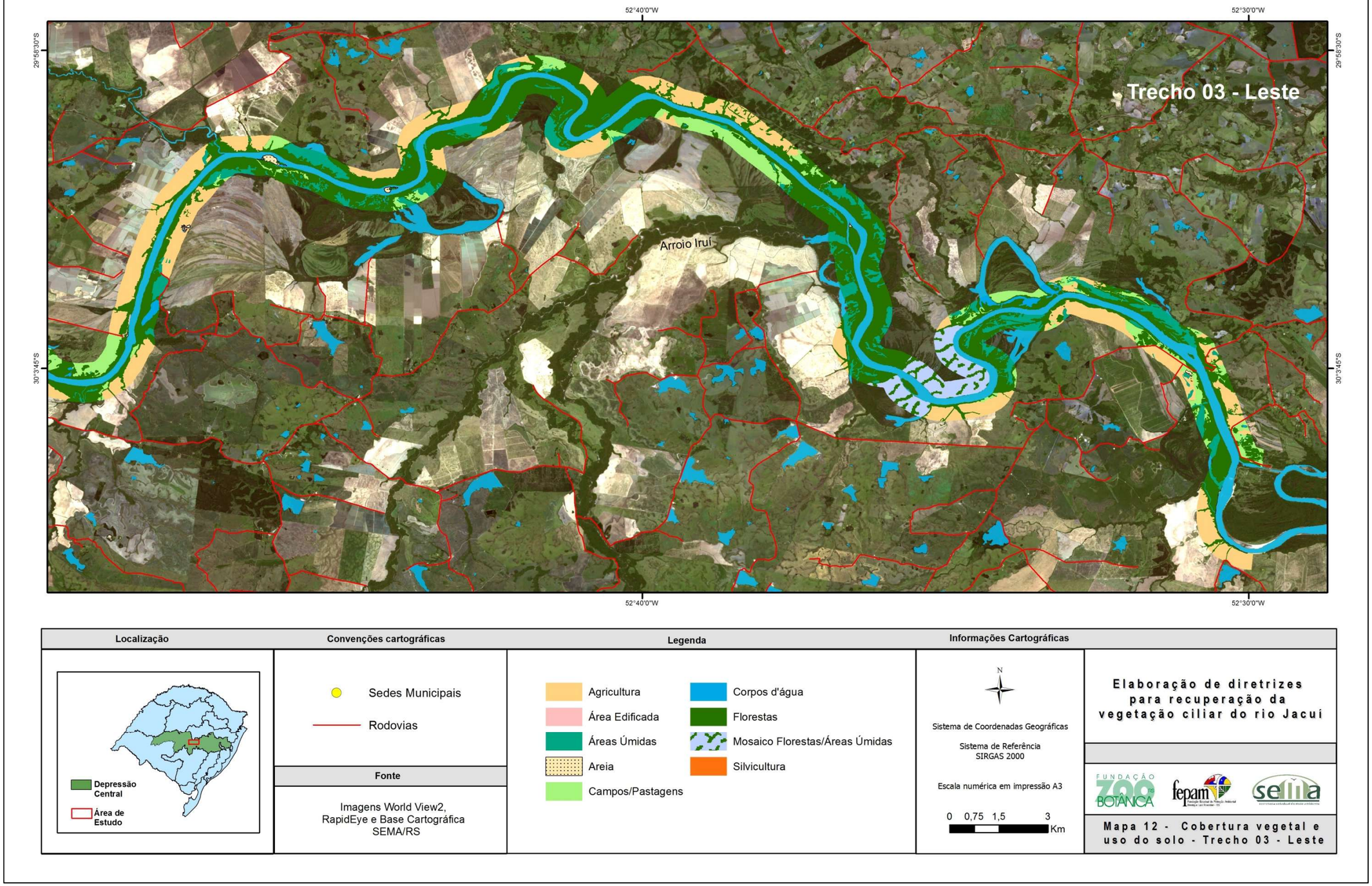
Mapa 9. **Classificação do uso e ocupação do solo no segmento leste do Trecho 2 da área de estudo.**



Mapa 10. **Classificação do uso e ocupação do solo no Trecho 3 da área de estudo.**



Mapa 11. **Classificação do uso e ocupação do solo no segmento oeste do Trecho 3 da área de estudo.**



Mapa 12. **Classificação do uso e ocupação do solo no segmento leste do Trecho 3 da área de estudo.**

Conflitos – áreas convertidas e vetores de pressão

Áreas convertidas e vetores de pressão na faixa de APP ao longo do segmento estudado foram considerados conflitos (Mapas 13 a 22). Áreas convertidas são aquelas que tiveram sua cobertura natural original transformada em usos distintos, e vetores de pressão foram considerados os fatores, internos ou externos, naturais ou ocasionados pelo ser humano, que podem prejudicar ou impactar negativamente APPs, segundo o seu regramento legal. Ainda, lembrando que a largura do rio foi bastante variável, cabe ressaltar que a faixa de 500 m em cada margem do Jacuí abrangeu a totalidade das APPs, mas nem toda a extensão abarcada é de fato de preservação permanente.

De uma forma geral, o uso das APPs está relacionado às condições de geomorfologia, pedologia e disponibilidade hídrica, que condicionam diferentes usos produtivos, à existência de atrativos cênicos, que podem favorecer usos turísticos e a ocupação imobiliária, e à proximidade de áreas urbanas. No caso do segmento estudado no rio Jacuí, as formações naturais (feições não antrópicas na classificação) perfizeram 64% da área total. O mais conservado foi o Trecho 2 (84% de áreas naturais), seguido pelo Trecho 3 (54,7%). O Trecho 1, mais próximo à Região Metropolitana de Porto Alegre e que compreende três sedes municipais – Charqueadas, São Jerônimo e Triunfo, foi o que apresentou o menor percentual de áreas naturais (50,6%), algo esperado pelo histórico de ocupação e urbanização da região.

Os principais responsáveis pela conversão de APPs em outros usos foram a agricultura (vide Figuras 4 e 5) e os campos/pastagens (vide Figuras 12 e 13). A agricultura totalizou aproximadamente ⅓ da cobertura das áreas convertidas nos Trechos 1 e 3, destacando-se o arroz irrigado, cultura tradicionalmente associada a regiões de várzea no Rio Grande do Sul e que encontra condições amplamente favoráveis nos intervalos da planície de inundação do baixo Jacuí. Na área de estudo a maioria dos campos/pastagens resulta da conversão de florestas e áreas úmidas (Figura 24). Nessa região é também frequente o rodízio entre lavouras e áreas de pousio.

Foi pequena a extensão de áreas convertidas em silvicultura (monoculturas de espécies arbóreas exóticas) nos trechos analisados. A silvicultura é muito mais intensa em terrenos bem drenados, os quais representaram um percentual bastante reduzido na área de estudo, mas são comuns em outros locais na região da Depressão Central (Figura 24-D). Outras atividades econômicas, como a mineração, ocorreram apenas pontualmente, dependendo de condições favoráveis específicas.

A floresta estacional foi possivelmente a formação que sofreu a maior redução em sua extensão original na região. Como os vários tipos de florestas não foram discriminados na classificação, foi impossível quantificar a conversão de áreas originalmente ocupadas por florestas estacionais. Sua distribuição preferencial sobre os terrenos bem drenados fez com que restassem poucos fragmentos ao longo do Jacuí, a maioria deles constituídos de florestas secundárias em diferentes estágios sucessionais.

Intervenções antrópicas relacionadas a obras de engenharia, como as eclusas no segmento do rio estudado, produziram alterações que possivelmente até hoje não foram mensuradas de forma abrangente e detalhada. Observaram-se margens e ambientes fortemente degradados

próximos a essas obras de engenharia (Figura 25-A, B, C), aparentemente sem que estejam ocorrendo no momento medidas de recuperação das margens ou de diminuição do processo contínuo de degradação. Ao longo das atividades de campo foram observados com relativa frequência processos erosivos destruindo barrancas, mesmo em margens estáveis e deposicionais (Figura 25-D, E, F). O processo de desgaste das barrancas é bastante atenuado em margens erosivas vegetadas, o que foi visto em locais contíguos com e sem vegetação (Figura 25-G, H); observou-se o mesmo em margens estáveis com (Figura 26-A, D) e sem vegetação (Figura 26-A, B, C).

Em margens erosivas, a ausência de vegetação pode produzir danos na margem deposicional oposta que vão muito além dos prováveis resultados que ocorreriam de modo natural se as margens fossem vegetadas. Num caso exemplar em Rio Pardo, observou-se, em função da ausência de vegetação na margem erosiva (Figura 26-E), um acúmulo excepcional de sedimentos e a consequente destruição da vegetação em uma larga faixa de florestas e sarandizais na margem deposicional oposta (Figura 26-F, G, H).

Nas áreas próximas ao Delta do Jacuí (início do Trecho 1), foram observadas margens estáveis florestadas com árvores de grande porte e raízes profundas, como indivíduos de angico-vermelho e açoita-cavalo, simplesmente tombando e sendo levados pelo rio. Nesses locais, constatou-se que junto às margens a profundidade do Jacuí pode chegar a 5 m, algo absolutamente incomum e fora do natural. A única explicação plausível parece ser a extração de areia praticamente nas margens do rio, pois do contrário a profundidade não seria desta monta e nem árvores de grande porte seriam tombadas apesar de terem raízes profundas.

Diversos são os fatores que explicam a conversão de APPs em usos que não a manutenção de áreas naturais, como previsto em lei. Contudo, a lei é relativamente recente e a conversão de áreas vem ocorrendo há séculos. Dentre esses fatores, pode-se citar a inexistência ou mínima conscientização da população acerca da importância ambiental e da preservação desses espaços (Pinheiro & Procópio 2008). Todavia há lugares que, mesmo na ausência de leis que obrigassem a tal, preservaram historicamente as margens de cursos d'água pela consciência da importância desses espaços e pelos importantes serviços por eles fornecidos.

As APPs vêm sendo cada vez mais degradadas por ocupações e usos ilegais ao longo do tempo, comprometendo assim as funções ecológicas dos ecossistemas associados. Essas atividades incluem desde a ocupação imobiliária irregular – com a construção de casas, hotéis, pousadas, restaurantes, bares e obras de infraestrutura – e também atividades produtivas diversas como, por exemplo, agricultura, pecuária, silvicultura, mineração e pesca. Intervenções antrópicas em APPs ocasionam degradação ambiental mediante a remoção da vegetação ciliar, poluição dos mananciais, impermeabilização das margens causada por construções e mudanças na paisagem (Araújo & Maia 2009).

Ações de recuperação da vegetação são fundamentais para a conservação de recursos naturais comuns, como as águas, os quais afetam milhares de beneficiários dos serviços ambientais oriundos dos rios e de sua vegetação e ecossistemas associados. Sugere-se, desta forma, que ações de recuperação da vegetação no baixo Jacuí iniciem onde estão os maiores níveis de degradação e conversão de áreas naturais, no caso os Trechos 1 e 3. Algumas dessas áreas convertidas, mesmo consolidadas, comprometem a qualidade ambiental das águas.

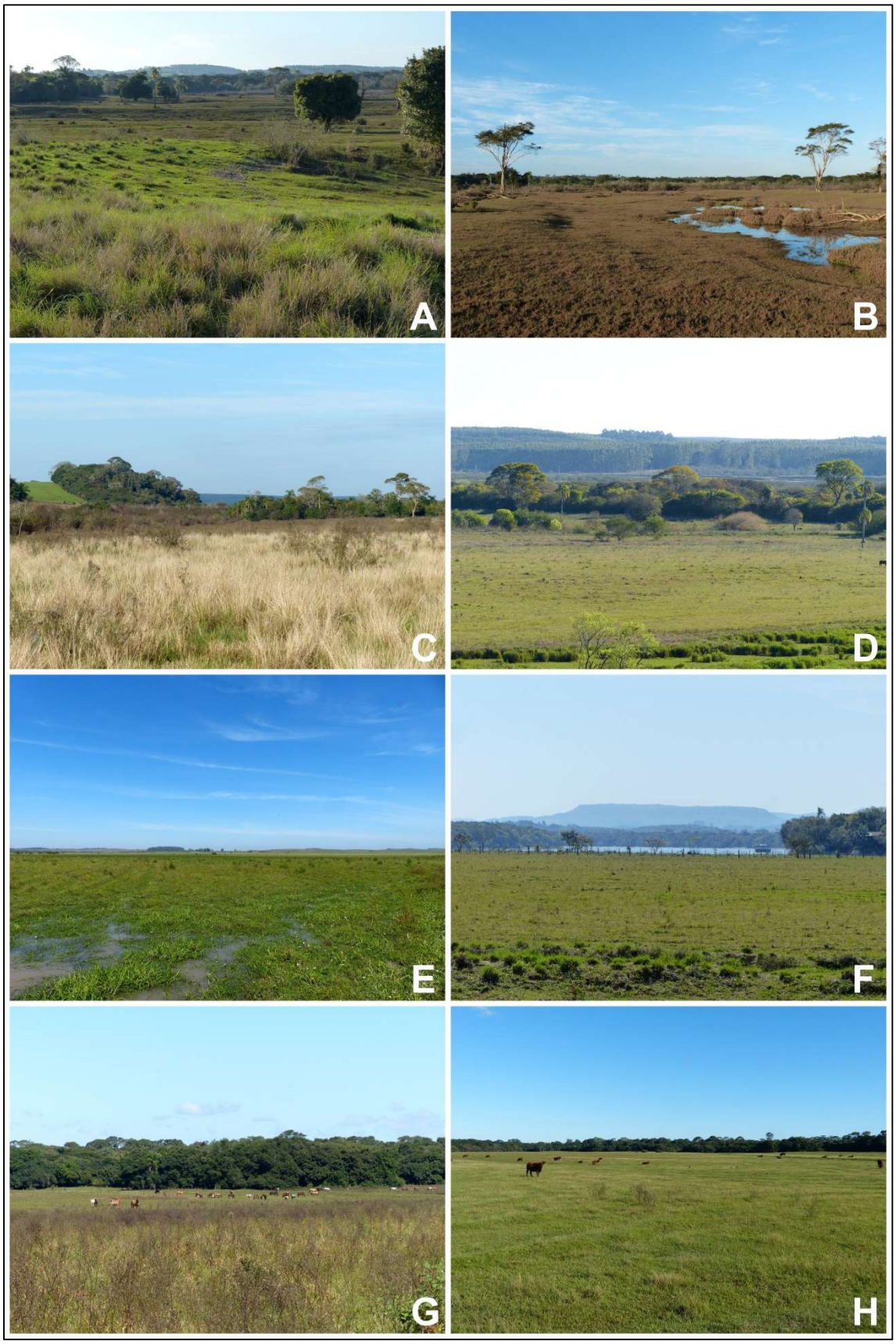


Figura 24. Conflitos – Áreas convertidas e vetores de pressão na faixa de Área de Preservação Permanente em várzeas. A, B, C, E, G e H – Áreas convertidas em pastagens; D – Várzea convertida em pastagens e silvicultura (encosta ao fundo); F – Pastagens se estendendo até a margem do rio. Fotos: © Martin Molz

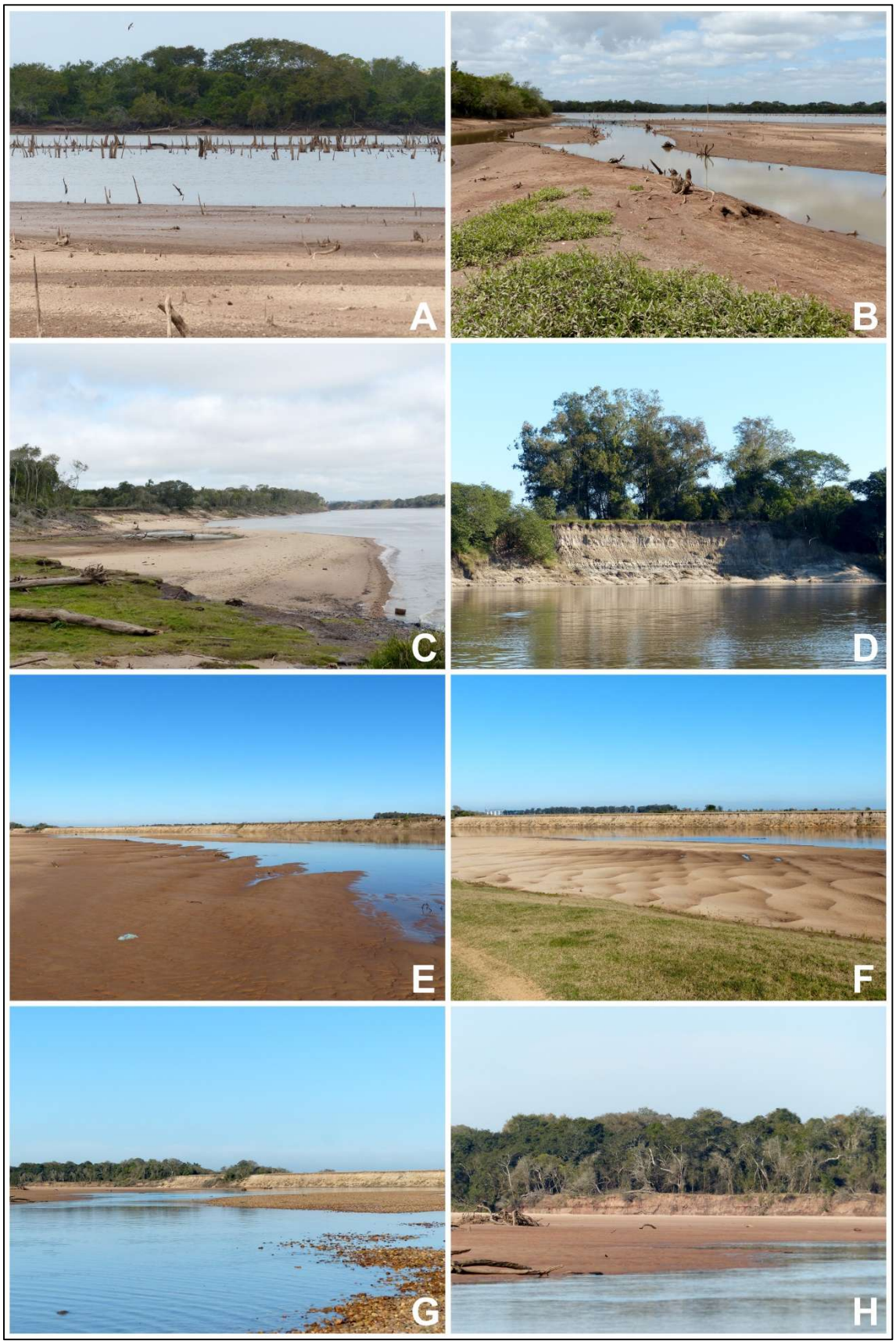


Figura 25. Intervenções antrópicas e conflitos na faixa de Área de Preservação Permanente. A e B – Alterações na paisagem decorrentes da Eclusa de Amarópolis; C – Alterações na paisagem decorrentes da Eclusa Anel de Dom Marco; D, E, F – Margem estável sendo erodida e falta de cobertura vegetal; G – Margem erosiva com (esquerda) e sem vegetação (direita); H – Margem erosiva vegetada na curva do rio (H). Fotos: © Martin Molz

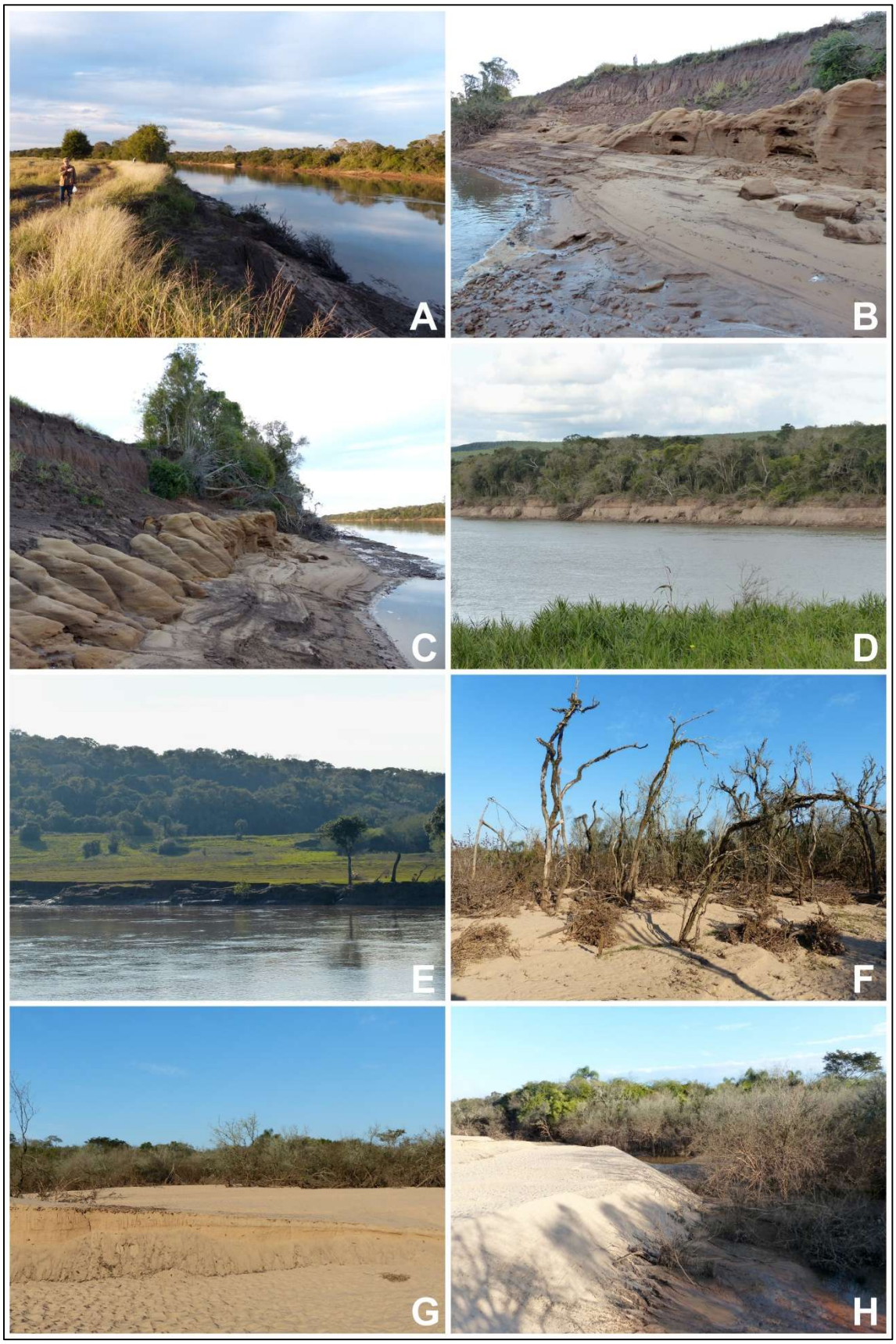
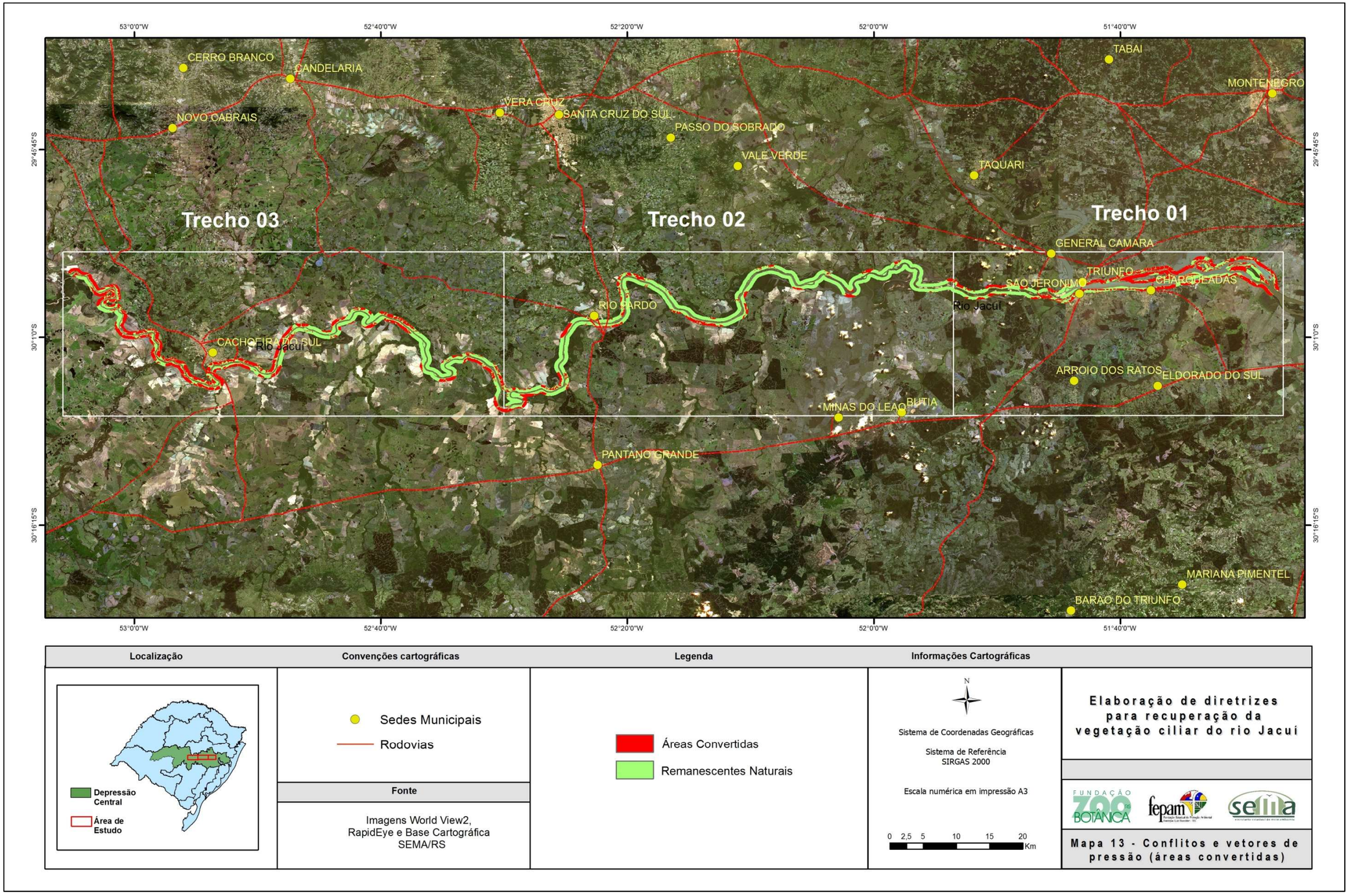
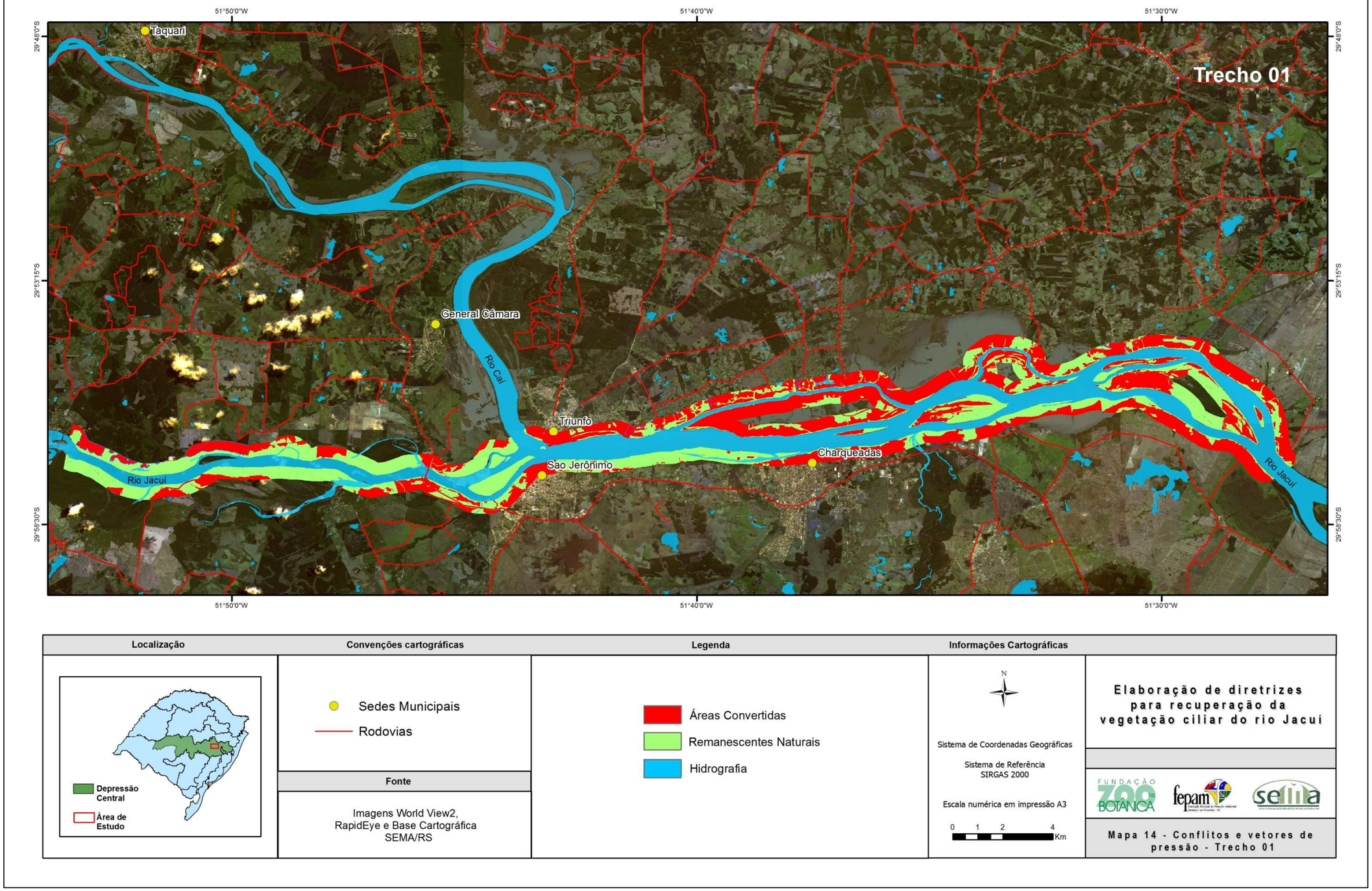


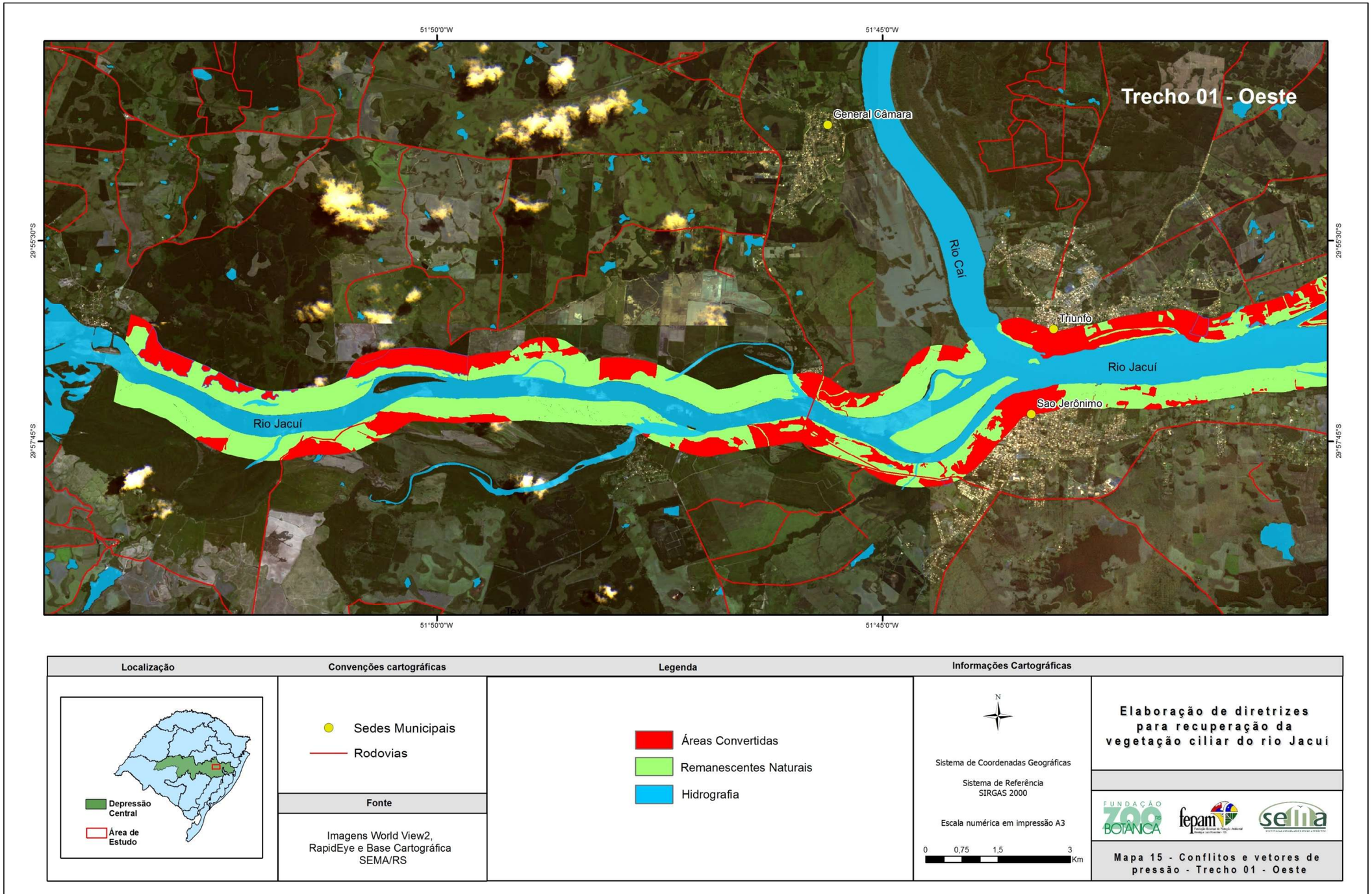
Figura 26. Destruição e alterações em Áreas de Preservação Permanente. A – Contraste entre margem estável vegetada (direita) e não vegetada (esquerda); B e C – Margem estável sem vegetação muito desgastada; D – Margem estável erodida; E – Margem erosiva sem vegetação; F, G e H – Acúmulo de sedimentos e destruição em margem deposicional por ausência de vegetação na margem erosiva oposta (E). Fotos: © Martin Molz



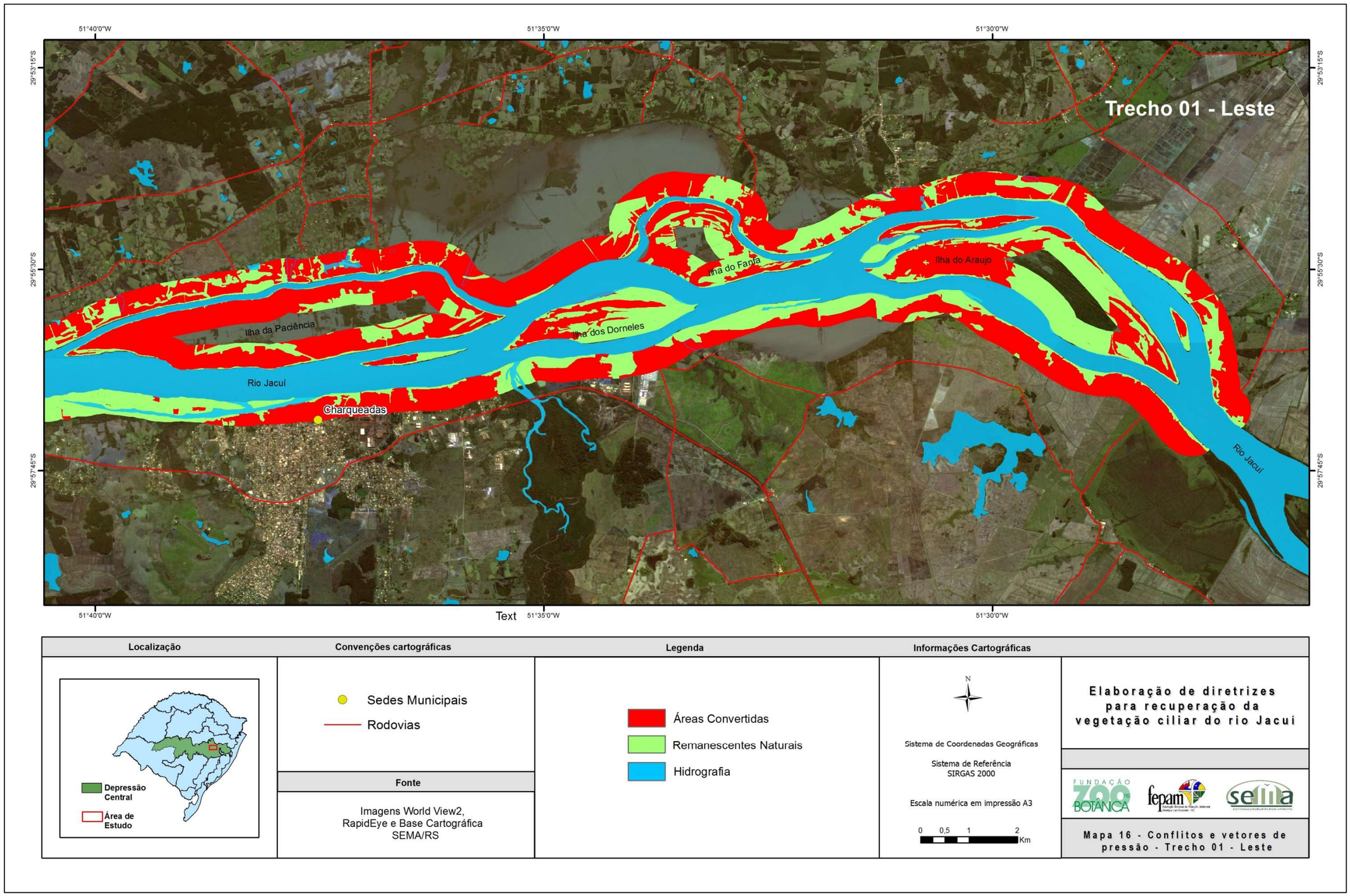
Mapa 13. **Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no baixo rio Jacuí.**



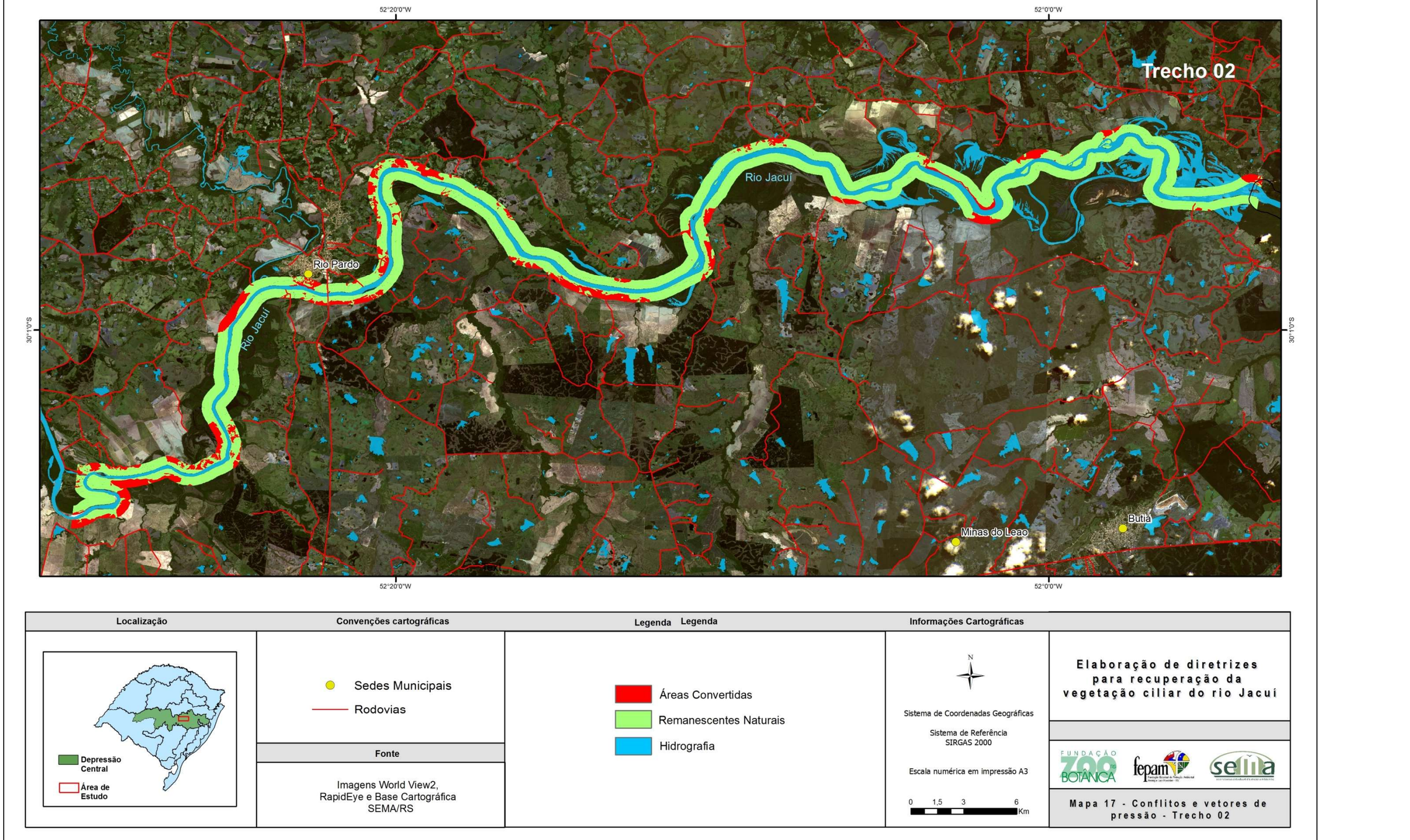
Mapa 14. **Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no Trecho 1 do baixo rio Jacuí.**



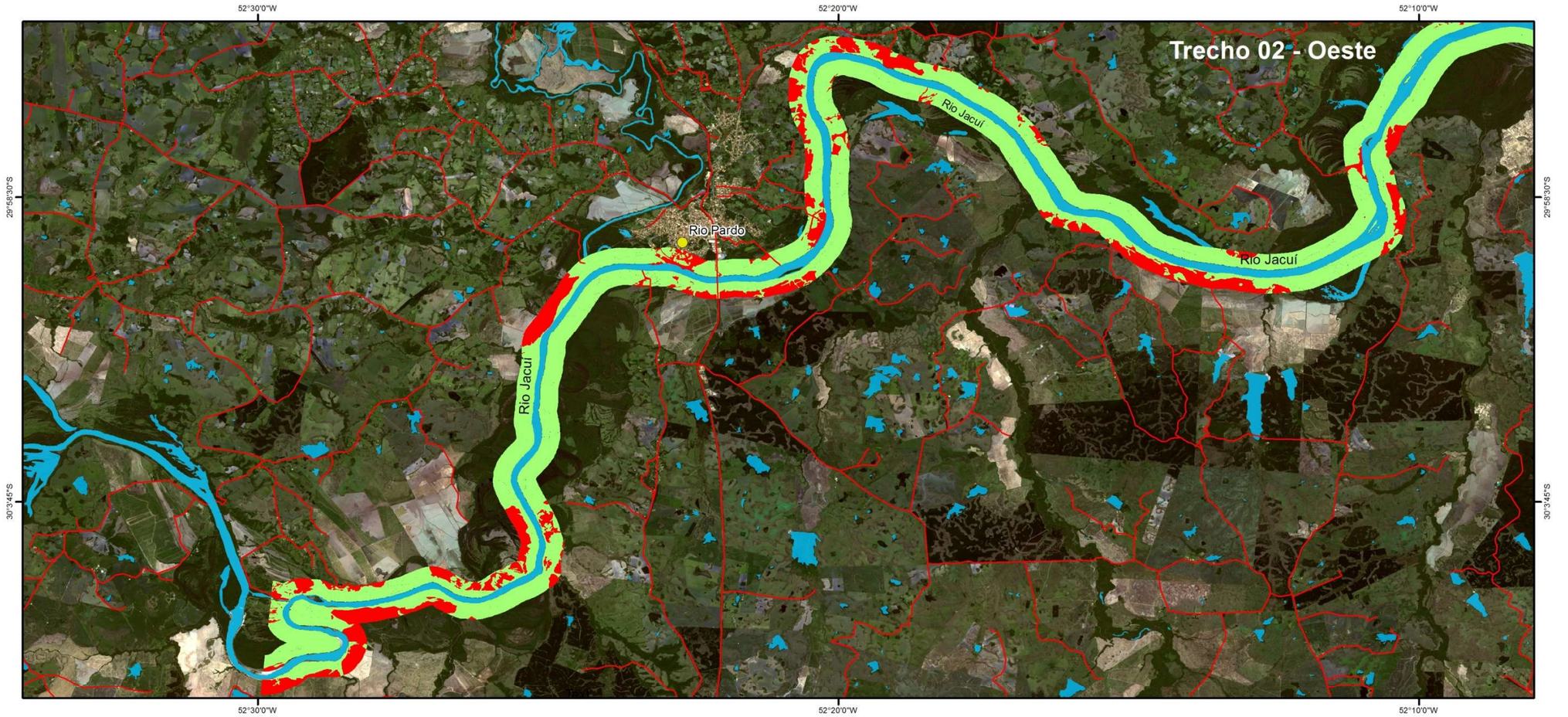
Mapa 15. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento oeste do Trecho 1 do baixo rio Jacuí.



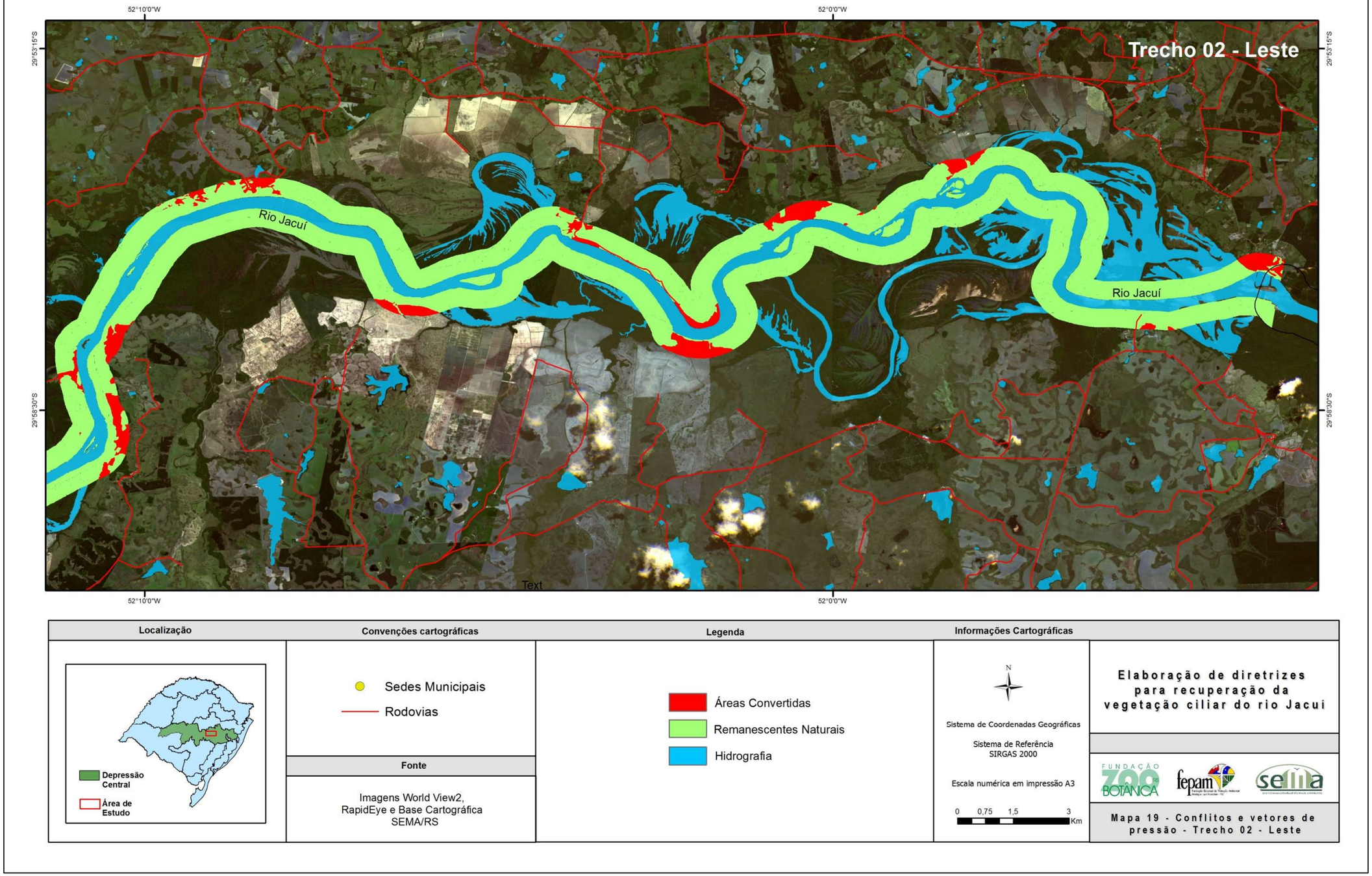
Mapa 16. **Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento leste do Trecho 1 do baixo rio Jacuí.**



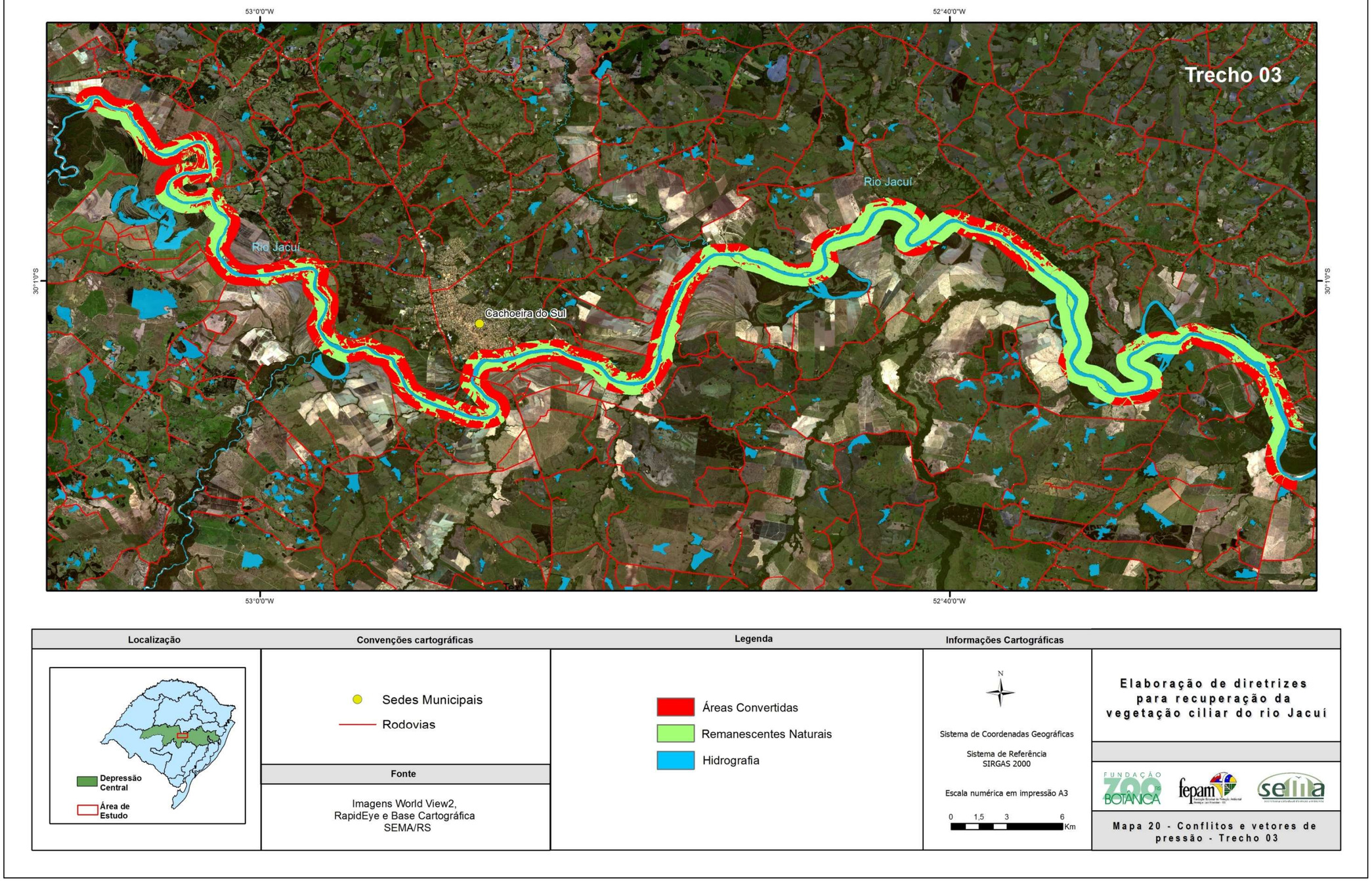
Mapa 17. **Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no Trecho 2 do baixo rio Jacuí.**



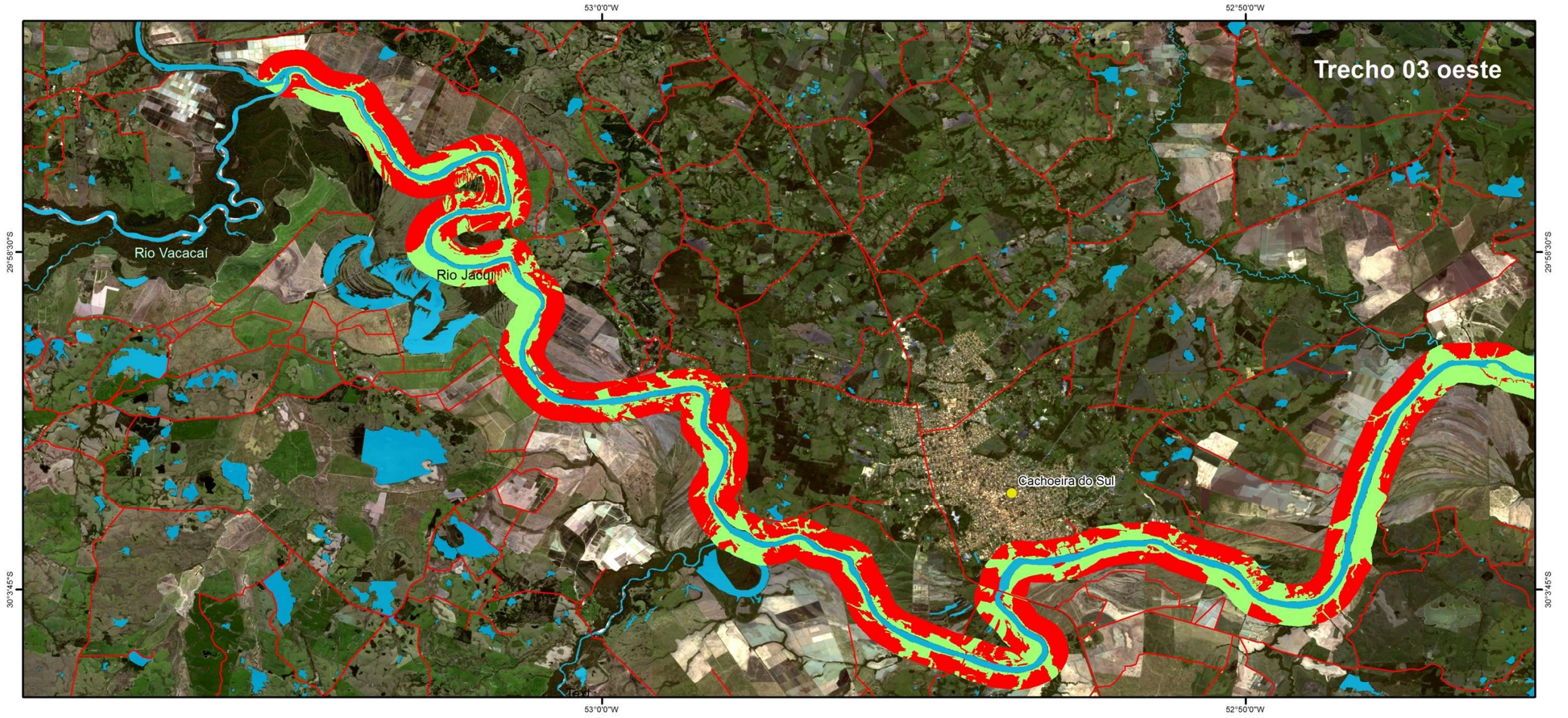
Mapa 18. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento oeste do Trecho 2 do baixo rio Jacuí.



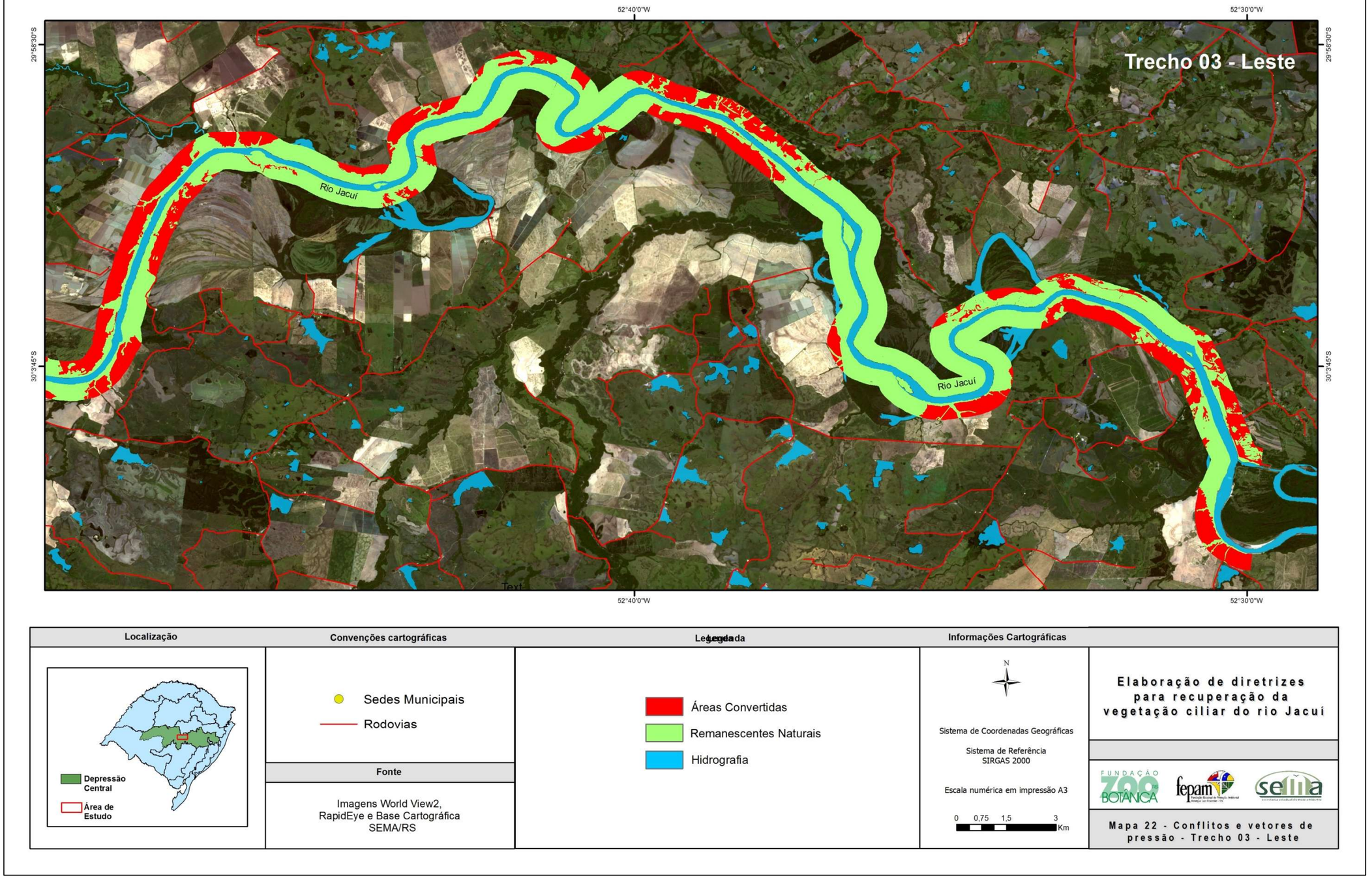
Mapa 19. **Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento leste do Trecho 2 do baixo rio Jacuí.**



Mapa 20. **Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no Trecho 3 do baixo rio Jacuí.**



Mapa 21. **Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento oeste do Trecho 3 do baixo rio Jacuí.**



Mapa 22. Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas) em Áreas de Preservação Permanente no segmento leste do Trecho 3 do baixo rio Jacuí.

Vegetação: formações e espécies mais características

A vegetação apresentou amplas variações nas formações e na composição, a qual é tratada em outra parte do texto. As diferenças resultam de contrastes ao longo do trajeto do rio e da heterogeneidade causada pela dinâmica das águas. A heterogeneidade ambiental é considerada um dos fatores determinantes na estruturação de comunidades (Stein *et al.* 2014, Yang *et al.* 2015) e, juntamente com a escala (e.g., Levin 1992, Chave 2013) e fatores climáticos (e.g., Stenseth *et al.* 2002, Woodward *et al.* 2004), é um fator-chave que afeta o desenvolvimento e a ordenação de gradientes ambientais.

A planície de inundação de um rio é dinâmica e variável, e mudanças temporais resultantes da dinâmica dos pulsos de inundação se refletem na distribuição e composição das comunidades vegetais na paisagem (e.g., Gregory *et al.* 1991). Como em outros rios, no baixo Jacuí o processo dinâmico das águas também origina variações marcantes na topografia, nos solos, na drenagem do terreno e, consequentemente, na distribuição das formações e das espécies que as compõem. Abaixo são brevemente descritas as formações na região, incluindo a distribuição de cada formação no gradiente de distância a partir do rio e suas espécies mais características.

Florestas

Incluíram diversas tipologias em geral facilmente identificáveis, mas a extraordinária variabilidade topográfica em alguns locais, sobretudo na várzea – com seus depósitos de sedimentos, valas de drenagem, baixadas etc. –, produz uma constante alternância entre formações mais características de áreas alagadas ou mal drenadas, que predominaram no segmento estudado, e outras de áreas mais ou menos bem drenadas. Deste modo, os limites entre formações nem sempre são rígidos e algumas vezes foi complexo designar um trecho como pertencente a esta ou aquela formação em particular.

Em áreas alagadas ou mal drenadas, os sítios com presença constante de gradientes entre formações florestais e limites por vezes pouco nítidos foram inclusos na tipologia denominada “floresta de várzea”. As demais formações florestais presentes na área de estudo foram o “camboinzal”, a “floresta de branquilhos” e a “floresta de ingazeiros”, igualmente de áreas mal drenadas, além da “floresta estacional”, única formação característica de áreas bem drenadas.

Camboinzal

Os camboinzais foram relativamente frequentes na várzea (Figura 27). São florestas baixas (até 8-9 m) com elevada densidade de indivíduos de camboim (*Myrciaria tenella*), a maioria deles muito ramificada. Em terrenos mais drenados os camboins ocorrem frequentemente com outras mirtáceas, como a pedra-ume-caá (*Myrcia multiflora*), a pitangueira (*Eugenia uniflora*), o guapití-una (*Eugenia mansoi*) e o guamirim-burro (*Eugenia hiemalis*), quando formam “matinhas de mirtáceas” (Figura 28), assim denominadas por Rambo (1956). Por serem florestas baixas, os camboinzais abrigam diversas espécies pioneiras e secundárias iniciais, mas quando acompanhados de outras mirtáceas exibem maior riqueza de espécies, algumas delas secundárias tardias.

Figura 27. **Camboinzal: formação dominada por indivíduos de camboim (*Myrciaria tenella*). Foto: © Martin Molz**

Figura 28. **Camboinzal associado a outras espécies de Myrtaceae ("matinha de mirtáceas", *sensu* Rambo 1956). Foto: © Martin Molz**

Floresta de várzea

Foi o termo genérico adotado para designar as florestas ao longo da planície de inundação (várzea) onde predominaram mosaicos florestais com ou sem a presença de uma espécie dominante. De um modo geral, as florestas de várzea sofrem inundação periódica ou permanente, apresentam riqueza de espécies reduzida e são fisionomicamente mais homogêneas (Figuras 29 a 34).

Os estratos foram geralmente dominados por poucas espécies: no dossel, que pode atingir 20 m de altura, foram comuns o ingá-de-beira-de-rio (*Inga vera*), o açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), a canela (*Nectandra angustifolia*) e o aguaí (*Pouteria gardneriana*); no subdossel ocorreram o chá-de-bugre (*Casearia sylvestris*), o jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), o camboatá-vermelho (*Cupania vernalis*), entre outras espécies; e no sub-bosque foram frequentes o branquilho (*Gymnanthes klotzschiana*), a laranjeira-do-mato (*Actinostemon concolor*), o camboim (*Myrciaria tenella*) e a pitangueira, por exemplo. No estrato arbustivo as espécies mais abundantes foram o cafeeiro-do-mato (*Psychotria carthagenensis*) e a embira (*Daphnopsis racemosa*). O ingá-de-beira-de-rio e o branquilho formam algumas vezes florestas com elevada densidade de indivíduos, onde o primeiro ocupa o dossel e o segundo domina o sub-bosque, acrescidos de algumas poucas outras espécies.

Figura 29. Floresta de várzea junto à foz do arroio Capivari (metade direita da imagem), Rio Pardo. Foto: © Martin Molz

Figura 30. **Floresta de várzea com muitos taquaruçus-de-espinho (*Guadua trinii*). Foto: © Martin Molz**

Figura 31. **Floresta de várzea e sarandis (junto à água) na lagoa das Pombas, Rio Pardo. Foto: © Martin Molz**

Figura 32. Floresta de várzea com salgueiros (*Salix humboldtiana*) próxima ao Delta do Jacuí, Triunfo. Foto: © Martin Molz

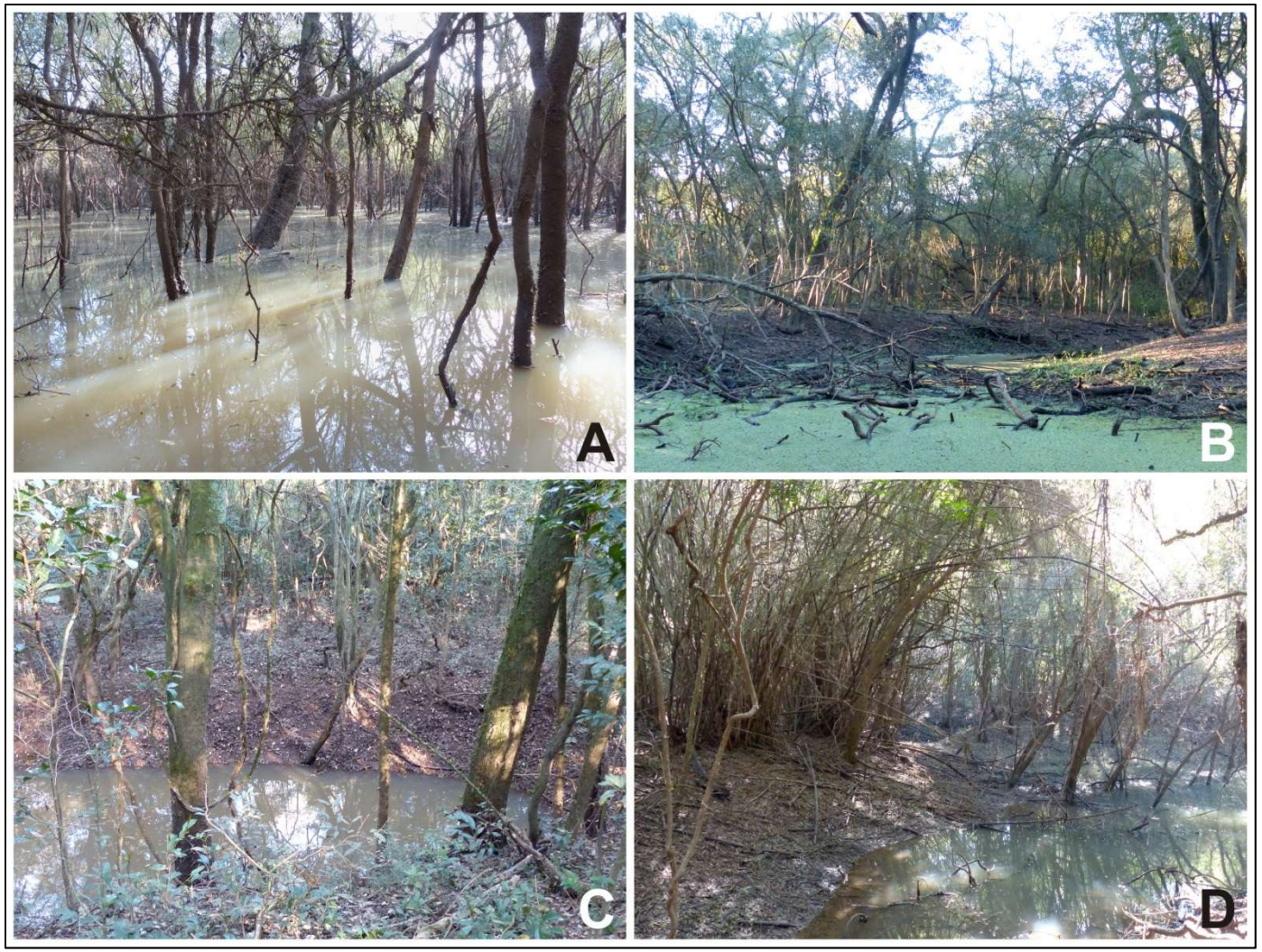


Figura 33. Florestas de várzea: A – Floresta alagada; B – Floresta com vala e numerosos escombros lenhosos; C – Efeitos de microvariações topográficas sobre a drenagem e a vegetação; D – Floresta com taquaruçus-de-espinho (*Guadua trinii*). Fotos: © Martin Molz

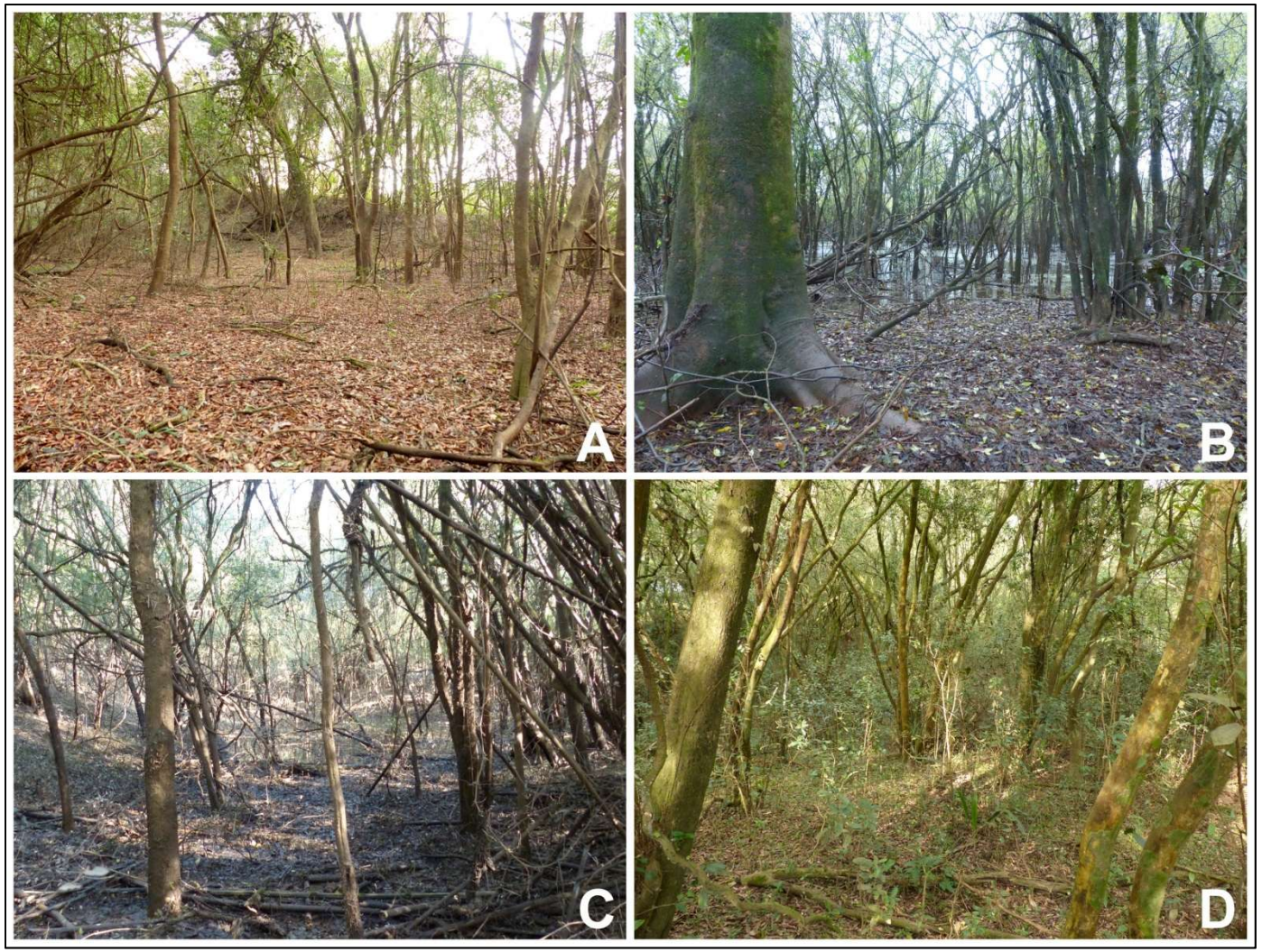


Figura 34. Florestas de várzea: A – Floresta contígua ao dique marginal; B – Transição entre uma área mal drenada e outra alagada; C – Floresta sujeita a longos períodos de inundação; D – Floresta sujeita a breves períodos de inundação. Fotos: © Martin Molz

Floresta de branquilhos

Foi uma das formações mais homogêneas e características na várzea do rio em trechos mal drenados, quase sempre próxima a sarandizais (Figuras 35 e 36). Trata-se de uma floresta baixa com até 10-12 m de altura e elevada densidade de indivíduos de branquilho (*Gymnanthes klotzschiana*), por vezes acompanhados de uns poucos indivíduos de outras espécies. Ocorreu principalmente em torno de áreas permanentemente alagadas.

Figura 35. Floresta de branquilhos (*Gymnanthes klotzschiana*). Foto: © Martin Molz

Figura 36. Floresta de branquilhos: A – Aspecto exterior da formação; B – Aspecto interior da formação. Fotos: A – © Martin Molz; B – © Mariano Pairet

Floresta de ingazeiros

A floresta de ingazeiros (Figuras 37 e 38) também esteve entre as formações mais distintivas de áreas temporária ou permanentemente alagadas na planície de inundação do rio. Caracteriza-se pela dominância de ingá-de-beira-de-rio (*Inga vera*), que em alguns trechos podem representar até 95% de todos os indivíduos no dossel. É uma formação bastante homogênea, algumas vezes com indivíduos de porte elevado que podem atingir até 1 m de diâmetro e mais de 20 m de altura.

Figura 37. Floresta de ingazeiros: Aspecto exterior em área do rio sem dique marginal. Foto: © Martin Molz

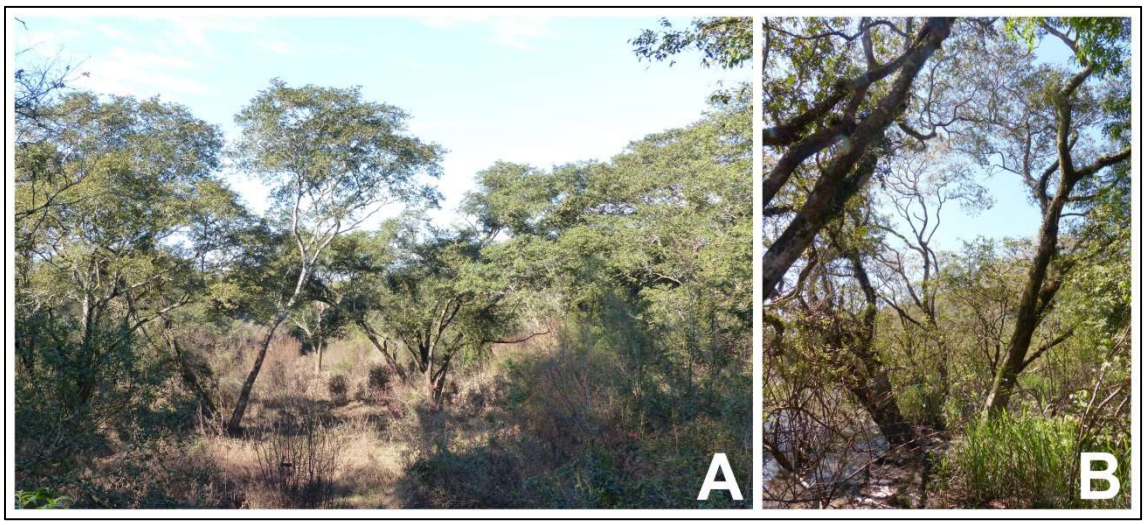


Figura 38. Floresta de ingazeiros: A – Ingás-de-beira-de-rio (*Inga vera*) colonizando a várzea; B – Floresta de ingazeiros na beira do rio Jacuí, São Jerônimo. Fotos: © Martin Molz

Floresta estacional

Dada a preponderância de espécies estacionais, as florestas em áreas bem drenadas ou sujeitas a breves períodos de inundação foram denominadas de florestas estacionais. De modo geral foram bastante heterogêneas devido a variações no terreno, distribuindo-se sobre o dique marginal (Figura 39) e elevações na planície de inundação, margens altas de lagoas (Figura 40) e encostas (Figura 41). Quanto mais próximas ao rio e/ou sujeitas a pulsos de inundação, mesmo que por breves períodos, menores a riqueza de espécies e o porte da floresta; quanto mais distantes do rio e/ou em terrenos bem drenados, maiores a riqueza e o porte da floresta (Figura 42).

As florestas situadas sobre o dique marginal variaram em composição, riqueza e porte (12-20 m de altura) de acordo com a elevação, a extensão e o tempo de formação do dique. O terreno do dique costuma ser relativamente bem drenado, mas sujeito a períodos de inundação. Nas áreas bem drenadas e estáveis foram comuns indivíduos emergentes de grápia (*Apuleia leiocarpa*), espécie muito característica que se destaca fisionomicamente na paisagem, tanto no dique quanto na encosta. Em florestas mais altas foram relativamente frequentes no dossel o açoita-cavalo, o angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida*), o camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*), a canela (*Nectandra angustifolia*), a guajuvira, a batinga-branca (*Eugenia ramboi*), o marmeleiro (*Ruprechtia laxiflora*) e a uvaia (*Eugenia pyriformis*); no subdossel ocorreram o aguaí (*Pouteria gardneriana*), o chá-de-bugre, a guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa*), o chal-chal (*Allophylus edulis*), o jerivá e o araticum (*Annona neosalicifolia*), entre outras; no sub-bosque a laranjeira-do-mato, a pitangueira, o cincho, o camboim, a pedra-ume-caá, o camboim-pitanga (*Eugenia uruguayensis*), o guamirim (*Eugenia verticillata*) e os branquilhos (*Gymnanthes* spp.).

Eventualmente o dique marginal apresenta uma barranca arenosa voltada para o rio, mas que nem sempre se caracteriza como floresta estacional. Ali podem ocorrer no dossel o açoita-cavalo, a grápia, o angico e o camboatá-branco; no subdossel o chá-de-bugre e a guabirobeira, entre outras; e no sub-bosque a laranjeira-do-mato, o cincho e muitas mirtáceas, incluindo indivíduos de pitangueira, camboim, camboim-pitanga, pedra-ume-caá e guapití-una, esta uma espécie estenoécia que no Rio Grande do Sul é restrita a solos arenosos e áreas sujeitas a inundações nas bacias dos rios Jacuí e Ibicuí.

As florestas situadas nos terraços (encosta) apresentaram maior riqueza, dossel mais alto (>20 m de altura) e estrutura mais complexa e diversificada. A composição variou naturalmente conforme local e o estágio sucessional da vegetação. Nas florestas mais conservadas foi notória a presença de três estratos: dossel, subdossel e sub-bosque, onde, além das espécies já citadas para o dique marginal, ocorreram no dossel indivíduos de figueira (*Ficus cestrifolia* e *Ficus luschnathiana*), timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*), coronilha (*Sideroxylon obtusifolium*), aguaís (*Chrysophyllum marginatum* e *Chrysophyllum gonocarpum*), farinha-seca (*Machaerium paraguariense*), capororocão (*Myrsine guianensis*), caroba (*Jacaranda micrantha*), cedro (*Cedrela fissilis*) e canjerana (*Cabralea canjerana*), entre outras. Distribuídos entre o dossel e o sub-bosque foram encontrados o catiguá (*Trichilia claussenii*), a guaçatonga (*Casearia decandra*), a cerejeira (*Eugenia involucrata*), o louro-salgueiro (*Cordia ecalyculata*), o araçazeiro-do-mato (*Myrcianthes gigantea*) e o guabiju (*Myrcianthes pungens*), entre outras. No sub-bosque foram comuns a

laranjeira-do-mato, o cincho, o pau-de-ervilha (*Trichilia elegans*), o cafeeiro-do-mato (*Faramea montevidensis*), o pau-d'arco (*Guarea macrophylla*) e a viuvinha (*Chomelia obtusa*). Em áreas secundárias ocorreram diversas espécies de canela (e.g., *Nectandra megapotamica* e *Ocotea puberula*), aroeira-braba (*Lithraea brasiliensis*), gaioleira (*Aegiphila integrifolia*), capororoquinha (*Myrsine coriacea*), grandiúva (*Trema micrantha*) e assa-peixe (*Boehmeria caudata*), entre muitas outras.

Figura 39. Floresta estacional sobre dique marginal no rio Jacuí, Rio Pardo. Foto: © Martin Molz

Por causa de sua composição e estrutura e da exploração madeireira iniciada já no século 18, a floresta estacional foi a mais explorada entre as formações analisadas. Durante a instalação dos primeiros povoados portugueses no Estado, desenvolveu-se a construção naval com um número crescente de estaleiros que procuravam madeiras apropriadas (Noelli 2000). A quantidade e a qualidade das madeiras no Delta do Jacuí e "adjacências" ocasionou a sobrexploração das espécies com madeiras valiosas. Já em 1850 o delegado da Capitania do Porto em Porto Alegre, Manuel de Oliveira Paes, encarregado de avaliar as reservas florestais, relata que "o litoral do Jacuí, até Rio Pardo, está todo destruído, e não oferece madeiras de lei" (AHRGS 1850, *apud* Noelli 2000). É natural, portanto, que espécies mais nobres como o ipê-roxo, a caroba, a guajuvira, o louro-pardo, a grápia, o angico-vermelho, a canjerana e o cedro, tenham sido outrora muito mais abundantes na floresta estacional e que, atualmente, sejam mesmo raras ou ausentes em alguns remanescentes.

Figura 40. **Floresta estacional de encosta na margem da lagoa do Vasco, Cachoeira do Sul. Foto: © Martin Molz**

Figura 41. **Floresta estacional de encosta (segundo plano) após a planície (primeiro plano), Cachoeira do Sul. Foto: © Martin Molz**

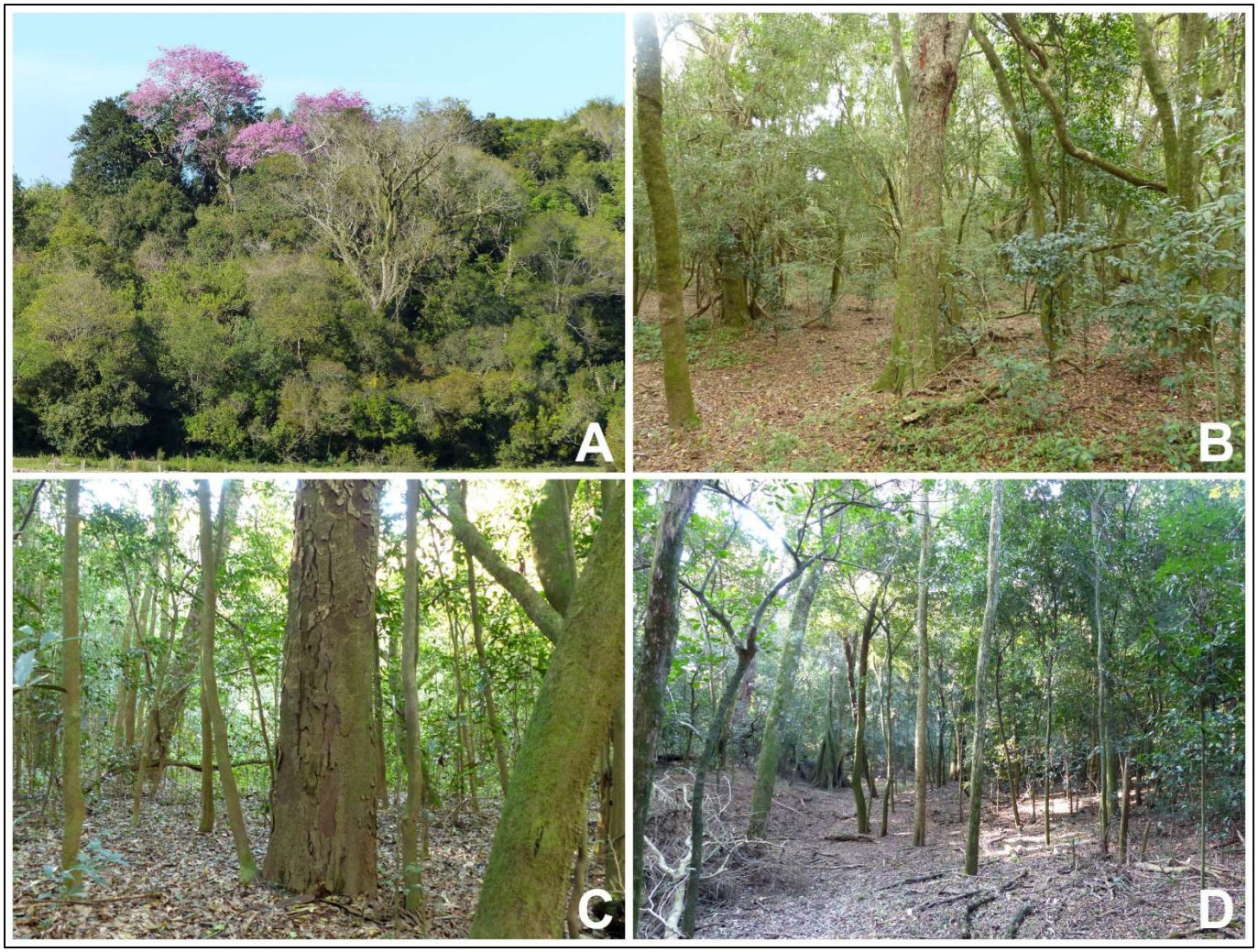


Figura 42. **Florestas estacionais: A – Floresta de encosta, General Câmara; B – Floresta bem drenada na planície de inundação sob a influência de pastejo; C – Floresta sujeita a breves períodos de inundação; D – Floresta sobre o dique marginal. Fotos: © Martin Molz**

Áreas úmidas

As áreas úmidas incluíram formações florestais e não florestais, como banhados, maricazais e sarandizais, além de mosaicos de vegetação, lagoas, meandros etc.

Banhados

Os banhados são áreas permanente ou temporariamente alagadas com uma vegetação típica formada por macrófitas aquáticas (Figura 43), plantas que se adaptam a solos encharcados, alagados ou com águas rasas. Foram mais frequentes próximo ao Delta do Jacuí, onde os terrenos são mais planos e a largura da planície de inundação é maior.

Figura 43. Área de banhado a oeste do Porto Batista, Triunfo. Foto: © Martin Molz

Maricazal

O maricazal é uma formação pioneira característica de áreas periodicamente inundáveis constituído por maricás (*Mimosa bimucronata*) no estrato superior e predominantemente recoberto por gramíneas no estrato inferior (Figura 44). Foi pouco frequente.

Sarandizal

Tipologia associada a terrenos permanente ou temporariamente alagados, como a beira do rio, lagoas, meandros e terrenos mal drenados com lâmina d'água. Foram constituídos por uma ou mais espécies de sarandis (Figuras 45 e 46), como o sarandi-vermelho (*Phyllanthus sellowianus*), o sarandi-branco (*Cephalanthus glabratus*), o sarandi-miúdo (*Gymnanthes schottiana*), o sarandi-amarelo (*Terminalia australis*) e, em menor abundância, o maricá.

Figura 44. **Maricazal próximo à foz do rio Botucaraí, Cachoeira do Sul. Foto: © Martin Molz**

Figura 45. **Sarandizal na Fazenda Lagoa dos Coqueiros, Rio Pardo. Foto: © Martin Molz**

Figura 46. Macrófitas (primeiro plano), sarandizal (segundo plano) e floresta de várzea (terceiro plano) na lagoa Moderna, Cachoeira do Sul. Foto: © Martin Molz

Campos

Os campos na região pertencem ao domínio do Pampa (bioma, *sensu* IBGE 2004), e aqueles ao longo do vale do Rio Jacuí são denominados campos da Depressão Central (Overbeck *et al.* 2015). Esses campos abrangem diferentes tipos de solo e caracterizam-se pela presença de dois estratos, o mais baixo dominado por gramíneas rizomatosas, como o capim-forquilha (*Paspalum notatum*), e o mais alto por touceiras de gramíneas cespitosas, como o capim-rabo-de-burro (*Schizachyrium microstachyum*) e espécies de compostas (Asteraceae). Restam poucos fragmentos na região e raríssimos na faixa estudada (Figura 47).

Figura 47. Contato campo-floresta próximo à várzea do Jacuí, Rio Pardo. Foto: © Martin Molz

Composição e aspectos estruturais

Foram amostrados 2.636 indivíduos pertencentes a 229 espécies de plantas vasculares. Destes, 2.462 pertenceram a espécies arbóreas ou arborescentes nativas no Estado (Tabela 2).

Tabela 2. Atributos das espécies arbóreas e arborescentes amostradas por zonas no rio Jacuí.

Atributos	Dique	Encosta	Várzea	Total
Riqueza de espécies	105	145	117	170
Anemocóricas	89	121	110	320
Autocóricas	76	61	191	328
Zoocóricas	418	609	787	1.814
Número de indivíduos	583	791	1.088	2.462

A maioria dos registros ocorreu na zona de várzea (44%), que ocupou a maior parte da faixa de 500 m em ambas as margens ao longo da área de estudo. Por outro lado, a riqueza específica foi maior na zona de encosta, onde foram observadas 85% das espécies, provavelmente pelas condições mais estáveis, sem pulsos de inundação, anoxia e outras condições limitantes. Essas variações são resultantes do regime hídrico, que pode ser o principal fator ambiental associado à distribuição de espécies (Oliveira-Filho *et al.* 1994, Pinto *et al.* 2005).

Em processos de recuperação da vegetação, o conhecimento relativo a grupos ecológicos é atributo ecológico determinante na escolha das espécies (Quadro 1). A maioria das espécies foi secundária inicial (60%), seguindo-se em proporções semelhantes pioneiras (21%) e secundárias tardias (19%). Quanto mais sujeito a inundações o terreno, tanto maior foi a densidade de indivíduos de espécies pioneiras. Assim, proporcionalmente a maior densidade de indivíduos de pioneiras ocorreu na várzea, seguida pelo dique e pela encosta. O contrário sobreveio com as espécies secundárias tardias, que tiveram maior densidade relativa na encosta, seguida pelo dique e então pela várzea. Essa informação é especialmente relevante para ações de recuperação de áreas degradadas na várzea, onde o ambiente heterogêneo e dinâmico possui muitos fatores limitantes ao estabelecimento de espécies de estágios sucessionais mais avançados.

Um segundo atributo ecológico fundamental em processos de recuperação da vegetação são as estratégias de dispersão. Nas três zonas, cerca de ¾ das espécies são dispersas por animais, evidenciando a importância das interações animal-planta em comunidades ciliares. As interações entre organismos influenciam sua abundância, distribuição, fenótipos e composição genotípica (Strauss & Irwin 2004), produzindo consequências ecológicas e evolutivas que influenciam em processos de recuperação da vegetação.

Segundo os dados qualitativos, todas as espécies anemocóricas amostradas ocorreram na zona de encosta, onde se situam as florestas de porte mais elevado. Florestas estacionais em estágio avançado têm caracteristicamente muitas árvores altas e emergentes, e para várias dessas espécies de grande porte a anemocoria é a estratégia ecológica de dispersão de diásporos. As poucas espécies anemocóricas de menor porte na área de estudo são todas pioneiras ou de áreas abertas, o que também permite a dispersão de seus diásporos. Já a maior concentração de espécies autocóricas ocorreu no dique marginal e na várzea.

O número de indivíduos de espécies anemocóricas foi proporcionalmente superior no dique e na encosta (50% maior do que na várzea), que são as duas zonas ocupadas por floresta estacional. As autocóricas tiveram uma densidade superior na planície de inundação, incluindo a várzea e o dique marginal. A maioria das espécies autocóricas foi representada por arvoretas ou árvores medianas, que compreenderam principalmente plantas de sub-bosque ou associadas a áreas alagadas e mal drenadas. Parte dessas espécies de menor porte se serve de mecanismos de dispersão explosiva; outras utilizam a barocoria, incluindo leguminosas de porte elevado como o angico-branco (*Albizia edwallii*), a timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), os rabos-de-bugio (*Lonchocarpus nitidus* e *Muellera campestris*) e a corticeira-da-serra (*Erythrina falcata*). Quanto à densidade de zoocóricas, as zonas analisadas não apresentaram diferença significativa entre si quanto ao total de indivíduos em cada zona.

Um terceiro atributo levado em consideração foi a drenagem do terreno, decisiva na distribuição das espécies ao longo da área de influência do rio. Seis espécies (≈3%) foram características de áreas alagadas: quatro sarandis (*Cephalanthus glabratus, Gymnanthes schottiana, Phyllanthus sellowianus* e *Terminalia australis*) e também a laranjeira-do-banhado (*Citronella gongonha*) e a corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli*). Estas espécies, juntamente com o maricá (*Mimosa bimucronata*), que também ocorreu em áreas alagadas, mas não só, compõem comunidades onde usualmente foram dominantes de modo individual ou conjunto. Apenas oito espécies (≈5%) são adaptadas a terrenos mal drenados; 32 (19%) são indiferentes, ocorrendo tanto em terrenos bem drenados quanto mal drenados; e 124 (73%) ocorreram preferencialmente em terrenos bem drenados, mas foram eventualmente encontradas em áreas menos bem drenadas. Em diversas ocasiões foi o que se registrou na várzea, onde terrenos um pouco mais elevados abrigaram espécies características de áreas bem drenadas.

As famílias ricas no levantamento foram Myrtaceae e Fabaceae (Figura 48), respectivamente a primeira e a segunda em riqueza de espécies arbóreas no Estado (Reitz *et al.* 1983, Sobral *et al.* 2013), seguidas por outras quatro famílias. Myrtaceae foi registrada com maior expressividade em estudos situados na porção leste do Estado (e.g., Jarenkow 1994, Jurinitz & Jarenkow 2003, Molz 2004), região mais chuvosa e úmida, enquanto que Fabaceae apareceu como mais diversa naqueles realizados nas porções central e oeste (e.g., Vasconcellos *et al.* 1992, Jarenkow & Waechter 2001), regiões menos chuvosas. Isso se reflete nas estratégias ecológicas das espécies que o7correram ao longo do Jacuí. Muitas das espécies amostradas de Myrtaceae foram secundárias tardias e outras tantas secundárias iniciais, mas todas zoocóricas quanto à dispersão. Em Fabaceae, ao contrário, as espécies foram em sua maioria secundárias iniciais e pioneiras quanto ao grupo ecológico, e em sua maioria com dispersão autocórica ou anemocórica. Myrtaceae e Fabaceae também se destacaram em número de indivíduos em todas as zonas da faixa amostrada.

Quadro 1. **Espécies, famílias e respectivos nomes populares, grupos ecológicos, síndromes de dispersão, distribuição no terreno (classes de drenagem) e de acordo com as zonas ciliares.** Acrônimos – ***Grupos ecológicos:*** PI – **pioneira;** SI – **secundária inicial;** ST – **secundária tardia.** ***Síndromes de dispersão:*** ANE – **anemocórica;** AUT – **autocórica;** ZOO – **zoocórica.** ***Terreno:*** AL – **alagado;** BD – **bem drenado;** MD – **mal drenado;** IN – **indiferente.** ***Zonas da faixa ciliar e suas classes de frequência:*** 0 – **ausente;** 1 – **pouco frequente;** 2 – **frequente;** 3 – **muito frequente.**

Família	Espécie	Nome popular	Grupo ecológico	Síndrome de dispersão	Terreno	Frequência		
						Dique	Encosta	Várzea
Anacardiaceae	*Lithraea brasiliensis*	bugre, aroeira-braba	PI	ZOO	BD	1	2	2
	Schinus longifolia	assobiadeira	PI	ZOO	BD	1	1	1
	Schinus molle	aroeira-salso	PI	ZOO	BD	0	1	0
	Schinus terebinthifolia	aroeira-vermelha	PI	ZOO	BD	1	1	2
Annonaceae	*Annona neosalicifolia*	araticum	SI	ZOO	BD	2	2	2
	Annona rugulosa	araticum	SI	ZOO	BD	0	1	0
	Annona sylvatica	araticum-do-mato	SI	ZOO	BD	0	1	1
Araliaceae	*Schefflera calva*	caixeta	SI	ZOO	BD	0	1	0
Arecaceae	*Butia odorata*	butiazeiro	PI	ZOO	BD	1	1	0
	Syagrus romanzoffiana	jerivá, coqueiro	SI	ZOO	IN	2	3	3
Asteraceae	*Dasyphyllum tomentosum*	sucará	SI	ANE	BD	0	1	0
	Moquiniastrum polymorphum	cambará	PI	ANE	BD	0	2	1
Bignoniaceae	*Cybistax antisyphilitica*	ipê-verde	SI	ANE	BD	0	1	0
	Handroanthus heptaphyllus	ipê-roxo, ipê-rosa	SI	ANE	BD	1	2	2
	Handroanthus umbellatus	ipê-da-várzea	SI	ANE	MD	0	1	0
	Jacaranda micrantha	caroba	SI	ANE	BD	0	2	0
Boraginaceae	*Cordia americana*	guajuvira	SI	ANE	BD	3	3	3
	Cordia ecalyculata	louro-salgueiro	ST	ZOO	BD	2	2	1
	Cordia trichotoma	louro-pardo	SI	ANE	BD	0	1	0
Cannabaceae	*Trema micrantha*	crindiúva, grandiúva	PI	ZOO	BD	0	2	0
Cardiopteridaceae	*Citronella gongonha*	laranjeira-do-banhado	PI	ZOO	AL	0	1	0
	Citronella paniculata	congonha	ST	ZOO	BD	0	1	0

Família	Espécie	Nome popular	Grupo ecológico	Síndrome de dispersão	Terreno	Frequência		
						Dique	Encosta	Várzea
Celastraceae	*Monteverdia cassineformis*	coração-de-negro	SI	ZOO	BD	0	0	1
	Monteverdia dasyclada	coração-de-bugre	SI	ZOO	IN	1	0	2
	Monteverdia ilicifolia	espinheira-santa	SI	ZOO	BD	1	2	2
Clusiaceae	*Garcinia gardneriana*	bacopari	ST	ZOO	BD	1	0	0
Combretaceae	*Terminalia australis*	sarandi, amarilho	PI	AUT	AL	1	1	3
Ebenaceae	*Diospyros inconstans*	maria-preta	ST	ZOO	BD	1	2	1
Erythroxylaceae	*Erythroxylum argentinum*	cocão	SI	ZOO	BD	1	0	1
	Erythroxylum deciduum	cocão	SI	ZOO	BD	1	1	1
Euphorbiaceae	*Actinostemon concolor*	laranjeira-do-mato	ST	AUT	IN	3	3	3
	Alchornea triplinervia	tanheiro, tapiá	SI	ZOO	IN	1	0	0
	Gymnanthes klotzschiana	branquilho	SI	AUT	MD	3	1	3
	Gymnanthes schottiana	sarandi-miúdo	PI	AUT	AL	2	0	3
	Gymnanthes serrata	branquilho	SI	AUT	BD	0	3	2
	Pachystroma longifolium	mata-olho	ST	AUT	BD	1	0	2
	Sapium glandulosum	leiteiro, pau-de-leite	PI	ZOO	BD	0	1	1
	Sapium haematospermum	toropi	PI	ZOO	IN	0	0	1
	Sebastiania brasiliensis	leiteirinho, mata-berne	SI	AUT	IN	2	2	3
	Tetrorchidium rubrivenium	canemoçu, embirão	SI	ZOO	BD	0	1	0
Fabaceae	*Albizia edwallii*	angico-branco	SI	AUT	BD	1	0	1
	Apuleia leiocarpa	grápia, grapiapunha	SI	ANE	BD	3	3	3
	Bauhinia forficata	pata-de-vaca	PI	AUT	BD	1	0	1
	Calliandra tweediei	topete-de-cardeal	SI	AUT	IN	1	2	3
	Dahlstedtia pinnata	guaraná, guaraná-timbó	SI	AUT	BD	1	0	1
	Enterolobium contortisiliquum	timbaúva	SI	AUT	BD	1	3	1
	Erythrina crista-galli	corticeira-do-banhado	PI	AUT	AL	1	1	1

Família	Espécie	Nome popular	Grupo ecológico	Síndrome de dispersão	Terreno	Frequência		
						Dique	Encosta	Várzea
	Erythrina falcata	corticeira-da-serra	ST	AUT	BD	0	1	1
	Inga marginata	ingazeiro, ingá-feijão	SI	ZOO	BD	0	0	2
	Inga vera	ingá-de-beira-de-rio	PI	ZOO	MD	3	1	3
	Lonchocarpus nitidus	rabo-de-bugio	SI	AUT	BD	1	1	1
	Machaerium paraguariense	farinha-seca	SI	ANE	BD	1	2	2
	Machaerium stipitatum	farinha-seca	SI	ANE	BD	0	1	1
	Mimosa bimucronata	maricá	PI	AUT	MD	2	2	3
	Muellera campestris	rabo-de-bugio, pau-canzil	SI	AUT	BD	1	1	0
	Myrocarpus frondosus	cabreúva	SI	ANE	BD	0	1	0
	Parapiptadenia rigida	angico, angico-vermelho	SI	ANE	BD	3	3	2
Lamiaceae	*Aegiphila integrifolia*	gaioleira, tamanqueira	PI	ZOO	BD	0	1	0
	Vitex megapotamica	tarumã	SI	ZOO	IN	1	1	2
Lauraceae	*Aiouea amoena*	canela	SI	ZOO	BD	0	1	0
	Aiouea saligna	canela-anhoíba, canela	ST	ZOO	BD	1	1	0
	Endlicheria paniculata	canela-sebo, canela	ST	ZOO	BD	1	1	0
	Nectandra angustifolia	canela	SI	ZOO	IN	3	1	3
	Nectandra grandiflora	canela-amarela	SI	ZOO	BD	0	1	0
	Nectandra lanceolata	canela-amarela, canela	SI	ZOO	BD	0	1	1
	Nectandra megapotamica	canela-merda	SI	ZOO	BD	2	2	2
	Nectandra oppositifolia	canela-ferrugem	SI	ZOO	BD	1	1	0
	Ocotea puberula	canela-guaicá	SI	ZOO	BD	2	3	1
	Ocotea pulchella	canela-lageana	SI	ZOO	IN	2	2	3
	Ocotea silvestris	canela	ST	ZOO	BD	0	1	0
Loganiaceae	*Strychnos brasiliensis*	esporão-de-galo	SI	ZOO	BD	1	1	1
Malvaceae	*Luehea divaricata*	açoita-cavalo	SI	ANE	IN	3	3	3

Família	Espécie	Nome popular	Grupo ecológico	Síndrome de dispersão	Terreno	Frequência		
						Dique	Encosta	Várzea
Melastomataceae	*Miconia hyemalis*	pixirica	PI	ZOO	BD	0	1	0
	Miconia pusilliflora	pixirica	SI	ZOO	BD	0	1	0
Meliaceae	*Cabralea canjerana*	canjerana	ST	ZOO	BD	1	2	1
	Cedrela fissilis	cedro	SI	ANE	BD	1	1	0
	Guarea macrophylla	pau-d'arco	SI	ZOO	IN	2	2	3
	Trichilia claussenii	catiguá, catiguá-vermelho	ST	ZOO	BD	0	2	1
	Trichilia elegans	pau-de-ervilha	ST	ZOO	BD	1	2	2
Monimiaceae	*Mollinedia schottiana*	pimenteira, capixim	ST	ZOO	BD	0	1	0
Moraceae	*Ficus cestrifolia*	figueira-de-folha-miúda	SI	ZOO	BD	2	3	2
	Ficus luschnathiana	figueira-mata-pau	SI	ZOO	BD	1	2	1
	Sorocea bonplandii	cincho	ST	ZOO	BD	3	3	3
Myrtaceae	*Blepharocalyx salicifolius*	murta	SI	ZOO	IN	1	1	2
	Campomanesia rhombea	guabirobinha	SI	ZOO	IN	2	2	3
	Campomanesia xanthocarpa	guabirobeira	SI	ZOO	IN	2	2	3
	Eugenia bacopari	pau-ferro	ST	ZOO	BD	1	0	0
	Eugenia florida	guamirim	SI	ZOO	BD	0	0	2
	Eugenia hiemalis	guamirim-burro	PI	ZOO	IN	2	2	2
	Eugenia involucrata	cerejeira-do-mato	ST	ZOO	BD	2	2	3
	Eugenia mansoi	guapití-una	SI	ZOO	IN	2	2	3
	Eugenia multiflora	guamirim-burro	PI	ZOO	IN	0	2	2
	Eugenia pyriformis	uvaia	ST	ZOO	BD	2	3	2
	Eugenia ramboi	batinga-branca	ST	ZOO	BD	3	3	3
	Eugenia repanda	ñangapiré-negro	SI	ZOO	MD	1	0	0
	Eugenia rostrifolia	batinga-vermelha	ST	ZOO	BD	0	1	0
	Eugenia speciosa	ibaijuba	SI	ZOO	IN	1	1	1

Família	Espécie	Nome popular	Grupo ecológico	Síndrome de dispersão	Terreno	Frequência		
						Dique	Encosta	Várzea
	Eugenia uniflora	pitanga, pitangueira	SI	ZOO	BD	3	3	3
	Eugenia uruguayensis	camboim-pitanga	ST	ZOO	BD	2	2	3
	Eugenia verticillata	guamirim	ST	ZOO	BD	2	3	2
	Myrceugenia glaucescens	conserva-branca	SI	ZOO	IN	0	0	1
	Myrceugenia myrtoides	guamirim-cinzento	PI	ZOO	BD	0	1	1
	Myrcia cruciflora	guamirim	SI	ZOO	BD	1	1	1
	Myrcia glabra	uvá	ST	ZOO	BD	2	3	1
	Myrcia multiflora	camboim, pedra-ume-caá	SI	ZOO	BD	3	3	3
	Myrcia palustris	pitangueira-do-mato	SI	ZOO	IN	1	2	2
	Myrcianthes gigantea	araçazeiro-do-mato	ST	ZOO	BD	1	2	1
	Myrcianthes pungens	guabiju, guabijuzeiro	ST	ZOO	BD	0	2	1
	Myrciaria cuspidata	camboim	ST	ZOO	BD	1	1	1
	Myrciaria tenella	camboim	SI	ZOO	IN	3	3	3
	Myrrhinium atropurpureum	murtilho, carrapato	SI	ZOO	BD	0	1	2
	Plinia peruviana	jaboticabeira	ST	ZOO	IN	1	0	0
	Psidium cattleianum	araçazeiro, araçá	SI	ZOO	IN	1	1	2
Nyctaginaceae	*Guapira opposita*	maria-mole, maria-preta	ST	ZOO	IN	1	1	0
	Pisonia ambigua	maria-mole	SI	ZOO	BD	0	1	0
Phyllanthaceae	*Phyllanthus sellowianus*	sarandi-vermelho	PI	AUT	AL	1	0	2
Phytolaccaceae	*Phytolacca dioica*	umbu, umbuzeiro	SI	ZOO	BD	1	1	0
Picramniaceae	*Picramnia parvifolia*	quássia, cedrinho	SI	ZOO	BD	0	0	1
Piperaceae	*Piper aduncum*	pariparoba	SI	ZOO	BD	0	1	0
	Piper amalago	pariparoba	SI	ZOO	BD	0	1	0
Polygonaceae	*Coccoloba cordata*	pau-de-junta	SI	ZOO	IN	1	1	2
	Ruprechtia laxiflora	marmeleiro-do-mato	SI	ANE	IN	2	2	2

Família	Espécie	Nome popular	Grupo ecológico	Síndrome de dispersão	Terreno	Frequência		
						Dique	Encosta	Várzea
Primulaceae	*Myrsine coriacea*	capororoquinha	PI	ZOO	BD	1	1	1
	Myrsine guianensis	capororocão	SI	ZOO	BD	0	2	1
	Myrsine laetevirens	capororoca	SI	ZOO	BD	2	2	2
	Myrsine lorentziana	capororoca	SI	ZOO	MD	1	1	3
	Myrsine umbellata	capororocão	SI	ZOO	BD	1	0	0
Proteaceae	*Roupala montana*	carvalho-brasileiro	SI	ANE	BD	0	2	0
Quillajaceae	*Quillaja brasiliensis*	sabão-de-soldado	PI	ANE	BD	0	1	0
Rhamnaceae	*Scutia buxifolia*	coronilha	SI	ZOO	BD	2	1	1
Rosaceae	*Prunus myrtifolia*	pessegueiro-bravo	SI	ZOO	BD	0	1	0
	Prunus subcoriacea	pessegueiro-bravo	SI	ZOO	BD	0	1	1
Rubiaceae	*Cephalanthus glabratus*	sarandi-branco	PI	AUT	AL	0	0	3
	Chomelia obtusa	viuvinha	SI	ZOO	BD	1	2	2
	Faramea montevidensis	cafeeiro-do-mato	ST	ZOO	BD	2	3	2
	Guettarda uruguensis	veludo	PI	ZOO	BD	2	1	2
	Randia ferox	limoeiro-do-mato	SI	ZOO	BD	1	1	2
Rutaceae	*Esenbeckia grandiflora*	pau-de-cutia, cutia	SI	AUT	BD	0	1	0
	Helietta apiculata	canela-de-veado	SI	ANE	BD	0	2	1
	Pilocarpus pennatifolius	jaborandi	SI	AUT	BD	0	1	0
	Zanthoxylum astrigerum	mamica-de-cadela	SI	ZOO	BD	0	1	0
	Zanthoxylum fagara	coentrilho	SI	ZOO	BD	0	1	0
	Zanthoxylum rhoifolium	mamica-de-cadela	PI	ZOO	BD	1	2	1
Salicaceae	*Banara parviflora*	farinha-seca	SI	ZOO	BD	0	1	0
	Banara tomentosa	cambroé	SI	ZOO	BD	0	1	1
	Casearia decandra	guaçatonga, cambroé	SI	ZOO	BD	2	2	1
	Casearia sylvestris	chá-de-bugre, varre-forno	SI	ZOO	IN	3	3	3

Família	Espécie	Nome popular	Grupo ecológico	Síndrome de dispersão	Terreno	Frequência		
						Dique	Encosta	Várzea
	Salix humboldtiana	salgueiro, salseiro, salso	PI	ANE	MD	1	1	3
	Xylosma pseudosalzmanii	sucará	SI	ZOO	BD	0	1	1
	Xylosma tweediana	sucará	SI	ZOO	BD	1	2	2
Sapindaceae	*Allophylus edulis*	chal-chal	SI	ZOO	IN	2	2	3
	Allophylus guaraniticus	vacum, chal-chal	SI	ZOO	BD	0	0	1
	Cupania vernalis	camboatá-vermelho	SI	ZOO	BD	2	2	3
	Matayba elaeagnoides	camboatá-branco	SI	ZOO	IN	3	3	3
Sapotaceae	*Chrysophyllum gonocarpum*	aguaí	ST	ZOO	BD	1	2	1
	Chrysophyllum marginatum	aguaí-vermelho	SI	ZOO	BD	2	2	2
	Pouteria gardneriana	aguaí, sarandi	ST	ZOO	IN	2	2	3
	Pouteria salicifolia	mata-olho	PI	ZOO	MD	1	0	2
	Sideroxylon obtusifolium	coronilha	SI	ZOO	BD	0	2	1
Solanaceae	*Acnistus arborescens*	espora-de-galo	PI	ZOO	BD	0	1	0
	Brunfelsia australis	manacá, primavera	ST	ZOO	BD	0	1	0
	Solanum mauritianum	fumo-bravo	PI	ZOO	BD	0	1	0
	Solanum pseudoquina	coerana, guaxixim	SI	ZOO	BD	1	1	1
	Vassobia breviflora	esporão-de-galo	PI	ZOO	BD	0	1	0
Styracaceae	*Styrax leprosus*	carne-de-vaca, canelinha	SI	ZOO	BD	1	1	1
Symplocaceae	*Symplocos tetrandra*	sete-sangrias	ST	ZOO	BD	0	2	0
	Symplocos uniflora	pau-de-canga	PI	ZOO	BD	1	2	3
Thymelaeaceae	*Daphnopsis racemosa*	embira	PI	ZOO	IN	2	2	3
Urticaceae	*Boehmeria caudata*	assa-peixe, urtiga-mansa	PI	ZOO	BD	0	0	1
Verbenaceae	*Citharexylum montevidense*	tarumã-de-espinho	SI	ZOO	BD	0	2	0

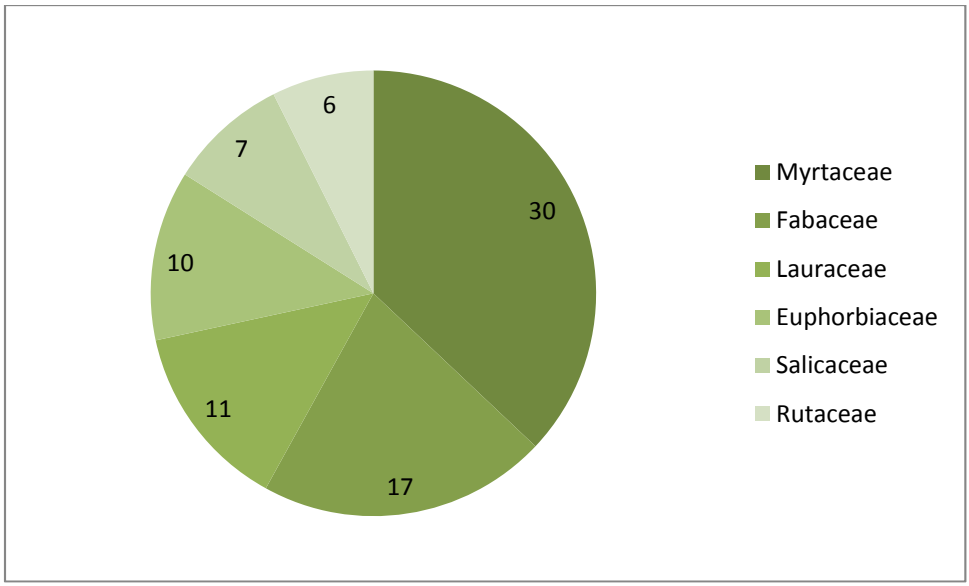


Figura 48. Famílias com maior riqueza de espécies arbóreas no levantamento da vegetação ao longo do Jacuí.

Representada por espécies secundárias iniciais e tardias, todas com dispersão zoocórica, a terceira família em riqueza foi Lauraceae, mas a maioria das espécies registradas não se destacou em frequência e densidade. Euphorbiaceae apresentou elevada densidade nas três zonas, com maior destaque para a várzea, onde também foram importantes Salicaceae e Sapotaceae. Além das famílias já citadas, foram importantes em densidade Malvaceae e Sapindaceae no dique marginal e na várzea, e Lauraceae e Moraceae no dique marginal e na encosta.

Com relação às espécies, destacam-se aquelas que foram mais importantes em cada zona. No dique marginal foram relevantes pela frequência e/ou densidade o açoita-cavalo, a laranjeira-do-mato, o cincho, a grápia, o chá-de-bugre, o ingá-de-beira-de-rio e a pitangueira. Na encosta a grápia, a laranjeira-do-mato, o chá-de-bugre, a guajuvira, o cincho, o açoita-cavalo, a batinga-branca e o uvá (*Myrcia glabra*). E na várzea o ingá-de-beira-de-rio, o branquilho (*Gymnanthes klotzschiana*), o camboim, o açoita-cavalo, o aguaí, a embira, a pitangueira, a laranjeira-do-mato e o camboim-pitanga.

Espécies de interesse especial para recuperação da vegetação ciliar

Diferentes grupos de espécies foram mais ou menos frequentes e abundantes nas três zonas da faixa ciliar do Jacuí, das quais algumas foram consideradas espécies-chave para ações de recuperação da vegetação (Tabela 3). Além de frequentes e abundantes, as 63 espécies-chave listadas podem apresentar vantagens como baixa exigência quanto ao tipo de solo e à drenagem do terreno, elevada taxa de germinação, atratividade para a fauna, capacidade de enriquecer o solo etc. São apresentadas para cada uma dessas espécies informações sobre sucessão, dispersão, exigências quanto à drenagem do terreno e as abundâncias relativas em cada zona. Mas, mesmo de posse desses conhecimentos, é indispensável considerar o histórico de degradação em cada trecho e a ser recuperado, o que pode ser determinante no sucesso ou fracasso de um empreendimento de recuperação da vegetação.

O primeiro grupo de espécies-chave reúne as largamente generalistas que ocorreram em todos os terrenos e zonas, excetuando-se as áreas permanentemente alagadas. Essas espécies foram denominadas supergeneralistas ("supertramps"), ou seja, plantas que adotam uma estratégia de ampla dispersão em muitos habitat diferentes, em nenhum dos quais são particularmente especializadas.

No baixo Jacuí podem ser consideradas supergeneralistas a laranjeira-do-mato, a grápia, o chá-de-bugre, a pitangueira, o açoita-cavalo, o camboim, o cincho e o jerivá. Mesmo tendo sido abundantes nas três zonas, várias não ocorreram em terrenos permanentemente mal drenados. Foram ainda consideradas parte deste grupo o leiteirinho (*Sebastiania brasiliensis*), a canela-lajeana (*Ocotea pulchella*), a guabirobeira (*Campomanesia xanthocarpa*), a cerejeira (*Eugenia involucrata*), a batinga-branca, o guamirim, a pedra-ume-caá, o chal-chal, o camboatá-vermelho e o camboatá-branco.

Tabela 3. Espécies recomendadas para recuperação da vegetação no baixo rio Jacuí. Acrônimos – ***Grupos ecológicos (GE):*** PI **– pioneira;** SI **– secundária inicial;** ST **– secundária tardia.** ***Síndromes de dispersão (SD):*** ANE **– anemocórica;** AUT **– autocórica;** ZOO **– zoocórica.** ***Zonas da faixa ciliar e abundância relativa de cada espécie por zona*** **(escala de cores do mais abundante, verde, ao menos abundante, branco; as abundâncias são relativas ao total de indivíduos por zona, não ao total de indivíduos por espécie):** D **– dique marginal;** E **– encosta;** V **– várzea.** ***Terreno:*** AL **– alagado;** BD **– bem drenado;** MD **– mal drenado;** IN **– indiferente ao tipo de terreno;** "+" **– presença.**

Família	Espécie	GE	SD	Zonas			Terreno			
				D	E	V	AL	MD	BD	IN
Anacardiaceae	*Lithraea brasiliensis*	PI	ZOO	0,34	1,14	0,55			+	
Annonaceae	*Annona neosalicifolia*	SI	ZOO	1,89	1,52	0,64			+	
Arecaceae	*Syagrus romanzoffiana*	SI	ZOO	1,72	1,9	2,48				+
Bignoniaceae	*Handroanthus heptaphyllus*	SI	ANE	0,34	1,14	0,55			+	
Boraginaceae	*Cordia americana*	SI	ANE	1,89	2,28	0,92			+	
Celastraceae	*Monteverdia dasyclada*	SI	ZOO	0,51	0	1,01				+
Combretaceae	*Terminalia australis*	PI	AUT	0,69	0,13	1,1	+			
Euphorbiaceae	*Actinostemon concolor*	ST	AUT	3,43	1,9	2,02				+
	Gymnanthes klotzschiana	SI	AUT	2,06	0,25	4,96		+		
	Gymnanthes schottiana	PI	AUT	1,2	0	1,84	+			
	Gymnanthes serrata	SI	AUT	0	1,26	0,46			+	
	Sebastiania brasiliensis	SI	AUT	1,03	1,01	1,1				+
Fabaceae	*Apuleia leiocarpa*	SI	ANE	3,09	2,78	1,56			+	
	Calliandra tweediei	SI	AUT	0,86	0,76	1,38				+
	Enterolobium contortisiliquum	SI	AUT	0,51	1,52	0,28			+	
	Inga vera	PI	ZOO	2,92	0,25	5,7		+		
	Mimosa bimucronata	PI	AUT	1,37	0,63	2,57	+	+		
	Parapiptadenia rigida	SI	ANE	2,23	1,77	0,92			+	
Lauraceae	*Nectandra angustifolia*	SI	ZOO	2,06	0,13	1,19				+
	Ocotea puberula	SI	ZOO	1,2	1,64	0,37			+	
	Ocotea pulchella	SI	ZOO	1,2	1,14	1,01				+
Malvaceae	*Luehea divaricata*	SI	ANE	4,63	1,64	3,22				+
Meliaceae	*Guarea macrophylla*	SI	ZOO	1,03	0,51	1,01				+
	Trichilia claussenii	ST	ZOO	0	1,01	0,09			+	

Família	Espécie	GE	SD	Zonas			Terreno			
				D	E	V	AL	MD	BD	IN
	Trichilia elegans	ST	ZOO	0,34	1,26	0,37			+	
Moraceae	*Ficus cestrifolia*	SI	ZOO	1,2	1,26	0,46			+	
	Ficus luschnathiana	SI	ZOO	0,86	1,14	0,09			+	
	Sorocea bonplandii	ST	ZOO	2,92	2,28	1,29			+	
Myrtaceae	*Blepharocalyx salicifolius*	SI	ZOO	0,34	0,13	1,19				+
	Campomanesia rhombea	SI	ZOO	1,03	0,76	1,01				+
	Campomanesia xanthocarpa	SI	ZOO	2,06	1,14	1,29				+
	Eugenia hiemalis	PI	ZOO	1,2	0,88	0,37			+	
	Eugenia involucrata	ST	ZOO	1,37	1,64	1,29			+	
	Eugenia mansoi	SI	ZOO	1,37	0,99	1,56				+
	Eugenia pyriformis	ST	ZOO	1,54	1,9	0,55			+	
	Eugenia ramboi	ST	ZOO	1,89	2,15	1,01			+	
	Eugenia uniflora	SI	ZOO	3,26	1,9	3,03			+	
	Eugenia uruguayensis	ST	ZOO	2,23	0,88	2,48			+	
	Eugenia verticillata	ST	ZOO	1,54	1,39	1,1			+	
	Myrcia glabra	ST	ZOO	1,03	2,02	0,28			+	
	Myrcia multiflora	SI	ZOO	1,72	1,64	1,19			+	
	Myrcia palustris	SI	ZOO	0,17	1,01	0,92				+
	Myrciaria tenella	SI	ZOO	2,06	2,02	3,68				+
Phyllanthaceae	*Phyllanthus sellowianus*	PI	AUT	0,34	0	0,37	+			
Polygonaceae	*Coccoloba cordata*	SI	ZOO	0,17	0,38	1,1				+
	Ruprechtia laxiflora	SI	ANE	1,89	0,76	1,1				+
Primulaceae	*Myrsine lorentziana*	SI	ZOO	0,34	0,38	1,29		+		
Rhamnaceae	*Scutia buxifolia*	SI	ZOO	1,03	0,13	0,37			+	
Rubiaceae	*Cephalanthus glabratus*	PI	AUT	0	0	1,29	+			
	Chomelia obtusa	SI	ZOO	0,51	1,39	0,46			+	
	Faramea montevidensis	ST	ZOO	0,69	1,14	0,55			+	
	Guettarda uruguensis	PI	ZOO	1,37	0,63	1,19				+
Rutaceae	*Zanthoxylum rhoifolium*	PI	ZOO	0,51	1,14	0,18			+	
Salicaceae	*Casearia decandra*	SI	ZOO	0,86	0,88	0,46			+	
	Casearia sylvestris	SI	ZOO	3,26	2,4	3,03				+
	Salix humboldtiana	PI	ANE	0,34	0,13	1,1		+		
Sapindaceae	*Allophylus edulis*	SI	ZOO	1,89	1,39	1,38				+
	Cupania vernalis	SI	ZOO	1,89	1,64	2,02			+	
	Matayba elaeagnoides	SI	ZOO	2,06	1,39	1,65				+
Sapotaceae	*Chrysophyllum marginatum*	SI	ZOO	1,03	1,26	1,01			+	
	Pouteria gardneriana	ST	ZOO	2,06	0,63	3,13				+
	Sideroxylon obtusifolium	SI	ZOO	0	1,01	0,28			+	
Thymelaeaceae	*Daphnopsis racemosa*	PI	ZOO	1,2	0,88	2,3				+
TOTAL	—	—	—	100	100	100	—	—	—	—

Com relação às zonas, no dique marginal as espécies mais abundantes e frequentes foram o açoita-cavalo no dossel e a laranjeira-do-mato no sub-bosque. Destacaram-se entre as de maior porte na encosta a grápia e a guajuvira, e entre as de menor porte o chá-de-bugre e o cincho. Por fim, na várzea foram geralmente dominantes (> 60% dos indivíduos) o ingá-de-beira-de-rio (dossel) e o branquilho (sub-bosque), de forma conjunta ou separada, tendo sido também frequentes e abundantes no dossel o açoita-cavalo e o aguaí (*Pouteria gardneriana*) e no sub-bosque o camboim.

Com relação ao terreno, a maioria das espécies-chave ocorreu em terrenos preferencialmente bem drenados, um número igualmente representativo foi indiferente ao tipo de terreno (excetuando-se os terrenos alagados), e algumas poucas ocorreram preferencialmente ou exclusivamente em terrenos mal drenados e alagados (Figura 49). As indiferentes apresentam a clara vantagem da versatilidade, mas espécies com requisitos específicos quanto a características do terreno podem ter desempenho superior naqueles aos quais estão bem adaptadas. Poucas espécies se mostraram adaptadas às condições de anoxia e estresse hídrico presentes em terrenos mal drenados ou permanentemente alagados. E, como esses terrenos foram frequentes na região, essas espécies são fundamentais para a recuperação de áreas com essas características.

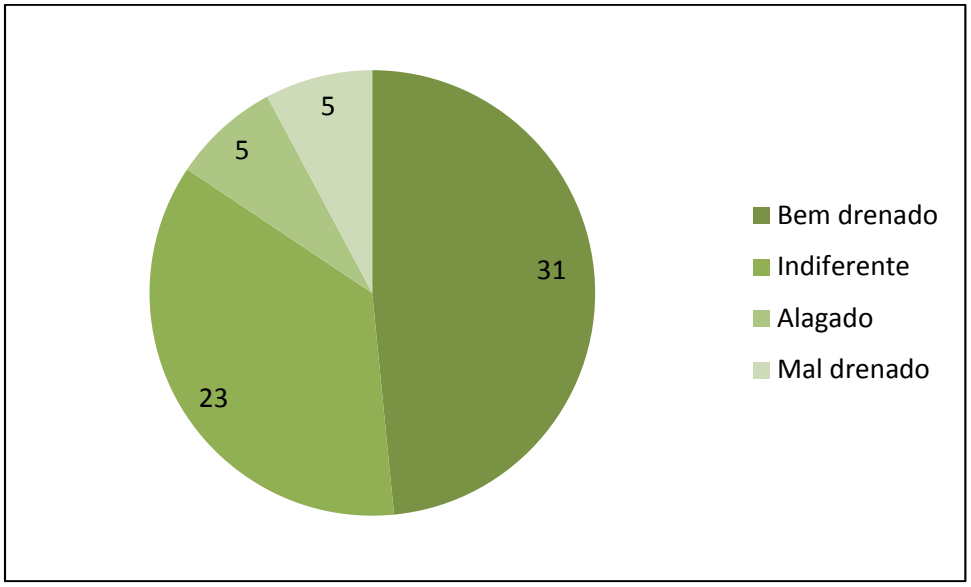


Figura 49. Distribuição das espécies-chave de acordo com a drenagem no terreno.

Em locais com limitações ambientais ao processo de sucessão natural de espécies, sobretudo quando há solos muito degradados e empobrecidos, a recuperação de ecossistemas pode ser potencializada pelo plantio de espécies facilitadoras. Espécies de leguminosas (Fabaceae) apresentam uma vantagem adicional por estabelecerem simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico (N_2). O uso de leguminosas arbóreas mostrou-se eficaz na ativação dos mecanismos de sucessão natural em um reflorestamento onde, após sete anos, 50 espécies de 25 famílias botânicas já colonizavam o sub-bosque da área estudada (Chada *et al.* 2004). Em um estudo sobre o uso de leguminosas fixadoras de nitrogênio na recuperação de áreas degradadas pela mineração de areia no Rio de Janeiro, Ferreira *et al.* (2007) introduziram mais

de 40 espécies de leguminosas e de não leguminosas e constataram que o índice de mortalidade entre não leguminosas foi >10%, enquanto que o de leguminosas ficou em ≈2%. Ainda segundo estes autores, dois anos após a execução do projeto, observou-se a presença de regeneração natural, bem como o reaparecimento de animais silvestres há muito não avistados na área. Além de vantajosas na recuperação dos solos, facilitadoras no processo de sucessão natural e resistentes, as leguminosas podem representar uma economia em adubo, mão de obra e mudas em projetos de recuperação da vegetação.

As seis espécies-chave de leguminosas listadas na Tabela 3 são todas pioneiras ou secundárias iniciais quanto ao processo sucessional, compreendem árvores de grande porte e arvoretas, e incluem também espécies adaptadas a todos os tipos de terreno presentes na área de estudo. Além dessas leguminosas arbóreas, sugere-se que o cambaí-vermelho (*Sesbania punicea*) e o cambaí-amarelo (*Sesbania virgata*) podem ser empregados com sucesso na recuperação de áreas degradadas, pois, além de produzirem muitos frutos e sementes, são leguminosas arbustivas bastante rústicas que podem auxiliar numa rápida cobertura e na fertilização dos solos pela fixação de N_2.

Recentemente espécies de sarandis e salgueiros têm sido estudadas na bioengenharia de solos – área da ciência que abrange técnicas de construção utilizando plantas na estabilização de encostas de terrenos e margens de cursos d'água – e consideradas potencialmente aptas para a recuperação da vegetação ciliar. Dentre as espécies investigadas no Rio Grande do Sul, o sarandi-vermelho (*Phyllanthus sellowianus,* referido como sarandi-branco na publicação) apresentou os melhores resultados para diversas características avaliadas, sendo apontado como a espécie de melhor desempenho biotécnico e, portanto, a mais indicada para a estabilização e recuperação de cursos d'água na região central do Estado (Sutili *et al.* 2004, Machado *et al.* 2017), região adjacente ao Trecho 3 do presente estudo. Consequentemente, recomenda-se a utilização de *Phyllanthus sellowianus* e também de outros de sarandis e do salgueiro como espécies-chave para a recuperação ambiental da vegetação ciliar no rio Jacuí.

Cabe ainda ressaltar a presença e a importância de algumas espécies não arbóreas que se destacaram no ecossistema de várzea, zona dominante na área de estudo. É o caso do taquaruçu-de-espinho (*Guadua trinii*), muito frequente e abundante em áreas mal drenadas ou alagadas durante longos períodos, e do capim-santa-fé (*Panicum prionites*), que ocorreu sempre próximo a massas d'água. Essas espécies podem também ser utilizadas com sucesso em projetos de recuperação da vegetação, mas é preciso antes transpor a barreira da produção e obtenção de sementes e mudas.

Conceitos e métodos para a recuperação

Diversos fatores econômicos e sociais devem ser considerados na escolha de quais estratégias serão adotadas na recuperação de uma determinada área. No entanto, é a capacidade de resiliência que determina a tomada de decisão para as ações de recuperação (Brancalion *et al.* 2015). Resiliência é a resposta de um ecossistema frente a perturbações ou distúrbios, superando danos de modo a se recuperar rapidamente para manter sua estrutura e funcionamento. Conceitos de resiliência levam em conta a predisposição de um ecossistema para retornar a um equilíbrio ou estabilidade pós-distúrbios (Holling 1973) e a capacidade de

um sistema de absorver perturbações e reorganizar-se enquanto sofre mudanças, de modo a reter essencialmente a mesma função, estrutura, identidade e retroalimentação (Walker *et al.* 2004). Os distúrbios e perturbações podem se originar de fenômenos naturais ou de atividades humanas.

São exemplos de atividades humanas que afetam ecossistemas ciliares: desmatamento, degradação dos solos, aplicação de adubos químicos e agrotóxicos, e introdução de espécies exóticas de plantas e/ou animais. Essas atividades podem causar redução na biodiversidade, sobrexploração dos recursos naturais, poluição e alterações em padrões e processos ecológicos, afetando adversamente a resiliência dos ecossistemas. Impactos gerados por distúrbios dependem fundamentalmente de três dimensões intrínsecas: (1) a localização e extensão do distúrbio (espaço); época, previsibilidade e frequência do distúrbio (tempo); e severidade do distúrbio (magnitude). Basicamente, a resposta de um ecossistema a esses três fatores determina sua resiliência.

É importante considerar ainda as diferenças entre resistência e resiliência em um ecossistema, as quais podem mostrar características mutuamente excludentes. Se um ecossistema possui elevada resistência a distúrbios, sua resiliência será baixa, e vice-versa. Teoricamente um ecossistema não poderia apresentar ambas as características.

A resiliência dos solos se relaciona a processos regenerativos que incluem as propriedades físicas do solo (ciclos de umedecimento e secamento, permeabilidade ao ar, densidade, porosidade) e as atividades biológicas acima e abaixo do mesmo. Solos submetidos a níveis de compactação que afetem a densidade e a porosidade podem não recuperar a condição inicial anterior ao distúrbio que levou à demasiada densificação. Já a resiliência da vegetação se relaciona com sua capacidade de se recuperar rapidamente frente a distúrbios, sobretudo frente a desmatamentos. As respostas da vegetação dependem de diversos fatores, como extensão, tempo de duração e severidade do distúrbio, incluindo níveis de degradação do solo, pastejo e fogo, presença de áreas-fonte para dispersão de propágulos, composição de áreas próximas de floresta, entre outros.

A capacidade de resiliência de um ecossistema afeta a dinâmica da vegetação, a física dos solos e os processos regenerativos em formações naturais. Tanto em solos degradados ou não degradados, mas com resiliência, é possível explorar e beneficiar a regeneração natural. Sempre que possível, a regeneração natural de espécies nativas deve ser adotada como forma de aumentar a efetividade e reduzir os custos da recuperação de uma área. Esse potencial também deve ser estimulado ao máximo por se tratar da manutenção de indivíduos já estabelecidos, com bom sistema radicular, e que logo terão maiores chances de contribuir para a formação de um dossel florestal inicial. Não obstante, trata-se de uma amostra da florística e genética regional, que deve ser mantida pelas ações de recuperação (Brancalion *et al.* 2015).

As primeiras intervenções de favorecimento dos indivíduos regenerantes referem-se às ações que podem favorecer a expansão da sucessão secundária em áreas degradadas, tais como a instalação de cercas para exclusão de gado, a prevenção de incêndios e o controle de espécies que podem causar problemas, como espécies exóticas invasoras ou formigas cortadeiras (Brancalion *et al.* 2015). Uma das práticas mais simples para a recuperação de uma área é seu

simples isolamento, evitando a continuação do processo de degradação, muito funcional nos casos onde a resiliência da área foi mantida (Rodrigues & Gandolfi 2009).

A necessidade de recuperação do solo, antes da implantação de ações de recuperação, é comumente constatada pela presença de subsolo exposto e/ou de intenso processo erosivo, normalmente resultado do mau uso do solo por atividades agrícolas e pastoris ou de mineração. Essa recuperação é necessária porque as camadas superficiais do solo possuem maior disponibilidade de nutrientes e de matéria orgânica, além de características físicas que facilitam a infiltração e o armazenamento de água. Ao perder essa camada, resta o subsolo, o qual não apresenta condições propícias ao desenvolvimento vegetal (Brancalion *et al.* 2015). Os principais métodos para recuperação do solo são a subsolagem e a implantação de vegetação de cobertura com espécies de adubação verde.

A subsolagem é recomendada no caso de solos que necessitam de descompactação, em áreas com declividade apropriada e sem afloramento rochoso ou solo raso, possibilitando o estabelecimento e desenvolvimento adequado das mudas. A implantação de vegetação de cobertura com espécies de adubação verde é realizada principalmente através do plantio de leguminosas fixadoras de N_2, que possuem raízes fortemente pivotantes, descompactadoras e intensamente associadas com fungos (Brancalion *et al.* 2015), contribuindo para a recuperação física, química e biológica do solo. Mesmo que realizada com espécies exóticas, a vegetação de cobertura é fundamental para proteger o solo contra a erosão e promover a incorporação de matéria orgânica ao solo por meio da decomposição da biomassa produzida por essas espécies (vide também “Espécies de interesse especial para recuperação da vegetação ciliar”).

Complementares à regeneração natural, podem ser adotadas algumas outras medidas. Uma delas é o adensamento, que consiste no plantio de espécies pioneiras e secundárias iniciais já existentes no local e cuja densidade esteja abaixo do esperado, resultando em espaços não ocupados pela regeneração natural. Pode ser feito com o plantio de mudas ou sementes e é recomendado em locais que alternam boa presença de regeneração natural com locais com solo exposto ou baixa densidade de vegetação arbustivo-arbórea. Essa medida evita a expansão de espécies exóticas invasoras e favorece o desenvolvimento de espécies secundárias tardias por meio do sombreamento (Brancalion *et al.* 2015, NBL 2013).

Outra medida é o enriquecimento, que compreende o plantio de espécies adicionais e pode também ser feito através de mudas ou sementes. O plantio de enriquecimento é indicado quando a cobertura de espécies nativas é densa e bem distribuída na área, porém quase exclusivamente por algumas poucas espécies iniciais da sucessão florestal. Essa situação ocorre em paisagens muito degradadas, quando o enriquecimento natural de espécies mais finais de sucessão é limitado, mesmo em médio prazo, pois as fontes regionais para a dispersão de propágulos dessas espécies são muito escassas. No enriquecimento são recomendadas principalmente espécies arbóreas e arbustivas importantes para a fauna.

A nucleação é outra técnica de recuperação ecológica que favorece a regeneração natural. Baseia-se no estabelecimento ou favorecimento do surgimento de pequenos núcleos de vegetação nativa em uma área degradada, os quais servem de base para a expansão natural e preenchimento da área degradada em certo tempo. Nesses pequenos habitat são favorecidas as interações interespecíficas, envolvendo interações planta-planta, planta-microrganismo,

planta-animal, níveis de predação, associações, e os processos reprodutivos de polinização e dispersão de sementes (Kageyama *et al.* 2003, Reis & Kageyama 2003).

Quando se avalia que a condução da regeneração natural não é indicada, alguns métodos de plantio total (regeneração artificial) podem ser adotados (Kageyama & Gandara 2009), entre eles o plantio ao acaso, o modelo sucessional e o plantio por sementes.

Plantio ao acaso

Nesse método não existe um arranjo pré-determinado para as diferentes espécies e seus grupos ecológicos no plantio, tendo como pressuposto que os propágulos das diferentes espécies caem, germinam e crescem ao acaso na natureza. Um fator complicador desse modelo de plantio é a possibilidade de demora no crescimento das plantas, considerando que não são priorizadas espécies pioneiras e secundárias iniciais, retardando a implantação da floresta, encarecendo a operação, além de provocar uma menor sobrevivência de espécies que exigem sombreamento inicial (Martins 2007, Kageyama & Gandara 2009).

Modelo sucessional

O uso da sucessão ecológica na implantação de florestas é a tentativa de dar à regeneração artificial um modelo semelhante às condições que ocorrem naturalmente em florestas. Este modelo separa as espécies em grupos ecológicos, fazendo com que as espécies dos estágios iniciais da sucessão (heliófilas) deem sombreamento adequado às espécies dos estágios finais da sucessão. A forma com que essas condições são dadas no plantio pode mudar, em função da maneira como as plantas são arranjadas no campo, se em módulos ou em linhas de plantio. No caso do plantio em módulos, existe uma planta base central, dos grupos finais da sucessão, rodeada por quatro ou mais plantas sombreadoras (grupos iniciais). No plantio em linhas, pode haver alternância das linhas, sendo uma de pioneiras e secundárias iniciais e outra de secundárias tardias ou com alternância desses grupos na mesma linha (Kageyama & Gandara 2009, Martins 2007).

Plantio por sementes

Uma alternativa ao plantio de espécies pioneiras e não pioneiras é a semeadura direta, no qual as sementes das espécies são espalhadas diretamente no campo. Botelho *et al*. (2015) afirmam que a semeadura direta é um método bastante promissor, porém é indispensável que se identifique os fatores que interferem na germinação e no estabelecimento das plântulas em campo, tais como a competição com plantas invasoras, características e qualidade do solo, herbivoria e predação de sementes e plântulas. Segundo Costa e Piña-Rodrigues (1996), a semeadura direta requer baixos investimentos iniciais, é de fácil implantação e constitui-se em um método acessível, principalmente para os pequenos produtores.

O plantio de sementes pode se dar também a partir da semeadura aérea, recomendável principalmente para áreas de difícil acesso, onde é operacionalmente inviável a utilização de outros métodos, e da adoção da hidrossemeadura, no qual as sementes são lançadas na área a ser recuperada através de jateamento, em mistura de água, sementes, fertilizantes e outros produtos como agentes cimentantes, com a função de aderir a semente à superfície na qual foi aplicada (Almeida 2016).

A recuperação de ecossistemas não deve ter a pretensão de refazer uma floresta idêntica à que existia antes, mas, sim, introduzir no campo uma composição que forneça condições para que essa nova comunidade tenha maior probabilidade de ser sustentável e funcional. Assim, busca-se a recuperação de parte da biodiversidade local e a facilitação dos processos biológicos relacionados à manutenção do ecossistema florestal, por meio da regeneração, condução e manejo de espécies nativas (Pereira *et al.* 2015).

Escolha do método de recuperação adequado

O planejamento das estratégias e ações para a recuperação da vegetação deve ser efetuado a partir da identificação das diferentes condições ambientais existentes na área designada para a recuperação ambiental. A Figura 50 apresenta um fluxograma de recuperação ambiental de florestas ciliares desde o diagnóstico das condições ambientais locais ou regionais. Partindo do estado de conservação dos solos, são mostradas resumidamente as principais etapas para a recuperação da vegetação através de regeneração natural ou artificial. A seleção do método mais adequado para cada situação deve estar fundamentada no diagnóstico detalhado da área, conforme as etapas evidenciadas abaixo.

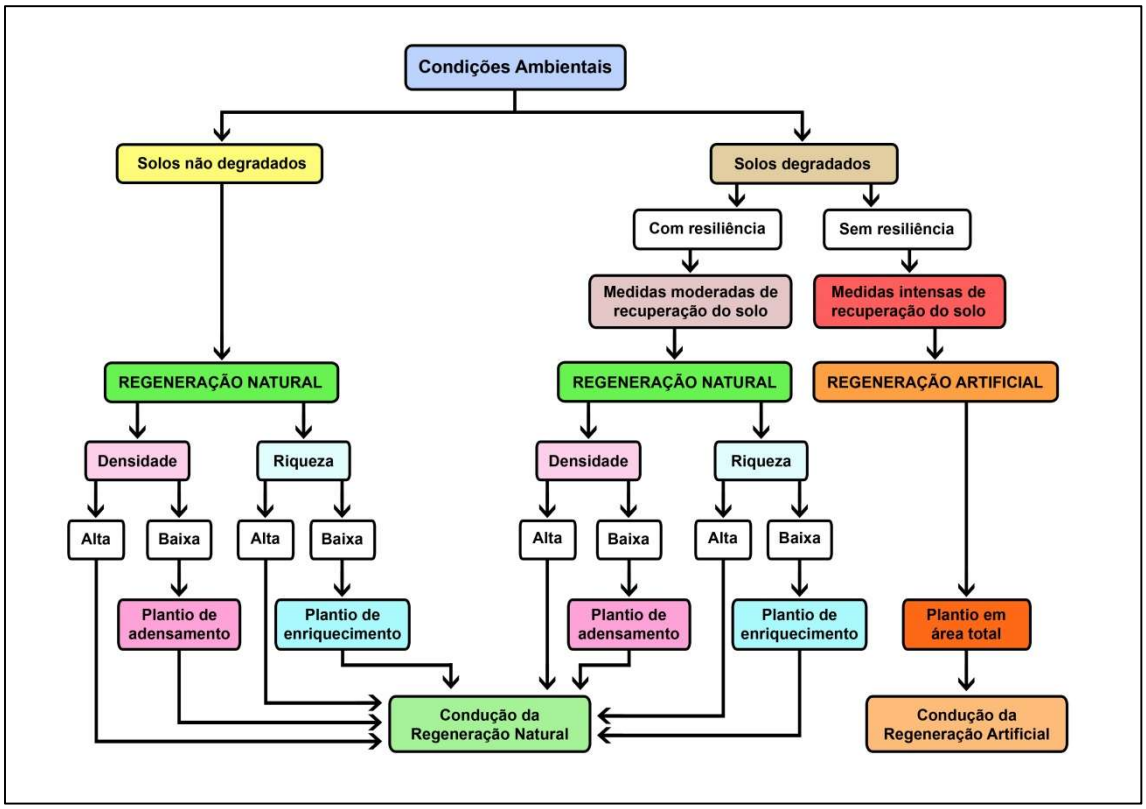


Figura 50. Etapas decisivas para o planejamento de recuperação da vegetação. Adaptado de Botelho *et al.* (2015).

Procedimentos operacionais para a recuperação

A mesma ação ou operação de recuperação pode ser realizada de diferentes formas, cada uma delas com vantagens e limitações próprias que se refletem em rendimentos operacionais e custos diferenciados. A falta de conhecimento sobre ações ou procedimentos operacionais necessários à efetivação de métodos de recuperação florestal leva, invariavelmente, ao

fracasso. São comuns os casos de projetos de recuperação bem concebidos teoricamente, mas que não conseguem restabelecer uma cobertura florestal inicial na área degradada em razão do uso inadequado de procedimentos operacionais para a efetivação do método (Brancalion *et al.* 2015). A seguir são apresentados, detalhadamente, os procedimentos operacionais a serem seguidos nos modelos de recuperação para planejamento logístico.

Escolha apropriada das espécies

A preocupação com a seleção de espécies a serem utilizadas em determinado sítio em recuperação florestal tem sido alvo de muitos estudos. No entanto, há consenso sobre o uso de espécies regionais adaptadas aos diferentes tipos de solos, condições climáticas, polinizadores e dispersores de propágulos. Além disso, espécies regionais apresentam maior tolerância a predadores e seu uso aumenta a probabilidade de sucesso reprodutivo e de regeneração natural em projetos de recuperação florestal (Kageyama & Gandara 2009).

Martins (2007) recomenda adotar alguns critérios básicos na seleção de espécies para recuperação de florestas ciliares, como: 1) plantar espécies nativas com ocorrência em florestas ciliares da mesma bacia hidrográfica ou região; 2) plantar o maior número possível de espécies para gerar alta diversidade; 3) plantar mudas de sementes obtidas em várias matrizes de diferentes remanescente ciliares, para garantir diversidade genética; 4) utilizar combinações de espécies de diferentes estágios sucessionais; 5) plantar espécies atrativas para a fauna e respeitar a tolerância das espécies à umidade do solo.

São numerosos os casos de projetos de recuperação de florestas ciliares mal sucedidos pela utilização de poucas espécies e que, após ataques sucessivos de pragas, cederam espaço para espécies invasoras. Portanto, vale ressaltar novamente que se utilize um grande número de espécies para gerar diversidade florística, imitando, assim, a estrutura e a composição de uma floresta ciliar (Martins 2007). O Quadro 1 (vide “Composição e aspectos estruturais”) abrange todas as espécies amostradas ao longo do baixo rio Jacuí, com dados ecológicos e de distribuição nas diferentes zonas, as quais são passíveis de ser utilizadas em projetos de recuperação na região estudada. Já a Tabela 3 (vide “Espécies de interesse especial para recuperação da vegetação ciliar”) evidencia 63 espécies-chave para a recuperação da vegetação ciliar no baixo rio Jacuí, assim consideradas por várias características biológicas vantajosas. A recomendação dessas espécies não exclui a possibilidade de utilização das demais, visto que a escolha também inclui fatores como a disponibilidade de mudas.

As espécies exóticas devem ser evitadas na recuperação de florestas ciliares. Há inúmeros casos em que espécies exóticas introduzidas em diferentes ecossistemas brasileiros se tornaram invasoras, competindo agressivamente com as nativas (Martins 2007).

Cercamento da área

É uma etapa determinante para o sucesso da recuperação da vegetação e, independentemente da existência de pecuária na área ou região, deve ser realizada a fim de proteger a vegetação durante o processo de recuperação de intervenções indesejadas.

Controle de pragas

As principais pragas florestais são as formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* (saúvas) e *Acromyrmex* (quenquéns). As formigas cortadeiras podem provocar danos consideráveis nas

mudas e até altas taxas de mortalidade, inviabilizando o projeto de recuperação florestal. Assim, o combate às formigas dever ser realizado na área a ser recuperada e numa faixa de 100 m adjacente a esta (Martins 2007).

O método mais utilizado é o controle químico através de iscas granuladas de Sulfluramida ou Fipronil, sendo utilizadas 10 g de isca formicida para cada olheiro, distantes até 40 cm da entrada do mesmo (BTR 2015). O controle deve ser feito no pré-plantio (30 dias antes do plantio), no plantio (cinco a sete dias antes do plantio, com repasse logo após a implantação das mudas) e pós-plantio (periodicamente até o segundo ano após o plantio das mudas). Nos primeiros dois meses, esse controle deve ser realizado a cada 15 dias e, após esse período, a cada dois meses (TNC 2016).

Muitas vezes critica-se o controle de formigas na recuperação florestal, pois se argumenta que esses insetos são importantes dispersores secundários e contribuem para a dinâmica natural da vegetação. Contudo, Brancalion *et al.* (2015) ressaltam que saúvas e quenquéns são basicamente herbívoras e pouco contribuem com a dispersão efetiva de sementes de espécies nativas no início do processo de recuperação. Além disso, o objetivo não é eliminar completamente as formigas, apenas minimizar as perdas causadas pela herbivoria nas fases iniciais de recuperação, tanto que, dois anos após esse controle inicial, com a área já recoberta com vegetação nativa, não é feito mais nenhum controle adicional, o que permite a recolonização da área por esses insetos.

Limpeza da área

Deve ser realizada de preferência 15 dias antes do plantio para diminuir a densidade e a altura das espécies competidoras. Pode ser realizada de forma manual (com foice), semimecanizada (com roçadeira costal) ou mecanizada. Em todos esses casos deve-se ter especial cuidado para não danificar a regeneração natural (NBL & TNC 2013).

De um modo geral, as margens de rios e corpos d'água são áreas de difícil mecanização, com topografia irregular e solos excessivamente úmidos e sujeitos a erosões acentuadas quando em posição inclinada. A limpeza da área, nestes casos, deve se restringir a roçadas que não revolvam o solo, mas que eliminem parte da vegetação competidora (Barbosa 2009).

De acordo com Rodrigues e Gandolfi (2009), a condição mais comum é a presença de remanescentes de floresta ciliar em condições variadas de degradação, com ocupação de espécies agressivas (gramíneas exóticas, trepadeiras ou bambus), que competem vigorosamente com a regeneração das espécies dos estratos superiores, dificultando o avanço sucessional nessas áreas. As espécies de bambus e lianas, na maioria das vezes, são nativas que, favorecidas pela degradação, apresentam algumas populações muito densas e dominantes; as gramíneas são geralmente espécies exóticas, oriundas de áreas agrícolas no entorno. Dessa forma, as espécies nativas requerem medidas de controle para evitar o crescimento excessivo de seus indivíduos e populações, e as espécies exóticas, na medida do possível, devem ser erradicadas da área. Especial cuidado deve ser dado às lianas, pois constituem elementos importantes da diversidade, da estrutura e do funcionamento de ecossistemas florestais. Barbosa (2009) salienta que a presença de vegetação competidora na época de implantação do reflorestamento e crescimento inicial das espécies arbóreas é um fator que pode retardar o estabelecimento da floresta, pois as plantas invasoras atuam

competindo por luz, água e nutrientes, ou ainda liberando compostos alelopáticos capazes de interferir no crescimento das árvores.

Abertura de covas

A abertura manual pode ser feita com enxadão ou cavadeira, as covas devem ter dimensões mínimas de 40 cm × 40 cm × 40 cm (NBL & NTC 2013).

A abertura mecanizada pode ser feita por broca perfuratriz ou motocoveador. O principal cuidado com essa técnica refere-se ao possível espelhamento, que constitui na formação de uma camada compactada nas paredes da cova, o que compromete o desenvolvimento radicular da muda e estimula o enovelamento de suas raízes. Para diminuir o espelhamento, recomenda-se a escarificação nas paredes da cova com o uso de uma cavadeira (TNC 2016).

Para plantio de mudas em tubetes, a abertura pode ser feita por um "chucho", que consiste em um tubete preso a um cabo de madeira que é inserido e retirado do solo para produzir um buraco com as dimensões próximas ao torrão das mudas.

Adubação de base

De acordo com Martins (2007), em determinados modelos de recuperação de floresta ciliar, não se utilizam fertilizantes químicos e calcários, buscando-se um comportamento das mudas semelhante às condições de regeneração natural. Entretanto, o empobrecimento do solo pelas atividades agrícolas e a necessidade de crescimento rápido das mudas, para escapar da competição com plantas invasoras, torna necessária, em muitas situações, a utilização de calagem e adubação química ou orgânica.

A recomendação de adubação deve sempre ser feita com base em uma análise química do solo para subsidiar a definição do tipo, formulação e quantidade de adubo a ser utilizado (Brancalion *et al.* 2015). Geralmente é recomendado o uso de 200 g/cova de fertilizante NPK na formulação 06:30:06 ou equivalente, misturado a todo o volume de terra retirado da cova para evitar o contato direto do adubo e a queima das raízes da muda (TNC 2016). Em áreas não muito extensas pode-se efetuar adubação orgânica que, na maioria dos casos, é suficiente para o bom desenvolvimento das mudas. Neste caso, recomenda-se aplicar seis litros de esterco de curral ou três litros de esterco de galinha para cada cova (20% ou 10% do volume da cova, respectivamente) (Barbosa 2009).

No caso de solos muito ácidos recomenda-se a aplicação de calcário dolomítico (calagem) diretamente no fundo ou ao redor da cova de plantio das mudas. O objetivo principal da calagem não é elevar o pH, mas sim de aumentar a disponibilidade de cálcio e magnésio para as mudas. Dessa forma, a dosagem de calcário a ser aplicada pode ser determinada em função dos teores destes nutrientes, obtida a partir da análise química do solo (NBL & TNC 2013).

Plantio

O plantio pode ser manual, mais utilizado para mudas produzidas em sacos plásticos, ou com plantadora manual, para mudas em tubetes. No caso do plantio manual, deve-se cortar o saco plástico, preservando o torrão ao redor da raiz, colocar a muda no centro da cova e preencher com o solo que foi retirado na abertura (Barbosa 2009).

A plantadora manual é constituída por um tubo de inox com ponta cônica, o qual se abre quando acionado por um gatilho. Essa metodologia de plantio proporciona uma melhor ergonomia de trabalho e um maior rendimento operacional, já que não é necessário se agachar para efetuar o plantio, aumentando o rendimento da atividade (Brancalion *et al.* 2015).

Tanto no plantio manual quanto no executado com plantadora, o torrão de terra que envolve muda não pode ficar exposto na superfície do solo, devendo ser posicionado cerca de 5 cm abaixo da superfície, ficando o colo da planta rente à superfície ou um pouco abaixo do solo, para evitar o seu apodrecimento. A serapilheira removida no coroamento deve ser reposta ao redor da muda. Essas são medidas que ajudam a manter a umidade na região do entorno da raiz, reduzindo a mortalidade de mudas (NBL & TNC 2013). Deve-se realizar, também, uma leve compactação com o pé ao redor da muda recém-plantada para remover eventuais bolsas de ar presentes entre o solo e o torrão, o que prejudica a estabilização da muda no solo e a absorção de água e nutrientes (Brancalion *et al.* 2015).

Coroamento

Consiste na limpeza ao redor das covas num raio de cerca de 60 cm. Em plantios mais adensados o raio pode ser de 50 cm, enquanto que nos mais ralos pode chegar a 80 cm (Barbosa 2009). Deve ser realizado com enxada ao redor da muda ou indivíduo regenerante e a uma profundidade de cerca de 5 cm no solo a fim de dificultar e diminuir a rebrota, evitando assim a competição por água, luz e nutrientes (NBL & TNC 2013).

Irrigação

A melhor época para o plantio de mudas na região do baixo Jacuí e no Rio Grande do Sul é entre maio e agosto, quando geralmente os índices pluviométricos são mais elevados e as temperaturas mais amenas, dessa forma evitando o dessecamento e murchamento das mudas.

Imediatamente após o plantio e nos dias que o sucedem, as mudas devem ser irrigadas, pois ainda não enraizaram no solo para suprir suas demandas hídricas. Utilizam-se cerca de cinco litros de água por planta, sendo normalmente previstas três irrigações até que haja o estabelecimento das mudas. Deve ser feita irrigação complementar sempre que se detectar o murchamento das mudas de espécies mais sensíveis. Os intervalos de irrigação subsequentes irão depender da quantidade e distribuição das chuvas, da intensidade de evapotranspiração no período, da capacidade de retenção de água no solo e das espécies utilizadas (Brancalion *et al.* 2015).

Pode-se utilizar um regador em áreas pequenas ou um tanque-pipa acoplado a um trator com mangueiras para a irrigação em áreas maiores. Onde houver acesso à fonte de água próxima da área de enriquecimento, pode também ser utilizada uma motobomba (NBL & TNC 2013).

Replantio

O replantio consiste na reposição das mudas que morreram, devendo ser realizado sempre que a mortalidade for superior a 5% do total de cada espécie plantada. Deve ser efetuado 60 dias após o plantio (NBL & TNC 2013).

Porém, antes de substituir uma planta por outra, é preciso estar atento a dois fatores importantes: 1) saber a possível causa da morte, para que a muda reposta não morra também, e 2) ter certeza que a muda a ser substituída de fato morreu, pois muitas vezes as mudas perdem as folhas em virtude da seca ou do ataque de formigas e rebrotam depois de certo tempo. Para saber se uma muda sem folhas está morta ou não, costuma-se arranhar a superfície do caule até que se remova a casca e se exponha uma camada interna. Se a área raspada estiver verde, isso indica que a planta ainda está viva (Brancalion *et al.* 2015).

De forma geral, consideram-se aceitáveis taxas de replantio em torno de 10%, sendo que valores muito acima desse limite indicam eventuais problemas em uma ou mais etapas do plantio. O replantio deve continuar durante todo o período de manutenção do projeto, efetuando-se novamente a adubação de base e sendo realizado sempre que necessário (Brancalion *et al.* 2015).

Adubação de cobertura

A aplicação dos fertilizantes deve ser parcelada no tempo, possibilitando o fornecimento dos nutrientes à medida que as plantas se desenvolvem, o que aumenta o aproveitamento desses elementos. Caso toda a demanda de nitrogênio e potássio fosse incorporada na adubação de base, poderia haver problemas de lixiviação desses nutrientes antes que as mudas pudessem absorvê-los (Brancalion *et al.* 2015).

O número de adubações será definido conforme a necessidade de cada projeto, de acordo com o solo do local e das espécies utilizadas, devendo a primeira adubação de cobertura ser realizada 30 dias após o plantio e as próximas no período de um a dois meses. Recomenda-se, por exemplo, no caso de adubação química, 50 g/planta da fórmula NPK 20:05:20 ou equivalente (NBL & TNC 2013), ou NPK 20:05:20 + 4% S + 0,5% B, na dosagem de 150 g/planta (BTR 2015). No caso de adubação orgânica, pode-se utilizar esterco de curral ou de granja (este em menor proporção), como indicado na adubação de plantio (TNC 2016).

A distribuição do adubo deve ser feita em semicírculo ou semicoroa, na projeção da copa e na posição mais elevada da cova, no caso de terrenos inclinados, nunca concentrando o adubo no colo da muda (BTR 2015).

A adubação de cobertura é fundamental para suprir as necessidades nutricionais das árvores, para acelerar a formação de um ambiente florestal e evitar a redução do crescimento potencial dos indivíduos plantados em virtude da deficiência nutricional. Para não favorecer o crescimento de plantas competidoras, sua aplicação deverá ser sempre realizada após capina, roçada e coroamento (Brancalion *et al.* 2015).

Manutenção

O sucesso de um projeto de recuperação de floresta ciliar depende essencialmente da aplicação correta das técnicas de implantação bem como da manutenção do reflorestamento. É comum encontrar projetos de recuperação de áreas degradadas em que foram utilizadas todas as técnicas corretamente, mas que foram condenados ao fracasso pelo descuido após alguns meses da sua implantação (Martins 2007). A manutenção das áreas de recuperação deve ser realizada até 30 meses após o plantio ou até o total recobrimento do solo pela sombra da copa das árvores (NBL & TNC 2013).

Após alguns anos da implantação, a cobertura vegetal arbórea fornece um nível de sombreamento do solo que praticamente inibe a infestação por gramíneas invasoras e o sistema radicular das plantas também se torna profundo o suficiente para garantir a sobrevivência das plantas, mesmo nos períodos de estiagem prolongada (Martins 2007).

Avaliação e monitoramento das áreas

A avaliação contínua das práticas adotadas na recuperação de áreas degradadas e o avanço no conhecimento científico em restauração florestal possibilitam que os erros e acertos das metodologias sejam identificados e se definam ações corretivas no contexto do manejo adaptativo para restabelecer o caminho planejado (Brancalion *et al.* 2015).

Pela necessidade constante de avaliação das ações aplicadas, o monitoramento constitui uma das etapas essenciais em qualquer projeto de recuperação. Apesar dessa importância, pouca atenção tem sido dada à avaliação e ao monitoramento de áreas em processo de recuperação da vegetação. Isso ocorre muitas vezes porque o processo é iniciado só para o cumprimento de exigências legais ou para atender alguma demanda de mercado, sem que haja um efetivo comprometimento com a recuperação da vegetação nessas áreas (Brancalion *et al.* 2015).

É preciso primeiramente definir os objetivos do projeto de recuperação, que devem levar em consideração as características intrínsecas da área degradada (Rodrigues & Gandolfi 1996) e o estágio a ser alcançado pela comunidade em desenvolvimento para que os resultados sejam considerados satisfatórios (Rodrigues & Gandolfi 2009). Só então devem ser estabelecidas medidas de avaliação e monitoramento que indiquem quanto resta para atingir as metas estabelecidas.

A avaliação é uma medida de sucesso do projeto, necessitando de indicadores ou variáveis previamente selecionados para comparação ao longo do monitoramento. Isso permite uma efetiva comparação entre projetos e maior segurança na recomendação de ações a serem realizadas (Almeida & Sanchez 2005, Rodrigues & Gandolfi 2009). Na definição dos indicadores é importante conhecer as características que refletem o adequado funcionamento do ecossistema (Reis *et al*. 2015).

De forma geral, há dois tipos de indicadores que podem ser utilizados em projetos de recuperação. Os indicadores qualitativos são aqueles obtidos de forma não mensurável, com base na observação e julgamento do observador em relação a aspectos como a conservação dos solos e serviços ecossistêmicos. Os quantitativos são aqueles que podem ser mensurados a partir de descritores, como a riqueza média de espécies arbustivas e arbóreas, diversidade, presença de espécies exóticas, presença de espécies ameaçadas de extinção e altura média das mudas plantadas (Brancalion *et al.* 2015). A literatura disponível sobre recuperação de áreas degradadas ou restauração florestal apresenta muitos indicadores para diferentes casos (e.g., Rodrigues & Gandolfi 1998, Sorreano 2002, Damasceno & Gandara 2005, Freire 2006, Lomov *et al*. 2006). Entretanto, dada as diferentes situações e particularidades dos ambientes, a escolha dos indicadores deve ser feita caso a caso (Rodrigues & Gandolfi 2009).

O monitoramento consiste na coleta de dados sobre os indicadores para verificar se os objetivos e metas em cada etapa da restauração estão sendo atingidos. Com base nos dados

de monitoramento é que se realiza a avaliação final do projeto (Brancalion *et al.* 2015). Não existe uma fórmula específica ou um padrão único a ser seguido no monitoramento, devendo ser observadas as características de cada área e os objetivos traçados. Entretanto, ações mínimas devem ser realizadas para que se garanta o sucesso das ações de recuperação. Gandolfi (2006), por exemplo, recomenda que o monitoramento de reflorestamentos ciliares seja realizado por quatro anos, em intervalos semestrais, para que seja avaliada a recuperação estrutural e funcional da comunidade.

É essencial que no início do monitoramento seja definido como será realizada a mensuração de cada indicador, incluindo o método de amostragem, coleta e análise de dados, e o cronograma das atividades. As iniciativas de avaliação e monitoramento não devem levar em conta apenas aspectos ecológicos, mas uma visão abrangente do processo de recuperação ambiental (Brancalion *et al.* 2015).

Considerações finais

A água é um recurso natural essencial à manutenção da vida de todos os organismos. Da mesma forma, é fundamental ao próprio desenvolvimento da civilização humana, pois é o único recurso que permeia múltiplos aspectos que vão desde o desenvolvimento de inúmeras atividades econômicas, passando por valores culturais até valores religiosos da humanidade. A água é essencial ao desenvolvimento das plantas e, por conseguinte, para a produção de alimentos na agricultura e na pecuária.

Apenas uma ínfima parte da água no planeta é doce, quase toda ela encontrada abaixo da superfície. Apesar disso, a demanda por água é cada vez maior. A população atual e as gerações futuras dependem desses recursos e dos diversos benefícios diretos e indiretos originados a partir da água. Mas parte da humanidade não tem acesso à água potável e a serviços de saneamento básico, e muitas pessoas morrem diariamente em decorrência de doenças e complicações produzidas pelo consumo de água contaminada e falta de saneamento.

As águas superficiais e subterrâneas têm sido poluídas, com sua qualidade degradada a ponto de prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criando condições adversas às atividades sociais e econômicas. A poluição das águas também afeta negativamente os seres vivos terrestres e, sobretudo, os aquáticos. Essa poluição ocorre devido à contaminação dos corpos d'água por elementos físicos, químicos e biológicos, que alteram as propriedades da água tornando-a inadequada ao desenvolvimento da vida, ao consumo, à produção de alimentos e ao avanço de outras atividades econômicas e sociais, podendo ser nociva ou prejudicial aos organismos vivos em geral e à vida humana. O principal responsável pela poluição das águas é a ação humana, sendo as atividades agrícolas, domésticas e industriais as principais fontes poluidoras. Contribuem ainda para esse processo a destruição dos ecossistemas associados aos corpos d'água.

Os corpos hídricos, sobretudo os rios, representam a principal fonte de recursos hídricos para a imensa maioria da população brasileira. Todavia a maioria dos rios se encontra poluída e os ecossistemas ciliares, essenciais à manutenção da qualidade das águas e responsáveis por

diversos serviços ecossistêmicos fundamentais, encontram-se largamente degradados, muitas vezes ao ponto da perda total de suas funções ambientais. Foram citados muitos exemplos de atividades humanas que afetam ou inviabilizam os ecossistemas ciliares, entre eles o desmatamento, a conversão de áreas e a degradação dos solos. As consequências dessas atividades são largamente conhecidas e foram igualmente abordadas.

Nesse contexto, é mais que reconhecida a importância da vegetação ciliar na manutenção da integridade dos recursos hídricos e de seus ecossistemas associados. No baixo Jacuí, ⅓ da área total da faixa ciliar (500 m a partir de cada margem) foi convertida em outros usos que não a manutenção dos ecossistemas naturais, valor que chega à metade no trecho mais antropizado do rio. Os custos dessa supressão da vegetação ciliar, apesar de nem sempre quantificáveis em sua totalidade, são certamente elevados. Esse uso incorreto da paisagem gera várias consequências pela perda de serviços ecossistêmicos que a vegetação ciliar poderia oferecer.

Apesar disso, é possível retificar o uso incorreto da paisagem por meio da recuperação de áreas degradadas e dos solos, para que a vegetação nativa e suas funções possam ser restabelecidas. A presença de vegetação ciliar – conservada ou recuperada – gera serviços ambientais benéficos à população e ao meio ambiente. A recuperação da vegetação ciliar pode aumentar significativamente a filtragem das águas da chuva, amortecendo enchentes, prevenindo a erosão e o assoreamento, bem como mantendo a navegação, aumentando a qualidade das águas e conservando a biodiversidade, entre outros. O processo de recuperação é também parte essencial da recuperação das funções originais da planície de inundação do rio Jacuí.

Além de evitar o assoreamento dos corpos hídricos e de gerar benefícios sociais e econômicos diretos e indiretos, a recuperação da vegetação ciliar é uma medida de adequação ambiental que permite a continuidade de atividades econômicas ao mesmo tempo em que evita a erosão do solo. A recuperação da vegetação é igualmente um instrumento integrador, pois adequa as propriedades à legislação ambiental, ao passo que diminuí o passivo ambiental e aumenta a provisão de serviços ambientais, gerando sustentabilidade em longo prazo.

Referências bibliográficas

AHRGS (Arquivo Histórico do Rio Grande do Sul). 1850. Fundo “Exército, Marinha, Guarda Nacional.” Série Marinha-Delegacia da Capitania do Porto, 12 de dezembro de 1850.

Almeida, D.S. 2016. Recuperação ambiental da Mata Atlântica. Ilhéus: EDITUS. 3ª ed. 200p.

Almeida, R.O.P.O., Sánchez, L. E. 2005. Revegetação de áreas de mineração: critérios de monitoramento e avaliação de desempenho. Revista Árvore 29 (1):47-54.

APG IV (The Angiosperm Phylogeny Group). 2016. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. Botanical Journal of the Linnean Society 181(1):1-20.

Araújo, R.C.P., Maia, L.P. 2009. Pagamento de compensatória ambiental aplicada sobre proprietários de lotes urbanos em Área de Preservação Permanente (APP) do rio Jaguaribe, Fortim – CE. 47º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, pp. 1-18.

Barbosa, L.M. 2009. Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares, pp. 289-312. *In* R.R. Rodrigues e H.F.L. Filho (eds.), Matas ciliares: conservação e recuperação, 2ª ed. 2ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 320p.

Borges, L.A.C., Rezende, J.L.P., Pereira, J.A.A., Barros, D.A. 2015. Regularização ambiental de propriedades rurais no Estado de Minas Gerais, pp. 607-635. *In* A.C. Davide e S.A. Botelho (eds.), Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais – 25 anos de experiência em matas ciliares. Lavras: UFLA. 636p.

Botelho, S.A., Pereira, I.M, Vilas Boas, R.A., Nogueira, M.O.G., Carlos, L. 2015. Restauração de matas ciliares, pp. 433-475. *In* A.C. Davide e S.A. Botelho (eds.), Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais – 25 anos de experiência em matas ciliares. Lavras: UFLA. 636p.

Bradshaw, A.D. 1990. Restoration: an acid test for ecology, pp. 23-29. *In* W.R. Jordan, M.E. Gilpin and J.D. Aber (eds.), Restoration Ecology: A Synthetic Approach to Ecological Research. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 356p.

Brancalion, P.H.S., Gandolfi, S., Rodrigues, R.R. 2015. Restauração Florestal. São Paulo: Oficina de Textos. 432p.

Brasil. 1996. Decreto nº 1.905, de 16 maio de 1996. Promulga a Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional, especialmente como habitat de aves aquáticas, conhecida como Convenção de Ramsar, de 02 de fevereiro de 1971. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/D1905.htm>. Acesso em: 2019.

Brasil. 2012. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, e dá outras providências (Código Florestal). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em: 2019.

BTR – Bioflora Tecnologia da Restauração. 2015. Manual de Restauração Ecológica Técnicos e Produtores Rurais no Extremo Sul da Bahia. Disponível em: <http://www.viveirobioflora.com.br/files/file_texto_123.pdf>. Acesso em: 2019.

Chada, S.S., Campello, E.F.C., Faria, S.M. 2004. Sucessão vegetal em uma encosta reflorestada com leguminosas arbóreas em Angra dos Reis, RJ. Revista Árvore 28(6):801-809.

Chave, J. 2013. The problem of pattern and scale in ecology: what have we learned in 20 years? Ecology Letters 16:4-16.

Clark, D.B. 1996. Abolishing virginity. Journal of Tropical Ecology 12:735-739.

Costa, L.G.S., Pinã-Rodrigues, F.C.M. 1996. Viabilidade técnica da recuperação de áreas degradadas. Belém: Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Serviço de Documentação e Informação, 26p.

Damasceno, A.C.F., Gandara, F.B. 2005. Macrofauna edáfica em áreas restauradas com diferentes idades no Pontal do Paranapanema - SP. *In* Anais do Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas. Curitiba: SOBRADE, CD-ROM.

Ferreira, A.P., Campello, E.F.C., Franco, A.A., Resende, A.S. 2007. Uso de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio na recuperação de áreas degradadas pela mineração de areia no polo

produtor de Seropédica/Itaguaí. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 31p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 236).

Freire, M. 2006. Chuva de sementes, banco de sementes do solo e deposição de serapilheira como bioindicadores ambientais. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 80p.

Gandolfi, S. 2006. Indicadores de avaliação e monitoramento de áreas em recuperação. *In* Anais do Simpósio Nacional sobre Recuperação de Áreas Degradadas. Curitiba: SOBRADE, CD-ROM.

Gregory, S.V., Swanson, F.J., Mckee, W.A., Cummins, K.W. 1991. An ecosystem perspective of riparian zones – focus on links between land and water. BioScience 41(8):540-551.

Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics 4:1-23.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. Mapa de Biomas do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Cartas_e_Mapas/Mapas_Murais/>. Acesso em: 2019.

Jarenkow, J. 1994. Estudo fitossociológico comparativo entre duas áreas com mata de encosta no Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado em Ecologia. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 122p.

Jarenkow, J., Waechter, J.L. 2001. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Brasileira de Botânica 24:263-272.

Jurinitz, C.F., Jarenkow, J.A. 2003. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Camaquã (RS), Brasil. Revista Brasileira de Botânica 26:475-487.

Kageyama, P., Gandara, F.B. 2009. Recuperação de Áreas Ciliares, pp. 249-269. *In* R.R. Rodrigues e H.F.L. Filho (eds.), Matas ciliares: conservação e recuperação, 2ª ed. 2ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 320p.

Kageyama, P.Y., Gandara, F.B., Oliveira, R.E. 2003. Biodiversidade e restauração da floresta tropical, pp. 29-48. *In* P.Y. Kageyama *et al*. (orgs.), Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais. Botucatu: FEPAF. 340p.

Levin, S.A. 1992. The problem of pattern and scale in ecology. Ecology 73:1943-1967.

Lima, W.P., Zakia, M.J.B. 1998. Indicadores hidrológicos em áreas florestais. Série Técnica IPEF 12(31):53-64.

Lomov, B., Keith, D.A., Britton, D.R., Hochuli, D. 2006. Are butterflies and moths useful indicators for restoration monitoring? A pilot study in Sydney´s cumberland plain woodland. Ecological Management & Restoration 7(3):204-210.

Lourenço, A.R.L., Parra-O., Sánchez-Chávez, C.E., Lucas, E. 2018. New combinations and names for continental American *Calyptranthes* (Myrtaceae: *Myrcia s.l.*). Phytotaxa 373(1):71-85.

Machado, L.M., Magistrali, I.C., Araldi, D.B. 2017. Comparação das características biotécnicas de *Sebastiania schottiana* (Müll.Arg.) Müll.Arg., *Phyllanthus sellowianus* (Klotzscg) Müll.Arg., *Salix humboldtiana* Willd. e *Salix* × *rubens* Schrank. Ciência Florestal 27(2):635-641.

Martins, S.V. 2007. Recuperação de matas ciliares. Viçosa: Editora Aprenda Fácil. 255p.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis., Washington: World Resources Institute. 86p.

Minas Gerais. 2010. Capacitação de profissionais para regularização de áreas de Reserva Legal em Minas Gerais. Ministério Público do Estado de Minas Gerais, Centro de Apoio Operacional das Promotorias de Justiça de Defesa do Meio Ambiente, Patrimônio Cultural, Urbanismo e Habitação (CAOMA), Instituto Estadual de Florestas (IEF), Associação dos Notários e Registradores do Estado de Minas Gerais (SERJUS-ANOREG/MG). Belo Horizonte, MG, Brasil. 62p.

Molz, M. 2004. Florística e estrutura do componente arbóreo de um remanescente florestal na bacia do rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de Mestrado em Botânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 62p.

NBL – Engenharia Ambiental Ltda., TNC – The Nature Conservancy. 2013. Manual de Restauração Florestal: Um Instrumento de Apoio à Adequação Ambiental de Propriedades Rurais do Pará. Belém: The Nature Conservancy. 128p.

Noelli, F.S. 2000. Documentação histórica do limite meridional da *Araucaria angustifolia* e do início do processo de desmatamento no Rio Grande do Sul, Brasil. Napaea 12:69-74.

Oliveira-Filho, A.T., Vilela, E.A., Carvalho, D.A., Gavilanes, M.L. 1994. Effects of soils and topography on the distribution of tree species in a tropical riverine forest in south-eastern Brazil. Journal of Tropical Ecology 10(04):483-508.

Overbeck, G.E., Boldrini, I.I., Carmo, M.R.B., Garcia, E.N., Moro, R.S., Pinto, C.E., Trevisan, R., Zannin, A. 2015. Fisionomia dos campos, pp. 31-42. *In* V.P. Pillar e O. Lange (eds.), Os Campos do Sul. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos - UFRGS. 192p.

Pacheco, M.F.S.D. 1956. Divisão regional do Rio Grande do Sul. Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul 1(4):7-17.

Pereira, I.M., Botelho, S.A., Davide, A.C. 2015. Restauração de ecossistemas: Bases ecológicas e silviculturais, pp. 369-432. *In* A.C. Davide e S.A. Botelho (eds.), Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais – 25 anos de experiência em matas ciliares. Lavras: UFLA. 636p.

Pinheiro, A.C.D., Procópio, J.B. 2008. Áreas urbanas de preservação permanente ocupadas irregularmente. Revista de Direito Público 3(3):83-103.

Pinto, L.V.A., Botelho, S.A., Oliveira-Filho, A.T., Davide, A.C. 2005. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. Árvore 29(5):775-793.

Rambo, B. 1956. A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural. 2ª ed. Porto Alegre: Livraria Selbach. 456p.

Ramsar. 2016. An Introduction to the Convention on Wetlands (previously The Ramsar Convention Manual). Ramsar Convention Secretariat, Gland, Switzerland.

Reis, A., Kageyama, P.Y. 2003. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas, pp. 91-110. *In* P.Y. Kageyama *et al*. (orgs.), Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais. Botucatu: FEPAF. 340p.

Reis, D.N., Davide, A.C., Botelho, S.A. 2015. Indicadores de recuperação de áreas degradadas: conceitos e perspectivas, pp. 585-606. *In* A.C. Davide e S.A. Botelho (eds.), Fundamentos e métodos de restauração de ecossistemas florestais – 25 anos de experiência em matas ciliares. Lavras: UFLA. 636p.

Reitz, R., Klein, R.M., Reis, A. 1983. Projeto Madeira do Rio Grande do Sul. Sellowia 34/35:1-525.

Rodrigues, R.R. 2009. Uma discussão nomenclatural das formações ciliares, pp. 91-99. *In* R.R. Rodrigues e H.F.L. Filho (eds.), Matas ciliares: conservação e recuperação, 2ª ed. 2ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 320p.

Rodrigues, R.R., Gandolfi, S. 1996. Recomposição de Florestas Nativas: Princípios Gerais e Subsídios para uma Definição Metodológica. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental 2 (1):4-15.

Rodrigues, R.R., Gandolfi, S. 1998. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento, pp. 203-216. *In* L.E. Dias e J.W.V. Mello (orgs.), Recuperação de áreas degradadas. 1ª ed. Viçosa: Editora Folha de Viçosa Ltda. 251p.

Rodrigues, R.R., Gandolfi, S. 2009. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares, pp. 235-247. *In* R.R. Rodrigues e H.F.L. Filho (eds.), Matas ciliares: conservação e recuperação, 2ª ed. 2ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 320p.

Rodrigues, R.R., Shepherd, G.J. 2009. Fatores condicionantes da vegetação ciliar, pp. 101-107. *In* R.R. Rodrigues e H.F.L. Filho (eds.), Matas ciliares: conservação e recuperação, 2ª ed. 2ª reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 320p.

SER – Society for Ecological Restoration International. 2005. Science and Policy Working Group. Diretrizes para Desenvolver e Gerenciar Projetos de Restauração Ecológica, 2ª ed., 19p.

Sobral, M., Jarenkow, J. A., Brack, P., Irgang, B., Larocca, J., Rodrigues, R. S. 2013. Flora Arbórea e Arborescente do Rio Grande do Sul, Brasil. São Carlos: Rima/Novo Ambiente. 357p.

Sorreano, M.C.M. 2002. Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas com diferentes idades. Dissertação de Mestrado em Recursos Florestais. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 144p.

Stein, A., Gerstner, K., Kreft, H. 2014. Environmental heterogeneity as a universal driver of species richness across taxa, biomes and spatial scales. Ecology Letters 17(7):866-880.

Stenseth, N.C., Mysterud, A., Ottersen, G., Hurrell, J.W., Chan, K-S. Lima, M. 2002. Ecological effects of climate fluctuations. Science 297:1292-1296.

Strauss, S.Y., Irwin, R.E. 2004. Ecological and evolutionary consequences of multispecies plant-animal interactions. Annual Review of Ecology and Systematics 35:435-66.

Sutili, F.J., Durlo, M.A., Bressan, D.A. 2004. Potencial biotécnico do sarandi-branco (*Phyllanthus sellowianus* Müll. Arg.) e vime (*Salix viminalis* L.) para revegetação de margens de cursos d'água. Ciência Florestal 14(1):13-20.

TNC – The Nature Conservancy. 2016. Manual de Restauração da Vegetação Nativa, Alto Teles Pires, MT. Alto Teles Pires: The Nature Conservancy. 134p.

Vasconcellos, J.M.O., Dias, L.L., Silva, C.P., Sobral, M. 1992. Fitossociologia de uma área de mata subtropical no Parque Estadual do Turvo-RS. Revista do Instituto Florestal 4:252-259.

Walker, B., Holling, C.S., Carpenter, S.R. and Kinzig, A. 2004. Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. Ecology and Society 9(2):5. [online] URL: http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/

Wallace, K.J. 2007. Classification of ecosystem services: Problems and solutions. Biological Conservation 139: 235-246.

Woodward, F.I., Lomas, M.R., Kelly, C.K. 2004. Global climate and the distribution of plant biomes. Philosophical Transactions of the Royal Society B 359: 1465-1476.

Yang, Z., Liu, X. Zhou, M., Ai, D., Wang, G., Wang, Y., Chu, C. Lundholm J.T. 2015. The effect of environmental heterogeneity on species richness depends on community position along the environmental gradient. Scientific Reports 5:15723.

ANEXO D – ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
10293851

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO
Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO
Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro.:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
Endereço da Obra/Serviço: CONFORME RESUMO DO CONTRATO **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** **CEP:** **UF:** RS
Finalidade: AMBIENTAL **Vlr Contrato(R$):** 1.750.889,39 **Honorários(R$):**
Data Início: 24/11/2017 **Prev.Fim:** 24/11/2019 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Coordenação Técnica	CARACTERIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA		
Coordenação Técnica	MEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA		
Coordenação Técnica	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS		
Coordenação Técnica	Batimetria em Rios e Canais		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Bacia Hidrográfica		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Batimetria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Dimensionamento de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Fluviometria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Regionalização de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Sedimentometria		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente - Diagn./Caracteriz. do Meio Físico		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente		
Coordenação Técnica	Modelos - Matemáticos		
Coordenação Técnica	Geoprocessamento		
Coordenação Técnica	Georreferenciamento		
Coordenação Técnica	Sistema de Informações Geográficas - SIG		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 12/09/2019

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	MAURO JUNGBLUT	FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
10293851

Contratado

Nr.Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
Nr.RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

W0699 - Planejamento e Gestão Territorial; W0812 - Recursos Hídricos; W0813 - Recursos Naturais: Ecologia; W0848 RIOS E CANAIS - DRENAGEM; W0944 - Sistem. de Rec. hídricos: Gerenciam. de Recursos Hídricos;

Coordenação Técnica e Geral, Estudo, Elaboração e Assessoria dos levantamentos e estudos para ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ
Determinação do Zoneamento Ambiental para mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul.
Descrição das atividades e etapas:
Macroatividade 1 - Plano de Trabalho; Macroatividade 2 - Levantamento de dados Secundários; Macroatividade 3 - Levantamento de dados Primários; Macroatividade 4 - Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos; Macroatividade 5 - Diagnóstico Ambiental e Mapas Temáticos; Macroatividade 6 - Análise Integradda e Zoneamento Ambiental; Macroatividade Final - Edição e Revisão

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	Profissional	Contratante

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

ART Número
11185064

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO
Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO
Motivo: COMPLEMENTAR ADITIVO(SOMENTE PRAZO)
ART Vínculo: 10293851

Contratado

Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro.:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
Endereço da Obra/Serviço: CONFORME RESUMO DO CONTRATO **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** **CEP:** **UF:** RS
Finalidade: AMBIENTAL **Vlr Contrato(R$):** 1.750.889,39 **Honorários(R$):**
Data Início: 24/11/2019 **Prev.Fim:** 19/03/2021 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Coordenação Técnica	CARACTERIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA		
Coordenação Técnica	MEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA		
Coordenação Técnica	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS		
Coordenação Técnica	Batimetria em Rios e Canais		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Bacia Hidrográfica		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Batimetria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Dimensionamento de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Fluviometria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Regionalização de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Sedimentometria		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente - Diagn./Caracteriz. do Meio Físico		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente		
Coordenação Técnica	Modelos - Matemáticos		
Coordenação Técnica	Geoprocessamento		
Coordenação Técnica	Georreferenciamento		
Coordenação Técnica	Sistema de Informações Geográficas - SIG		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 16/03/2021

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	MAURO JUNGBLUT	FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

ART Número
11185064

Contratado

Nr.Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
Nr.RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

W0699 - Planejamento e Gestão Territorial; W0812 - Recursos Hídricos; W0813 - Recursos Naturais: Ecologia; W0848 RIOS E CANAIS - DRENAGEM; W0944 - Sistem. de Rec. hídricos: Gerenciam. de Recursos Hídricos;

Coordenação Técnica e Geral, Estudo, Elaboração e Assessoria dos levantamentos e estudos para ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ
Determinação do Zoneamento Ambiental para mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul.
Descrição das atividades e etapas:
Macroatividade 1 - Plano de Trabalho; Macroatividade 2 - Levantamento de dados Secundários; Macroatividade 3 - Levantamento de dados Primários; Macroatividade 4 - Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos; Macroatividade 5 - Diagnóstico Ambiental e Mapas Temáticos; Macroatividade 6 - Análise Integradda e Zoneamento Ambiental; Macroatividade Final - Edição e Revisão

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	Profissional	Contratante

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
11185146

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO **Participação Técnica:** INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO **Motivo:** COMPLEMENTAR ADITIVO **ART Vínculo:** 10293851

Contratado

Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro.:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
Endereço da Obra/Serviço: CONFORME RESUMO DO CONTRATO **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** **CEP:** **UF:** RS
Finalidade: AMBIENTAL **Vlr Contrato(R$):** 1.863.613,15 **Honorários(R$):**
Data Início: 26/02/2020 **Prev.Fim:** 19/03/2021 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Coordenação Técnica	CARACTERIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA		
Coordenação Técnica	MEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA		
Coordenação Técnica	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS		
Coordenação Técnica	Batimetria em Rios e Canais		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Bacia Hidrográfica		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Batimetria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Dimensionamento de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Fluviometria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Regionalização de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Sedimentometria		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente - Diagn./Caracteriz. do Meio Físico		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente		
Coordenação Técnica	Modelos - Matemáticos		
Coordenação Técnica	Geoprocessamento		
Coordenação Técnica	Georreferenciamento		
Coordenação Técnica	Sistema de Informações Geográficas - SIG		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 16/03/2021

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	MAURO JUNGBLUT	FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
11185146

Contratado

Nr.Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
Nr.RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

W0699 - Planejamento e Gestão Territorial; W0812 - Recursos Hídricos; W0813 - Recursos Naturais: Ecologia; W0848 RIOS E CANAIS - DRENAGEM; W0944 - Sistem. de Rec. hídricos: Gerenciam. de Recursos Hídricos;

Coordenação Técnica e Geral, Estudo, Elaboração e Assessoria dos levantamentos e estudos para ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ
Determinação do Zoneamento Ambiental para mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul.
Descrição das atividades e etapas:
Macroatividade 1 - Plano de Trabalho; Macroatividade 2 - Levantamento de dados Secundários; Macroatividade 3 - Levantamento de dados Primários; Macroatividade 4 - Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos; Macroatividade 5 - Diagnóstico Ambiental e Mapas Temáticos; Macroatividade 6 - Análise Integradda e Zoneamento Ambiental; Macroatividade Final - Edição e Revisão

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	Profissional	Contratante

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

ART Número
11185280

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO
Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO
Motivo: COMPLEMENTAR ADITIVO(SOMENTE PRAZO)
ART Vínculo: 10293851

Contratado

Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro.:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
Endereço da Obra/Serviço: CONFORME RESUMO DO CONTRATO **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** **CEP:** **UF:** RS
Finalidade: AMBIENTAL **Vlr Contrato(R$):** 1.863.613,15 **Honorários(R$):**
Data Início: 24/05/2020 **Prev.Fim:** 19/03/2021 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Coordenação Técnica	CARACTERIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA		
Coordenação Técnica	MEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA		
Coordenação Técnica	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS		
Coordenação Técnica	Batimetria em Rios e Canais		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Bacia Hidrográfica		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Batimetria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Dimensionamento de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Fluviometria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Regionalização de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Sedimentometria		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente - Diagn./Caracteriz. do Meio Físico		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente		
Coordenação Técnica	Modelos - Matemáticos		
Coordenação Técnica	Geoprocessamento		
Coordenação Técnica	Georreferenciamento		
Coordenação Técnica	Sistema de Informações Geográficas - SIG		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 16/03/2021

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	MAURO JUNGBLUT	FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

ART Número
11185280

Contratado

Nr.Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
Nr.RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

W0699 - Planejamento e Gestão Territorial; W0812 - Recursos Hídricos; W0813 - Recursos Naturais: Ecologia; W0848 RIOS E CANAIS - DRENAGEM; W0944 - Sistem. de Rec. hídricos: Gerenciam. de Recursos Hídricos;

Coordenação Técnica e Geral, Estudo, Elaboração e Assessoria dos levantamentos e estudos para ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ
Determinação do Zoneamento Ambiental para mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul.
Descrição das atividades e etapas:
Macroatividade 1 - Plano de Trabalho; Macroatividade 2 - Levantamento de dados Secundários; Macroatividade 3 - Levantamento de dados Primários; Macroatividade 4 - Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos; Macroatividade 5 - Diagnóstico Ambiental e Mapas Temáticos; Macroatividade 6 - Análise Integradda e Zoneamento Ambiental; Macroatividade Final - Edição e Revisão

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	Profissional	Contratante

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
11185287

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO **Participação Técnica:** INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO **Motivo:** COMPLEMENTAR ADITIVO(SOMENTE PRAZO) **ART Vínculo:** 10293851

Contratado

Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro.:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
Endereço da Obra/Serviço: CONFORME RESUMO DO CONTRATO **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** **CEP:** **UF:** RS
Finalidade: AMBIENTAL **Vlr Contrato(R$):** 1.863.613,15 **Honorários(R$):**
Data Início: 20/09/2020 **Prev.Fim:** 19/03/2021 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Coordenação Técnica	CARACTERIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA		
Coordenação Técnica	MEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA		
Coordenação Técnica	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS		
Coordenação Técnica	Batimetria em Rios e Canais		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Bacia Hidrográfica		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Batimetria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Dimensionamento de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Fluviometria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Regionalização de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Sedimentometria		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente - Diagn./Caracteriz. do Meio Físico		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente		
Coordenação Técnica	Modelos - Matemáticos		
Coordenação Técnica	Geoprocessamento		
Coordenação Técnica	Georreferenciamento		
Coordenação Técnica	Sistema de Informações Geográficas - SIG		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 16/03/2021

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	MAURO JUNGBLUT	FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
11185287

Contratado

Nr.Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
Nr.RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

W0699 - Planejamento e Gestão Territorial; W0812 - Recursos Hídricos; W0813 - Recursos Naturais: Ecologia; W0848 RIOS E CANAIS - DRENAGEM; W0944 - Sistem. de Rec. hídricos: Gerenciam. de Recursos Hídricos;

Coordenação Técnica e Geral, Estudo, Elaboração e Assessoria dos levantamentos e estudos para ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ
Determinação do Zoneamento Ambiental para mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul.
Descrição das atividades e etapas:
Macroatividade 1 - Plano de Trabalho; Macroatividade 2 - Levantamento de dados Secundários; Macroatividade 3 - Levantamento de dados Primários; Macroatividade 4 - Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos; Macroatividade 5 - Diagnóstico Ambiental e Mapas Temáticos; Macroatividade 6 - Análise Integradda e Zoneamento Ambiental; Macroatividade Final - Edição e Revisão

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	Profissional	Contratante

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
11185291

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO **Participação Técnica:** INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO **Motivo:** COMPLEMENTAR ADITIVO(SOMENTE PRAZO) **ART Vínculo:** 10293851

Contratado

Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro.:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
Endereço da Obra/Serviço: CONFORME RESUMO DO CONTRATO **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** **CEP:** **UF:** RS
Finalidade: AMBIENTAL **Vlr Contrato(R$):** 1.863.613,15 **Honorários(R$):**
Data Início: 19/11/2020 **Prev.Fim:** 19/03/2021 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Coordenação Técnica	CARACTERIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA		
Coordenação Técnica	MEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA		
Coordenação Técnica	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS		
Coordenação Técnica	Batimetria em Rios e Canais		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Bacia Hidrográfica		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Batimetria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Dimensionamento de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Fluviometria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Regionalização de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Sedimentometria		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente - Diagn./Caracteriz. do Meio Físico		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente		
Coordenação Técnica	Modelos - Matemáticos		
Coordenação Técnica	Geoprocessamento		
Coordenação Técnica	Georreferenciamento		
Coordenação Técnica	Sistema de Informações Geográficas - SIG		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 16/03/2021

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	MAURO JUNGBLUT	FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
11185291

Contratado

Nr.Carteira: RS077501 **Profissional:** MAURO JUNGBLUT **E-mail:** comercial@profill.com.br
Nr.RNP: 2212286309 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

W0699 - Planejamento e Gestão Territorial; W0812 - Recursos Hídricos; W0813 - Recursos Naturais: Ecologia; W0848 RIOS E CANAIS - DRENAGEM; W0944 - Sistem. de Rec. hídricos: Gerenciam. de Recursos Hídricos;

Coordenação Técnica e Geral, Estudo, Elaboração e Assessoria dos levantamentos e estudos para ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ
Determinação do Zoneamento Ambiental para mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul.
Descrição das atividades e etapas:
Macroatividade 1 - Plano de Trabalho; Macroatividade 2 - Levantamento de dados Secundários; Macroatividade 3 - Levantamento de dados Primários; Macroatividade 4 - Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos; Macroatividade 5 - Diagnóstico Ambiental e Mapas Temáticos; Macroatividade 6 - Análise Integradda e Zoneamento Ambiental; Macroatividade Final - Edição e Revisão

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	Profissional	Contratante

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
10298995

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO **Participação Técnica:** CO-RESPONSÁVEL **ART Vínculo:** 10293851
Convênio: NÃO É CONVÊNIO **Motivo:** NORMAL

Contratado

Carteira: RS093660 **Profissional:** CARLOS RONEI BORTOLI **E-mail:** comercial@profill.com.br
RNP: 2201045143 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro.:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
Endereço da Obra/Serviço: CONFORME RESUMO DO CONTRATO **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** **CEP:** **UF:** RS
Finalidade: AMBIENTAL **Vlr Contrato(R$):** 1.750.889,39 **Honorários(R$):**
Data Início: 24/11/2017 **Prev.Fim:** 24/11/2019 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Coordenação Técnica	CARACTERIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA		
Coordenação Técnica	MEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA		
Coordenação Técnica	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS		
Coordenação Técnica	Batimetria em Rios e Canais		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Bacia Hidrográfica		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Batimetria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Dimensionamento de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Fluviometria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Regionalização de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Sedimentometria		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente - Diagn./Caracteriz. do Meio Físico		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente		
Coordenação Técnica	Modelos - Matemáticos		
Coordenação Técnica	Geoprocessamento		
Coordenação Técnica	Georreferenciamento		
Coordenação Técnica	Sistema de Informações Geográficas - SIG		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 12/09/2019

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	CARLOS RONEI BORTOLI	FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
10298995

Contratado

Nr.Carteira: RS093660 **Profissional:** CARLOS RONEI BORTOLI **E-mail:** comercial@profill.com.br
Nr.RNP: 2201045143 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

W0699 - Planejamento e Gestão Territorial; W0812 - Recursos Hídricos; W0813 - Recursos Naturais: Ecologia; W0848 RIOS E CANAIS - DRENAGEM; W0944 - Sistem. de Rec. hídricos: Gerenciam. de Recursos Hídricos;

Coordenação Técnica e Geral, Estudo, Elaboração e Assessoria dos levantamentos e estudos para ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ Determinação do Zoneamento Ambiental para mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul.
Descrição das atividades e etapas:
Macroatividade 1 - Plano de Trabalho; Macroatividade 2 - Levantamento de dados Secundários; Macroatividade 3 - Levantamento de dados Primários; Macroatividade 4 - Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos; Macroatividade 5 - Diagnóstico Ambiental e Mapas Temáticos; Macroatividade 6 - Análise Integradda e Zoneamento Ambiental; Macroatividade Final - Edição e Revisão

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima Profissional	De acordo Contratante

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
10300229

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO | **Participação Técnica:** CO-RESPONSÁVEL | **ART Vínculo:** 10293851
Convênio: NÃO É CONVÊNIO | **Motivo:** NORMAL

Contratado

Carteira: RS121079 | **Profissional:** PATRÍCIA LUÍSA CARDOSO | **E-mail:** patricia@profill.com.br
RNP: 2205418513 | **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA | **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM | **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR | **Telefone:** | **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE | **Bairro.:** CENTRO HISTÓRICO | **CEP:** 90020021 | **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
Endereço da Obra/Serviço: CONFORME RESUMO DO CONTRATO | **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE | **Bairro:** | **CEP:** | **UF:** RS
Finalidade: AMBIENTAL | **Vlr Contrato(R$):** 1.750.889,39 | **Honorários(R$):**
Data Início: 24/11/2017 | **Prev.Fim:** 24/11/2019 | **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Coordenação Técnica	CARACTERIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA		
Coordenação Técnica	MEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA		
Coordenação Técnica	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS		
Coordenação Técnica	Batimetria em Rios e Canais		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Bacia Hidrográfica		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Batimetria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Dimensionamento de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Fluviometria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Regionalização de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Sedimentometria		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente - Diagn./Caracteriz. do Meio Físico		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente		
Coordenação Técnica	Modelos - Matemáticos		
Coordenação Técnica	Geoprocessamento		
Coordenação Técnica	Georreferenciamento		
Coordenação Técnica	Sistema de Informações Geográficas - SIG		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 12/09/2019

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	PROFILL Engenharia e Ambiente S PATRÍCIA LUÍSA CARDOSO Patrícia Luisa Cardoso Engenheira Civil - CREA 1210	FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
10300229

Contratado

Nr.Carteira: RS121079 **Profissional:** PATRÍCIA LUÍSA CARDOSO **E-mail:** patricia@profill.com.br
Nr.RNP: 2205418513 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

W0699 - Planejamento e Gestão Territorial; W0812 - Recursos Hídricos; W0813 - Recursos Naturais: Ecologia; W0848 RIOS E CANAIS - DRENAGEM; W0944 - Sistem. de Rec. hídricos: Gerenciam. de Recursos Hídricos;

Coordenação Técnica e Geral, Estudo, Elaboração e Assessoria dos levantamentos e estudos para ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ
Determinação do Zoneamento Ambiental para mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul.
Descrição das atividades e etapas:
Macroatividade 1 - Plano de Trabalho; Macroatividade 2 - Levantamento de dados Secundários; Macroatividade 3 - Levantamento de dados Primários; Macroatividade 4 - Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos; Macroatividade 5 - Diagnóstico Ambiental e Mapas Temáticos; Macroatividade 6 - Análise Integradda e Zoneamento Ambiental; Macroatividade Final - Edição e Revisão

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima PROFILL Engenharia e Ambiente S Patrícia Luísa Cardoso Engenheira Civil - CREA 121... Profissional	De acordo Contratante

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
10300757

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO | **Participação Técnica:** CO-RESPONSÁVEL | **ART Vínculo:** 10293851
Convênio: NÃO É CONVÊNIO | **Motivo:** NORMAL

Contratado

Carteira: RS103149 **Profissional:** SIDNEI GUSMÃO AGRA **E-mail:** sgagra@gmail.com
RNP: 2216132560 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro.:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
Endereço da Obra/Serviço: CONFORME RESUMO DO CONTRATO **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** **CEP:** **UF:** RS
Finalidade: AMBIENTAL **Vlr Contrato(R$):** 1.750.889,39 **Honorários(R$):**
Data Início: 24/11/2017 **Prev.Fim:** 24/11/2019 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Coordenação Técnica	CARACTERIZAÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA		
Coordenação Técnica	MEDIÇÃO DE VAZÃO E NÍVEL D'ÁGUA		
Coordenação Técnica	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS		
Coordenação Técnica	Batimetria em Rios e Canais		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Bacia Hidrográfica		
Coordenação Técnica	Hidrografia e Hidrologia - Batimetria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Dimensionamento de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Fluviometria		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Regionalização de Vazões		
Coordenação Técnica	Hidrologia - Sedimentometria		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente - Diagn./Caracteriz. do Meio Físico		
Coordenação Técnica	Meio Ambiente		
Coordenação Técnica	Modelos - Matemáticos		
Coordenação Técnica	Geoprocessamento		
Coordenação Técnica	Georreferenciamento		
Coordenação Técnica	Sistema de Informações Geográficas - SIG		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 12/09/2019

Porto Alegre, 12/09/2019	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
Local e Data	SIDNEI GUSMÃO AGRA	FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
10300757

Contratado

Nr.Carteira: RS103149 **Profissional:** SIDNEI GUSMÃO AGRA **E-mail:** sgagra@gmail.com
Nr.RNP: 2216132560 **Título:** Engenheiro Civil
Empresa: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA **Nr.Reg.:** 105313

Contratante

Nome: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM **E-mail:**
Endereço: AVENIDA BORGES DE MEDEIROS 261 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 93859817000109
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** CENTRO HISTÓRICO **CEP:** 90020021 **UF:** RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

W0699 - Planejamento e Gestão Territorial; W0812 - Recursos Hídricos; W0813 - Recursos Naturais: Ecologia; W0848 RIOS E CANAIS - DRENAGEM; W0944 - Sistem. de Rec. hídricos: Gerenciam. de Recursos Hídricos;

Coordenação Técnica e Geral, Estudo, Elaboração e Assessoria dos levantamentos e estudos para ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ
Determinação do Zoneamento Ambiental para mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul.
Descrição das atividades e etapas:
Macroatividade 1 - Plano de Trabalho; Macroatividade 2 - Levantamento de dados Secundários; Macroatividade 3 - Levantamento de dados Primários; Macroatividade 4 - Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos; Macroatividade 5 - Diagnóstico Ambiental e Mapas Temáticos; Macroatividade 6 - Análise Integradda e Zoneamento Ambiental; Macroatividade Final - Edição e Revisão

Porto Alegre, 12/09/2019 Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima Profissional	De acordo Contratante

CAU/BR Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil

Registro de Responsabilidade Técnica - RRT

RRT SIMPLES
SI10564696I00

Verificar Autenticidade

1. RESPONSÁVEL TÉCNICO

1.1 Arquiteto(a) e Urbanista

Nome Civil/Social: JULIANA JUCELIA TONET | CPF: 924.049.950-49 | Tel: (51) 99153-1331
Data de Registro: 29/08/2004 | Registro Nacional: 000A419397 | E-mail: JULIANATONET@YAHOO.COM.BR

2. DETALHES DO RRT

Nº do RRT: SI10564696I00CT001
Data de Cadastro: 16/03/2021
Modalidade: RRT SIMPLES
Data de Registro: 17/03/2021

Forma de Registro: INICIAL
Tipologia:
NÃO SE APLICA
Forma de Participação: INDIVIDUAL

2.1 Valor do RRT

Valor do RRT: R$97,95

Pago em: 16/03/2021
Pago em:

3.DADOS DO CONTRATO

3.1 Contrato

Nº do RRT: SI10564696I00CT001	CPF/CNPJ: 93.859.817/0001-09	Nº Contrato:	Data de Início: 24/11/2017
Contratante: Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM	Valor de Contrato: R$ 1.863.613,15	Data de Celebração: 24/11/2017	Previsão de Término: 19/03/2021

3.1.1 Dados da Obra/Serviço Técnico

CEP: 90020021
Logradouro: Borges de Medeiros - até 0409 - lado ímpar
Bairro: Centro Histórico
UF: RS

Nº: 261
Complemento: 6 ANDAR
Cidade: Porto Alegre
Longitude: Latitude:

3.1.2 Descrição da Obra/Serviço Técnico

Determinação do Zoneamento Ambiental da mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul, dentro dos limites listados a seguir:

• Longitudinal: entre a Barra do Rio Vacacaí (coordenadas geográficas lat. -29,930961° e long -53,081593° e a foz do Rio Jacuí (coordenadas geográficas lat. -51,307772° e long. -29,949127°), totalizando 261,1 km; dividido em 3 (três) subtrechos:

o Subtrecho A: da foz do Rio Jacuí (coordenadas geográficas lat. -29,949127° e long. -51,307772°) até a eclusa de

Amarópolis (coordenadas geográficas lat. -29,9477948° e long. -51,8928938°);

o Subtrecho B: da Eclusa de Amarópolis (coordenadas geográficas lat. 29,9477948° e long. -51,8928938°) até a eclusa do Anel de Dom Marco (coordenadas geográficas lat. -30,0931760° e long. -52,5038530°);

o Subtrecho C: da eclusa do Anel de Dom Marco (coordenadas geográficas lat. -30,0931760° e long. -52,5038530°) até a Barra do Rio Vacacaí (coordenadas geográficas lat. -29,930961° e long -53,081593°).

• Transversal: APP do canal principal do Rio Jacuí; APP de canais secundários; e Lagoas Marginais.

3.1.3 Declaração de Acessibilidade

Declaro o atendimento às regras de acessibilidade previstas em legislação e em normas técnicas pertinentes para as edificações abertas ao público, de uso público ou privativas de uso coletivo, conforme § 1º do art. 56 da Lei nº 13146, de 06 de julho de 2015.

3.1.4 Dados da Atividade Técnica

Grupo: MEIO AMBIENTE E PLANEJAMENTO REGIONAL E URBANO	Quantidade: 261.1
Atividade: 4.2 - MEIO AMBIENTE -> 4.2.1 - Zoneamento geoambiental	Unidade: km

4. RRT VINCULADO POR FORMA DE REGISTRO

4.1.1 RRT's Vinculados

Número do RRT	Forma de Registro	Contratante	Data de Registro	Data de Pagamento
Nº do RRT: SI10564696I00CT001	INICIAL	Fundação Estadual de Proteção Ambiental - FEPAM	16/03/2021	16/03/2021

5. DECLARAÇÃO DE VERACIDADE

Declaro para os devidos fins de direitos e obrigações, sob as penas previstas na legislação vigente, que as informações cadastradas neste RRT são verdadeiras e de minha responsabilidade técnica e civil.

6. ASSINATURA ELETRÔNICA

Documento assinado eletronicamente por meio do cadastro do arquiteto(a) e urbanista JULIANA JUCELIA TONET, registro CAU nº 000A419397, na data e hora: 16/03/2021 10:12:20, com o uso de login e de senha pessoal e intransferível.

Serviço Público Federal

CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2019/02439**

CONTRATADO

2.Nome: DANIEL PEREIRA			3.Registro no CRBio: 026427/03-D
4.CPF: 884.313.980-00	5.E-mail: dani.mdourado@gmail.com		6.Tel: (51)8287-7886
7.End.: VICENTE DA FONTOURA 110		8.Compl.: 1303	
9.Bairro: BOA VISTA	10.Cidade: NOVO HAMBURGO	11.UF: RS	12.CEP: 93410-650

CONTRATANTE

13.Nome: PROFIL		
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 03.164.966/0001-52	
16.End.: AVENIDA IGUASSU 451		
17.Compl.: 6	18.Bairro: PETROPOLIS	19.Cidade: PORTO ALEGRE
20.UF: RS / 21.CEP: 90470430	22.E-mail/Site:	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços; Realização de consultorias/assessorias técnicas;

24.Identificação : ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ: DIAGNÓSTICO DE BIOTA AQUÁTICA

25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE	26.UF: RS
27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: BIOLOGO
29.Área do Conhecimento: Ecologia; Zoologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ: DIAGNÓSTICO DE BIOTA AQUÁTICA: ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA E PLANCTÔNICA. RESPONSÁVEL POR TODAS INFORMAÇÕES DO ESTUDO, DA ESTRUTURA DA COMUNIDADE BENTÔNICA E PLANCTÔNICA

32.Valor: R$ 70.000,00	33.Total de horas: 100	34.Início: FEV/2019	35.Término:

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data: 5/2/2019	Data:
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante

37. LOGO DO CRBio

CRBio-03

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /	Assinatura do Profissional	
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /	Assinatura do Profissional	
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 3797.4111.4425.4739

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Recibo do Pagador

Nome do Pagador/CPF/CNPJ:

DANIEL PEREIRA Registro : 028427 CPF : 884.313.980-00
R VICENTE DA FONTOURA 110 1303 BOA VISTA
93410-650 NOVO HAMBURGO RS

BANCO DO BRASIL | 001-9 | 00190.00009 02808.603902 00043.559178 7 78200000004823

Local de Pagamento: ATÉ O VENCIMENTO, PAGAVEL EM QUALQUER BANCO					Vencimento: 06.03.2019
Nome do Beneficiário/CNPJ/CPF: CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA DA 3ª REGIÃO - CNPJ: 04.053.157/0001-36 RUA CORONEL CORTE REAL, 662 - PETROPOLIS - 90630-080 - PORTO ALEGRE - RS					Agência/Código do Beneficiário: 3798-2 / 106.058-9
Data do Documento: 14.02.2019	Número do Documento: 028427		Espécie Doc: DS	Aceite: N	Data do Processamento: 14.02.2019	Nosso Número: 28086039000043559
Uso do Banco	Carteira: 17/067	Espécie Moeda: R$	Quantidade		Valor	(=) Valor do Documento: R$ 48,23

Instruções (Texto de responsabilidade do beneficiário)

190066 TAXA DE ART ELETRÔNICA 48,23

(-) Desconto/Abatimento
(-) Outras Deduções
(+) Mora/Multa
(+) Outros Acréscimos
(=) Valor Cobrado

Autenticação Mecânica

BANCO DO BRASIL | 001-9 | 00190.00009 02808.603902 00043.559178 7 78200000004823

Local de Pagamento: ATÉ O VENCIMENTO, PAGAVEL EM QUALQUER BANCO					Vencimento: 06.03.2019
Nome do Beneficiário/CNPJ/CPF: CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA DA 3ª REGIÃO - CNPJ: 04.053.157/0001-36 RUA CORONEL CORTE REAL, 662 - PETROPOLIS - 90630-080 - PORTO ALEGRE - RS					Agência/Código do Beneficiário: 3798-2 / 106.058-9
Data do Documento: 14.02.2019	Número do Documento: 028427		Espécie Doc: DS	Aceite: N	Data do Processamento: 14.02.2019	Nosso Número: 28086039000043559
Uso do Banco	Carteira: 17/067	Espécie Moeda: R$	Quantidade		Valor	(=) Valor do Documento: R$ 48,23

Instruções - Texto de responsabilidade do beneficiário

190066 TAXA DE ART ELETRÔNICA 48,23

(-) Desconto/Abatimento
(-) Outras Deduções
(+) Mora/Multa
(+) Outros Acréscimos
(=) Valor Cobrado

Nome do Pagador/CPF/CNPJ: ART Nº 2019/02439
DANIEL PEREIRA Registro : 028427 CPF : 884.313.980-00
R VICENTE DA FONTOURA 110 1303 BOA VISTA
93410-650 NOVO HAMBURGO RS

Autenticação Mecânica

Ficha de Compensação

Sicredi

Associado: LOTICA PROJETOS SOCIOAMBIENTAIS S S ME
Cooperativa: 0116 **Conta Corrente:** 96305-4 **Impresso em** 15/02/2019 11:18:32

Boletos

Solicitante:	DANIEL PEREIRA
Cooperativa Origem:	0116
Conta Origem:	96305-4
CPF/CNPJ do Pagador Efetivo:	09.495.652/0001-19
Instituição Emissora:	Banco do Brasil S A
Razão Social do Beneficiário:	CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3 REGIAO
Nome Fantasia do Beneficiário:	CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3A REGIAO
CPF/CNPJ do Beneficiário:	04.053.157/0001-36
Nome do Pagador:	DANIEL PEREIRA
CPF/CNPJ do Pagador:	884.313.980-00
Número de Controle:	428874591
Código de Barras:	00190000090280860390200043559178778200000004823
Data de Vencimento:	06/03/2019
Data do Pagamento:	15/02/2019
Hora do Pagamento:	11:18
Valor do Título (R$):	48,23
Valor do Desconto (R$):	0,00
Valor do Juros/Mora (R$):	0,00
Valor da Multa (R$):	0,00
Valor do Abatimento (R$):	0,00
Valor Pago (R$):	48,23
Descrição do Pagamento:	conselho regional de biologia
Autenticação Eletrônica:	5421.2B01.CBCC.DE18.2459.20B6.1622.26E2

* A transação acima foi realizada via Sicredi Internet conforme as condições especificadas neste comprovante.
* Os dados digitados são de responsabilidade do usuário.

Sicredi Fone 3003 4770 (Capitais e Regiões Metropolitanas)
0800 724 4770 (Demais Regiões)
SAC 0800 724 7220
Ouvidoria 0800 646 2519

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

ART Número
10391692

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO
Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO
Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS173142 **Profissional:** GUILHERME JOAQUIM **E-mail:** gjoaquim@gmail.com
RNP: 2208870077 **Título:** Geógrafo
Empresa: NENHUMA EMPRESA **Nr.Reg.:**

Contratante

Nome: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE S.A. **E-mail:**
Endereço: AVENIDA IGUASSU 451 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 03.164966/0001-52
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro.:** PETRÓPOLIS **CEP:** 90470430 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
Endereço da Obra/Serviço: CONFORME RESUMO DO CONTRATO **CPF/CNPJ:**
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** **CEP:** **UF:** RS
Finalidade: AMBIENTAL **Vlr Contrato(R$):** 1.000,00 **Honorários(R$):**
Data Início: 24/11/2017 **Prev.Fim:** 24/11/2019 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Estudo	Meio Ambiente		
Estudo	MEIO AMBIENTE - DIAGNÓSTICO DO MEIO SÓCIO ECONÔMICO		
Estudo	Geoprocessamento		
Estudo	Geodésia		
Estudo	Hidrografia e Hidrologia - Bacia Hidrográfica		
Estudo	Georreferenciamento		
Estudo	Cartografia		
Estudo	Dados Climatológicos		
Estudo	Batimetria		
Estudo	Geomorfologia - Área de Risco		
Estudo	Climatologia		
Coordenação Técnica	SITEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS - SIG		
Coordenação Técnica	Geoprocessamento		
Coordenação Técnica	Georreferenciamento		
Coordenação Técnica	Cartografia		
Coordenação Técnica	MEIO AMBIENTE - DIAGNÓSTICO DO MEIO SÓCIO ECONÔMICO		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 12/09/2019

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	GUILHERME JOAQUIM	PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE S.A.
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
10391692

Contratado

Nr.Carteira: RS173142 **Profissional:** GUILHERME JOAQUIM **E-mail:** gjoaquim@gmail.com
Nr.RNP: 2208870077 **Título:** Geógrafo
Empresa: NENHUMA EMPRESA **Nr.Reg.:**

Contratante

Nome: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE S.A. **E-mail:**
Endereço: AVENIDA IGUASSU 451 6º ANDAR **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 03.164966/0001-52
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** PETRÓPOLIS **CEP:** 90470430 **UF:** RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

Elaboração e coordenação técnica dos levantamentos e estudos para a ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ
Determinação do Zoneamento Ambiental para mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande¸ Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul.
Descrição das atividades e etapas:
Macroatividade 1 - Plano de Trabalho; Macroatividade 2 - Levantamento de dados Secundários; Macroatividade 3 - Levantamento de dados Primários; Macroatividade 4 - Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos; Macroatividade 5 - Diagnóstico Ambiental e Mapas Temáticos; Macroatividade 6 - Análise Integradda e Zoneamento Ambiental; Macroatividade Final - Edição e Revisão

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima Profissional	De acordo Contratante

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2021/04505**

CONTRATADO

2.Nome: JUAN ANDRES ANZA		3.Registro no CRBio: 034805/03-D	
4.CPF: 969.776.390-91	5.E-mail: juan@loambiental.com.br		6.Tel: (51)8407-3834
7.End.: NICOLA MATHIAS FALCI 151		8.Compl.: 1114-D	
9.Bairro: JARDIM DO SALSO	10.Cidade: PORTO ALEGRE	11.UF: RS	12.CEP: 91410-330

CONTRATANTE

13.Nome: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE			
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 03.164.966/0001-52		
16.End.: AVENIDA IGUASSU 451			
17.Compl.: 6º ANDAR	18.Bairro: PETROPOLIS	19.Cidade: PORTO ALEGRE	
20.UF: RS	21.CEP: 90470-430	22.E-mail/Site: www.profill.com.br	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços;

24.Identificação : ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ - MEIO BIÓTICO.

25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE	26.UF: RS
27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Zoologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : LEVANTAMENTO DE DADOS SECUNDÁRIOS; LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS ACERCA DA ICTIOFAUNA E FAUNA TERRESTRE ATRAVÉS DE EXCURSÕES A CAMPO; AVALIAÇÃO DE AMBIENTES; ELABORAÇÃO DE DIAGNÓSTICO DE FAUNA, ELABORAÇÃO DE MAPA TEMÁTICO.

32.Valor: R$ 20.000,00	33.Total de horas: 200	34.Início: DEZ/2017	35.Término:

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data:

Assinatura do Profissional

Biólogo Juan Anza
CRBio 34805-03D

Data:

Assinatura e Carimbo do Contratante

PROFILL
Engenharia e Ambiente S.A.
Patrícia Luisa Cardoso
Engenheira Civil - CREA 121079

37. LOGO DO CRBio

CRBio-03
Conselho Regional de Biologia - 3ª Região

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /

Assinatura do Profissional

Data: / /

Assinatura e Carimbo do Contratante

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /

Assinatura do Profissional

Data: / /

Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 1436.2377.3005.3632

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

Recibo do Pagador

Nome do Pagador/CPF/CNPJ:

JUAN ANDRES ANZA Registro : 034805 CPF : 969.776.390-91
R NICOLA MATHIAS FALCI 151 1114-D JARDIM DO SALSO
91410-330 PORTO ALEGRE RS CX. PT. :

BANCO DO BRASIL | **001-9** | 00190.00009 02808.603704 00032.118176 3 85800000014892

Local de Pagamento: ATÉ O VENCIMENTO, PAGAVEL EM QUALQUER BANCO						Vencimento: **04.04.2021**
Nome do Beneficiário/CNPJ/CPF: CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA DA 3ª REGIÃO - CNPJ: 04.053.157/0001-36 RUA CORONEL CORTE REAL, 662 - PETROPOLIS - 90630-080 - PORTO ALEGRE - RS						Agência/Código do Beneficiário: 3798-2 / 106.058-9
Data do Documento: 15.03.2021	Número do Documento: 034805		Espécie Doc: DS	Aceite: N	Data do Processamento: 15.03.2021	Nosso Número: 28086037000032118
Uso do Banco	Carteira: 17/067	Espécie Moeda: R$	Quantidade		Valor	(=) Valor do Documento: **R$ 148,92**

Instruções (Texto de responsabilidade do beneficiário)

210066 TAXA DE ART ELETRÔNICA 49,64 210067 TAXA DE MULTA - ART ELETRÔNICA 99,28 - ART Nº 2021/04505

(-) Desconto/Abatimento
(-) Outras Deduções
(+) Mora/Multa
(+) Outros Acrécimos
(=) Valor Cobrado

Autenticação Mecânica

BANCO DO BRASIL | **001-9** | 00190.00009 02808.603704 00032.118176 3 85800000014892

Local de Pagamento: ATÉ O VENCIMENTO, PAGAVEL EM QUALQUER BANCO						Vencimento: **04.04.2021**
Nome do Beneficiário/CNPJ/CPF: CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA DA 3ª REGIÃO - CNPJ: 04.053.157/0001-36 RUA CORONEL CORTE REAL, 662 - PETROPOLIS - 90630-080 - PORTO ALEGRE - RS						Agência/Código do Beneficiário: 3798-2 / 106.058-9
Data do Documento: 15.03.2021	Número do Documento: 034805		Espécie Doc: DS	Aceite: N	Data do Processamento: 15.03.2021	Nosso Número: 28086037000032118
Uso do Banco	Carteira: 17/067	Espécie Moeda: R$	Quantidade		Valor	(=) Valor do Documento: **R$ 148,92**

Instruções - Texto de responsabilidade do beneficiário

210066 TAXA DE ART ELETRÔNICA 49,64 210067 TAXA DE MULTA - ART ELETRÔNICA 99,28 - ART Nº 2021/04505

(-) Desconto/Abatimento
(-) Outras Deduções
(+) Mora/Multa
(+) Outros Acrécimos
(=) Valor Cobrado

Nome do Pagador/CPF/CNPJ: ART Nº 2021/04505
JUAN ANDRES ANZA Registro : 034805 CPF : 969.776.390-91
R NICOLA MATHIAS FALCI 151 1114-D JARDIM DO SALSO
91410-330 PORTO ALEGRE RS CX. PT. :

Autenticação Mecânica

Ficha de Compensação

Cobrança / Títulos

15/03/2021 - BANCO DO BRASIL - 20:04:41
352703527 0002

COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: L. O. CONSULTORIA AMBIENT
AGENCIA: 3527-0 CONTA: 19.265-1

==========

BANCO DO BRASIL

00190000090280860370400032118176385800000014892
BENEFICIARIO:
CONSELHO R BIOLOGIA 3 REGIAO
NOME FANTASIA:
CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3A RE
CNPJ: 04.053.157/0001-36
PAGADOR:
JUAN ANDRES ANZA
CPF: 969.776.390-91

NR. DOCUMENTO	31.502
NOSSO NUMERO	28086037000032118
CONVENIO	02808603
DATA DE VENCIMENTO	04/04/2021
DATA DO PAGAMENTO	15/03/2021
VALOR DO DOCUMENTO	148,92
VALOR COBRADO	148,92

==========

NR.AUTENTICACAO 9.AFD.67E.D1A.9F6.707

==========

Central de Atendimento BB
4004 0001 Capitais e regioes metropolitanas
0800 729 0001 Demais localidades.
Consultas, informacoes e servicos transacionais.

SAC BB
0800 729 0722
Informacoes, reclamacoes, cancelamento de
produtos e servicos.

Ouvidoria
0800 729 5678
Reclamacoes nao solucionadas nos canais
habituais agencia, SAC e demais canais de
atendimento.

Atendimento a Deficientes Auditivos ou de Fala
0800 729 0088
Informacoes, reclamacoes,cancelamento de cartao,
outros produtos e servicos de Ouvidoria.

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2020/00371**

CONTRATADO

2.Nome: RODRIGO AGRA BALBUENO		3.Registro no CRBio: 008014/03-D	
4.CPF: 455.009.910-00	5.E-mail: rabalbueno@gmail.com		6.Tel: (51)3273-7110
7.End.: RUA DOMINGOS JOSÉ DE ALMEIDA, 176		8.Compl.:	
9.Bairro:	10.Cidade: PORTO ALEGRE	11.UF: RS	12.CEP: 90420-200

CONTRATANTE

13.Nome: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE S.A.			
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 03.164.966/0001-52		
16.End.: AVENIDA IGUASSU 451			
17.Compl.: 6º ANDAR	18.Bairro: PETROPOLIS	19.Cidade: PORTO ALEGRE	
20.UF: RS	21.CEP: 90470-430	22.E-mail/Site: www.profill.com.br	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Realização de consultorias/assessorias técnicas;

24.Identificação : ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE	26.UF: RS
27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR
29.Área do Conhecimento: Ecologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : ANÁLISE INTEGRADA DOS DADOS DE DIAGNÓSTICO PARA ELABORAÇÃO DOS MAPA DE FRAGILIDADE AMBIENTAL E ZONEAMENTO

32.Valor: R$ 20.000,00	33.Total de horas: 100	34.Início: DEZ/2019	35.Término:

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data: 2/12/19	Data:
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante

37. LOGO DO CRBio

CRBio-03

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /	Assinatura do Profissional	
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 9993.1308.1622.1622

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

17/01/2020 - BANCO DO BRASIL - 08:47:41
280602806 0001

COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: RODRIGO AGRA BALBUENO
AGENCIA: 2806-1 CONTA: 9.897-3

==========

BANCO DO BRASIL

00190000090280860370400004405171781530000004964
BENEFICIARIO:
CONSELHO R BIOLOGIA 3 REGIAO
NOME FANTASIA:
CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3A RE
CNPJ: 04.053.157/0001-36
PAGADOR:
RODRIGO AGRA BALBUENO
CPF: 455.009.910-00

NR. DOCUMENTO	11.704
NOSSO NUMERO	28086037000004405
CONVENIO	02808603
DATA DE VENCIMENTO	02/02/2020
DATA DO PAGAMENTO	17/01/2020
VALOR DO DOCUMENTO	49,64
VALOR COBRADO	49,64

==========

NR.AUTENTICACAO D.DCB.989.B42.638.B8A

==========

Central de Atendimento BB
4004 0001 Capitais e regioes metropolitanas
0800 729 0001 Demais localidades
Consultas, informacoes e servicos transacionais.

SAC
0800 729 0722
Informacoes, reclamacoes e cancelamento de produtos e servicos.

Ouvidoria
0800 729 5678
Reclamacoes nao solucionadas nos canais habituais: agencia, SAC e demais canais de atendimento.

Atendimento a Deficientes Auditivos ou de Fala
0800 729 0088
Informacoes, reclamacoes, cancelamento de cartao, outros produtos e servicos de Ouvidoria.

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2019/04050**

CONTRATADO

2.Nome: WILLI BRUSCHI JUNIOR		3.Registro no CRBio: 008459/03-D	
4.CPF: 380.230.590-68	5.E-mail: willi@biolaw.com.br		6.Tel: (51)3279-2010
7.End.: GENERAL NETO 410		8.Compl.: APTO 301	
9.Bairro: FLORESTA	10.Cidade: PORTO ALEGRE	11.UF: RS	12.CEP: 90560-020

CONTRATANTE

13.Nome: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE SA		
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 03.164.966/0001-52	
16.End.: AVENIDA IGUASSU 451		
17.Compl.: 6º ANDAR	18.Bairro: PETROPOLIS	19.Cidade: PORTO ALEGRE
20.UF: RS / 21.CEP: 90470-430	22.E-mail/Site: www.profill.com.br	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços; Realização de consultorias/assessorias técnicas; Coordenação/orientação de estudos/projetos de pesquisa e/ou outros;

24.Identificação : ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ - MEIO BIÓTICO.

25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE	26.UF: RS
27.Forma de participação: EQUIPE	28.Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia; Zoologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : ESTUDO DA FAUNA TERRESTRE E ICTIOFAUNA, AVALIAÇÃO DE AMBIENTES, ELABORAÇÃO DE MAPA TEMÁTICO DE FRAGILIDADE AMBIENTAL E ZONEAMENTO AMBIENTAL

32.Valor: R$ 20.000,00	33.Total de horas: 200	34.Início: DEZ/2017	35.Término:

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data:	Data:
Assinatura do Profissional	Assinatura e Carimbo do Contratante

37. LOGO DO CRBio

CRBio-03

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /	Assinatura do Profissional	
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante	

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /	Assinatura do Profissional
Data: / /	Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 3635.4263.4577.4890

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br

EMPRESA

Transações Pendentes

G334141556997338018
14/03/2019 16:01:06

Pagamento de títulos com débito em conta corrente

```
14/03/2019    -  BANCO  DO  BRASIL  -   16:01:06
189901899                                   0006

     COMPROVANTE DE PAGAMENTO DE TITULOS

CLIENTE: PROFILL ENG AMBIENTE LTDA
AGENCIA: 1899-6          CONTA:         15.524-1
================================================
BANCO DO BRASIL
------------------------------------------------
00190000090280860390200045771177778480000014469
BENEFICIARIO:
CONSELHO R BIOLOGIA 3 REGIAO
NOME FANTASIA:
CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3A RE
CNPJ: 04.053.157/0001-36
PAGADOR:
WILLI BRUSCHI JUNIOR
CPF: 380.230.590-68
------------------------------------------------
NR. DOCUMENTO                           31.402
NOSSO NUMERO                 28086039000045771
CONVENIO                             02808603
DATA DE VENCIMENTO                 03/04/2019
DATA DO PAGAMENTO                  14/03/2019
VALOR DO DOCUMENTO                     144,69
VALOR COBRADO                          144,69
================================================
NR.AUTENTICACAO          F.BF6.DF2.46A.AD7.493
================================================
Central de Atendimento BB
4004 0001 Capitais e regioes metropolitanas
0800 729 0001 Demais localidades
Consultas, informacoes e servicos transacionais.

SAC
0800 729 0722
Informacoes, reclamacoes e cancelamento de
produtos e servicos.

Ouvidoria
0800 729 5678
Reclamacoes nao solucionadas nos canais
habituais: agencia, SAC e demais canais de
atendimento.

Atendimento a Deficientes Auditivos ou de Fala
0800 729 0088
Informacoes, reclamacoes, cancelamento de
cartao, outros produtos e servicos de Ouvidoria.
```

Assinada por JA848569 PATRICIA LUISA CARDOSO 14/03/2019 16:01:06

Transação efetuada com sucesso.

Transação efetuada com sucesso por: JA848569 PATRICIA LUISA CARDOSO.

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
11191815

Tipo: PRESTAÇÃO DE SERVIÇO
Participação Técnica: INDIVIDUAL/PRINCIPAL
Convênio: NÃO É CONVÊNIO
Motivo: NORMAL

Contratado

Carteira: RS111946 **Profissional:** ANDRÉ LUIS QUEIROZ ARAUJO **E-mail:** alqueirozaraujo@gmail.com
RNP: 2200638159 **Título:** Geógrafo
Empresa: NENHUMA EMPRESA **Nr.Reg.:**

Contratante

Nome: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE S.A. **E-mail:** comercial@profill.com.br
Endereço: AVENIDA IGUASSU **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 03164966000152
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro.:** PETRÓPOLIS **CEP:** 90470430 **UF:** RS

Identificação da Obra/Serviço

Proprietário: FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL - FEPAM
Endereço da Obra/Serviço: CONFORME RESUMO DO CONTRATO **CPF/CNPJ:**
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** **CEP:** **UF:** RS
Finalidade: AMBIENTAL **Vlr Contrato(R$):** 1.000,00 **Honorários(R$):**
Data Início: 24/11/2017 **Prev.Fim:** 19/03/2021 **Ent.Classe:**

Atividade Técnica	Descrição da Obra/Serviço	Quantidade	Unid.
Estudo	Meio Ambiente		
Estudo	MEIO AMBIENTE - DIAGNÓSTICO DO MEIO SÓCIO ECONÔMICO		
Estudo	Geoprocessamento		
Estudo	Geodésia		
Estudo	Hidrografia e Hidrologia - Bacia Hidrográfica		
Estudo	Georreferenciamento		
Estudo	Cartografia		
Estudo	Dados Climatológicos		
Estudo	Batimetria		
Estudo	Geomorfologia - Área de Risco		
Estudo	Climatologia		
Estudo	SITEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS - SIG		

ART registrada (paga) no CREA-RS em 17/03/2021

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima	De acordo
	ANDRÉ LUIS QUEIROZ ARAUJO	PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE S.A.
	Profissional	Contratante

A AUTENTICIDADE DESTA ART PODERÁ SER CONFIRMADA NO SITE DO CREA-RS, LINK CIDADÃO - ART CONSULTA

Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio Grande do Sul

CREA-RS

ART Número
11191815

Contratado

Nr.Carteira: RS111946 **Profissional:** ANDRÉ LUIS QUEIROZ ARAUJO **E-mail:** alqueirozaraujo@gmail.com
Nr.RNP: 2200638159 **Título:** Geógrafo
Empresa: NENHUMA EMPRESA **Nr.Reg.:**

Contratante

Nome: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE S.A. **E-mail:** comercial@profill.com.br
Endereço: AVENIDA IGUASSU **Telefone:** **CPF/CNPJ:** 03164966000152
Cidade: PORTO ALEGRE **Bairro:** PETRÓPOLIS **CEP:** 90470430 **UF:** RS

RESUMO DO(S) CONTRATO(S)

Elaboração e coordenação técnica dos levantamentos e estudos para a ELABORAÇÃO DE ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ
Determinação do Zoneamento Ambiental para mineração de areia nos cursos médio e baixo Rio Jacuí no espaço físico (área de estudo) ocupado pela calha atual e pelas margens do Rio Jacuí (APP e Lagoas Marginais), compreendendo parte dos territórios dos municípios de Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Vale Verde, Butiá, General Câmara, São Jerônimo, Triunfo, Charqueadas e Eldorado do Sul.
Descrição das atividades e etapas:
Macroatividade 1 - Plano de Trabalho; Macroatividade 2 - Levantamento de dados Secundários; Macroatividade 3 - Levantamento de dados Primários; Macroatividade 4 - Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos; Macroatividade 5 - Diagnóstico Ambiental e Mapas Temáticos; Macroatividade 6 - Análise Integradda e Zoneamento Ambiental; Macroatividade Final - Edição e Revisão.

Local e Data	Declaro serem verdadeiras as informações acima Profissional	De acordo Contratante

Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA 3ª REGIÃO

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1-ART Nº: **2019/19224**

CONTRATADO

2.Nome: ANDRE LUIS QUEIROZ ARAUJO		3.Registro no CRBio: 110736/03-D	
4.CPF: 675.508.190-68	5.E-mail: alqueirozaraujo@gmail.com		6.Tel: (51)3023-5617
7.End.: BENTO GONCALVES 1515		8.Compl.: 1006 C	
9.Bairro: PARTENON	10.Cidade: PORTO ALEGRE	11.UF: RS	12.CEP: 90650-002

CONTRATANTE

13.Nome: PROFILL ENGENHARIA E AMBIENTE S.A.		
14.Registro Profissional:	15.CPF / CGC / CNPJ: 03.164.966/0001-52	
16.End.: AVENIDA IGUASSU 451		
17.Compl.: 6 ANDAR	18.Bairro: PETROPOLIS	19.Cidade: PORTO ALEGRE
20.UF: RS / 21.CEP: 90470430	22.E-mail/Site: comercial@profill.com.br	

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

23.Natureza : 1. Prestação de serviço
Atividade(s) Realizada(s) : Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços; Realização de consultorias/assessorias técnicas;

24.Identificação : ZONEAMENTO AMBIENTAL - ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ - MEIO BIÓTICO

25.Município de Realização do Trabalho: PORTO ALEGRE	26.UF: RS
27.Forma de participação: INDIVIDUAL	28.Perfil da equipe:
29.Área do Conhecimento: Botânica; Ecologia;	30.Campo de Atuação: Meio Ambiente

31.Descrição sumária : CLASSIFICAÇÃO DA VEGETAÇÃO NOS AMBIENTES MARGINAIS QUE ESTAVAM FORA DA ÁREA DE ESTUDO DA FUNDAÇÃO ZOOBOTÂNICA

32.Valor: R$ 5.000,00	33.Total de horas: 120	34.Início: MAI/2018	35.Término:

36. ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Data:
Assinatura do Profissional

Data:
Assinatura e Carimbo do Contratante

37. LOGO DO CRBio

CRBio-03

38. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR CONCLUSÃO

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /
Assinatura do Profissional

Data: / /
Assinatura e Carimbo do Contratante

39. SOLICITAÇÃO DE BAIXA POR DISTRATO

Data: / /
Assinatura do Profissional

Data: / /
Assinatura e Carimbo do Contratante

CERTIFICAÇÃO DIGITAL DE DOCUMENTOS

NÚMERO DE CONTROLE: 1026.1654.1968.2595

OBS: A autenticidade deste documento deverá ser verificada no endereço eletrônico www.crbio03.gov.br