



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 Balbuena	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
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 (<i>Acoustic Doppler Current Profilers</i>)
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEPAC Civil	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
COPELMI	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
Eletróbrás	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	<i>National Sanitation Foundation</i>
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	<i>Universal Soil Loss Equation</i>
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 específicas 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 lóxico 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 <i>hotspots</i> (<i>Getis-Ord Gi*</i>).....	210
Tabela 4.3 – Características dos descritores empregadas para a análise de <i>hotspots</i> (<i>Getis-Ord Gi*</i>).....	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	Ecosistema 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	Ecosistema 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	<i>Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa</i>	240
5.1.2	<i>Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa</i>	241
5.1.3	<i>Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média</i>	241
5.1.4	<i>Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta</i>	242
5.1.5	<i>Quantificação das superfícies do Mapa do Zoneamento</i>	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.

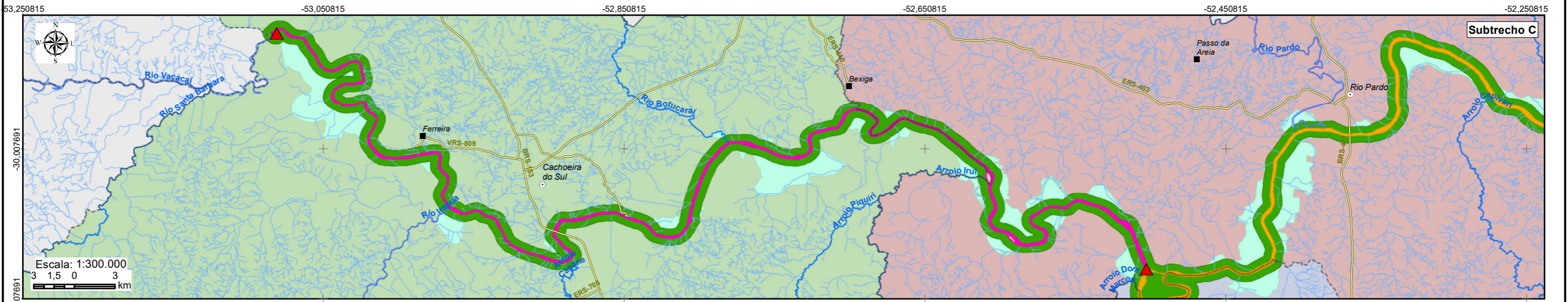
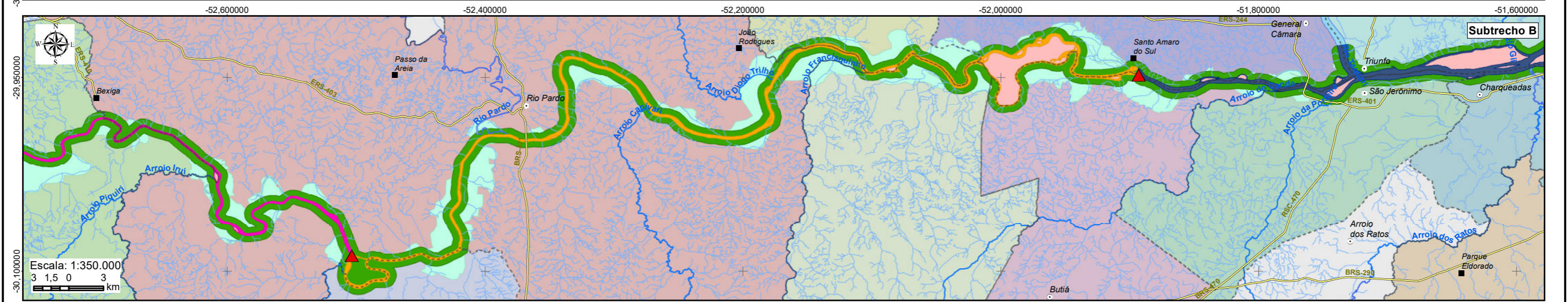
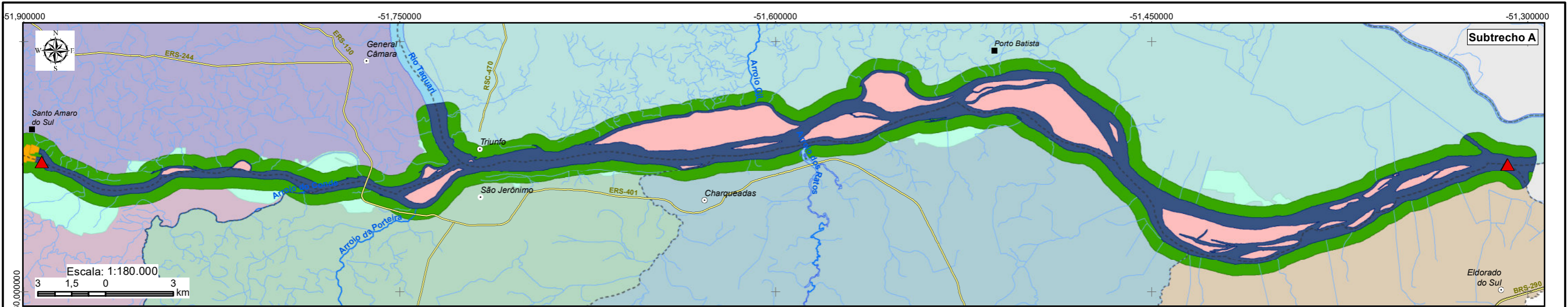


2 ÁREA DE ESTUDO

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



Elaboração: **PROFILL**

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

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 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 (2015)
 - 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 conseqüentemente 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 Cfall2b (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 Cfall1c, pertencente ao Escudo Sul-rio-grandense Uruguaio, com altitudes inferiores a 400m e temperatura média anual inferior a 18°C.

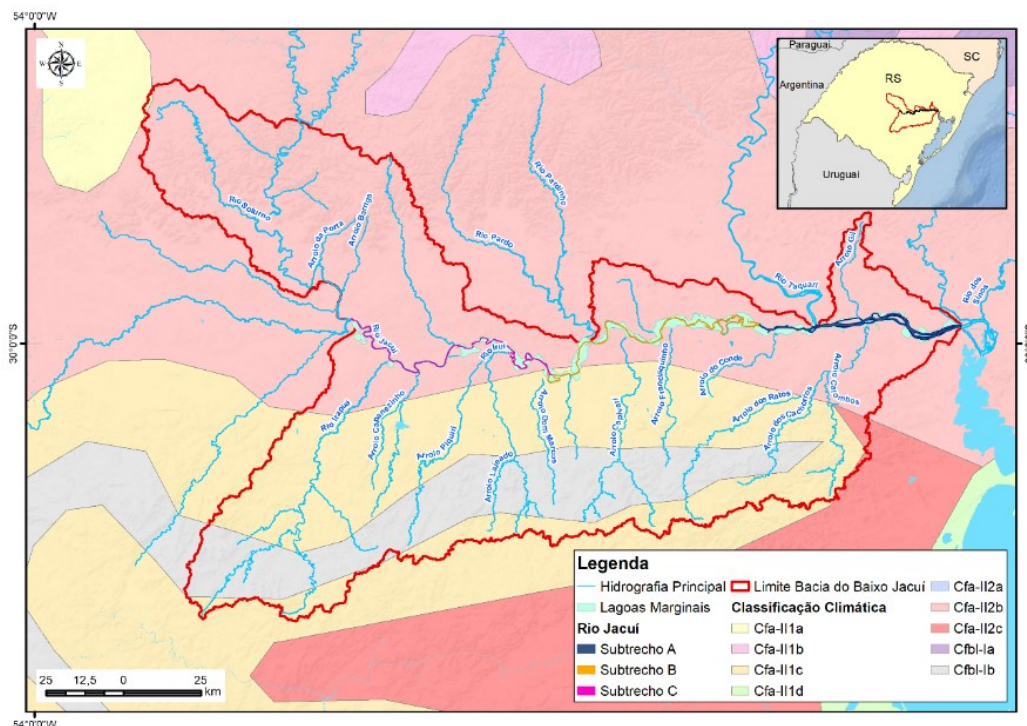


Figura 3.1 – Classificação climática segundo Köppen.
Fonte: Adaptado de MORENO (1961).



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 (MATZENUER *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.

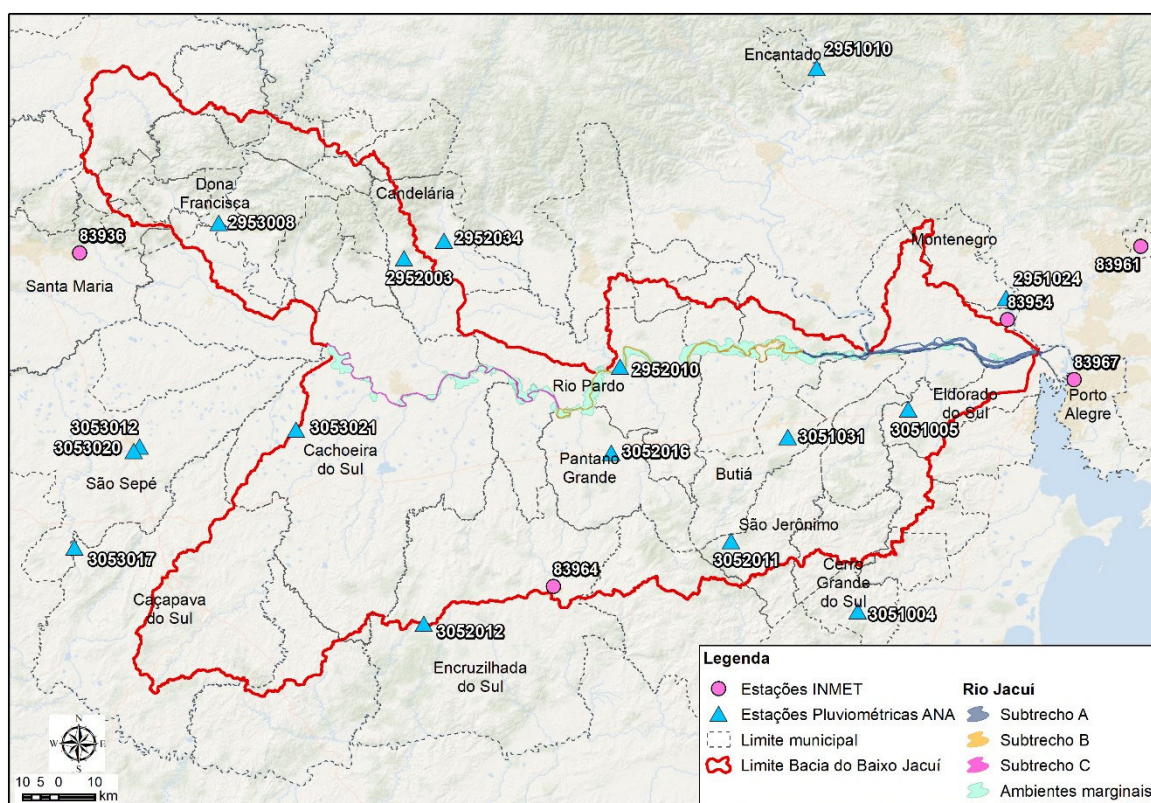


Figura 3.2 – Localização das estações meteorológicas (INMET) e pluviométricas (ANA).
Fonte: INMET (2014) e ANA (2013).

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.

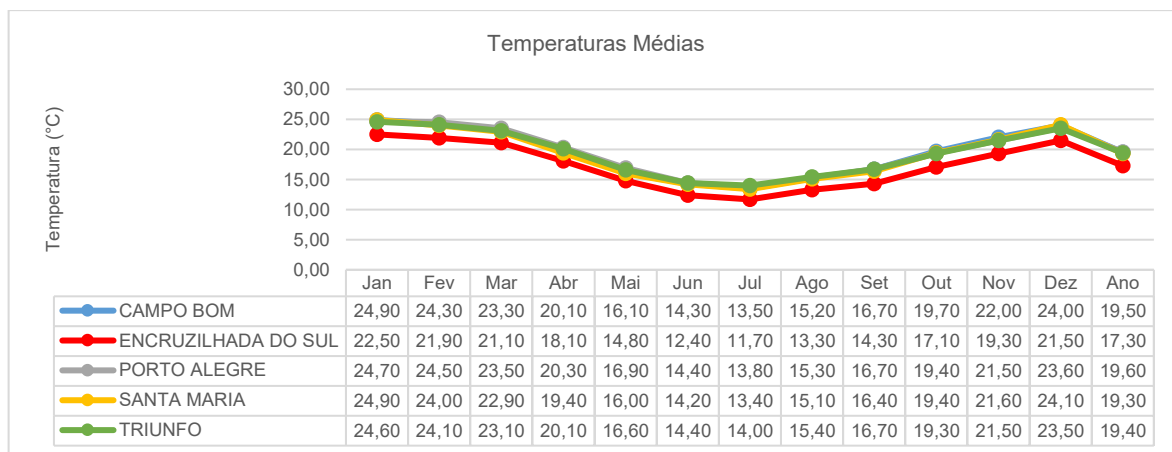


Figura 3.3 – Temperaturas médias.
Fonte: INMET (2014).

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.

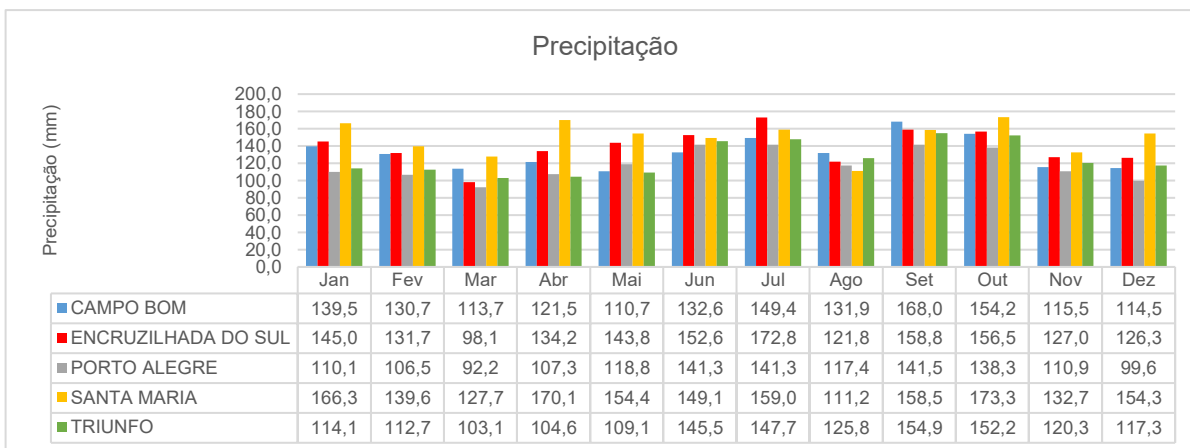
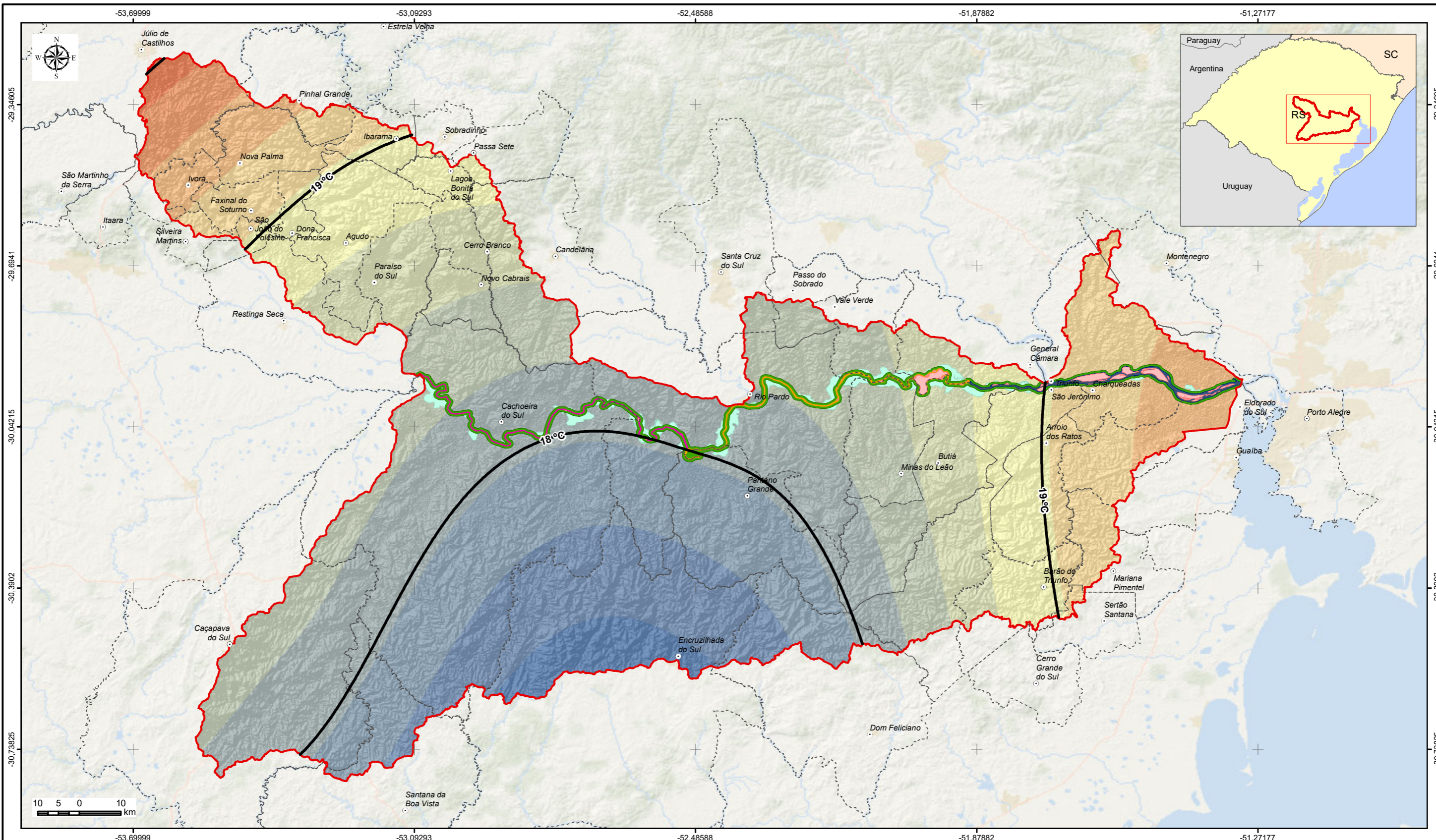


Figura 3.4 – Precipitação média.
Fonte: INMET (2014).



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 (°C)
- Temperatura Média Anual (°C)**
- 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

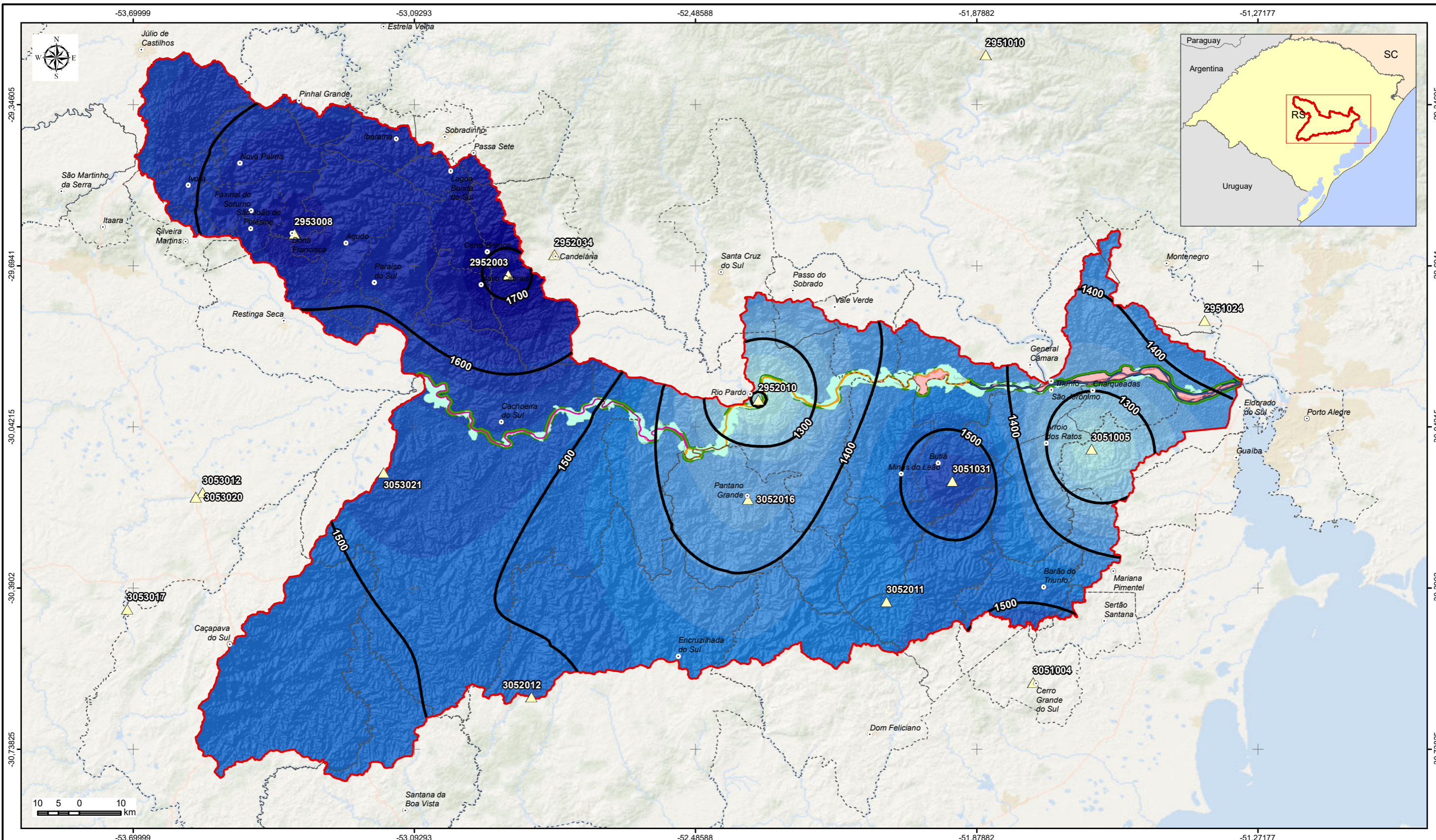
- 18,8 - 19
- 19,1 - 19,3
- 19,4 - 19,6
- 19,7 - 19,8
- 19,9 - 20,2
- 20,3 - 20,5
- 20,6 - 20,9
- 21 - 21,4

Elaboração: **PROFILL** 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: 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** 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: 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).

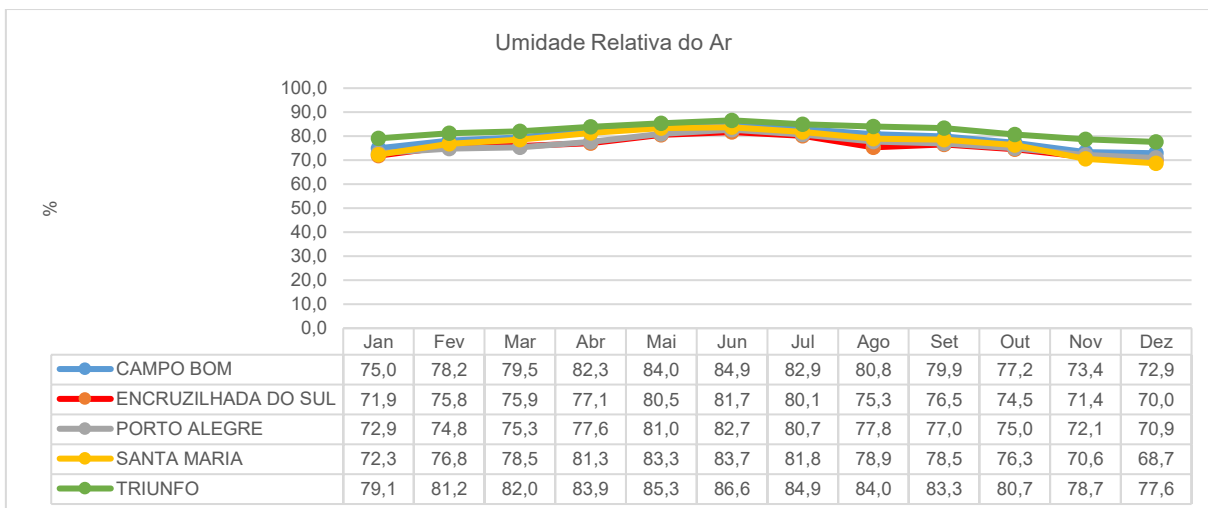


Figura 3.5 – Umidade Relativa do ar.
Fonte INMET (2014).

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).

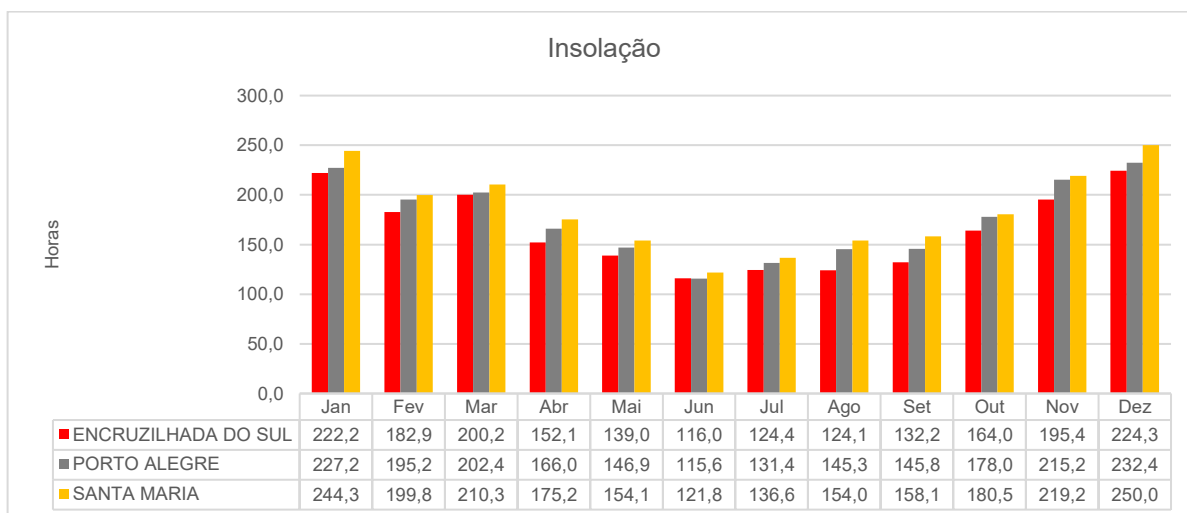


Figura 3.6 – Insolação.
Fonte INMET (2014).



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).

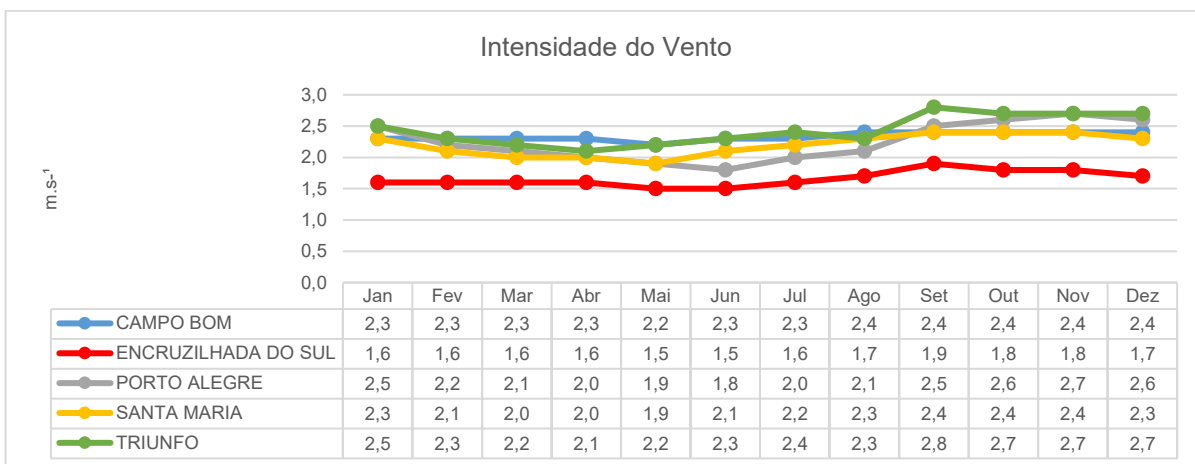


Figura 3.7 – Intensidade do vento.
Fonte INMET (2014).

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

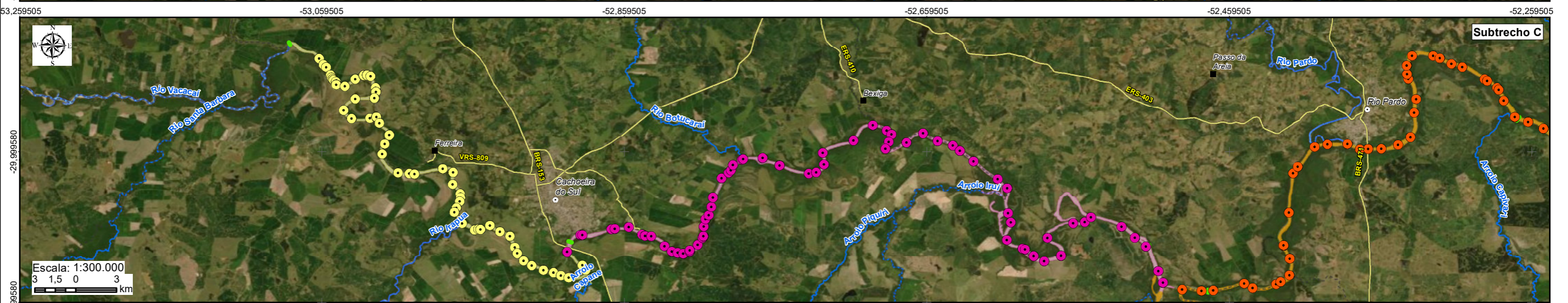
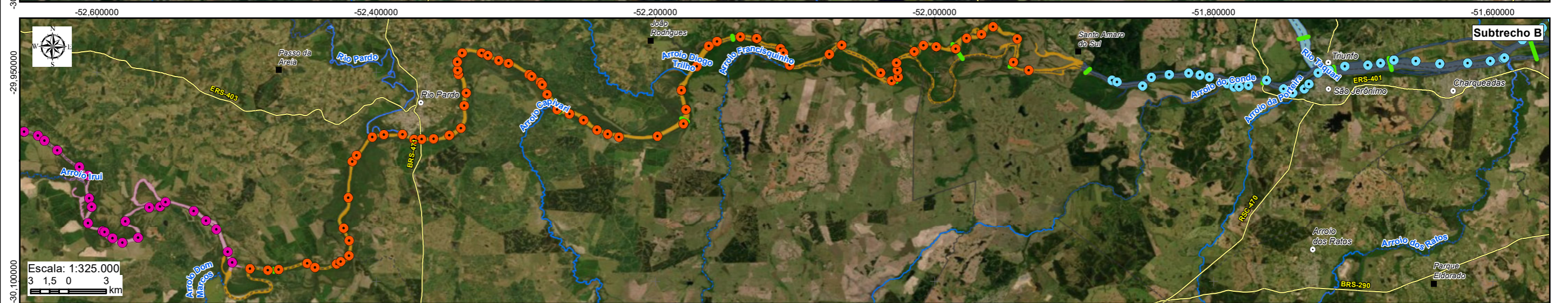
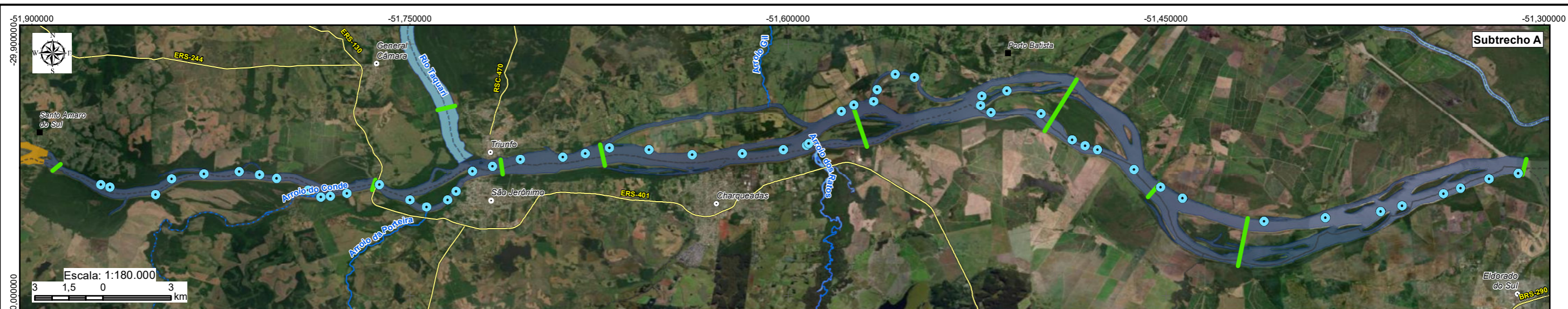
A geomorfologia da área de interesse se consolida neste relatório e é apresentada em duas escalas de mapeamento, uma regional e outra local. Primeiramente, será apresentado o contexto geomorfológico regional através da caracterização e descrição das unidades e feições geomorfológicas.

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

- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ Sede municipal ■ Vila — Seções de referência — Rodovia — Rios principais - - - Limite municipal | <p>Pontos de caracterização da fisiologia da paisagem</p> <ul style="list-style-type: none"> ● A ● B ● C1 ● C2 | <p>Compartimentação da Fisiologia da Paisagem</p> <ul style="list-style-type: none"> — Subtrecho A — Subtrecho B — Segmento C1 — Segmento C2 |
|--|---|---|



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**

<p>Sistema de Coordenadas Geodésicas Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000 Escala: Indicada</p>	<p>Mapa 3.3 – Localização dos pontos do levantamento de campo da geomorfologia e geologia</p>	<p>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: Perfil (2019)</p>
--	--	---



3.1.2.1 Unidades geomorfológicas

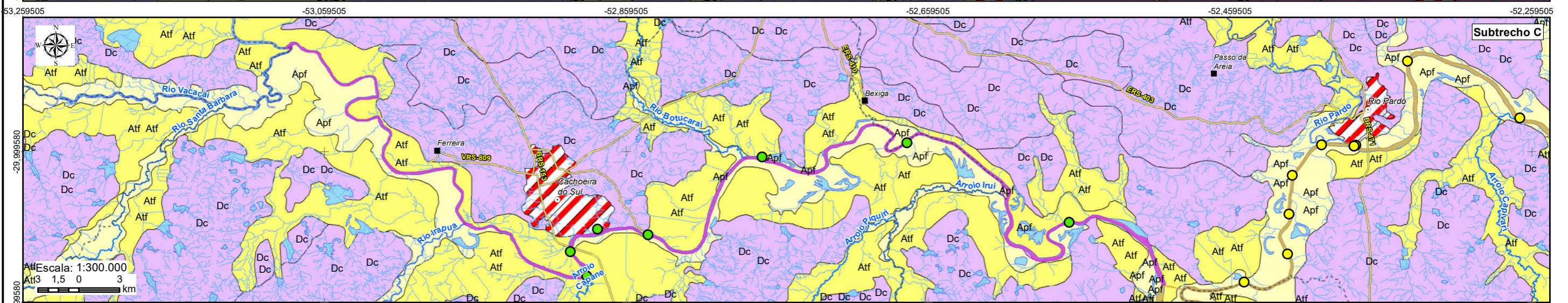
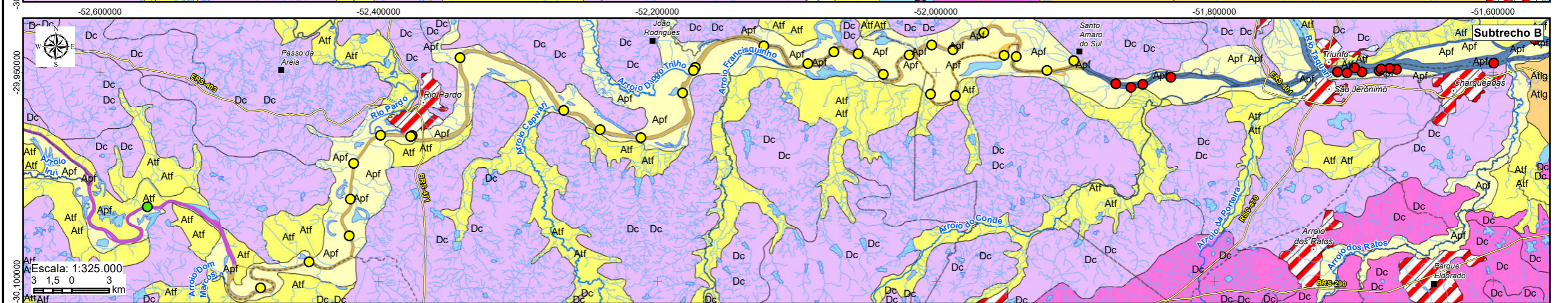
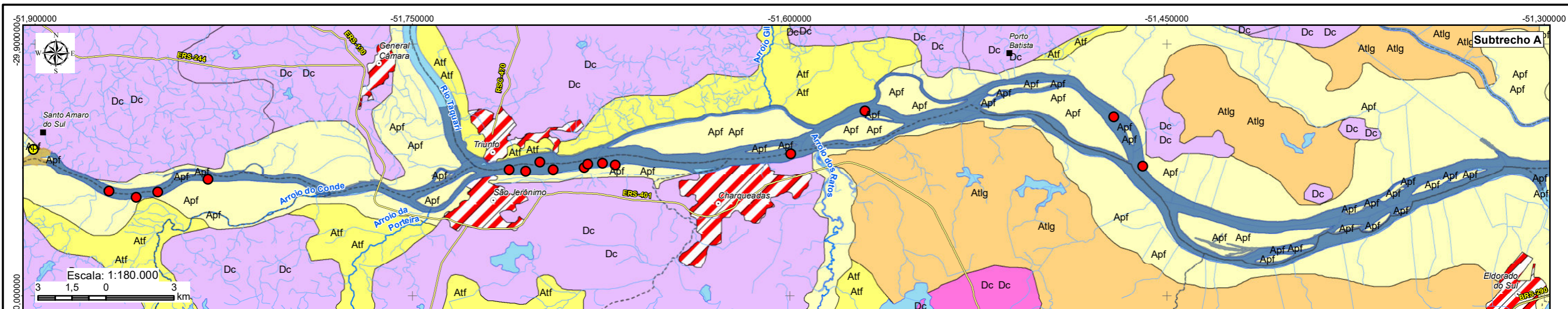
A área em estudo abrange três Unidades Geomorfológicas de acordo com a classificação regional proposta pelo SEPLAN-IBGE (1986), sendo elas: a) Depressão do Rio Jacuí, b) Planície Lagunar, e principalmente, c) Planície Aluvio Coluvionar. No Quadro 3.2 pode ser observada a divisão hierárquica a qual pertence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

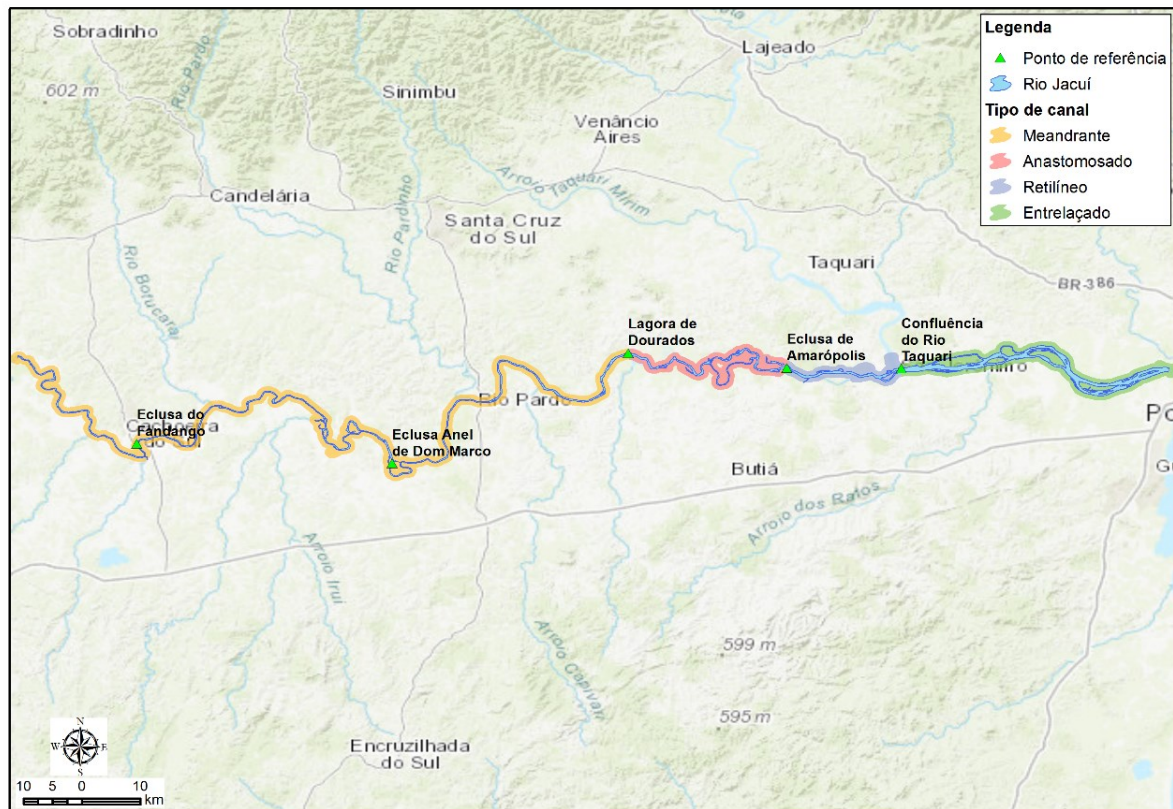


Figura 3.9 – Os quatro tipos de canal fluvial definidos e segmentados na área em estudo: meandrante, anastomosado, retilíneo e entrelaçado.

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.