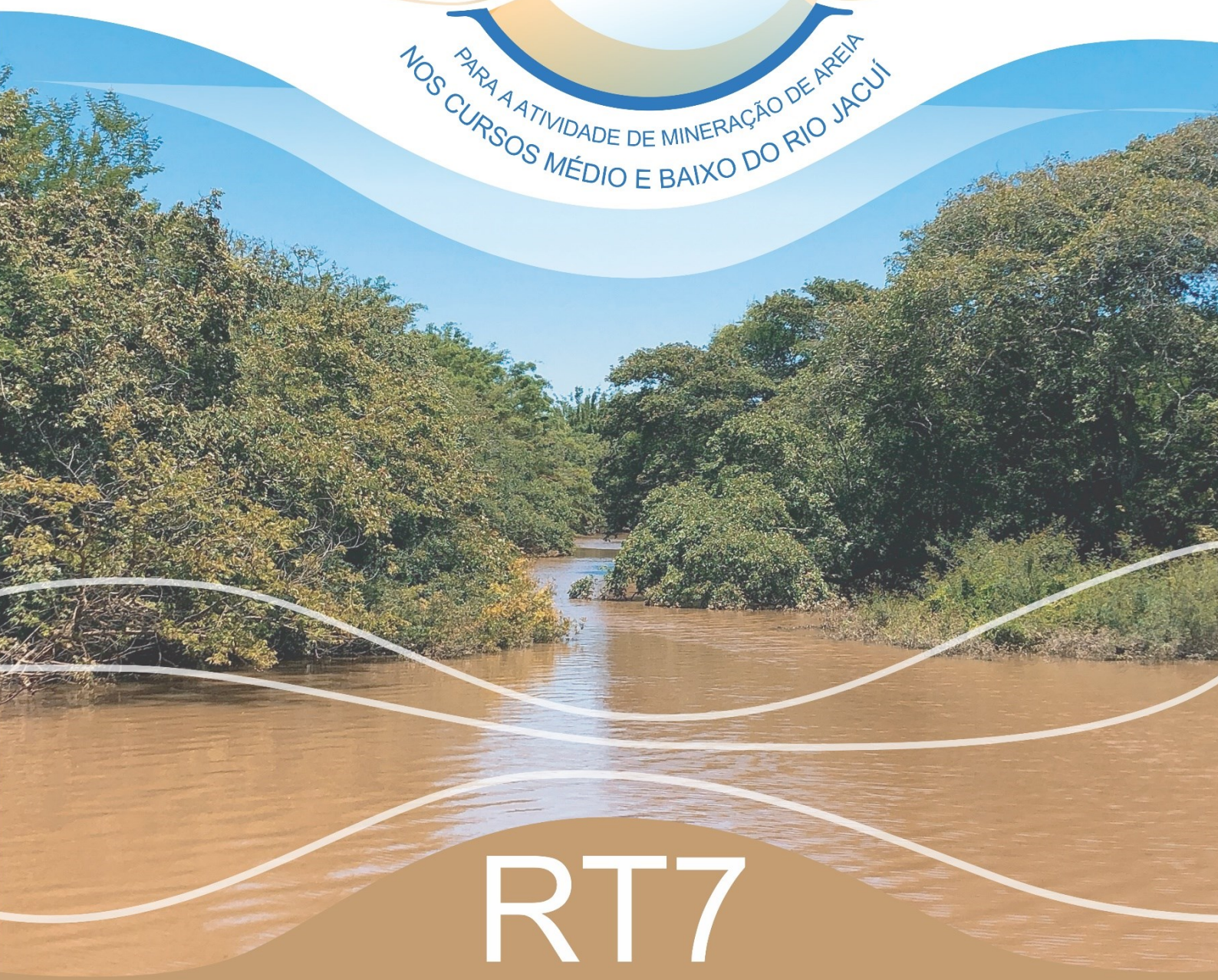
ZONEAMENTO AMBIENTAL

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



RT7

MAPAS

TEMÁTICOS

REVISÃO 04

PORTO ALEGRE, 24 DE MARÇO DE 2021

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta o **Relatório de Mapas Temáticos,** 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, 24 de março 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
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
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

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 JUSTIFICATIVAS 14
3 METODOLOGIA 17
3.1 ANÁLISE DE HOTSPOTS 17
3.2 ANÁLISE MULTICRITÉRIO 20
3.3 MAPA SÍNTESE 21
4 MAPAS TEMÁTICOS/DESCRITORES 27
4.1 Meio físico 27
4.1.1 Leito Estável (Bedrock) 32
4.1.2 Morfodinâmica das Margens 39
4.1.3 Qualidade das Águas e Sedimentos 51
4.1.4 Transporte de Sedimentos 80
4.1.5 Risco Erosivo-Hidrodinâmico 85
4.1.6 Considerações Finais 89
4.2 Meio biótico 90
4.2.1 Ambientes da ictiofauna 90
4.2.2 Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre 92
4.2.3 Mesohabitats bentônicos 96
4.3 Meio socioeconômico 102
4.3.1 Pontos de interesse associados ao Meio Socioeconômico 104
5 MAPAS DOS DESCRITORES 109
6 MAPA SÍNTESE 116
7 REFERÊNCIAS 118
8 ANEXOS 120

ANEXOS

Anexo A – Base cartográfica (índice) e indicação das bases utilizadas nos mapas temáticos.

Anexo B – Compilação dos Mapas apresentados nos Relatórios: RT2, RT3, RT4 e RT6.

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Pesos atribuídos a cada descritor para o cruzamento de mapas. 20
Tabela 3.2 – Parâmetros para a rodagem da análise de *hotspots* (*Getis-Ord Gi**). 24
Tabela 3.3 – Características dos descritores empregadas para a análise de *hotspots* (*Getis-Ord Gi**) 24
Tabela 4.1 – Detalhamento da obtenção descritores e mapa temático resultante. 29
Tabela 4.2 – Informações utilizados para produção do mapa temático - Leito Estável (Bedrock). 33
Tabela 4.3 – Classificação da espessura da camada de sedimento com base na profundidade de ocorrência do *Bedrock*. 37
Tabela 4.4 – Localização dos pontos de controle. 46
Tabela 4.5 - Tabela de classificação da erosão das margens. 49
Tabela 4.6 – Classificação do Grau de Comprometimento dos Sedimentos, embasado na CONAMA n° 454/12, nos pontos de monitoramento das seções de referência deste estudo de Zoneamento. 76
Tabela 4.7 – Dados de sedimentos do estudo apresentado à Fepam com vistas ao licenciamento de empreendimento localizado na margem direita do Rio Jacuí. ND = não detectado; Azul = teores inferiores ao Nível 1 (N1). 78
Tabela 4.8 – Aporte de sedimentos Rio Jacuí (trecho a montante) e afluentes. 80
Tabela 4.9 – Taxas de transporte de sedimentos para o trecho do Rio Jacuí em estudo. 81
Tabela 4.10 – Classificação das seções conforme o transporte de sedimentos. 82
Tabela 4.11 – Classificação do Risco Erosivo, considerando a variação da velocidade de escoamento no modelo Hidrodinâmico. 86
Tabela 4.12 – Classificação dos ambientes para ictiofauna. 91
Tabela 4.13 – Classificação das manchas de vegetação segundo sua importância para a fauna terrestre (conectividade). 94
Tabela 4.14 – Descritor relativo aos mesohabitats bentônicos, em quatro níveis. 101
Tabela 4.15 – Apresentação dos pontos relacionados a áreas urbanas, aglomerados populacionais, balneários, praias e áreas de lazer. 106
Tabela 4.16 – Classificação dos descritores elencados para o Meio Socioeconômico. 108
Tabela 6.1 – Quantitativos do mapa síntese. 116

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Dados de preenchimento da matriz de comparação pareada entre os descritores. 21
Figura 3.2 – Fluxo de trabalho para construção do zoneamento ambiental de mineração de areia. 23
Figura 3.3 – Pontos valorados e análise de *hotspots* do descritor “Morfodinâmica das Margens”. 25
Figura 3.4 – Interpolação (IDW) e mapa síntese intermediário descritor “Morfodinâmica das Margens”. 26
Figura 4.1 – Evolução do degrau (*nickpoint*): a) situação inicial, anterior a escavação; b) a escavação cria o nickpoint que por sua vez apanha e aprisiona os sedimentos na cava interrompendo o transporte de sedimentos no canal (o canal ainda tem a capacidade de transporte porém não possui a carga sedimentar); c) o *nickpoint* migra à jusante e o efeito *hungry water* erode o leito do canal sentido jusante (Kondolf, 1994, 1997, Abbatepaulo, 2018). 33
Figura 4.2 - Porcentagem das classes de espessura da camada de sedimento. 38
Figura 4.3 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Leito Estável (Bedrock)” até a elaboração do respectivo mapa temático. 38
Figura 4.4 – Arenito conglomerático da Formação Sanga do Cabral exposto pelo sistema de falhas existente na região em estudo (ponto 90). 39
Figura 4.5 – Conglomerado da Formação Sanga do Cabral aflorando na margem esquerda (ponto 093). 40
Figura 4.6 – Ponto 84 na margem esquerda (margem erosiva) onde se observa o dique em primeiro plano e a margem com erosão da margem e sem vegetação na porção erodida. 40
Figura 4.7 – Ponto 84 na margem direita (margem deposicional) onde se observa a erosão da margem, mas com vegetação na porção superior, mas não no talude. 41
Figura 4.8 – Margem esquerda, margem côncava e erosiva, com princípio de erosão (Ponto 112). 41

Figura 4.9 – Rocha arenitica exposta na margem esquerda, no ponto 170, onde se observa também que sua exposição está associada ao sistema de falhas e fraturas existente na região. 42
Figura 4.10 – Margem direita, margem deposicional, com princípio de erosão ocasionado pela foz do Arroio São Nicolau, ponto 139. 42
Figura 4.11 – Margem direita, margem erosiva, com erosão da margem e ausência total de vegetação ciliar, por uma extensão de 600 m, a jusante do Ponto 168. 43
Figura 4.12 – Rocha siltitica exposta na margem direita, na base do talude, e princípio de erosão (ponto 197). 43
Figura 4.13 – Margem direita, margem deposicional Barra em pontal (submersa) que ocorre no ponto 221. 44
Figura 4.14 – Margem esquerda, ponto 221, margem erosiva, com erosão da margem e sem vegetação ciliar. 44
Figura 4.15 – Rochas arenítica expostas na margem esquerda, no Ponto 250, cujo afloramento se estende por aproximadamente 500 m, tendo até 20 m de altura. 45
Figura 4.16 – Margem direita, margem erosiva, com erosão e ausência total de vegetação ciliar em extensão de 400 m, Ponto 253. 45
Figura 4.17 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Morfodinâmica das Margens” até a elaboração do respectivo mapa temático. 50
Figura 4.18 - Temperatura da água – Estações FEPAM. 55
Figura 4.19 - pH e Alcalinidade– Estações FEPAM. 55
Figura 4.20 - Condutividade Elétrica – Estações FEPAM. 56
Figura 4.21 - Oxigênio Dissolvido e relação OD:ODsat – Estações FEPAM. 56
Figura 4.22 - DBO e relação DBO:DQO – Estações FEPAM. 57
Figura 4.23 - N-NH4 e relação NH4:NTK – Estações FEPAM. 57
Figura 4.24 - Fósforo Total e relação P-PO4:FT – Estações FEPAM. 58
Figura 4.25 - E. coli – Estações FEPAM. 58
Figura 4.26 – Espacialização da variação dos teores de Cor nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia) do diagnóstico. 67
Figura 4.27 – Principais estatísticas associadas aos dados de Cor nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia) de diagnóstico. 67
Figura 4.28 – Espacialização da variação dos teores de Turbidez nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia) de diagnóstico. 69
Figura 4.29 – Principais estatísticas associadas aos dados de Turbidez nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia). 69
Figura 4.30 – Espacialização da variação dos teores de Sólidos totais nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia) de diagnóstico. 71
Figura 4.31 – Principais estatísticas associadas aos dados de Sólidos Totais nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia). 71
Figura 4.32 – SST e Turbidez – Estações FEPAM. 72
Figura 4.33 – Localização dos pontos de monitoramento de sedimentos do estudo apresentado à Fepam com vistas ao licenciamento de empreendimento localizado na margem direita do Rio Jacuí. 79
Figura 4.34 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Transporte de Sedimentos” até a elaboração do respectivo mapa temático. 82
Figura 4.35 – Classificação dos trechos quanto ao Transporte de Sedimentos. 83
Figura 4.36 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Risco Erosivo-Hidrodinâmico” até a elaboração do respectivo mapa temático. 86
Figura 4.37 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Ambientes da Ictiofauna” até a elaboração do respectivo mapa temático. 92
Figura 4.38 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre” até a elaboração do respectivo mapa temático. 94
Figura 4.39 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Mesohabitats bentônicos” até a elaboração do respectivo mapa temático. 96
Figura 4.40 – 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. 100

Figura 4.41 – 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. Adaptado de Marchese & Drago (1992). 100
Figura 4.42 - Diagrama da metodologia de avaliação dos pontos relacionados ao meio socioeconômico. 106

LISTA DE MAPAS

Mapa 4.1 – Pontos de sondagens bedrock, de morfologia das margens e seções de sondagens. 31
Mapa 4.2 – Pontos de Monitoramento de Qualidade das Águas Classificados conforme CONAMA 357, e Enquadramento do Rio Jacuí no trecho em estudo. 65
Mapa 4.3 – Pontos de Monitoramento Sedimentos Classificados conforme CONAMA 454, no Rio Jacuí, no trecho em estudo. 77
Mapa 4.4 – Mapa Temático do Transporte de Sedimentos, com a classificação dos trechos do Rio Jacuí. 84
Mapa 4.5 – Mapa Temático do Risco Erosivo – Hidrodinâmico, a partir das alterações na velocidade de escoamento. 88
Mapa 5.1 – Pontos (hotspots) e interpolação (IDW) do descritor Leito Estável (Bedrock). 110
Mapa 5.2 – Pontos (hotspots) e interpolação (IDW) do descritor Morfodinâmica das margens. 111
Mapa 5.3 – Pontos (hotspots) e interpolação (IDW) do descritor Ambientes de ictiofauna. 112
Mapa 5.4 – Pontos (hotspots) e interpolação (IDW) do descritor Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre. 113
Mapa 5.5 – Pontos (hotspots) e interpolação (IDW) do descritor Mesohabitats bentônicos. 114
Mapa 5.6 – Pontos (hotspots) e interpolação (IDW) do descritor Socioeconomia. 115
Mapa 6.1 – Mapa síntese. 117

1 INTRODUÇÃO

Este documento apresenta o processo e os resultados do trabalho de análise integrada das informações geradas nas etapas precedentes do estudo, tratando dos mapas temáticos dos descritores empregados para a construção do mapa síntese do diagnóstico ambiental, que, juntamente com outras informações a serem oportunamente analisadas (mapas condicionantes e mapa de exclusões), irão compor o mapa final do zoneamento.

Os descritores a partir dos quais foram definidos os mapas temáticos foram selecionados em função da capacidade de síntese que incorporam e pela relevância dos aspectos a eles relacionados frente aos objetivos do estudo, tendo sido originados de um processo de interpretação e adaptação das informações obtidas na etapa de diagnóstico, para adequação aos objetivos relacionados à construção do mapa síntese.

2 JUSTIFICATIVAS

A evolução dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) ao longo dos últimos anos oferece a possibilidade de uma ampliação da capacidade de se avaliarem aspectos relacionados às características de feições dos ambientes e de informações passíveis de espacialização de uma forma cada vez mais eficiente.

Essa capacidade de análise permite uma melhor compreensão de fenômenos que se desenvolvem em diferentes escalas e a integração de dados oriundos de distintas fontes, fornecendo ferramentas de interpretação que podem ser empregadas diretamente em processos relacionados à tomada de decisão, como é o caso específico do Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia no Rio Jacuí.

As tarefas associadas ao emprego dos sistemas de informações geográficas para fins de zoneamento em senso estrito, ou seja, em uma situação em que a análise de dados espacializáveis leva ao estabelecimento de normas e diretrizes que condicionam o uso de um determinado recorte dos territórios, são particularmente sensíveis, uma vez que nesse processo uma interpretação de caráter eminentemente técnico tem que ser traduzida para uma linguagem que seja capaz de permitir que os tomadores de decisão as transformem em políticas, programas, ações ou critérios de disciplinamento de uma atividade extrativa, como no caso em tela.

O trabalho de zoneamento ambiental para uma atividade específica incorpora necessariamente uma dimensão de mediação de conflitos, em que se contrapõe o uso pretendido de um dado território a suas características físicas e bióticas e às fragilidades a elas associadas, além das expectativas da sociedade que ali habita. Um zoneamento é, portanto, uma atividade de conciliação efetuada a partir do estabelecimento de compromissos entre os agentes estratégicos relacionados à atividade específica e aos outros interesses que se sobrepõem à região alvo do zoneamento.

Assim sendo, o zoneamento deve estar constituído de forma a permitir a redução desses conflitos, oferecendo o arcabouço técnico a partir do qual a atividade em análise será conduzida no espaço zoneado, garantindo a manutenção de condições necessárias à salvaguarda das características ambientais mais relevantes apontadas no estudo e a continuidade das atividades econômicas que se pretende disciplinar.

No caso da mineração de areia no médio e baixo Rio Jacuí, há uma série de condições que tornam a tarefa ainda mais complexa. Em primeiro lugar, é importante notar

que o rio forma um *continuum* com suas áreas marginais, que influenciam de maneira direta muitas de suas características.

O fato de o rio constituir um sistema aberto e de fluxo direcional associado ao escoamento hídrico dificulta a construção de “mapas” em sentido estrito, aqui definidos como a representação visual de uma dada região, delimitada em um espaço bidimensional.

O regime hídrico de qualquer corpo d’água, sem considerar as influências que se processam a partir da interface água-terra, por si só já reflete uma condição que é impossível circunscrever às limitações relativamente rígidas que supõem a construção de um mapa. Os próprios limites físicos de um rio, definidos a partir de seu nível médio, incorporam um grau de abstração que é perceptível sempre que se avalia sua condição em tempo real.

É preciso notar, ainda, que diversos processos que determinam a oferta do bem minerário de interesse se dão fora dos limites da área avaliada, que compreende os cursos médio e baixo Rio Jacuí, que perfazem cerca de 44% do total da bacia hidrográfica.

As etapas necessárias a um estudo voltado ao zoneamento ambiental de uma dada atividade e a transição que leva de um documento técnico a um instrumento efetivo de controle e regulação da forma como essa atividade se desenvolve demandam, portanto, o diálogo entre os diferentes atores envolvidos, processo em que os aspectos técnicos precisam ser apresentados ao público leigo, visando a necessária legitimação social, imprescindível em processos dessa natureza.

A metodologia adotada para a execução dessa análise foi construída a partir do diálogo entre a equipe da Consultora e a Fepam, em um processo que partiu da análise das informações obtidas na etapa de diagnóstico, visando estruturar uma abordagem que permitisse tratar dados de diferentes origens e características com o grau de uniformidade necessário à construção do zoneamento pretendido.

Para isso, foi definido um conjunto de descritores que sintetizam alguns aspectos emergentes do diagnóstico ambiental e que, por sua relevância frente ao zoneamento que se pretende construir, oferecem informações capazes de orientar o processo de construção dos mapas temáticos com a objetividade e a consistência necessária à consecução dos objetivos perseguidos, estabelecendo o marco a partir do qual se dará a análise e a interpretação dos dados compilados.

As ferramentas de análises espaciais em ambiente de SIG oferecem um leque de opções de grande amplitude, e a tarefa da equipe que conduziu os estudos incluiu, além a

compilação das informações a serem tratadas, também a definição da maneira como essas serão analisadas e dos instrumentos empregados para esse fim.

No presente caso, em que se busca o zoneamento da atividade de exploração de areia no Rio Jacuí em seus cursos médio e baixo, alguns aspectos cabem ser destacados à hora de definir-se a melhor forma de se alcançar um produto final que ofereça a segurança necessária à tomada de decisão pelo órgão ambiental quanto às restrições e diretrizes a serem estabelecidas.

Esse processo de seleção da metodologia a ser empregada, conduzido a partir da avaliação das informações produzidas na etapa de diagnóstico, determinou a seleção de indicadores que foram caracterizados a partir de topologias de ponto. Assim sendo, as análises foram estruturadas partir de uma rede espacializável de pontos distribuídos ao longo do trecho delimitado como área de estudo e que apresentam a característica comum de sintetizar aspectos chave dos temas tratados no diagnóstico ambiental, definidos tendo em vista sua relevância para fins do zoneamento pretendido.

Os pontos definidos pelos técnicos responsáveis por cada tema foram valorados, para fins de estruturação da análise, em um sistema cuja descrição é encontrada em nos itens específicos de cada descritor, oportunamente apresentados.

Finalmente, para fins de atribuição de pesos relativos a cada um dos descritores no processo de cruzamento dos mapas dos descritores, foi desenvolvida uma análise multicritério em que, a partir dos conhecimentos técnicos de cada especialista foram realizadas várias rodadas de discussões, incluindo nessas os analistas do setor que licencia a atividade, visando o estabelecimento de consenso a respeito dos valores definidos para cada tema.

Nos itens a seguir são detalhadas as especificidades da metodologia adotada, destacando os principais passos que levaram à elaboração do mapa síntese que é um dos elementos a serem empregados para o zoneamento ambiental da atividade de mineração de areia.

3 METODOLOGIA

3.1 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, tanto 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 tantos 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 irão compor o zoneamento propriamente dito, a ser apresentado em documento posterior (RT8).

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*.

3.2 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.

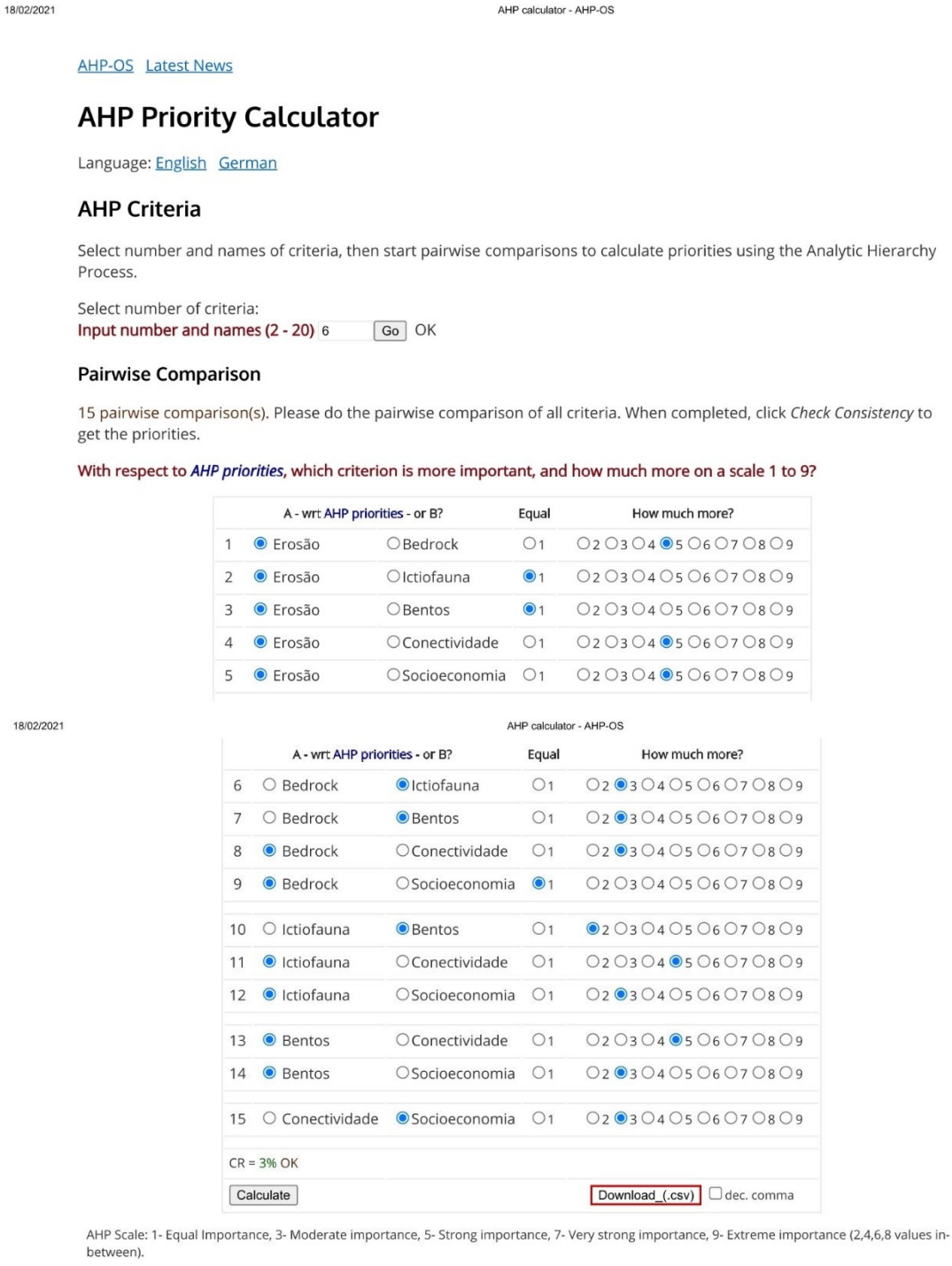
O emprego de seis descritores vai ao encontro de recomendações encontradas em referenciais teóricos para esse tipo de avaliação, que afirmam ser importante a limitação do número de variáveis, de modo a permitir que a análise de sensibilidade seja efetuada de modo o mais eficiente possível (TREVISAN, 2008).

Para o preenchimento da matriz de comparação foi empregada a calculadora de prioridade AHP (GOEPEL, 2018), disponível online[1] 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 3.1 a seguir. A Figura 3.1 mostra o preenchimento da matriz na calculadora de prioridade AHP que gerou os pesos calculados.

Tabela 3.1 – 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

[1] 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 3.1 – Dados de preenchimento da matriz de comparação pareada entre os descritores.

3.3 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 irão compor o mapa síntese, a partir de orientação do órgão contratante, que definiu que o mapa final do zoneamento será composto por cinco classes, sendo a quinta formada pelas áreas impróprias, a serem definidas na etapa seguinte do estudo, quando da elaboração do RT8.

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 3.2 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 3.3 e a Figura 3.4 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 3.2 e a Tabela 3.3 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.

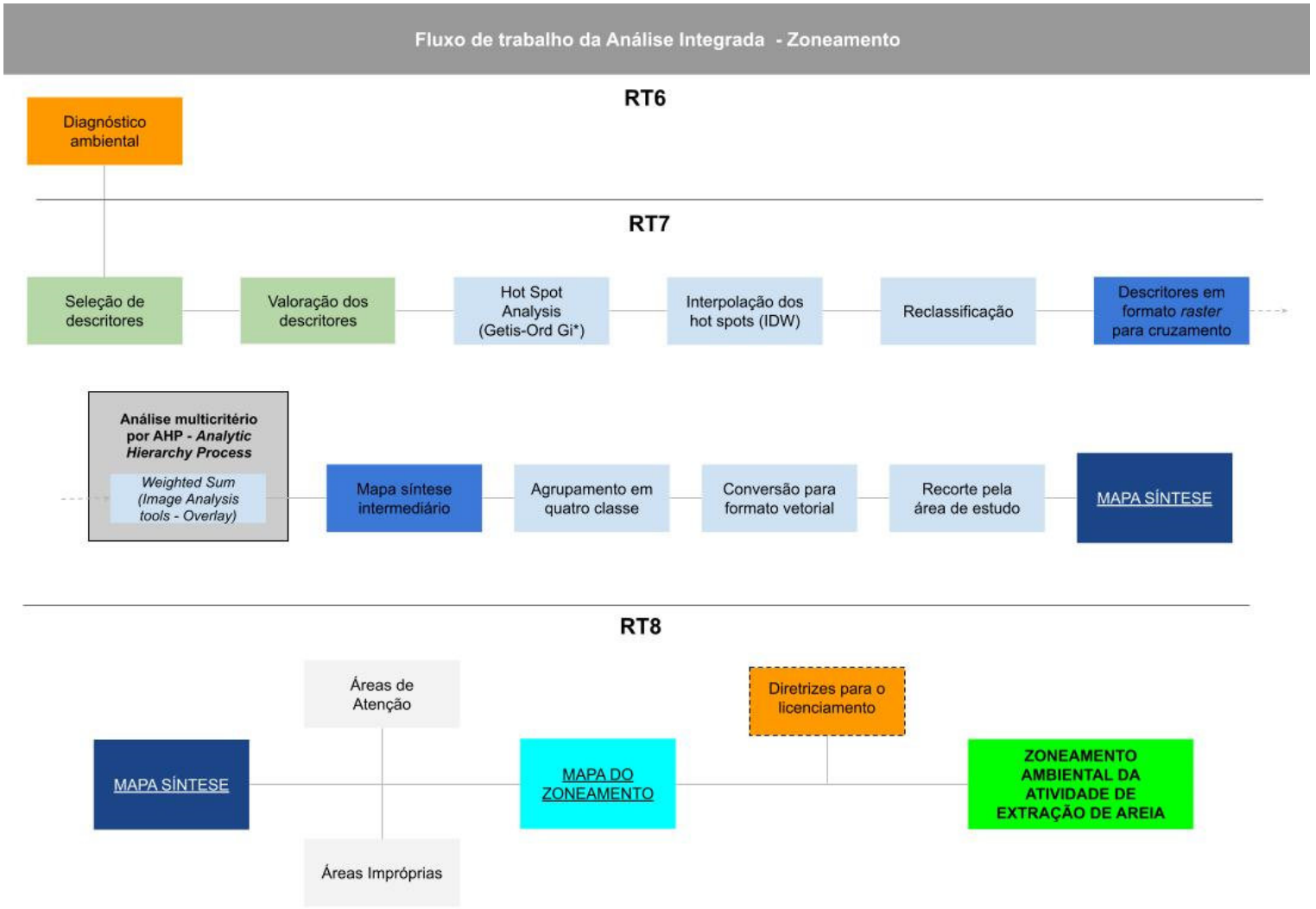


Figura 3.2 – Fluxo de trabalho para construção do zoneamento ambiental de mineração de areia.

Tabela 3.2 – Parâmetros para a rodagem da análise de *hotspots* (*Getis-Ord Gi**).

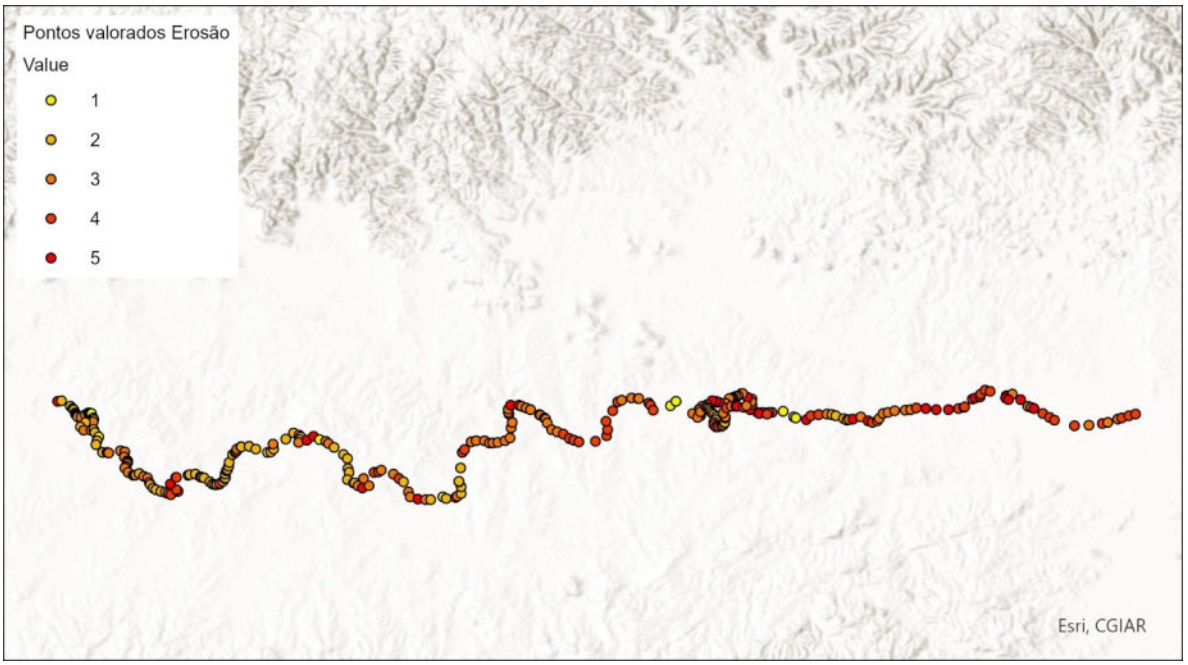
Parâmetro	Definição
Conceptualization of Spatial Relationships	*Fixed Distance Band*
Distance Method	*Euclidean Distance*
Standadization	*Row*

Obs.: Nomenclatura de acordo com as definições da ferramenta de análise no módulo de análise do ArcGis Pro.

Tabela 3.3 – 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

* Valor definido a partir das distâncias medidas entre os pontos de cada descritor e que determina que cada ponto tenha pelo menos um vizinho para ser avaliado na análise.



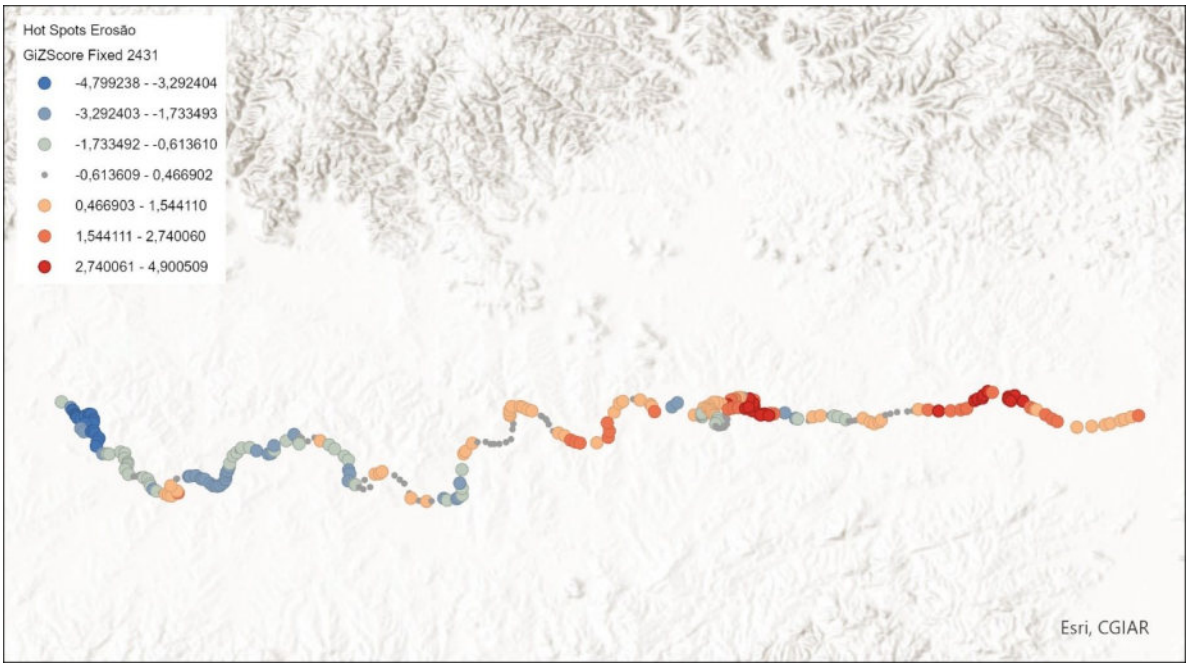


Figura 3.3 – Pontos valorados e análise de *hotspots* do descritor “Morfodinâmica das Margens”.

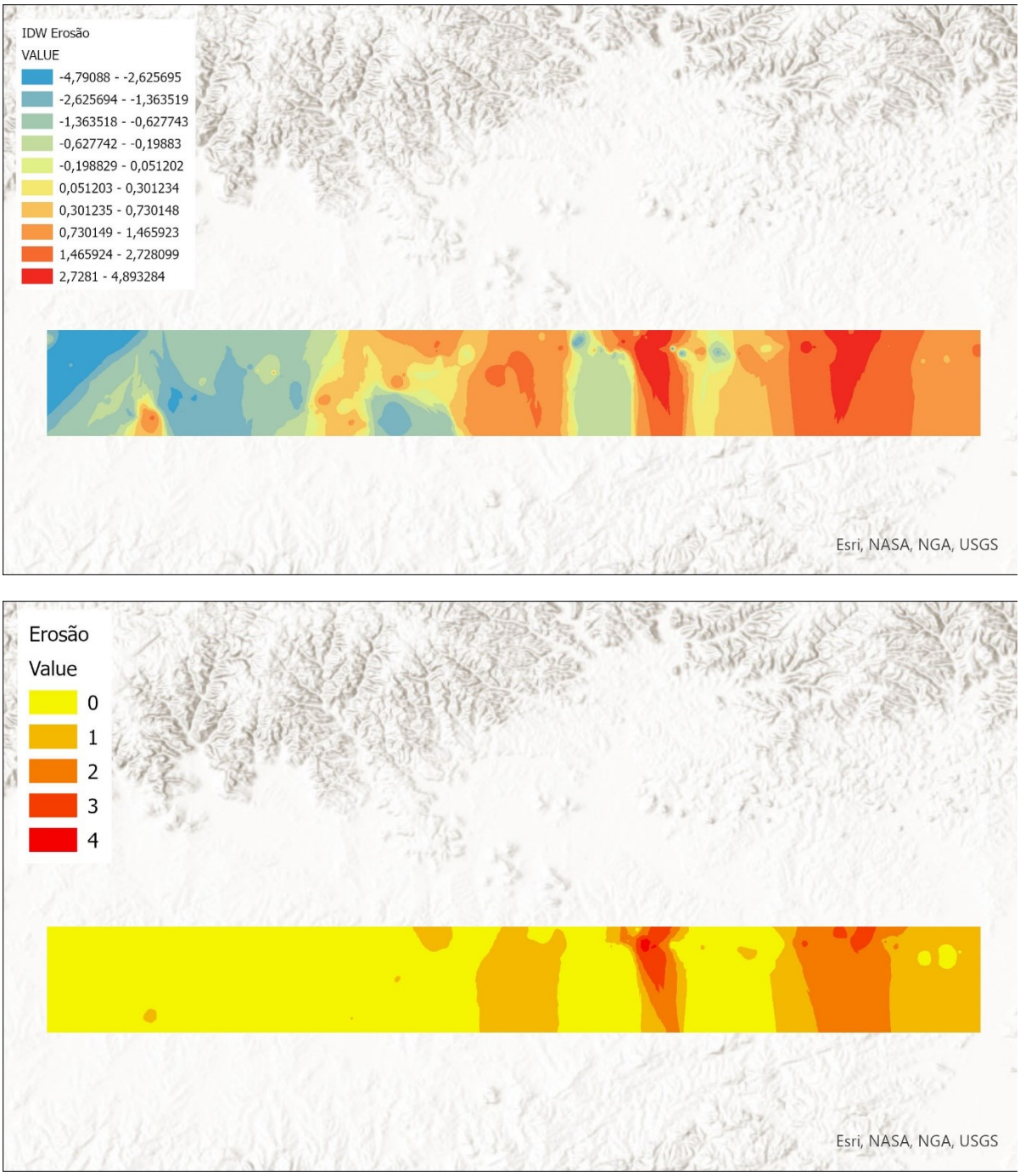


Figura 3.4 – Interpolação (IDW) e mapa síntese intermediário descritor “Morfodinâmica das Margens”.

4 MAPAS TEMÁTICOS/DESCRITORES

4.1 MEIO FÍSICO

O delineamento dos mapas temáticos apresentados teve como base os resultados dos levantamentos em campo executados pela equipe da contratada para identificar as condições das margens ao longo do trecho em estudo, seções batimétricas executadas pela Profill no âmbito deste contrato, os dados secundários disponibilizados pela Contratante, assim como o resultado da modelagem hidrodinâmica e hidrossedimentológica (Tabela 4.1). A utilização desses elementos de informação permitiu compor este relatório, de acordo com o indicado nos Termos de Referência que compõem o Edital N.º 022 /CELIC/2016 e vem ao encontro dos principais condicionantes que norteiam a atividade de extração mineral no leito do rio.

O descritor referente ao Transporte de Sedimentos na calha do rio, foi determinado a partir da análise hidrossedimentológica (vazões, correntes, declividade da linha de água e do suprimento sedimentar) associada a avaliação das taxas de aporte de sedimentos para a área estudada resultantes dos modelos hidrológico, hidráulico e sedimentológico, e suas simulações a partir do cruzamento dos dados primários e secundários que subsidiam o mesmo, identificando assim as zonas deposicionais e de erosão e suas variações a partir da intensificação das atividades de extração mineral no rio.

O descritor obtido a partir das informações modeladas para identificação do Risco Erosivo-Hidrodinâmico, está fundamentado como o primeiro, porém considerando também as medidas das vazões líquidas e das descargas sólidas associadas aos principais afluentes, bem como do curso do Rio Jacuí a montante da foz do rio Vacacaí. Assim como o primeiro descritor, nesta análise também foram levadas em conta a intensificação dos processos, medida pelo incremento na velocidade de escoamento, a partir da evolução da extração mineral no leito do rio ao longo do trecho de estudo.

O descritor que tendo como base as cotas do *Bedrock* é fundamental no zoneamento ambiental uma vez que expressa a ocorrência do pacote sedimentar, utilizando como indicativo da base e o topo do pacote de areia e por conseguinte, a possibilidade ou não de ocorrer extração nas áreas selecionadas. As normativas do licenciamento ambiental são bem claras no que se refere a profundidade final de extração, um metro acima do *Bedrock*, sendo tal premissa utilizada para determinar a classe que compõem este descritor. Os dados obtidos nos levantamentos dos dados secundários oriundos das sondagens existentes nos processos disponibilizados pela FEPAM consolidam este descritor, associadas as informações das sondagens executadas ao longo das seções executadas no âmbito deste contrato.

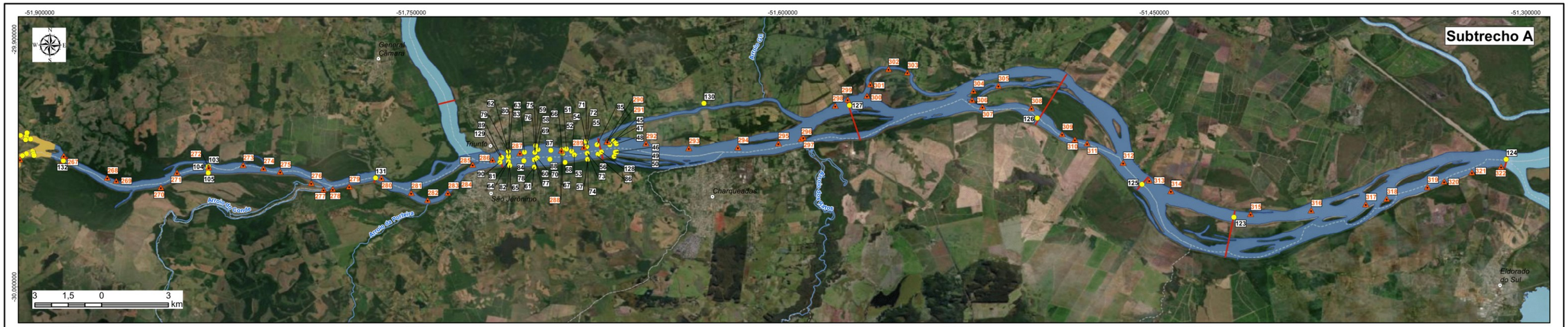
Por último o quarto descritor, a Morfodinâmica das Margens, passa pela integração de todos os estudos e levantamentos realizados, pois trata-se do que mais impacta visualmente o zoneamento ambiental. Este descritor está fundamentado no levantamento de campo executado no âmbito deste estudo para caracterização das margens.

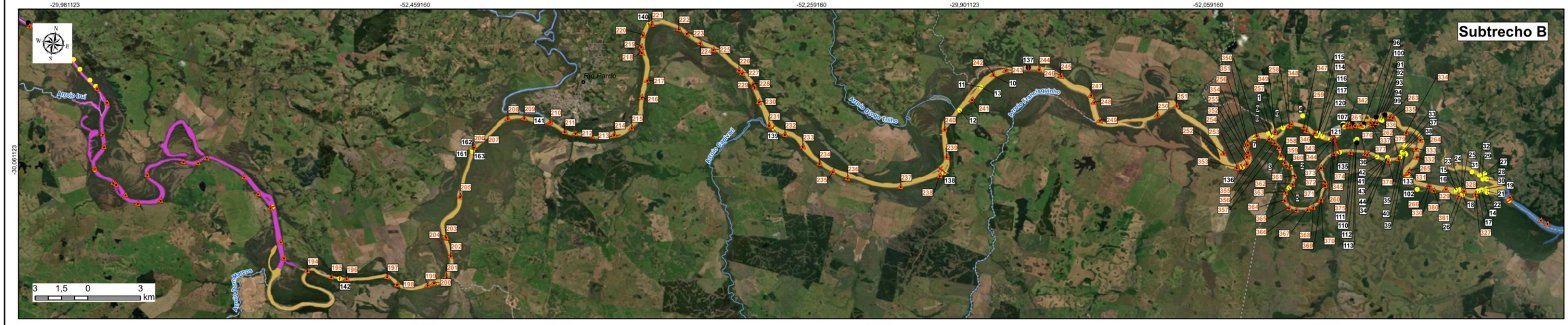
Os dados secundários disponibilizados pela FEPAM foram utilizados como subsídios para o delineamento do descritor referente ao *Bedrock* e morfologia das margens, embora tenham uma espacialidade reduzida, pois se concentraram na sua grande maioria em trechos onde ocorre a extração de material pelas empresas (Tabela 4.1).

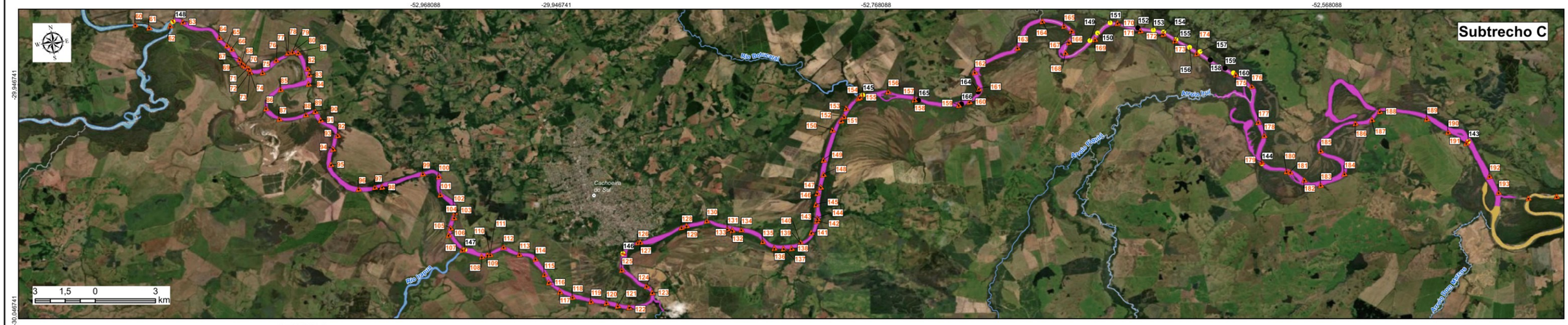
Tabela 4.1 – Detalhamento da obtenção descritores e mapa temático resultante.

Meio	Descritor	Descritores	Item do TR	Dados Avaliados	Resultado
Físico	Transporte de Sedimentos	Volume de areia aportado anualmente por segmento de rio (ton/ano)	Item 5.3	Modelo Hidrodinâmico e Hidrosedimentológico	Mapa temático com a classificação dos trechos do Rio Jacuí como erosivos ou deposicionais.
	Risco Erosivo-Hidrodinâmico	Zonas de graus de risco hidrodinâmico (incremento de velocidade) para erosão das margens e estruturas que potencialmente possam ser afetadas pela ação antrópica e hidrodinâmica natural	Item 5.4 e 5.5	Modelo Hidrodinâmico e Hidrosedimentológico	Mapa temático com a valoração do incremento de velocidade nos trechos do rio, quando submetido a extração mineral.
	Bedrock	Modelagem do leito estável (bedrock) do Rio Jacuí	Item 6.1.3	Sondagens executadas pela Profill ao longo do trecho de estudo Dados obtidos de processos de licenciamento disponibilizados pela FEPAM	Mapa temático da modelagem do leito estável, com vistas a identificar áreas com camada de sedimento passível de ser extraída ao longo do trecho em estudo
	Morfodinâmica das Margens	Morfodinâmica das Margens	Item 6.1.3	Levantamento de campo efetuado na estação chuvosa e seca Dados obtidos de processos de licenciamento disponibilizados pela FEPAM	Mapa temático da modelagem do leito estável, com vistas a identificar a intensidade de alteração das margens ao longo do trecho em estudo
Biótico	Fauna terrestre	Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre	Item 6.2.1	Mapa de uso e cobertura do solo da FZB; imagens de satélite; vistorias de campo;	Mapa temático com valoração de pontos quanto à conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre

Meio	Descritor	Descritores	Item do TR	Dados Avaliados	Resultado
	Ictiofauna	Ambientes da Ictiofauna	Item 6.2.4	Publicações sobre ictiofauna do Rio Jacuí; Publicações sobre reprodução e ecologia de comunidade de peixes; Amostragens em campo	Mapa temático com valoração de pontos quanto à relevância dos ambientes para a ictiofauna
	Macroinvertebrados Bentônicos	Mesohabitats bentônicos	Item 6.2.3	Publicações científicas; coleções científicas; imagens de satélite; Amostragem em campo em estação chuvosa e seca; estudos ambientais (licenciamento de extração de areia); Pressupostos ecologia de Rios;	Mapa temático com valoração de pontos quanto a relevância dos mesohabitats bentônicos
Socioeconômico	Socioeconomia	Pontos com maior possibilidade de dano frente a possíveis impactos da atividade de mineração	Item 7	Dados de áreas urbanas, aglomerações populacionais, balneários, praias e áreas de lazer extraídos de Prefeituras Municipais, Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Turismo e IBGE. Dados de captação de água obtidos a partir de consulta junto ao banco de dados do Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul – SIOUT, (DRHS/ SEMA).	Mapa temático com valoração de pontos quanto a relevância de áreas urbanas, aglomerações populacionais, balneários, praias, áreas de lazer e captações superficiais.







LEGENDA

- Limite municipal
- Sede municipal
- Rios principais
- Massa d'água
- Pontos Morfologia das Margens
- Pontos Sondagens Bedrock
- Sondagens seções

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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	Mapa 4.1 - Pontos de Sondagens Bedrock, de Morfologia das Margens e Seções de Sondagens	Fonte de dados:
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000 Escala: Indicada		- Sede municipal: SEMARS (2018) - Limite municipal: SEMARS (2018) - Limite estadual: IBGE (2019) - Hidrografia: DRH/SEMA (2015) - Seções topobatimétricas: Profill (2019) - Pontos descritores: Profill (2020)

4.1.1 Leito Estável (Bedrock)

O curso médio do Rio Jacuí, desde a foz do Rio Vacacaí até a foz do rio Taquari, é um rio meandrante com segmentos retilineos a sinuoso, o que caracteriza o transporte e deposição de sedimentos num sistema de barra em pontal, nos meandros curvilíneos, e um sistema com influência de canal retilíneo nos segmentos relacionados aos mesmos. Já o curso do Baixo Jacuí, aqui neste zoneamento, considerado a partir da foz do rio Taquari, tem caracteristicas de ambientes de sedimentação distintas do trecho a montante, pois neste trecho o rio assume um padrão entrelaçado. Tal modificação do padrão do leito do rio esta associado ao aporte da descarga liquida, e consequentemente da descarga sólida, do rio Taquari , que por vezes, dobra a vazão do Rio Jacuí.

Miall (1984) destaca a extrema complexidade dos fatores controladores da morfologia de um canal, tais como descarga (quantidade e variabilidade), carga de sedimentos (quantidade, tipo e granulometria), largura, profundidade, velocidade de fluxo, declividade e rugosidade do leito do canal, bem como a densidade da cobertura vegetal nas suas margens. A deposição de carga de fundo propicia o desenvolvimento de barras que obstruem a corrente e ramificam-na. A alta variabilidade na descarga de um rio está relacionada a sua capacidade de transporte, ocorrendo períodos nos quais o rio será incapaz de transportar toda sua carga de fundo, conduzindo à formação de barras e ramificação do fluxo (Miall, 1977).

A remoção de areia do leito pela execução da mineração de areia influencia na oferta de sedimentos no leito (KONDOLF, 1994). Ao remover sedimentos do leito do rio, a mineração rompe o equilíbrio existente entre a oferta de sedimentos e a capacidade de transporte do canal, induzindo o processo de incisão à montante e à jusante do local de extração, criando um gradiente de profundidade no local extraído, gerando um degrau que erode a montante através de um processo conhecido como *headcutting* (KONDOLF, 1994, 1997).

O efeito descrito na figura se intensifica à medida que o rio tem capacidade de transporte, porém não possui carga sedimentar, ocasionando a redução das cotas do leito do rio, em virtude do aprisionamento dos sedimentos dentro da cava, processo que busca regularizar a superfície de fundo do canal fluvial antropizado. O entendimento deste processo denota a necessidade de delinear as espessuras da camada de sedimento sobrepostas às exposições geológicas, que compõem o substrato do leito do Rio Jacuí ao longo do trecho de estudo.

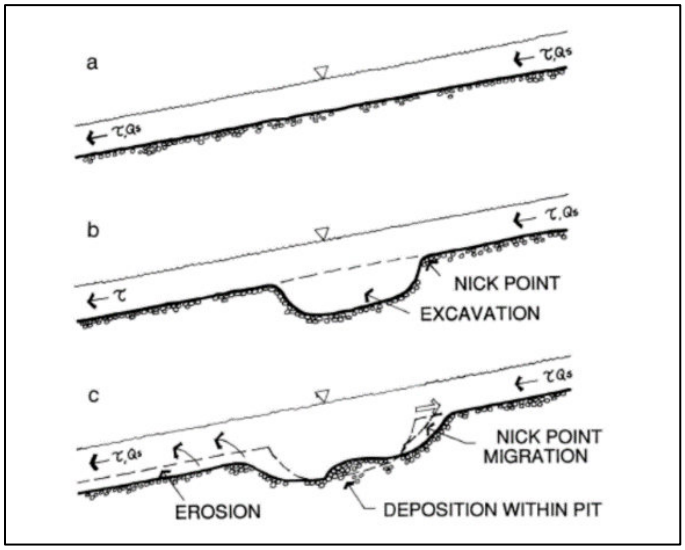


Figura 4.1 – Evolução do degrau (*nickpoint*): a) situação inicial, anterior a escavação; b) a escavação cria o nickpoint que por sua vez apanha e aprisiona os sedimentos na cava interrompendo o transporte de sedimentos no canal (o canal ainda tem a capacidade de transporte porém não possui a carga sedimentar); c) o *nickpoint* migra à jusante e o efeito *hungry water* erode o leito do canal sentido jusante (Kondolf, 1994, 1997, Abbatepaulo, 2018).

A espessura da camada de areia sobre o leito estável neste estudo foi obtido através da utilização de dados oriundos de 26 boletins de sondagens executadas nas seções deste trabalho e 140 boletins de sondagem que compoem os processos de licenciamento ambiental disponibilizados pela FEPAM (Tabela 4.2). Nos boletins de sondagem foram coletadas as cotas superiores e inferiores da camada de sedimento, definindo assim a espessura de sedimento depositado.

Tabela 4.2 – Informações utilizados para produção do mapa temático - Leito Estável (Bedrock).

Identificação	Latitude	Longitude	Cota Inicial	Cota Final	Espessura (m)
1	-29,937	-52,0161	-0,2	-6,5	6,3
2	-29,952	-52,0038	-0,897	-11,1	12
3	-29,948	-52,0096	0,015	-6,99	7
4	-29,925	-52,0021	-0,732	-8,73	8
5	-29,962	-52,0026	-0,056	-9,06	9
6	-29,933	-52,0109	-2,001	-8,5	6,5
7	-29,94	-52,0243	-0,129	-6,03	5,9
8	-29,937	-52,0178	-1,745	-7,75	6
9	-29,937	-52,0161	-0,2	-6,5	6,3
10	-29,932	-52,1614	-0,176	-9,18	9
11	-29,939	-52,1668	0,831	-6,17	7
12	-29,952	-52,1756	-3,422	-6,42	3
13	-29,939	-52,1668	0,831	-6,17	7
14	-29,946	-51,9054	-2,732	-6,28	3,6
15	-29,949	-51,9181	-3,263	-10,61	7,4
16	-29,949	-51,9183	-2,935	-12,94	10

Identificação	Latitude	Longitude	Cota Inicial	Cota Final	Espessura (m)
17	-29,947	-51,907	-3,223	-10,72	7,5
18	-29,948	-51,9144	-3,763	-11,76	8
19	-29,945	-51,9029	-4,39	-4,84	0,5
20	-29,946	-51,9026	-4,43	-6,03	1,6
21	-29,946	-51,9026	-4,39	-6,04	1,7
22	-29,947	-51,9023	-2,41	-7,41	5
23	-29,948	-51,9159	-3,28	-5,28	2
24	-29,948	-51,9155	-4,27	-4,97	0,7
25	-29,949	-51,9148	-5,87	-6,07	0,2
26	-29,95	-51,9145	1,23	-5,37	6,6
27	-29,938	-51,9051	-4,52	-7,12	2,6
28	-29,939	-51,9054	-5,48	-5,68	0,2
29	-29,941	-51,9057	-3,98	-4,48	0,5
30	-29,94	-51,9037	-3,432	-6,43	3
31	-29,938	-51,9117	-2,802	-10,59	7,8
32	-29,939	-51,9078	-3,322	-6,02	2,7
33	-29,931	-51,948	-2,596	-6,4	3,8
34	-29,939	-51,9548	-0,093	-12,99	12,9
35	-29,937	-51,9493	-1,783	-5,78	4
36	-29,939	-51,9609	-1,047	-5,05	4
37	-29,934	-51,9488	-0,89	-6,89	6
38	-29,934	-51,9482	-2,95	-5,95	3
39	-29,935	-51,9469	-3,55	-5,95	2,4
40	-29,935	-51,9466	-1,95	-6,45	4,5
41	-29,938	-51,9558	-1,43	-4,53	3,1
42	-29,939	-51,9557	-3,23	-4,73	1,5
43	-29,939	-51,9557	-3,13	-5,03	1,9
44	-29,94	-51,9562	-2,12	-3,83	1,7
45	-29,942	-51,6698	-9,605	-17,26	7,7
46	-29,945	-51,6671	-5,89	-17,64	11,8
47	-29,941	-51,6683	-5,99	-10,99	5
48	-29,942	-51,6672	-9,05	-12,55	3,5
49	-29,946	-51,6676	-6,31	-12,91	6,6
50	-29,947	-51,6681	-4,85	-6,25	1,4
51	-29,944	-51,6873	-2,46	-6,46	4
52	-29,945	-51,6852	-9,196	-15,7	6,5
53	-29,947	-51,6841	-8,691	-15,69	7
54	-29,941	-51,6794	-3,83	-7,13	3,3
55	-29,943	-51,6791	-8,69	-9,39	0,7
56	-29,946	-51,6789	-10,36	-11,66	1,3
57	-29,948	-51,6787	-2,36	-5,16	2,8
58	-29,943	-51,6998	-3,05	-9,95	6,9
59	-29,946	-51,7001	-7,75	-11,15	3,4
60	-29,949	-51,7003	-8,05	-14,15	6,1
61	-29,952	-51,7003	-8,69	-9,99	1,3
62	-29,945	-51,7109	-9,01	-12,21	3,2

Identificação	Latitude	Longitude	Cota Inicial	Cota Final	Espessura (m)
63	-29,947	-51,7107	-7,71	-8,91	1,2
64	-29,949	-51,7108	-6,64	-8,04	1,4
65	-29,951	-51,7103	-3,15	-6,85	3,7
66	-29,944	-51,6892	-3,071	-5,35	2,3
67	-29,946	-51,6888	-7,041	-8,74	1,7
68	-29,95	-51,6879	-6,631	-11,13	4,5
69	-29,945	-51,6988	-2,872	-15,47	12,6
70	-29,948	-51,6991	-8,102	-14,5	6,4
71	-29,941	-51,6794	-3,83	-7,13	3,3
72	-29,943	-51,6791	-8,69	-9,39	0,7
73	-29,946	-51,6789	-10,36	-11,66	1,3
74	-29,948	-51,6787	-2,36	-5,16	2,8
75	-29,943	-51,6998	-3,05	-9,95	6,9
76	-29,946	-51,7001	-7,75	-11,15	3,4
77	-29,949	-51,7003	-8,05	-14,15	6,1
78	-29,952	-51,7003	-8,69	-9,99	1,3
79	-29,945	-51,7109	-9,01	-12,21	3,2
80	-29,947	-51,7107	-7,71	-8,91	1,2
81	-29,949	-51,7108	-6,64	-8,04	1,4
82	-29,951	-51,7103	-3,15	-6,85	3,7
83	-29,946	-51,7043	-2,86	-14,9	12
84	-29,949	-51,7046	-6,602	-13,7	7,1
85	-29,942	-51,6749	-8,43	-19,93	11,5
86	-29,946	-51,6745	-7,23	-19,33	12,1
87	-29,945	-51,6937	-6,351	-11,85	5,5
88	-29,948	-51,694	-7,861	-15,86	8
89	-29,948	-51,7135	-6,447	-14,35	7,9
90	-29,95	-51,7141	-9,552	-16,8	7,3
91	-29,919	-51,965	2,08	-5,17	7,3
92	-29,92	-51,964	-4,89	-7,59	2,7
93	-29,92	-51,963	-4,59	-7,69	3,1
94	-29,92	-51,9617	-1,49	-7,69	6,2
95	-29,923	-51,9708	-3,44	-6,89	3,5
96	-29,924	-51,9708	-4,43	-7,03	2,6
97	-29,925	-51,9707	-4,36	-5,63	1,3
98	-29,925	-51,9709	-1,83	-6,58	4,8
99	-29,917	-51,9609	-5,336	-13,64	8,3
100	-29,923	-51,9652	-4,448	-10,45	6
101	-29,925	-51,9716	-2,919	-13,12	10,2
102	-29,952	-51,9379	-7,42	-12,12	4,7
103	-29,951	-51,8319	-5,93	-6,43	0,5
104	-29,952	-51,8321	-7,21	-8,21	1
105	-29,954	-51,832	-5,41	-6,91	1,5
106	-29,925	-51,981	-1,65	-3,35	1,7
107	-29,925	-51,9799	-6,65	-6,9	0,3
108	-29,926	-51,9799	-7,65	-7,95	0,3

Identificação	Latitude	Longitude	Cota Inicial	Cota Final	Espessura (m)
109	-29,927	-51,98	-1,39	-8,89	7,5
110	-29,932	-51,9726	-0,31	-6,61	6,3
111	-29,932	-51,9732	-3,74	-8,34	4,6
112	-29,933	-51,9727	-4,91	-10,01	5,1
113	-29,933	-51,9724	-4,51	-9,61	5,1
114	-29,932	-51,9926	1,07	-4,43	5,5
115	-29,932	-51,9928	-4,6	-7,8	3,2
116	-29,933	-51,993	-3,3	-6,8	3,5
117	-29,934	-51,9933	-0,4	-6,3	5,9
118	-29,926	-51,9809	-4,621	-9,12	4,5
119	-29,931	-51,9831	-0,531	-12,03	11,5
120	-29,933	-51,9903	-3,453	-9,55	6,1
121	-29,934	-51,986	-3,183	-8,18	5
122	-29,925	-51,9765	-3,929	-12,93	9
123	-29,972	-51,4178	-8,5	-20	11,5
124	-29,948	-51,3079	-10,4	-20	9,6
125	-29,959	-51,455	-9,7	-14,9	5,2
126	-29,932	-51,4973	-5	-12,7	7,7
127	-29,927	-51,5731	-4,7	-7,5	2,8
128	-29,945	-51,6732	-5,7	-12,7	7
129	-29,948	-51,7137	-8,5	-12,7	4,2
130	-29,926	-51,6318	-6,7	-9,7	3
131	-29,956	-51,7644	-3,7	-7,8	4,1
132	-29,949	-51,8904	-10,5	-12,5	2
133	-29,945	-51,944	-3,4	-5,9	2,5
134	-29,934	-51,9845	-6,7	-7,5	0,8
135	-29,94	-51,9802	-5,5	-7,7	2,2
136	-29,956	-52,028	-4,5	-6,4	1,9
137	-29,925	-52,1448	-5,3	-7,5	2,2
138	-29,985	-52,1778	-2,3	-4,7	2,4
139	-29,978	-52,2681	-5,7	-6,9	1,2
140	-29,937	-52,34	-6,7	-7,8	1,1
141	-29,995	-52,3812	-5,5	-6,7	1,2
142	-30,092	-52,4733	-5,1	-6,1	1
143	-30,062	-52,5134	-11,2	-11,7	0,5
144	-30,059	-52,6065	-7,5	-7,55	0,05
145	-30,004	-52,7794	-8,9	-9,1	0,2
146	-30,059	-52,8957	-4,7	-5,2	0,5
147	-30,048	-52,9657	-4,5	-4,9	0,4
148	-29,928	-53,081	-5,5	-6	0,5
149	-29,994	-52,6751	-6,5	-10,3	3,8
150	-29,991	-52,6713	-6,75	-10,5	3,75
151	-29,987	-52,6651	-9,6	-11,9	2,3
152	-29,991	-52,653	-6,8	-8,6	1,8
153	-29,993	-52,6463	-7,7	-9,05	1,35
154	-29,995	-52,6418	-7,25	-8,3	1,05

Identificação	Latitude	Longitude	Cota Inicial	Cota Final	Espessura (m)
155	-29,999	-52,6368	-7,3	-9,15	1,85
156	-30,003	-52,6313	-7,1	-10	2,9
157	-30,006	-52,6269	-8,5	-10,5	2
158	-30,01	-52,6229	-7,25	-12	4,75
159	-30,015	-52,6169	-8,5	-12,5	4
160	-30,017	-52,6134	-8,7	-12,5	3,8
161	-30,017	-52,4176	-4,4	-8,5	4,1
162	-30,016	-52,4178	-4,9	-8,8	3,9
163	-30,015	-52,4172	-5,5	-8,9	3,4
164	-30,01	-52,7279	11,44	7,04	4,4
165	-30,01	-52,755	12,74	7,24	5,5
166	-30,014	-52,7362	10,5	8,3	2,2

O critério de valoração das espessuras ocorreu através do estabelecimento de 4 classes, sendo a classe 4 entre 0 e 1 metro de espessura, pois esta espessura de camada de sedimento configura o limite de intervenção mínimo definidos nos licenciamentos. As demais classes representam a valoração a partir da ponderação técnica na pontuação deste descritor (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Classificação da espessura da camada de sedimento com base na profundidade de ocorrência do *Bedrock*.

Espessura da camada de sedimento	Valor
< 5m	1
3< espessura ≤ 5 m	2
1< espessura ≤ 3 m	3
0 -1 m	4

Os resultados obtidos indicam que 10% dos pontos utilizados são de Classe 4 (0-1 m), já 40% das sondagens representam espessuras da camada sedimentar maiores que 5 metros.

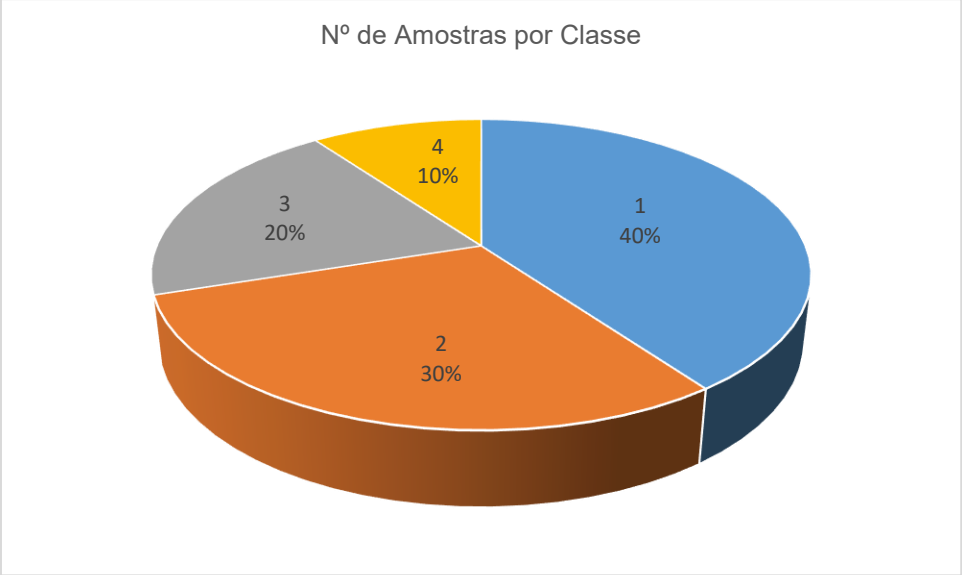


Figura 4.2 - Porcentagem das classes de espessura da camada de sedimento.

Cabe salientar, que a distribuição espacial dos pontos utilizados para a análise deste descritor está concentrada nas áreas de licenciamento ambiental, já que cerca de 85 % dos pontos utilizados foram gerados a partir de informações dos processos de licenciamento ambiental disponibilizados.

O diagrama a seguir ilustra a metodologia de avaliação do descritor “Leito Estável (*Bedrock*)” até a elaboração do respectivo mapa temático.

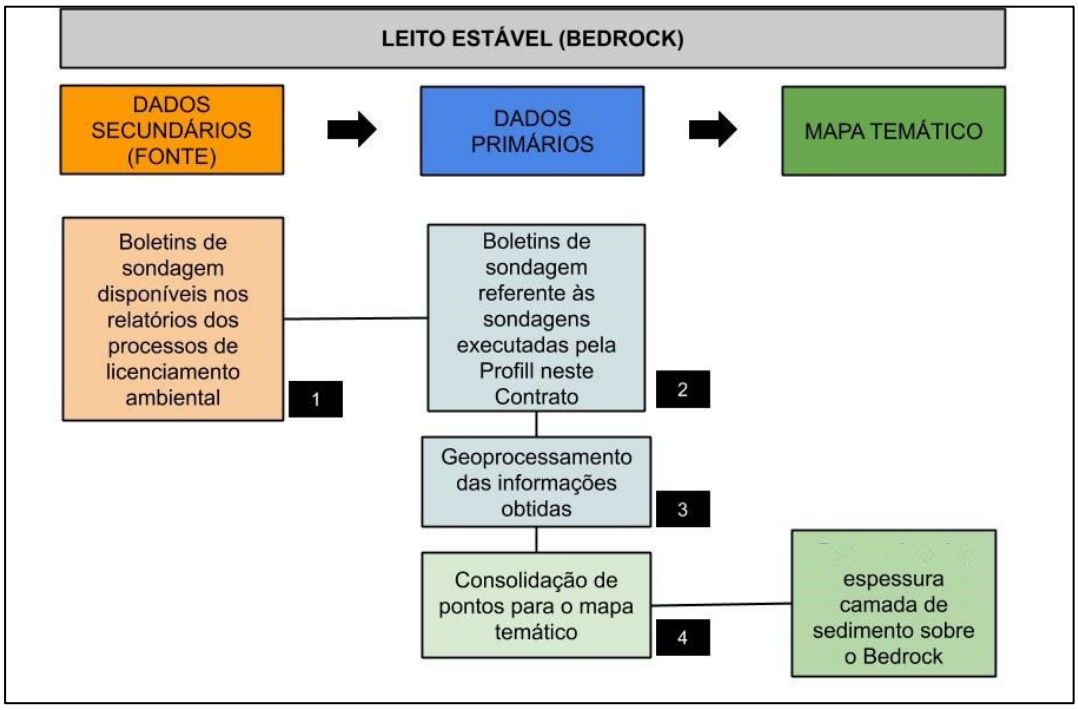


Figura 4.3 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Leito Estável (Bedrock)” até a elaboração do respectivo mapa temático.

Descrição dos passos:

Etapa 1 – Coleta e análise dos boletins de sondagem existentes nos processos de licenciamento ambiental disponibilizados;

Etapa 2 - Coleta e análise dos dados secundários e sondagens efetuadas ao longo das 26 seções executadas pela Profill;

Etapa 3 – Geoprocessamento das informações obtidas nos processos;

Etapa 4 – Elaboração de critérios de valoração e análise de hotspots dos pontos valorados de calor com base nas espessuras das camadas de sedimento assentada sobre o leito estável do trecho em estudo.

4.1.2 Morfodinâmica das Margens

A erosão das margens compreende um descritor que, por conspicuidade, é de conhecimento geral, uma vez que é visível a todos que circulam no Rio Jacuí e que ocorre na porção emersa do leito. A classificação para erosão das margens parte da realidade natural do sistema fluvial, ou melhor, de sua geomorfologia fluvial, uma vez que o sistema sedimentar é um sistema erosivo deposicional, com “destruição e reconstrução” das margens ao longo do tempo.

Desta maneira, separar o que é erosão natural do que possa a vir ser erosão com influência antrópica sem um monitoramento contínuo e ou estudos de balanço de massa pode ser bastante complexo e, neste caso, optou-se por considerar o que de mais relevante foi identificado ao longo do diagnóstico, ao longo do levantamento de campo com um total de 318 pontos de controle, considerando a composição do talude da margem (rocha ou solo) associado a presença ou não de vegetação nas margens Figura 4.4 a Figura 4.16.

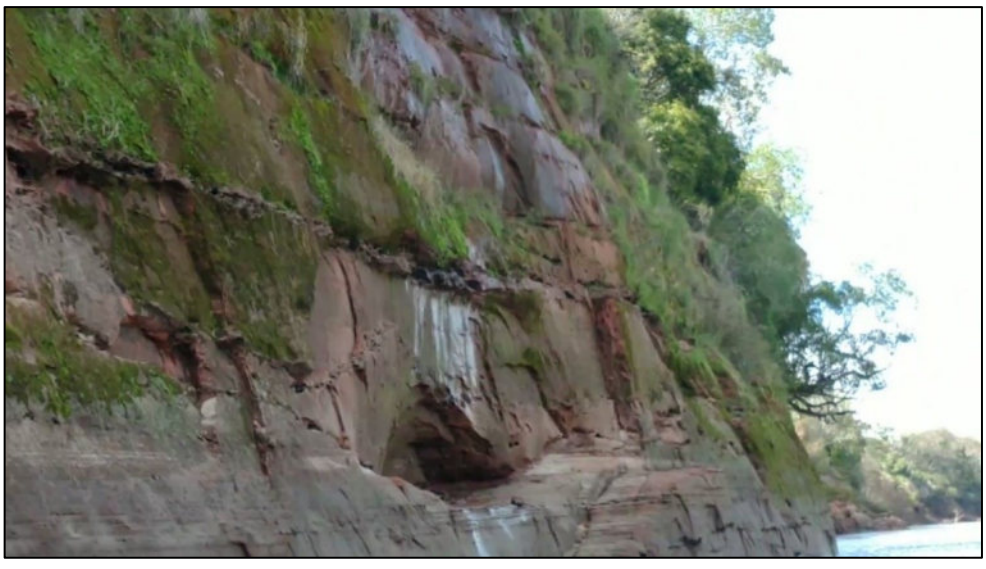


Figura 4.4 – Arenito conglomerático da Formação Sanga do Cabral exposto pelo sistema de falhas existente na região em estudo (ponto 90).



Figura 4.5 – Conglomerado da Formação Sanga do Cabral aflorando na margem esquerda (ponto 093).



Figura 4.6 – Ponto 84 na margem esquerda (margem erosiva) onde se observa o dique em primeiro plano e a margem com erosão da margem e sem vegetação na porção erodida.



Figura 4.7 – Ponto 84 na margem direita (margem deposicional) onde se observa a erosão da margem, mas com vegetação na porção superior, mas não no talude.



Figura 4.8 – Margem esquerda, margem côncava e erosiva, com princípio de erosão (Ponto 112).



Figura 4.9 – Rocha arenitica exposta na margem esquerda, no ponto 170, onde se observa também que sua exposição está associada ao sistema de falhas e fraturas existente na região.

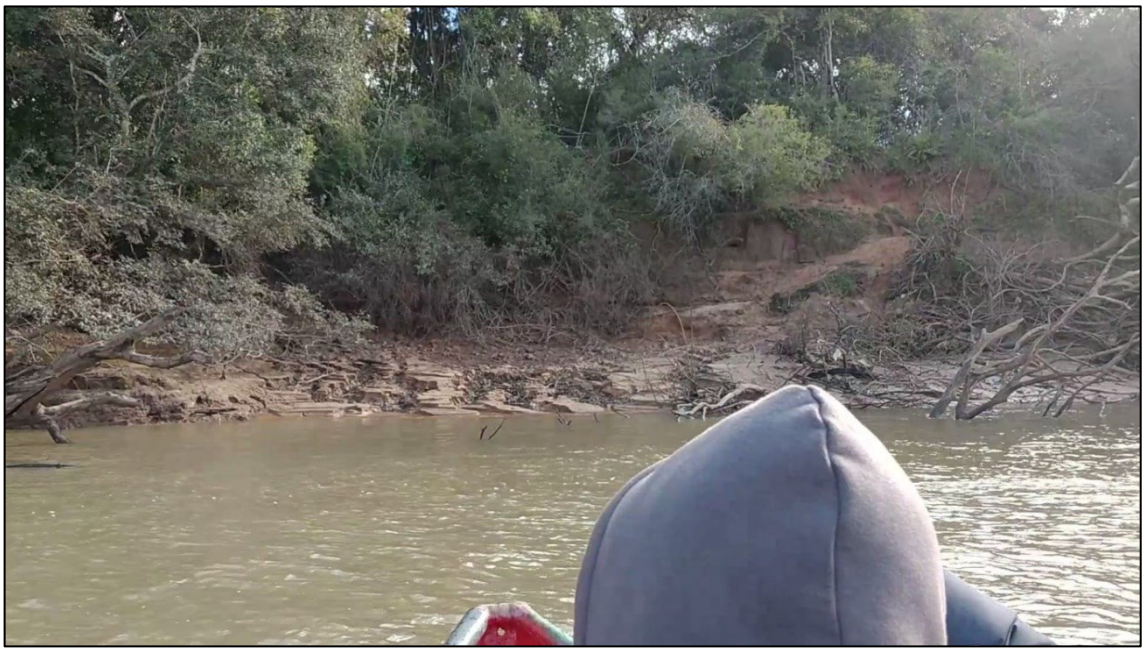


Figura 4.10 – Margem direita, margem deposicional, com princípio de erosão ocasionado pela foz do Arroio São Nicolau, ponto 139.



Figura 4.11 – Margem direita, margem erosiva, com erosão da margem e ausência total de vegetação ciliar, por uma extensão de 600 m, a jusante do Ponto 168.



Figura 4.12 – Rocha siltitica exposta na margem direita, na base do talude, e princípio de erosão (ponto 197).



Figura 4.13 – Margem direita, margem deposicional Barra em pontal (submersa) que ocorre no ponto 221.



Figura 4.14 – Margem esquerda, ponto 221, margem erosiva, com erosão da margem e sem vegetação ciliar.



Figura 4.15 – Rochas arenítica expostas na margem esquerda, no Ponto 250, cujo afloramento se estende por aproximadamente 500 m, tendo até 20 m de altura.



Figura 4.16 – Margem direita, margem erosiva, com erosão e ausência total de vegetação ciliar em extensão de 400 m, Ponto 253.

O levantamento de campo foi consolidado através da geração de 381 pontos, 59 pontos foram criados para reconhecimento regional dos condicionantes geológicos e geomorfológicos, buscando atender o solicitado no Termo de Referência (Itens 6.1.2 e 6.1.3), além 318 para consolidar a malha de amostragem que gera o descritor que compõem o mapa temático (Tabela 4.4).

Tabela 4.4 – Localização dos pontos de controle.

Ponto	Latitude	Longitude	Ponto	Latitude	Longitude
60	-29,927192	-53,097983	219	-29,948453	-52,341712
61	-29,929362	-53,092021	220	-29,942612	-52,341852
62	-29,929791	-53,082573	221	-29,936266	-52,338396
63	-29,928892	-53,076671	222	-29,936265	-52,324443
64	-29,938063	-53,061438	223	-29,937806	-52,319912
65	-29,942097	-53,058554	224	-29,941404	-52,312253
66	-29,944023	-53,056679	225	-29,9437	-52,305112
67	-29,949033	-53,053919	226	-29,951687	-52,290338
68	-29,950772	-53,053205	227	-29,95287	-52,288539
69	-29,951671	-53,052414	228	-29,957328	-52,28216
70	-29,95231	-53,05182	229	-29,958885	-52,280968
71	-29,953566	-53,050307	230	-29,965879	-52,277538
72	-29,955331	-53,050001	231	-29,976876	-52,270312
73	-29,955361	-53,049983	232	-29,97996	-52,261509
74	-29,955362	-53,049984	233	-29,984321	-52,25141
75	-29,95629	-53,044434	234	-29,991472	-52,241569
76	-29,951597	-53,037607	235	-29,994364	-52,234029
77	-29,949322	-53,032175	236	-29,996388	-52,22604
78	-29,949147	-53,03177	237	-29,995869	-52,198538
79	-29,949046	-53,029859	238	-29,98693	-52,179743
80	-29,949048	-53,029838	239	-29,976851	-52,177989
81	-29,949733	-53,02736	240	-29,963113	-52,181362
82	-29,957298	-53,024136	241	-29,94576	-52,170141
83	-29,960108	-53,023802	242	-29,931237	-52,161667
84	-29,964188	-53,024763	243	-29,927996	-52,155789
85	-29,964831	-53,037476	244	-29,924501	-52,139138
86	-29,97238	-53,045116	245	-29,925834	-52,12779
87	-29,977872	-53,039899	246	-29,925784	-52,127428
88	-29,977651	-53,027819	247	-29,932949	-52,110556
89	-29,976688	-53,023711	248	-29,936153	-52,108343
90	-29,976829	-53,023458	249	-29,944794	-52,103844
91	-29,9809	-53,021574	250	-29,937076	-52,075337
92	-29,988559	-53,014869	251	-29,930466	-52,066508
93	-29,988824	-53,015061	252	-29,950288	-52,038606
94	-29,994625	-53,017919	253	-29,956119	-52,030497
95	-30,001345	-53,019737	254	-29,953563	-52,026005
96	-30,013843	-53,009076	255	-29,948472	-52,026596
97	-30,014095	-53,001753	256	-29,943129	-52,027328
98	-30,014506	-52,99847	257	-29,935155	-52,014449
99	-30,011115	-52,979581	258	-29,930836	-52,007813
100	-30,013292	-52,972717	259	-29,931745	-51,998807
101	-30,02149	-52,973112	260	-29,933328	-51,984819
102	-30,027845	-52,967949	261	-29,925632	-51,976909
103	-30,030225	-52,967774	262	-29,922871	-51,966336
104	-30,03259	-52,968441	263	-29,917381	-51,958033

Ponto	Latitude	Longitude	Ponto	Latitude	Longitude
105	-30,036898	-52,970632	264	-29,926129	-51,940711
106	-30,039884	-52,971957	265	-29,942669	-51,943437
107	-30,04731	-52,966879	266	-29,948638	-51,932334
108	-30,05153	-52,958601	267	-29,946921	-51,890333
109	-30,051132	-52,955985	268	-29,955816	-51,872725
110	-30,051181	-52,954711	269	-29,957007	-51,869101
111	-30,051182	-52,954709	270	-29,959758	-51,851133
112	-30,048593	-52,948385	271	-29,953713	-51,844589
113	-30,052883	-52,941723	272	-29,951625	-51,831805
114	-30,055867	-52,934973	273	-29,950661	-51,817907
115	-30,063251	-52,931929	274	-29,951994	-51,809681
116	-30,067127	-52,930422	275	-29,953402	-51,802942
117	-30,07204	-52,926113	276	-29,957987	-51,790421
118	-30,075137	-52,920825	277	-29,960718	-51,785386
119	-30,07817	-52,912927	278	-29,960414	-51,781746
120	-30,0798	-52,906171	279	-29,959326	-51,775102
121	-30,081834	-52,901307	280	-29,95593	-51,762069
122	-30,083164	-52,896328	281	-29,961945	-51,750052
123	-30,078122	-52,88516	282	-29,964815	-51,743416
124	-30,074814	-52,8873	283	-29,961909	-51,735185
125	-30,066153	-52,897263	284	-29,958516	-51,731778
126	-30,055025	-52,888411	285	-29,950531	-51,725249
127	-30,055008	-52,887284	286	-29,94857	-51,717211
128	-30,051058	-52,868075	287	-29,945838	-51,706122
129	-30,050694	-52,865705	288	-29,944841	-51,689378
130	-30,049661	-52,856501	289	-29,943461	-51,680392
131	-30,054555	-52,847814	290	-29,941268	-51,671043
132	-30,055504	-52,845703	291	-29,941268	-51,670856
133	-30,055498	-52,845701	292	-29,941919	-51,655235
134	-30,055734	-52,841708	293	-29,943897	-51,637973
135	-30,062388	-52,832939	294	-29,943559	-51,618151
136	-30,066052	-52,828188	295	-29,941879	-51,601853
137	-30,0668	-52,824128	296	-29,940134	-51,592639
138	-30,067232	-52,820512	297	-29,939544	-51,591732
139	-30,065882	-52,816169	298	-29,926718	-51,578842
140	-30,065099	-52,816234	299	-29,924204	-51,57388
141	-30,061456	-52,810855	300	-29,922729	-51,566052
142	-30,056657	-52,807731	301	-29,918081	-51,564643
143	-30,055653	-52,807183	302	-29,911914	-51,557388
144	-30,055638	-52,80722	303	-29,913254	-51,549714
145	-30,049262	-52,807028	304	-29,920695	-51,523044
146	-30,044372	-52,80576	305	-29,918608	-51,513028
147	-30,041947	-52,803806	306	-29,924425	-51,523573
148	-30,036426	-52,801808	307	-29,927154	-51,519429
149	-30,030069	-52,800869	308	-29,927722	-51,499627
150	-30,017322	-52,795091	309	-29,938174	-51,487242

Ponto	Latitude	Longitude	Ponto	Latitude	Longitude
151	-30,013744	-52,790648	310	-29,940408	-51,482084
152	-30,01213	-52,789034	311	-29,941916	-51,477147
153	-30,008489	-52,787575	312	-29,949802	-51,462622
154	-30,00493	-52,781625	313	-29,956913	-51,452081
155	-30,004553	-52,780847	314	-29,961223	-51,443333
156	-30,003737	-52,767992	315	-29,970489	-51,41116
157	-30,008956	-52,756749	316	-29,968974	-51,386738
158	-30,008985	-52,756772	317	-29,966554	-51,364684
159	-30,014217	-52,737437	318	-29,964288	-51,356217
160	-30,01336	-52,732469	319	-29,95954	-51,339766
161	-30,008203	-52,727494	320	-29,957332	-51,332998
162	-30,000578	-52,728233	321	-29,953671	-51,321738
163	-29,992449	-52,707805	322	-29,951367	-51,310017
164	-29,982277	-52,695094	327	-29,94844104	-51,90800099
165	-29,985714	-52,685801	328	-29,94788499	-51,91398198
166	-29,988279	-52,682698	329	-29,94855403	-51,92339896
167	-29,993156	-52,684552	330	-29,94851103	-51,93175002
168	-29,997642	-52,686768	331	-29,94341601	-51,94353003
169	-29,99359	-52,672742	332	-29,93513703	-51,94088001
170	-29,987694	-52,661784	333	-29,93104097	-51,94199396
171	-29,992616	-52,652176	334	-29,92371703	-51,94845297
172	-29,995513	-52,642262	335	-29,91729699	-51,95650002
173	-29,999168	-52,637489	336	-29,92134403	-51,96392303
174	-30,006086	-52,628569	337	-29,92171199	-51,96738501
175	-30,017919	-52,612517	338	-29,92388399	-51,97199799
176	-30,024064	-52,606213	339	-29,92470399	-51,97480098
177	-30,040427	-52,605537	340	-29,92508403	-51,97712
178	-30,046627	-52,603704	341	-29,92508797	-51,97731002
179	-30,058317	-52,606434	342	-29,92563103	-51,97882304
180	-30,063921	-52,596008	343	-29,93330198	-51,98414102
181	-30,064528	-52,594416	344	-29,93337097	-51,98434596
182	-30,068934	-52,588684	345	-29,93344297	-51,98458199
183	-30,072181	-52,581702	346	-29,93201897	-51,99451396
184	-30,068593	-52,570512	347	-29,93001401	-52,00052999
185	-30,05693	-52,579554	348	-29,92952401	-52,00703904
186	-30,047006	-52,562453	349	-29,93512203	-52,01463598
187	-30,046388	-52,55487	350	-29,93854101	-52,02343999
188	-30,043239	-52,550869	351	-29,94389101	-52,02727899
189	-30,049492	-52,530497	352	-29,94986102	-52,02652403
190	-30,056602	-52,521857	353	-29,95653503	-52,03075203
191	-30,06264	-52,514451	354	-29,94769799	-52,026274
192	-30,078772	-52,506262	355	-29,93901601	-52,01697201
193	-30,086574	-52,503191	356	-29,940653	-52,013848
194	-30,090938	-52,490283	357	-29,94262199	-52,01117501
195	-30,091921	-52,477679	358	-29,94620098	-52,00958999
196	-30,091545	-52,469742	359	-29,94956799	-52,00698598

Ponto	Latitude	Longitude	Ponto	Latitude	Longitude
197	-30,086955	-52,449454	360	-29,95155903	-52,00419003
198	-30,089962	-52,443817	361	-29,95543398	-52,00077097
199	-30,087491	-52,428254	362	-29,95990204	-52,00092302
200	-30,085786	-52,425369	363	-29,96449498	-52,00391502
201	-30,081649	-52,419499	364	-29,96862802	-52,00364403
202	-30,070608	-52,41934	365	-29,97209301	-52,00073702
203	-30,062105	-52,423298	366	-29,97241999	-51,99681102
204	-30,061725	-52,423303	367	-29,97119104	-51,99118903
205	-30,04	-52,419816	368	-29,96962999	-51,98867597
206	-30,014027	-52,417236	369	-29,96546997	-51,98543603
207	-30,009751	-52,413865	370	-29,96506596	-51,98535799
208	-29,996516	-52,402691	371	-29,95762099	-51,98464
209	-29,994899	-52,394443	372	-29,95584503	-51,98483597
210	-29,994502	-52,381007	373	-29,94896198	-51,98823701
211	-29,998103	-52,372815	374	-29,94082801	-51,98271501
212	-29,99806	-52,367321	375	-29,93870898	-51,97467903
213	-29,997865	-52,358709	376	-29,93809601	-51,967297
214	-29,995126	-52,347574	377	-29,93819802	-51,96606503
215	-29,990192	-52,339382	378	-29,93985898	-51,95491601
216	-29,973873	-52,337041	379	-29,93771103	-51,94982802
217	-29,964927	-52,335655	380	-29,95038698	-51,92938398
218	-29,951393	-52,340946	381	-29,95102703	-51,91631198

O levantamento de campo permitiu identificar e categorizar um padrão de afloramento das margens que pode ser observado entre a Figura 4.4 e a Figura 4.16. Observou-se que a presença de vegetação ciliar associada a extensão e largura da mesma são determinantes na preservação e contenção da erosão, principalmente nos locais de margem erosiva natural. Sendo assim, a classificação não levou somente em conta o fato de ser margem erosiva, construtiva ou neutra, mas sim as condições atuais onde se desenvolve, ou não, o processo erosivo e sua magnitude (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 - Tabela de classificação da Morfodinâmica das margens.

Morfodinâmica das margens	Valor
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

Dados secundários dos processos de licenciamento disponibilizados foram consultados, porém como os mesmos são pontuais e não representativos de toda a área de estudo, a valoração foi realizada somente nos pontos de controle de campo. Destes, 262 pontos de controle foram cadastrados entre agosto e outubro de 2019, em época de cheia, e 56 foram cadastrados em março de 2020, em época de seca, entre a barragem de Amarópolis

e Balneário Monte Alegre. Antes deste levantamento de campo, foram cadastrados mais quatro pontos fora do leito do Rio Jacuí.

O diagrama a seguir ilustra a metodologia de avaliação do descritor “Morfodinâmica das margens” até a elaboração do respectivo mapa temático.

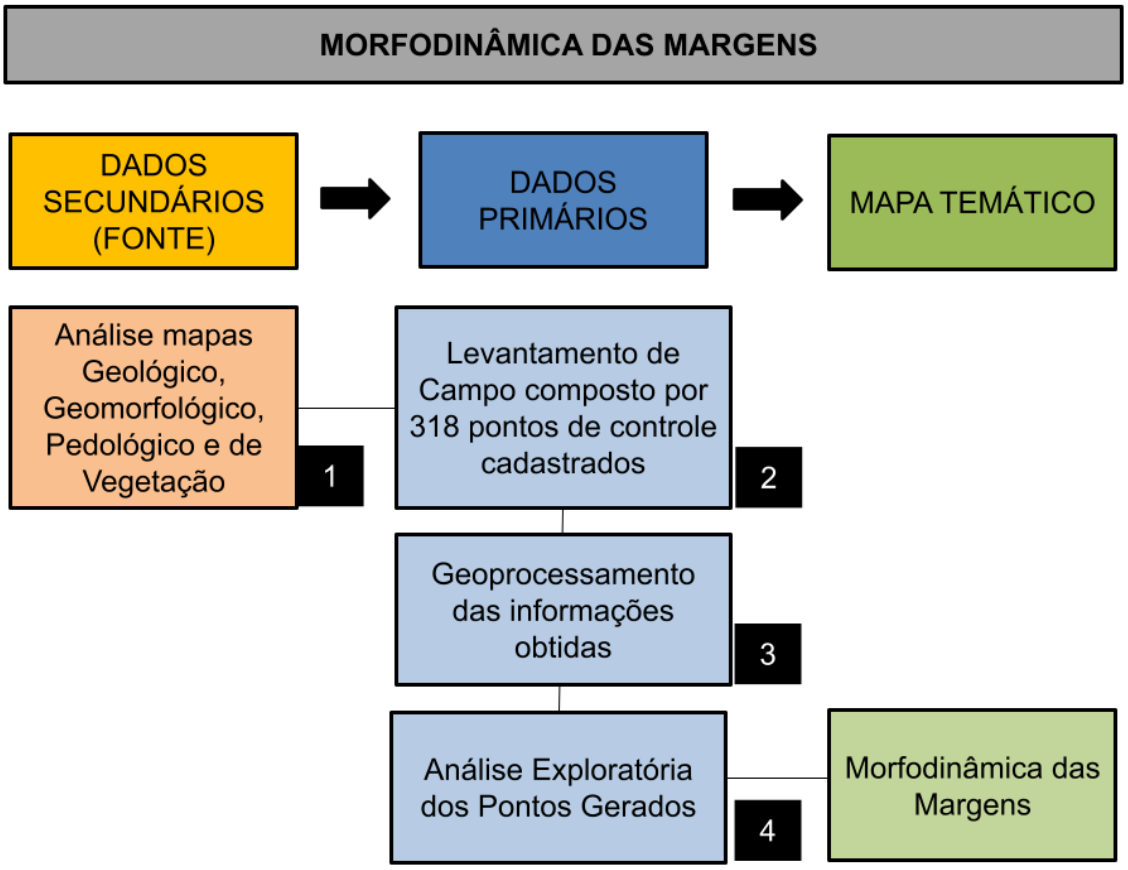


Figura 4.17 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Morfodinâmica das Margens” até a elaboração do respectivo mapa temático.

Descrição dos passos:

Etapa 1 – Análise dos dados secundários e dos mapas regionais de geologia e geomorfologia e do Mapa de Vegetação realizado pela antiga FZB/RS;

Etapa 2 – Levantamento de campo para avaliação das condições atuais das margens, dos processos erosivos e deposicionais e suas interações com avaliação da cobertura vegetal das margens;

Etapa 3 – Geoprocessamento dos dados obtidos em campo e cruzamento destas informações com as imagens aéreas da década de 1960 com as imagens atuais;

Etapa 4 – Elaboração de critérios e análise de hotspots dos pontos valorados com base nas condições atuais onde se desenvolve, ou não, o processo erosivo e sua magnitude no trecho em estudo.

4.1.3 Qualidade das Águas e Sedimentos

Ainda no contexto do meio físico, foram selecionadas duas variáveis para serem consideradas como descritoras dos processos relacionados à mineração de areia no Rio Jacuí: a qualidade das águas superficiais e a qualidade dos sedimentos de fundo.

De acordo com o que se pode perceber da descrição metodológica do Capítulo 3, para que uma variável seja útil ao processo decisório de apoio ao zoneamento da mineração, dois requisitos se fazem necessários:

- Que a variável tenha um tamanho de amostra (número de pontos) que seja representativo, de modo a possibilitar o ajuste do método propostos: verificação do teste de hipótese para a classificação como *hotspots*. Este requisito determina que o tamanho das amostras seja superior a 30 pontos.

- Que a variável tenha uma variabilidade espacial que permita a identificação de áreas mais, ou menos, sensíveis, críticas ou impactadas. Assim, variáveis constantes (monótonas – sem variação) não agregam informação para o apoio a tomada de decisão no zoneamento.

Conforme será mostrado a seguir as variáveis tratadas neste item não atendem aos requisitos acima descritos. Enquanto a qualidade da água tem um comportamento uniforme em toda a área de estudo (quesito 2), os pontos de amostragem de sedimentos totalizam 25 amostras, não permitindo o ajuste do teste de hotspots (quesito 1), além de também apresentarem um comportamento homogêneo no trecho estudado.

A impossibilidade do aproveitamento destes dois temas como mapas temáticos para a construção dos mapas do zoneamento, não descarta sua utilização como condicionantes para as diretrizes ao licenciamento da atividade de mineração, uma vez que se trata de temas de grande relevância, ainda que a base de dados deste estudo não possibilite, de maneira abrangente e precisa, a representação espacial das informações.

4.1.3.1 Qualidade das Águas Superficiais e Enquadramento

Os dados de Qualidade das Águas considerados neste estudo de zoneamento, são de três origens: os dados secundários do monitoramento operado pela FEPAM; os dados secundários que foram compilados e levantados em campo durante a elaboração do Plano de Bacia (DRH/SEMA, 2015); e os dados levantados nas 25 seções de referência neste trabalho.

A rede operada pela FEPAM totaliza 03 estações, em Cachoeira do Sul, Rio Pardo, e General Câmara, e os dados estão disponíveis no portal HIDROWEB da Agência Nacional de Águas. Os dados oriundos do Plano de Bacia, que totalizam 21 pontos de monitoramento, já foram objeto de análise no RT2 – Levantamento da Dados Secundários. Os dados levantados neste estudo de subsídios ao zoneamento, totalizam 25 pontos de monitoramento, e foram objeto de análise no RT3 – Levantamento de Dados Primários (1ª Campanha) e no RT6 – Diagnóstico Preliminar (2ª Campanha e consolidação final).

A seguir é apresentada uma avaliação da qualidade da água do Rio Jacuí com base nas estações de monitoramento da FEPAM, a saber: Cachoeira do Sul (85642010), Rio Pardo (85658000) e General Câmara (85930000). Os dados utilizados referem-se ao ano de 2019 e foram obtidos do banco de dados do Hidroweb da Agência Nacional de Águas. Para a estação de General Câmara os dados foram apresentados no Relatório RT2, para os anos de 2017 e 2018, e são novamente apresentados.

O Quadro 4.1 apresenta os dados utilizados nessa análise. Na sequência, entre a

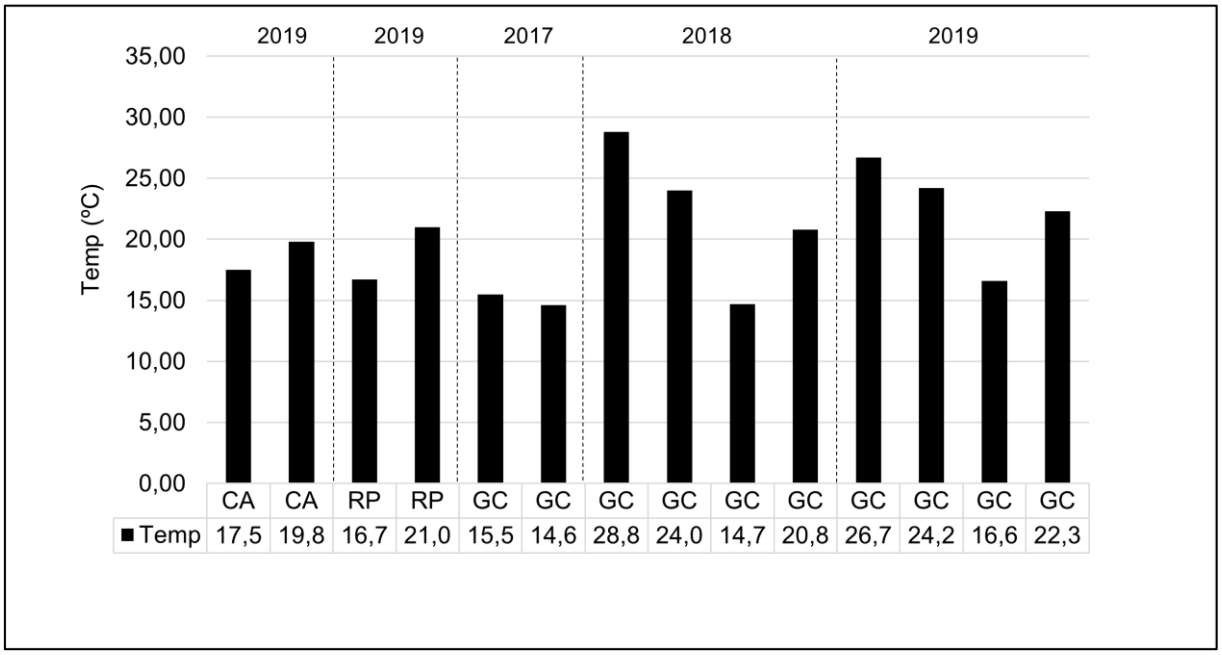


Figura 4.18 e a

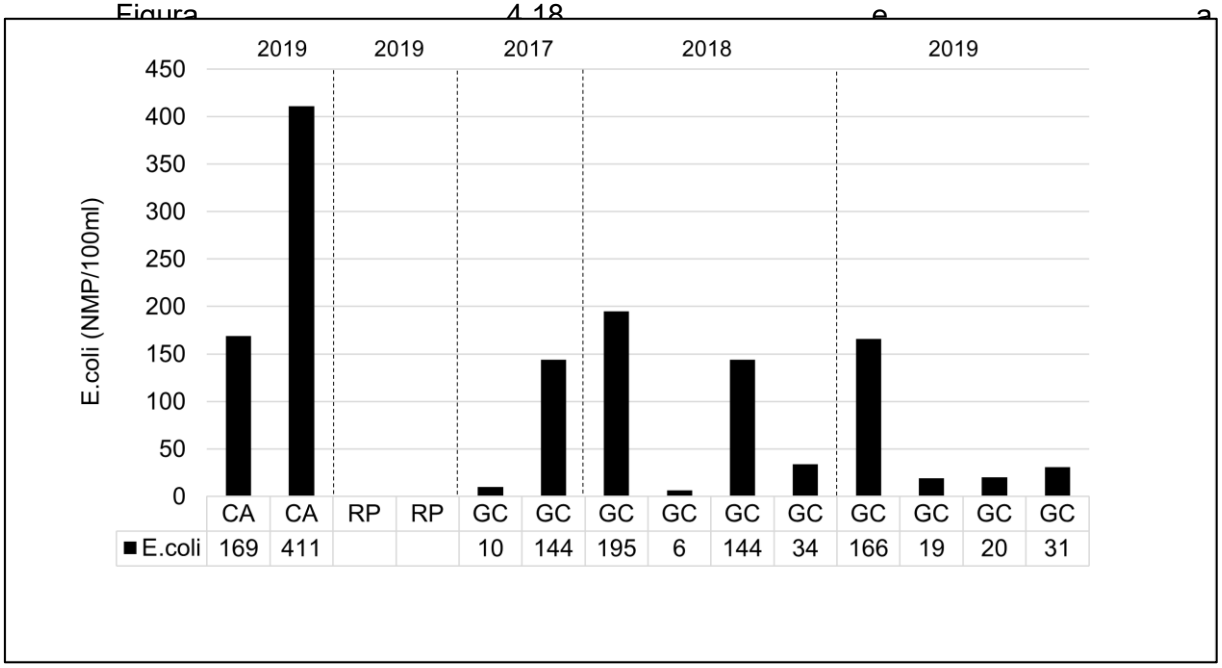


Figura 4.25 são apresentados os dados monitorados de forma gráfica. De acordo com as informações disponíveis pode-se observar o seguinte:

- O pH está dentro da faixa de classe 1 (6,0-9,0) de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/05. Da mesma foram 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. Essa característica e pH levemente ácido, na maioria das observações, indicam um comportamento de metabolismo heterotrófico para o Rio Jacuí no trecho. Este comportamento é esperado para rios em razão do carbono alóctone da bacia de drenagem, mesmo que de baixa labilidade (fontes de CO_2 para a atmosfera e sumidouros de O_2).

- A condutividade elétrica apresenta valores usuais para águas superficiais (<100 mhos/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.

- 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, em alguns momentos, esteve levemente acima desse limiar (20% acima, em uma única campanha, na seção General Câmara).

- 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 357/05. A elevada capacidade de diluição do manancial e a ausência de fontes orgânicas relevantes explicam essa condição de qualidade da água. Assim, percebe-se que este indicador é monótono, pois não varia ao longo do trecho de estudo, não integrando, por isso, a análise de “hotspots”.

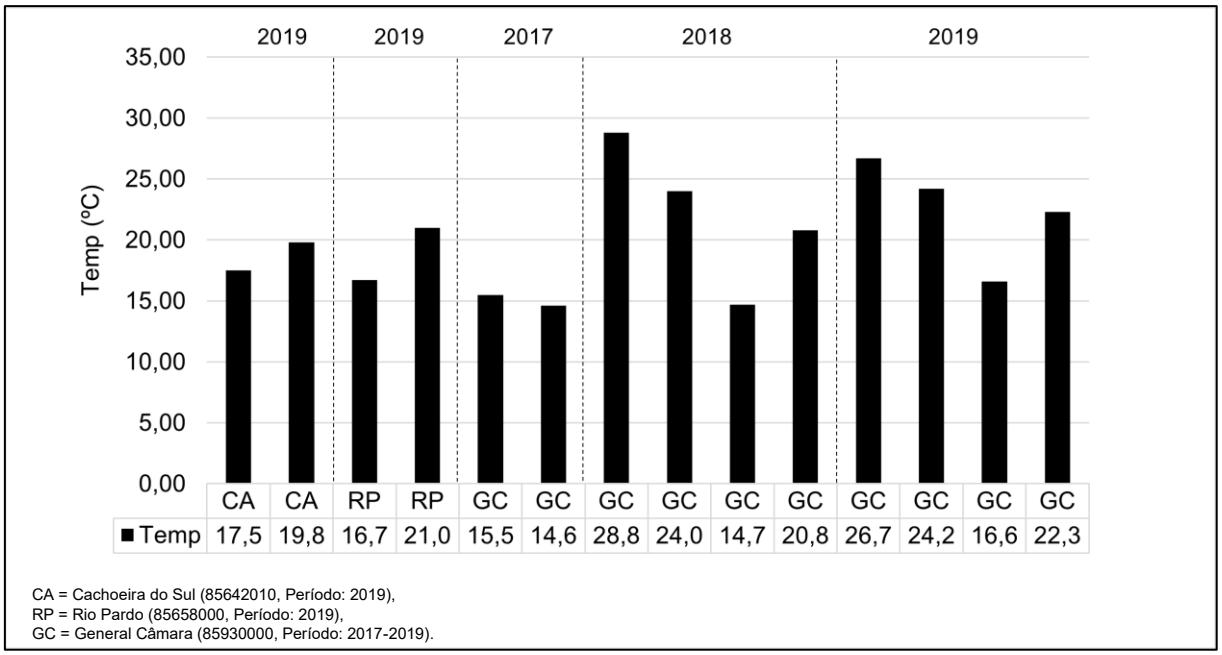


Figura 4.18 - Temperatura da água – Estações FEPAM.

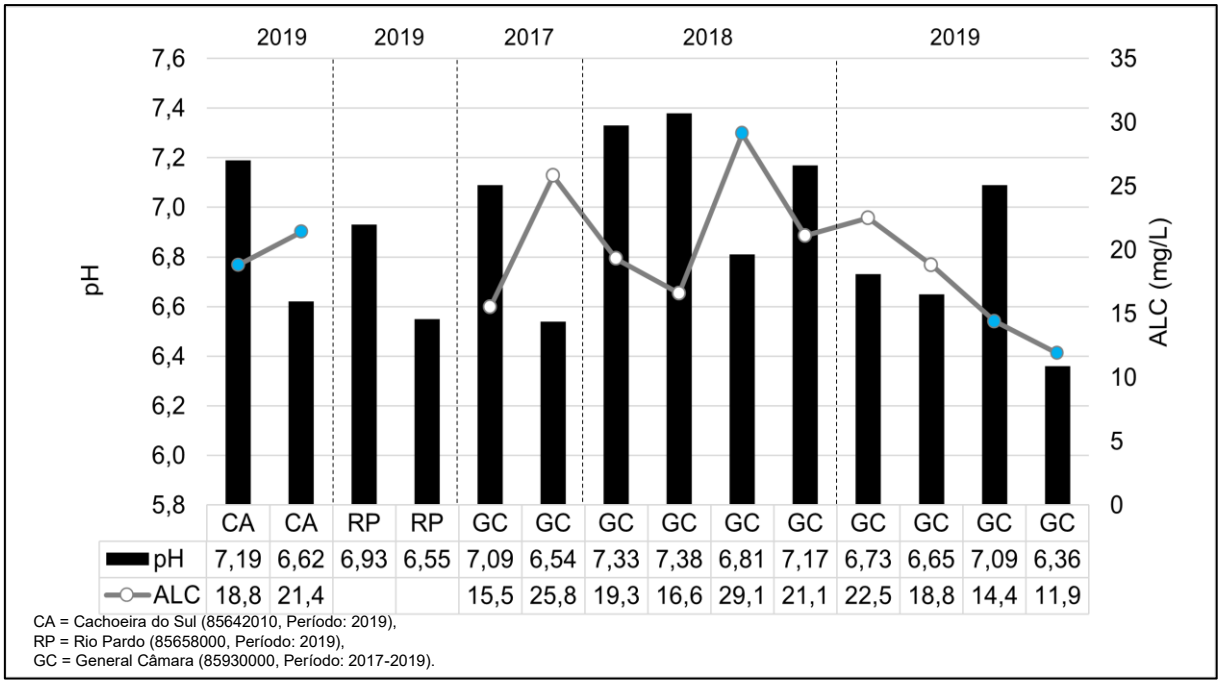


Figura 4.19 - pH e Alcalinidade– Estações FEPAM.

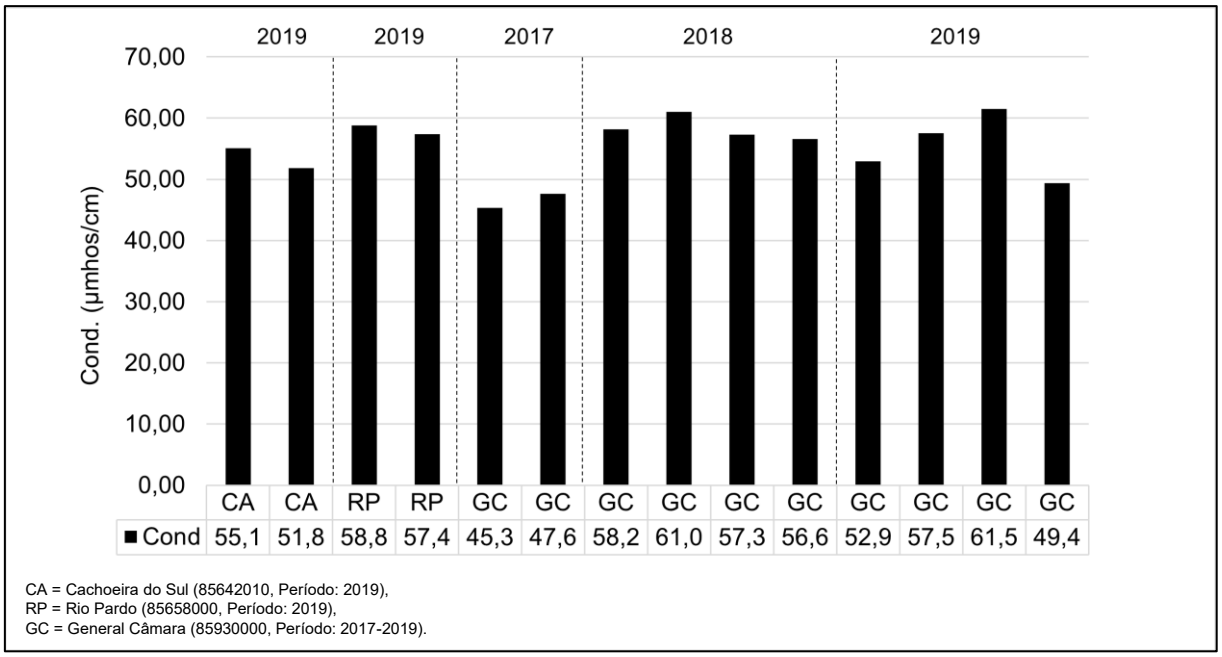


Figura 4.20 - Condutividade Elétrica – Estações FEPAM.

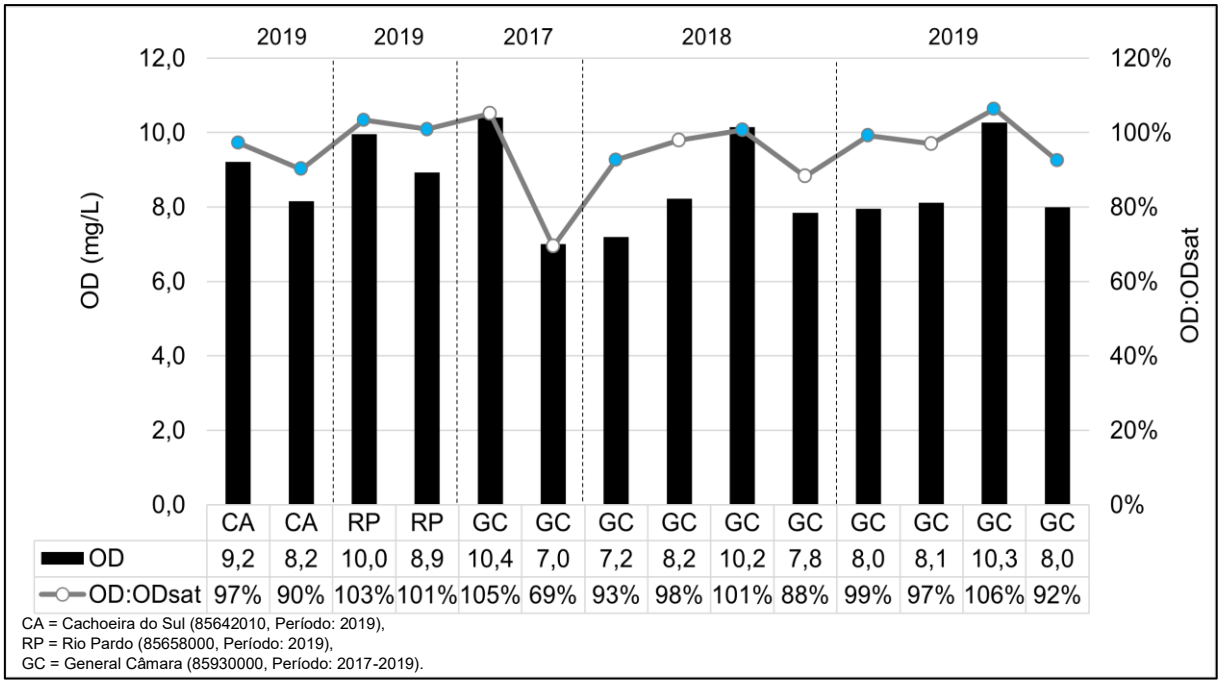
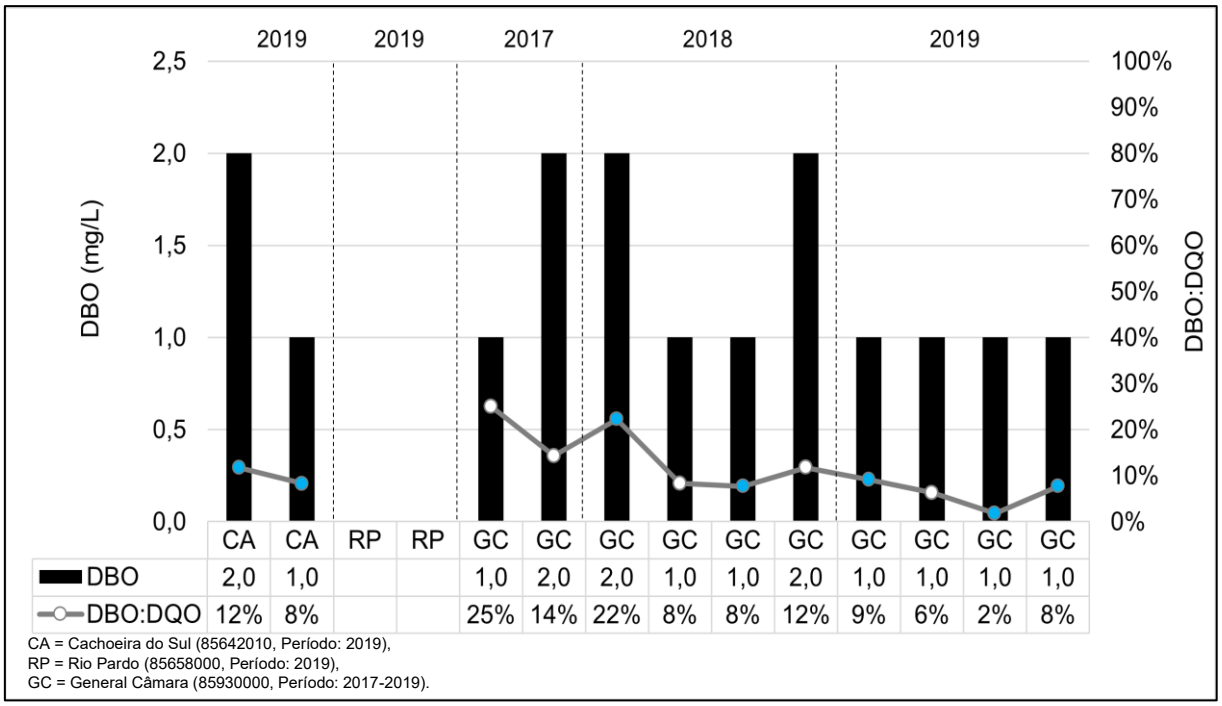


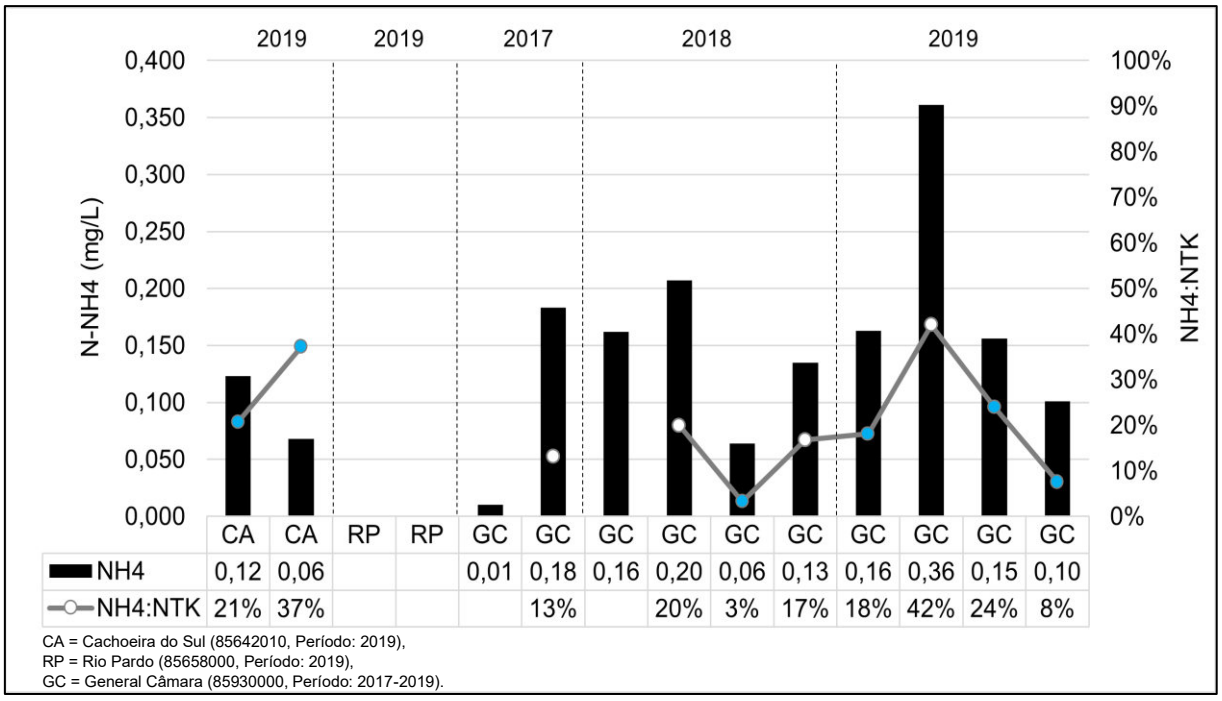
Figura 4.21 - Oxigênio Dissolvido e relação OD:ODsat – Estações FEPAM.



	CA	CA	RP	RP	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC
DBO	2,0	1,0			1,0	2,0	2,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0
DBO:DQO	12%	8%			25%	14%	22%	8%	8%	12%	9%	6%	2%	8%

CA = Cachoeira do Sul (85642010, Período: 2019),
RP = Rio Pardo (85658000, Período: 2019),
GC = General Câmara (85930000, Período: 2017-2019).

Figura 4.22 - DBO e relação DBO:DQO – Estações FEPAM.



	CA	CA	RP	RP	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC	GC
NH4	0,12	0,06			0,01	0,18	0,16	0,20	0,06	0,13	0,16	0,36	0,15	0,10
NH4:NTK	21%	37%				13%		20%	3%	17%	18%	42%	24%	8%

CA = Cachoeira do Sul (85642010, Período: 2019),
RP = Rio Pardo (85658000, Período: 2019),
GC = General Câmara (85930000, Período: 2017-2019).

Figura 4.23 - N-NH4 e relação NH4:NTK – Estações FEPAM.

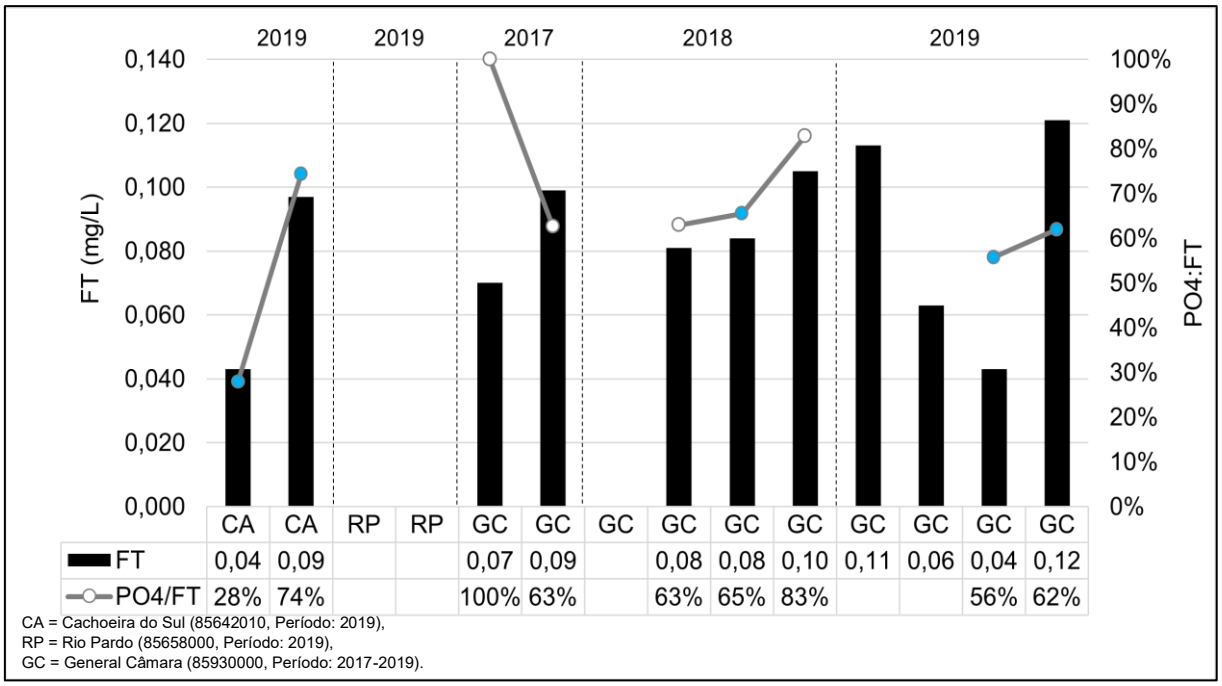


Figura 4.24 - Fósforo Total e relação P-PO4:FT – Estações FEPAM.

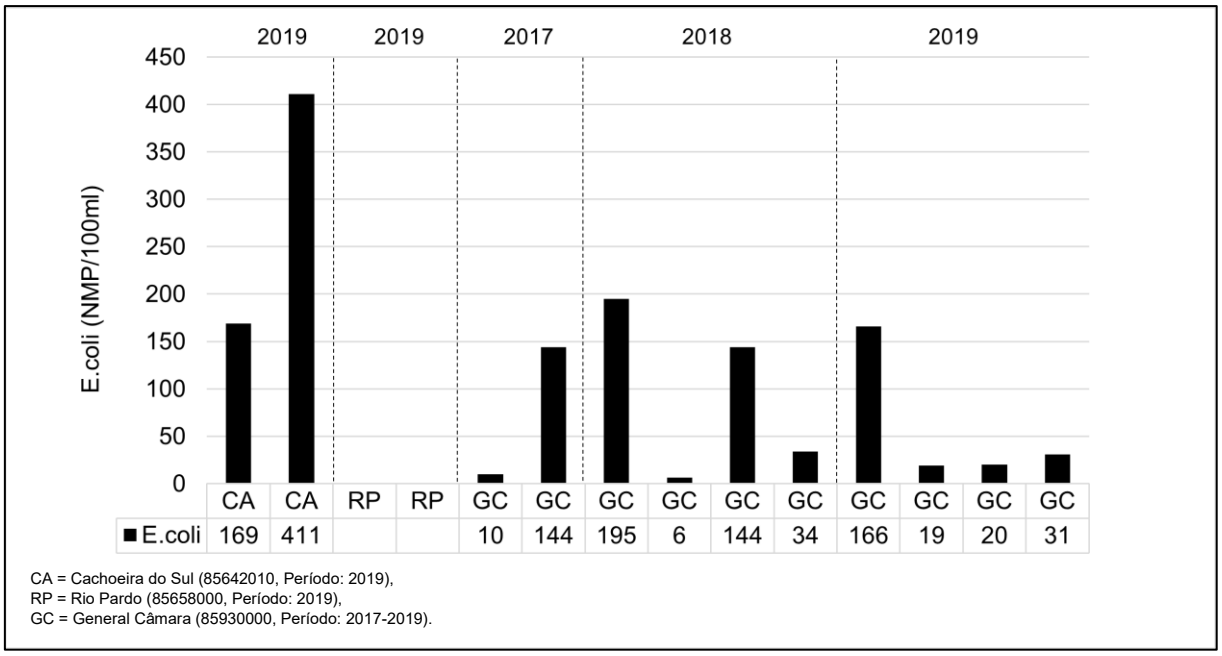


Figura 4.25 - E. coli – Estações FEPAM.

Quadro 4.1 - Dados de Qualidade da Água nas seções de monitoramento operadas pela FEPAM – Rio Jacuí.

Seção	Data	Choveu	Temp.	pH	ALC.	DQO	DBO	OD	N-NH4	P-PO4	FT	NTK	E. coli	Cond.
			ºC		mgCaCO³/L	mg /L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	NMP/100mL	µmhos/cm
CA	15/10/2019	Sim	19,80	6,62	18.8	12,0	1,0	8,16	0,068	0,072	0,097	0,183	411	51,8
CA	23/07/2019	Sim	17,50	7,19	21.4	17,0	2,0	9,22	0,123	0,012	0,043	0,594	169	55,1
RP	16/10/2019	Sim	21,00	6,55	-	20,0	-	8,93	-	-	-	-	-	57,4
RP	24/07/2019	Sim	16,70	6,93	-	11,0	-	9,96	-	-	-	-	-	58,8
GC	14/10/2019	Sim	22,30	6,36	15.5	13,0	1,0	7,99	0,101	0,075	0,121	1,33	31	49,4
GC	22/07/2019	Sim	16,60	7,09	25.8	56,0	1,0	10,27	0,156	0,024	0,043	0,652	20	61,5
GC	15/04/2019	Não	24,20	6,65	19.3	16,0	1,0	8,11	0,361	-	0,063	0,859	19	57,5
GC	16/01/2019	Sim	26,70	6,73	16.6	11,0	1,0	7,96	0,163	-	0,113	0,9	166	52,9
GC	16/10/2018	Não	20,80	7,17	29.1	17,0	2,0	7,84	0,135	0,087	0,105	0,804	34	56,6
GC	16/07/2018	Sim	14,70	6,81	21.1	13,0	1,0	10,15	0,064	0,055	0,084	1,95	144	57,3
GC	16/04/2018	Não	24,00	7,38	22.5	12,0	1,0	8,22	0,207	0,051	0,081	1,04	6	61,0
GC	15/01/2018	Sim	28,80	7,33	18.8	9,0	2,0	7,19	< 0,162	-	-	1,38	195	58,2
GC	23/10/2017	Não	14,60	6,54	14.4	14,0	2,0	7,01	0,183	0,062	0,099	1,4	144	47,6
GC	24/07/2017	Não	15,50	7,09	11.9	4,0	1,0	10,4	0,01	0,070	0,070	< 0,162	10	45,3

Seções:

Cachoeira do Sul (CA, 85642010),

Rio Pardo (RP, 85658000) e

General Câmara (GC, 85930000).

Os dados oriundos do Plano de Bacia e os dados levantados neste estudo de subsídios ao zoneamento, que já foram analisados em produtos anteriores, tem seus principais resultados reproduzidos no Quadro 4.2 e no Quadro 4.3, a seguir. Em ambos os quadros, é possível verificar os resultados da classificação dos Parâmetros monitorados nas Classes de Qualidade da Resolução CONAMA no 357/05. O critério para classificação do ponto, conforme usual na FEPAM, foi o Percentil 80% dos parâmetros, e esta informação também consta dos quadros a seguir.

Finalmente, a classificação dos pontos é comparada ao Enquadramento em vigor, definido pelo Comitê de Bacia e pelo Conselho de Recursos Hídricos, conforme estabelecido no Plano de Bacia. O que se verifica é que ao longo do Rio Jacuí, no trecho em análise, o Enquadramento está verificado em todos os pontos, uma vez que a qualidade observada é compatível com a meta estabelecida.

Analisando-se a Qualidade da Água, em si, 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. Assim, percebe o comportamento monótono da variável qualidade da água, entre os pontos monitorados. A seguir, após os quadros, o Mapa 4.2 ilustra os resultados obtidos para a Qualidade das Águas, com a confirmação do exposto acima

Quadro 4.2 – Classificação da Qualidade das Águas conforme CONAMA 357 e Efetividade do Enquadramento do Rio Jacuí, nos pontos de monitoramento compilados e levantados no Plano de Bacia.

Pontos de Monitoramento	Número de parâmetros monitorados / classificados e Percentil 80% (critério de classificação)						Classificação Atual (P80)	Enquadramento em vigor	Efetividade do Enquadramento
	TOTAL	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Percentil 80			
JA01	7	7				6	C1	C2	OK
JA02	20	15	1	2	2	16	C2	C2	OK
JA03	7	7				6	C1	C2	OK
JA04	11	11				9	C1	C2	OK
JA05	4	4				3	C1	C2	OK
JA06	4	4				3	C1	C2	OK
JA07	4	3		1		3	C1	C2	OK
JA08	4	3	1			3	C1	C2	OK
JA11	4	3		1		3	C1	C2	OK
JA12	4	4				3	C1	C2	OK
JA13	4	3		1		3	C1	C2	OK
JA14	4	4				3	C1	C2	OK
JA15	4	4				3	C1	C2	OK

(continua...)

(...continuação)

Pontos de Monitoramento	Número de parâmetros monitorados / classificados e Percentil 80% (critério de classificação)						Classificação Atual (P80)	Enquadramento em vigor	Efetividade do Enquadramento
	TOTAL	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Percentil 80			
JA16	4	4				3	C1	C2	OK
JA17	4	4				3	C1	C2	OK
JA18	4	4				3	C1	C2	OK
JA19	22	17	2	1	2	18	C2	C2	OK
JA20	13	13				10	C1	C2	OK
JA21	9	9				7	C1	C1	OK
JA22	9	9				7	C1	C1	OK
JA23	9	9				7	C1	C1	OK

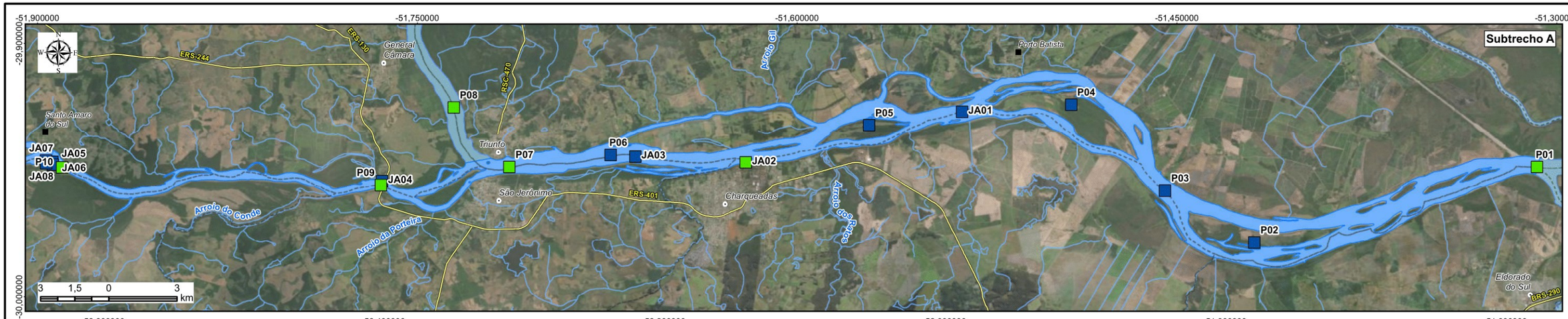
Quadro 4.3 – Classificação da Qualidade das Águas conforme CONAMA 357 e Efetividade do Enquadramento do Rio Jacuí, nos pontos de monitoramento levantados nas 25 seções de referência deste estudo de Zoneamento.

Pontos de Monitoramento	Número de parâmetros monitorados / classificados e Percentil 80% (critério de classificação)						Classificação Atual (P80)	Enquadramento em vigor	Efetividade do Enquadramento
	TOTAL	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Percentil 80			
P1	44	34	4	5	1	35	C2	C2	OK
P2	44	38	3	2	1	35	C1	C2	OK
P3	44	35	3	4	2	35	C1	C2	OK
P4	44	36	4	3	1	35	C1	C2	OK
P5	44	36	4	4	0	35	C1	C2	OK
P6	44	35	5	4	0	35	C1	C2	OK
P7	44	32	5	4	3	35	C2	C2	OK
P8	44	33	6	3	2	35	C2	C2	OK
P9	44	33	5	5	1	35	C2	C2	OK
P10	44	33	5	3	3	35	C2	C2	OK
P11	44	34	2	5	3	35	C2	C2	OK
P12	44	32	3	7	2	35	C2	C2	OK
P13	44	34	3	4	3	35	C2	C2	OK
P14	44	33	4	4	3	35	C2	C2	OK
P15	44	33	5	4	2	35	C2	C2	OK

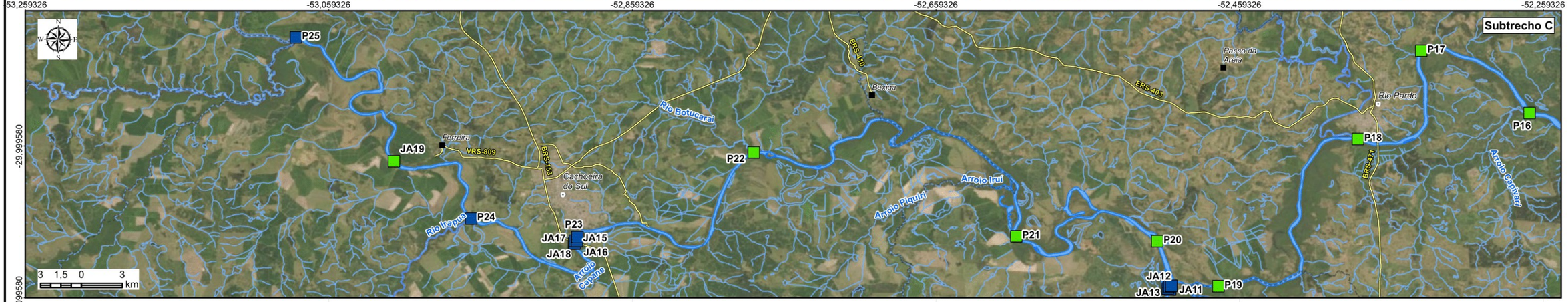
(continua...)

(...continuação)

Pontos de Monitoramento	Número de parâmetros monitorados / classificados e Percentil 80% (critério de classificação)						Classificação Atual (P80)	Enquadramento em vigor	Efetividade do Enquadramento
	TOTAL	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Percentil 80			
P16	44	34	4	4	2	35	C2	C2	OK
P17	44	34	3	5	2	35	C2	C2	OK
P18	44	34	3	4	3	35	C2	C2	OK
P19	44	33	4	4	3	35	C2	C2	OK
P20	44	34	5	3	2	35	C2	C2	OK
P21	44	33	5	5	1	35	C2	C2	OK
P22	44	34	5	5	0	35	C2	C2	OK
P23	44	35	4	3	2	35	C1	C2	OK
P24	44	36	1	4	3	35	C1	C2	OK
P25	44	36	2	5	1	35	C1	C2	OK







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Massa d'água
- Limite municipal

Classificação da qualidade da água conforme CONAMA 357

- C1
- C2



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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 – 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)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Qualidade da água: PROFILL (2020)

Ainda no tocante a qualidade das águas, uma análise complementar foi realizada, considerando as variáveis relacionadas à atividade de mineração, de modo a verificar se o caráter monótono deste indicador se mantém neste contexto. Ao mesmo tempo, esta análise possibilitaria 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 seções, para as condições de estiagem e cheia; e dados oriundos da rede de monitoramento da FEPAM.

Quanto a Cor, os dados avaliados correspondem aqueles obtidos nas campanhas de diagnóstico (Figura 4.26), 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 (período de estiagem), e na campanha 2 (período de cheia) 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. Os maiores valores estão concentrados 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 coleta (seca/cheia).

A influência da sazonalidade sobre a Cor fica mais evidente quando avaliam-se as principais estatísticas associadas aos resultados das campanhas de diagnóstico. A campanha 1 (estiagem) apresenta-se mais homogênea e com menor amplitude entre os percentis P20 e P80, os quais, de modo contrário, na campanha 2 (cheia), revelam uma maior amplitude, assim como quanto a média e mediana, refletindo os registros mais destacados ao longo do trecho de interesse (Figura 4.27).

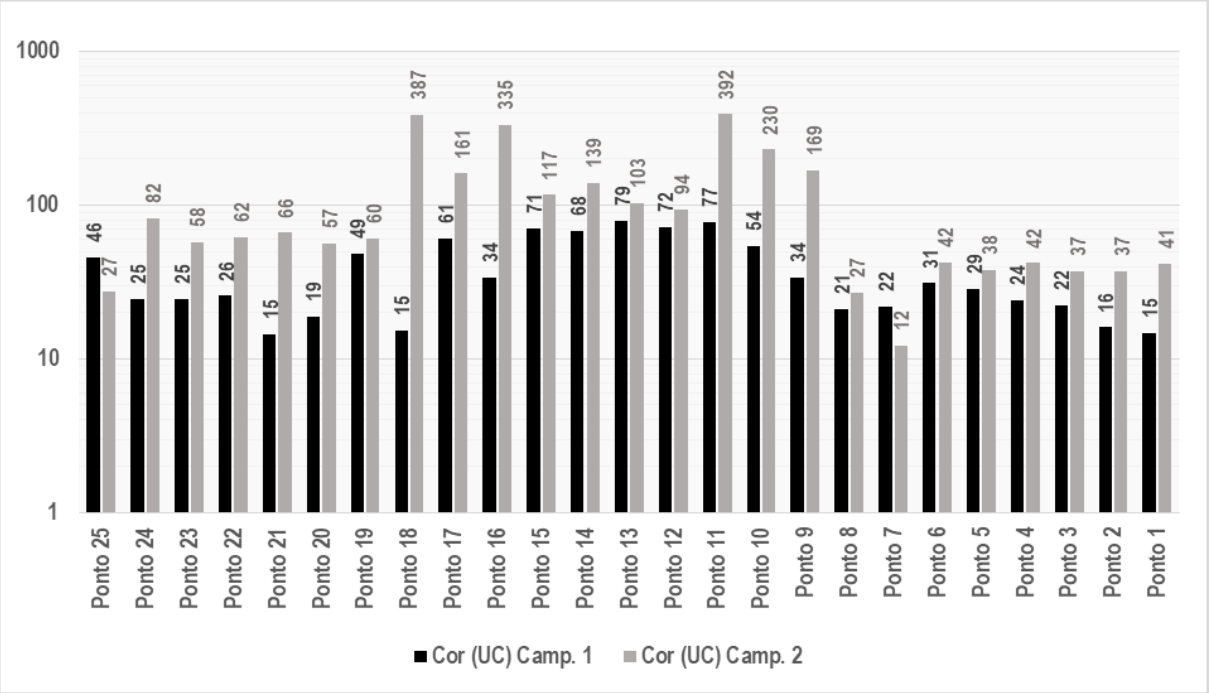
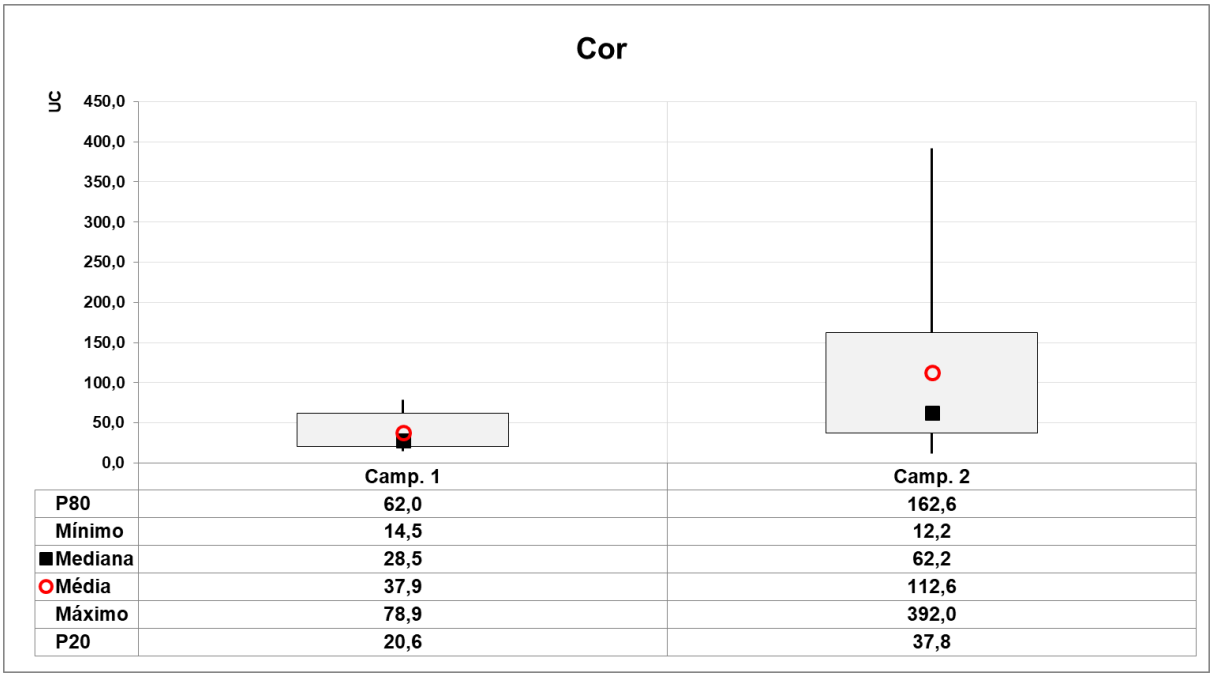


Figura 4.26 – Espacialização da variação dos teores de Cor nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia) do diagnóstico.



	Camp. 1	Camp. 2
P80	62,0	162,6
Mínimo	14,5	12,2
Mediana	28,5	62,2
Média	37,9	112,6
Máximo	78,9	392,0
P20	20,6	37,8

Figura 4.27 – Principais estatísticas associadas aos dados de Cor nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia) de diagnóstico.

Quanto à turbidez da água, os dados obtidos nas campanhas de diagnóstico (Figura 4.28) indicam, na campanha 1 (estiagem), uma variação de 6,94 NTU (Ponto 06) a 36,00 NTU (Ponto 14), com média de 20,61 NTU, e, na campanha 2 (cheia), 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). Verifica-se uma tendência de queda dos teores após contribuição do Rio Taquari, e o retorno da elevação sustentada dos teores de turbidez 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.

Na Figura 4.29 é possível verificar a influência da sazonalidade nos dados de turbidez, nas campanhas de diagnóstico, onde, a exemplo dos teores de cor, a campanha 1 apresenta-se mais homogênea, com menor amplitude entre os percentis P20 e P80, os quais, de modo contrário, na campanha 2, revelam uma maior amplitude. De modo semelhante, os valores de média e mediana, refletem registros mais destacados ao longo do trecho de interesse.

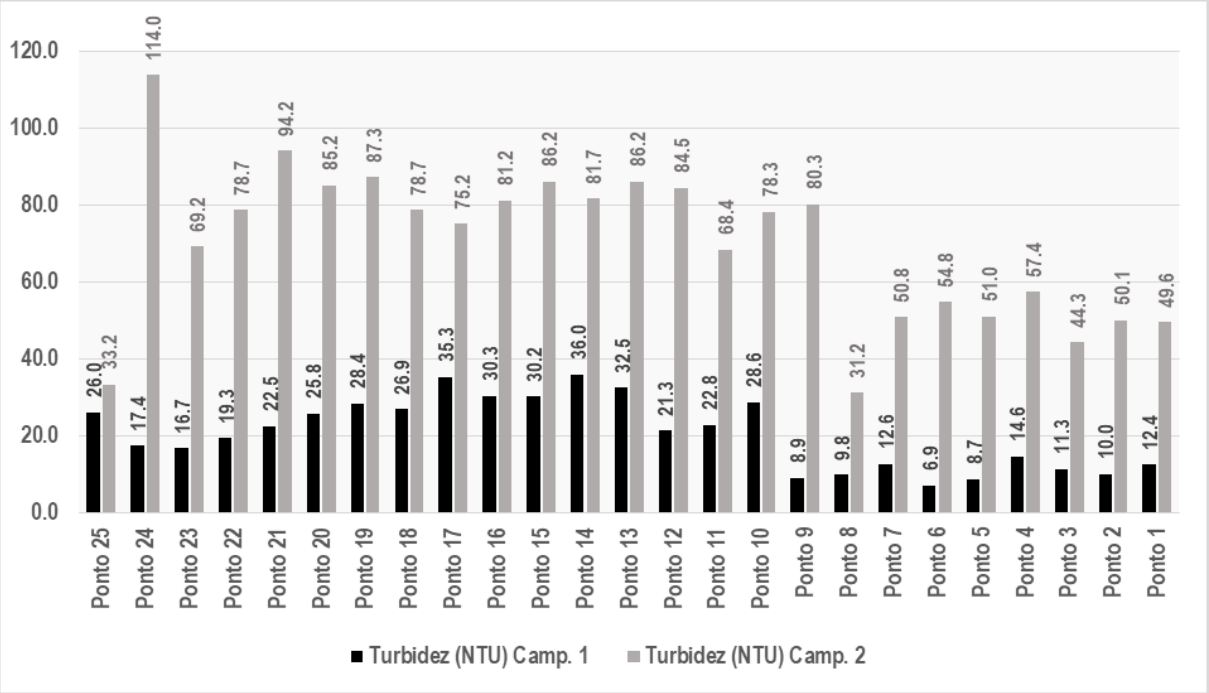
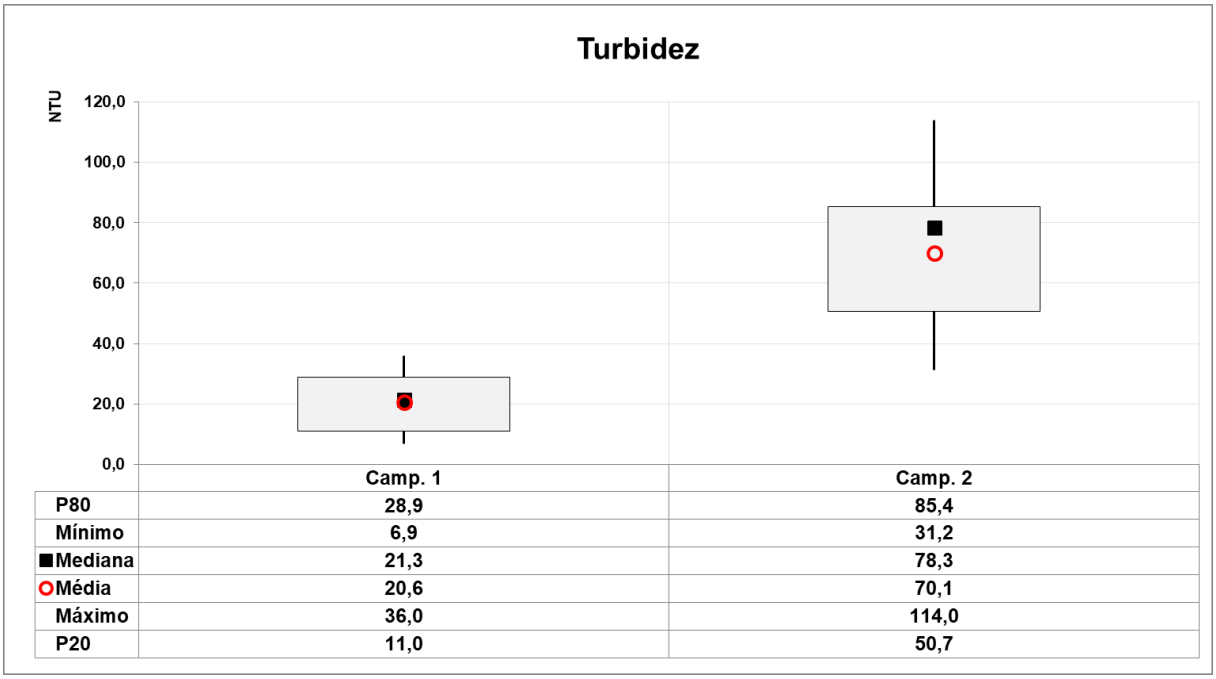


Figura 4.28 – Espacialização da variação dos teores de Turbidez nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia) de diagnóstico.



	Camp. 1	Camp. 2
P80	28,9	85,4
Mínimo	6,9	31,2
Mediana	21,3	78,3
Média	20,6	70,1
Máximo	36,0	114,0
P20	11,0	50,7

Figura 4.29 – Principais estatísticas associadas aos dados de Turbidez nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia).

Quanto aos Sólidos Totais (ST), na campanha 1 (estiagem) de diagnóstico (Figura 4.30), 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. Já na campanha 2 (cheia), 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. Em resumo, 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 do final do trecho monitorado. Para esse parâmetro, destaca-se, também, as concentrações mais elevadas no início do trecho monitorado na condição de baixa vazão.

Analisando-se estatisticamente os valores de ST nas campanhas de diagnóstico (Figura 4.31), é possível verificar que ambas as campanhas apresentam suas respectivas médias e medianas muito próximas, indicando relativo equilíbrio entre os resultados encontrados ao longo do trecho de interesse, mas que, quando avaliados em termos dos percentis P20 e P80, a campanha 1 (estiagem) revela uma maior amplitude entre estes, frente aos da campanha 2 (cheia), ainda que nesta, os percentis sejam mais altos em resposta aos valores mais destacados por conta da sazonalidade.

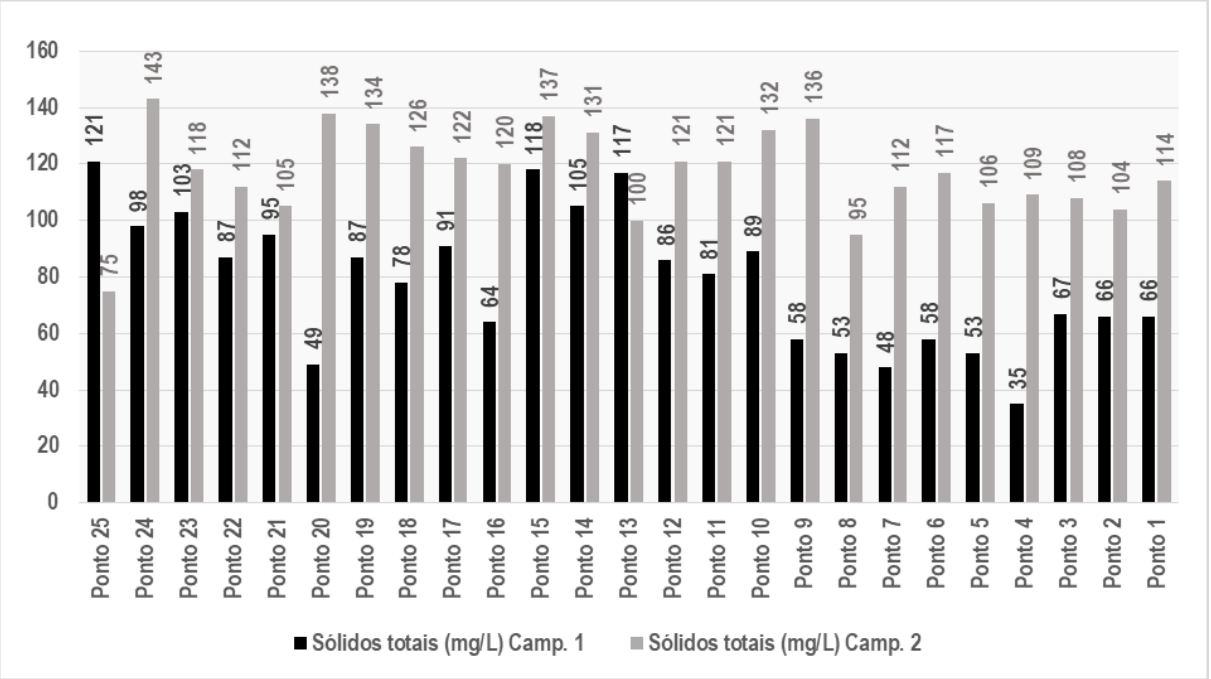
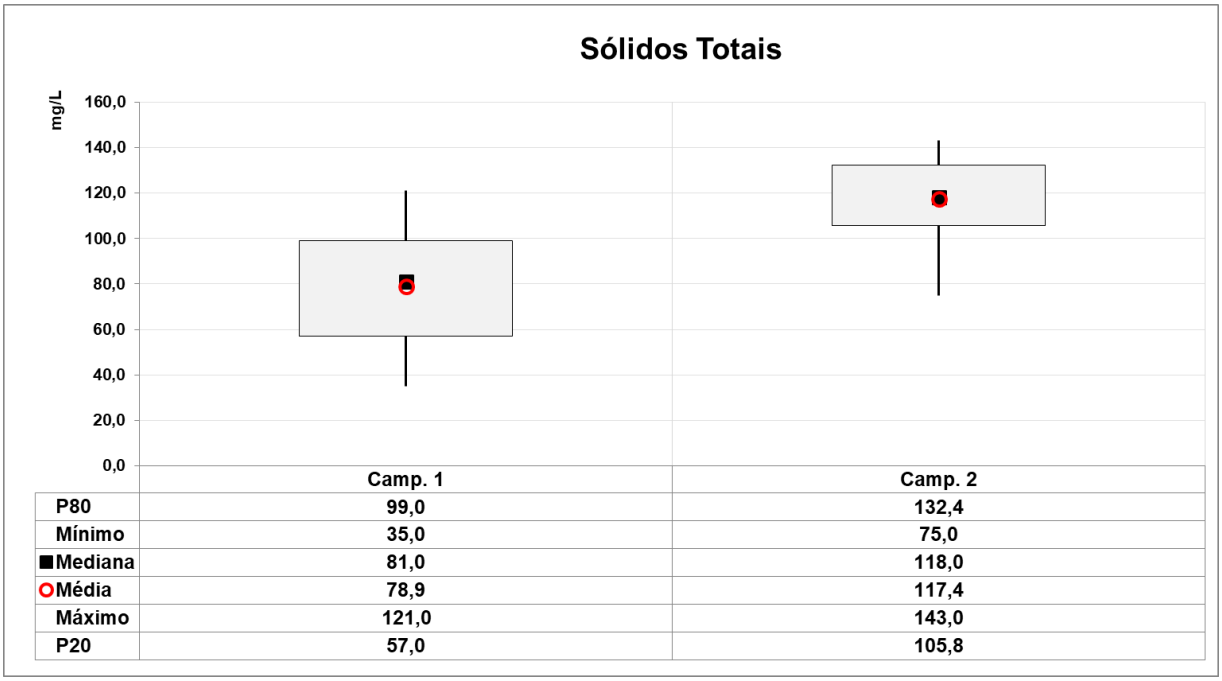


Figura 4.30 – Espacialização da variação dos teores de Sólidos totais nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia) de diagnóstico.

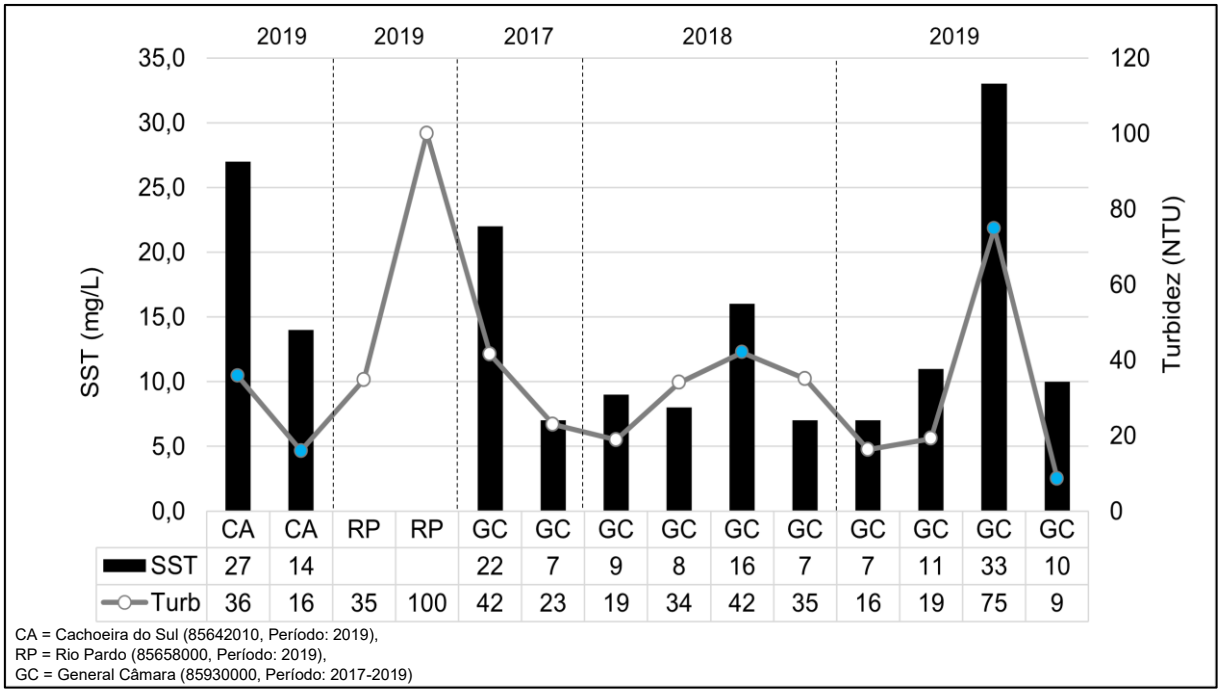


	Camp. 1	Camp. 2
P80	99,0	132,4
Mínimo	35,0	75,0
■Mediana	81,0	118,0
○Média	78,9	117,4
Máximo	121,0	143,0
P20	57,0	105,8

Figura 4.31 – Principais estatísticas associadas aos dados de Sólidos Totais nas campanhas 1 (estiagem) e 2 (cheia).

O comportamento sazonal evidenciado nos dados obtidos no presente estudo é, também, verificado nos dados de turbidez da rede da FEPAM (Figura 4.32), ao longo do trecho de interesse do estudo. Notadamente, junto a 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

CA = Cachoeira do Sul (85642010, Período: 2019),
RP = Rio Pardo (85658000, Período: 2019),
GC = General Câmara (85930000, Período: 2017-2019)

Figura 4.32 – 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 de causa-efeito com a atividade mineradora. Esse cenário pode ser constatado através da comparação das campanhas amostrais realizadas nesse trabalho. 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, evidenciam resultados interessantes quanto 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 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 refletem 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.

A busca de estabelecer correlação entre a variação da qualidade da água e a operação das dragas de extração de areia são resultou satisfatória, com a base de dados disponíveis. Uma alternativa seria investir em monitoramento de alta frequência, concomitante a operação dos dispositivos de mineração, buscando o monitoramento em diversos afastamentos da draga, possibilitando verificar o efeito da mesma

Outra possibilidade, para estudos posteriores, são análises com base em imagens de satélite, as quais permitem avaliar a concentrações de sólidos em suspensão por meio da reflectância da luz na superfície da água, a partir de equações de regressão. Essa análise, por meio de sensoriamento remoto, de posse de imagens Landsat (30x30), podem permitir uma melhor avaliação da variação espacial da concentração de sólidos, e relacionar com a atividade de mineração de areia no Rio Jacuí em dias específicos, nos quais se sabe que houve atividade de dragagem no trecho. Essa metodologia é apresentada por exemplo por Fagundes et al (2019).

4.1.3.2 Qualidade dos Sedimentos

Além da Qualidade das Águas, também foram levantadas informações a respeito da Qualidade dos Sedimentos nas 25 seções de referência aos estudos de subsídios ao Zoneamento da Mineração no Jacuí. Os resultados das análises dos Sedimentos foram apresentados no RT3 – Levantamento de Dados Primários, e são resumidos na Tabela 4.6 e no Mapa 4.3, a seguir.

Os dados foram analisados conforme a Resolução CONAMA no 454/2012, avaliando-se o nível de contaminação dos sedimentos de fundo. Para classificação do ponto utilizou-se a seguinte regra qualitativa, baseada nas frequências de enquadramento quanto a Resolução CONAMA no 454/2012 para parâmetros limitados por esta, que foram efetivamente avaliados no presente Estudo:

- Menor comprometimento = caracterizado por valores abaixo do nível N1, abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota;
- Médio comprometimento = caracterizado por valores acima do nível N1, mas abaixo do N2, no qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota;
- Maior comprometimento = caracterizado por valores acima do nível N2, no qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.

A ideia que orienta essa classificação qualitativa não é definir, taxativamente, no momento, a condição de sedimento contaminado, não contaminado ou em vias de contaminação. Pois, como a Resolução CONAMA no 454/2012 pondera, a maior ou menor degradação do sedimento está vincula a teoria da probabilidade em si. Este aspecto que circunda um universo de variáveis que concorrem a qualidade do sedimento, como quais organismos aquáticos são mais afetados por este ou aquele parâmetro desconforme no ambiente estudado, assim como aspectos naturais ligados as concentrações de background dos parâmetros avaliados, aspecto este, muitas vezes, sem referencial definido por conta da falta de estudos direcionados e padronizados.

A adoção desta avaliação qualitativa permite visualizar trechos mais ou menos comprometidos no Rio Jacuí, em termos da qualidade dos sedimentos. Isto propicia inferir, ainda que de forma geral, aspectos naturais ou antrópicos que poderiam explicar às características geoquímicas registradas e investigadas.

A avaliação dos resultados demonstrou que os desvios evidenciados, frente a Resolução Conama n° 4574/12 (Tabela 4.6), estiveram restritos aos metais Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel, predominantemente apresentando teores entre os níveis N1 e N2. De forma minoritária, verificam-se concentrações acima do nível N2 essencialmente quanto ao Cromo. Neste sentido, verifica-se que, entre os pontos monitorados no trecho de interesse do Rio Jacuí, os percentuais de menor comprometimento variaram de 90,3% a 100%, os de médio comprometimento de 0% a 9,7% (P4 e P7), e os de maior comprometimento de 0% a 6,5% (P18), sendo que o número máximo de parâmetros que concorreram para o maior percentual registrado, em uma seção, quanto a condição de médio comprometimento (dos sedimentos) foi de 4 (P6 e P7 – Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel), e para a condição de maior comprometimento foi de 2 (P18 – Cromo e Níquel).

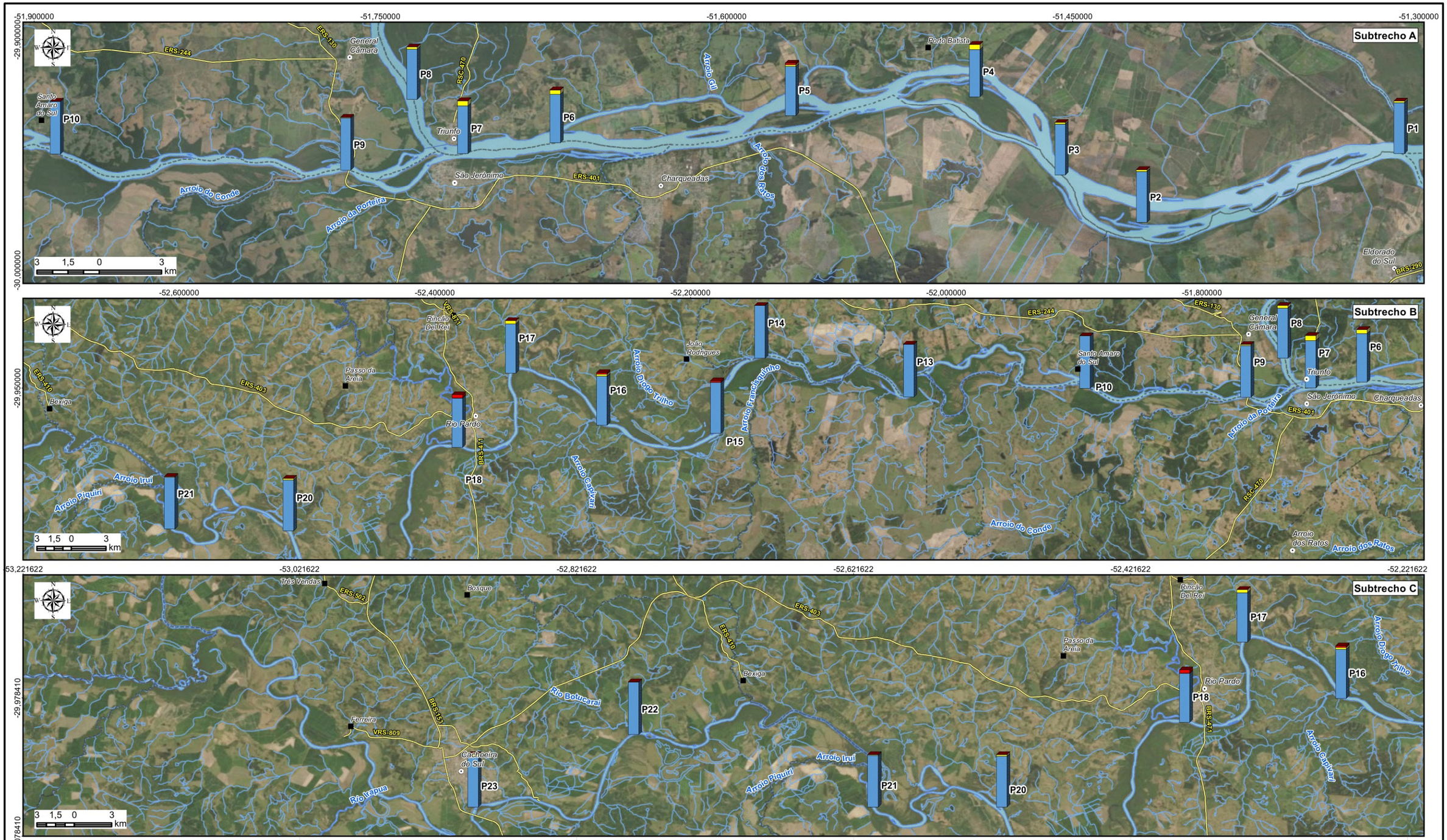
De forma geral os dados evidenciam uma maior degradação, ou comprometimento, da qualidade dos sedimentos em dois trechos distintos, quais sejam, o primeiro entre as seções P20 a P15, e o segundo das seções P8 a P1. Ambos os trechos apresentam aspectos de pressão antrópica junto as suas margens, caracterizados, essencialmente, pela ocorrência de grandes áreas agrícolas, e próximos de sedes urbanas marginais ao Rio Jacuí, bem como, sob a influência de atividades de mineração dispersas ao longo de suas bacias de contribuição, notadamente ao longo da margem direita, e que utilizam a malha hídrica dos afluentes menores para dispersão de seus efluentes, ainda que tratados.

Neste sentido, e dada a variabilidade temporal que também se espera que ocorra junto aos sedimentos do Sistema em estudo, sustenta-se a necessidade de que alguns dos pontos amostrados tenham um aprofundamento investigativo, este direcionado, principalmente, à concentração de metais como cobre, cromo e níquel, haja visto, os desvios evidenciados no presente estudo com a legislação de referência.

Tabela 4.6 – Classificação do Grau de Comprometimento dos Sedimentos, embasado na CONAMA n° 454/12, nos pontos de monitoramento das seções de referência deste estudo de Zoneamento.

Ponto de Monitoramento	Número de parâmetros/resultados investigados					Classificação		
	Total por margem	Limitados pela Conama n° 454/12	Abaixo do N1	Entre N1 e N2	Acima do N2	Menor Comprometimento	Médio Comprometimento	Maior Comprometimento
P1	38	31	60	2	0	96,8%	3,2%	0,0%
P2	38	31	60	2	0	96,8%	3,2%	0,0%
P3	38	31	60	2	0	96,8%	3,2%	0,0%
P4	38	31	56	6	0	90,3%	9,7%	0,0%
P5	38	31	58	2	2	93,5%	3,2%	**3,2%**
P6	38	31	57	5	0	91,9%	8,1%	0,0%
P7	38	31	56	6	0	90,3%	9,7%	0,0%
P8	38	31	59	3	0	95,2%	4,8%	0,0%
P9	38	31	61	1	0	98,4%	1,6%	0,0%
P10	38	31	62	0	0	100,0%	0,0%	0,0%
P13	38	31	62	0	0	100,0%	0,0%	0,0%
P14	38	31	62	0	0	100,0%	0,0%	0,0%
P15	38	31	60	0	2	96,8%	0,0%	**3,2%**
P16	38	31	58	2	2	93,5%	3,2%	**3,2%**
P17*	38	31	29	2	0	93,5%	6,5%	0,0%
P18*	38	31	29	0	2	93,5%	0,0%	**6,5%**
P20	38	31	60	2	0	96,8%	3,2%	0,0%
P21	38	31	61	1	0	98,4%	1,6%	0,0%
P22	38	31	62	0	0	100,0%	0,0%	0,0%
P23	38	31	60	2	0	96,8%	3,2%	0,0%

** Coletas em apenas uma das margens.*



LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Massa d'água
- Limite municipal

Classificação quanto ao percentual de comprometimento da qualidade dos sedimentos

- 0,5
- Maior
- Médio
- Menor



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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 4.3 – Pontos de Monitoramento Sedimentos Classificados quanto ao percentual de comprometimento de sua qualidade

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Qualidade dos sedimentos: PROFILL (2020)

Esta variabilidade espacial e temporal pode ser evidenciada pelos resultados constantes no estudo apresentado à Fepam com vistas ao licenciamento de empreendimento localizado na margem direita do Rio Jacuí nas imediações do trecho entre as seções P4 e P2 deste estudo de Zoneamento (Proc. Adm. n.º 6354-05.67/18-1, Tabela 4.7), localizado na margem direita do Rio Jacuí nas imediações do trecho entre as seções P4 e P2 deste estudo de Zoneamento.

A partir dos resultados, não se verificam desvios frente aos teores de metais, no contexto de atendimento a Resolução Conama n° 454/12, estando estes, integralmente, abaixo do nível N1, e assim, caracterizando 100% de valores na condição de menor comprometimento (quanto a qualidade dos sedimentos).

Tabela 4.7 – Dados de sedimentos do estudo apresentado à Fepam com vistas ao licenciamento de empreendimento localizado na margem direita do Rio Jacuí. ND = não detectado; Azul = teores inferiores ao Nível 1 (N1).

Categoria	Parâmetros	Unidade	JA_061	Polo	RJ_01		RJ_02		CONAMA n° 454/12	
			2018	2018	2014	2018	2014	2018	N1	N2
Metais Pesados	Arsênio	mg/kg	< 1	< 1	2.03	< 1	3.28	< 1	5.9	17
	Cádmio	mg/kg	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.6	3.5
	Chumbo	mg/kg	< 1	13.7	5.77	4.93	15.5	3.86	35	91.3
	Cobre	mg/kg	1.58	17.2	17.1	15.7	29.3	8.29	35.7	197
	Cromo	mg/kg	< 1	22.3	10.4	9.11	14.5	20.2	37.3	90
	Mercúrio	mg/kg	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	< 0.05	0.17	0.486
	Níquel	mg/kg	< 1	9.55	5.93	5.53	6.47	4.97	18	35.9
	Zinco	mg/kg	4.42	14.2	34.3	50.8	43.4	18.6	123	315

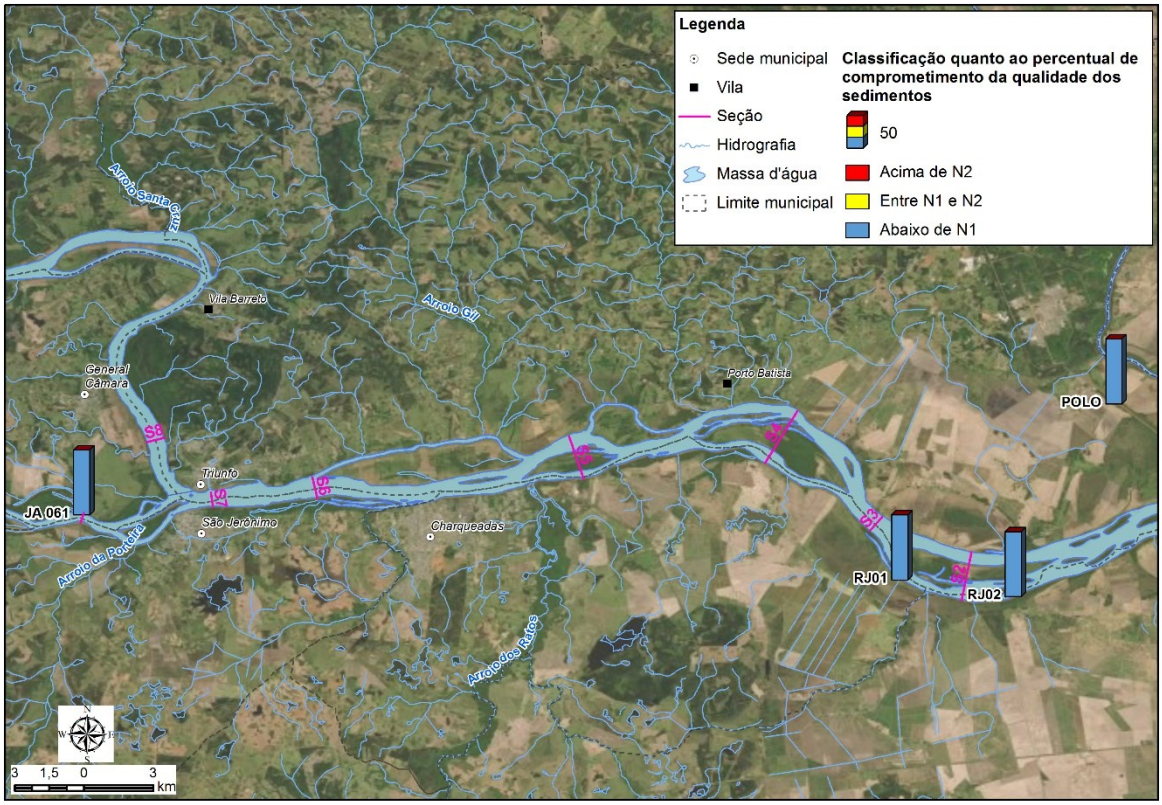


Figura 4.33 – Localização dos pontos de monitoramento de sedimentos do estudo apresentado à Fepam com vistas ao licenciamento de empreendimento localizado na margem direita do Rio Jacuí.

Assim, seria oportuno que projetos futuros considerassem um aumento no esforço amostral de monitoramento, bem como proceder a investigação de possíveis fontes de contaminação no entorno dos pontos de maior degradação potencial avaliados, e ampliando a frequência da amostragem de forma a identificar eventuais variações sazonais destes parâmetros.

4.1.4 Transporte de Sedimentos

A avaliação do transporte de sedimentos como um dos descritores para este zoneamento partiu dos resultados da Modelagem Matemática Hidrossedimentológica, que foi apresentada no Relatório Técnico – RT5.

A avaliação considerou o aporte de sedimentos ao Rio Jacuí, no trecho de interesse, estimando a contribuição de cada um dos principais afluentes e provenientes de montante, conforme Tabela 4.8 a seguir. Ressalta-se que as estimativas foram realizadas a partir das vazões médias e das curvas de sedimentos consideradas para cada sub-bacia.

Tabela 4.8 – Aporte de sedimentos Rio Jacuí (trecho a montante) e afluentes.

Sub-bacias	Transporte de Sedimentos (ton/ano)
Rio Jacuí (trecho de montante)	626 017,0
Rio Irapuã	61 204,0
Arroio Capané	16 737,0
Rio Botucaraí	16 355,0
Rio Iruí	42 987,0
Arroio Dom Marco	13 473,0
Arroio Tabatingai	12 128,0
Rio Pardo	283 962,0
Arroio Capivari	25 604,0
Arroio Francisquinho	31 287,0
Arroio do Conde	16 355,0
Rio Taquari	762 378,0
Arroio dos Ratos	41 795,0

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). As taxas de transporte de sedimentos são apresentadas, na Tabela 4.9, para as 25 seções topobatimétricas.

Esta mesma variável pode ser medida através da diferença média da cota do leito do rio, entre o início e o final da simulação. Tais valores também são apresentados no quadro a seguir.

Tabela 4.9 – Taxas de transporte de sedimentos para o trecho do Rio Jacuí em estudo.

Seções	Taxas de Transporte de Sedimentos (ton/ano)	Diferença de Cota (média) do Leito do Rio (m)
Seção 1	116 605,0	0,46
Seção 2	72 218,0	0,05
Seção 3	-10 863,0	-0,01
Seção 4	14 540,0	0,01
Seção 5	9 865,0	0,01
Seção 6	11 019,0	0,03
Seção 7	2 072,0	0,02
Seção 8	200 172,0	0,10
Seção 9	65 315,0	0,48
Seção 10	99 213,0	0,66
Seção 11	-65 305,0	-0,82
Seção 12	62 241,0	0,59
Seção 13	-21 823,0	-0,71
Seção 14	68 408,0	0,24
Seção 15	-181 681,0	-1,44
Seção 16	-9 875,0	-0,06
Seção 17	8 123,0	0,14
Seção 18	21 117,0	0,20
Seção 19	53 761,0	0,61
Seção 20	-51 323,0	-0,28
Seção 21	-2 177,0	-0,03
Seção 22	-6 281,0	-0,13
Seção 23	41 518,0	0,41
Seção 24	14 992,0	0,21
Seção 25	30 107,0	0,81

Observa-se no Tabela 4.9 que algumas taxas de transporte de sedimento (diferenças médias de cota) apresentam valores negativos, o que significa que tal seção apresenta um comportamento erosivo, em relação ao leito. Por outro lado, as seções com taxas (ou cotas) positivas, indicam um comportamento é deposicional.

O balanço de massa acumulado, para todo o trecho de interesse do Rio Jacuí, indica um total de sedimentos, com saldo positivo da ordem de 2,5 x 106 ton/ano. Esse saldo positivo demonstra que o trecho simulado do Rio Jacuí, apresenta tendência de deposição de sedimentos ao longo do tempo, ainda que trechos intermediários sejam erosivos. O valor do saldo positivo do balanço de massa pode ser um indicativo do ponto

de referência para os limites de extração, cabendo sua confirmação com mais simulações que considerem o efeito das cheias, que não foi o caso deste estudo.

Essa variação entre trechos deposicionais e erosivos foi o indicador selecionado para descrever esta variável, que foi classificada, de acordo com o grau de erosão ou deposição, em 5 classes, conforme Tabela 4.10 a seguir.

Tabela 4.10 – Classificação das seções conforme o transporte de sedimentos.

Transporte de sedimentos	Valor
Alta deposição (elevações na cota superiores a 0,5 m)	1
Deposição (elevações na cota superiores a 0,2 m)	2
Sem alteração (alterações inferiores a 0,2 m, com elevação ou rebaixamento)	3
Erosão (rebaixamento de cota superiores a 0,2 m)	4
Alta erosão (rebaixamento de cota superiores a 0,5 m)	5

O diagrama a seguir ilustra a metodologia de avaliação o transporte de sedimentos, até a elaboração do respectivo mapa temático.

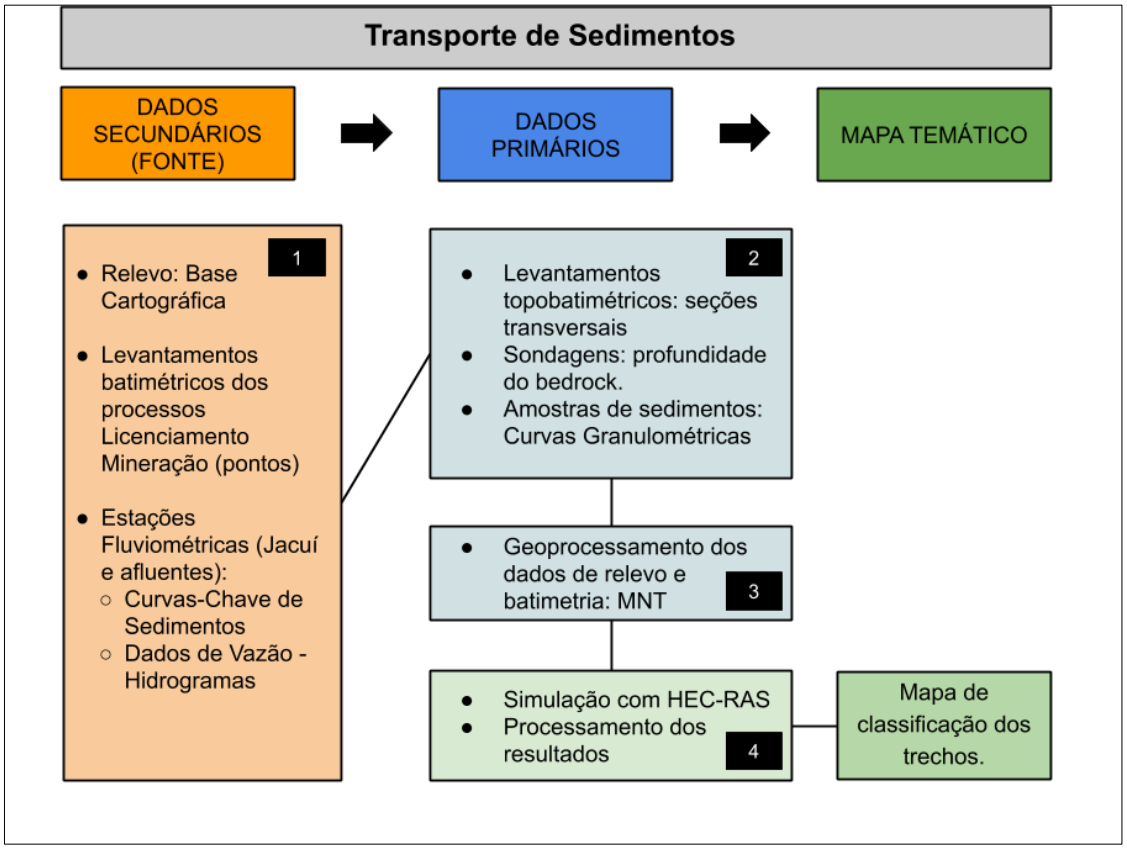


Figura 4.34 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Transporte de Sedimentos” até a elaboração do respectivo mapa temático.

Descrição dos passos:

Etapa 1 – Processamento das informações obtidas em fontes da dados secundários:

- Relevo para geração do MNT, utilizando a cartografia oficial do estado e os pontos de batimetria de processos disponibilizados pela FEPAM

- Monitoramento hidrológico e sedimentométrico: regionalização de vazões para caracterização das afluências ao trecho de estudo; e definição das curvas chave de sedimentos, para determinação do aporte ao trecho de estudo.

Etapa 2 – Consolidação e processamento dos dados levantados em campo (primários):

- Batimetria das 25 seções transversais, para determinação do MNT, juntamente com os dados secundários;

- Sondagens: para caracterização do leito do bedrock;

- Curvas granulométricas de sedimentos.

Etapa 3 – Processamento, em ambiente de SIG, dos dados de revelo, para elaboração do MNT e da geometria do trecho a ser modelado.

Etapa 4 – Utilização do modelo HEC-RAS para simulação hidráulica e sedimentológica do trecho de interesse, de modo a determinar as taxas de transporte em cada segmento.

Após a classificação, o resultado da classificação das 805 seções pode ser visualizado no gráfico da Figura 4.35. Percebe-se que a maior parte dos trechos ficaram sem alteração, e apenas 16% dos trechos foram classificados como erosivos.

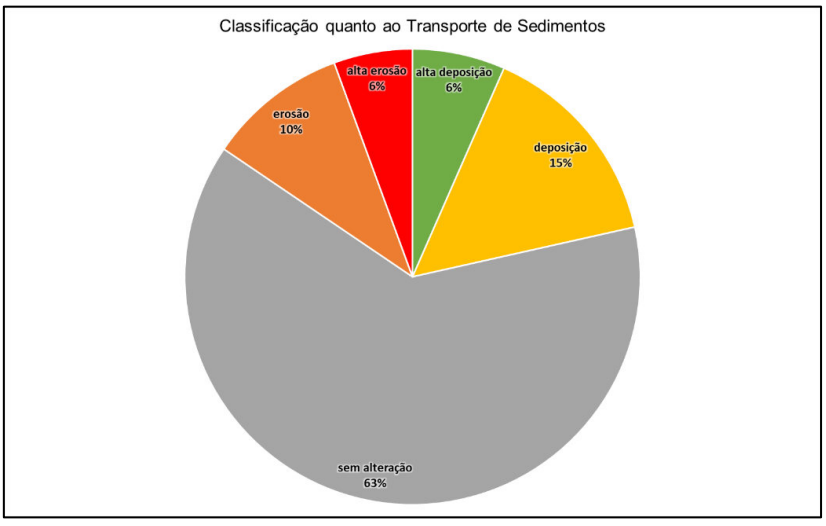
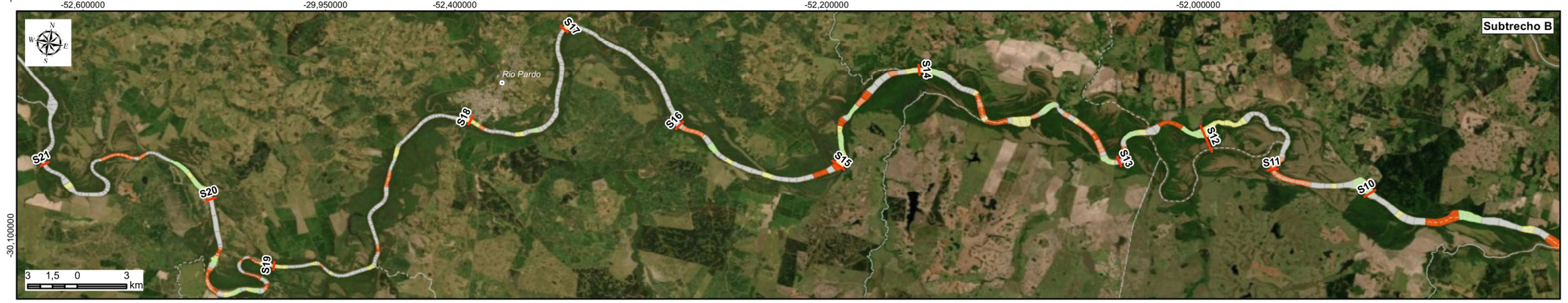


Figura 4.35 – Classificação dos trechos quanto ao Transporte de Sedimentos.

O produto final desta análise é um Mapa Temático do Transporte de Sedimentos, que apresenta a classificação dos trechos do Rio Jacuí, em deposicionais ou erosivas, conforme descrito acima. O Mapa 4.4 apresenta tal resultado.







LEGENDA

- Sede municipal
- Seções topobatimétricas
- Limite municipal

Transporte de sedimentos

- 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)

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



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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 4.4 – Mapa Temático do Transporte de Sedimentos, com a classificação dos trechos do rio Jacuí

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Seções topobatimétricas: Profill (2019)
- Variações do leito: Profill (2020)

4.1.5 Risco Erosivo-Hidrodinâmico

O último descritor selecionado para o meio físico também é oriundo dos resultados da modelagem matemática hidrossedimentológica, e pretende indicar o impacto da atividade minerária no potencial de erosão das margens do Rio Jacuí.

Para isso, foram buscados no RT5, as avaliações sobre o aumento das velocidades do escoamento devido a alteração do leito pela mineração. Foram simulados dois cenários de geometria das seções do Rio Jacuí: um na condição atual e outro extremamente afetado pela mineração. A comparação entre os dois cenários é a variável a ser considerada nesta análise sobre o Risco Erosivo-Hidrodinâmico.

A análise comparativa da velocidade de escoamento devido a alteração da geometria do leito, pela mineração, foi realizada a partir do cálculo da diferença entre as velocidades dos cenários 1 e 2, com isso foi possível observar trechos onde houve aumento ou diminuição da velocidade, tanto na calha quanto próximo as margens.

Potencialmente é possível afirmar que o risco de erosão das margens será maior onde ocorre incremento significativo da velocidade do escoamento. Daí o nome escolhido para este descritor: risco erosivo associado a hidrodinâmica do Rio Jacuí.

Fazendo-se tal análise das diferenças de velocidade entre os dois cenários, observa-se que em alguns trechos essa diferença é da ordem de 2,8 m/s (a mais) e em outros é da ordem de 1,2 m/s (a menos).

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 cinco classes, conforme Tabela 4.11 a seguir.

Tabela 4.11 – Classificação do Risco Erosivo, considerando a variação da velocidade de escoamento no modelo Hidrodinâmico.

Risco Erosivo - Hidrodinâmico	Valor
Baixíssimo risco (redução na velocidade acima de 0,5 m/s)	1
Baixo risco (redução na velocidade abaixo de 0,5 m/s)	2
Risco normal (alterações nas velocidades inferiores a 0,1 m/s)	3
Alto risco (aumentos na velocidade abaixo de 0,5 m/s)	4
Altíssimo risco (aumentos na velocidade acima de 0,5 m/s)	5

O diagrama a seguir ilustra a metodologia de avaliação do descritor Risco Erosivo - Hidrodinâmico, até a elaboração do respectivo mapa temático.

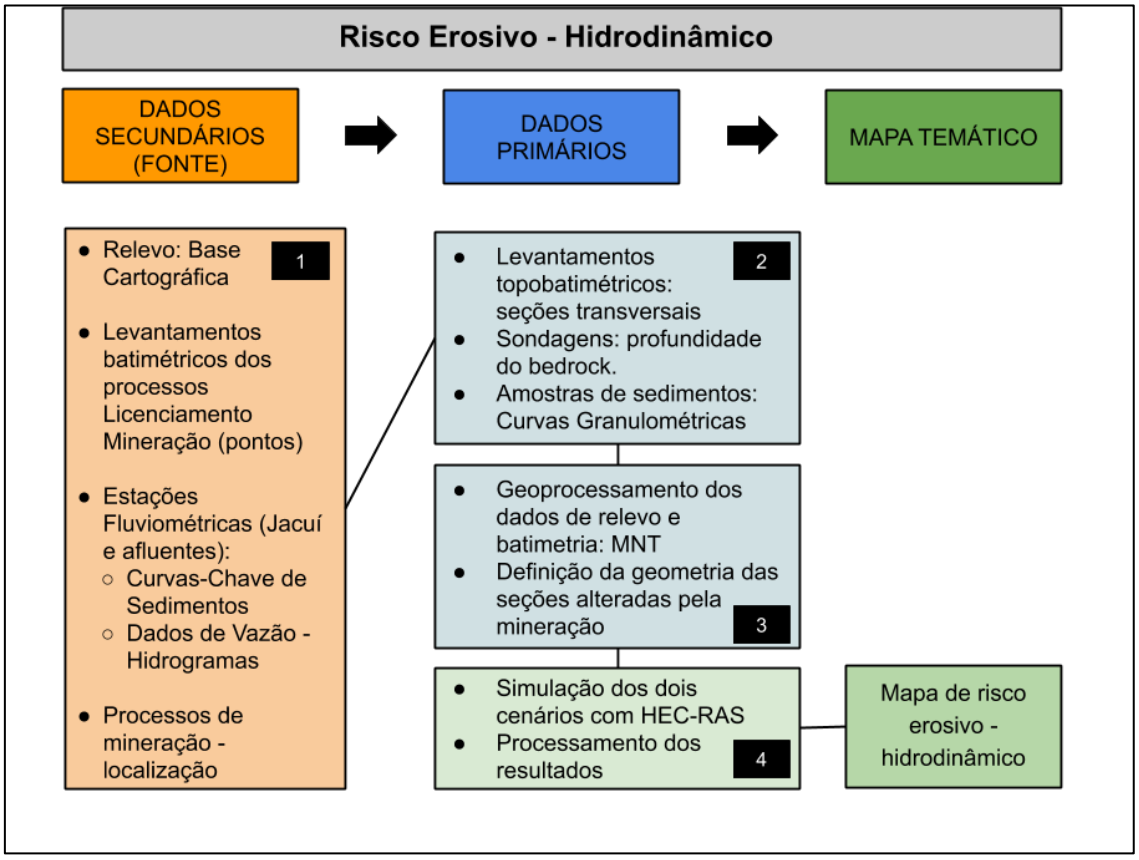


Figura 4.36 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Risco Erosivo-Hidrodinâmico” até a elaboração do respectivo mapa temático.

Descrição dos passos:

Etapa 1 – Processamento das informações obtidas em fontes da dados secundários:

- Relevo para geração do MNT, utilizando a cartografia oficial do estado e os pontos de batimetria de processos disponibilizados pela FEPAM

- Monitoramento hidrológico e sedimentométrico: regionalização de vazões para caracterização das afluências ao trecho de estudo; e definição das curvas chave de sedimentos, para determinação do aporte ao trecho de estudo.

- Localização dos processos de mineração, para definição do cenário alterado pela atividade minerária.

Etapa 2 – Consolidação e processamento dos dados levantados em campo (primários):

- Batimetria das 25 seções transversais, para determinação do MNT, juntamente com os dados secundários;

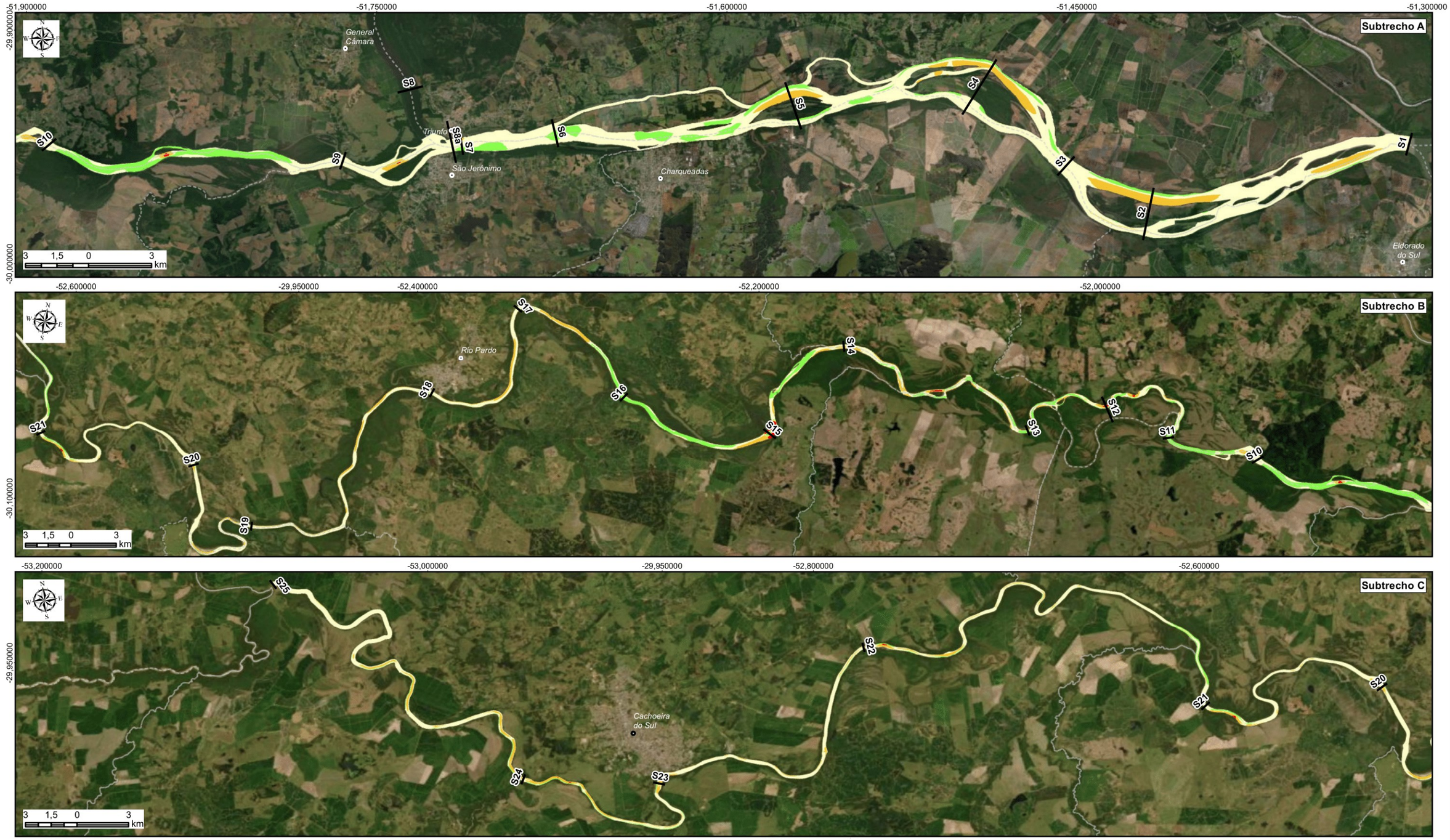
- Sondagens: para caracterização do leito do bedrock;

- Curvas granulométricas de sedimentos.

Etapa 3 – Processamento, em ambiente de SIG, dos dados de revelo, para elaboração do MNT e da geometria do trecho a ser modelado, considerando dois cenários: atual e alterado pela mineração.

Etapa 4 – Utilização do modelo HEC-RAS para simulação hidráulica e sedimentológica do trecho de interesse, de modo a determinar os incrementos de velocidades de escoamento entre os dois cenários.

O produto final desta análise é um Mapa Temático do Risco Erosivo - Hidrodinâmico, que apresenta as variações na velocidade do escoamento Rio Jacuí, conforme descrito acima. O Mapa 4.5 apresenta tal resultado.



LEGENDA

- Sede municipal
- Seções topobatimétricas
- Limite municipal

Risco Erosivo - Hidrodinâmico

- 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)

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



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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 4.5– Mapa Temático do Risco Erosivo – Hidrodinâmico, a partir das alterações na velocidade de escoamento

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Seções topobatimétricas: Profill (2019)
- Risco erosivo: Profill (2020)

4.1.6 Considerações Finais

O descritor “Morfodinâmica das Margens” é muito relevante por suas características ambientais, uma vez que o ambiente sedimentar do médio e baixo Jacuí consiste em um sistema erosivo deposicional, com margens construtivas, erosivas e “neutras”. Esta última classificação, de margens neutras dentro do sistema sedimentar não se confirmou no levantamento de pontos dentro do rio, pois as ditas margens neutras também apresentam processos erosivos em alguns locais. Corroborando ainda com esta percepção, em alguns locais as margens erosivas se apresentam totalmente estáveis e sem evidências de processos erosivos ativos, enquanto sua margem oposta, a margem construtiva, apresentam processos erosivos ativos.

Uma vez identificados estes condicionantes locais que destoam do modelo conceitual de ambientes de sedimentação em rios meandrantes e entrelaçados, optou-se por verificar um padrão de erosão das margens que fosse amplamente distribuído ao longo dos mais de 300 quilômetros de rio e que representasse a realidade local, resultando na classificação aqui estabelecida e identificada em campo e que ainda, possa ser monitorada através de geoprocessamento em conjunto com os pontos cadastrados em campo.

Os dados de qualidade das águas e sedimentos foram analisados, mas não atenderam aos requisitos para serem utilizados como descritores, em função do caráter monótono destas variáveis. Ou seja, todo os pontos apesentam águas de boa qualidade, compatíveis com o Enquadramento. O mesmo ocorre para os sedimentos. Quando analisados os parâmetros mais relacionados a atividade de mineração, percebeu-se uma variação entre as campanhas de seca e chuva, mas, sem padrão de variação espacial.

Dois descritores são oriundos dos estudos de modelagem: “Transporte de Sedimentos” e “Risco erosivo-hidrodinâmico”. A caracterização das taxas de transportes de sedimentos permitiu classificar os trechos do Jacuí em deposicionais ou erosivos, resultando num mapa temático com esta classificação.

Já o risco erosivo está associado a modificação do padrão hidrodinâmico do escoamento, pela atividade minerária, e foi medido pela alteração nos valores das velocidades de escoamento, que interferem diretamente no potencial erosivo nas margens.

Estes dois temas não foram submetidos a análise de *hotspots*, entendendo-se que os mesmos devem ser considerados diretamente na elaboração dos mapas de zoneamento na próxima etapa do trabalho, como um mapa de condicionante.

4.2 MEIO BIÓTICO

4.2.1 Ambientes da ictiofauna

Os estudos relativos à ictiofauna tiveram como ponto de partida uma revisão da literatura científica focada nos temas associados ao objetivo do zoneamento, considerando os impactos de mineração de areia; a reprodução (processos em rios) e as tipologias de habitat da ictiofauna de rios. Além disso, foi analisado um total de 45 processos referentes a obtenção de Licença de Operação ou Renovação de Licença de Operação de empreendimentos de mineração de areia. Destes, 24 continham informações relativas ao meio biótico. Uma análise mais detalhada propiciou a seleção daqueles estudos que continham dados obtidos em campo, alguns com coordenadas geográficas, e tais informações foram agregadas ao conjunto obtido em publicações científicas, corroborando a lista de espécies com registro e ocorrência potencial na bacia do Rio Jacuí.

A carência de informações georreferenciadas ao longo de toda a área de estudo, tanto nas publicações científicas quanto nos relatórios de licenciamento ambiental, fez com que a equipe redirecionasse a metodologia para uma análise de hábitats importantes para a ictiofauna uma vez que o objetivo do zoneamento passa por definir zonas com maior ou menor fragilidade para este grupo biótico. Desta forma, os estudos relativos aos processos de licenciamento ambiental contribuíram apenas para complementar a compilação das espécies potencialmente ocorrentes na bacia. O mapeamento de habitas foi realizado através de sua identificação em imagens de satélite.

Posteriormente, foram estabelecidos os critérios que conduziram às amostragens realizadas na etapa de diagnóstico e a seleção dos pontos a serem empregados para a produção dos mapas temáticos, considerando a seguinte estrutura lógica:

1) 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.

2) Execução de vistorias embarcadas ao longo de trechos pré-estabelecidos considerando a presença dos ambientes mapeados e locais de acesso ao rio, para definição dos locais de amostragens;

3) 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);

4) Reavaliação e refinamento da distribuição dos ambientes importantes para a ictiofauna em imagens de satélite;

5) Definição da escala de importância entre as tipologias de ambientes considerados importantes para a ictiofauna para fins de elaboração do mapa temático pela análise de hotspots (Tabela 4.12).

Tabela 4.12 – Classificação dos ambientes para ictiofauna.

Características dos ambientes para Ictiofauna	Valor
P: praia	1
FA: foz de arroio	2
FR: foz de rio	3
M: ambientes marginais	4

O diagrama a seguir ilustra a metodologia de avaliação de ambientes da ictiofauna até a elaboração do respectivo mapa temático.

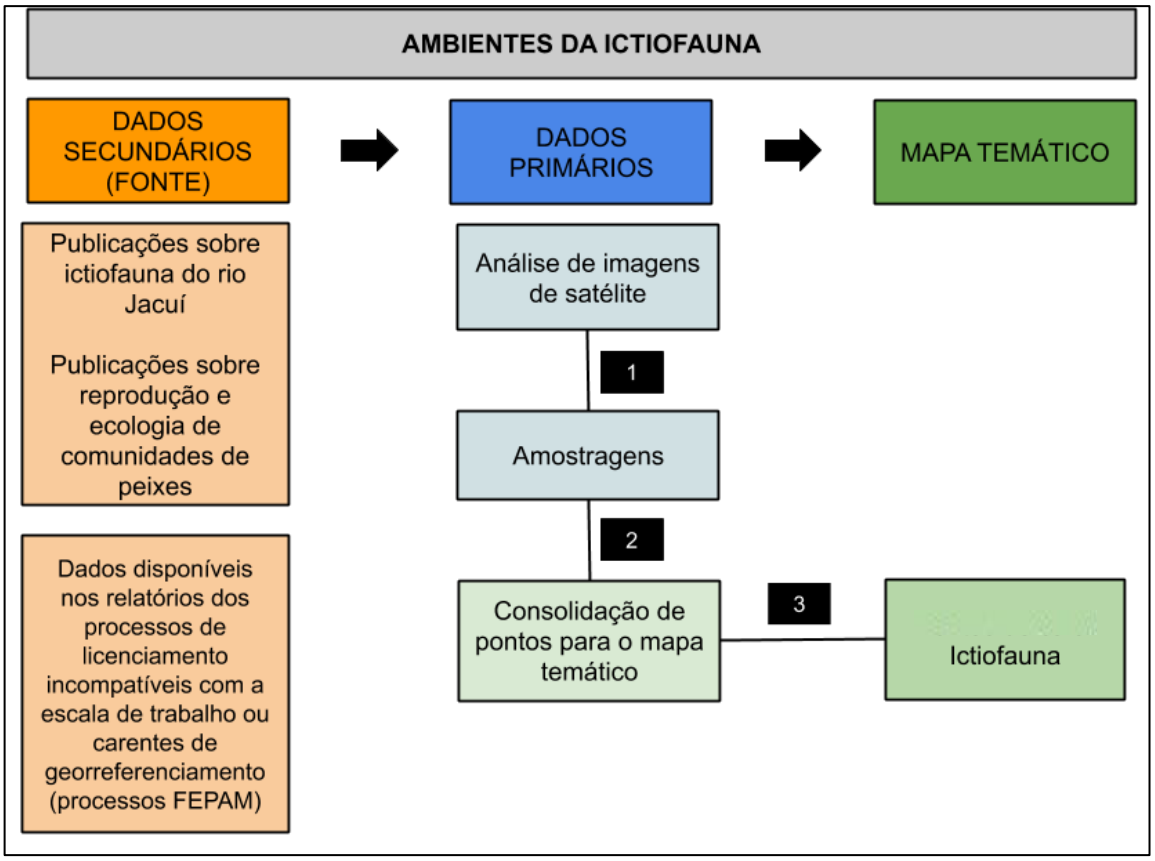


Figura 4.37 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Ambientes da Ictiofauna” até a elaboração do respectivo mapa temático.

Descrição dos passos:

Etapa 1 – Mapeamento de ambientes considerados importantes para a ictiofauna (praia, foz de arroio, foz de rio e ambientes marginais) para o planejamento das campanhas de amostragem;

Etapa 2 – Análise dos resultados das amostragens e da visualização dos ambientes em campo para revisão e consolidação dos ambientes previamente mapeados;

Etapa 3 – Análise de hotspots dos pontos valorados (ArcGis Pro: Toolbox → Spatial Statistics Tool → Mapping Clusters → Hot Spot Analysis Getis-Ord Gi*); interpolação dos pontos de hotspots para geração de mapa matricial (ArcGis Pro: Toolbox → Geostatistical Analyst Tools → IDW –Inverse Distance Weighting); reclassificação do mapa de superfície contínua interpolado para eliminação dos valores de GiZScores negativos para o cruzamento dos mapas temáticos (ArcGis Pro: Toolbox → Spatial Analyst Tool → Reclass → Reclassify).

4.2.2 Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre

Da mesma forma que o estudo da ictiofauna foi conduzido, trabalhos científicos e o mesmo lote de 45 processos de licenciamento foram objeto de análise para definição da lista de ocorrência potencial de fauna terrestre para a bacia do Rio Jacuí, formando um acervo de conhecimento básico sobre o grupo dos vertebrados.

Dificuldades como carência de georreferenciamento da ocorrência de espécies e ausência de indicação de fragilidade em relação ao tipo de empreendimento em tela, o que se justifica pela área diretamente afetada pela mineração se estringir ao leito do rio, não atingindo a parte terrestre, conduziram a uma abordagem do tema fauna terrestre através de características da paisagem. Para isso o estudo da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, que trata de diretrizes para a recuperação da vegetação ciliar do Rio Jacuí[2], serviu como base para a definição das manchas de vegetação com maior ou menor grau de alteração, compondo, junto o mapa de uso e ocupação do solo e a plataforma Google Earth, a base da análise espacial de zonas de maior ou menor importância para a fauna terrestre.

Considerando a natureza do trabalho aqui desenvolvido, em que uma amostragem exaustiva da fauna de vertebrados terrestres seria incompatível com o dimensionamento definido para o escopo geral dos estudos, o mapa temático relativo a esse tema foi elaborado a partir de premissa relacionada ao estado de conservação das áreas marginais, utilizando o grau de conectividade com áreas de características semelhantes externas à área de estudo, adotando-se o pressuposto de que quanto maior e mais conectada a mancha de vegetação natural, maior é a possibilidade de abrigar uma fauna terrestre mais diversa sendo, portanto, maior sua importância para a conservação.

Esse pressuposto foi corroborado quando da realização de vistorias a campo que revelaram que quanto maiores e mais conectadas as formações naturais ocorrentes nas margens do Rio Jacuí, mais frequentes e diversos eram os vestígios de fauna ali observados.

Assim sendo, a conectividade das manchas de vegetação natural foi avaliada de maneira a classificá-las em função do grau de conexão, variando desde porções isoladas de vegetação natural até manchas conectadas cuja extensão extrapola a área de estudo, por exemplo, seguindo pelas margens de afluentes do Rio Jacuí. Essa configuração foi utilizada adotando-se como base o mapeamento do uso do solo elaborado pela FZB/RS, a partir do qual foram definidas como tipologias “Naturais” as classes “Florestas”, “Áreas Úmidas” e “Mosaico Florestas/Áreas Úmidas”,

A produção do mapa temático relativo à fauna terrestre resultou da execução da seguinte sequência lógica de procedimentos:

1. Execução de vistorias embarcadas ao longo de trechos da área de estudo, vistoriando manchas de vegetação marginal à procura de indícios de utilização pela fauna;

[2] FZB. Elaboração de diretrizes para recuperação da vegetação ciliar do Rio Jacuí. Relatório não publicado. 2019.

2. Georreferenciamento dos locais vistoriados;

3. Análise das manchas avaliadas no mapa de uso e cobertura do solo e em imagens de satélite, identificando características convergentes naquelas em que se observou maior indícios de utilização pela fauna;

4. Definição da escala de importância através da conectividade das manchas de vegetação natural de elaboração do mapa temático pela análise de *hotspots* (Tabela 4.13).

Tabela 4.13 – Classificação das manchas de vegetação segundo sua importância para a fauna terrestre (conectividade).

Características das manchas de vegetação	Valor
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 (não segue curso de água por exemplo)	2
Manchas com conexão que extrapola a área de estudo a longas distâncias (conexão com mata ciliar de afluentes)	3

O diagrama a seguir ilustra a metodologia de avaliação da fauna terrestre até a elaboração do respectivo mapa temático.

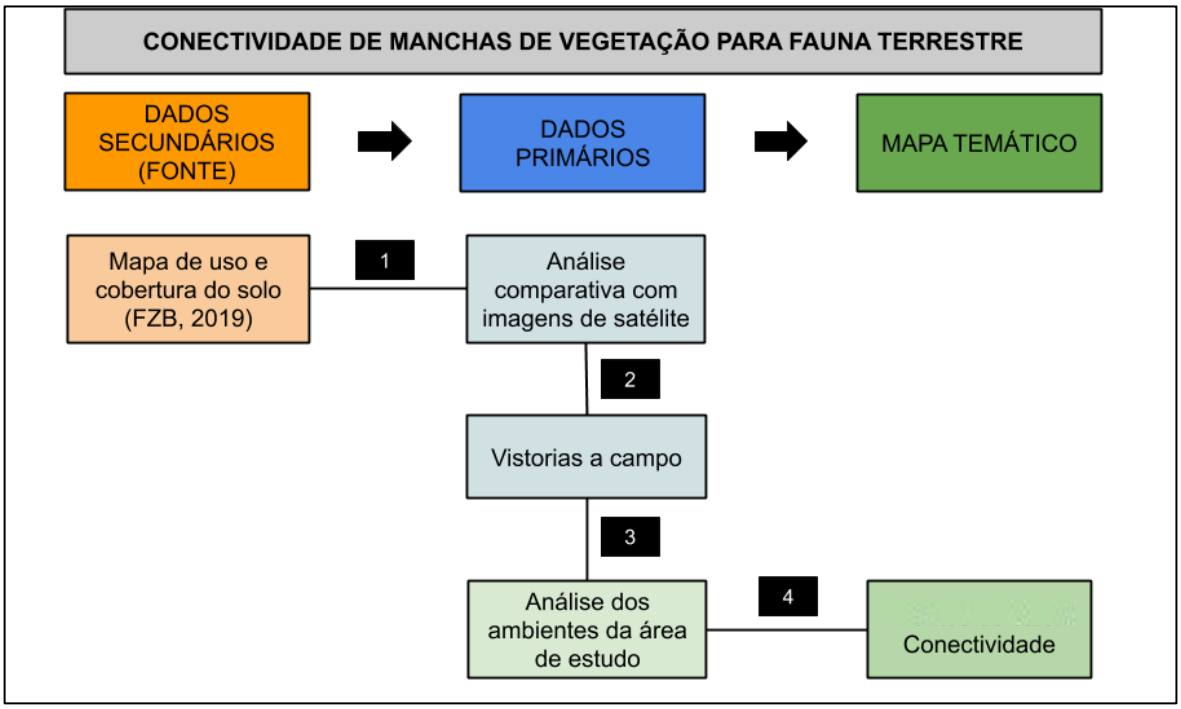


Figura 4.38 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre” até a elaboração do respectivo mapa temático.

Descrição dos passos:

Etapa 1 – Análise das tipologias vegetais naturais mapeadas pela FZB;

Etapa 2 – Verificação de diferentes manchas de vegetação com caraterísticas peculiares para planejamento das vistorias a campo;

Etapa 3 – Mapeamento de manchas de vegetação marginal levando-se em consideração sua conectividade em relação à detecção de vestígios de fauna obtidos nas vistorias;

Etapa 4 – Definição de escala do grau de conectividade e hierarquização das manchas de vegetação mapeadas:

Etapa 5 – Análise de hotspots dos pontos valorados (ArcGis Pro: Toolbox → Spatial Statistics Tool → Mapping Clusters → Hot Spot Analysis Getis-Ord Gi*); interpolação dos pontos de hotspots para geração de mapa matricial (ArcGis Pro: Toolbox → Geostatistical Analyst Tools → IDW –Inverse Distance Weighting); reclassificação do mapa de superfície contínua interpolado para eliminação dos valores de GiZScores negativos para o cruzamento dos mapas temáticos (ArcGis Pro: Toolbox → Spatial Analyst Tool → Reclass → Reclassify).

4.2.3 Mesohabitats bentônicos

Dentre os componentes das comunidades biológicas avaliados, elegeu-se a fauna de macroinvertebrados bentônicos para a elaboração de descritor ambiental a ser considerado na valoração dos mesohabitats. Com base nos padrões espaciais identificados para esta fauna, os mesohabitats foram categorizados com base no seu grau de importância. Mesohabitats são feições geomorfológicas moldadas pelo comportamento hidrodinâmico do rio durante milênios. São estruturas tridimensionais dinâmicas, que podem ser afetadas pela atividade de extração. É de suma importância preservá-los, para que se possa conservar a biodiversidade aquática, em especial os organismos bentônicos, que são os mais afetados pela atividade de remoção de sedimento, a qual suprime seus microhabitats e dependendo da escala, mesohabitats.

As etapas de elaboração de critérios de valoração e da produção do mapa temático dos mesohabitats bentônicos encontra-se discriminada na figura a seguir.

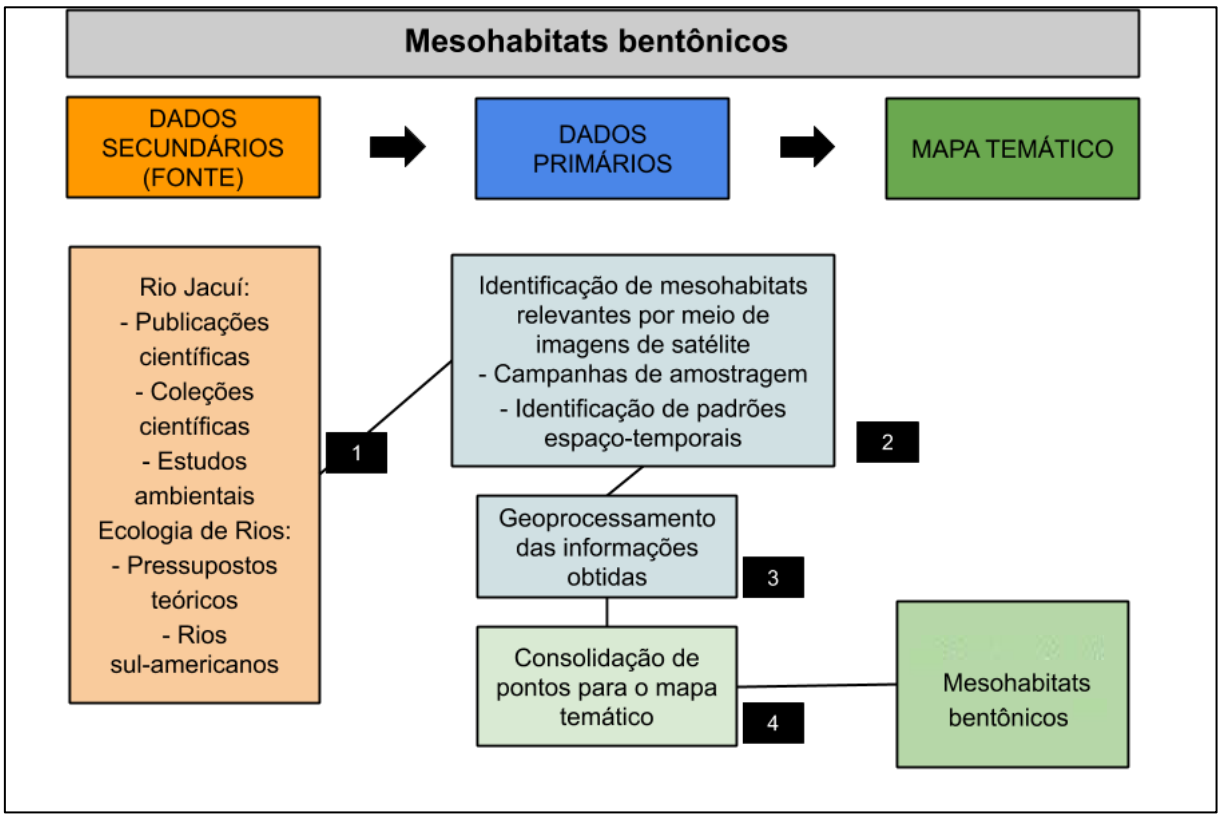


Figura 4.39 - Diagrama da metodologia de avaliação do descritor “Mesohabitats bentônicos” até a elaboração do respectivo mapa temático.

Etapa 1) Pressupostos teóricos e Levantamento de dados secundários:

Pressupostos teóricos sobre a estrutura e funcionamento de comunidades biológicas em rios constituíram uma importante base para o delineamento amostral de amostragem em duas campanhas, assim como para a interpretação de dados primários e secundários, e a consequente valoração de habitats com a finalidade de zoneamento. Os grandes rios, em sua maioria, apresentam canais complexos e largas planícies inundáveis, nas quais pode ser verificada uma zonação transversal de fatores abióticos e das comunidades, especialmente de organismos bentônicos (Takeda *et al.*, 1997). No Brasil, na planície aluvial do rio Paraná médio, a maior produtividade, riqueza e diversidade de organismos bentônicos, sobretudo organismos escavadores como oligoquetos, pode ser verificada em canais secundários devido ao sedimento mais estável constituído predominantemente silte e argila, assim como a menor dimensão (profundidade e largura), menor correnteza, enquanto que no canal principal, com maior profundidade e vazão, sedimento predominantemente arenoso e instável, os valores de produtividade, riqueza e diversidade de organismos foram inferiores (Marchese & Drago, 1992). Na bacia arroio Ayui Grande, afluente do Rio Uruguai, na Argentina, bivalves bentônicos escavadores se concentraram nas áreas deposicionais do corpo hídrico (A) e em canais secundários, onde há maior estabilidade do substrato, permitindo o ancoramento destes organismos. Em áreas erosionais, em canal de maior dimensão, e elevada correnteza, ocorrem em menor quantidade ou estão ausentes (Bonetto & Di Persia, 1975). Estes padrões de distribuição e riqueza em comunidades bentônicas foram investigados no Rio Jacuí para subsidiar o zoneamento. Para tal, adotou-se como unidade amostral e de valoração os mesohabitats lóticos.

Para o levantamento de dados secundários (RT2), diversas fontes foram consultadas, sendo a revisão ampliada neste relatório. Artigos científicos de cunho biológico, taxonômico e ecológico constituíram a maior fonte de registros. Cabe ressaltar que muitos dos registros sobre comunidades bentônicas se concentravam no alto Jacuí fora da área de estudo. No médio e baixo Rio Jacuí, a maior parte dos artigos se referia a registros de bivalves escavadores, principal grupo de organismos que coloniza o pacote sedimentar em áreas distintas do rio tanto em perfil transversal quanto longitudinal. Registros complementares de coleções científicas, como do Museu de Ciências e Tecnologia da PUC foram considerados, quando nova informação não publicada pode ser identificada. Teses de doutorado também foram consultadas. Outra fonte utilizada foram os estudos ambientais realizados para fins de licenciamento de atividade de extração de areia no Rio Jacuí.

Etapa 2) Identificação de mesohabitats: Com base em imagens de satélites, adotando-se a terminologia Moring *et al.* (2014) com adaptações, foram identificados 357 mesohabitats.

Etapa 3) Campanhas de amostragem: Dentre os mesohabitats identificados em imagens de satélite, 32 foram selecionados de forma a representar às 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 cada mesohabitat foram amostrados organismos bentônicos, para avaliação da abundância, riqueza e diversidade, e componentes de outras comunidades.

Etapa 4) Elaboração de critérios de valoração, valoração e produção de pontos de calor com base nos mesohabitats previamente identificados: Para a elaboração dos critérios de valoração foram considerados padrões conhecidos de distribuição de organismos bentônicos em seções transversais e longitudinais de grandes rios e riachos, os quais constam em literatura científica consagrada. Padrões de distribuição espacial, longitudinal e transversal, de macroinvertebrados bentônicos nos mesohabitats foram identificados com base nas duas campanhas de amostragem, realizadas em 2019, e consolidados com base em dados pretéritos. Cabe ressaltar que os padrões de distribuição em mesohabitats verificados no Rio Jacuí corroboraram padrões descritos na literatura científica. Além disso, foi considerada importância dos mesohabitats para espécies endêmicas e ameaçadas, especialmente organismos escavadores de grande porte como moluscos bivalves, os quais dependem do pacote sedimentar na maior parte do seu ciclo de vida.

Os critérios de valoração, em quatro níveis expressam o nível de importância dos mesohabitats bentônicos mais importantes para a conservação da biodiversidade do Jacuí e de seus processos ecológicos (Tabela 4.14):

- ✓ Os mesohabitats *Run* na calha principal (Figura 4.40 e Figura 4.41), com elevada instabilidade, no trecho meandrante e anastomosado, apresentam a granulometria grosseira (areia, seixo ou lajeado), com baixa deposição de finos e detritos orgânicos, apresentando baixa riqueza de organismos. Apenas organismos tolerantes ao estresse das correntes ocupam estes habitats, principalmente dos grupos Chironomidae e Oligochaeta
- ✓ Os mesohabitats *Run* na calha principal, com instabilidade moderada, no trecho retilíneo e entrelaçado, apresentam a granulometria predominantemente arenolodosa, com maior deposição de finos e detritos, apresentando melhores condições para a fauna bentônica. Além organismos tolerantes ao estresse das

correntes como Chironomidae e Oligochaeta, Ephemeroptera como *Campsurus* sp, ocorrem em sedimentos arenolodosos com detritos

- ✓ Na planície de inundação, os mesohabitats transicionais, com estabilidade moderada devido a menor influência das correntes, como *backwater*, *forewater* e embaiamento (Figura 4.41), com predominância de sedimentos arenosos, apresentam um maior refúgio para os organismos bentônicos. A fauna bentônica nestes ambientes migra conforme o nível do rio, e apresentam maior estabilidade em cenário de estiagem, e maior instabilidade em cenário de enchente e vazante.
- ✓ Mesohabitats isolados na planície de inundação exceto em período de cheia (Figura 4.40), como piscinas isoladas, conectadas ou não por pequenos canais, apresentam maior estabilidade do substrato, com predominância de sedimentos finos e maior grau de eutrofização, com presença de macrófitas aquáticas. Além disso, mesohabitats marginais como áreas deposicionais, como as barras em pontal, margens de Ilhas e barras longitudinais, ou praias (Figura 4.41), constituem mesohabitats importantes para organismos escavadores, como bivalves nativos que se mantem enterrados no pacote sedimentar. Estes mesohabitats são mais importantes para conservação da fauna bentônica, inclusive espécies ameaçadas, do que o centro do canal, onde a elevada instabilidade proporciona a ocorrência de espécies resistentes ao estresse das correntes

Com base nestes dados, um total de 357 mesohabitats previamente identificados em imagens, foram valorados com base em resultados de amostragem obtidas em duas campanhas de campo, em 32 mesohabitats, assim como também em dados de distribuição e ocorrência de organismos bentônicos obtidos por meio de dados secundários mencionados anteriormente. Após a valoração dos mesohabitats com base nos critérios previamente estabelecidos, foram seguidos os mesmos procedimentos utilizados para os demais descritores do zoneamento: análise de hotspots dos pontos valorados ArcGis Pro: Toolbox → Spatial Statistics Tool → Mapping Clusters → Hot Spot Analysis Getis-Ord Gi*); interpolação dos pontos de hotspots para geração de mapa matricial (ArcGis Pro: Toolbox → Geostatistical Analyst Tools → IDW –Inverse Distance Weighting); reclassificação do mapa de superfície contínua interpolado para eliminação dos valores de GiZScores negativos para o cruzamento dos mapas temáticos (ArcGis Pro: Toolbox → Spatial Analyst Tool → Reclass → Reclassify.

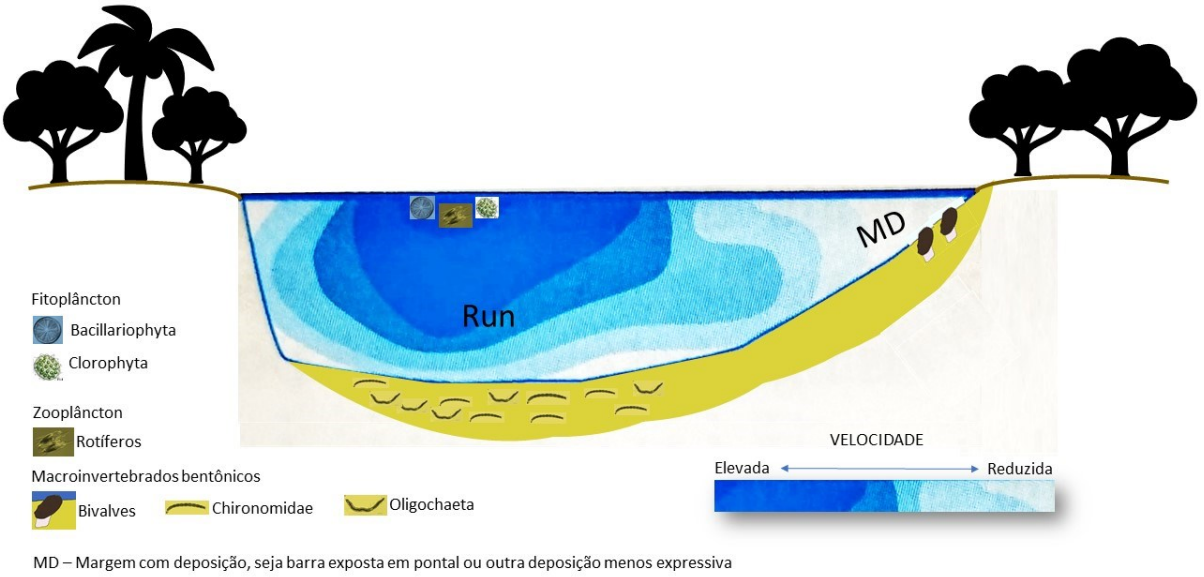


Figura 4.40 – Modelo conceitual simplificado da zonação transversal e vertical da calha principal do Rio Jacuí, indicando grupos dominantes das comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica e bentônica, com base nos dados primários e secundários.

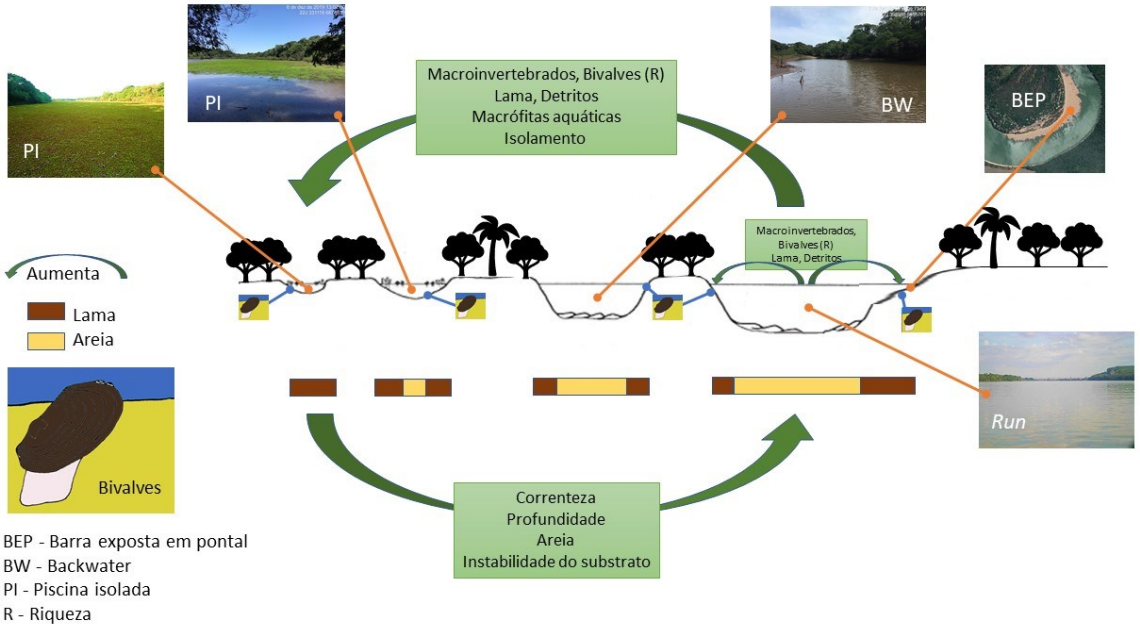


Figura 4.41 – Modelo conceitual simplificado da zonação transversal do Rio Jacuí, com base nos padrões identificados para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, por meio de estatística univariada e multivariada, bem como por meio de dados secundários. Adaptado de Marchese & Drago (1992).

Tabela 4.14 – Descritor relativo aos mesohabitats bentônicos, em quatro níveis.

Descritor	Valor*
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 estabilidade moderada, com maior conectividade à calha (ex.: *backwater*, *forewater* embaiamento), com predominância de sedimentos arenosos; Foz de rio	3
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

*valores maiores indicam maior sensibilidade.

4.3 MEIO SOCIOECONÔMICO

Conforme observado no diagnóstico elaborado para o Meio Socioeconômico, a estrutura econômica da maior parte dos municípios está diretamente atrelada ao setor primário. Segmentos sociais e econômicos dos municípios e, especialmente da área de estudo, realizam atividades econômicas com interação direta ou indireta com o Rio Jacuí. São atividades como captações para abastecimento público, agricultura, pecuária, atividades de pesca e navegação, mineração, além do turismo e do lazer.

A pesca amadora e profissional, pela relação direta que essa atividade apresenta com as condições ambientais gerais dos recursos hídricos que, conforme apresentado no diagnóstico, parte dos grupos sociais entrevistados para a realização do diagnóstico, percebem que, nos cursos médio e baixo do Rio Jacuí, diferentes atividades econômicas estão produzindo impactos ambientais que acabam por influenciar na qualidade e volume dos estoques pesqueiros, tais como:

- 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 arraste de materiais dos pescadores pela passagem das dragas.

Os aspectos/questões ambientais citados acima evidenciam que existem causas múltiplas que podem estar produzindo impactos negativos nos estoques pesqueiros e, consequentemente, na atividade pesqueira nos trechos de rios da área de estudo.

Dos aspectos citados, apenas o último, em tese, apresenta uma relação direta entre estoque pesqueiro e a mineração de areia. Contudo, para a sua confirmação, assim como para os demais, seriam necessários estudos específico que não fazem parte do rol de estudos realizados para o presente zoneamento.

Todavia, por se tratar de um estudo interdisciplinar, outros estudos, bem como diretrizes para os futuros licenciamentos de perímetros minerários e a definição de áreas de exclusão são atinentes à correlação entre atividade mineradora, estoque pesqueiro e a

consequente gestão ambiental da atividade mineradora, de modo a evitar, minimizar ou mesmo evitar, impactos dessa atividade à necessária sustentabilidade dos recursos hídricos que venham assegurar os usos múltiplos dos recursos hídricos.

Como exemplo dessa relação direta entre o Zoneamento e a preservação/manutenção dos estoques pesqueiros, pode-se citar as restrições à mineração em ambientes marginais (vide Capítulo 4.4 do RT8). Também, como exemplo, nesse mesmo sentido, pode ser citado o controle de erosão da margens. Mais especificamente no meio socioeconômico, o estabelecimento de uma faixa mínima de 100 m de restrição à atividade mineradora em frente as nucleações/povoações ao longo das margens do rio é outro exemplo com vistas a proteção prévia da atividade pesqueira de outros usos sociais realizados junto ao rio nesse perímetro.

Portanto, propõem-se um conjunto de instrumentos integrados entre os diferentes meios (físico, biótico e socioeconômico) que tem como objetivo fim orientar os procedimentos de extração de areia com vistas a garantir a sustentabilidade do Rio Jacuí, buscando a garantia dos usos múltiplos dos recursos hídricos, incluindo a atividade de pesca.

A respeito da utilização das informações de diagnóstico ambiental na presente etapa, observou-se que a maior parte dos dados socioeconômicos obtidas encontra-se diretamente associada às áreas terrestres externas à faixa de 500 m estipulada na área em estudo e, portanto, não possui relação direta com o Rio Jacuí ou suas margens, não permitindo assim uma espacialização dos dados e consequente geração de descritores para os mapeamentos temáticos do presente relatório.

Desta forma, a não utilização de dados secundários, como é no caso dos indicadores econômicos, das informações relacionadas às atividades econômicas primárias, da demografia e da infraestrutura se deu por conta da incapacidade de se restringir tais dados à área em estudo delimitada para a elaboração dos mapas temáticos. Na maioria dos casos as informações são referentes a todo o município e até mesmo aqueles dados relativos aos setores censitários abrangem, em muitas oportunidades, área superior aos limites utilizados para a elaboração dos mapeamentos temáticos.

Assim, do ponto de vista do aproveitamento de dados primários e secundários obtidos para o diagnóstico ambiental do meio socioeconômico, mesmo não sendo utilizados na sua integralidade para a geração de descritores no presente relatório, tais dados poderão ser considerados nas análises relacionadas ao Zoneamento Ambiental, por meio da elaboração de diretrizes, restrições e potencialidades.

Após a análise de viabilidade da utilização das informações constantes no diagnóstico ambiental e, considerando a geração de descritores e mapeamentos que permitam a sua espacialização no presente relatório, a análise das informações e dados gerados identificou como critérios relevantes e passíveis de espacialização o conjunto de dados que incluem os pontos onde se localizam as áreas urbanas, aglomerados populacionais associados ao Rio Jacuí, balneários, praias e áreas de lazer, bem como os pontos de captação de água superficial no Rio Jacuí (captações industriais, dessedentação animal e abastecimento público).

A seguir são detalhados os aspectos relacionados ao descritor do meio socioeconômico e que compuseram a análise aqui desenvolvida.

4.3.1 Pontos de interesse associados ao Meio Socioeconômico

A construção do mapa temático para o meio socioeconômico considerou os dados e informações relacionadas aos núcleos urbanos, aglomerados populacionais, balneários, praias e áreas de lazer, bem como os locais de captação de água superficial junto ao Rio Jacuí.

Os núcleos urbanos, aglomerados populacionais, balneários, praias e áreas de lazer foram contemplados em função dos efeitos que a atividade minerária pode acarretar, trazendo transtornos aos moradores e às atividades econômicas desenvolvidas nesses locais, considerando aspectos como:

- Geração de ruídos e vibrações;
- Incremento de gases na atmosfera;
- Acidentes com derramamento de combustíveis;
- Atividade noturna.

Como exposto anteriormente, a questão da impossibilidade de estabelecer pontos específicos e preferenciais de pesca no Rio Jacuí impediu a utilização desta informação como descritor dentro da presente análise, sendo integrada no zoneamento conjugada aos temas “ambientes da ictiofauna” e comunidades que possuem relação direta com o Rio Jacuí.

Em relação às captações superficiais, o tema foi incluído em função da importância para o abastecimento humano e os impactos associados à pluma de material em suspensão originada da atividade minerária e a influência adversa que pode trazer aos sistemas de tratamento e distribuição de água potável para as populações das cidades e localidades

ribeirinhas. Além disso, os riscos associados a acidentes com derramamentos de óleos e outros, determinaram a definição da localização das captações de águas superficiais como um dos temas a serem contemplados.

O levantamento de dados observou a seguinte estrutura lógica (

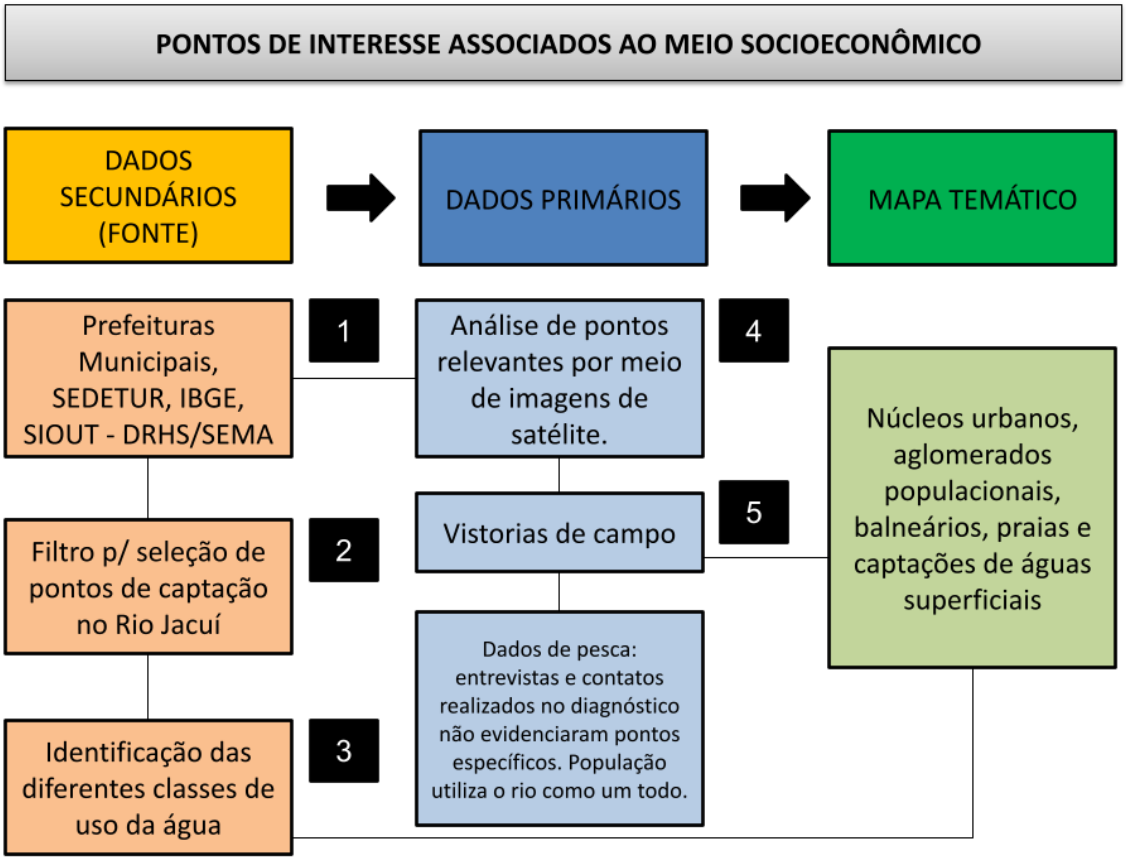


Figura 4.42):

1) Inicialmente os dados de áreas urbanas, aglomerações populacionais, balneários, praias e áreas de lazer foram extraídos de dados de órgãos oficiais, tais como as Prefeituras Municipais, Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Turismo, IBGE. 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 (consulta realizada em outubro/2019);

2) Em relação às captações de água, foram obtidas as planilhas para todos os municípios integrantes do diagnóstico. Posteriormente os dados foram filtrados, visando identificar apenas as captações realizadas no Rio Jacuí;

3) Dentro da seleção realizada, foi considerada para fins de valoração a classificação a partir das diferentes classes de uso da água, onde se observa

um predomínio da irrigação agrícola, seguida pela dessedentação animal, além do abastecimento público/ consumo humano.

4) Em relação aos dados de áreas urbanas, aglomerações populacionais, balneários, praias e áreas de lazer, tais locais foram identificados a partir da localização em imagens de satélite, gerando topônimos referentes aos locais elencados a partir de dados secundários;

A atividade permitiu ainda a identificação de pontos relevantes observados na imagem e que na sequência puderam ser observados nas atividades de campo, incluindo comunidades que possuem pescadores residentes.

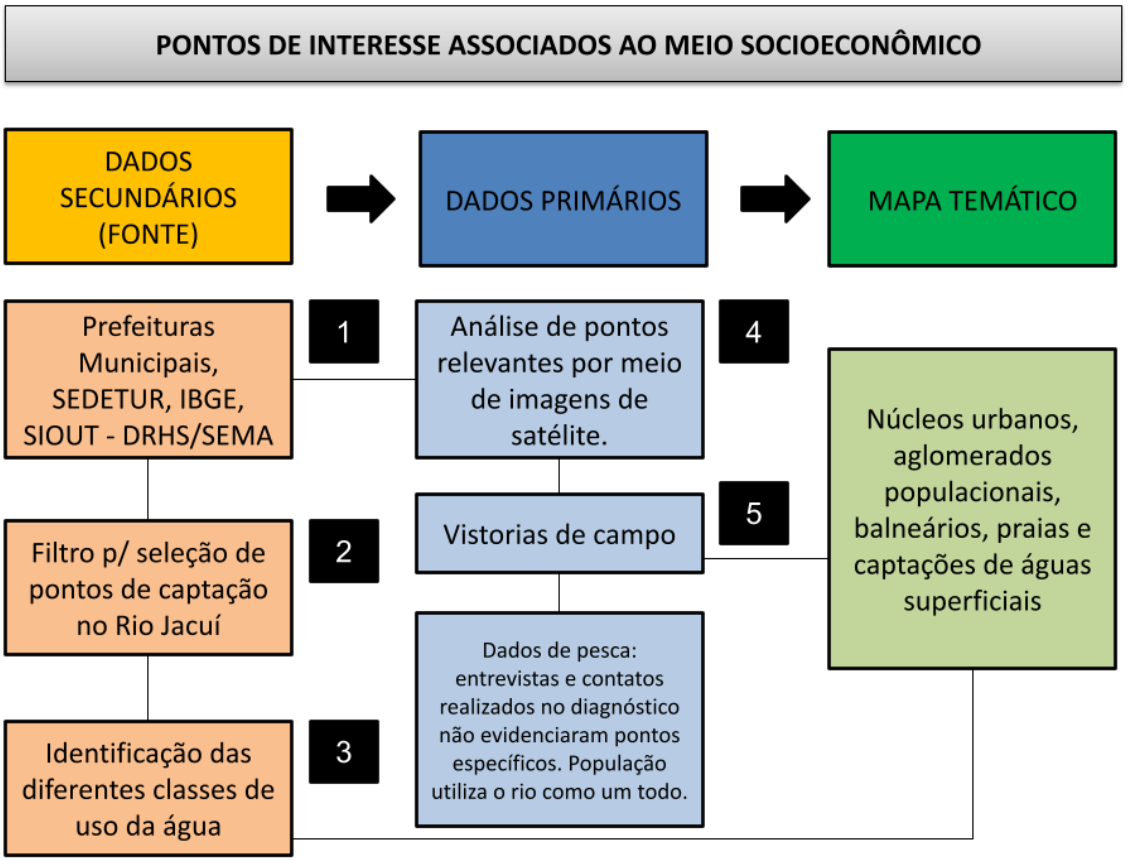


Figura 4.42 - Diagrama da metodologia de avaliação dos pontos relacionados ao meio socioeconômico.

Os pontos relacionados às áreas urbanas, aglomerações populacionais, balneários, praias e áreas de lazer apresentados na Tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Apresentação dos pontos relacionados a áreas urbanas, aglomerados populacionais, balneários, praias e áreas de lazer.

ID	Nome	Características	Latitude	Longitude
1	Passo do Lourenço	Comunidade com pescadores residentes	-30,011720	-53,009866
2	Balneário Caixa D'água	Balneários e áreas de lazer	-30,010165	-52,972787
3	Balneário do Seringa	Balneários e áreas de lazer	-30,079569	-52,902418
4	Bairro Marques Ribeiro	Comunidade com pescadores residentes	-30,054354	-52,891837
5	Cachoeira do Sul	Área Urbana	-30,052509	-52,887018
6	Praia Velha	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-30,053886	-52,884111
7	Praia Nova	Balneários e áreas de lazer	-30,056147	-52,882248
8	Clube de Caça, Pesca e Tiro / Clube Náutico	Áreas de Lazer	-30,053381	-52,882188
9	Cristo Rei	Comunidade com pescadores residentes	-30,053100	-52,877701
10	Capão Grande	Comunidade com pescadores residentes	-30,052021	-52,808673
11	Balneário Santa Vitória	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,996709	-52,386965
12	Praia dos Ingazeiros	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,993857	-52,381208
13	Rio Pardo	Área Urbana	-29,992349	-52,379199
14	Antigo Forte Jesus, Maria, José	Áreas de Lazer	-29,994082	-52,377306
15	Balneário Porto Ferreira	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,983783	-52,338050
16	Balneário Porto das Mesas	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,937745	-52,318459
17	Balneário Porto do Lambari	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,963916	-52,183589
18	João Rodrigues	Comunidade com pescadores residentes	-29,925632	-52,161413
19	Porto Três Irmãos	Comunidade com pescadores residentes	-29,933832	-52,061042
20	Balneário Monte Alegre	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,954153	-52,030765
21	Vila de Santo Amaro do Sul	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,939100	-51,898107
22	Praia da Cachoeirinha	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,952912	-51,763984
23	São Jerônimo	Área Urbana	-29,958343	-51,727477
24	Grêmio Náutico de São Jerônimo	Balneários e áreas de lazer	-29,954285	-51,725333
25	Praia do Encontro	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,953340	-51,723208
26	Centro Histórico de Triunfo	Áreas de Lazer	-29,945510	-51,718797
27	Triunfo	Área Urbana	-29,944113	-51,717502
28	Camping do Areal	Balneários e áreas de lazer	-29,945796	-51,715119
29	Praia do Estaleiro	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,943621	-51,691950
30	Pousada e Balneário Gonzales de Souza	Balneários e áreas de lazer	-29,952701	-51,642036
31	Ilha da Paciência	Comunidade com pescadores residentes	-29,930966	-51,639309
32	Praia das Pedrinhas	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,952115	-51,638890
33	Beira Rio	Comunidade com pescadores residentes	-29,950430	-51,630624
34	Charqueadas	Área Urbana	-29,950678	-51,620948
35	Localidade de General Neto/Praia Grande	Comunidade com pescadores residentes	-29,924847	-51,611414
36	Santo Antônio	Comunidade com pescadores residentes	-29,947188	-51,609833

ID	Nome	Características	Latitude	Longitude
37	General Neto/ Praia Grande	Comunidade com pescadores residentes	-29,930756	-51,595532
38	Balneário do Porto Batista	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-29,913578	-51,516470
39	Porto da Belinha	Comunidade com pescadores residentes	-29,911821	-51,489942
40	Porto da Manga	Comunidade com pescadores residentes	-29,950988	-51,456772
41	Ilha da Ponta Rasa	Comunidade com pescadores residentes	-29,963474	-51,378368

Posterior à definição dos pontos relacionados a áreas urbanas, aglomerados populacionais, balneários, praias, áreas de lazer e captações de água superficiais, os mesmos foram valorados seguindo critério que pontuou com maior relevância aqueles locais com maior possibilidade de dano frente a possíveis impactos da atividade de mineração no Rio Jacuí. Desta maneira, foram definidos três pesos:

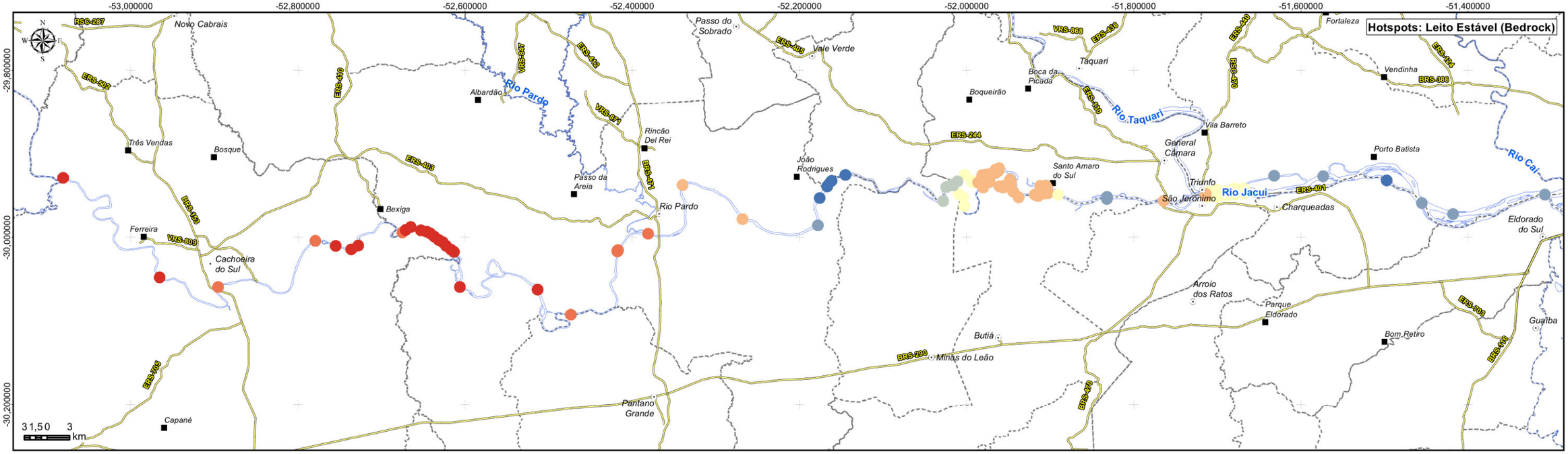
- Pontos de captação Industrial e Irrigação / Pontos de captação para Dessedentação Animal (peso 1);
- Aglomerados populacionais (peso 2);
- Pontos de captação para Abastecimento Público / Balneários, praias e Áreas Urbanas (peso 3).

Tabela 4.16 – Classificação dos descritores elencados para o Meio Socioeconômico.

Descritores	Valor
Pontos de captação Industrial e Irrigação / Pontos de captação para Dessedentação Animal	1
Aglomerados populacionais	2
Pontos de captação para Abastecimento Público / Balneários, praias e Áreas Urbanas	3

5 MAPAS DOS DESCRITORES

Neste item são apresentados os mapas com a análise de *hotspots* desenvolvida a partir dos pontos dos valorados dos descritores, assim como o mapa de superfície contínua interpolados (IDW) para cada um deles. Como descrito anteriormente, os mapas de superfície contínua serviram de base para o cruzamento dos mapas temáticos com o apoio de uma análise multicritério que definiu o peso atribuído a cada um deles nessa operação.



LEGENDA

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

Hotspots: Leito Estável (Bedrock)

- -2,77588 - -2,16396
- -2,16395 - -1,67436
- -1,67435 - -1,41478
- -1,41477 - -0,74460
- -0,74459 - 0,28060
- 0,28061 - 1,99729
- 1,99730 - 3,07090

IDW: Leito Estável (Bedrock)

- -2,77133 - -1,76326
- -1,76325 - -1,2134
- -1,21339 - -0,3657
- -0,36569 - 0,59655
- 0,59656 - 1,51297
- 1,51298 - 2,20029
- 2,2003 - 3,0709



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

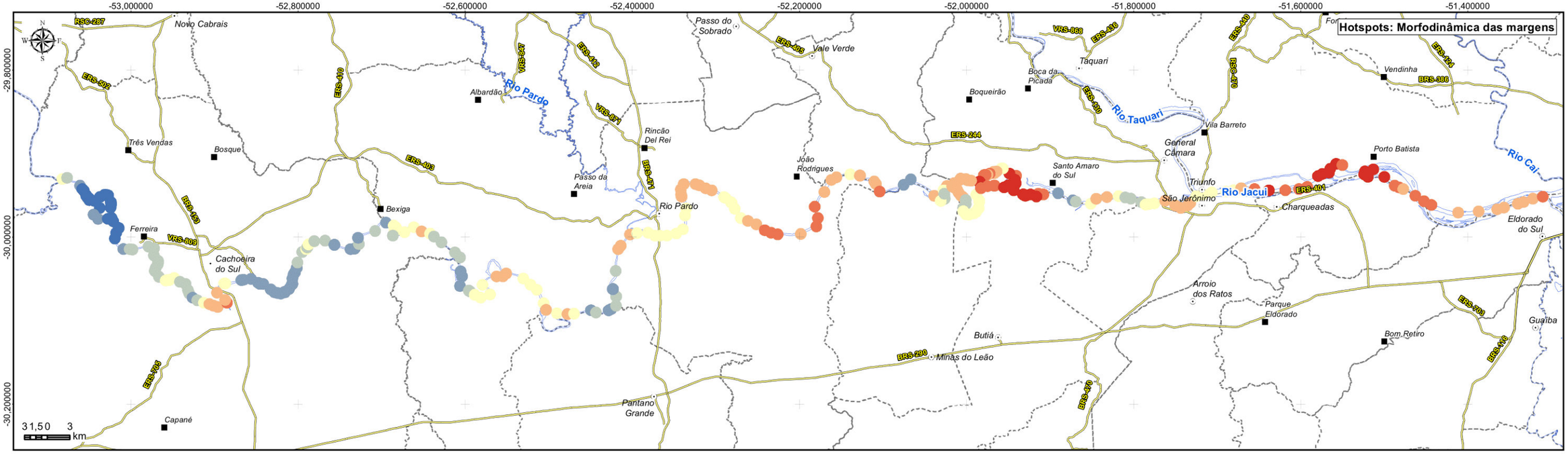
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 5.1 – Pontos (hot spots) e interpolação (IDW) do descritor Leito Estável (Bedrock)

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Descritores: PROFILL (2020)



LEGENDA

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

Hotspots: Morfodinâmica das margens

- -4,79924 - -3,29240
- -3,29239 - -1,73349
- -1,73348 - -0,61361
- -0,61360 - 0,46690
- 0,46691 - 1,54411
- 1,54412 - 2,74006
- 2,74007 - 4,90051

IDW: Morfodinâmica das margens

- -4,79088 - -2,85405
- -2,85404 - -1,41092
- -1,41091 - -0,2716
- -0,27159 - 0,75378
- 0,75379 - 1,66523
- 1,66524 - 2,50073
- 2,50074 - 4,89328



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

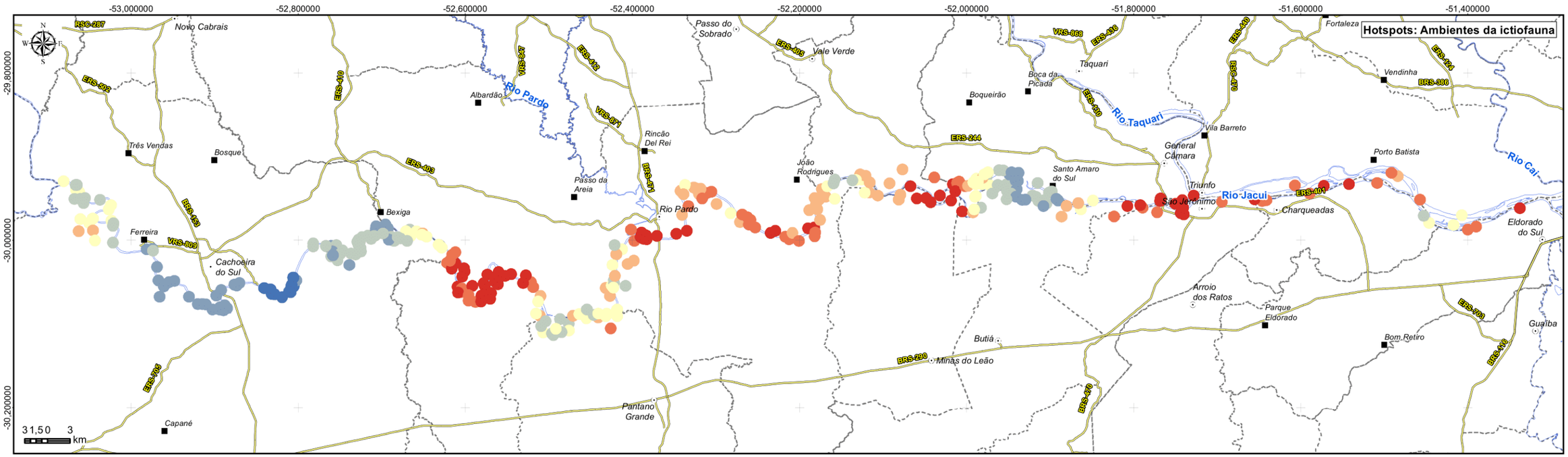
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

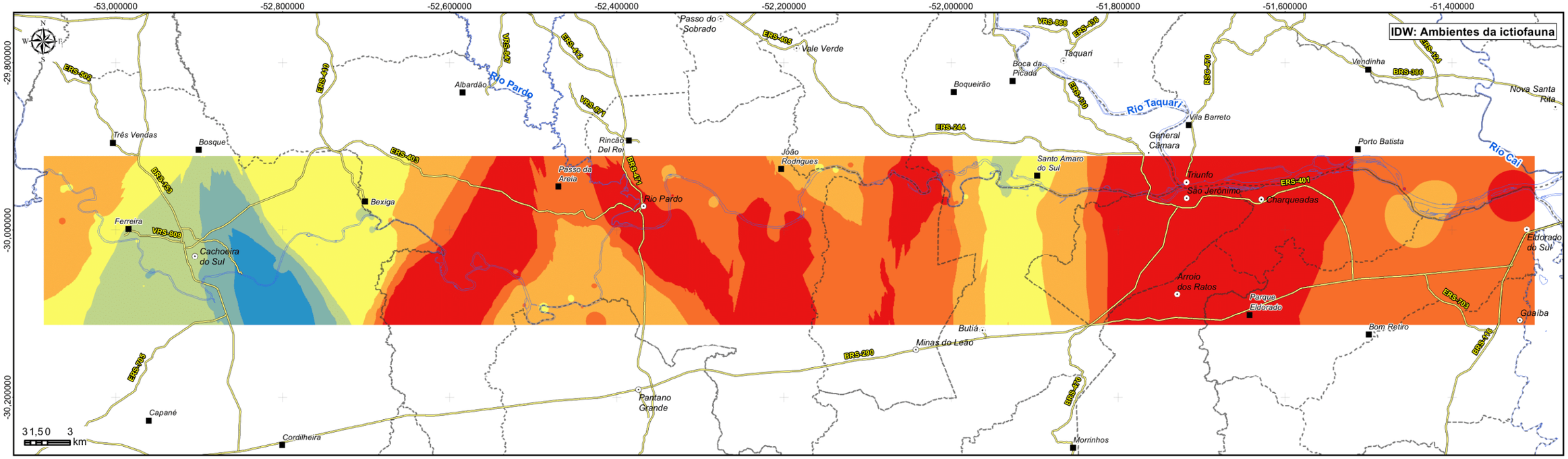
Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 5.2 – Pontos (hot spots) e interpolação (IDW) do descritor Morfodinâmica das margens

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Descritores: PROFILL (2020)





LEGENDA

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

Hotspots: Ambientes da Ictiofauna	IDW: Ambientes da Ictiofauna
-4,02341 - -2,53580	-4,02162 - -2,77803
-2,53579 - -1,04239	-2,77802 - -1,86925
-1,04238 - -0,30774	-1,86924 - -1,10397
-0,30773 - 0,06825	-1,10396 - -0,3626
0,06826 - 0,60549	-0,36259 - 0,30702
0,60550 - 1,14243	0,30703 - 0,88099
1,14244 - 2,09272	0,881 - 2,07674



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

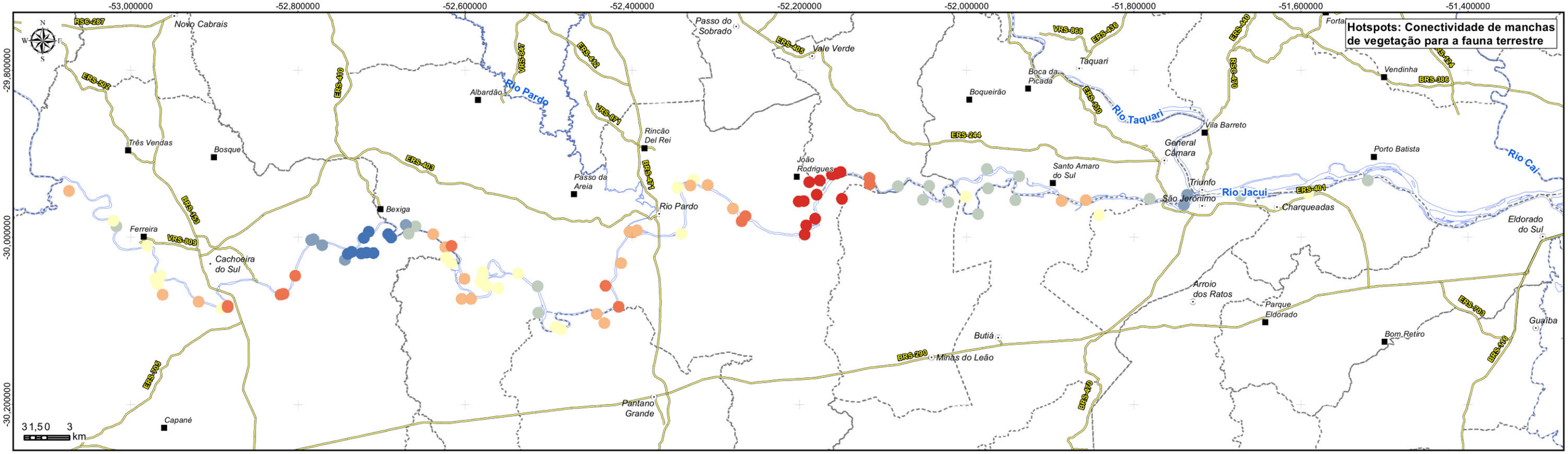
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

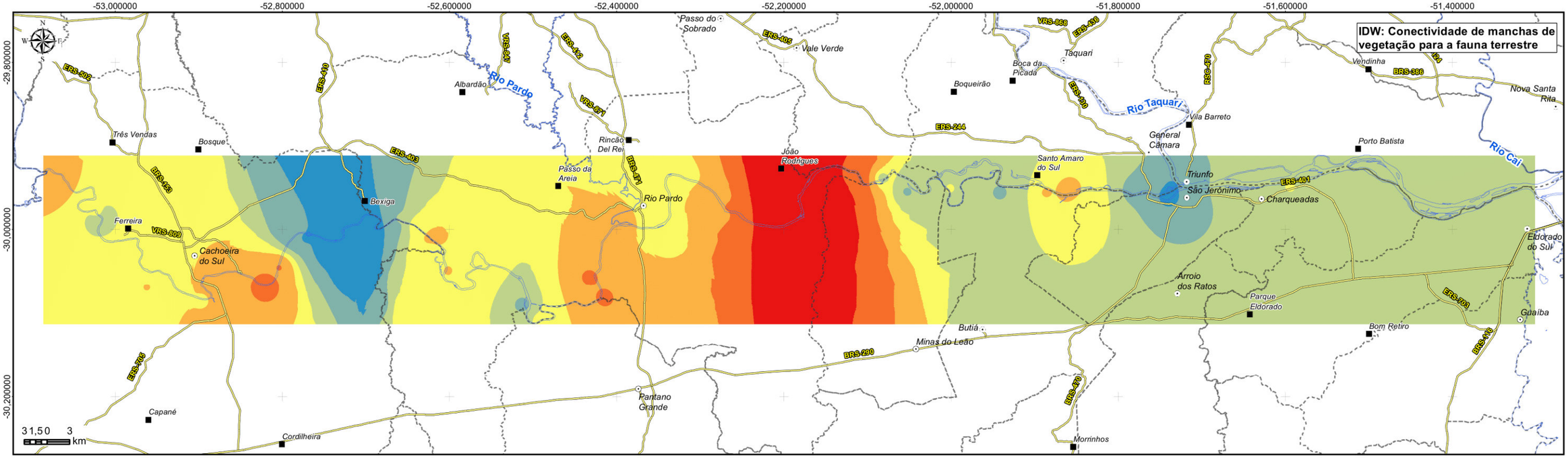
Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 5.3 – Pontos (hot spots) e interpolação (IDW) do descritor Ambientes da ictiofauna

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Descritores: PROFILL (2020)





LEGENDA

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

Hotspots: Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre

- -3,67893 - -2,88367
- -2,88366 - -1,83578
- -1,83577 - -0,72482
- -0,72481 - 0,00737
- 0,00738 - 0,78573
- 0,78574 - 1,55526
- 1,55527 - 4,18204

IDW: Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre

- -3,677119732 - -2,074618128
- -2,074618127 - -1,119280634
- -1,119280633 - -0,379664509
- -0,379664509 - 0,298316939
- 0,298316939 - 1,222837095
- 1,222837096 - 2,455530636
- 2,455530637 - 4,181301594



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

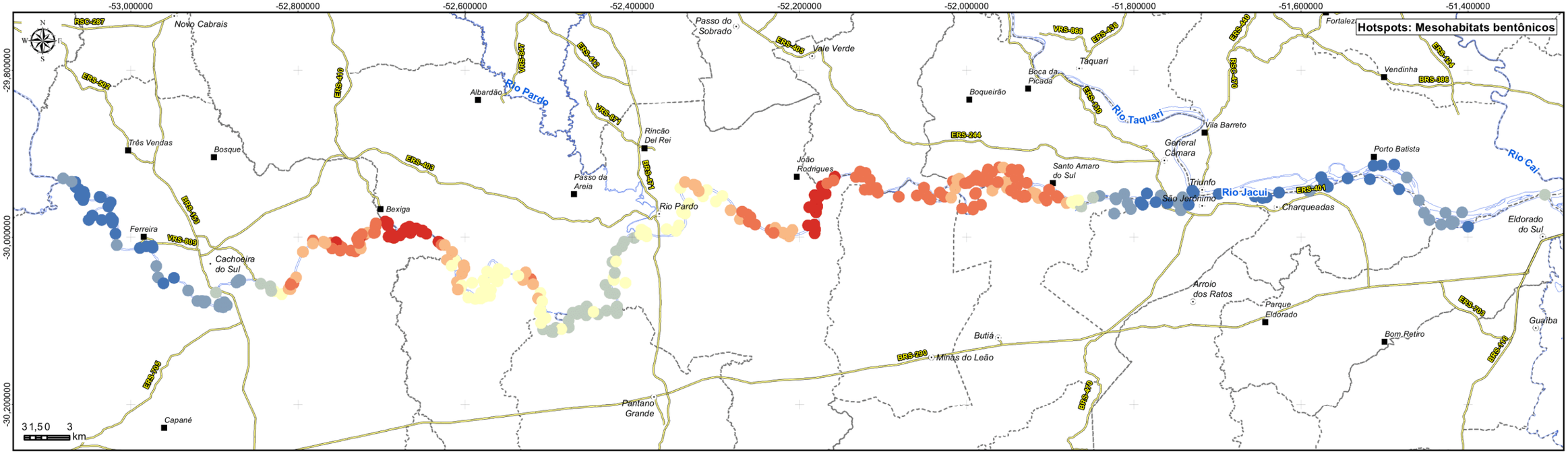
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

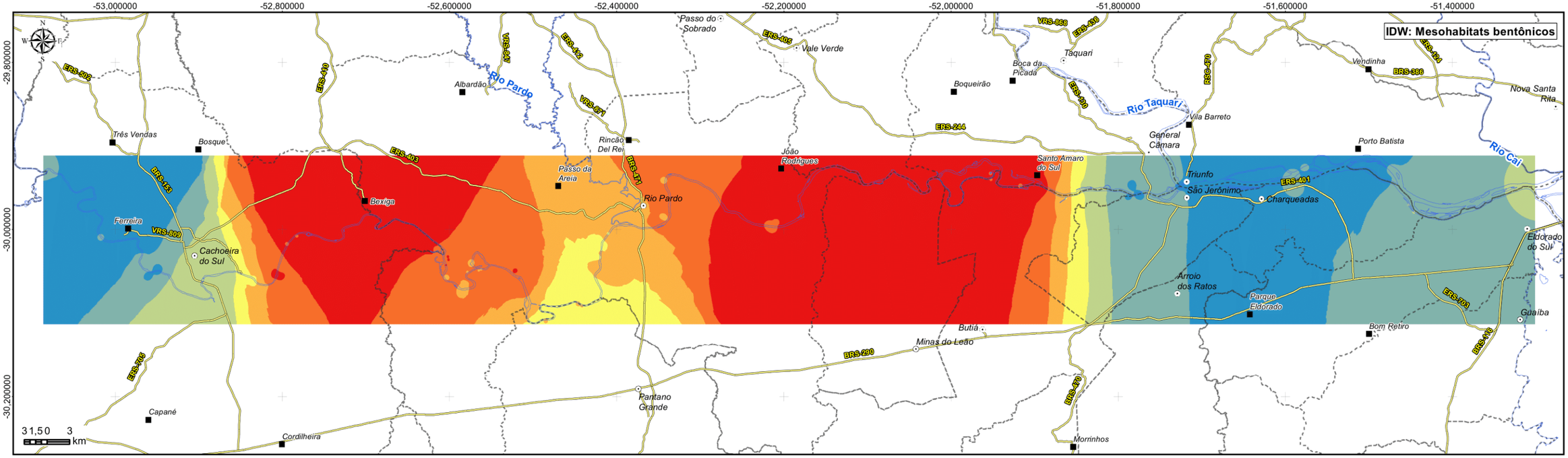
Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 5.4 – Pontos (hot spots) e interpolação (IDW) do descritor Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Descritores: PROFILL (2020)





LEGENDA

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

Hotspots: Mesohabitats bentônicos	IDW: Mesohabitats bentônicos
-2,91268 - -1,89317	-2,91219 - -2,02716
-1,89316 - -0,76734	-2,02715 - -1,37813
-0,76733 - 0,19656	-1,37812 - -0,57177
0,19657 - 0,86301	-0,57176 - 0,13626
0,86302 - 1,31724	0,13627 - 0,64761
1,31725 - 1,69479	0,64762 - 1,21797
1,69480 - 2,10349	1,21798 - 2,10301



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

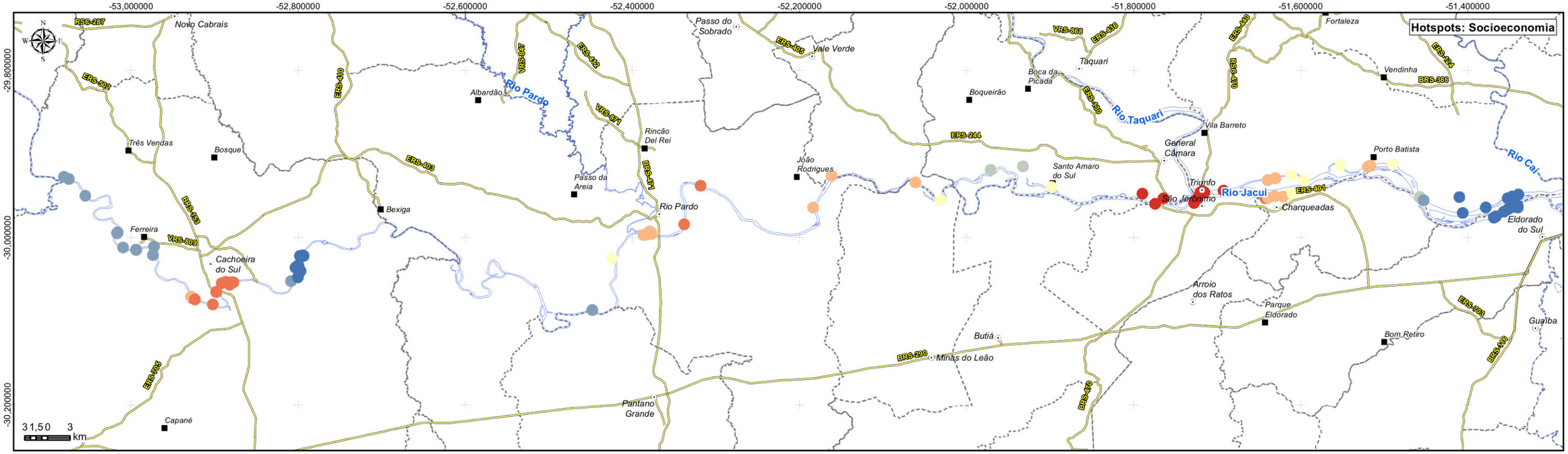
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

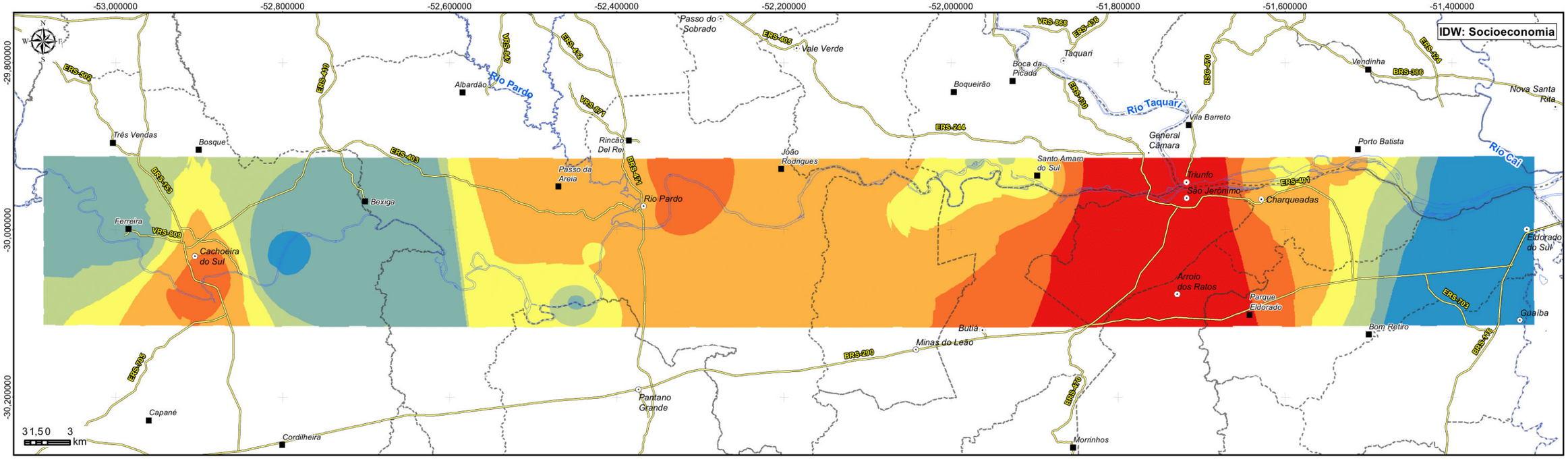
Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 5.5 – Pontos (hot spots) e interpolação (IDW) do descritor Mesohabitats bentônicos

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Descritores: PROFILL (2020)





LEGENDA

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

HotSpots: Socioeconomia	IDW: Socioeconomia
-3,23220 - -2,73405	-3,2321677 - -2,2120357
-2,73404 - -1,00121	-2,2120356 - -0,9368707
-1,00120 - -0,25050	-0,9368706 - -0,0017496
-0,25049 - 0,66360	-0,0017495 - 0,7916864
0,66361 - 1,25530	0,7916865 - 1,4151004
1,25531 - 1,89544	1,4151005 - 2,2935474
1,89545 - 3,99416	2,2935475 - 3,9937675



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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	Mapa 5.6 – Pontos (hot spots) e interpolação (IDW) do descritor Socioeconomia	Fonte de dados:
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000 Escala: Indicada		- Sede municipal: SEMARS (2018) - Limite municipal: SEMARS (2018) - Limite estadual: IBGE (2019) - Hidrografia: DRH/SEMA (2015) - Descritores: PROFILL (2020)

6 MAPA SÍNTESE

Este item traz os resultados das análises desenvolvidas, o que inclui tanto o resultado da álgebra de mapas a partir da análise multicritério como o produto final desta etapa, que compreende o mapa síntese propriamente dito, recortado pela área definida para o zoneamento da atividade de extração de areia no Rio Jacuí.

O mapa síntese materializa os esforços das equipes responsáveis pelo estudo, tanto na Consultora como na Fepam, para definir os aspectos essenciais que devem ser considerados à hora de estabelecerem-se os critérios que nortearão a atividade de extração de areia na área de estudo.

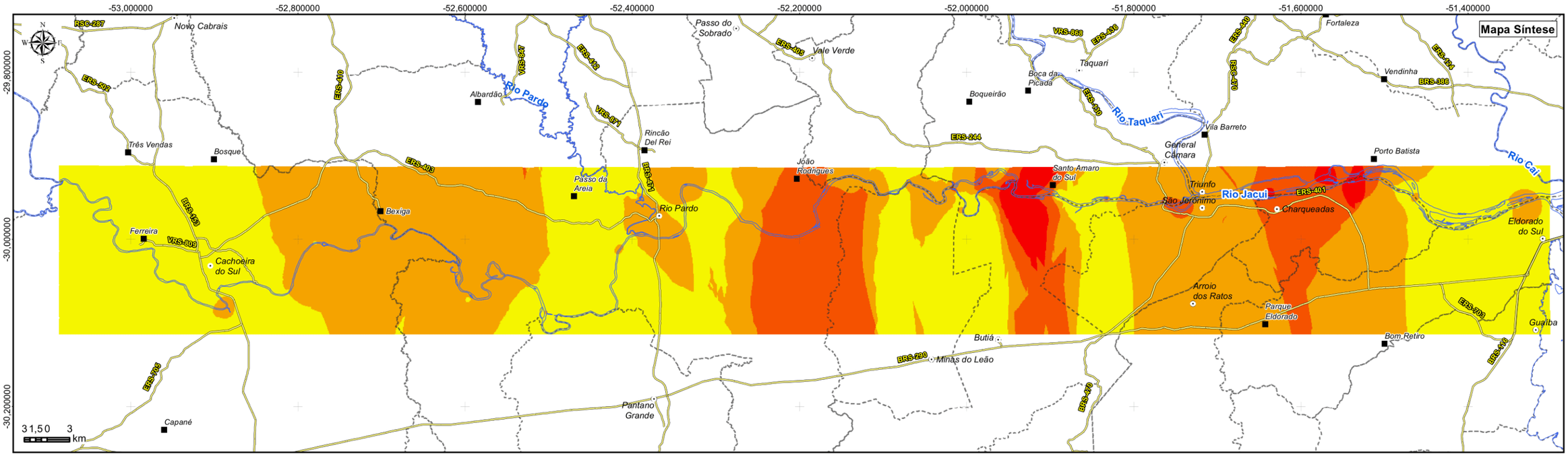
Construído a partir de uma consistente revisão das informações geradas na etapa de diagnóstico, a partir de um delineamento que buscou extrair do arcabouço de dados compilados aqueles aspectos que melhor se articulam com as atividades que se pretende zonear, o mapa síntese incorpora um conjunto de descritores estruturados em um conjunto de pontos valorados, a partir dos quais definiram-se as áreas de concentrações estatisticamente significativas, que foram então interpoladas para a constituição dos mapas temáticos apresentados anteriormente.

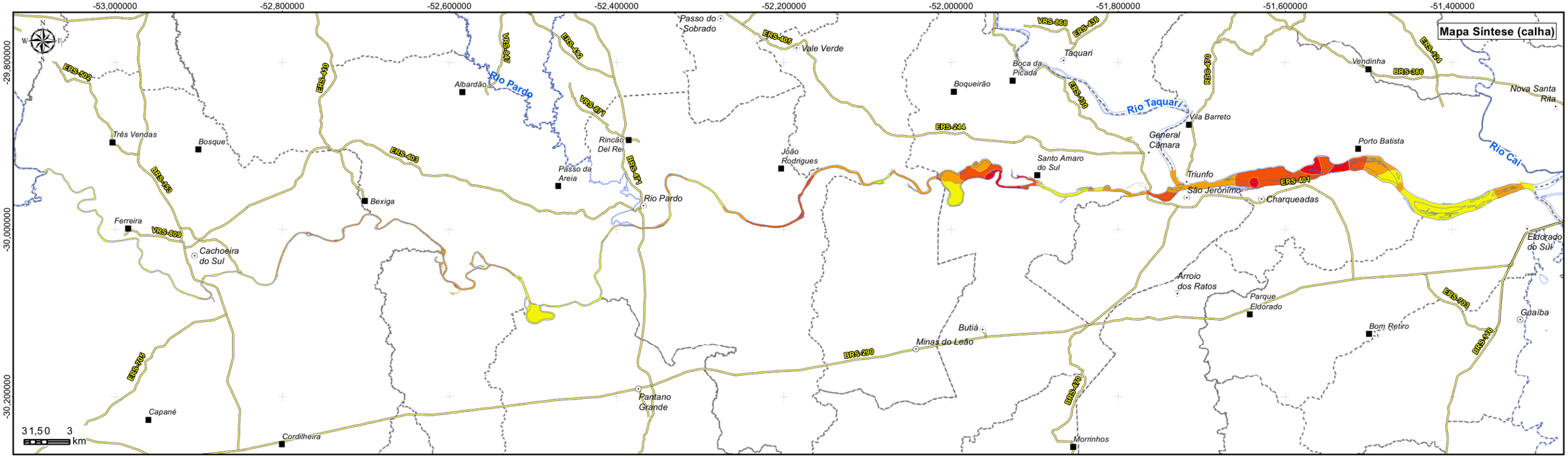
Os seis mapas temáticos produzidos foram agrupados através de um sistema de álgebra de mapas que incorporou uma análise multicritério para o estabelecimento de uma hierarquia entre os descritores considerados, de maneira a atribuírem-se pesos a cada um deles para a elaboração do mapa síntese propriamente dito.

O mapa síntese representa, portanto, o arcabouço a partir do qual o zoneamento da atividade de mineração de areia se constitui, incorporando informações complementares como as “áreas de atenção” e “áreas impróprias”, a serem estabelecidas nas etapas finais do estudo.

Tabela 6.1 – Quantitativos do mapa síntese.

Classe	ha	%
1	5.371,5	36,2%
2	4.872,0	32,8%
3	3.626,7	24,4%
4	969,4	6,5%
Total	**14.839,6**	





LEGENDA

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

Mapa Síntese

- 1
- 2
- 3
- 4



Elaboração

PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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 6.1 – Mapa Síntese

Fonte de dados:

- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Mapa síntese: PROFILL (2020)

7 REFERÊNCIAS

BAGSTAD, K. J., SEMMENS, D. J., ANCONA, Z. H., SHERROUSE, B. C. Evaluating alternative methods for biophysical and cultural ecosystem services hotspots mapping in natural resource planning. Landscape Ecology 32, p. 77-97. 2017.

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.

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. Resolução CONAMA nº 454, de 01 de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. 2012.

DRH/SEMA. Planejamento da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí Fases A, B e C. Relatório da Fase A: Diagnóstico e Prognóstico dos Recursos Hídricos - REA. Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente. Departamento de Recursos Hídricos/DRH. Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda. Edição Revisada. Fevereiro, 2015.

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.

FU, B. Li, Y., WANG, Y., CAMPBELL, A., ZHANG, B., YIN, S., ZHU, H., XING, Z., JIN, X. Evaluation of riparian condition of Songhua River by integration of remote sensing and field measurements. Scientific Reports 7: 2565. 2017.

GETIS, A., ORD, J.K. The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geographical Analysis* 24(3). 1992.

GOEPEL, K.D. (2018). Implementation of an Online Software Tool for the Analytic Hierarchy Process (AHP-OS). International Journal of the Analytic Hierarchy Process, Vol. 10 Issue 3 2018, pp 469-487.

LI, Y., ZHANG, L., YAN, J., WANG, P., HU, N., CHENG, W., FU, B. Mapping the hotspots and coldspots of ecosystem services in conservation priority setting. Journal of Geographical Sciences 27, p. 681-696. 2017.

MAHBOUBI, P., PARKES, M., STEPHEN, C., CHAN, H. M. Using expert informed GIS to locate importante marine social-ecological hotspots. Journal of Envorinmental Management 160, p. 342-352. 2015.

MALABARBA, L.R.; REIS, R.E. Manual de Técnicas para Preparação de coleções Zoológicas: Peixes. Campinas: Sociedade Brasileira de Zoologia. 15p. 1987.

MARCHESE, M., & DRAGO, I. E. (1992). Benthos of the lotic environments in the middle Paraná River system: transverse zonation. Hydrobiologia, 237(1), 1-13.

MIALL, ANDREW D. Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: A Summary. Geologycal Survey of Canada, 3303 – 33rd. 1977. 5 p.

MIALL, ANDREW D. Variations in fluvial style in the lower Cenozoic synorogenic sediments of the Canadian Arctic Islands. Sedimentary Geology Volume 38, Issues 1–4, March 1984, Pages 499-523

MIALL, ANDREW D. Stratigraphy: A Modern Synthesis. Toronto Canada, 2007. 244p.

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.

MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., FONSECA, G.A.B., KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403, p. 853-858. 2000.

SAATY, T. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology* 15(3). 1977.

TAKEDA, ALICE MICHIYO; SHIMIZU, GISELA YUKA; HIGUTI, JANET. Variações espaço-temporais da comunidade zoobêntica. A planície de inundação do alto rio Paraná, 1997.

TOBLER, W. A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. Economic Geography, 46 (2), pp.234-240, 1970.

TREVISAN, M.L. Sensibilidade de fatores para valoração do ambiente com o uso de avaliação multicritério e geoprocessamento digital. 165p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

8 ANEXOS

Anexo A – Base cartográfica (índice) e indicação das bases utilizadas nos mapas temáticos.

Anexo B – Compilação dos Mapas apresentados nos Relatórios: RT2, RT3, RT4 e RT6.

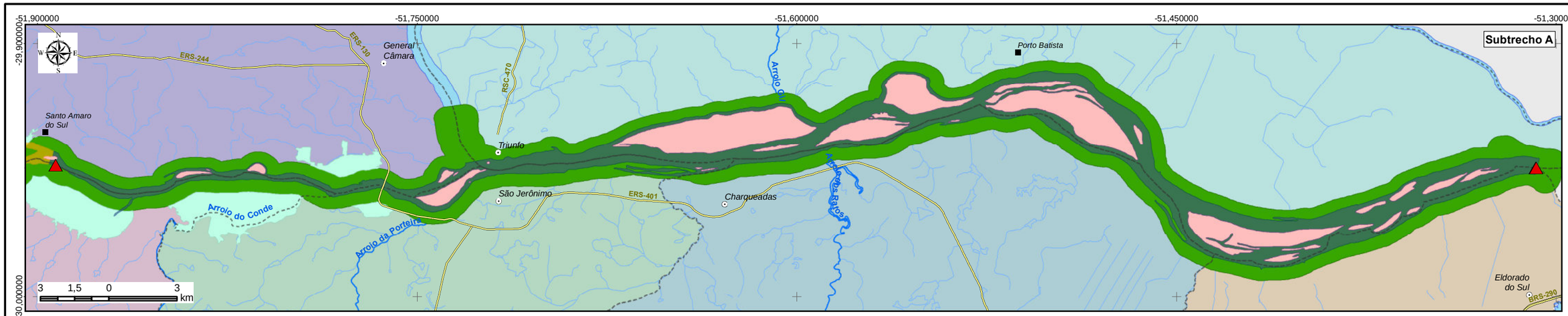
ANEXO A – BASE CARTOGRÁFICA (ÍNDICE) E INDICAÇÃO DAS BASES UTILIZADAS NOS MAPAS TEMÁTICOS

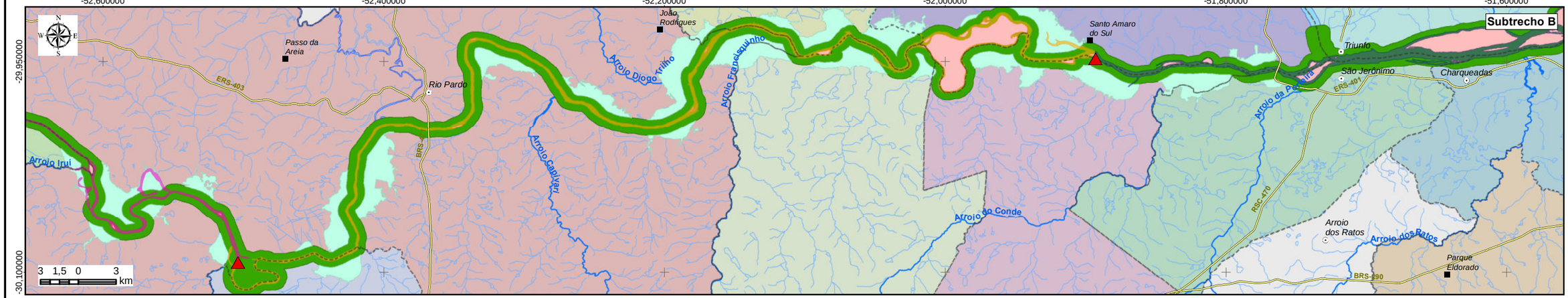
	Mapa	Fonte	Mapas Temáticos (fonte de dados)
1	Localização da área de estudo interceptada pelos trechos médio e baixo do Rio Jacuí.	Secundário	-
2	Isotermas de Temperatura Média Anual.	Secundário	-
3	Mapa de Isolinhas de Precipitação Média Anual.	Secundário	-
4	Localização dos pontos de amostragem de qualidade das águas superficiais.	Primário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
5	Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de Cheia - Parâmetro: DBO.	Primário	-
6	Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de Estiagem - Parâmetro: DBO.	Primário	-
7	Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de Cheia - Parâmetro: Coliformes Termotolerantes.	Primário	-
8	Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de Estiagem - Parâmetro: Coliformes Termotolerantes.	Primário	-
9	Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de Cheia - Parâmetro: Turbidez.	Primário	-
10	Campanha de amostragem de água superficial - Vazão de Estiagem - Parâmetro: Turbidez.	Primário	-
11	Localização das seções monitoradas com dados de vazão, sedimentos em suspensão e sedimentos em arraste. Campanha de Outubro 2019.	Primário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
12	Localização dos pontos de controle do levantamento de campo e caracterização da fisiologia da paisagem.	Primário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
13	Localização das sondagens à percussão.	Primário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
14	Localização dos marcos da rede geodésica de apoio.	Primário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
15	Localização das 25 seções topobatimétricas.	Primário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.

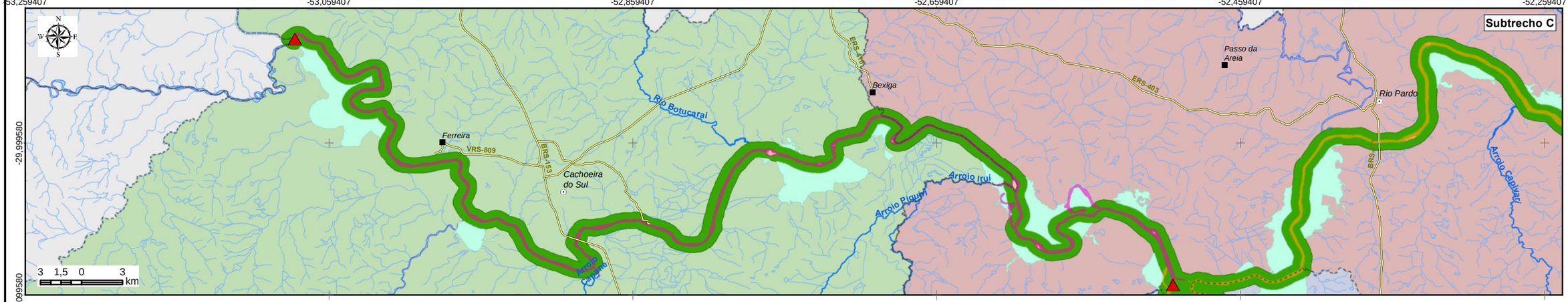
	Mapa	Fonte	Mapas Temáticos (fonte de dados)
16	Localização prévia dos marcos a serem instalados.	Primário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
17	Localização dos pontos de amostragem de sedimentos de fundo.	Primário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
18	Arcabouço geológico regional nos cursos médio e baixo do rio Jacuí.	Secundário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens. Mesohabitats bentônicos.
19	Espacialização dos dados secundários existentes para Geologia Local (Bedrock).	Secundário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
20	Espacialização dos dados secundários de batimetria existentes nos cursos médio e baixo do rio Jacuí.	Secundário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
21	Arcabouço hidrogeológico regional com unidades aquíferas nos cursos médio e baixo do rio Jacuí.	Secundário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens. Mesohabitats bentônicos.
22	Arcabouço geomorfológico regional com as unidades ocorrentes nos cursos médio e baixo do rio Jacuí.	Secundário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens. Mesohabitats bentônicos.
23	Arcabouço pedológico regional com as unidades ocorrentes nos cursos médio e baixo do rio Jacuí.	Secundário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
24	Monitoramento da qualidade da água existente nos cursos médio e baixo do rio Jacuí.	Secundário	-
25	Espacialização dos dados secundários existentes para Hidrossedimentometria com pontos de leitura hidrossedimentométrica.	Secundário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
26	Pontos de vistoria da fauna terrestre.	Primário	Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre.
27	Ambientes importantes para a ictiofauna.	Primário	Mesohabitats bentônicos. Ambientas da ictiofauna.
28	Cobertura vegetal e uso do solo.	Primário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens. Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre.
29	Conflitos e vetores de pressão (áreas convertidas).	Primário	-
30	Usos da água nas áreas nos cursos médio e baixo do rio Jacuí.	Primário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens. Uso e ocupação associada ao Rio Jacuí.

	Mapa	Fonte	Mapas Temáticos (fonte de dados)
31	Mapa de Uso e Ocupação do Solo ampliado para ambientes marginais.	Primário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens. Uso e ocupação associada ao Rio Jacuí.
32	Áreas legalmente protegidas na área de estudo.	Secundário	-
33	Unidades de Conservação na área de estudo.	Secundário	-
34	Espacialização das entrevistas com atores e instituições sociais de interesse.	Primário	-
35	Pontos de lançamento de esgoto urbano e pontos de lançamento de potenciais cargas poluidoras provenientes da indústria nos cursos médio e baixo do rio Jacuí.	Secundário	Captações de água superficial.
36	Espacialização dos dados secundários existentes com pontos de ocorrências de margens e/ou processos minerários com avaliação de ocorrências de margens.	Secundário	Leito Estável (Bedrock). Erosão de margens.
37	Usos da água nas áreas nos cursos médio e baixo do rio Jacuí. Pontos de captação de água, lançamento de esgoto urbano e de lançamento de potenciais cargas poluidoras provenientes das indústrias que interceptam os trechos médio e baixo do Rio Jacuí	Secundário	Captações de água superficial.

ANEXO B – COMPILAÇÃO DOS MAPAS APRESENTADOS NOS RELATÓRIOS: RT2, RT3, RT4 E RT6







LEGENDA

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

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

- Ilhas
- Lagoas 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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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 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: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)

-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
Itaara
São João do Polêsine
Dona Francisca
Silveira Martins
Agudo
Lagoa Bonita do Sul
Cerro Branco
Candelária
Paraíso do Sul
Novo Cabrais
Santa Cruz do Sul
Passo do Sobrado
Vale Verde
Montenegro
Restinga Seca
General Câmara
São Jerônimo
Triunfo
Charqueadas
Rio Pardo
Eldorado do Sul
Porto Alegre
Cachoeira do Sul
Arroio dos Ratos
Butiá
Minas do Leão
Guaíba
Pantano Grande
Barão do Triunfo
Mariana Pimentel
Sertão Santana
Cerro Grande do Sul
Caçapava do Sul
Encruzilhada 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
- Lagoas Marginais
- Área de Preservação Permanente
- Limite Bacia do Baixo Jacuí

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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

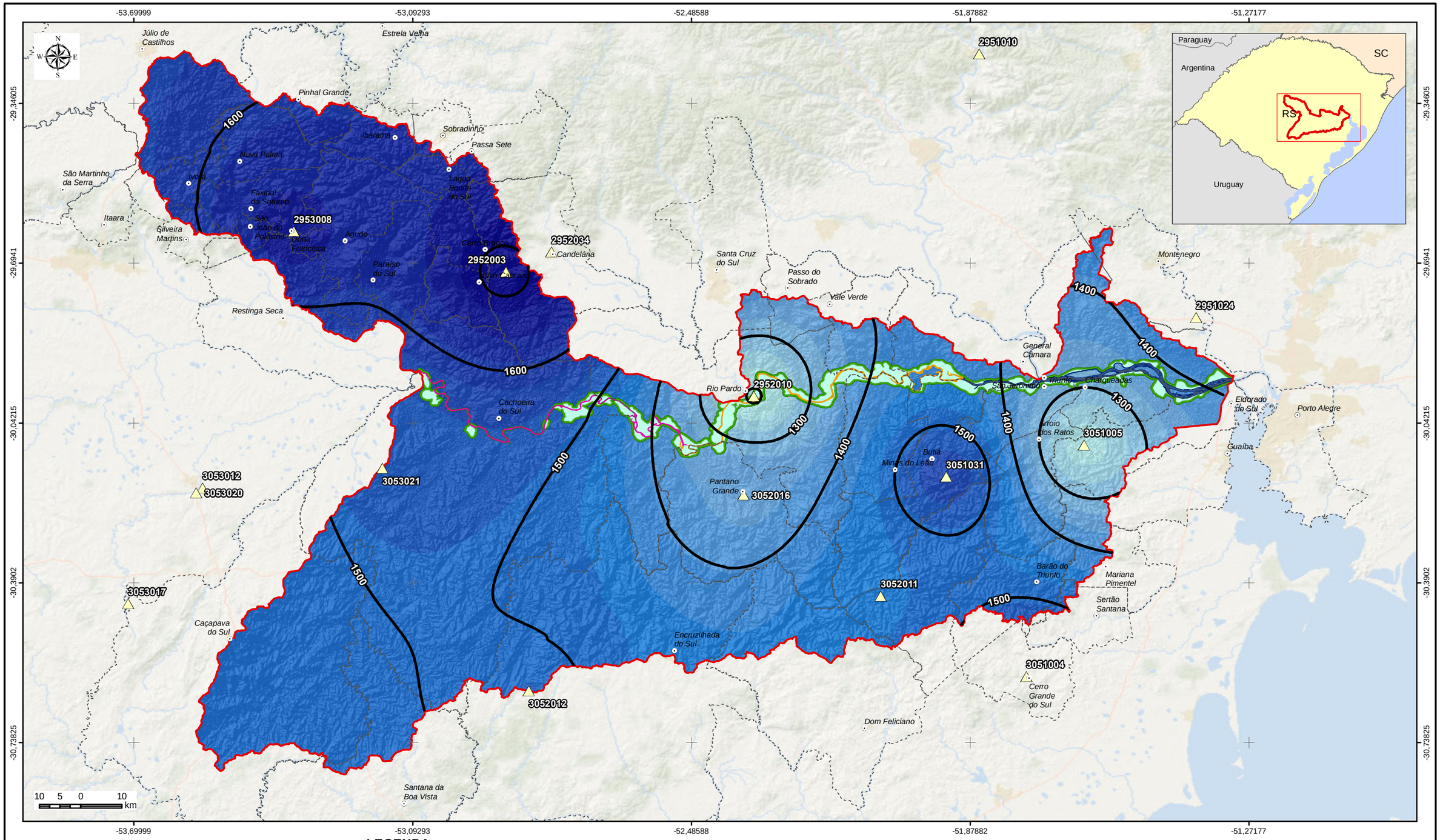
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 2 – 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
- Lagoas Marginais
- Área de Preservação Permanente
- Limite Bacia do Baixo Jacuí

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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

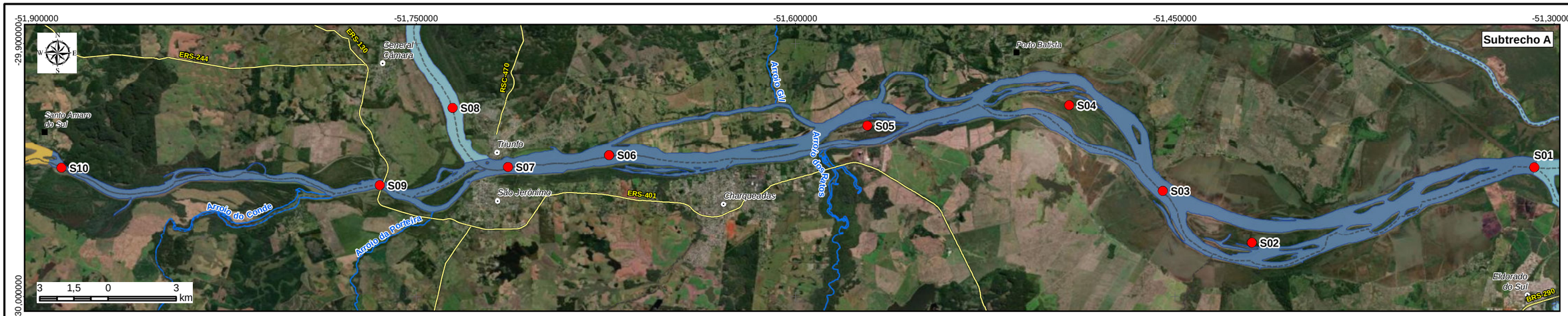
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

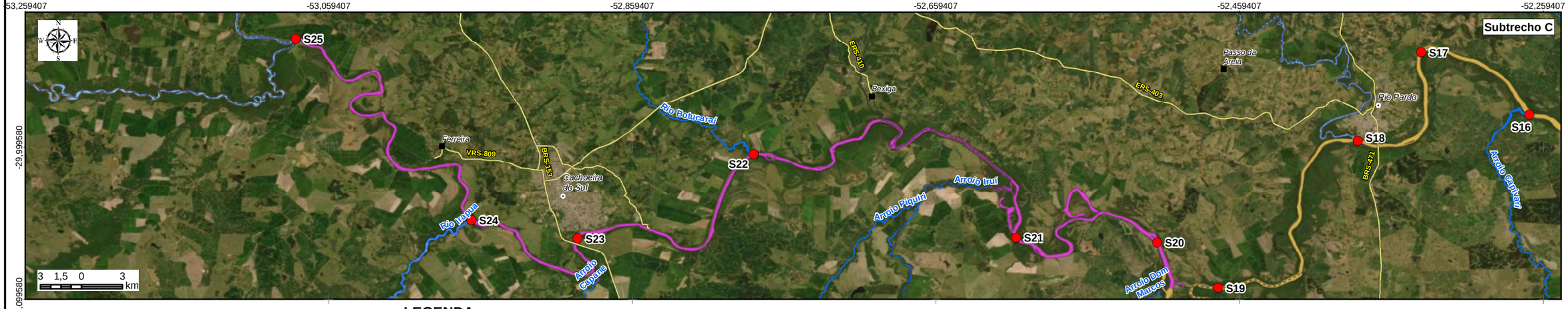
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:900.000

Mapa 3 – 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.







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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

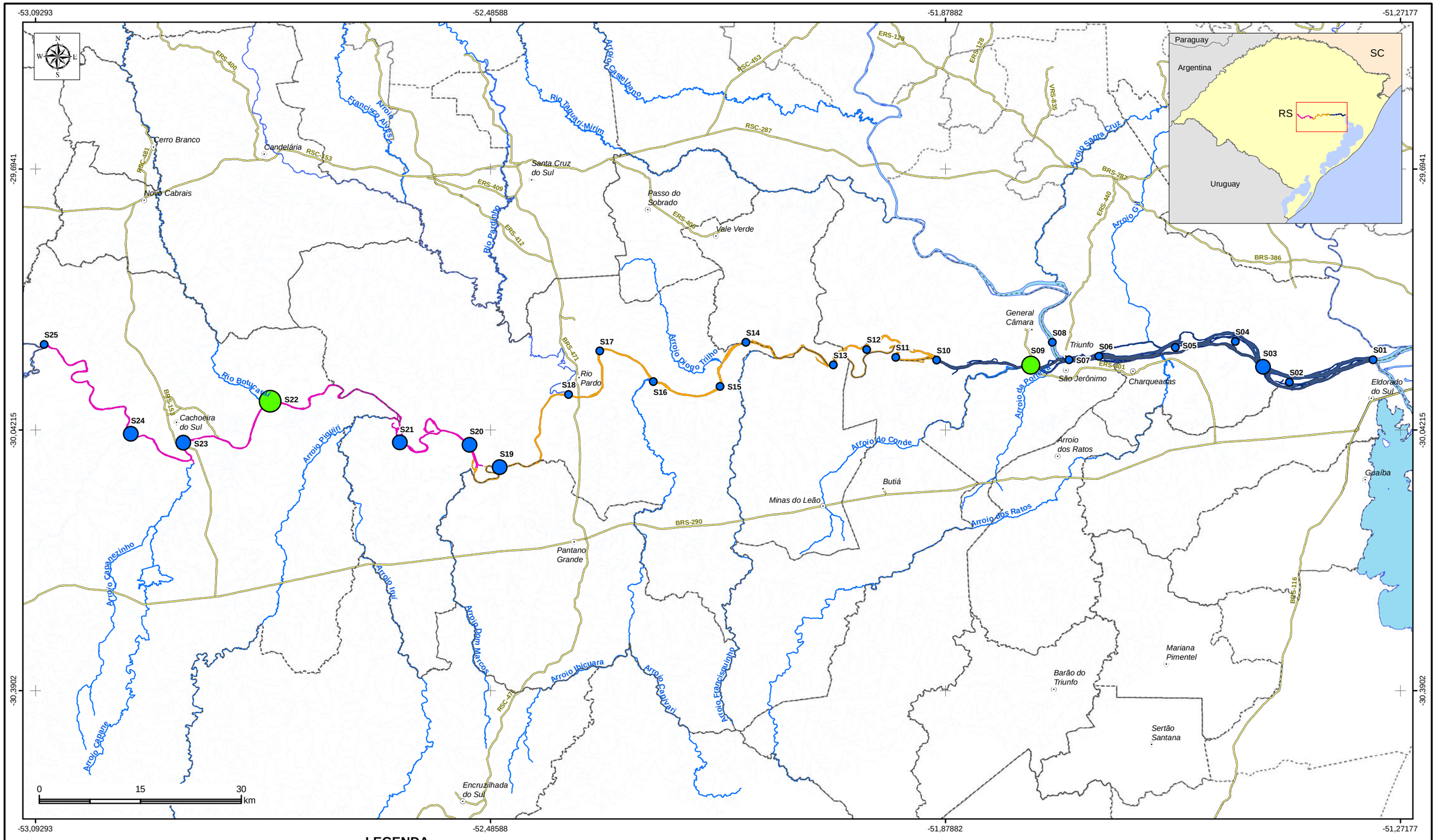
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 4 - Localização dos pontos de amostragem de qualidade das águas superficiais

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

Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

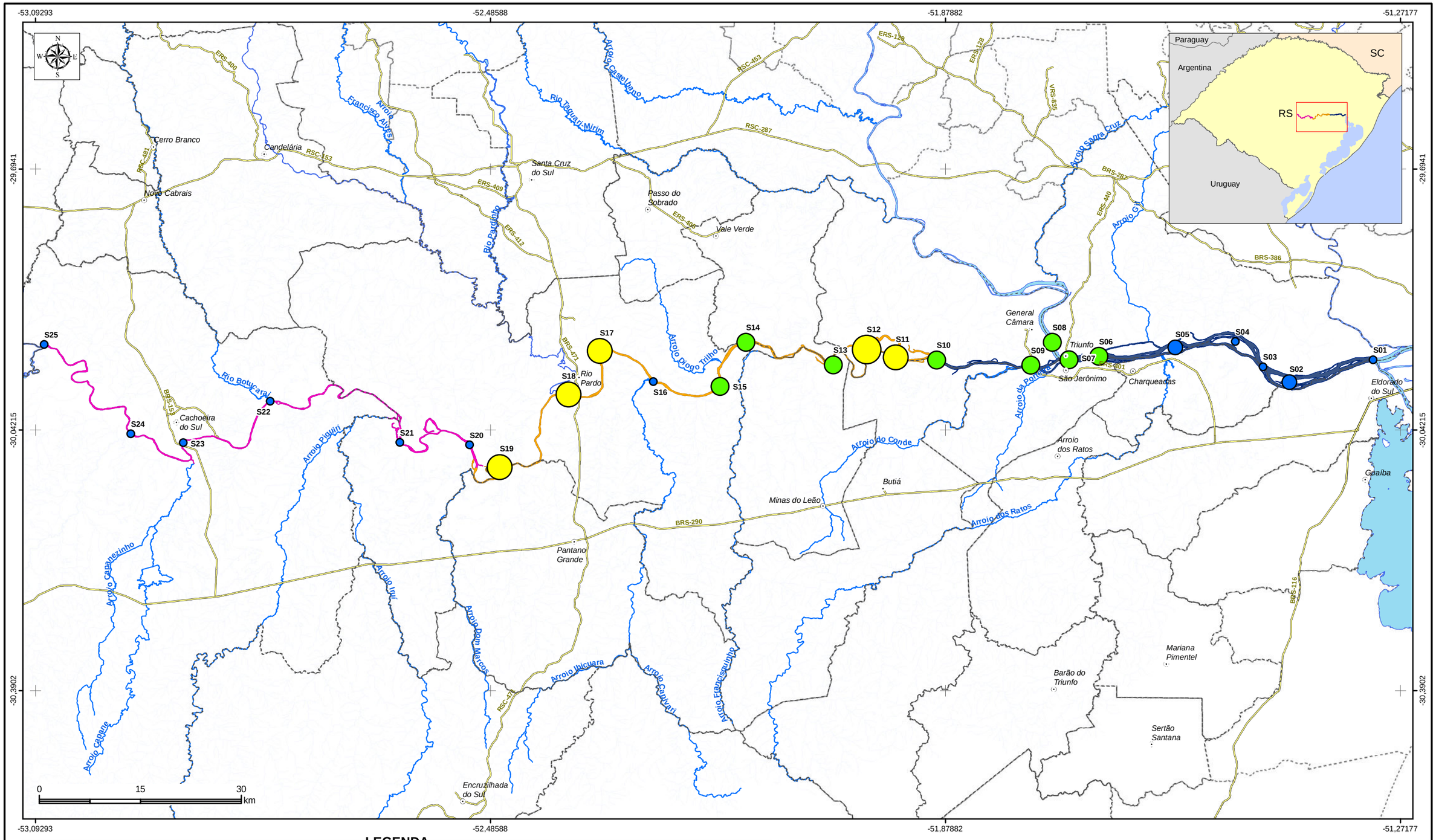
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 5 - Campanha de amostragem de água superficial
Vazão de Cheia - Parâmetro: DBO

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: 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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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

Contratação e fiscalização: Fepam

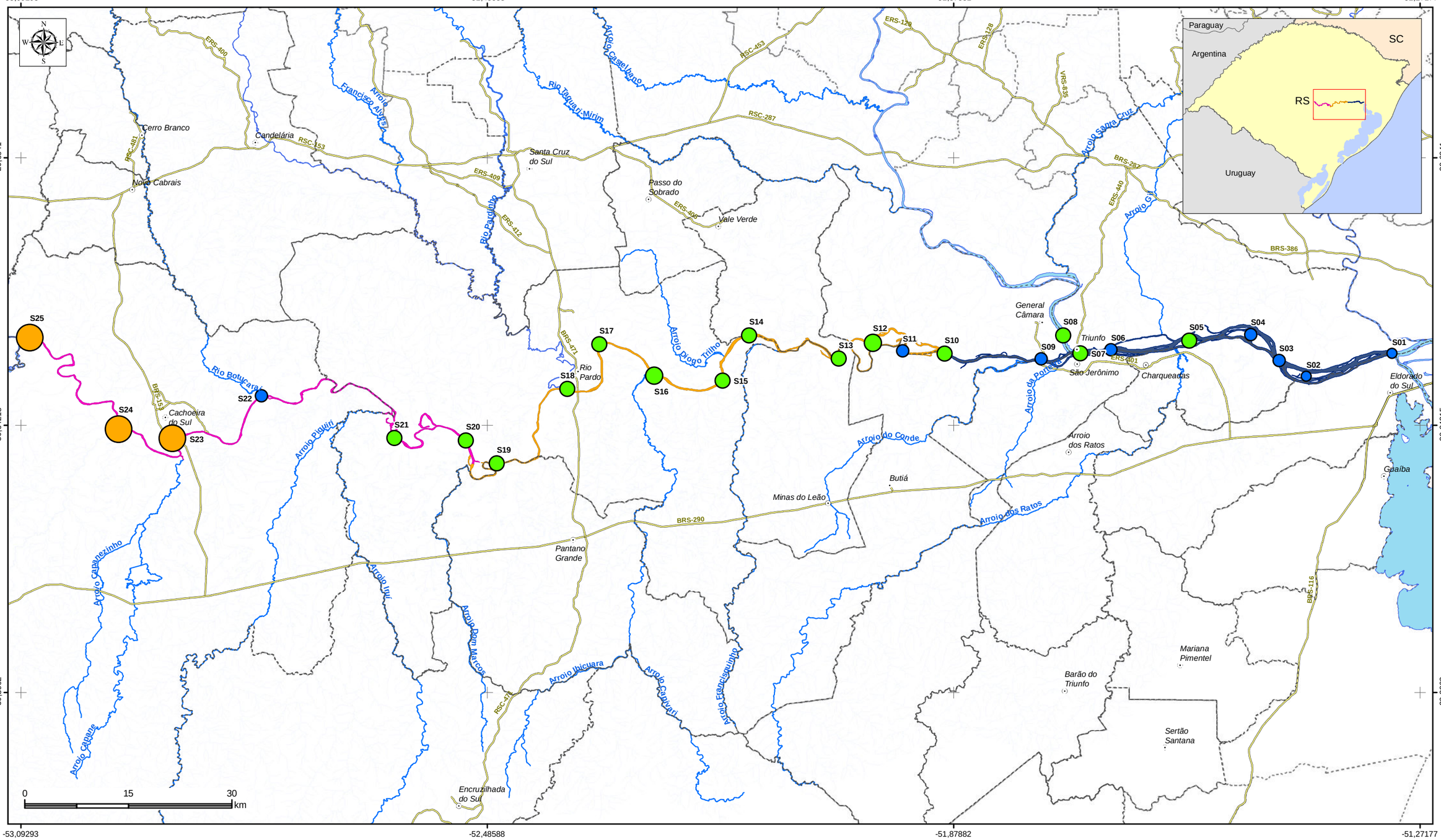
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:550.000

Mapa 6 - Campanha de amostragem de água superficial Vazão de Estiagem - Parâmetro: DBO

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

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

-29,6941 -30,04215 -30,3902



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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

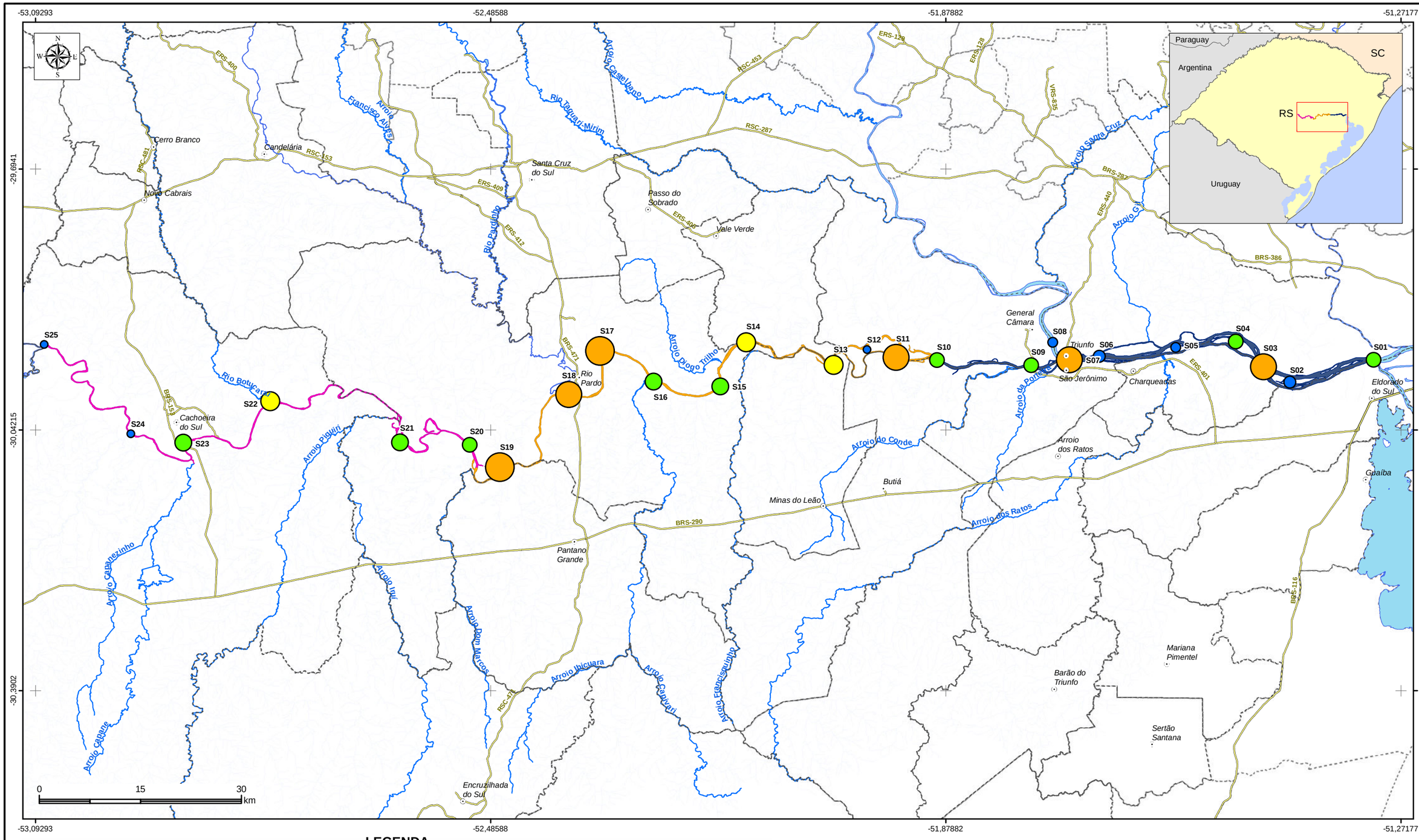
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 7 - 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)
- 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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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

Contratação e fiscalização: Fepam

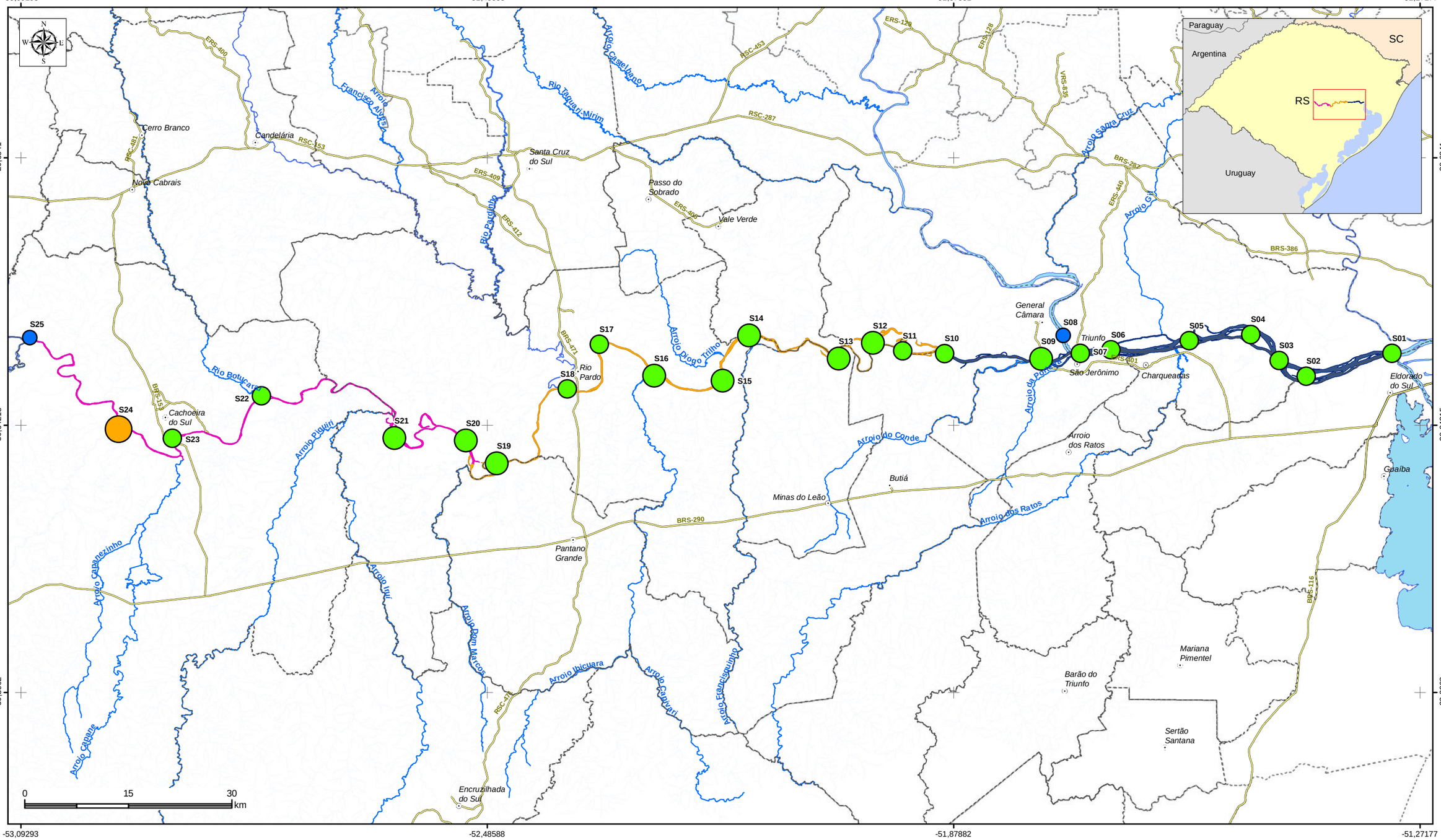
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:550.000

Mapa 8 - Campanha de amostragem de água superficial Vazão de Estiagem - Parâmetro: Coliformes Termotolerantes

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

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

-29,6941 -30,04215 -30,3902



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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

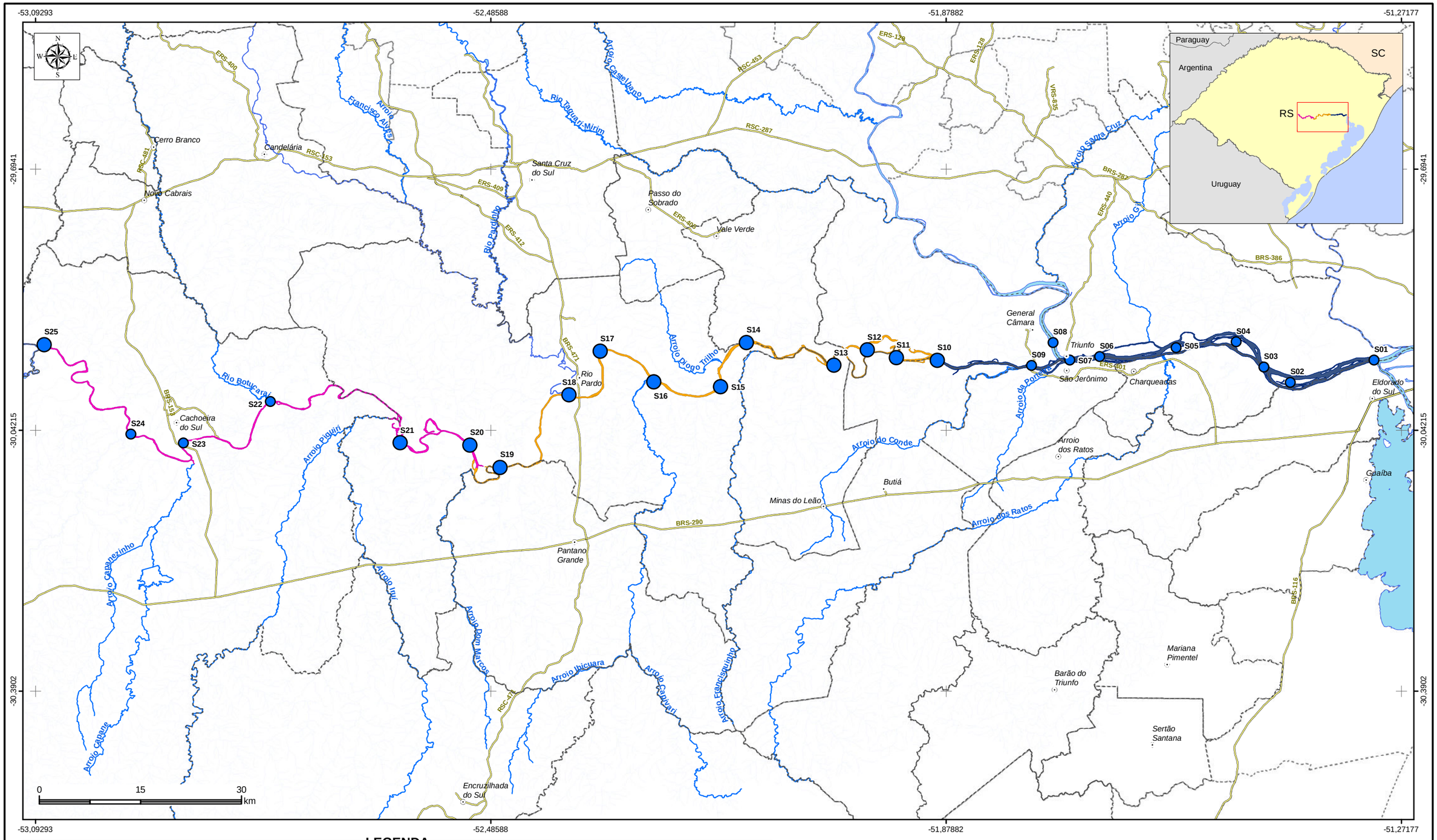
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 9 - Campanha de amostragem de água superficial Vazão de Cheia - Parâmetro: Turbidez

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: 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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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

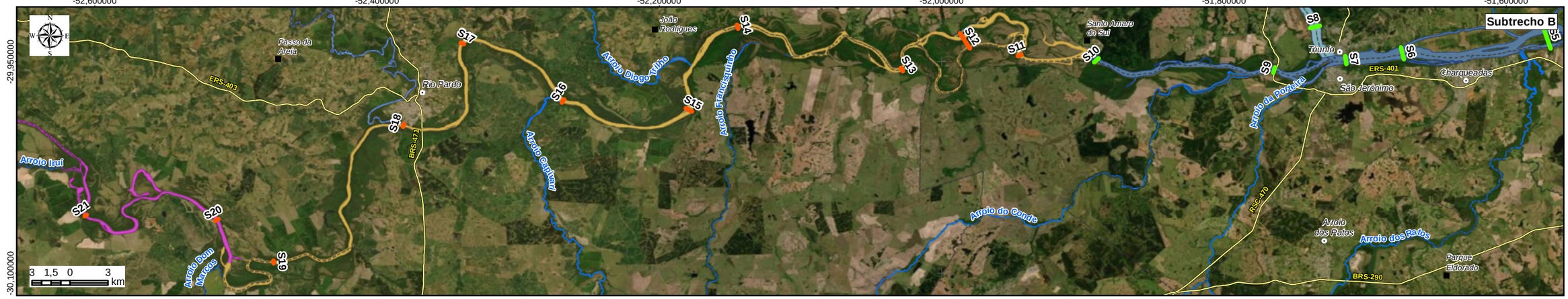
Contratação e fiscalização: Fepam

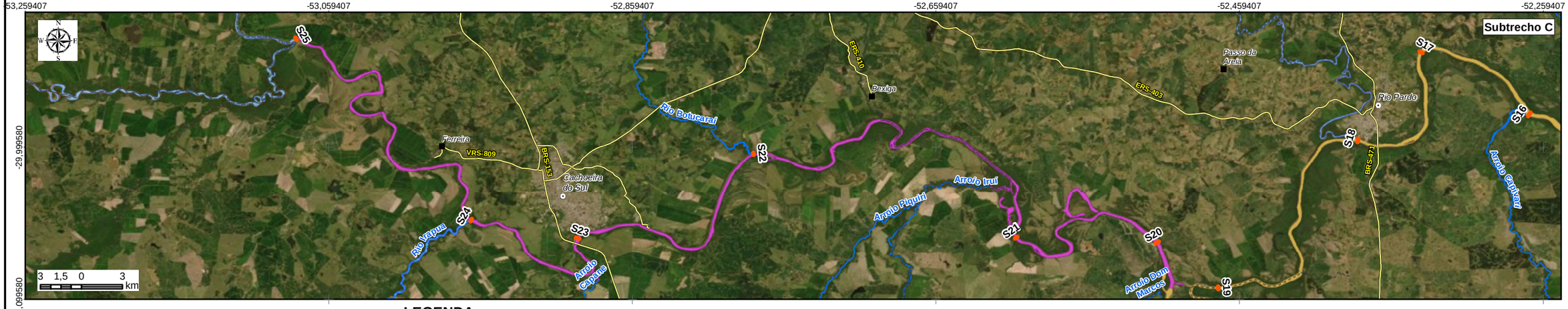
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:550.000

Mapa 10 - Campanha de amostragem de água superficial Vazão de Estiagem - Parâmetro: Turbidez

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







LEGENDA

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

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Seção

- Monitorada
- Não monitorada



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

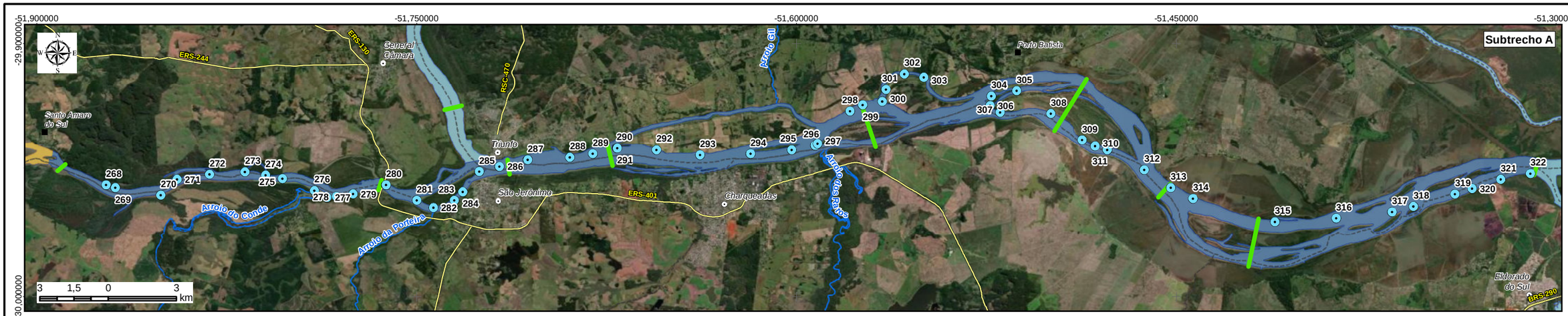
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

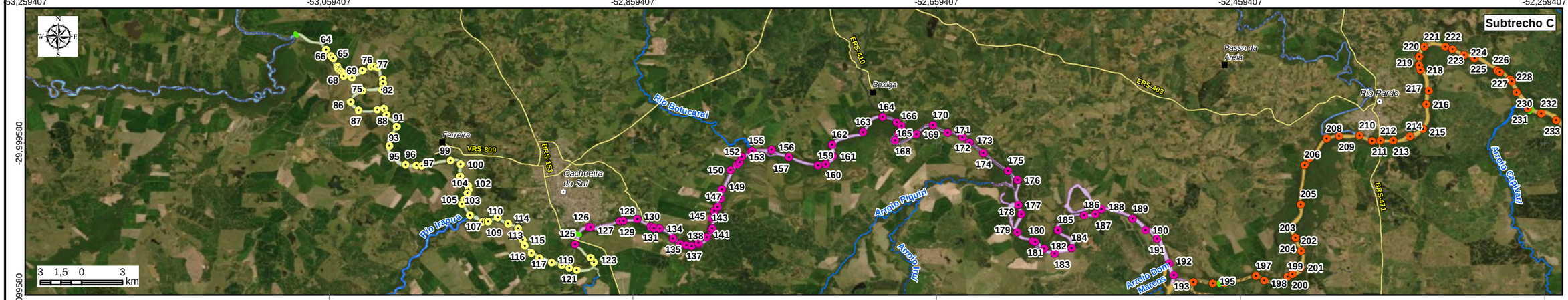
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 11 - 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: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Seções: Profill (2019)







LEGENDA

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

Pontos de caracterização da fisiologia da paisagem

- A
- C
- C1
- C2

Compartimentação da Fiosiologia da Paisagem

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



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

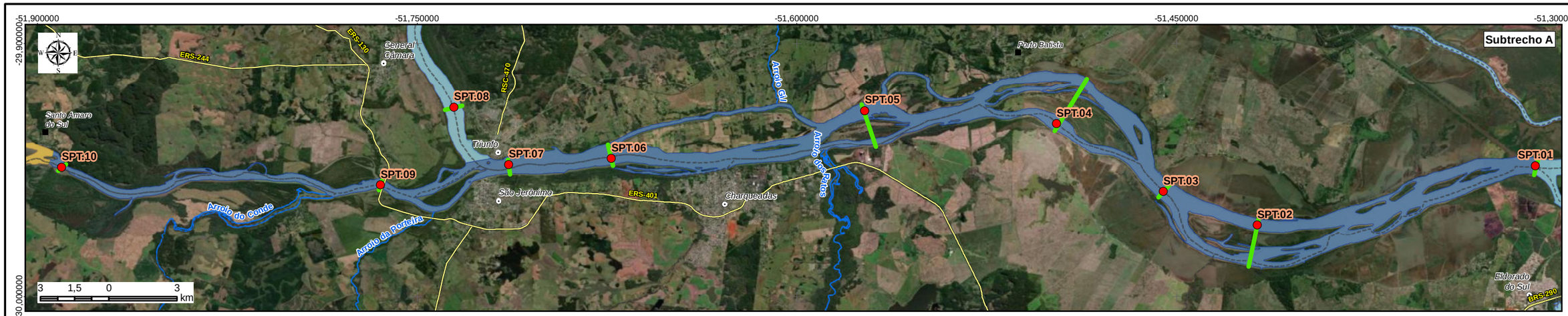
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

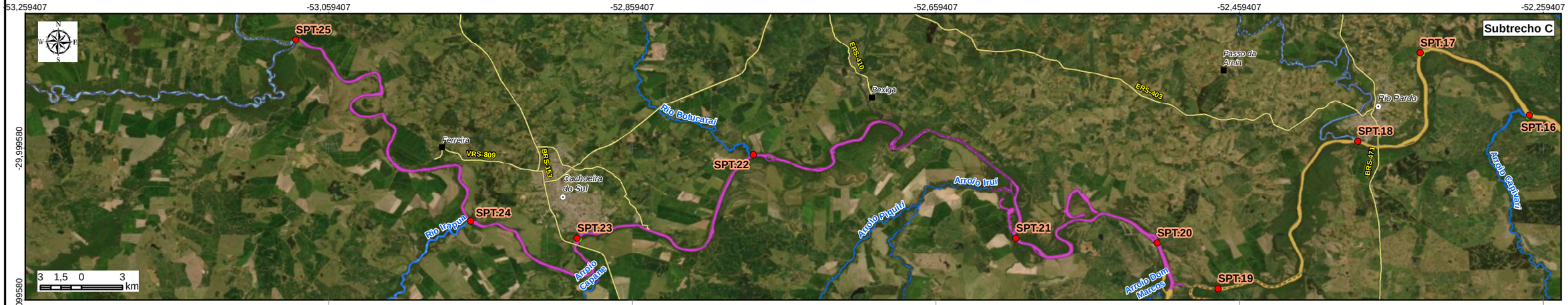
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 12 - Localização dos pontos de controle do levantamento de campo e caracterização da fisiologia da paisagem

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







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal
- Localização das Sondagens a Percussão
- Seções

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

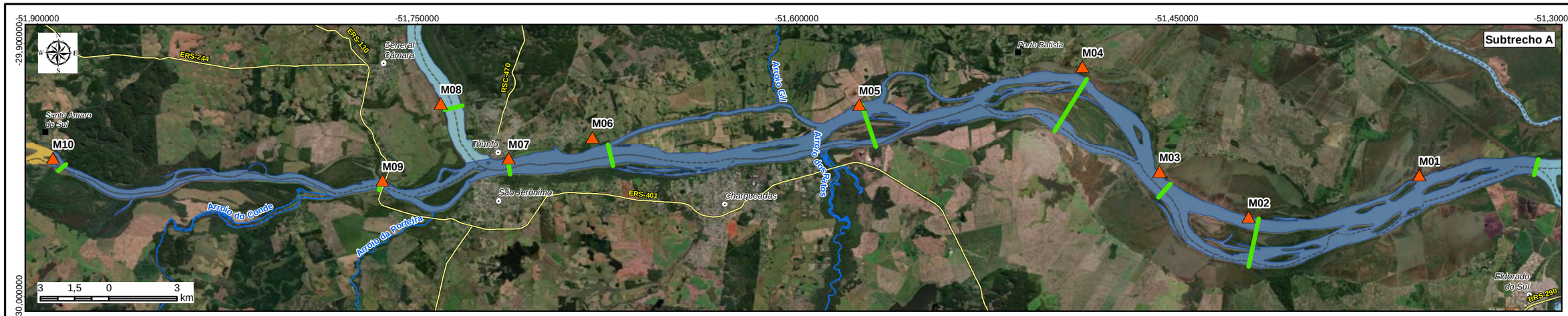
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

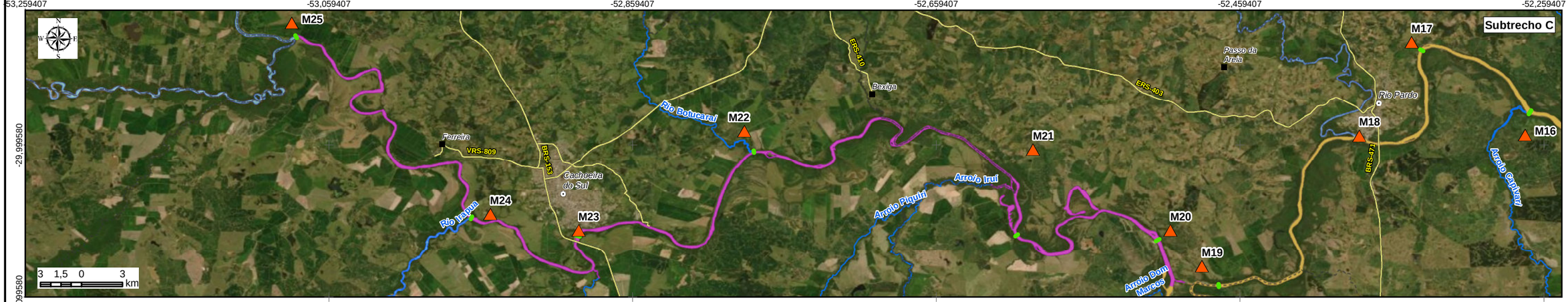
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 13 - Localização das Sondagens à Percussão

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







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal
- Marco Implantado
- Seções

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

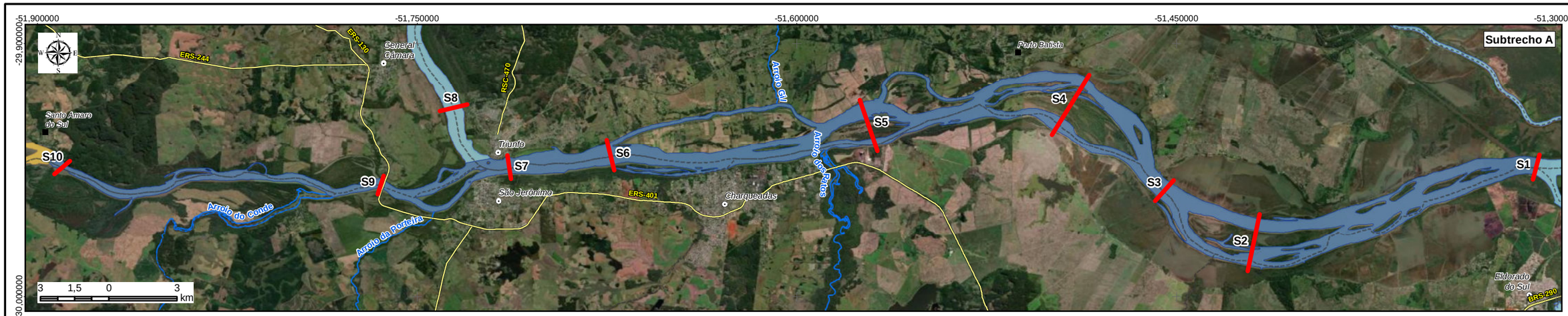
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

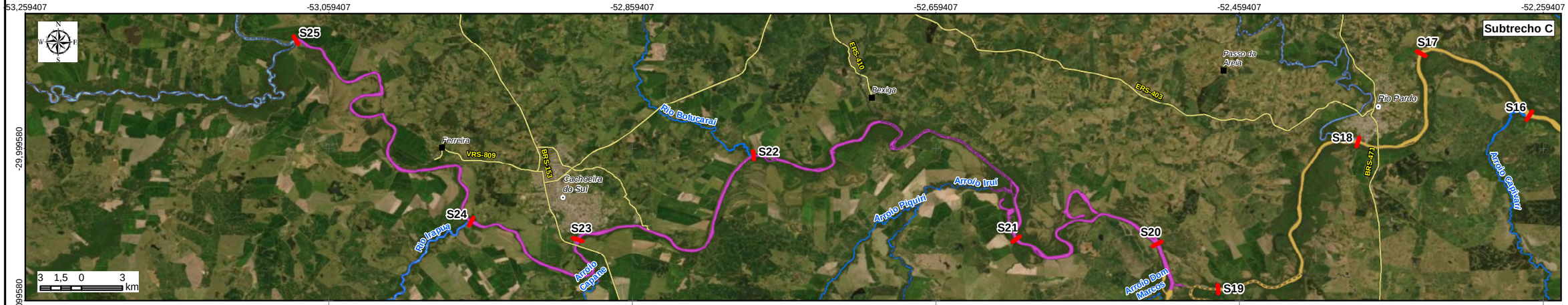
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 14 - Localização dos marcos da rede geodésica de apoio

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







LEGENDA

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

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

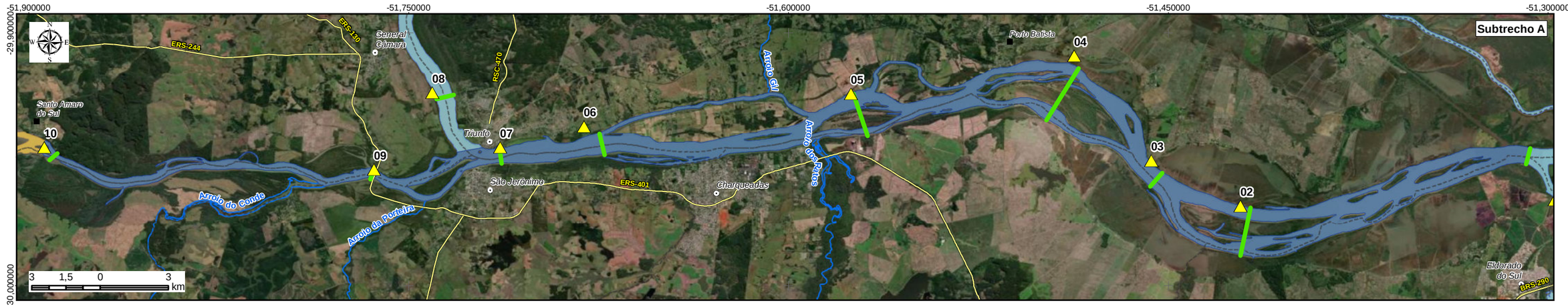
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

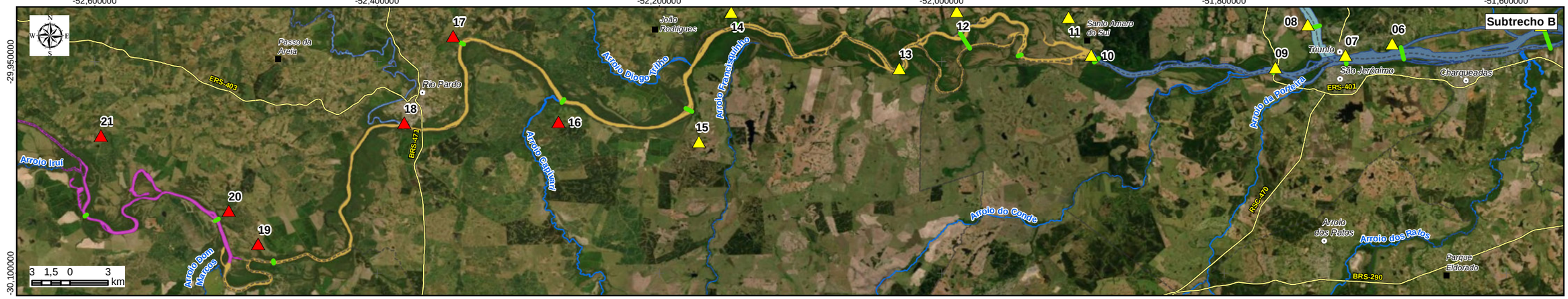
Contratação e fiscalização: Fepam

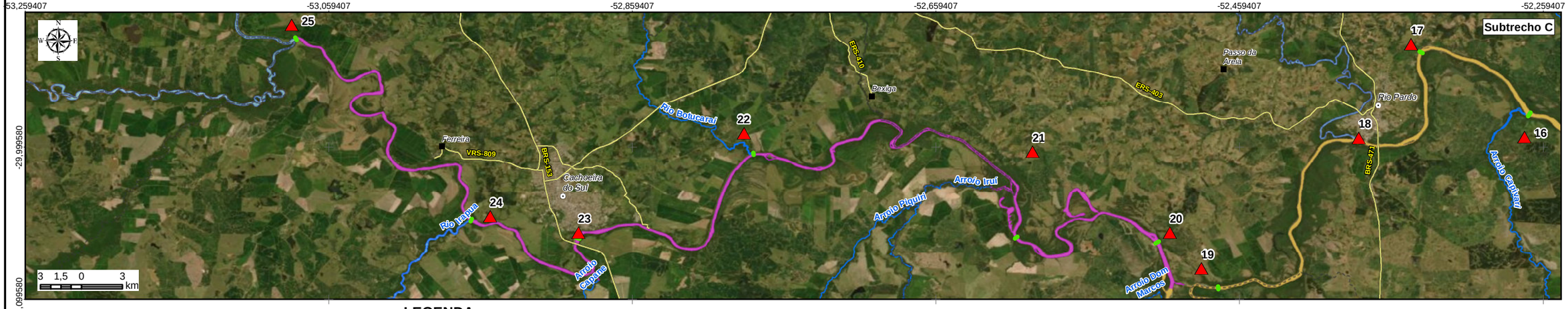
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 15 - Localização das 25 seções topobatimétricas

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







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal
- Marco a ser Implantado
- Marco Implantado
- Seções

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

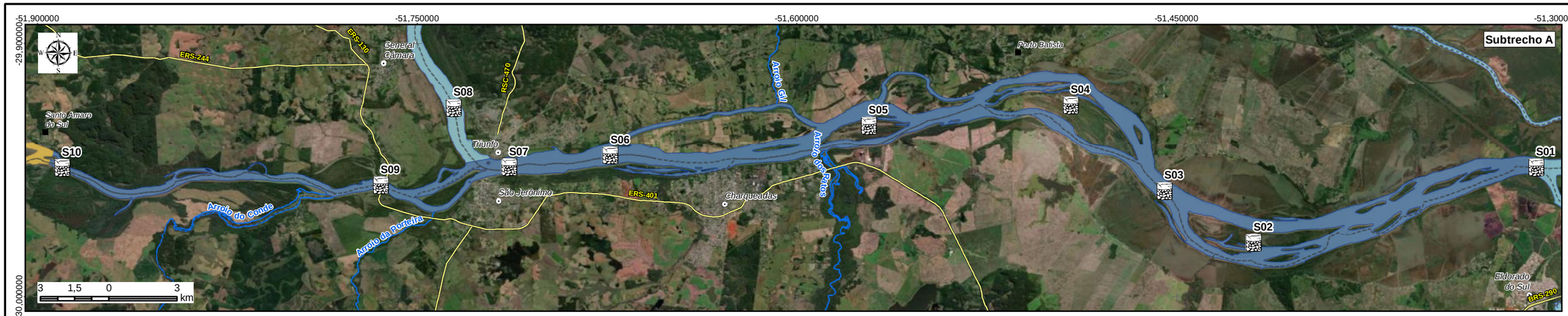
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

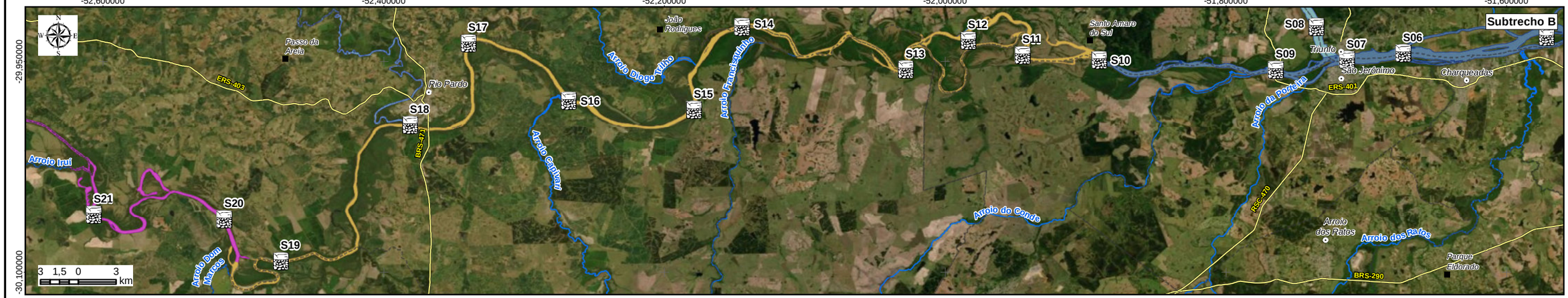
Contratação e fiscalização: Fepam

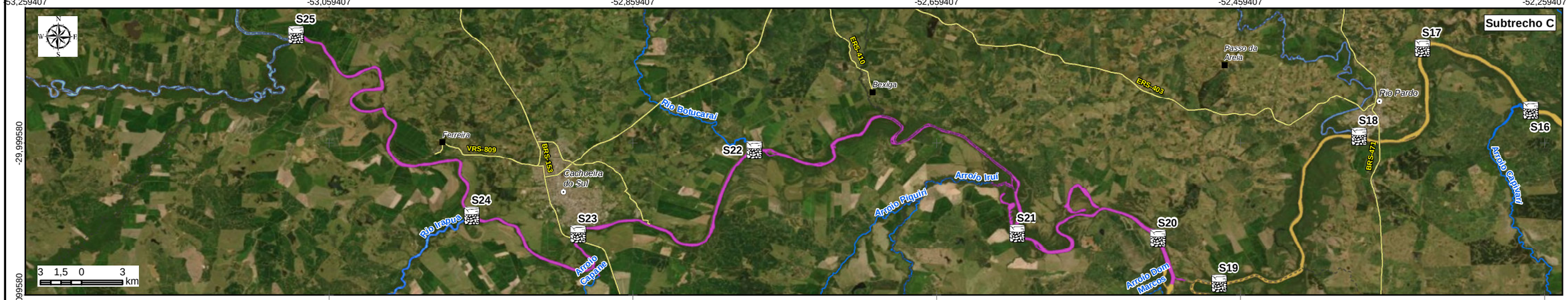
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 16 - Localização prévia dos marcos a serem implantados

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







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal
- Ponto de amostragem de sedimentos de fundo

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

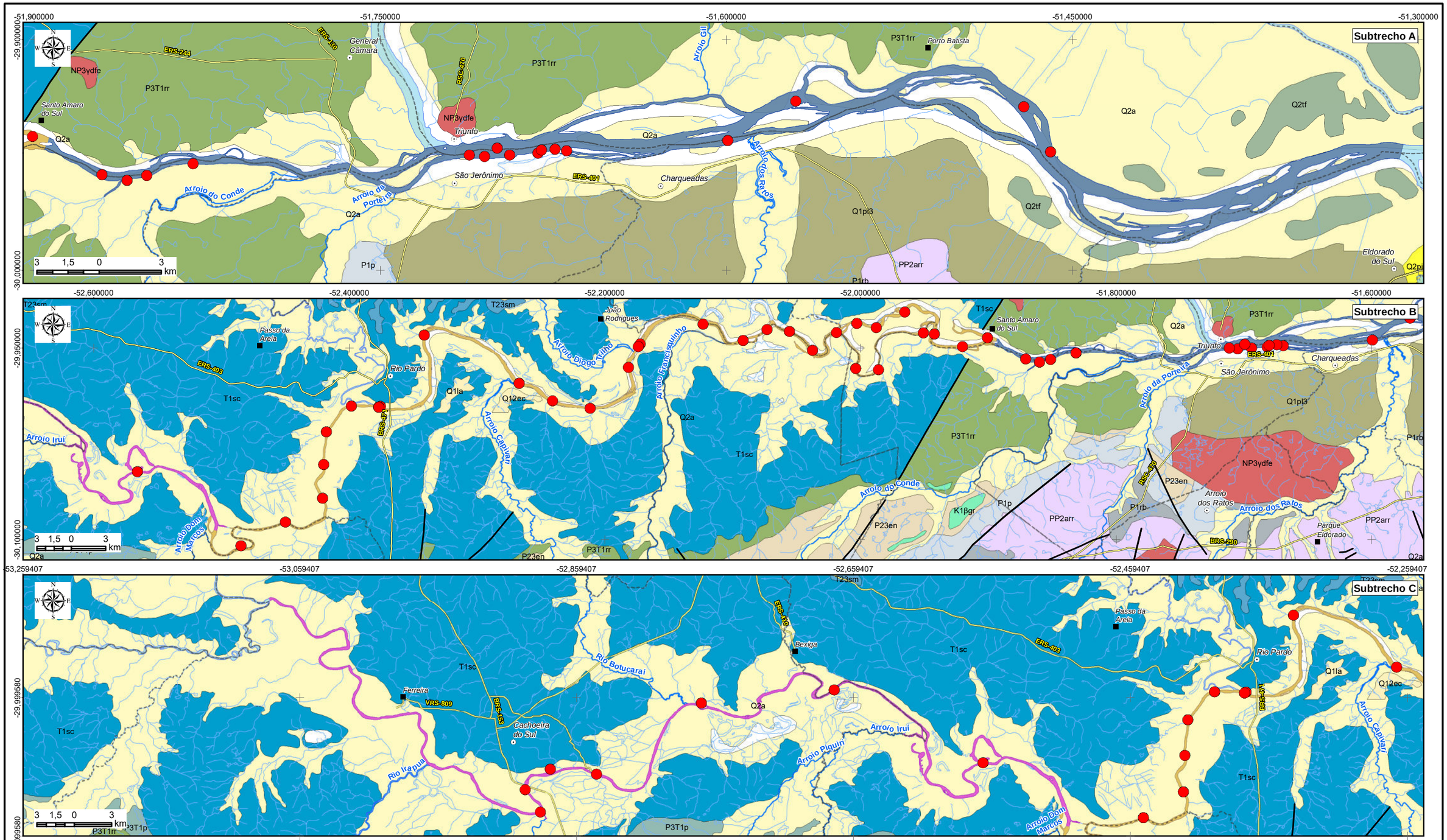
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 17 - Localização dos pontos de amostragem de sedimento de fundo

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



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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

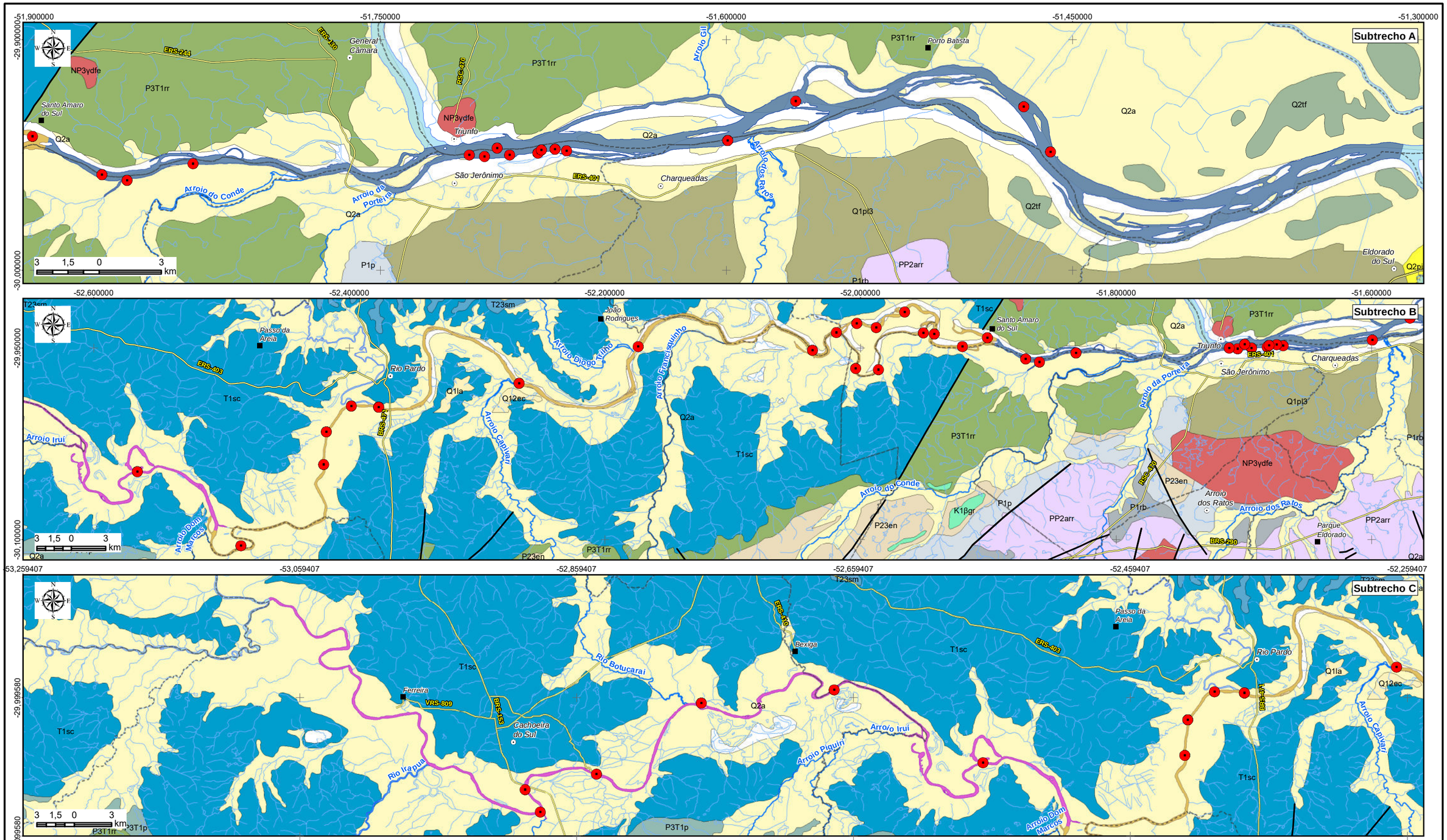
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 18 - 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: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Geologia: CPRM (2014)



Elaboração

PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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

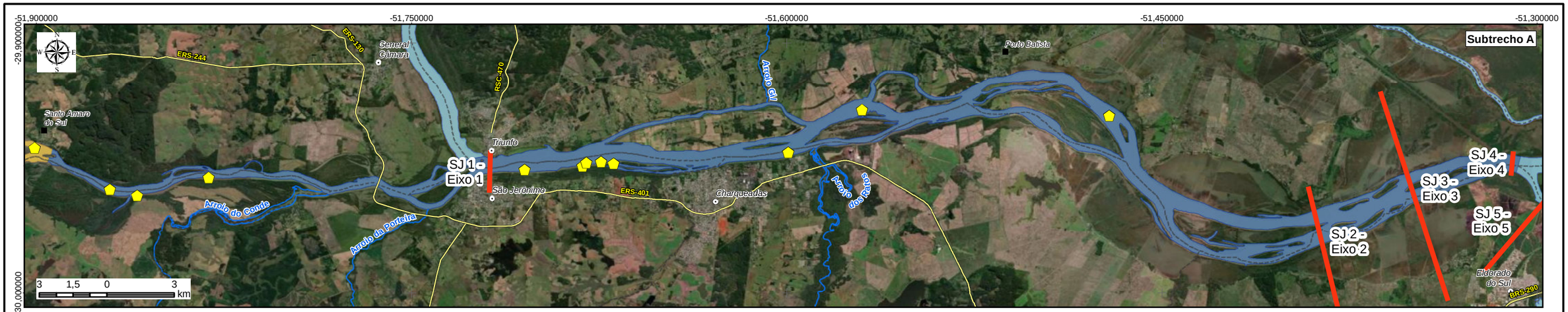
Contratação e fiscalização

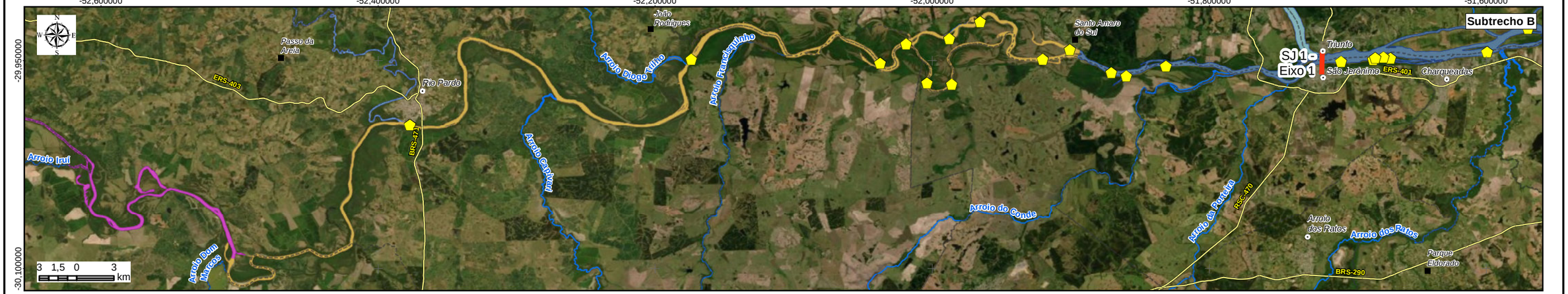
Fepam

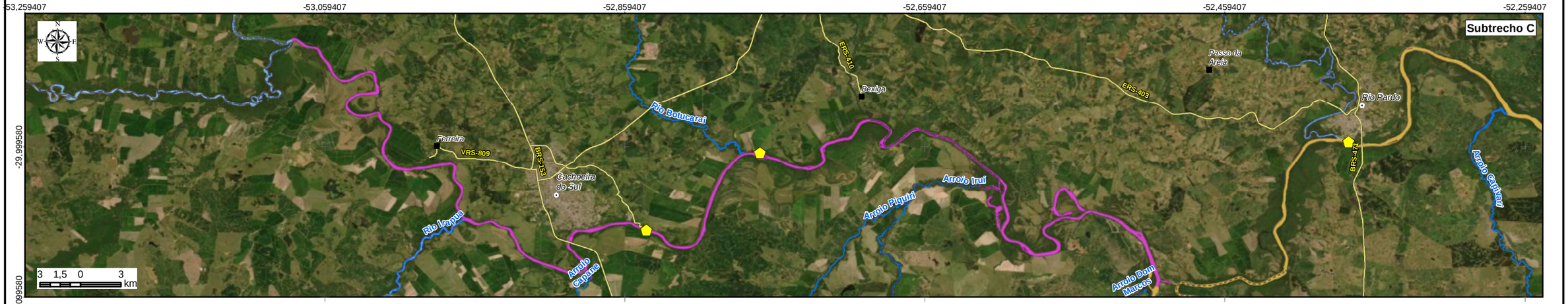
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 19 - Espacialização dos dados secundários existentes para Geologia Local (*bedrock*)

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







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal
- Localização dos Levantamentos Batimétricos
- Localização dos Eixos Metroplan, 2015

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

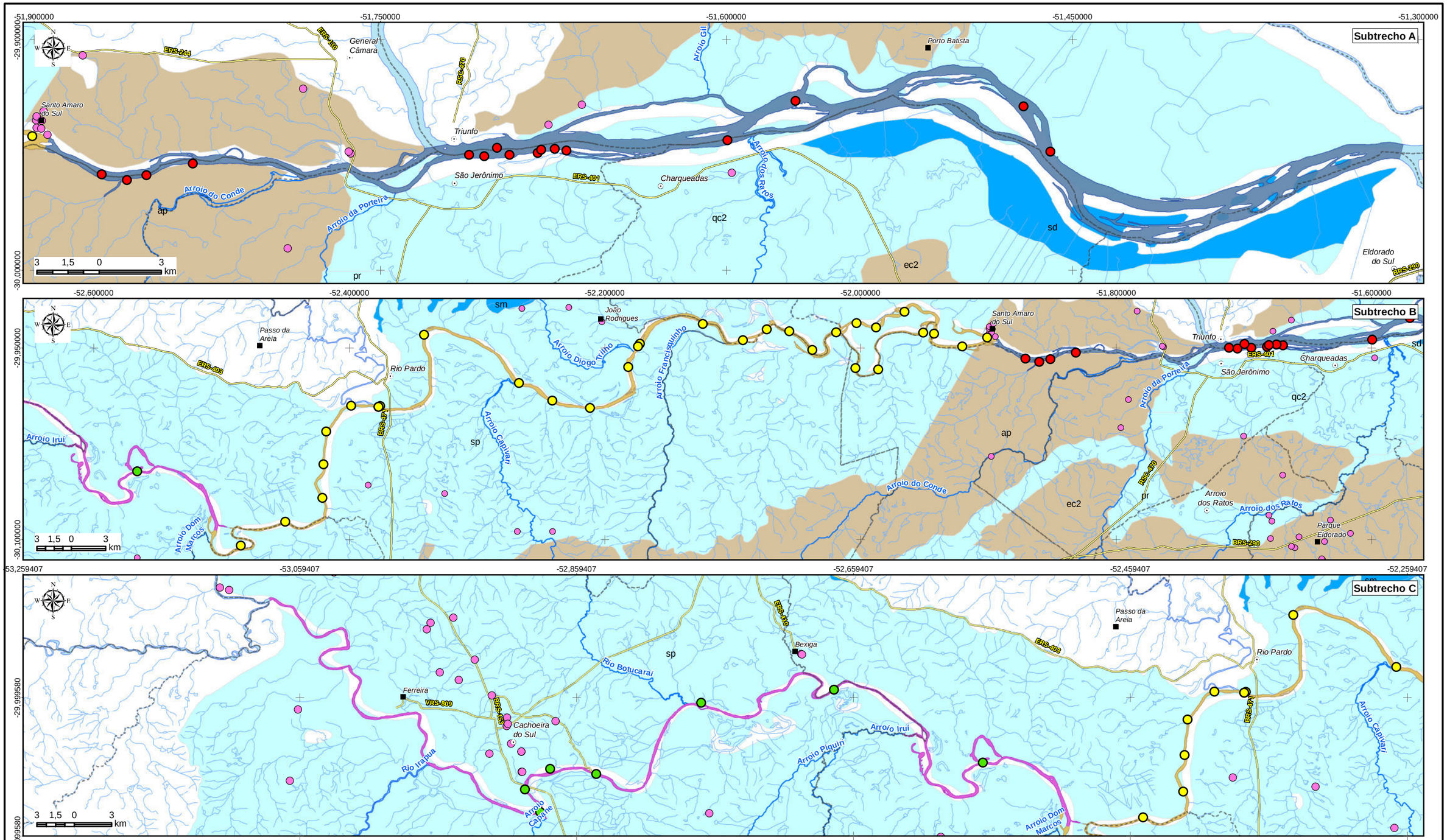
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 20 - Espacialização dos dados secundários de batimetria existentes nos cursos médio e baixo do rio Jacuí

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Dados de Batimetria: Fornecido por FEPAM/METROPLAN (2015)



LEGENDA

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

Localização dos Processos Minerários

- Segmento A
- Segmento B
- Segmento C

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Classes de aquífero

- Média a baixa possibilidade - Porosidade por fraturas
- Alta a média possibilidade - Porosidade intergranular
- Média a baixa possibilidade - Porosidade intergranular
- Baixa possibilidade - Porosidade intergranular ou por fraturas
- Praticamente improdutivos - Porosidade intergranular ou por fraturas

Sigla	Sistema aquífero
ap	AQUITARDOS PERMINAOS
bp	SISTEMA AQUIFERO BOTUCATU PIRAMBOIA
bt	SISTEMA AQUIFERO BOTUCATU
ec2	SISTEMA AQUIFERO EMBASAMENTO CRISTALINO II
ec3	SISTEMA AQUIFERO EMBASAMENTO CRISTALINO III
ep	AQUICLUDES EO-PALEOZOICOS
pr	SISTEMA AQUIFERO PALERMO RIO BONITO
qc2	SISTEMA AQUIFERO QUATERNARIO COSTEIRO II
sd	SISTEMA AQUIFERO SEDIMENTOS DELTAICOS
sg2	SISTEMA AQUIFERO SERRA GERAL II
sm	SISTEMA AQUIFERO SANTA MARIA
sp	SISTEMA AQUIFERO SANGA DO CABRAL PIRAMBOIA

Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

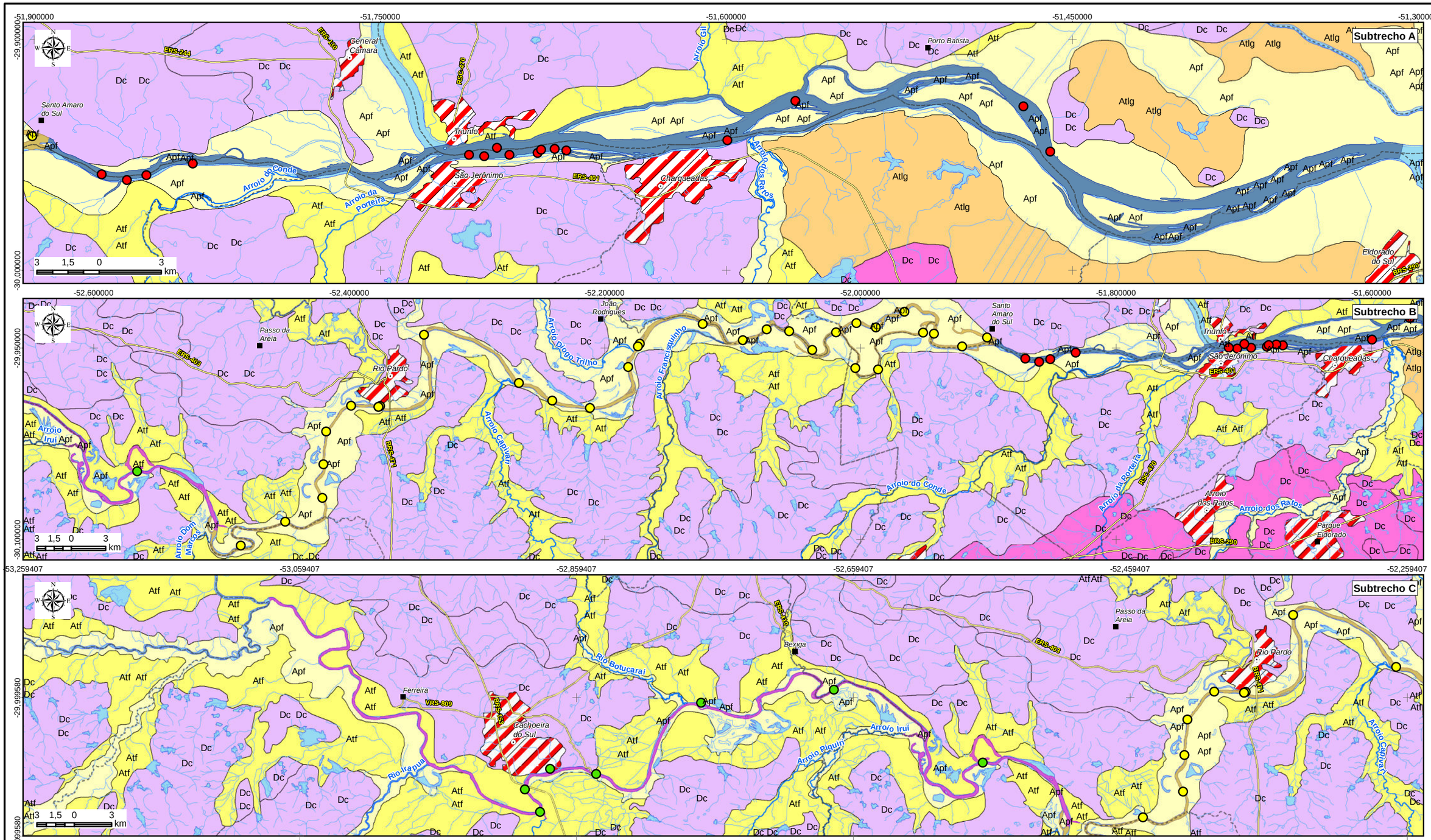
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 21 - Arcabouço hidrogeológicio regional com unidades aquíferas 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: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Hidrogeologia: CPRM, 2005 apud DRH/SEMA (2015)



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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

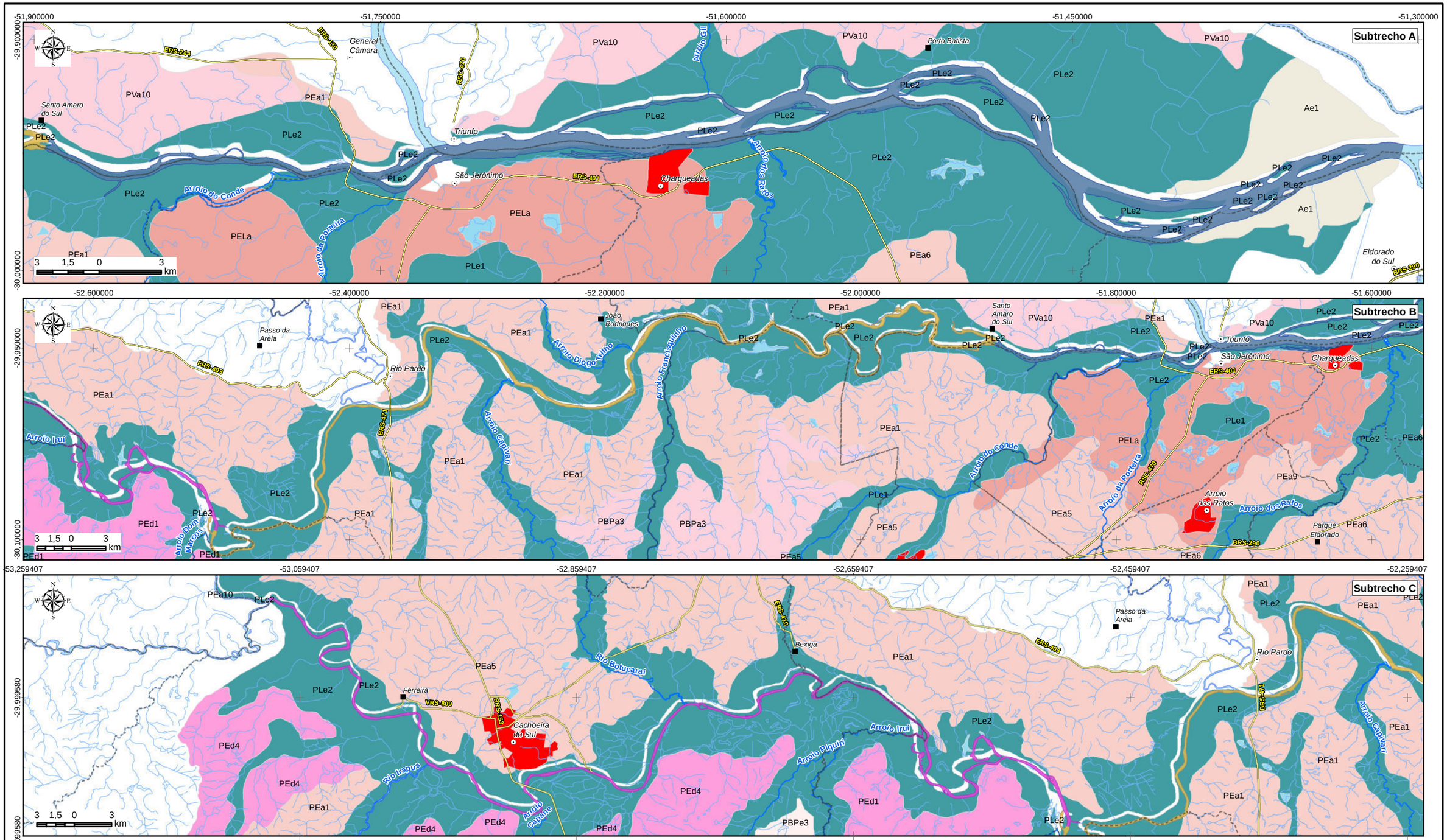
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 22 - 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)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Geomorfologia: RadamBrasil, 1986 apud DRH/SEMA (2015)



LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Hidrografia
- Limite municipal
- Massa d'água

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C
- Mancha Urbana

Classe de solo

- Argissolo Amarelo alítico típico (PBPe e PBPe)
- Argissolo Bruno-Acinzentado alítico abrúptico (PBPa e PBa)
- Argissolo Vermelho alumínico típico (TBCHa)
- Argissolo Vermelho distrófico latossólico (PELa)
- Argissolo Vermelho-amarelo distrófico (PEa)
- Argissolo Vermelho-amarelo distrófico húmbrico (PEd e PVd)
- Argissolo Vermelho-amarelo eutrófico abrúptico (PVe)
- Cambissolo Háplico Ta eutrófico típico (Ce)
- Latossolo Vermelho distrófico típico (LEa)
- Neossolo Flúvico Ta ou Tb distrófico ou eutrófico gleissólico (Ae)
- Neossolo Litólico (Re)
- Neossolo Litólico Eutrófico típico (Re)
- Neossolo Litólico distro-úmbrico fragmentário ou Neossolo Regolítico distro-úmbrico típico (Rd)
- Neossolo Regolítico húmico léptico ou típico (Re)
- Nitossolo Vermelho eutroférrico típico (TRe)
- Planossolo Háplico eutrófico arênico (PLe)

Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

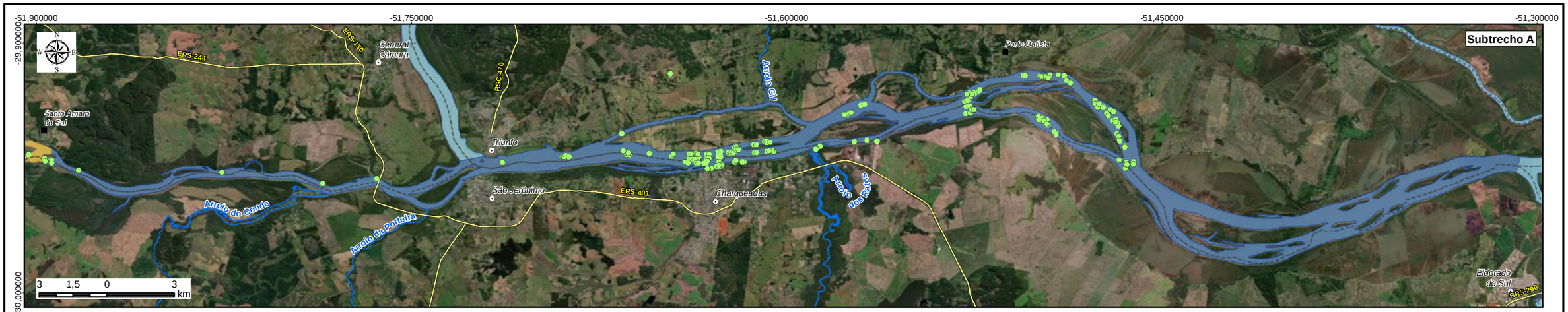
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

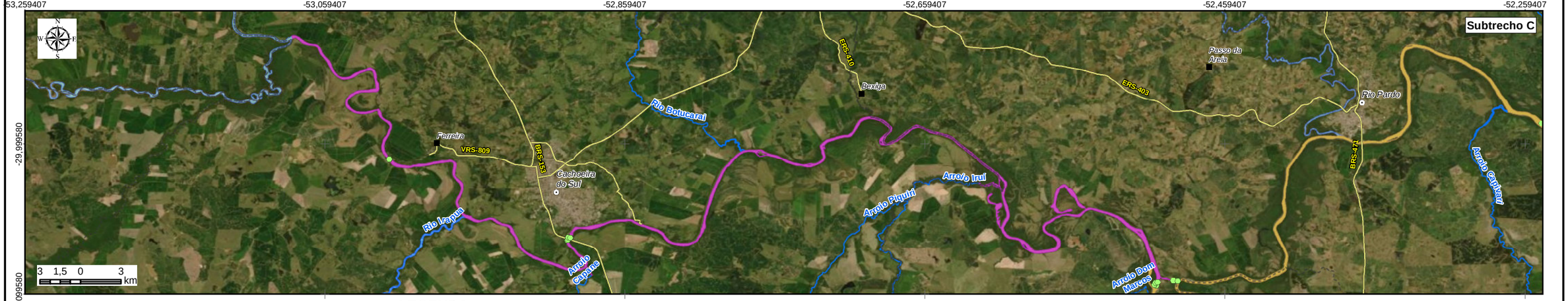
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 23 - Arcabouço pedológico regional com as unidades ocorrentes 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: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Solos: RadamBrasil, 1986 apud DRH/SEMA (2015)







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal
- Localização dos pontos com monitoramento de qualidade da água

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

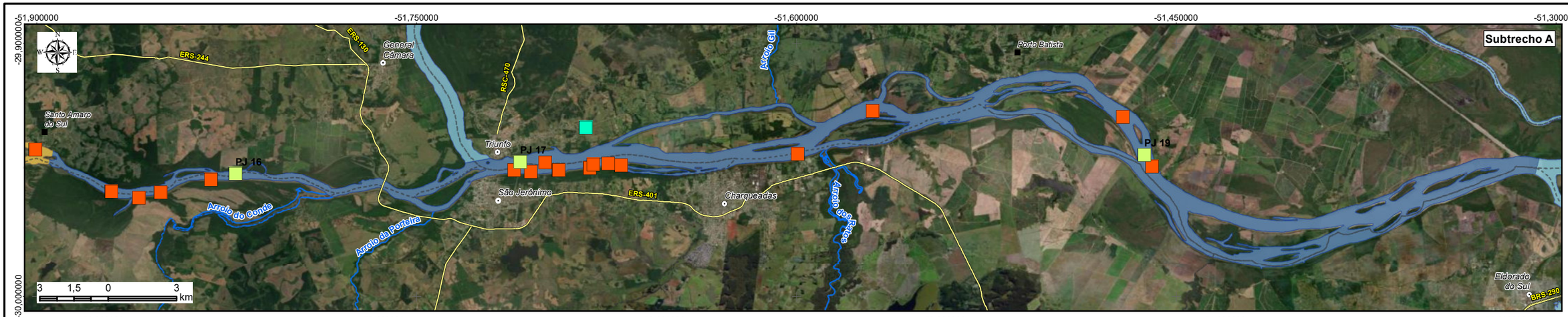
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

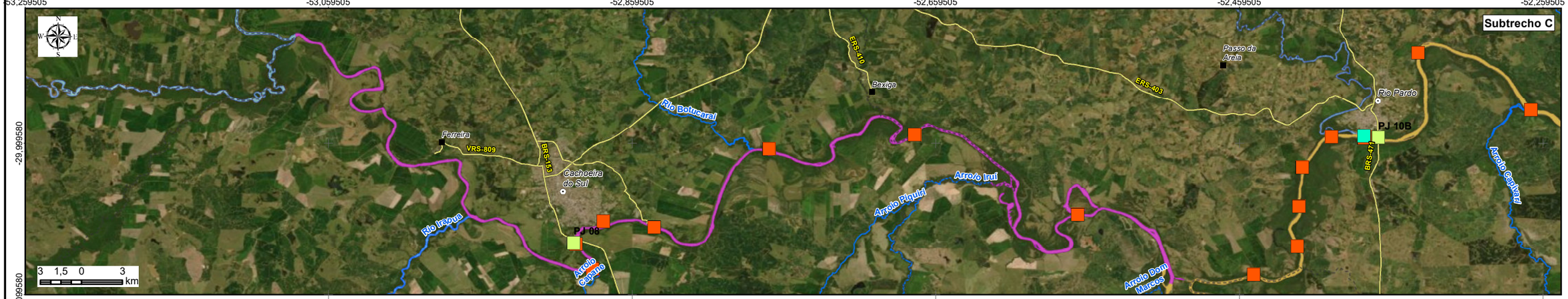
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 24 - Monitoramento da qualidade da água existente 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: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Qualidade da Água: FEPAM







LEGENDA

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

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

- Monitoramento de sedimentos (França, 2011)
- Estações sedimentométricas (ANA)
- Pontos de Monitoramento Sedimentométrico feitos por empresas



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

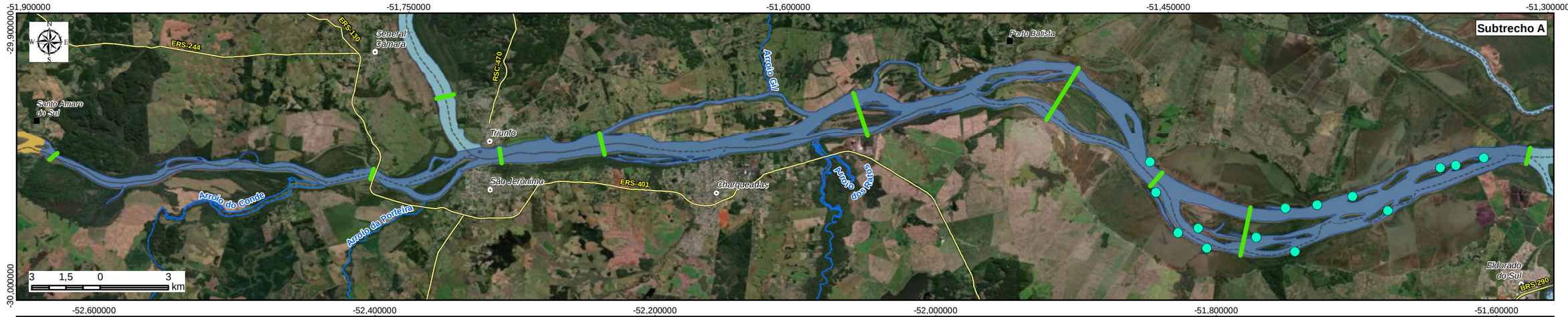
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

Contratação e fiscalização: Fepam

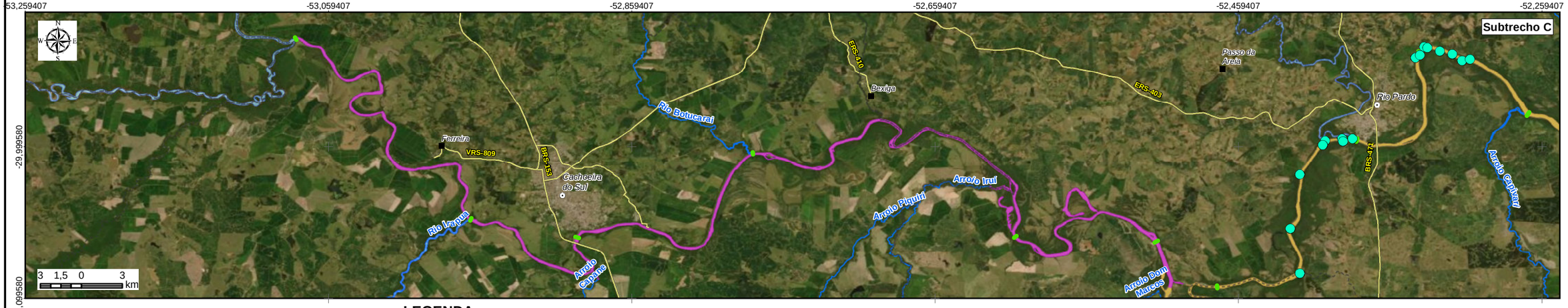
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 25 - Espacialização dos dados secundários existentes para Hidrossedimentometria com pontos de leitura hidrossedimentométrica

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Requerimentos minerários com monitoramento: FEPAM. Pontos (ANA, MACHADO, 2011)







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Limite municipal
- Pontos de Vistoria da Fauna Terrestre
- Seções de referência

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

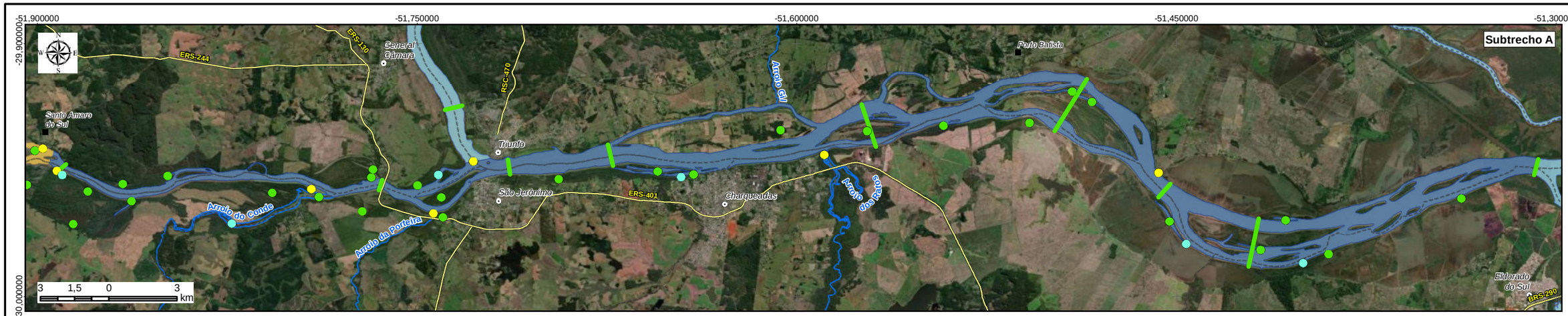
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

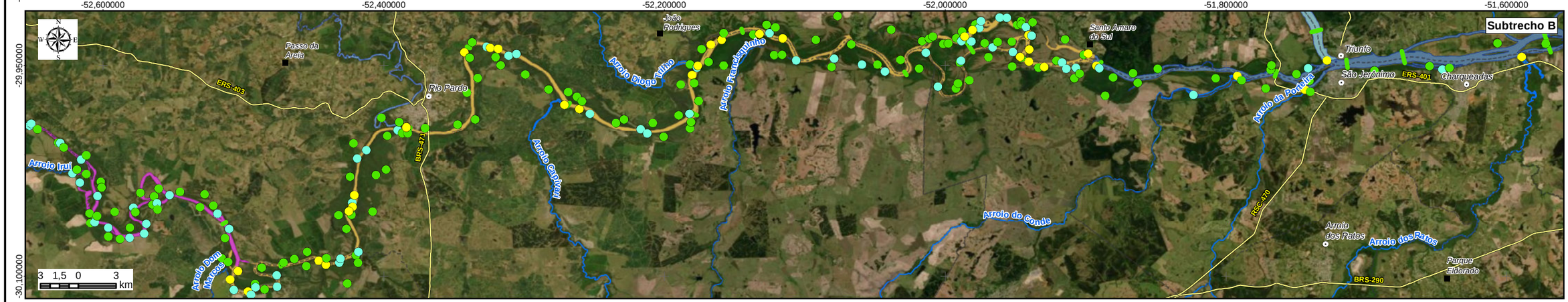
Contratação e fiscalização: Fepam

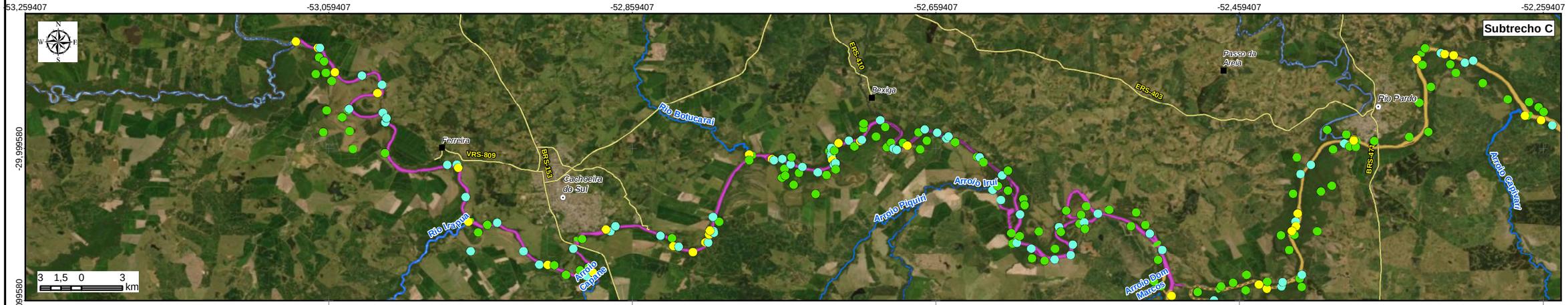
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 26 - Pontos de Vistoria de Fauna Terrestre

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Seções, sondagens: Profill (2019)
- Pontos de vistoria: Profill (2019)







LEGENDA

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

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

- Seções de referência

Tipo de ambiente

- Foz de Rios, arroios e conexões
- Ambientes Marginais
- Praias



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

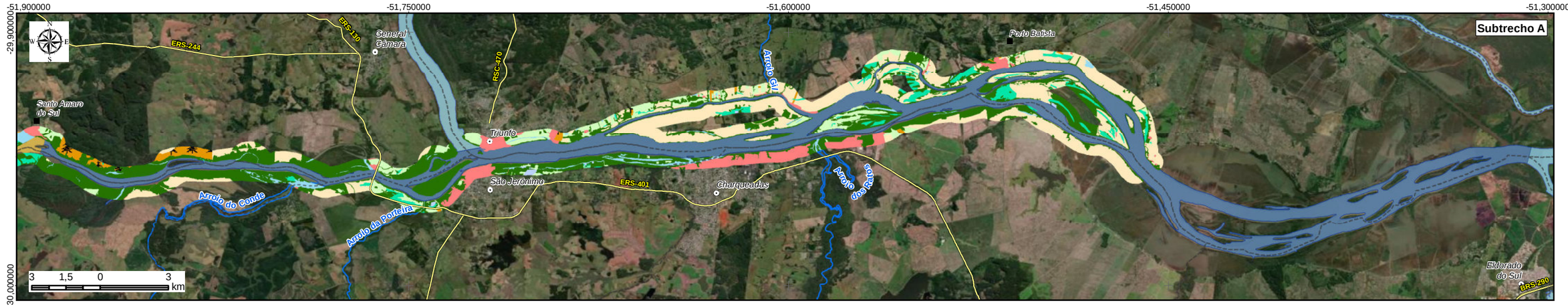
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

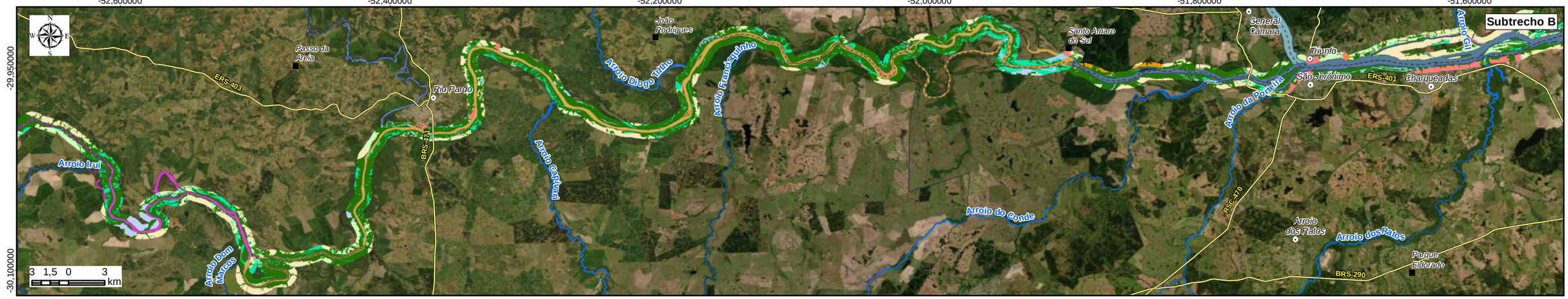
Contratação e fiscalização: Fepam

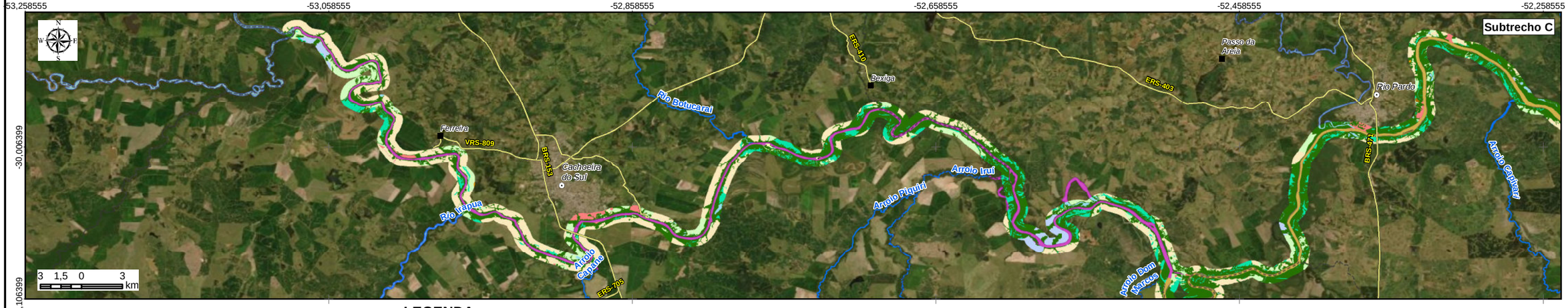
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 27 - Ambientes Importantes para Ictiofauna

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Seções, sondagens: Profill (2019)
- Tipos de ambiente: Profill (2019)







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Massa d'água
- Limite municipal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Uso do Solo

- Agricultura
- Areia
- Campos/Pastagem
- Corpos d'água
- Florestas
- Mineração
- Mosaico Florestas/Áreas Úmidas
- Silvicultura
- Área Urbana
- Áreas Úmidas



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

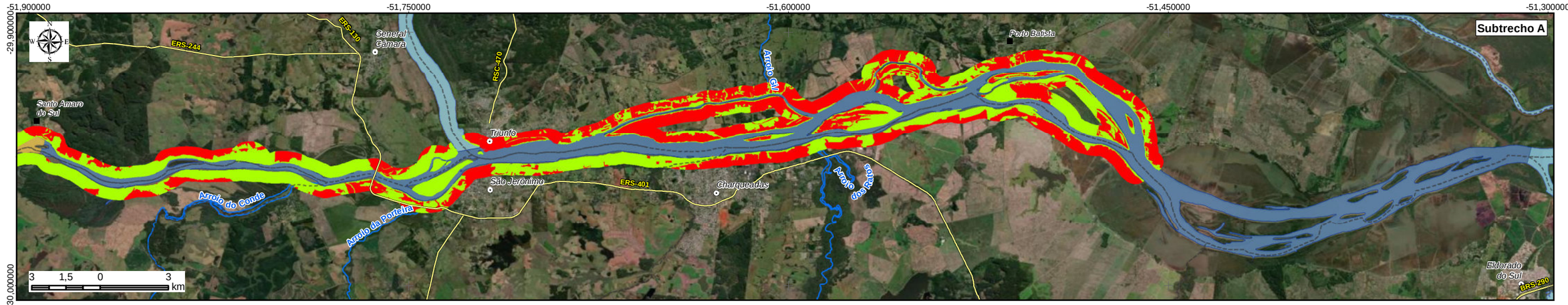
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

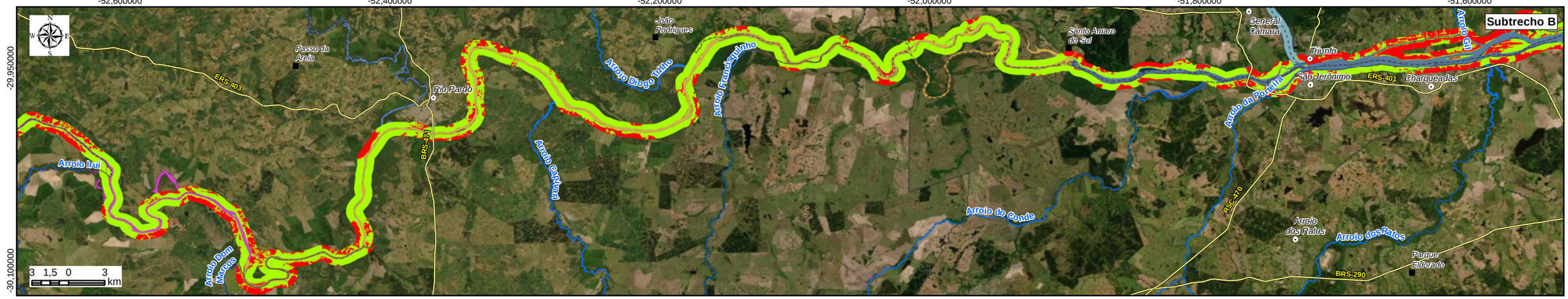
Contratação e fiscalização: Fepam

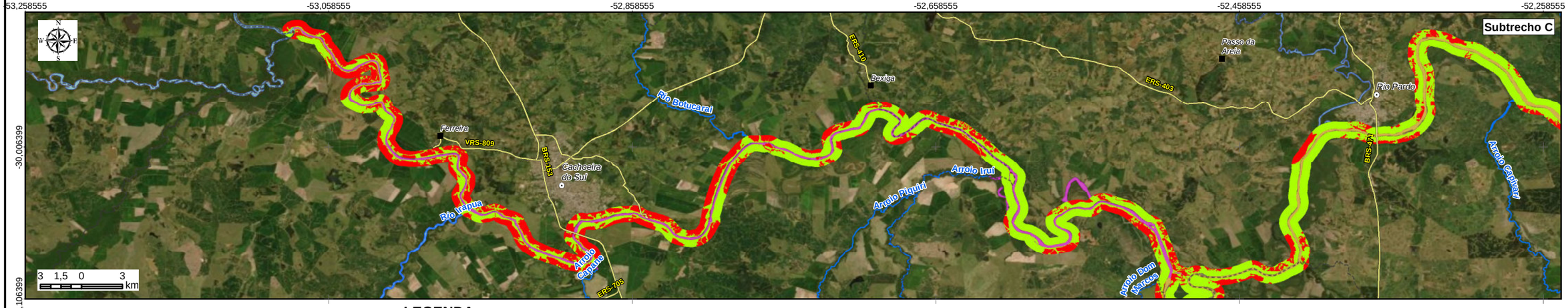
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 28 - Cobertura vegetal e uso do solo

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Uso do Solo: FZB (2019)







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Massa d'água
- Limite municipal

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Conflitos e vetores de pressão

- Remanescentes Naturais
- Áreas Convertidas



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

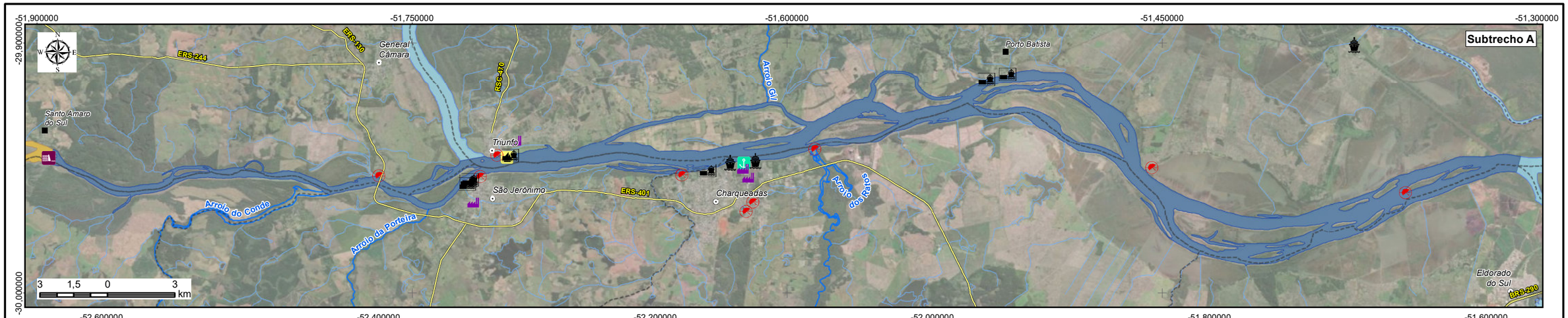
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

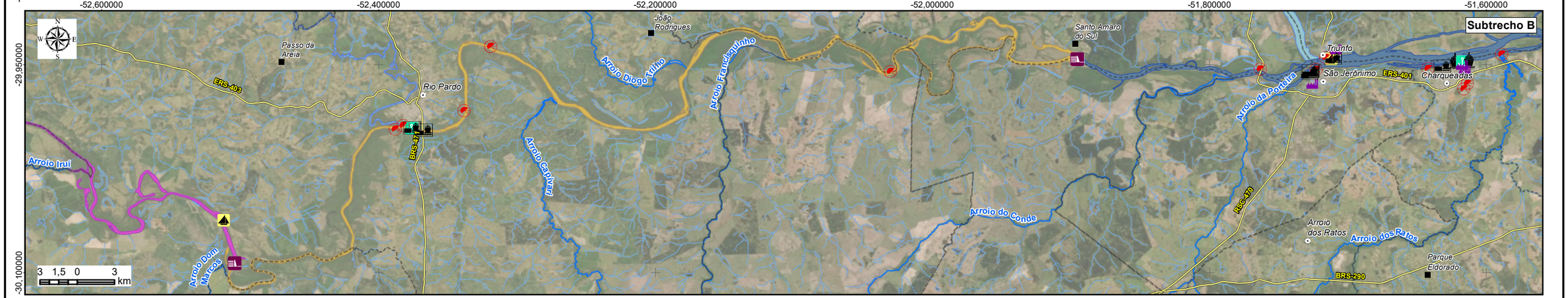
Contratação e fiscalização: Fepam

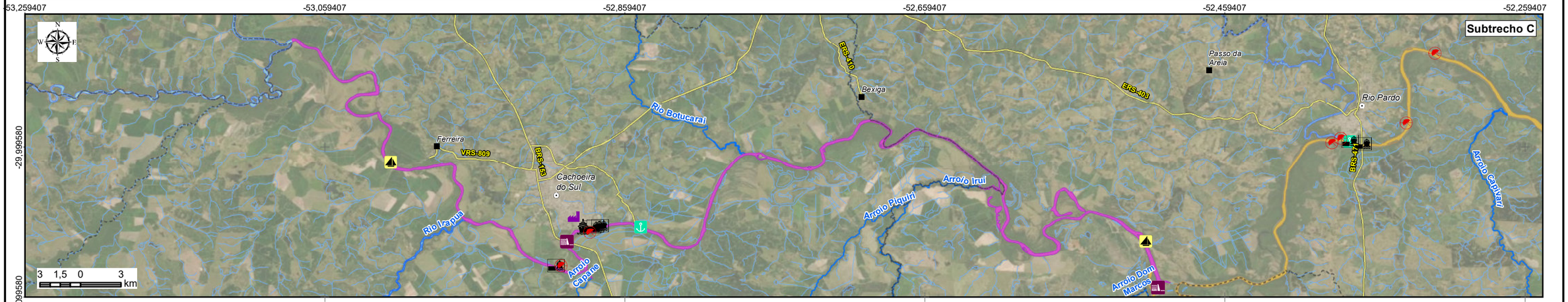
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 29 - Conflitos e vetores de pressão

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Seções, sondagens: Profill (2019)
- Conflitos e vetores de pressão: FZB (2019)







LEGENDA

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

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

- Áreas de lazer
- Termelétricas
- Terminal de Minérios
- Travessia
- Barragem Eclusa
- Terminal
- Porto



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

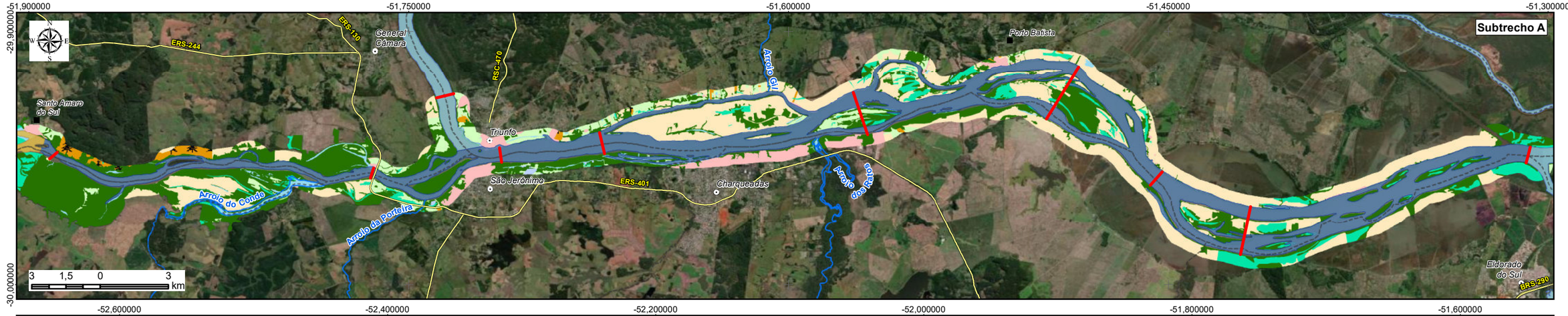
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

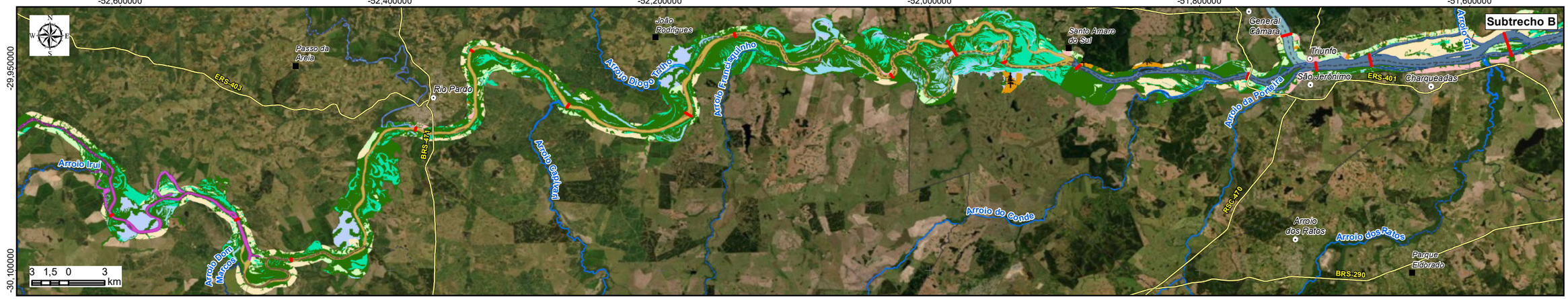
Contratação e fiscalização: Fepam

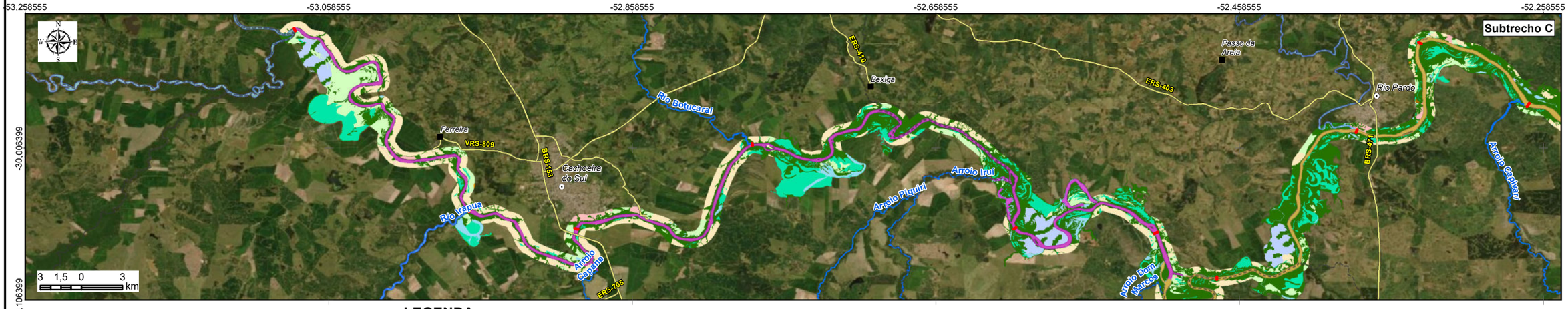
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 30 - Usos da água nas áreas nos cursos médio e baixo do rio Jacuí

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Portos e terminais: DRH/SEMA (2015) /FEPAM(2019)
- Áreas de Lazer: Google Earth
- Termelétricas: ANEEL







LEGENDA

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

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C
- Seções de referência

Uso do solo ampliado para ambientes marginais

- Agricultura
- Areia
- Campos/Pastagem
- Corpos_d'água
- Florestas
- Mineração
- Mosaico Florestas/Áreas Úmidas
- Silvicultura
- Área Urbana
- Áreas Úmidas



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

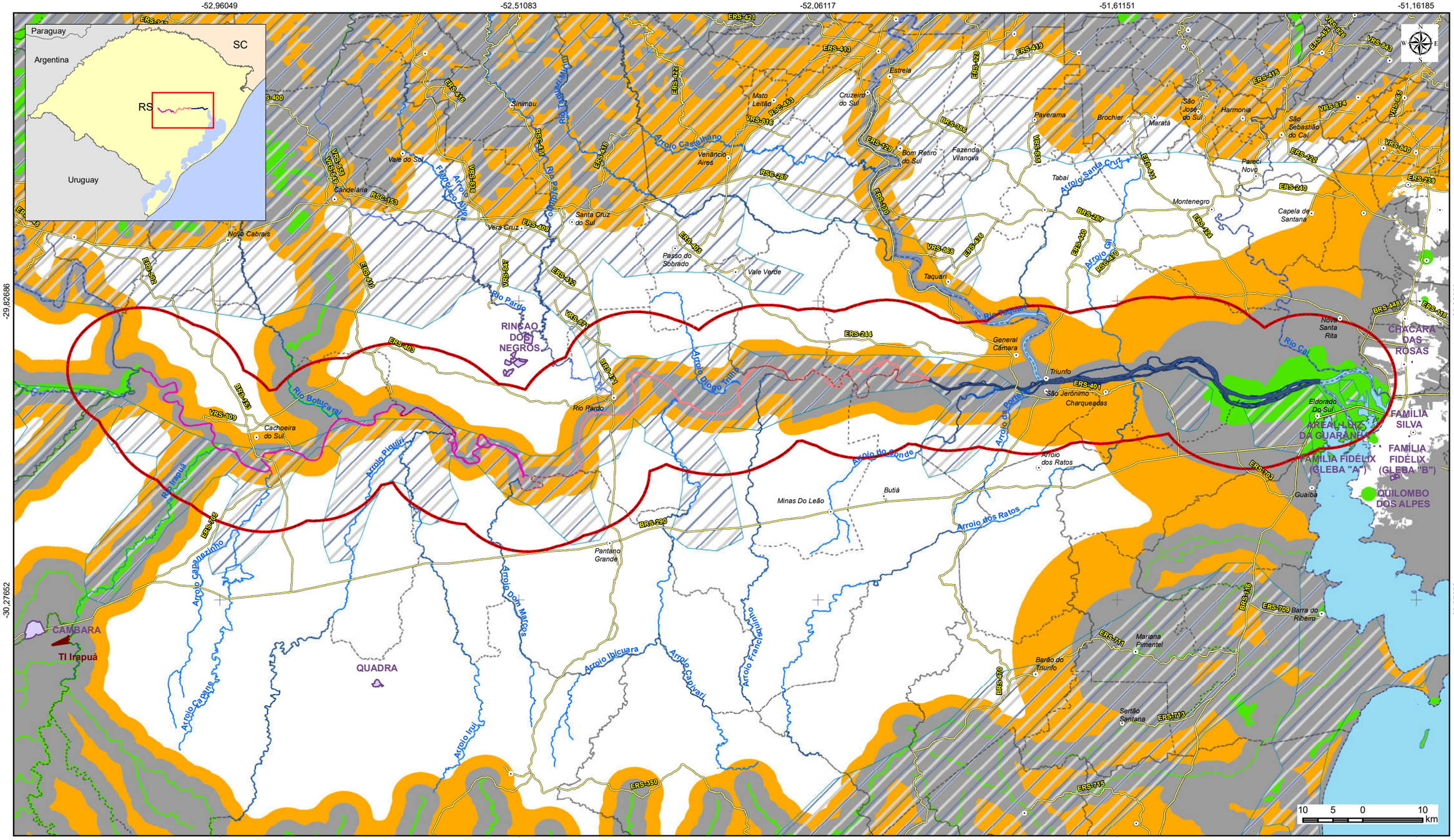
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

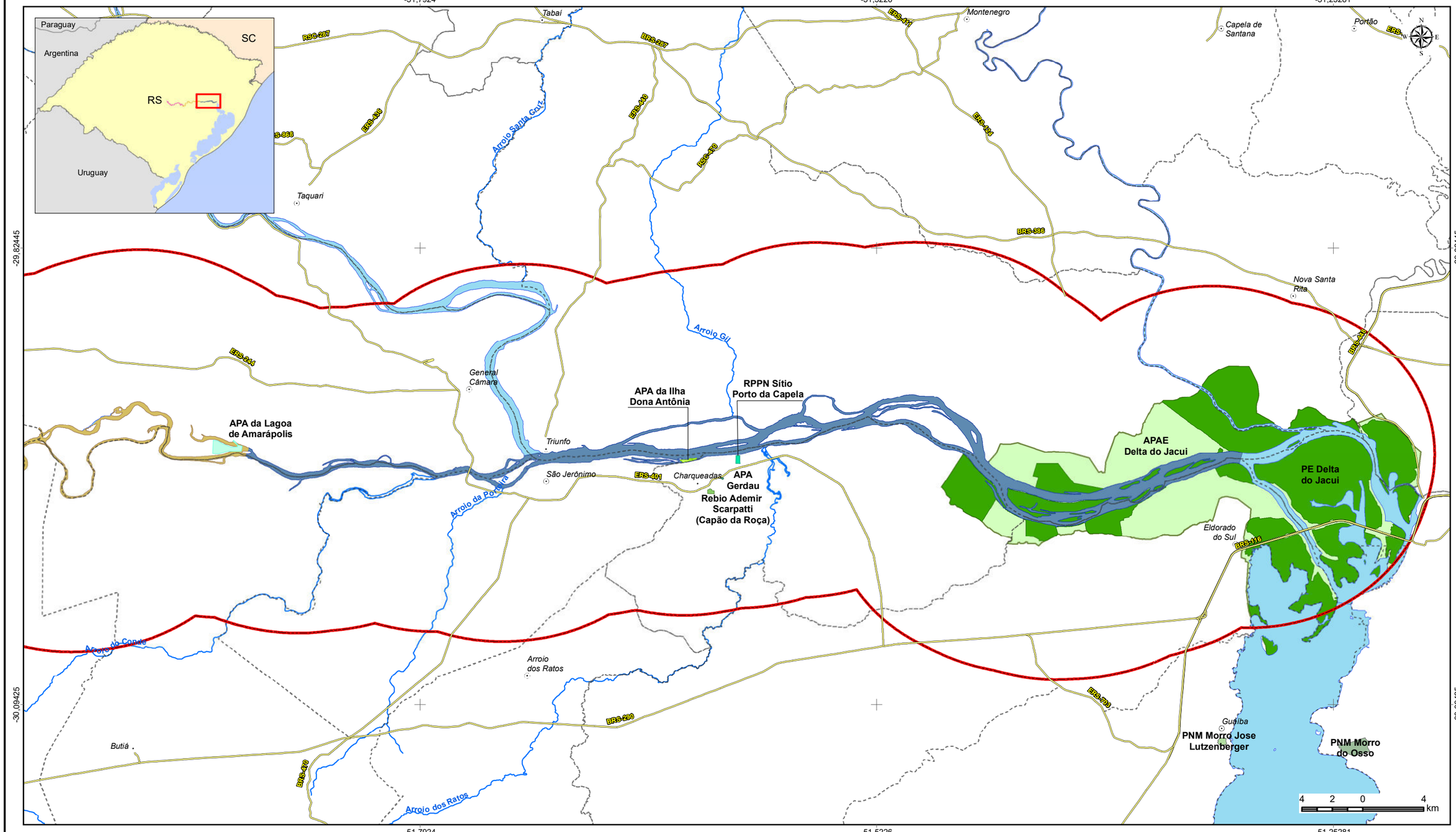
Contratação e fiscalização: Fepam

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

Mapa 31 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo ampliado para ambientes marginais

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Seções, sondagens: Profill (2019)
- Uso do Solo: Adaptado de FZB (2019)


-52,96049
-52,51083
-52,06117
-51,61151
-51,16185
-29,82686
-30,27652
Paraguay
Argentina
Uruguay
SC
RS
RINCAO DOS NEGROS
QUADRA
CAMBARA
TI Irapuá
CHACARA DAS ROSAS
FAMÍLIA SILVA
FAMÍLIA FIDÉLIX (GLEBA "A")
FAMÍLIA FIDÉLIX (GLEBA "B")
QUILOMBO DOS ALPES
Rio Pardo
Rio Jacuí
Arroio Castelhano
Arroio Santa Cruz
Arroio Diogo Tomé
Arroio do Conde
Arroio dos Ratos
Arroio Caxangazinho
Arroio Don Marcos
Arroio Ibicuara
Arroio Canhuti
Arroio Irui
Arroio Francisquinho
Arroio Piquiri
Arroio Capanezinho
Arroio Capanne
Rio Botucaraí
Rio Taquari
Rio Caí
Rio Jacuí
Sinimbu
Vale do Sol
Candelária
Novo Cabrais
Vera Cruz
Santa Cruz do Sul
Passo do Sobrado
Vale Verde
Venâncio Aires
Mato Leitão
Cruzeiro do Sul
Estrela
Bom Retiro do Sul
Fazenda Vilanova
Paverama
Brochier
Maratá
São José do Sul
Harmonia
São Sebastião do Caí
Tabaí
Montenegro
Pareci Novo
Capela de Santana
Taquari
General Câmara
Triunfo
São Jerônimo
Charqueadas
Arroio dos Ratos
Eldorado Do Sul
Nova Santa Rita
Guaíba
Butiá
Minas Do Leão
Pantano Grande
Cachoeira do Sul
Barão do Triunfo
Mariana Pimentel
Barra do Ribeiro
Sertão Santana
RSC-287
RSC-453
RSC-153
RSC-470
VRS-359
VRS-362
VRS-363
VRS-366
VRS-367
VRS-368
VRS-369
VRS-373
VRS-374
VRS-376
VRS-377
VRS-378
VRS-379
VRS-380
VRS-381
VRS-382
VRS-383
VRS-384
VRS-385
VRS-386
VRS-387
VRS-388
VRS-389
VRS-390
VRS-391
VRS-392
VRS-393
VRS-394
VRS-395
VRS-396
VRS-397
VRS-398
VRS-399
VRS-400
VRS-401
VRS-402
VRS-403
VRS-404
VRS-405
VRS-406
VRS-407
VRS-408
VRS-409
VRS-410
VRS-411
VRS-412
VRS-413
VRS-414
VRS-415



LEGENDA

- Sede municipal
- Rios principais
- Rodovia
- Massa d'água
- Limite municipal
- Raio 10km da calha do Rio Jacuí na área de estudo

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

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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

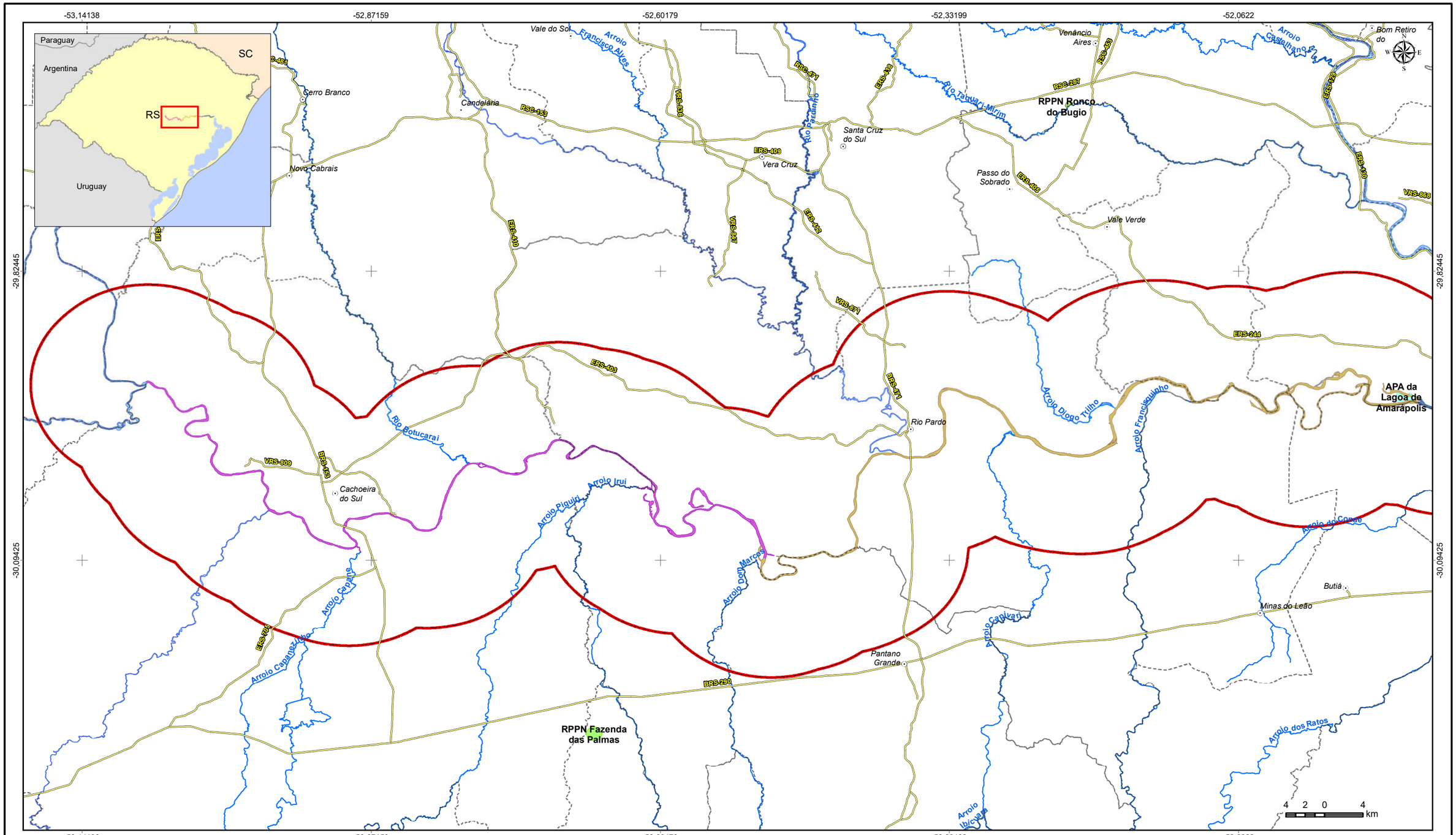
Contratação e fiscalização: Fepam

Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:250.000

Mapa 33.1 – Unidades de Conservação 1/2

Fonte de dados:

- Sede municipal: IBGE (2010)
- Limite municipal: IBGE (2010)
- Quilombolas: INCRA (2019)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- UCs/APCB: SEMA/RS, ICMBio, MMA, Prefeituras



LEGENDA

- Sede municipal
- Rios principais
- Rodovia
- Massa d'água
- Limite municipal
- Raio 10km da calha do Rio Jacuí na área de estudo

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Unidades de Conservação

- APA da Lagoa de Amarápolis
- RPPN Fazenda das Palmas
- RPPN Ronco do Bugio

Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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

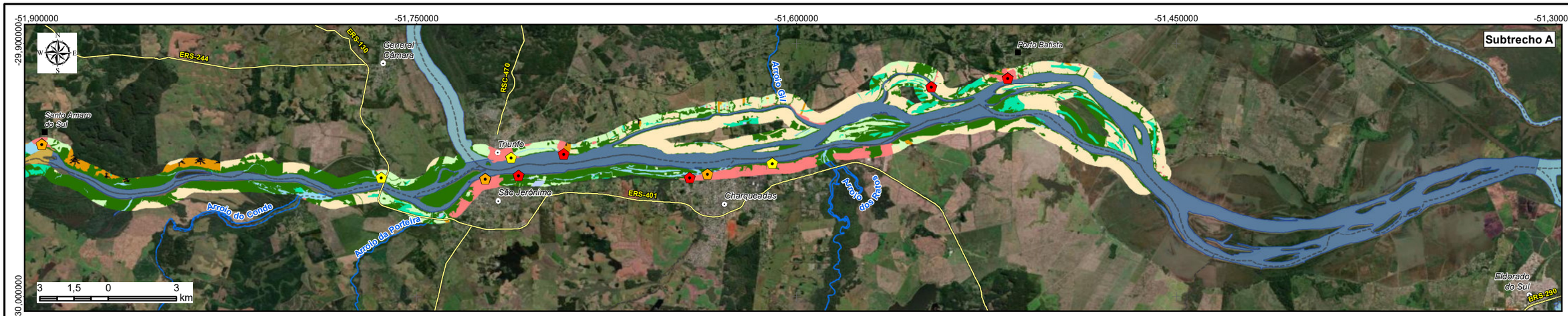
Contratação e fiscalização: Fepam

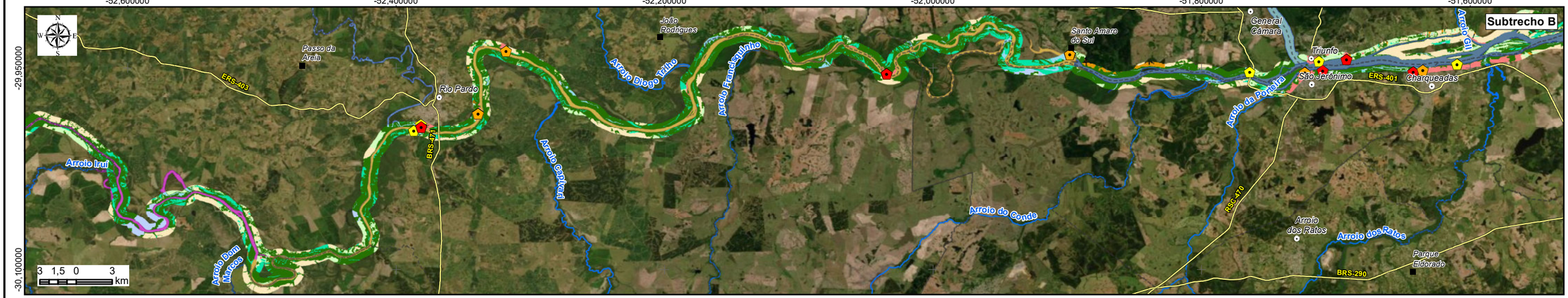
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: 1:390.000

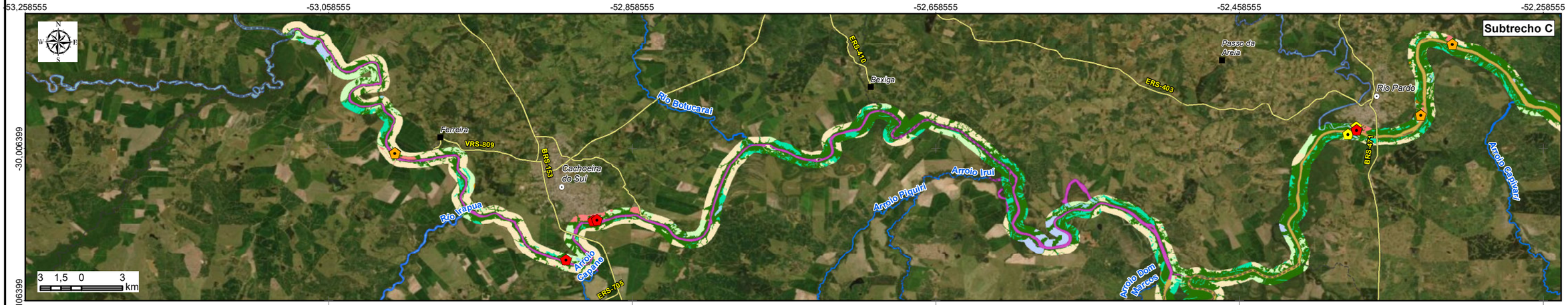
Mapa 33.2 – Unidades de Conservação 2/2

Fonte de dados:

- Sede municipal: IBGE (2010)
- Limite municipal: IBGE (2010)
- Quilombolas: INCRA (2019)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- UCs/APCB: SEMA/RS, ICMBio, MMA, Prefeituras







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Massa d'água

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C
- Limite municipal

Localização e Tipo das Entrevistas Socioeconômicas

- Atividade Produtiva
- Organização Social
- Pescador

Uso do Solo

- Agricultura
- Areia
- Campos/Pastagem
- Corpos d'água
- Florestas
- Mineração
- Mosaico Florestas/Áreas Úmidas
- Silvicultura
- Área Urbana
- Áreas Úmidas



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

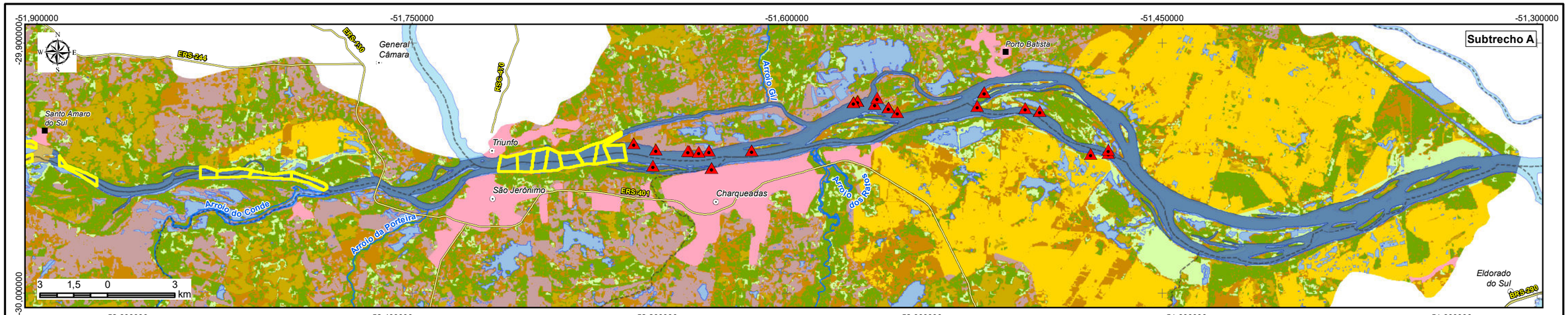
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

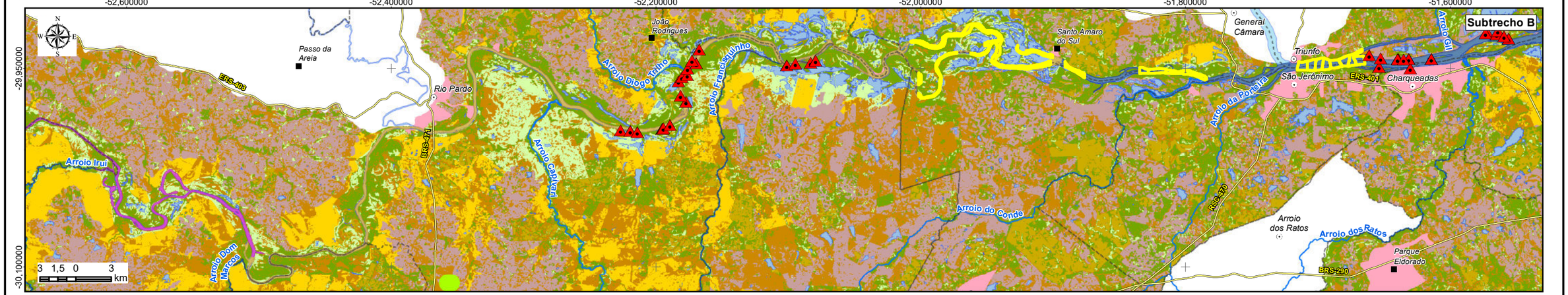
Contratação e fiscalização: Fepam

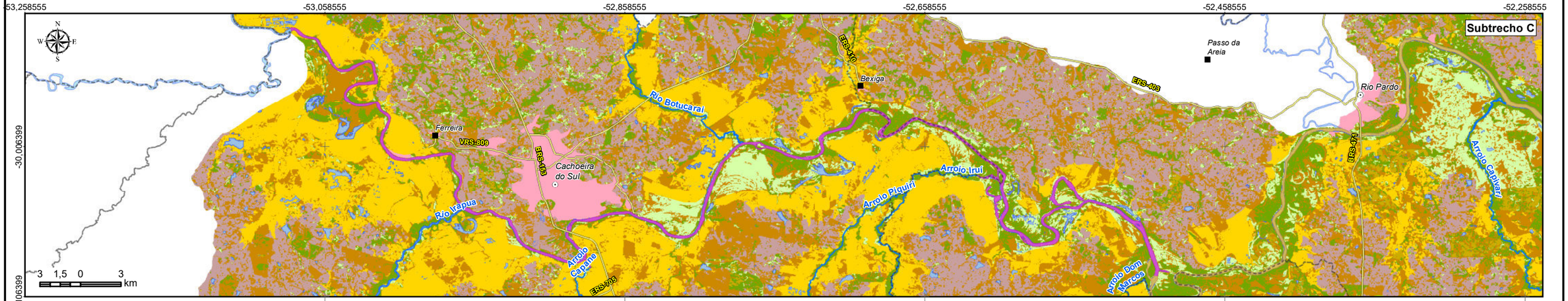
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 34 - Espacialização das entrevistas com atores e instituições sociais de interesse

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Uso do Solo: FZB (2019)
- Entrevistas: Profill (2019)







LEGENDA

- Sede municipal
- Vila
- Rodovia
- Rios principais
- Massa d'água
- Limite municipal
- Pontos com Monitoramento de Margens
- Processos Minerários com Monitoramento de Margens

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Classe de uso e ocupação do solo

- Lâmina d'Água
- Campos/Pastagens
- Capoeira/Vegetação Arbustiva
- Mata Nativa/Ciliar
- Silvicultura
- Áreas Agrícolas
- Áreas Agrícolas Irrigadas (pivots)
- Áreas Agrícolas Irrigadas (rizicultura)
- Áreas Urbanizadas



Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

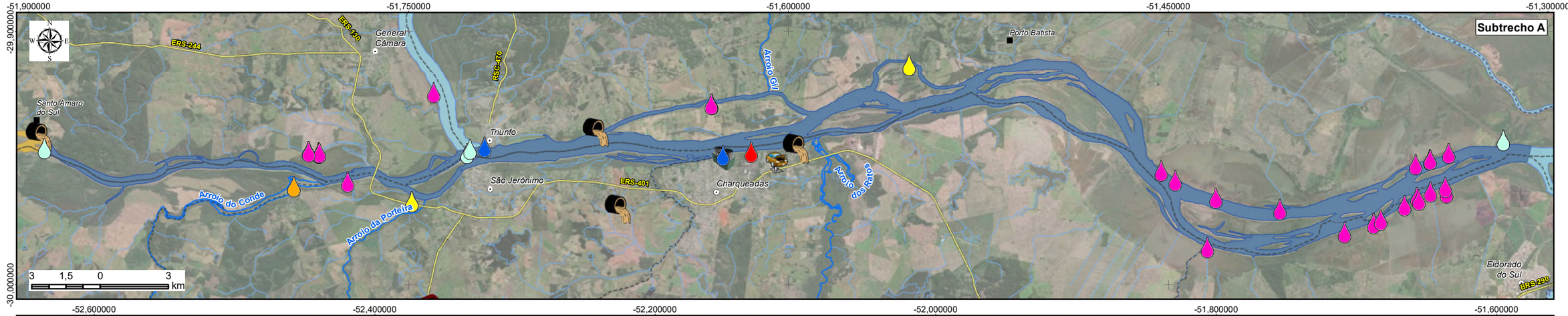
ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

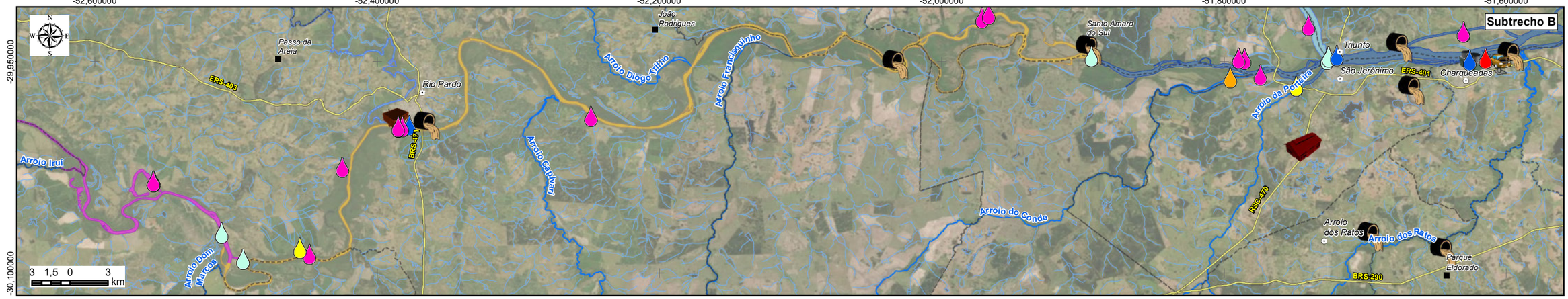
Contratação e fiscalização: Fepam

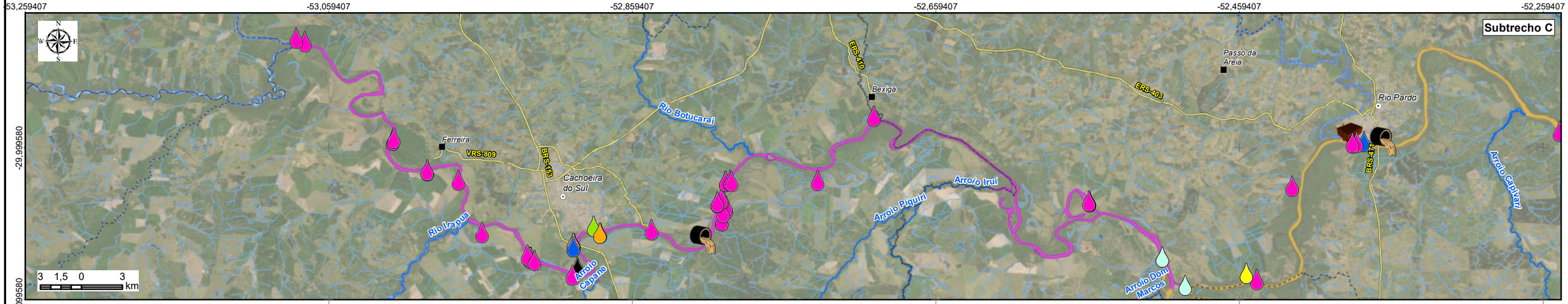
Sistema de Coordenadas Geodésicas
Sistema Geodésico de Referência
SIRGAS2000
Escala: Indicada

Mapa 35 - Espacialização dos dados secundários existentes com pontos de ocorrências de margens e/ou processos minerários com avaliação de ocorrências de margens.

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Ocorrencias de margem: FEPAM







LEGENDA

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

Rio Jacuí

- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C

Captações

- Abastecimento público
- Abastecimento industrial
- Combate a incêndios, Consumo agroindustrial, Consumo humano, Lavagem de veículos
- Dessedentação animal
- Dessedentação animal, Irrigação, Preservação de ambientes aquáticos
- Irrigação
- Mineração
- Navegação
- Piscicultura e/ou aquicultura, Turismo/lazer/balneári...
- Turismo/lazer/balneári...

Cargas poluidoras

- Abatedouro de bovinos
- Autopeças
- Fabricação de produtos siderúrgicos
- Geração de Energia Elétrica - Termoelétrica a Carvão Mineral
- Matadouro/Abatedouro
- Lançamento Pontual - Esgoto Urbano

Elaboração: PROFILL

RT7 - MAPAS TEMÁTICOS

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 36 - Pontos de captação de água, lançamento de esgoto urbano e de lançamento de potenciais cargas poluidoras provenientes das indústrias que interceptam os trechos médio e baixo do Rio Jacuí

Fonte de dados:

- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: DRH/SEMA (2015)
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)
- Cargas Poluidoras: DRH/SEMA (2015)