

**LEGENDA**

- Sede municipal
  - Seções topobatimétricas
  - Limite municipal
- Análise Comparativa**
- Alteração do leito**
- Deposição, tendência a se recuperar
  - Deposição
  - Sem alteração
  - Erosão
  - Erosão, tendência a se agravar

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



Elaboração: **PROFILL**

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

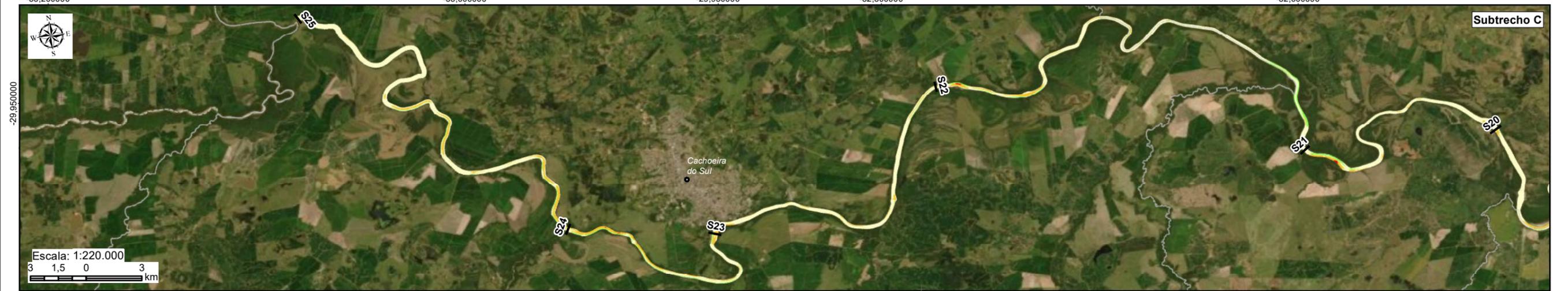
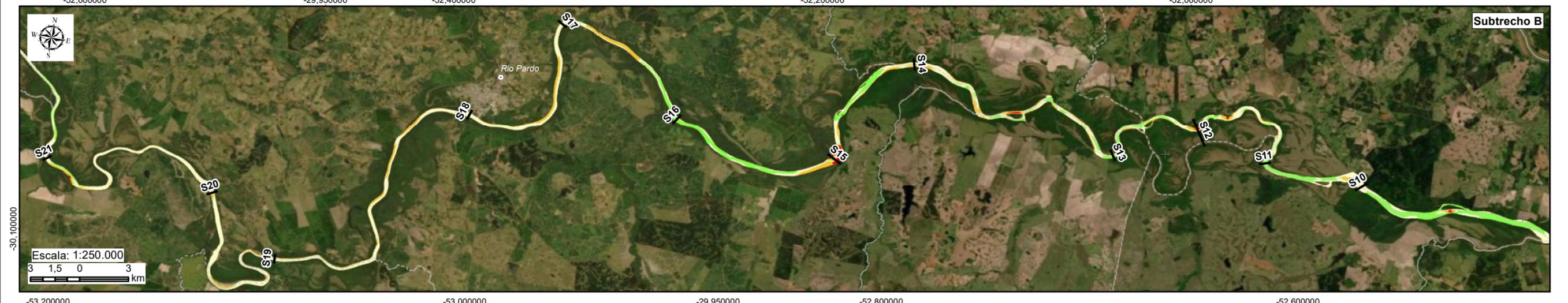
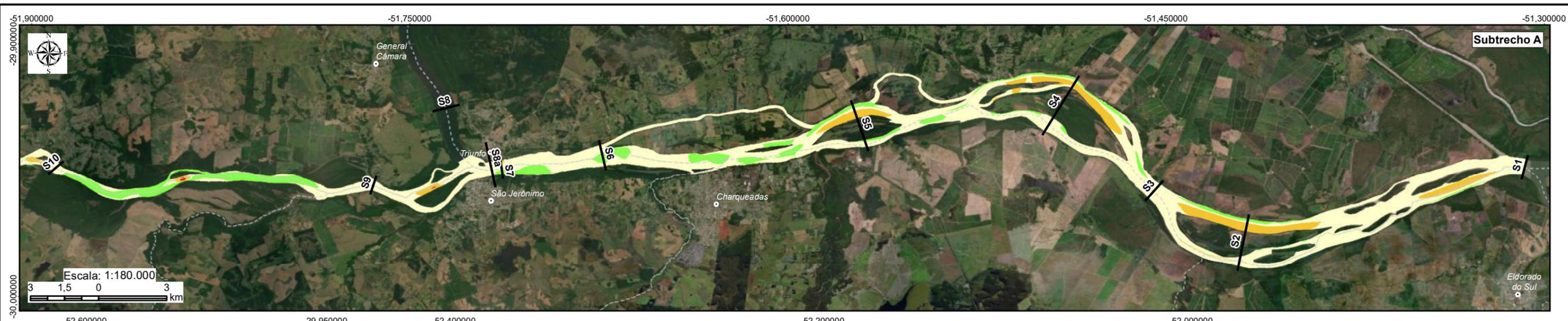
**ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ**

Contratação e fiscalização: **Fepam**

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

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

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



**LEGENDA**

- Sede municipal
  - Seções topobatimétricas
  - - - Limite municipal
- | Diferenças (incrementos) de velocidade    |               |
|-------------------------------------------|---------------|
| <span style="color: green;">■</span>      | -1.24 - -0.50 |
| <span style="color: lightgreen;">■</span> | -0.50 - -0.10 |
| <span style="color: yellow;">■</span>     | -0.10 - 0.10  |
| <span style="color: orange;">■</span>     | 0.10 - 0.50   |
| <span style="color: red;">■</span>        | 0.50 - 2.84   |

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



Elaboração: **PROFILL**

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

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

Contratação e fiscalização: **Fepam**

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

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

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



### 3.1.8.5 Considerações Finais

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

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

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



### **3.1.9 Conclusão**

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

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

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



## 3.2 MEIO BIÓTICO

### 3.2.1 *Ecossistema terrestre e de transição*

#### 3.2.1.1 Metodologia

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

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

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

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

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

#### **Largura:**

- 0 – mata ciliar inexistente
- 1 – estreita – até aproximadamente 30 m
- 2 – intermediária – de 30 m até aproximadamente o limite da área de estudo
- 3 – larga – extrapola a área de estudo



**Conectividade:**

0 – mancha isolada

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

2 – conexão limitada à área de estudo

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

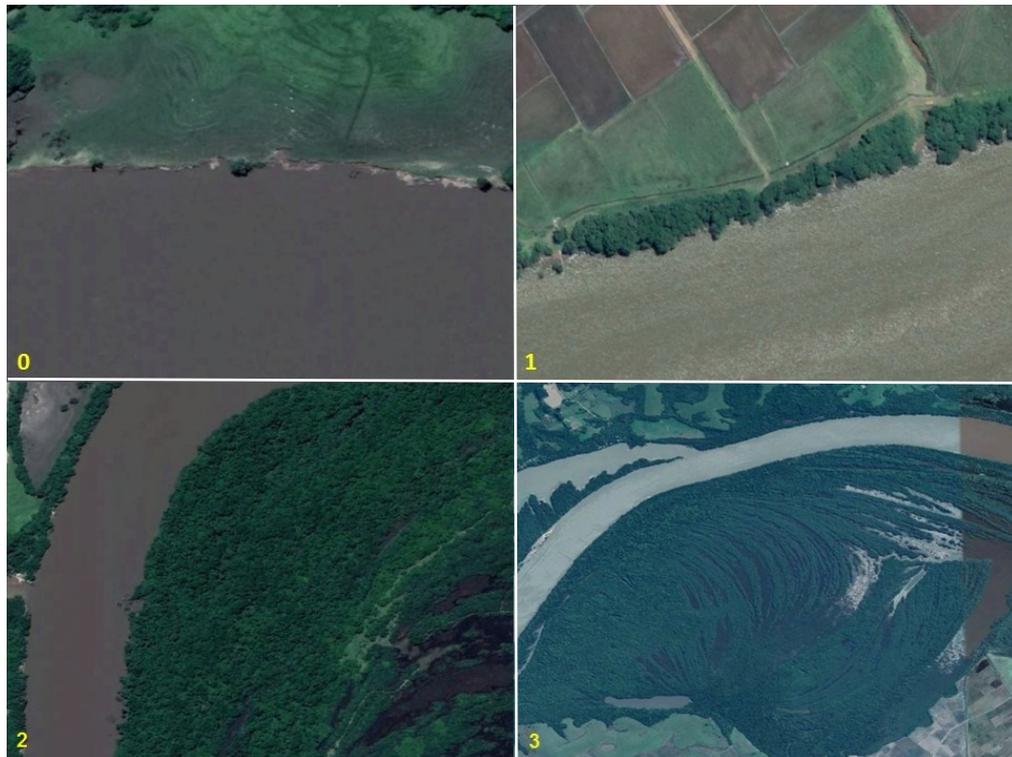


Figura 3.31 – Exemplos de avaliações de largura de mata ciliar.  
Fonte: Adaptado de Google Earth (2019).



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

### 3.2.1.2 Resultados

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

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

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



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

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

#### **3.2.1.2.1 Revisão bibliográfica**

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

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

##### **3.2.1.2.1.1 Anfíbios**

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

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



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

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

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

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

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



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

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

### 3.2.1.2.1.2 Répteis

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

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

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

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



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

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

### 3.2.1.2.1.3 Aves

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

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

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



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

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

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

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

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

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



#### 3.2.1.2.1.4 Mamíferos

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

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

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

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

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



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

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

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

### 3.2.1.2.2 Vistorias técnicas

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

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



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

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



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



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



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

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



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

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



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

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



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

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



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

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



### 3.2.2 *Ecosistema aquático e de transição*

#### 3.2.2.1 Limnologia: Perifiton, Fitoplâncton, Zooplâncton, Macroinvertebrados

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

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

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

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

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



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

- 1) *Rapid*: mesohabitat caracterizado por um canal profundo, com águas muito turbulentas e velozes. Apresenta muita instabilidade a fauna bentônica.
- 2) *Riffle*: mesohabitat caracterizado por um canal raso, caracterizado por água moderadamente turbulenta, com velocidade variando entre baixa à moderada.
- 3) *Run* ou *Glide*: neste mesohabitat a velocidade é relativamente alta com fluxo laminar, sendo que na superfície não é verificada turbulência.
- 4) *Pool* (piscina ou poção): função de velocidade relativamente baixa, o que é atribuído ao canal mais profundo. Apresenta pouca instabilidade a fauna bentônica.

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

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

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

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



- 7) *Embaçamento* – piscina em formação, relativamente rasa e situada junto à margem do canal principal perpendicularmente ao fluxo, com baixa velocidade. Por se tratar de áreas de menor velocidade, estes mesohabitats podem ser colonizados por distintas taxocenoses aquáticas.
- 8) *Barra de canal submersa*: barra muito rasa, tipicamente localizada na periferia de um ponto exposto existente ou barra de canal, em área de menor energia, onde ocorre deposição.
- 9) *Barra exposta em pontal*: este tipo de barra em pontal não é citado pelo o autor com um mesohabitat e sim como uma característica morfológica do rio, formada por deposição e áreas de menor velocidade da seção transversal junto à margem. No entanto, essas barras formam um declive gradual junto à margem, de substrato molhado, no qual se enterram organismos escavadores, especialmente bivalves de água-doce, sobretudo nos rios tropicais sul-americanos. Por se tratar de áreas de menor velocidade, estes mesohabitats podem ser colonizados por distintas taxocenoses aquáticas.
- 10) *Barra exposta no canal ou ilha fluvial*: também não é considerada um habitat pelo autor (Moring *et al.*, 2014). No entanto, essas barras formam um declive gradual junto à margem, de substrato molhado, no qual se enterram organismos escavadores, especialmente bivalves de água-doce, sobretudo nos rios tropicais sul-americanos. Por se tratar de áreas de menor velocidade, estes mesohabitats podem ser colonizados por distintas taxocenoses aquáticas.
- 11) *Foz de arroio*: confluência de tributário com o Rio Jacuí. Habitat adicional adotado para este trabalho.
- 12) *Foz de rio*: confluência de tributário com o Rio Jacuí. Habitat adicional adotado para este trabalho.

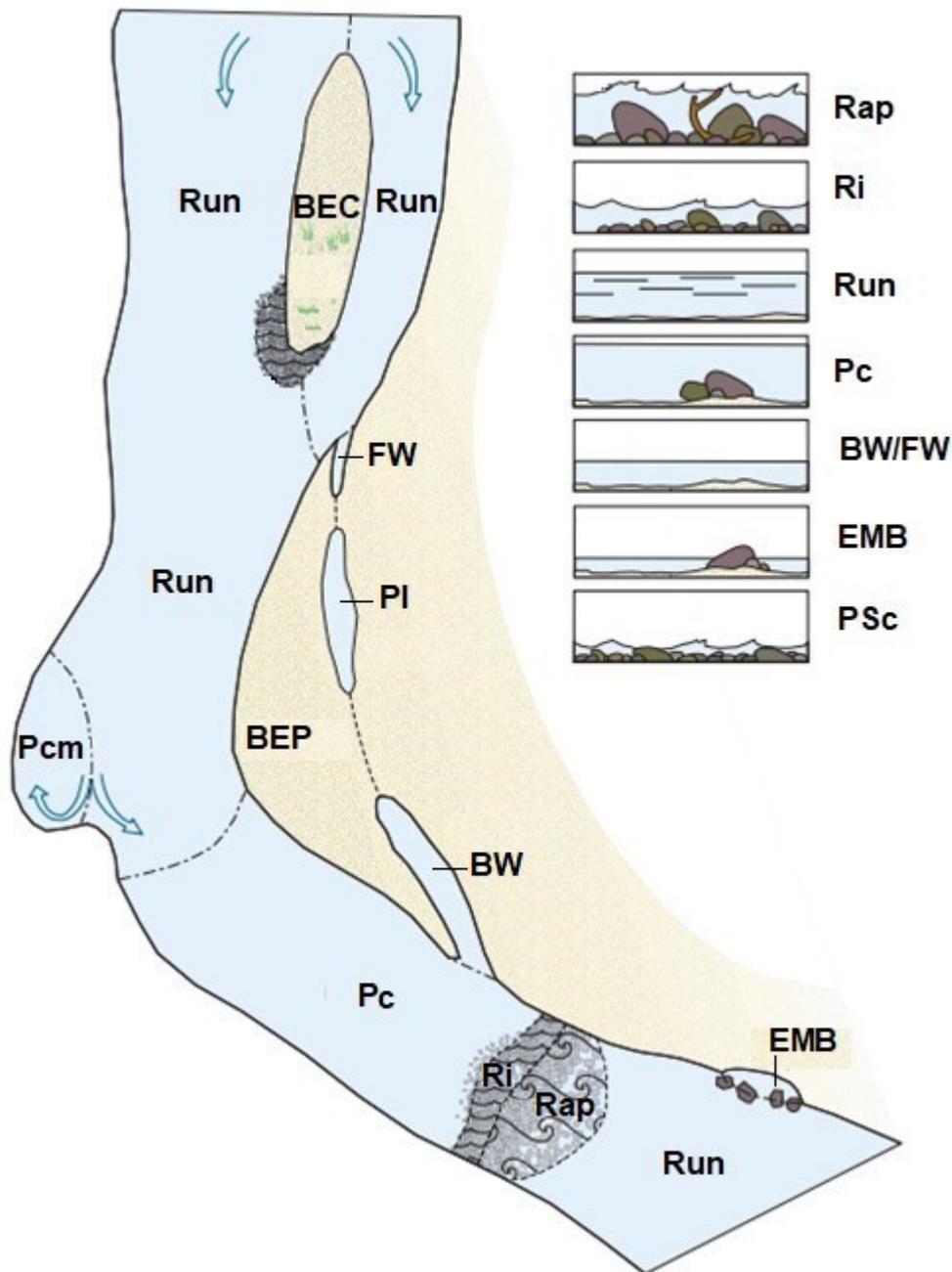


Figura 3.41 – Mesohabitats de rios modificado para o Rio Grande/Rio Bravo del Norte (USA).

Fonte: modificado de MORING (2014) modificado de Platania (1993): Barra Exposta no Canal (BEC); Forewater (FW); Backwater (BW); Barra Exposta em Pontal (PEP); Piscina no Canal de margem (Pcm); Piscina Isolada (PI), Piscina no Canal (Pc); Run (Run); Riffle (Ri), Rápidos (Rap); Embaixamento (BEM).

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

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



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

### 3.2.2.1.1 Perifiton

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



### 3.2.2.1.2 Fitoplâncton

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

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

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

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



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

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

### 3.2.2.1.3 Zooplâncton

Ploima (Rotífera) apresentou maior abundância relativa na maioria das amostras de ambas as campanhas, sendo o grupo dominante, em diferentes profundidades, seguido de Diplostraca foi o grupo dominante. Os elevados valores de densidade relativa destes grupos mostram que estão adaptados a ambientes lóticos correntosos. *Keratella cochlearis* foi a espécie dominante em termos de densidade no MH07 ( $12,3 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e MH19 ( $8,85 \text{ ind.m}^{-3}$ ), *Synchaeta sp.* foi dominante no MH25 ( $224,4 \text{ ind.m}^{-3}$ ) e *Polyarthra vulgaris* no MH30 ( $372,5 \text{ ind.m}^{-3}$ ). MH01 e MH13 não apresentaram organismos zooplanctônicos. Na campanha 2, *Brachionus caudatus* apresentou maior densidade no MH01 ( $16,8 \text{ ind.m}^{-3}$ ); *Synchaeta sp.* e *Keratella cochlearis* foram mais densas no MH07 com  $9,4 \text{ ind.m}^{-3}$ , *Keratella cochlearis* também no MH13, com  $2,45 \text{ ind.m}^{-3}$ ; *Brachionus caudatus* no MH13, com  $382,7 \text{ ind.m}^{-3}$ . *Synchaeta sp.* foi mais densa no MH19, com  $496,1 \text{ ind.m}^{-3}$  e *Polyarthra vulgaris*  $2746,2 \text{ ind.m}^{-3}$ . *Keratella cochlearis* foi relacionada à eutrofização por Gannon & Stemberger (1978). No entanto, *Keratella cochlearis* tem sido uma espécie frequente e dominante em muitos ambientes de água-doce, não especializada no que se refere a tipologia de habitat, e apresenta elevada tolerância a uma ampla faixa de pH (Bertolleti, 2001). *Keratella cochlearis* e *Polyarthra vulgaris* são espécies cosmopolitas amplamente distribuídas na



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

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

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

#### 3.2.2.1.4 Macroinvertebrados

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

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



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

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



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

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

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

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



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

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

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

### 3.2.2.1.5 Zonação das comunidades e aspectos limnológicos

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



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

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

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

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

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



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

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

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



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

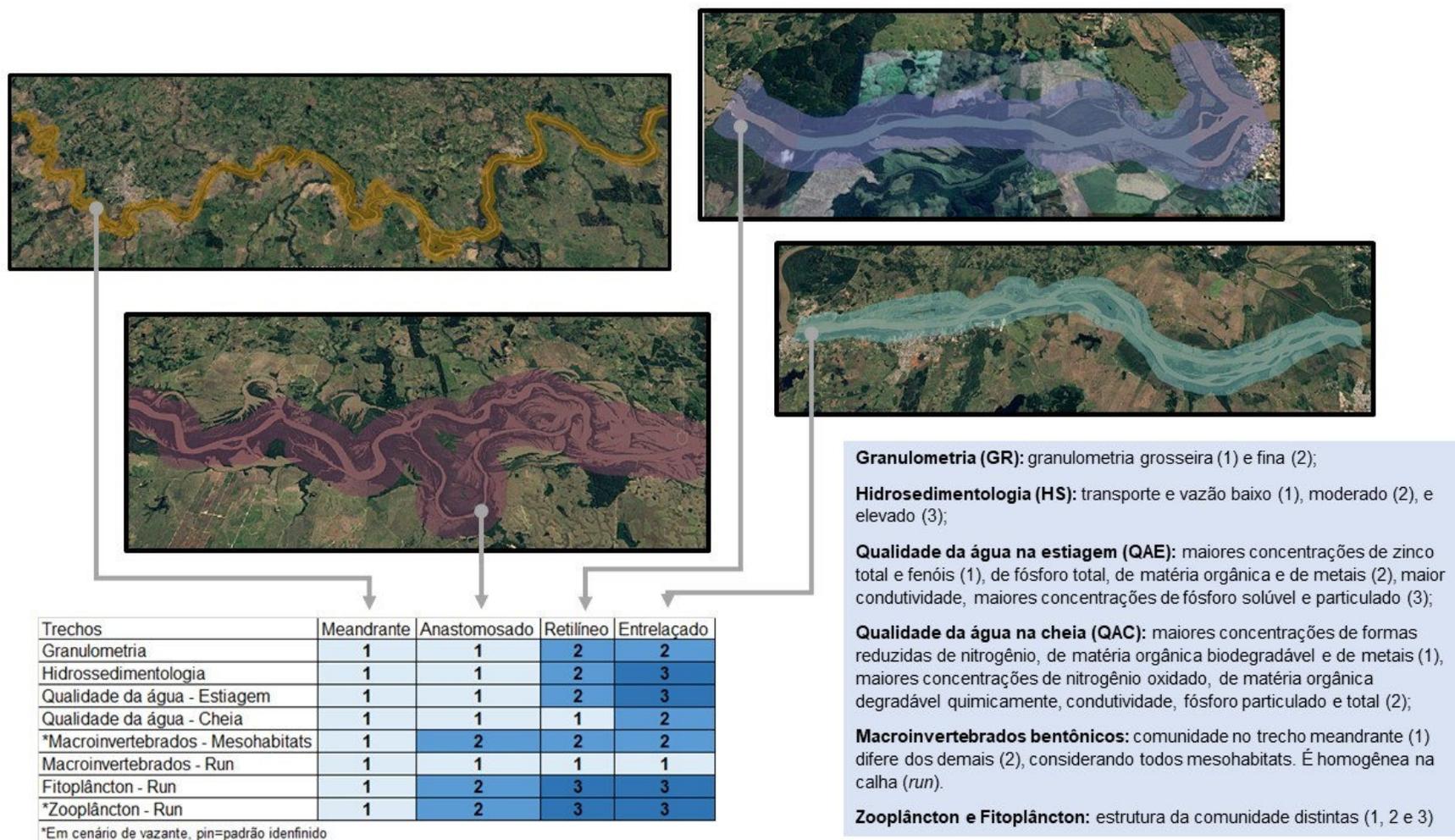


Figura 3.42 – Modelo conceitual simplificado da zonação longitudinal do Rio Jacuí, com base nos padrões espaciais identificados para variáveis limnológicas e comunidades aquáticas, por meio de métodos multivariados.

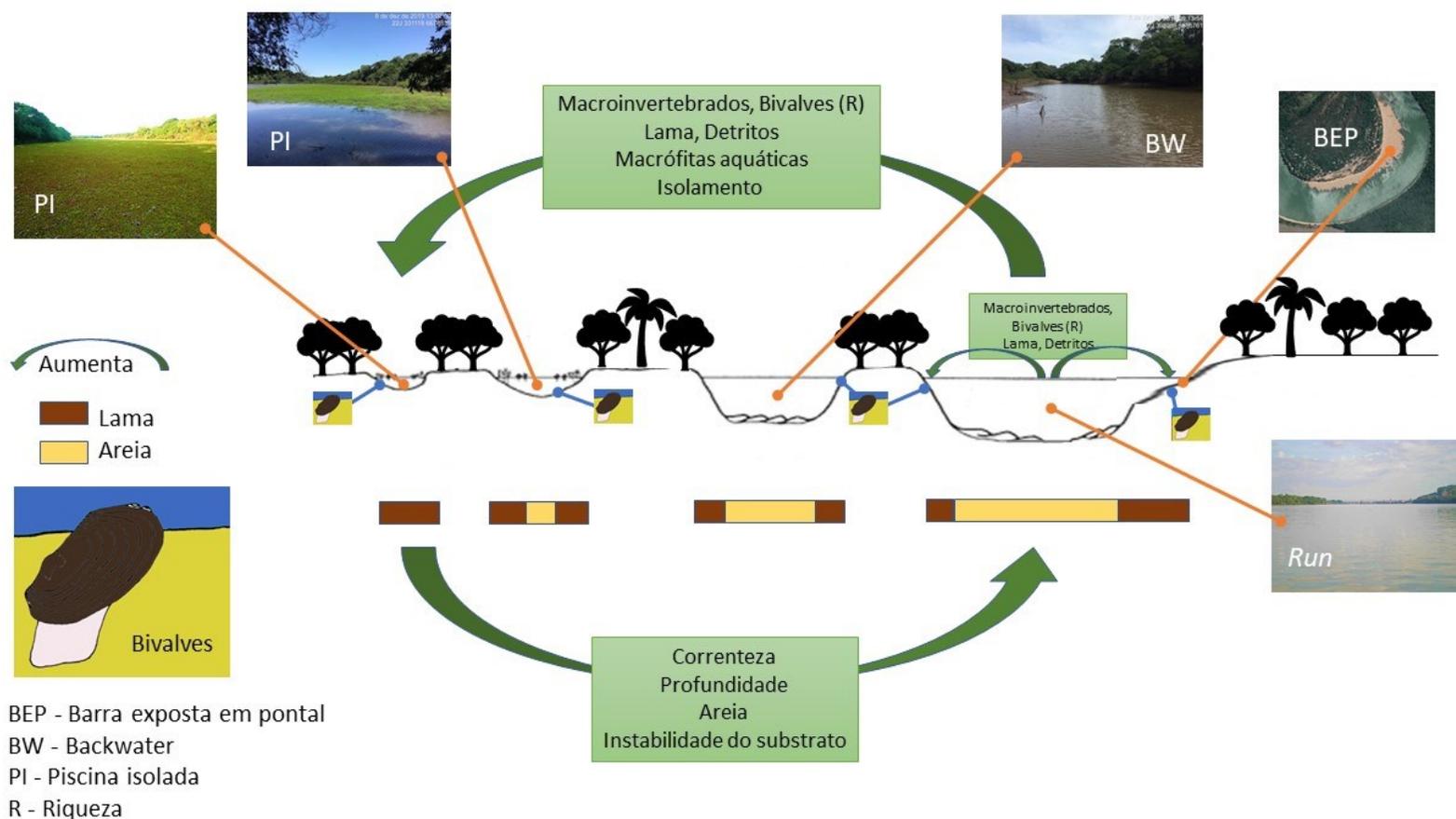
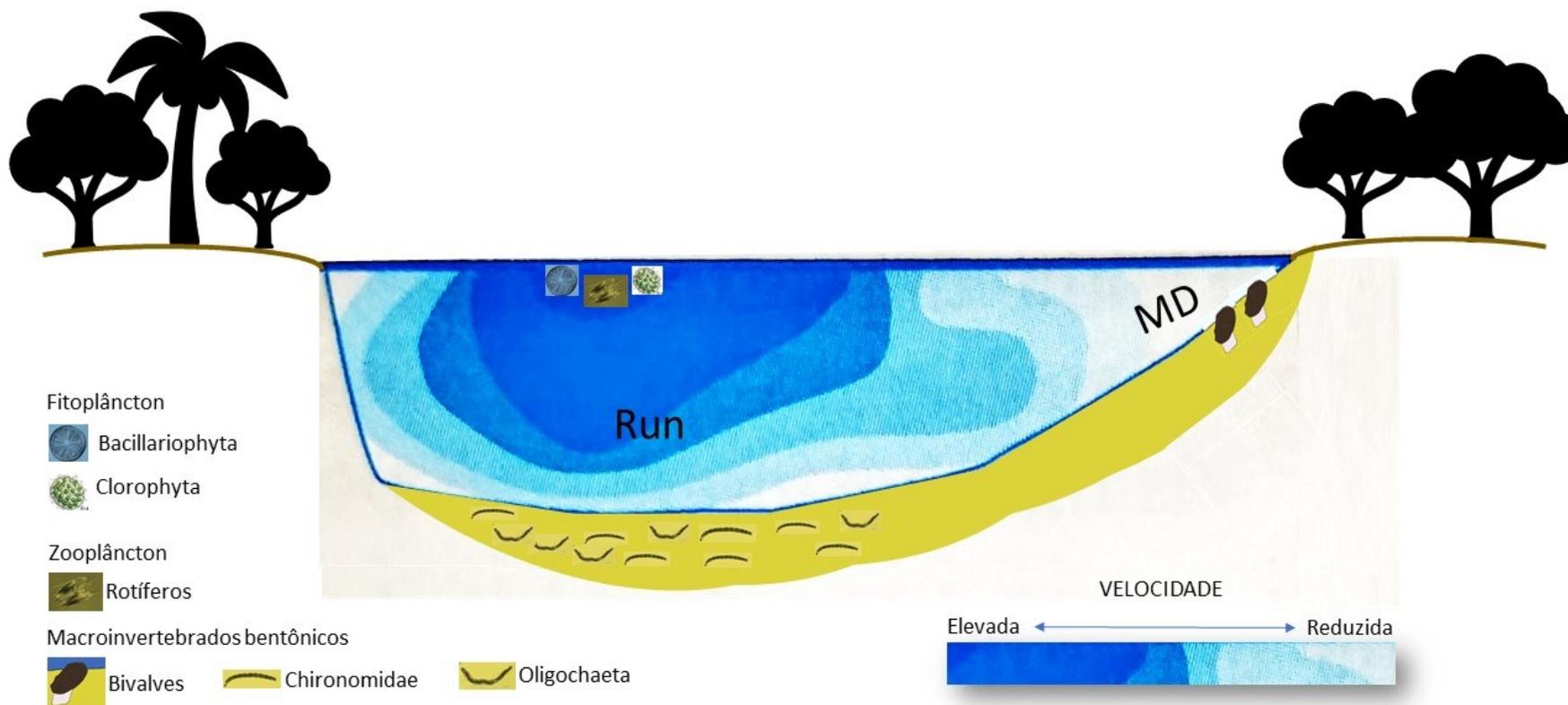


Figura 3.43 – Modelo conceitual simplificado da zonação transversal do Rio Jacuí, com base nos padrões identificados para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos, por meio de estatística univariada e multivariada, bem como por meio de dados secundários.

Fonte: Adaptado de Marchese & Drago (1992).



Fitoplâncton

Bacillariophyta

Clorophyta

Zooplâncton

Rotíferos

Macroinvertebrados bentônicos

Bivalves

Chironomidae

Oligochaeta

MD – Margem com deposição, seja barra exposta em pontal ou outra deposição menos expressiva

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



### 3.2.2.2 Levantamento ictiológico

#### 3.2.2.2.1 Metodologia

##### 3.2.2.2.1.1 Esclarecimentos iniciais

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

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

- Muitas espécies de peixes apresentam preferência por determinados biótopos, algumas têm sua ocorrência estritamente relacionada à existência de determinado microambiente e outras conseguem se estabelecer indiscriminadamente ao longo do gradiente fisionômico do rio. Portanto, todos os microambientes do rio são potencialmente ocupados pela fauna íctica. A extensão do Rio Jacuí definida como área de estudo envolve grande heterogeneidade de ambientes aquáticos e as interações entre a calha principal do rio, afluentes, lagoas marginais, braços e áreas de transição multiplicam a variabilidade ambiental de habitats ocupados pela ictiofauna;
- A carência de estudos de autoecologia (reprodução, crescimento e alimentação das espécies) na bacia hidrográfica constatada na revisão de dados secundários para a ampla maioria das mais de cem espécies ocorrentes ilustra a complexidade deste tipo de estudo, que exige, por exemplo, a realização de campanhas mensais durante, no



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

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

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

1) Revisão bibliográfica de dados secundários

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

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

- a. Ambientes aquáticos marginais (lagoas com e sem conexão aparente, braços de rio isolados ou conectados);
- b. Foz de afluentes (rios e riachos);
- c. Barras arenosas;
- d. Conexões entre ambientes aquáticos e a calha do rio.

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

- a. Mata ciliar presente ou não;



- b. Macrófitas aquáticas presentes ou não;
  - c. Presença de ambientes marginais colonizáveis pela ictiofauna;
  - d. Informações sobre espécies comerciais junto a pescadores.
- 4) Execução de vistorias embarcadas ao longo de trechos pré-estabelecidos, considerando a presença dos ambientes mapeados e locais de acesso ao rio, para aplicação do protocolo de avaliação;
- 5) Execução de amostragens direcionadas às diferentes tipologias de ambientes avaliados, para ratificação da análise ambiental, utilizando artes de pesca consagradas em levantamentos ictiofaunísticos (MALABARBA e REIS, 1987);

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

- A. Barras arenosas – porções de margem com deposição de sedimentos arenosos em margens ou ilhas, geralmente, expostas à correnteza do rio.
- B. Ambientes aquáticos marginais – acúmulos de água fora do leito principal, podendo ser:
  - Lagoas marginais – corpos de água permanentemente ou sazonalmente isolados;
  - Backwaters – corpos de água com clara conexão com o rio, localizada na sua porção mais a jusante;
  - Forwaters – corpos de água com clara conexão com o rio, localizada na sua porção mais a montante;
  - Outras áreas úmidas – porções visíveis nas imagens de satélite geralmente associadas a antigos trechos do leito do rio.
- C. Foz de arroios – correspondem a curso de água de pequeno porte e que nas imagens de satélite não possuem espelho d'água visível. Via de regra, possuem extensão relativamente pequena em relação aos rios.
- D. Foz de rios – correspondem a cursos de água de maior porte e de grandes extensões. Distinguem-se dos arroios por apresentarem espelho d'água visível



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

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

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

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

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



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



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

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

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

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

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



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

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



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

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



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

### 3.2.2.2.2 Resultados

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

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

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



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

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

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

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

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

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



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

#### 3.2.2.2.1 Foz de afluentes

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

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

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

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



### 3.2.2.2.2 Barras arenosas (praias)

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

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

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

#### 3.2.2.2.2.1 Levantamento de dados primários (amostragens)

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

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



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



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

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



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



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



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

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



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



### 3.2.2.2.2.1.1 Espécies exóticas

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

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

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

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

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



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



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



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



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



#### 3.2.2.2.2.1.2 Espécies migratórias

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

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

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

#### 3.2.2.2.2.1.3 Espécies ameaçadas de extinção

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



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

Ordem	Família	Nome Científico	Grau de ameaça		
			RS	BR	GL
Characiformes	Bryconidae	<i>Salminus brasiliensis</i>	EN	-	NA
Siluriformes	Callichthyidae	<i>Lepthoplosternum tordilho</i>	-	-	EN
Cyprinodontiformes	Rivulidae	<i>Austrolebias adloffii</i>	CR	EN	NA
		<i>Austrolebias cyaneus</i>	CR	EN	NA
		<i>Austrolebias wolterstorffi</i>	CR	EN	NA
		<i>Cynopoeilus nigrovittatus</i>	VU	-	NA

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

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

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

### 3.2.2.2.3 Análise por tipo de ambiente

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



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

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

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

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



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



### 3.2.3 Conclusão

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

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

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

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



### 3.3 MEIO SOCIOECONÔMICO

#### 3.3.1 Estrutura econômica e organização social

##### 3.3.1.1 Processo de ocupação e formação territorial

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

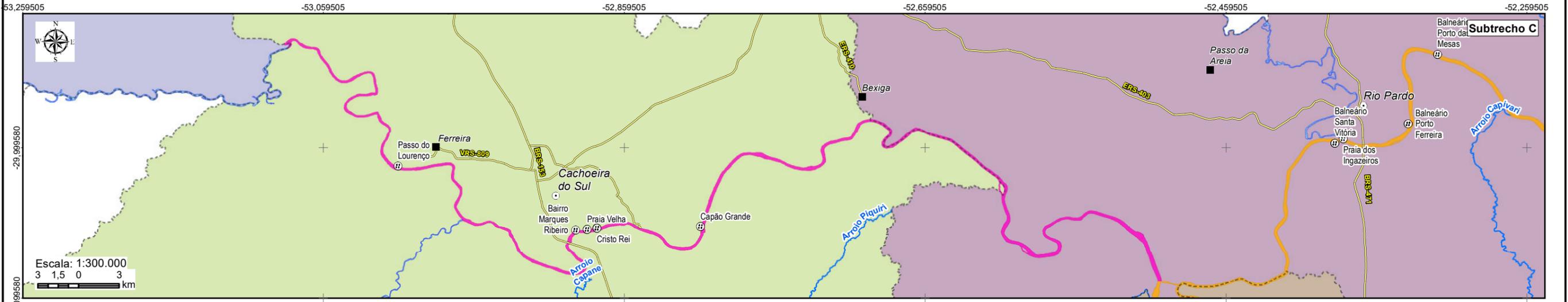
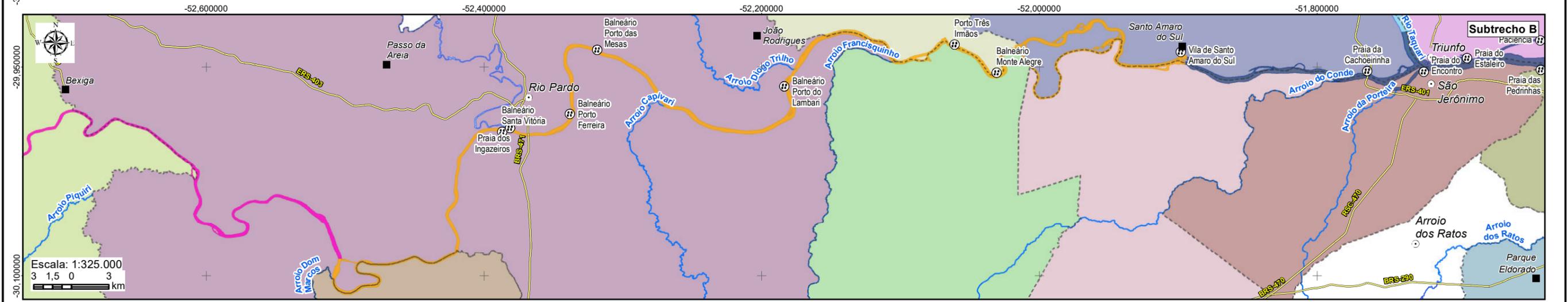
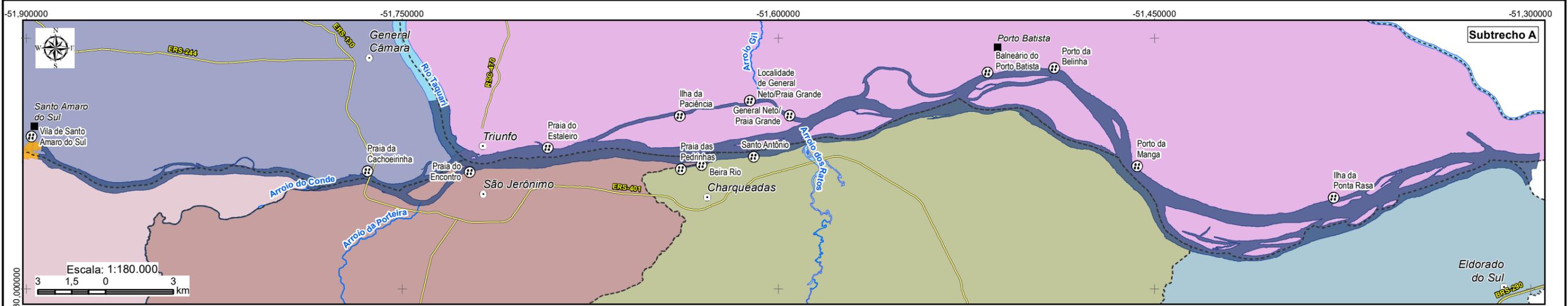
Observa-se uma mescla de municípios antigos (formados ainda no processo de consolidação dos núcleos de imigrantes) e alguns municípios recentes que se originaram, no século passado, daqueles consolidados. Do ponto de vista histórico, se observa uma forte vinculação entre a formação e o desenvolvimento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

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

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

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

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



**LEGENDA**

- Sede municipal
- Vila
- ~ Rios principais
- ⚡ Rodovia
- - - Limite municipal
- Rio Jacuí**
- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C
- ⊕ Comunidades associadas ao rio
- Municípios localizados às margens do trecho em estudo**
- Eldorado do Sul
- Triunfo
- Charqueadas
- São Jerônimo
- General Câmara
- Butiá
- Minas do Leão
- Vale Verde
- Rio Pardo
- Pantano Grande
- Cachoeira do Sul
- Restinga Seca



RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO,  
 ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL  
**ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO  
 DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ**

Elaboração  
**PROFILL**
Contratação e fiscalização  
**Fepam**

<p><b>Sistema de Coordenadas Geodésicas</b> Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000 Escala: Indicada</p>	<p><b>Mapa 3.22 – Divisões político-administrativas</b></p>	<p>Fonte de dados:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sede municipal: SEMARS (2018)</li> <li>- Limite municipal: SEMARS (2018)</li> <li>- Limite estadual: IBGE (2019)</li> <li>- Rodovia: SEMARS (2018)</li> <li>- Hidrografia: SEMARS (2018)</li> <li>- Comunidades: Profill (2019)</li> </ul>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



### 3.3.1.2 Caracterização econômica

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

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

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

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

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

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



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

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

Fonte: IBGE - Pesquisa Agrícola Municipal, 2018.

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

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

Fonte: IBGE - Pesquisa Agrícola Municipal, 2018.

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

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



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

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

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

Fonte: IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal, 2018.

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

Quadro 3.15 – Emprego formal no setor secundário – 2017.

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

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



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

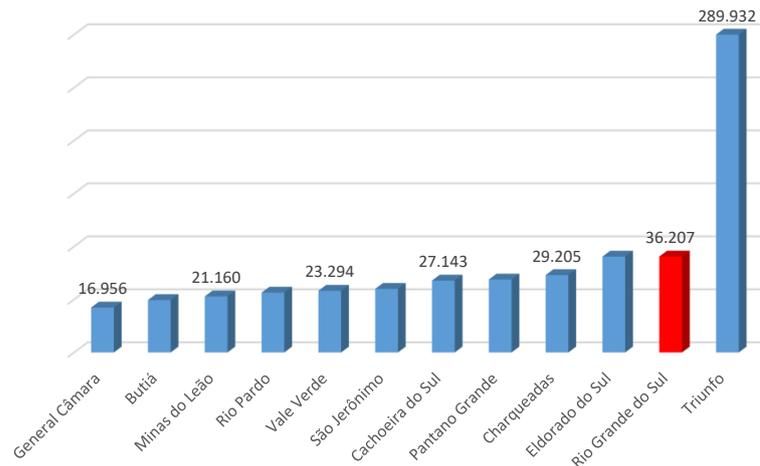


Figura 3.57 – PIB *per capita* nos municípios em estudo – 2016.  
Fonte: IBGE, em parceria com órgãos/secretarias estaduais (2019).

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

### 3.3.1.3 Taxa de Urbanização

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



### 3.3.1.4 Caracterização da organização social

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

Quadro 3.16 – Instituições atuantes na área de estudo.

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



### 3.3.2 Usos da água

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

#### 3.3.2.1 Navegação

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

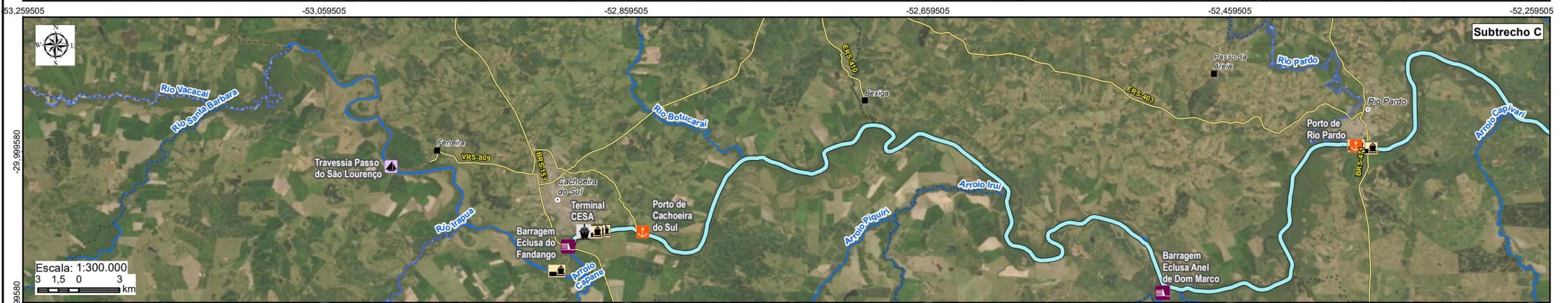
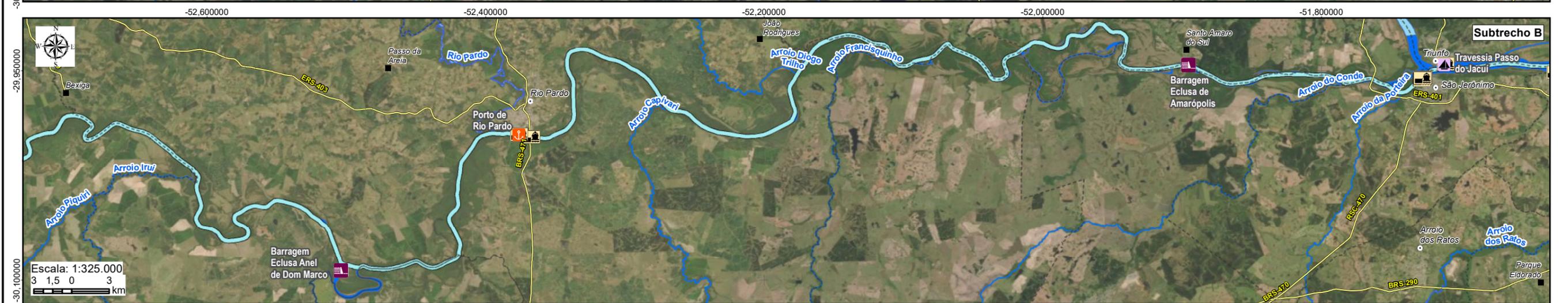
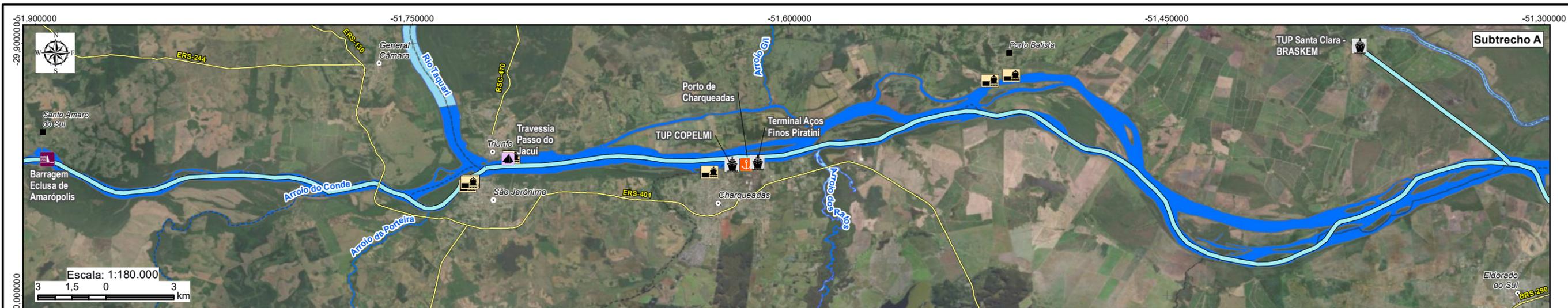
De acordo com os dados da Secretaria dos Portos e Hidrovias (SPH, 2014)<sup>3</sup>, a Hidrovia Rio Jacuí se inicia no Ponto Quilométrico - PK-5, no Delta do Jacuí, e termina no PK-230, na Barragem do Fandango, em Cachoeira do Sul, com extensão total de 225 km, dividida em 8 trechos com calados distintos,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

Quadro 3.17 – Principais características da Hidrovia Rio Jacuí.

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

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

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



**LEGENDA**

- Sede municipal
- Vila
- Rios principais
- Rodovia
- Rio Jacuí
- - - Limite municipal
- ▲ Travessia
- Barragem Eclusa
- Terminal
- Porto
- Terminal de Minérios
- Hidrovia



Elaboração: **PROFILL**

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

Contratação e fiscalização: **Fepam**

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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



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

Quadro 3.19 – Travessia hidroviária intermunicipal efetuada no Rio Jacuí.

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

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

Quadro 3.20 – Travessia hidroviária municipal efetuada no Rio Jacuí.

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

Fonte: Informações colhidas em campo.

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

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

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

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



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

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

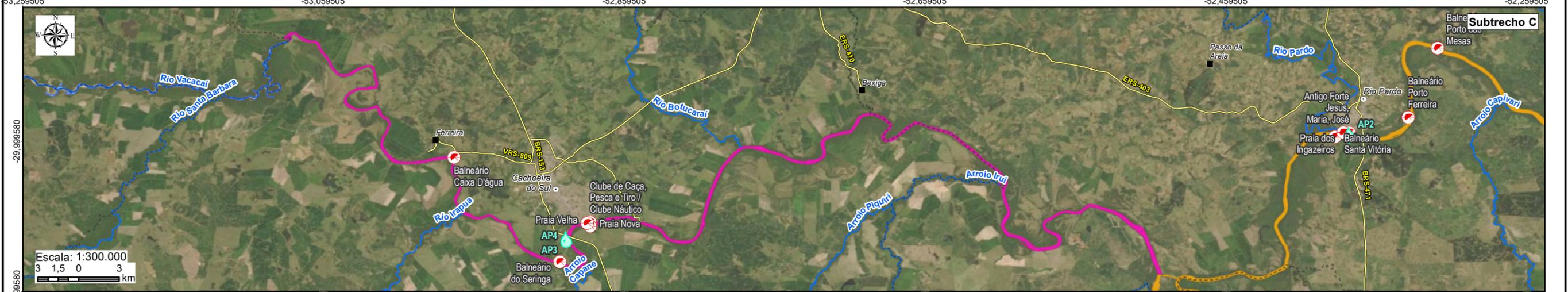
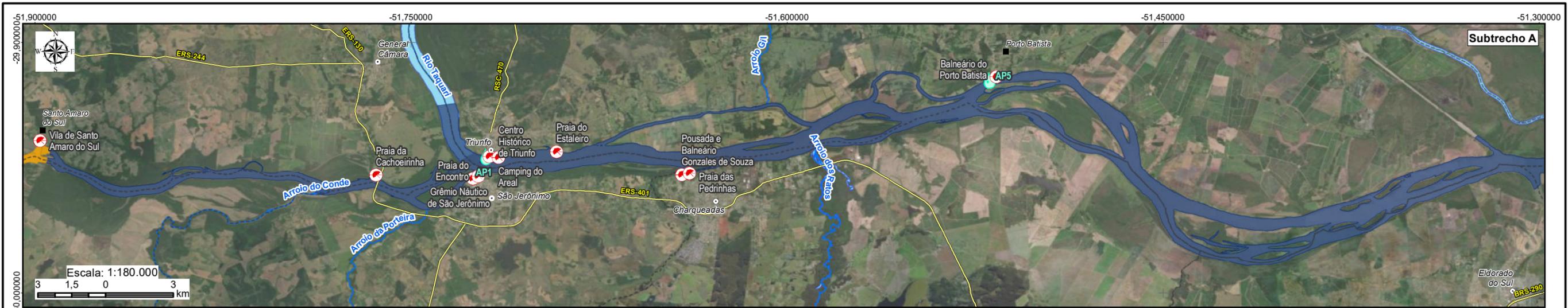
### 3.3.2.2 Recreação e lazer

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

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

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

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



**LEGENDA**

- Sede municipal
- Vila
- Rios principais
- Rodovia
- Limite municipal
- Áreas de lazer
- Captações para Abastecimento
- Rio Jacuí**
- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C



Elaboração:

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

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

Contratação e fiscalização:

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

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

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



### 3.3.2.3 Pesca

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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



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

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

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

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

#### **3.3.2.4 Abastecimento humano**

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



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

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

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

Quadro 3.24 – Captações junto ao Rio Jacuí.

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



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

Fonte: SIOUT/ DRHS/ SEMA (2019).

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



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

Quadro 3.25 – Captações de água para consumo humano.

Município	Nome do Usuário	Vazão Média (m³/s)	Latitude	Longitude
Triunfo	Companhia Riograndense de Saneamento	0,041000	-29,9456	-51,7200
Triunfo	Companhia Riograndense de Saneamento	0,030000	-29,9150	-51,5192
Rio Pardo	Companhia Riograndense de Saneamento	0,092000	-29,9953	-52,3772
Cachoeira do Sul	Companhia Riograndense de Saneamento	0,410000	-30,0647	-52,8981
Cachoeira do Sul	Companhia Riograndense de Saneamento	0,290000	-30,0647	-52,8981

Fonte: SIOUT/ DRHS/ SEMA (2019).

### 3.3.3 Mineração de areia e demais atividades de mineração

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

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

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

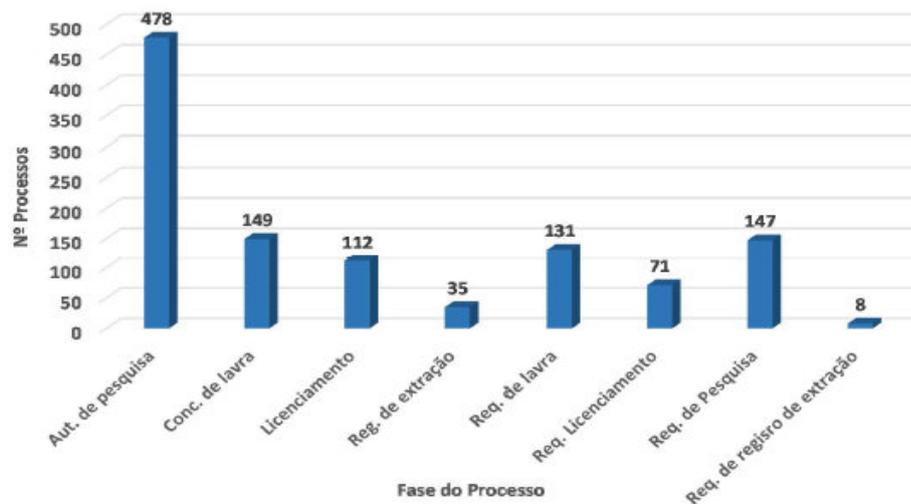


Figura 3.58 – Número de processos distribuídos por fases (Out. 2014).

Fonte: DNPM/SIGMINE/CGEO/CGTIG (2014) *apud* DRH/SEMA (2015a).

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

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

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

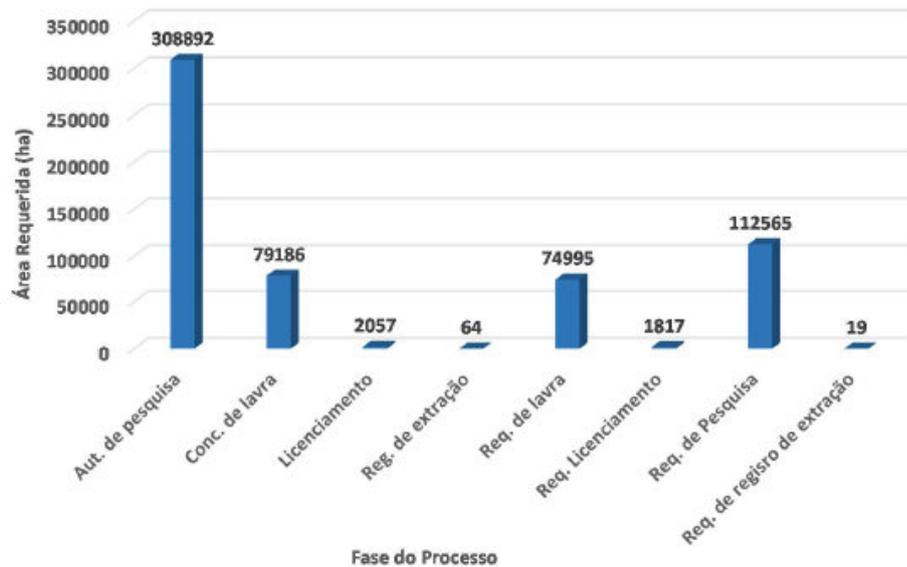


Figura 3.59 – Área requerida (ha) por fases dos processos (Out. 2014).

Fonte: DNPM/SIGMINE/CGEO/CGTIG (2014) *apud* DRH/SEMA (2015a).

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

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

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

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



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

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

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

### 3.3.3.1 Títulos minerários

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

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

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

Fonte: ANM (2020).

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



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

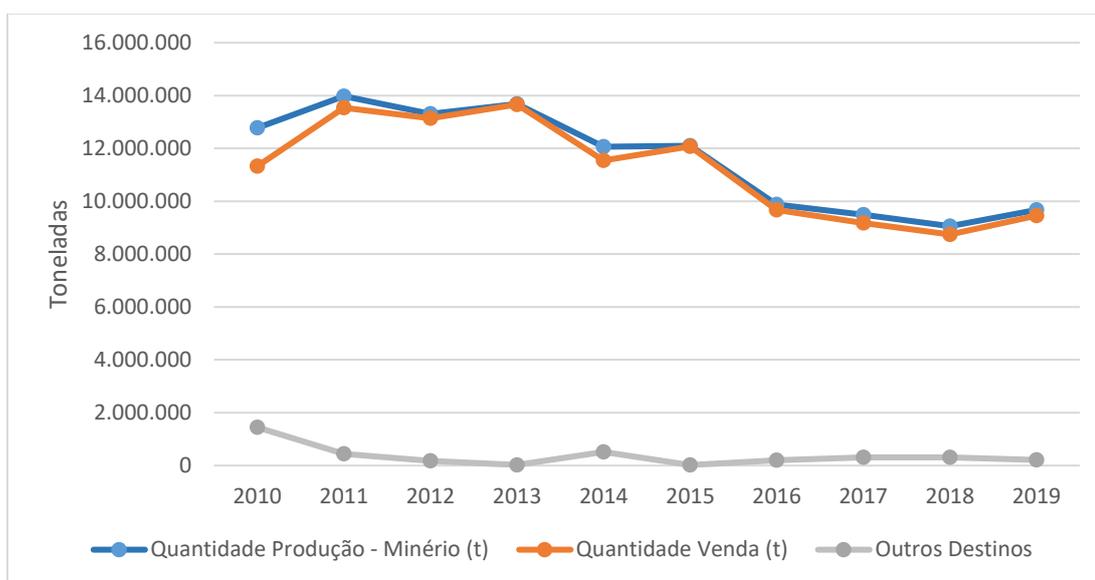


Figura 3.60 – Oscilações da extração de areia e destino segundo informações do Anuário Mineral.

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

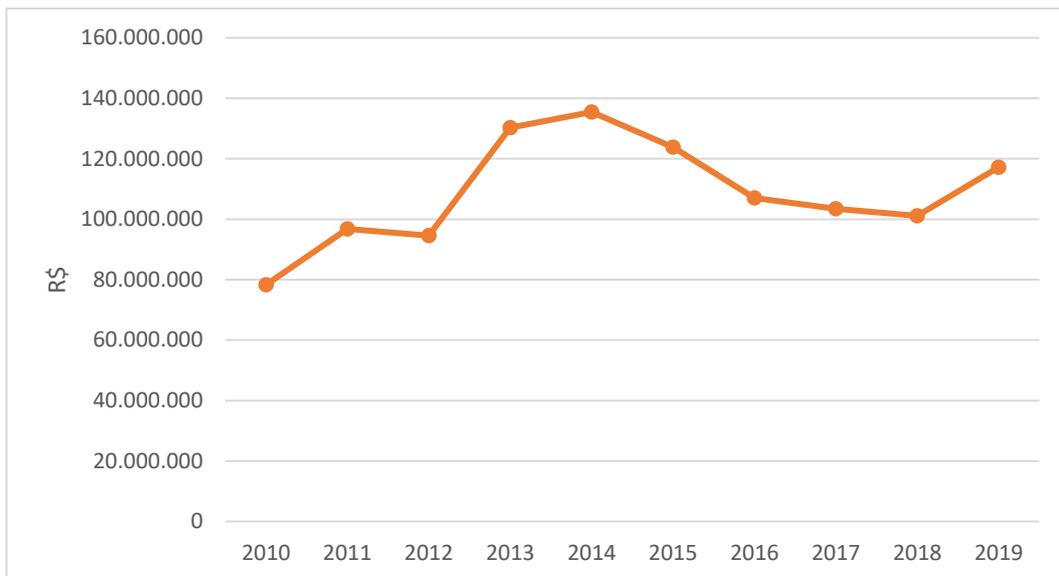


Figura 3.61 – Volume financeiro gerado pela extração de areia no Rio Grande do Sul.

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

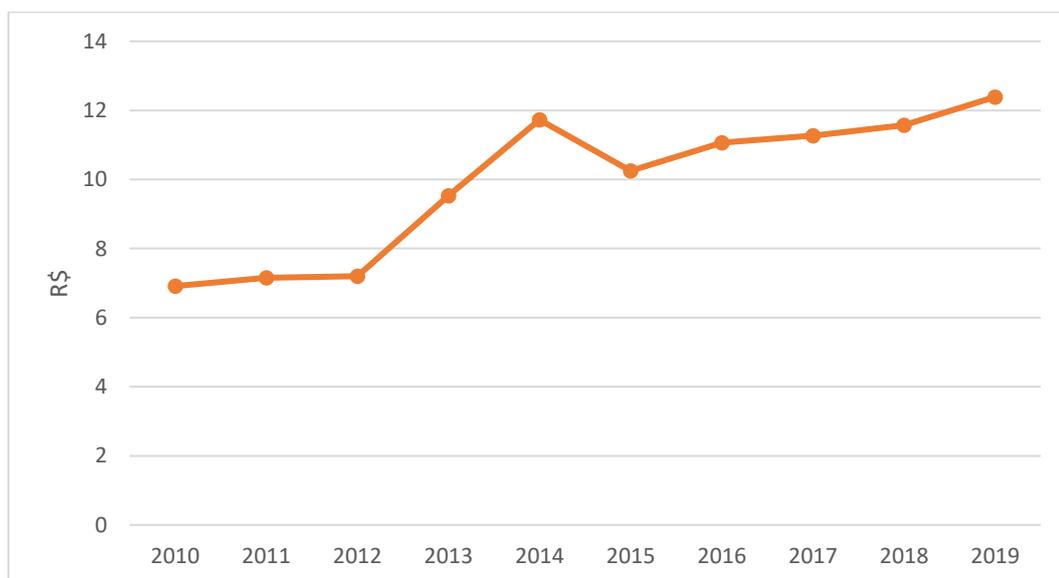


Figura 3.62 – Valor médio da tonelada de areia extraída, conforme análise dos dados disponibilizados pela ANM, 2020.



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

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

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

Produção dos anos 2002 a 2007 disponível em metros cúbicos (m³)

Produção dos anos 2008 a 2019 disponível em toneladas (t³)

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

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



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

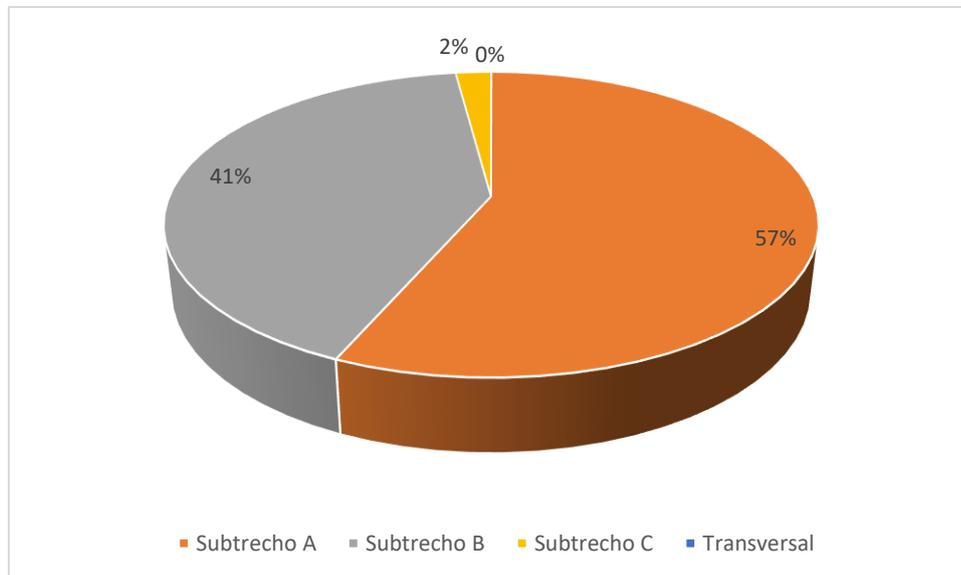


Figura 3.63 – Distribuição da quantidade de extração de areia nos subtrechos em estudo (2010-2019).

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

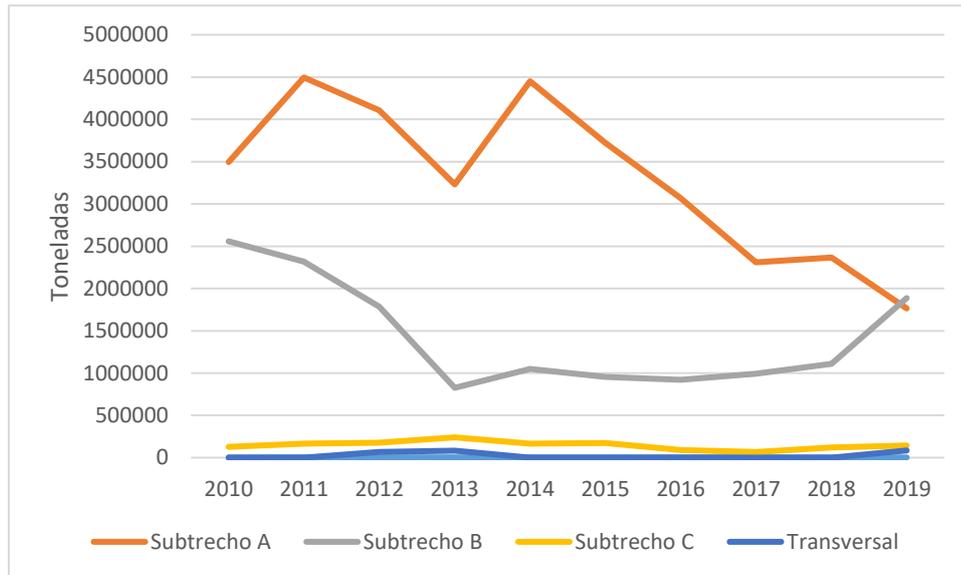


Figura 3.64 – Quantidade de areia extraída entre 2009 e 2019 na área de estudo.

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

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



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

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



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

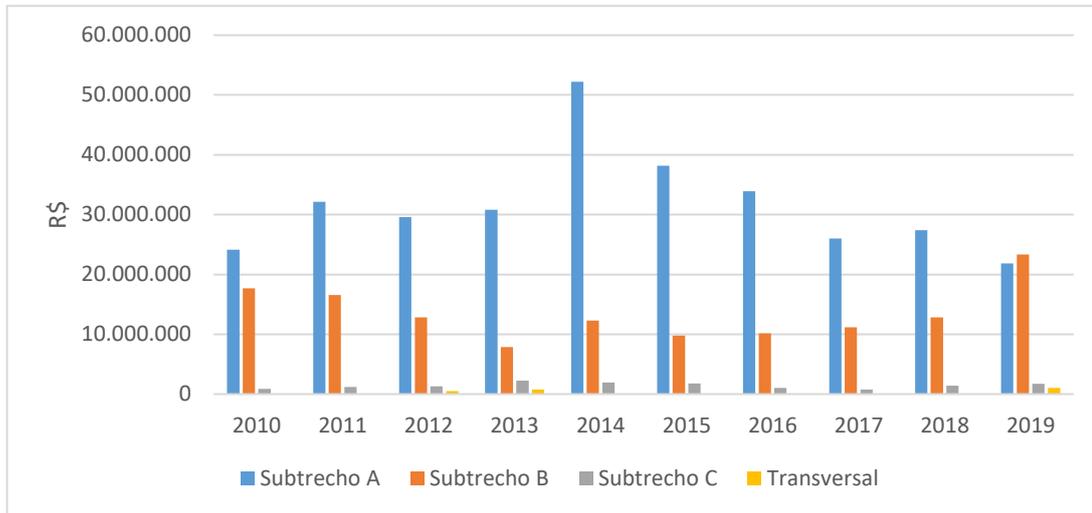


Figura 3.65 – Volume financeiro gerado pela extração de areia pôr Subtrecho.

A análise da informação local e do Estado permite inferir que a extração de areia no leito do Rio Jacuí não foi tão afetada pela diminuição de demanda, o que ocorreu é uma mudança de Subtrecho, passando o Subtrecho B ser mais representativo em comparação com o Subtrecho A.

Neste cenário, a análise das informações disponibilizadas pela ANM constantes no Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE permite inferir que os empreendedores adotam diferentes modalidades legais ou regimes de aproveitamento dos recursos minerais (regimes de autorizações e concessões, de licenciamento e de extração) para viabilizar a extração de areia na área de estudo.

Com base nas informações da ANM, foi verificado que existiam cerca de 1.131 processos em andamento no órgão, em outubro de 2014, totalizando uma área requerida de 579.595 ha. A menor área requerida varia em torno de 1 ha, já a maior compreende uma área de 2.346 ha. Quanto às fases dos processos na ANM, identifica-se que a grande maioria dos processos existentes se encontrava na fase de autorização de pesquisa, tanto em número de processos, quanto em área requerida, representando 478 processos nesta fase (42% do total), abrangendo uma área requerida de 308.892 ha.



A análise das informações com referência aos empreendedores e licenciamento ambiental junto a FEPAM permite aferir que existiam 54 processos ambientais ativos, sendo destes, 34 processos em vigor, com licenças emitidas entre os anos de 2015 e 2018 e 20 prorrogados com licenças emitidas entre os anos de 2007 e 2014.

### 3.3.3.2 Operação das dragas

As informações disponibilizadas pela ANM indicam que o montante maior de extração de areia na área de estudo ocorre ao longo do leito do Rio Jacuí, em detrimento da área transversal ao leito. Para executar esta atividade os empreendedores utilizam dragas flutuantes instaladas em embarcações que possuem capacidade de carga média em torno de 600/800 m<sup>3</sup>.

As dragas, equipamentos de extração mineral, que realizam suas atividades em cursos hídricos, só podem extrair em determinadas áreas, conforme sua Licença de Operação. Para garantir que não ocorram extrações minerais além dos limites definidos pelo órgão ambiental, foi criado um sistema de cercamento eletrônico e rastreamento de dragas. Assim, extrações irregulares, que ocorram fora de áreas licenciadas e por equipamentos de dragagens licenciados, podem ser identificadas em tempo real, através de um sistema de rastreamento das embarcações e identificação das poligonais autorizadas para a dragagem. Quando identificada uma extração fora da área autorizada é realizado um registro no sistema e o equipamento pode ser desligado remotamente. Após o registro o órgão toma as medidas cabíveis.

O sistema de cercamento eletrônico e rastreamento de dragas entrou em operação em meados de 2008. O sistema é operado conjuntamente pela FEPAM e por empresas de rastreamento e monitoramento que estejam homologadas e autorizadas pelo órgão ambiental para prestação do serviço. As informações coletadas por este sistema se referem a posição das dragas em diferentes status envolvidos na operação. Estas informações estão disponíveis na Plataforma de Rastreamento de forma *online* e/ou podem ser obtidas através de acesso ao sistema.

Foram analisados os relatórios do sistema de rastreamento, acessados através da FEPAM, obtendo-se os registros de posicionamento, trajeto de navegação e status operacional das dragas (em operação de carga, descarga ou motor de sucção desligado). Os registros disponibilizados correspondem ao período entre 2017 e 2020. Os registros utilizados para análise compreendem os posicionamentos das dragas em operação (bomba de sucção acionada), em coordenadas, registradas no período de operação da bomba. Os registros



obtidos se referem a atualização do posicionamento de cada draga de extração em intervalos máximos de 5 minutos.

Quadro 3.29 – Formato dos dados referentes ao posicionamento das dragas em operação.

Nome Equipamento	Data e Hora do Registro	Coordenadas			
		X	Y	Z	X
Normandie	02/01/2019 07:08	-29.949022	-51.710903	-29.949.022	-51.710903
Normandie	02/01/2019 07:13	-29.949314	-51.711369	-29.949.314	-51.711369
Normandie	02/01/2019 07:23	-29.949444	-51.711464	-29.949.444	-51.711464
Normandie	02/01/2019 07:28	-29.949456	-51.711728	-29.949.456	-51.711728
Normandie	02/01/2019 07:33	-29.949483	-51.712078	-29.949.483	-51.712078

Fonte: Gente e Terra Rastreamento e Telemetria. Centro de Rastreamento de Dragas – CRD (2020).

Os registros obtidos referente à localização das dragas no período compreendendo o ano de 2017 a 2020 geraram uma nuvem de pontos (Figura 3.66), que foram analisadas conjuntamente e por ano. Para tais análises utilizou-se rotinas SIG para gerar um mapa de calor, utilizando o estimador de densidade Kernel, que compreende um método estatístico de estimação de curvas de densidades.

Neste método cada uma das observações é ponderada pela distância em relação a um valor central, o núcleo. O mapa gerado permite determinar a intensidade pontual de determinado fenômeno em toda a região de estudo, neste caso os pontos gerados através da obtenção dos registros de motor de sucção (bomba) ligado das dragas que utilizam a área de estudo para extração de areia (Mapa 3.25).

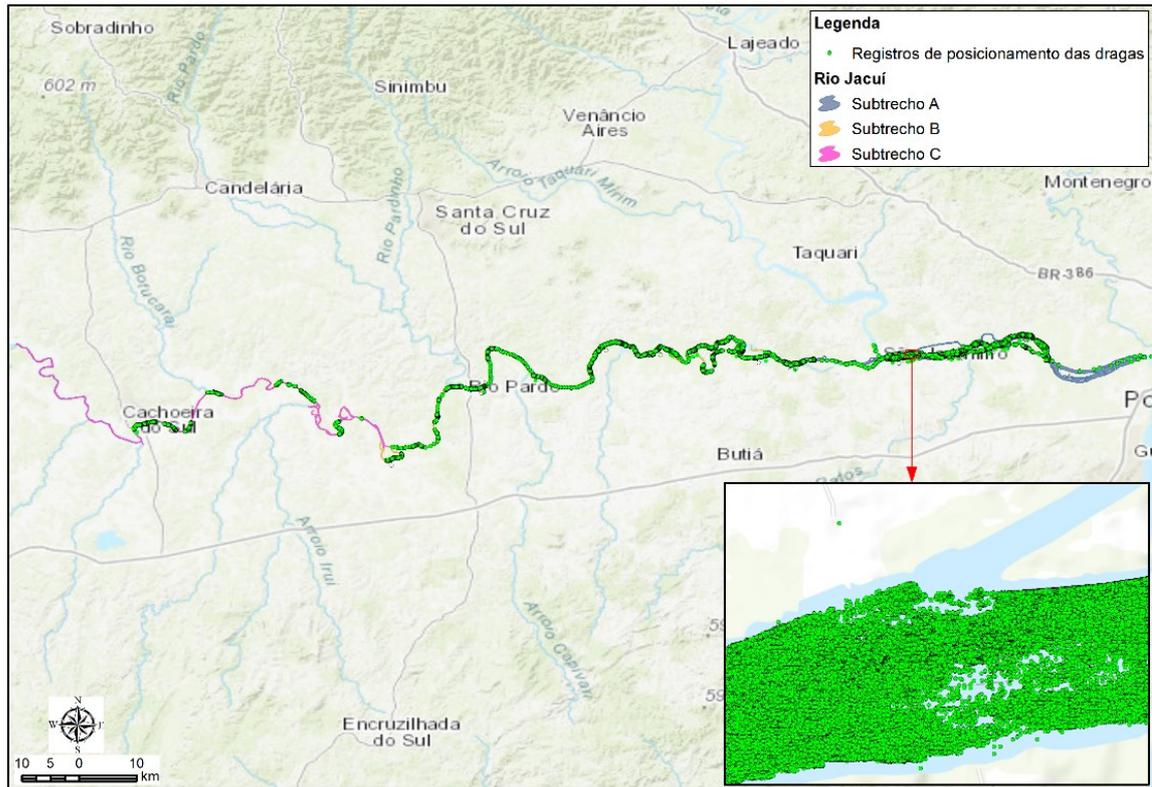
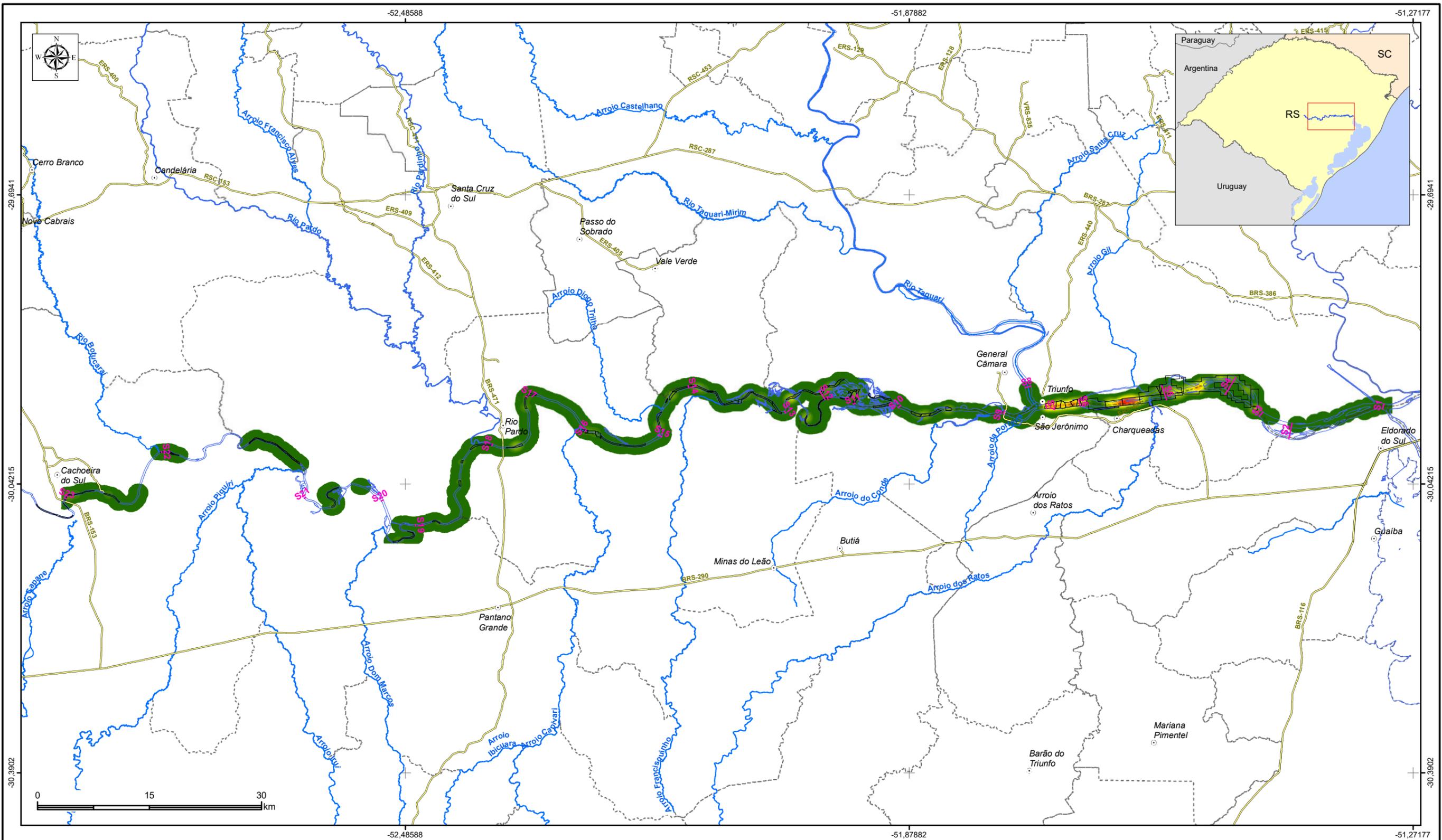


Figura 3.66 – Nuvem de pontos gerados através dos registros de posicionamento das dragas.  
Fonte: Adaptado de Gente e Terra Rastreamento e Telemetria. Centro de Rastreamento de Dragas – CRD (2020).



**LEGENDA**

<ul style="list-style-type: none"> <li>● Sede municipal</li> <li>— Seção</li> <li>— Rodovia</li> <li>— Rios principais</li> <li>- - - Limite municipal</li> <li>□ Processos minerários validados</li> </ul>	<p><b>Densidade de pontos de extração de areia (ponto/km<sup>2</sup>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ 0</li> <li>■ 0,01 - 5.000</li> <li>■ 5.000,01 - 10.000</li> <li>■ 10.000,01 - 15.000</li> <li>■ 15.000,01 - 20.000</li> <li>■ 20.000,01 - 25.000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 25.000,01 - 30.000</li> <li>■ 30.000,01 - 35.000</li> <li>■ 35.000,01 - 45.000</li> <li>■ 45.000,01 - 50.000</li> <li>■ 50.000,01 - 55.000</li> <li>■ 55.000,01 - 60.000</li> <li>■ 60.000,01 - 65.000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 65.000,01 - 70.000</li> <li>■ 70.000,01 - 75.000</li> <li>■ 75.000,01 - 80.000</li> <li>■ 80.000,01 - 85.000</li> <li>■ 85.000,01 - 95.000</li> <li>■ 95.000,01 - 105.000</li> <li>■ 105.000,01 - 110.960</li> </ul>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL  
**ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ**

Elaboração: Contratação e fiscalização:

Sistema de Coordenadas Geodésicas  
 Sistema Geodésico de Referência  
 SIRGAS2000  
 Escala: 1:500.000

**Mapa 3.25 - Concentração dos pontos de extração de areia registrados entre 2017 e 2020 no Baixo JacuÍ**

Fonte de dados:  
 - Sede municipal: SEMARS (2018)  
 - Limite municipal: SEMARS (2018)  
 - Limite estadual: IBGE (2019)  
 - Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)  
 - Seções: Profill, 2019  
 - Densidade de pontos: Gerado a partir dos pontos de rastreamento das dragas



Através de rotinas SIG foi possível determinar a intensidade dos registros por unidade de área, o que permitiu correlacionar com as poligonais dos processos minerários existentes na área de estudo, gerando as intensidades de registro apresentadas na Tabela 3.10.

Tabela 3.10 - Intensidade de registros por km<sup>2</sup>.

Processo	Mínima concentração de pontos por km <sup>2</sup>	Máxima concentração de pontos por km <sup>2</sup>	Média de pontos por km <sup>2</sup>
810595/2009	0,00	0,00	0,00
810035/2000	4,20	4,76	4,49
810170/2016	3,69	13,09	7,85
810294/2016	6,27	16,92	13,43
810295/2016	11,92	15,62	14,52
810043/2000	5,17	467,33	106,61
810034/2000	4,22	2.565,17	224,13
810391/1993	0,00	1.171,83	269,35
810085/2002	310,32	880,83	650,09
810133/1987	0,00	3.244,67	918,03
810386/1993	80,82	3.550,37	1.356,09
810371/1994	0,98	7.536,61	2.772,48
810382/1993	463,55	5.939,40	2.831,82
810039/2000	1.377,01	6.316,95	3.267,53
810656/2003	1.334,79	6.402,31	3.444,22
810370/1994	109,35	9.581,72	3.969,53
810525/1999	1.177,93	15.163,26	4.095,33
810040/2000	2.835,00	5.065,12	4.150,60
810727/1994	1.882,45	13.227,80	4.642,33
810024/2006	2.079,42	6.361,55	4.724,88
811076/2009	565,56	8.623,70	4.821,88
910602/1985	4,58	26.963,17	4.937,40
810037/2000	1.060,26	11.072,72	5.182,10
810585/2008	2.982,41	6.274,61	5.281,54
910573/1985	64,84	21.838,56	5.535,20
810036/2000	153,12	15.364,54	6.474,08
810042/2000	382,64	13.053,75	6.891,67
810467/2016	6.315,82	7.137,97	6.963,20
810543/1994	1.285,48	12.615,86	7.124,73
910572/1985	4,02	20.912,39	7.192,49
810086/2001	1.531,49	13.369,28	7.394,89
810041/2000	2.808,67	13.146,02	7.874,34
810955/2014	1.245,88	12.162,33	7.996,62
810384/1993	1.741,67	14.031,35	8.129,64
810385/1993	558,32	16.644,72	8.500,39
810390/1993	1.732,49	17.647,89	9.338,88



Processo	Mínima concentração de pontos por km <sup>2</sup>	Máxima concentração de pontos por km <sup>2</sup>	Média de pontos por km <sup>2</sup>
810389/1993	5.319,37	15.763,64	10.156,14
810993/2014	7.968,90	11.868,19	10.432,17
810526/1999	4.082,01	21.190,03	11.382,43
910595/1985	1,19	43.220,54	11.507,68
810983/2014	8.403,43	12.453,29	11.561,07
910599/1985	4.065,36	17.312,05	11.752,14
910596/1985	0,00	38.637,60	12.108,91
810387/1993	1.142,10	20.155,66	12.238,07
810728/1994	1.651,39	19.875,35	12.775,40
910600/1985	1.264,98	34.660,07	12.831,12
910594/1985	8.144,31	17.971,13	14.423,26
910597/1985	191,59	38.480,34	14.558,52
910598/1985	4,15	53.903,35	14.692,11
810038/2000	8.967,71	19.929,34	16.756,32
810047/2000	4.491,41	23.332,95	16.903,33
810526/1995	13.995,92	20.303,39	18.325,10
810657/2003	1.660,48	25.984,70	19.229,53
810527/1999	9.911,31	23.805,68	20.360,11
810045/2000	751,90	34.648,70	20.951,97
910571/1985	0,00	67.835,10	21.704,76
810767/2007	20.924,71	26.109,11	24.098,33
810033/1995	15.613,76	47.208,81	33.230,58
910604/1985	29.435,29	56.175,19	41.704,82
810034/1995	7.482,16	63.227,49	42.703,72
910603/1985	16.194,41	103.497,28	58.274,19
810037/1995	32.371,84	68.211,63	59.432,41
810040/1995	37.169,95	72.363,81	59.802,93
810038/1995	32.280,94	72.088,26	60.428,66
810039/1995	36.132,57	72.368,75	62.410,37
810035/1995	35.282,98	79.979,48	66.104,90
810036/1995	52.825,79	79.961,80	68.480,22
910601/1985	35.285,81	110.959,16	83.142,47

As médias de concentração de registro mostram que as maiores concentrações de extração ocorrem no Subtrecho A, com as 10 maiores concentrações de registros localizados nos processos requeridos principalmente a jusante da confluência do Rio Jacuí e do Taquari (Figura 3.67). Por outro lado, a tendência de concentrações médias menores de registros de extração está principalmente localizada no Subtrecho C.

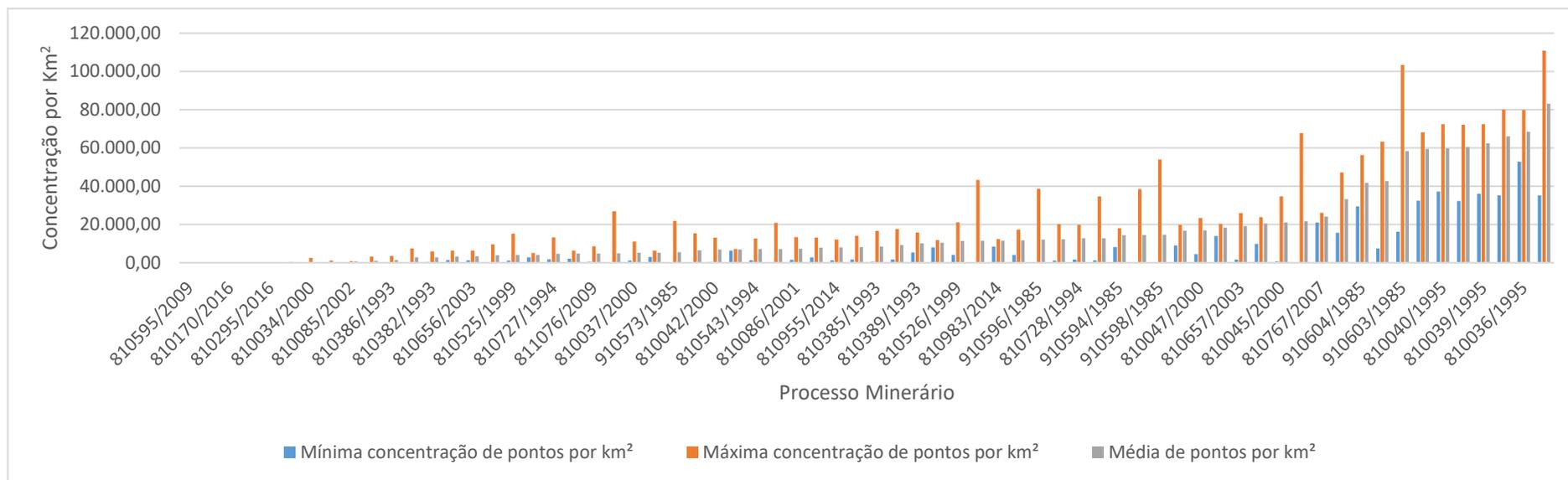
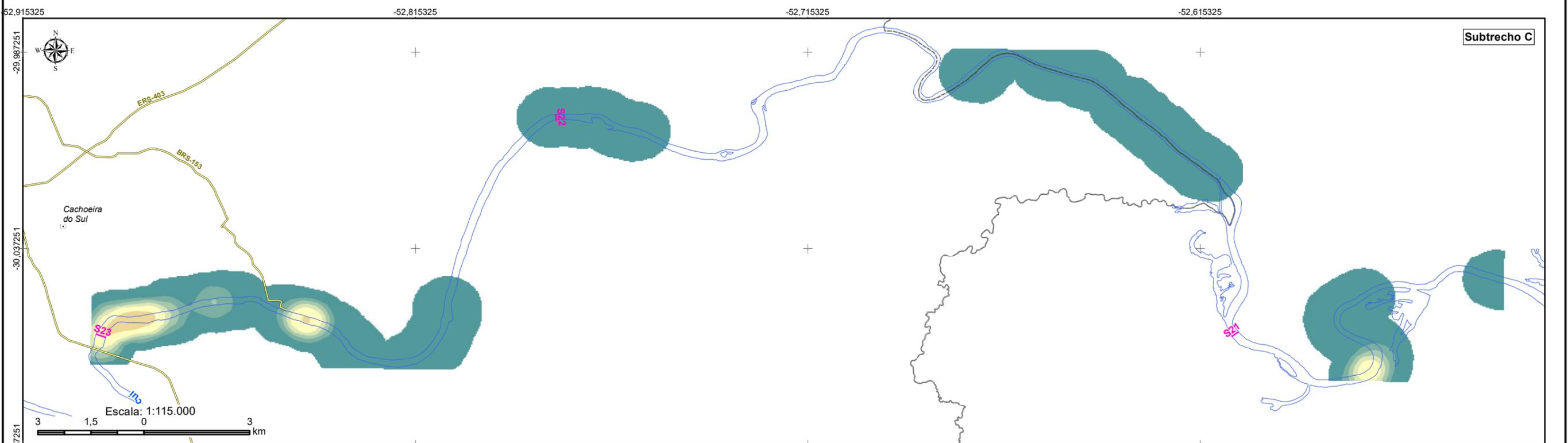
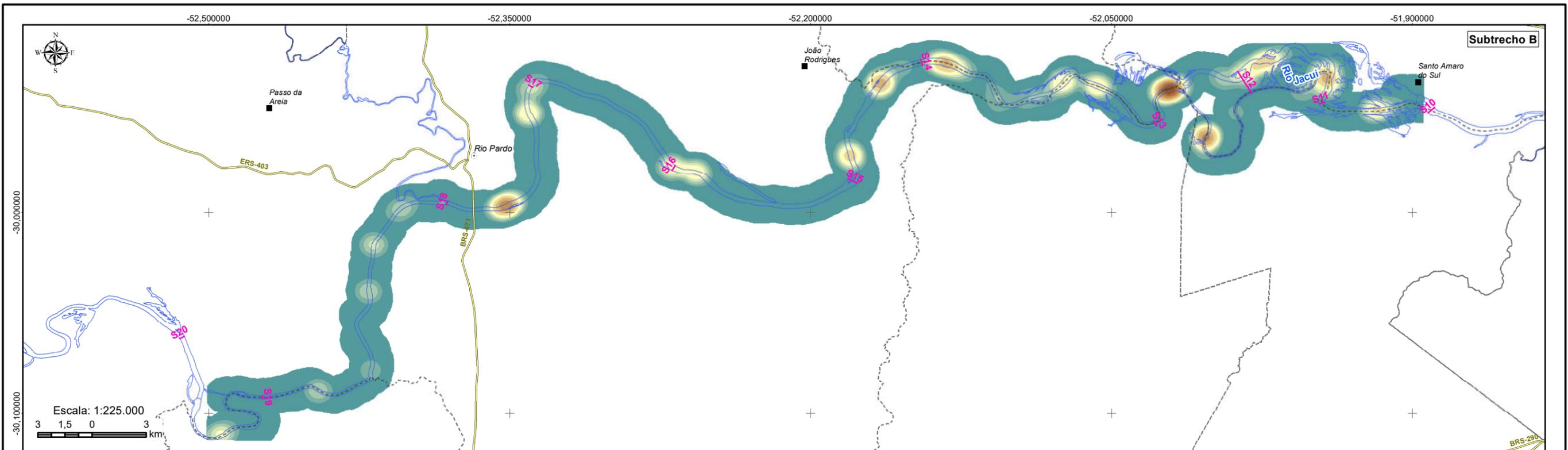


Figura 3.67 – Concentração de registros por km<sup>2</sup>.



A representação das nuvens de pontos utilizando o estimador de densidade Kernel gerou a Figura 3.66, onde é possível inferir que a extração de areia nos últimos 4 anos ocorreu em praticamente todo o trecho em estudo, mas com descontinuidades de extração localizadas principalmente nos Subtrechos C e A e áreas com maior concentração de registros.

A concentração de registros ocorreu principalmente em trechos específicos do subtrecho A, entre a Foz do rio Taquari e do arroio dos Ratos e no subtrecho B, a jusante da cidade de Santo Amaro do Sul (Mapa 3.26) e no subtrecho C, nas proximidades da cidade de Rio Pardo. Cabe salientar, que o trecho próximo à cidade de Cachoeira do Sul também conta com uma concentração de registros (Mapa 3.26).



**LEGENDA**

- |                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sede municipal</li> <li>■ Vila</li> <li>— Seção</li> <li>— Rodovia</li> <li>— Rios principais</li> <li>- - - Limite municipal</li> </ul> | <p><b>Densidade de pontos de extração de areia (ponto/km<sup>2</sup>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>0</li> <li>1 - 2.500</li> <li>2.501 - 5.000</li> <li>5.001 - 7.500</li> <li>7.501 - 10.000</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>10.001 - 15.000</li> <li>15.001 - 20.000</li> <li>20.001 - 25.000</li> <li>25.001 - 30.000</li> <li>30.001 - 35.000</li> <li>35.001 - 40.000</li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



Elaboração

**PROFILL**

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

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

Contratação e fiscalização

**Fepam**

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

**Mapa 3.26 - Concentração dos pontos de extração de areia registrados entre 2017 e 2020 nos Segmentos B e C do Baixo Jacuí**

Fonte de dados:  
- Sede municipal: SEMARS (2018)  
- Limite municipal: SEMARS (2018)  
- Limite estadual: IBGE (2019)  
- Hidrografia: SEMARS (2018)  
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)  
- Densidade de pontos: Gerado a partir dos pontos de rastreamento das dragas



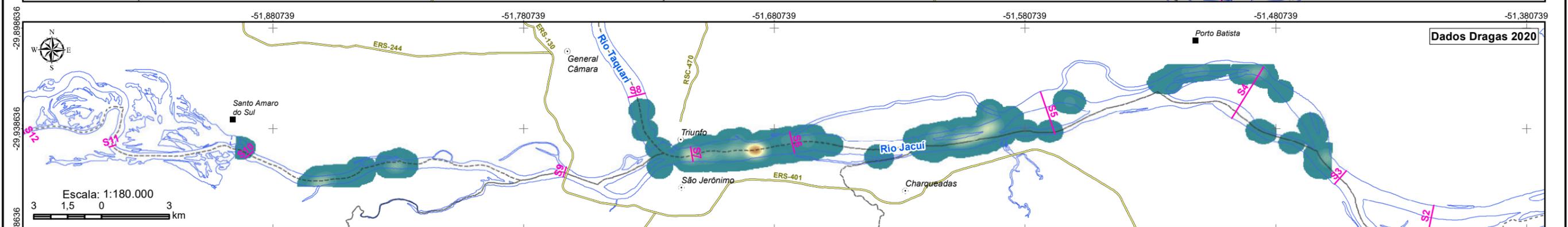
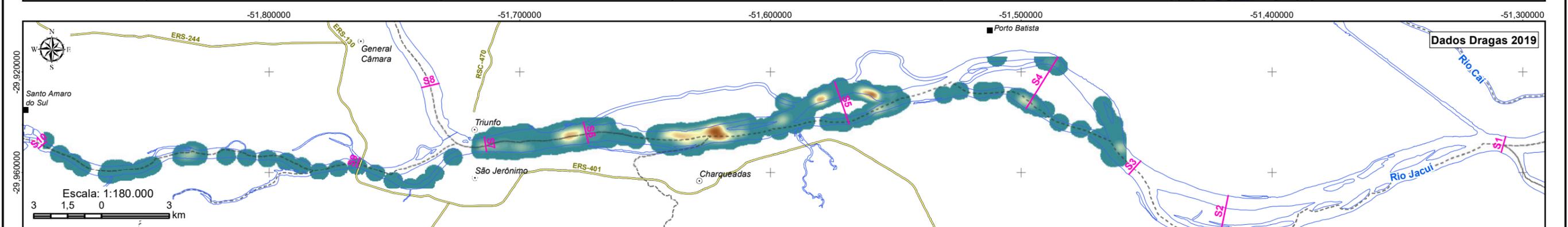
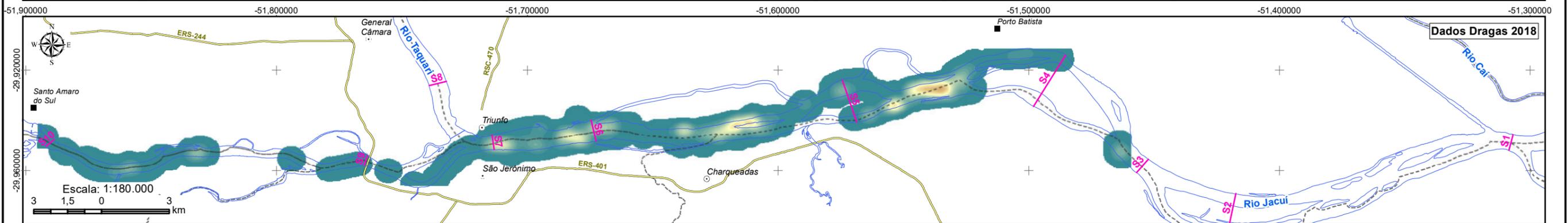
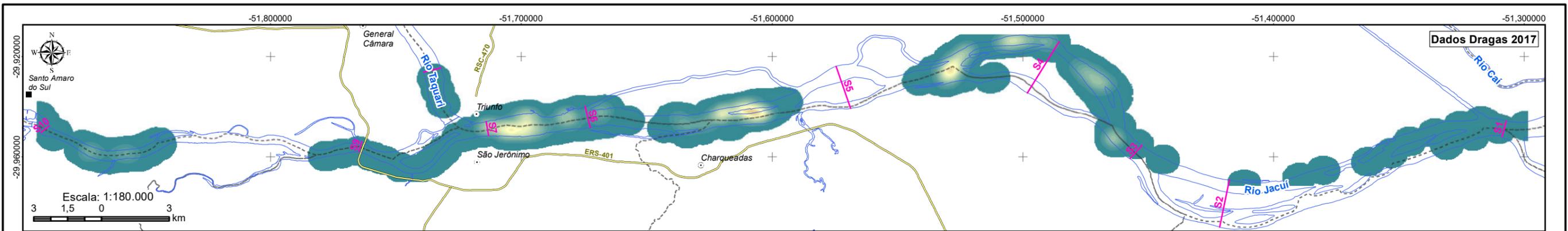
As concentrações representadas por ano de registro, permitem identificar que nos últimos 4 anos as áreas de extração no Subtrecho A vem sendo menos utilizadas para a extração, com alguns trechos aparecendo sem registros anuais. Esta possível migração da mineração pode indicar, que os mineradores após minerar as áreas próximo aos limites de extração determinados, colocam em “descanso” estas áreas para que a pilha sedimentar se forme novamente no leito (Mapa 3.27).

No ano de 2017, os registros ao longo do Subtrecho A evidenciavam uma atividade mais difundida ao longo de todo o trecho, com reduzidos intervalos sem extração. As maiores concentrações de registros ocorreram entre a foz do Taquari e arroio dos Ratos e mais dois trechos menores a montante da localidade Passo Raso.

Em 2018 os trechos sem registros aumentaram principalmente na porção de jusante do Subtrecho A, com concentração da extração no trecho entre a foz do Taquari e arroio dos Ratos. Os registros também mostram alterações nas áreas de extração utilizadas para extração, pois algumas áreas sem registro em 2017, passaram a ter registro em 2018.

Em 2018 os trechos sem registros aumentaram principalmente na porção de jusante do Subtrecho A, com concentração da extração no trecho entre a foz do Taquari e arroio dos Ratos. Os registros também mostram alterações nas áreas de extração utilizadas para extração, pois algumas áreas sem registro em 2017, passaram a ter registro em 2018. Já em 2019 e 2020 é possível acompanhar a diminuição de pontos com registro de extração, havendo as áreas produtivas que não tiveram atividade de extração durante o referido ano de registro, indicando uma diminuição na atividade extrativista na área de estudo.

A verificação da redução do volume de extração no Subtrecho A é corroborada pela análise das informações enviadas pela ANM. Através da análise dos volumes de extração de areia do subtrecho A e do subtrecho B foi possível verificar que no ano de 2019, o volume de extração do subtrecho A foi inferior, pela primeira vez, ao volume do Subtrecho B (Figura 3.64)



**LEGENDA**

● Sede municipal	■ Vila	— Seção	— Rodovia	— Rios principais	- - - Limite municipal
<b>Densidade de pontos de extração de areia (ponto/km<sup>2</sup>)</b>					
□ 0	■ 1 - 5.000	■ 5.001 - 10.000	■ 10.001 - 15.000	■ 15.001 - 20.000	■ 20.001 - 25.000
■ 25.001 - 30.000	■ 30.001 - 35.000	■ 35.001 - 40.000	■ 40.001 - 45.000	■ 45.001 - 50.000	■ 50.001 - 55.000
■ 55.001 - 60.000	■ 60.001 - 65.000	■ 65.001 - 70.000	■ 70.001 - 75.000	■ 75.001 - 80.000	■ 80.001 - 85.000
■ 85.001 - 90.000	■ 90.001 - 95.000	■ 95.001 - 100.000	■ 100.001 - 105.000	■ 105.001 - 110.000	■ 110.001 - 115.000
■ 115.001 - 120.000	■ 120.001 - 125.000	■ 125.001 - 130.000			



Elaboração: **PROFILL** Contratação e fiscalização: **Fepam**

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

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

**Mapa 3.27 - Concentração dos pontos de extração de areia registrados, por ano, entre 2017 e 2020 no Segmento A do Baixo Jacuí**

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

Fonte de dados:  
 - Sede municipal: SEMARS (2018)  
 - Limite municipal: SEMARS (2018)  
 - Limite estadual: IBGE (2019)  
 - Hidrografia: SEMARS (2018)  
 - Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)  
 - Densidade de pontos: Gerado a partir dos pontos de rastreamento das dragas



### **3.3.4 Inventário de estruturas, balneários, obras civis e ocupação das margens**

O inventário apresentou um panorama dos diferentes municípios que compõem a área em estudo, a partir da localização de estruturas/localidades existentes ao longo das áreas próximas ao Rio Jacuí. A localização dos pontos considera o processo histórico de ocupação e formação territorial dos municípios. Os mapas apresentados dentro do capítulo referente ao Meio Socioeconômico refletem o levantamento realizado (Mapa 3.22, Mapa 3.23 e Mapa 3.24).

Os pontos de Interesse foram identificados a partir dos dados secundários e atividades de campo que contemplaram áreas urbanas, pequenas comunidades, balneários, áreas de recreação e lazer. As comunidades com pescadores estão contempladas nos pontos de interesse, a partir da sua identificação nas atividades de campo.

Observa-se que o uso das margens do Rio Jacuí engloba um mosaico de diferentes atividades, por vezes associadas a cadeias econômicas com maior amplitude (silos para armazenagem de grãos; portos para escoamento de produtos; empresas de depósito e comércio de areias, etc.) até usos mais restritos a população local ou de municípios próximos (pequenos comércios, bares, balneários, etc.).

Em relação aos pequenos estabelecimentos existentes nas comunidades próximas ao Rio Jacuí, de maneira geral os locais apresentam mais de 10 anos de atividade e faturamento mensal bruto inferior a 5 mil reais. Em sua maioria, as construções são de uso misto, ou seja, a atividade econômica se dá no mesmo local da residência. A força de trabalho é composta em sua maioria pelo proprietário(a) em conjunto com algum membro da família (cônjuge e/ou filhos).

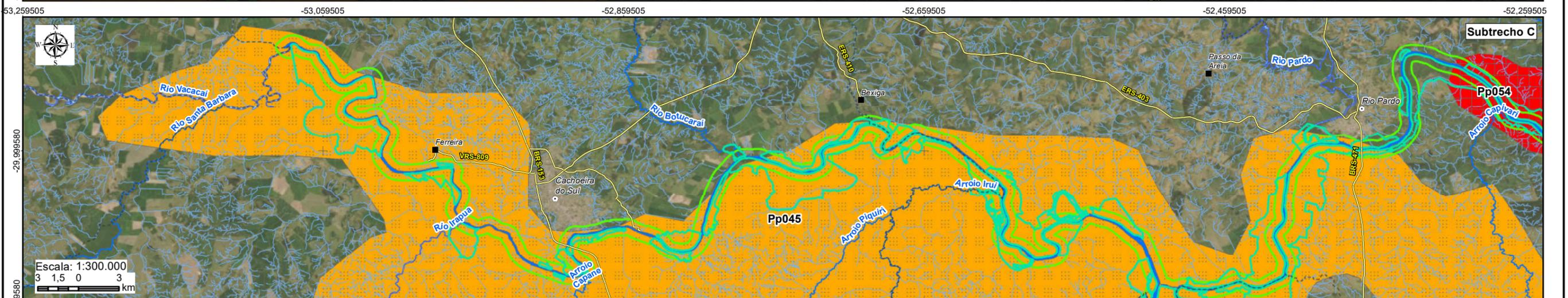
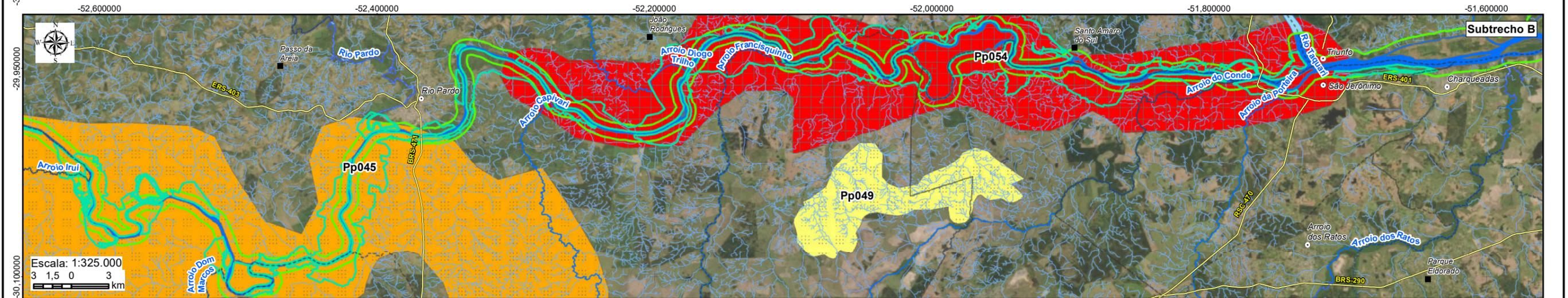
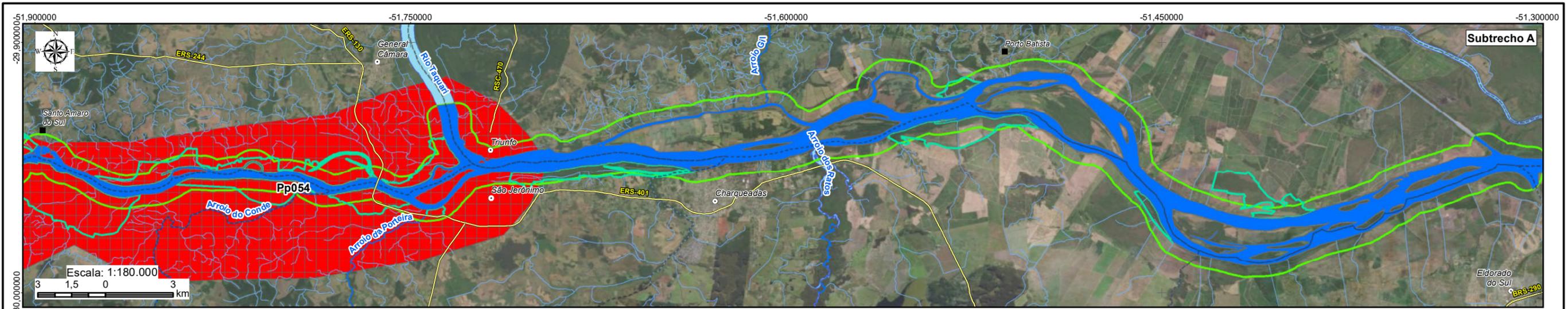
Os proprietários entrevistados no âmbito do diagnóstico ambiental entendem a importância do Rio Jacuí para a região. No caso de proprietários de bares e restaurantes próximos a balneários, os destaques, na relação com o rio, estão associados à beleza cênica que contribui como fator de atração para o público consumidor. Para aqueles donos de peixarias, por exemplo, o olhar é voltado, principalmente, à sobrevivência, já que destacam viver do que pescam no rio e vendem. Embora cada proprietário tenha suas considerações a respeito da importância do Rio Jacuí, relacionada muitas vezes ao seu objeto de trabalho, fica evidenciada a relevância do rio no contexto econômico local e regional.



### **3.3.5 Áreas prioritárias para compensação ambiental**

Em relação à compensação ambiental, a indicação de Áreas Prioritárias para a Conservação (MMA) contribui ao delimitar aquelas áreas com maior importância e prioridade de conservação. Neste contexto, como observado no diagnóstico, a área deste estudo engloba três áreas mapeadas: PpZc100 - PE Delta do Jacuí (municípios de Charqueadas, Eldorado do Sul e Triunfo); Pp045 Campos de Pantano Grande (municípios de Pantano Grande, Rio Pardo e Cachoeira do Sul) e; Pp054 - Entorno Baixo Jacuí - Região Carbonífera (Vale Verde, General Câmara, Triunfo, Minas do Leão, Butiá e São Jerônimo). O Mapa 3.28 apresenta as Áreas Prioritárias para a Conservação localizadas na área de estudo do presente zoneamento.

A jusante na área de estudo destaca-se a presença do Parque Estadual do Delta do Jacuí pelo seu caráter de preservação dos recursos hídricos, ecossistemas de banhados, restingas e formações florestais. Já na porção intermediária, a área do "Entorno Baixo Jacuí - Região Carbonífera" está classificada com importância e prioridade extremamente alta para conservação, onde a ação principal indicada é a "criação de UC de proteção integral em ilha fluvial com uma UC de uso sustentável no entorno" (MMA, 2007). Na porção mais a montante da área de estudo encontra-se a área denominada "Campos de Pantano Grande", caracterizada por um campo arbustivo-herbáceo, associado a florestas de galeria compostas por espécies arbóreas decíduas (MMA, 2007).



**LEGENDA**

- Sede municipal
  - Vila
  - Rios principais
  - Hidrografia
  - Rodovia
  - - - Limite municipal
  - Rio Jacuí
  - Ambientes marginais
  - Raio de 500 m do canal principal
- Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade**
- Prioridade**
- Extremamente Alta
  - Muito Alta
  - Alta
- Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade**
- Importância**
- Extremamente Alta
  - Muito Alta
  - Alta



Elaboração: **PROFILL**

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

Contratação e fiscalização: **Fepam**

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

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

**Mapa 3.28 – Áreas Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade na área de estudo**

Fonte de dados:
 

- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- APCBs: MMA



### **3.3.6 Conclusão**

A estrutura econômica da maior parte dos municípios está diretamente atrelada ao setor primário. Observa-se ainda uma forte dependência entre a população dos municípios estudados e o Rio Jacuí, a partir dos seus diferentes usos econômicos, incluindo as captações para abastecimento público, agricultura, pecuária, atividades de pesca e navegação, mineração, além do turismo e do lazer.

Em relação ao Meio Socioeconômico, considerando as principais atividades e usos vinculados ao Rio Jacuí, o Zoneamento Ambiental incorporou áreas impróprias para a mineração e diretrizes ambientais específicas, somando-se as delimitações de classes de sensibilidade.

As áreas impróprias e as diretrizes ambientais, detalhadas nos Capítulos 4.4 e 6, respectivamente, tratam de restrições e da necessidade de avaliações específicas associadas à atividade de mineração junto a comunidades/ocupações humanas, à utilização do rio por pescadores, à travessia de balsas, pontes e outras estruturas, pontos de captação de água para abastecimento humano e entorno de Áreas de Lazer, Balneários e Praias, objetivando analisar a viabilidade do empreendimento em relação aos múltiplos usos das margens e do rio.

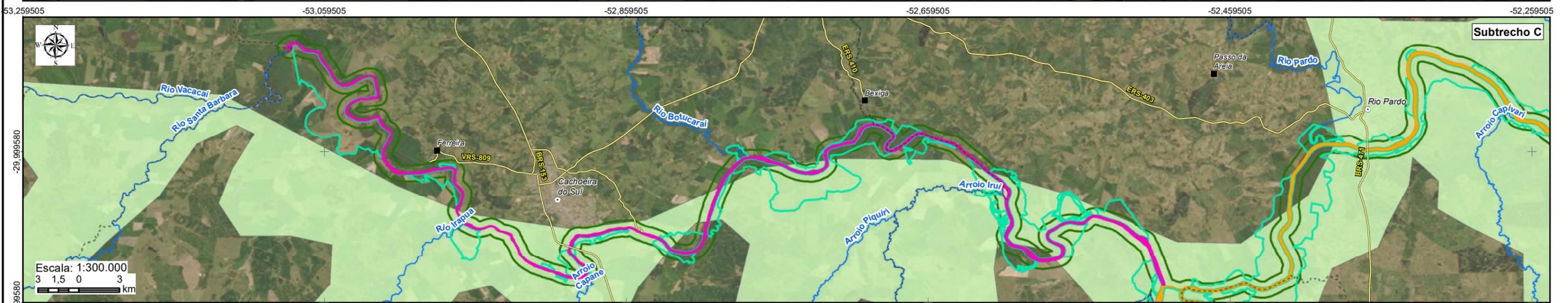
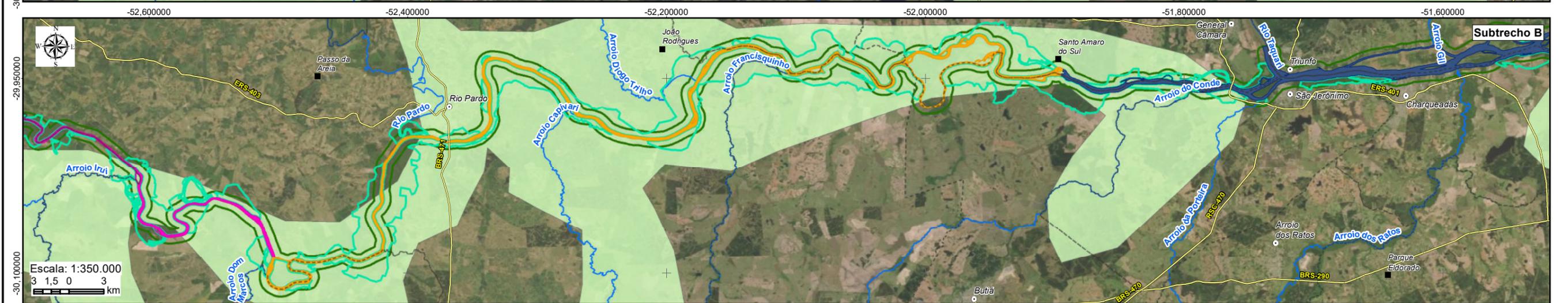
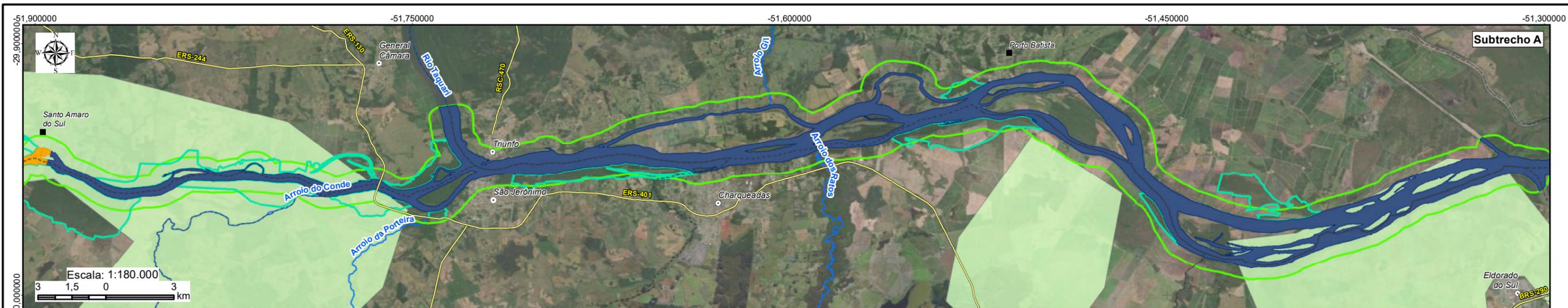


### 3.4 ÁREAS LEGALMENTE PROTEGIDAS

O trecho definido para o zoneamento ambiental da atividade de mineração de areia nos cursos médio e baixo do Rio Jacuí tem parte de suas áreas incluídas na poligonal definida na Lei Nº 11.428/2006 (BRASIL, 2006), que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Essa lei, que busca conciliar o desenvolvimento e a proteção ambiental do bioma continental mais ameaçado do Brasil, define parâmetros a serem seguidos para a supressão de formações florestais em estágio médio e avançado das distintas fácies que compõem o bioma.

Embora a atividade minerária não afete diretamente os ambientes florestais sob proteção da Lei, o fato de haver legislação específica para a proteção dos ambientes ribeirinhos deve ser visto como um alerta quanto à eventual influência da atividade sobre ambientes nos quais incide legislação específica, além daquela que já se aplica às Áreas de Preservação Permanente – APP, Lei Nº 12.651/2012 (BRASIL, 2012a).

O Mapa 3.29 apresenta a área objeto do zoneamento está incluída na "Reserva da Biosfera da Mata Atlântica", e parte está incluída na poligonal definida na Lei Nº 11.428/2006 (BRASIL, 2006), que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. O Mapa 3.30 apresenta a situação da área prevista para o zoneamento com relação à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.



**LEGENDA**

- Sede municipal
- Vila
- Rios principais
- Rodovia
- - - Limite municipal
- Lei da Mata Atlântica
- Rio Jacuí**
- Subtrecho A
- Subtrecho B
- Subtrecho C
- Ambientes marginais
- Raio de 500 m do canal principal



Elaboração: **PROFILL**

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

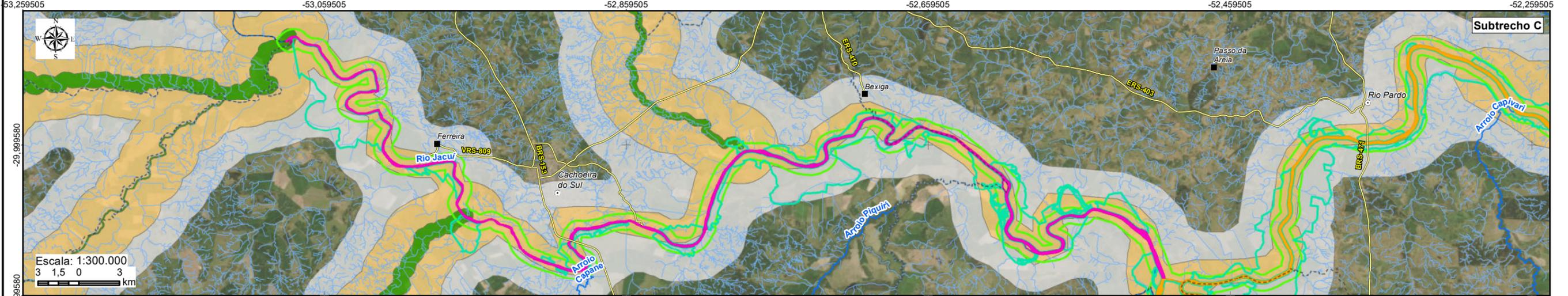
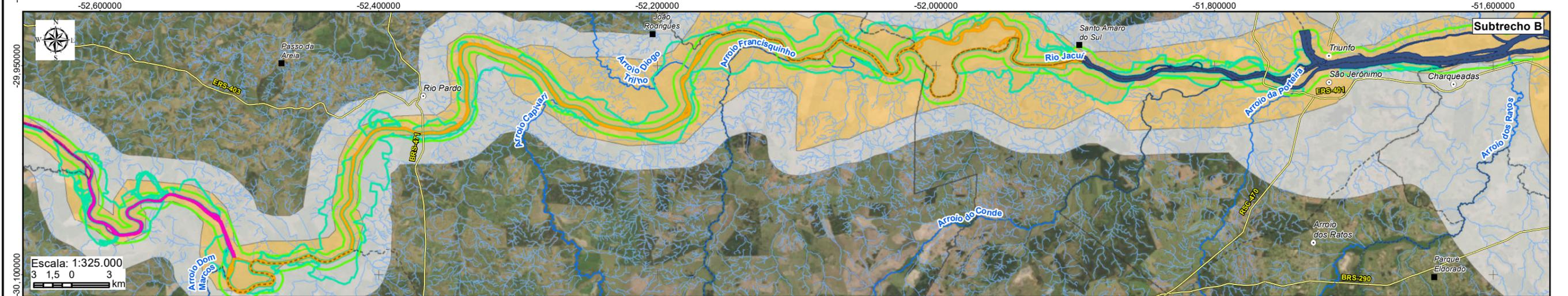
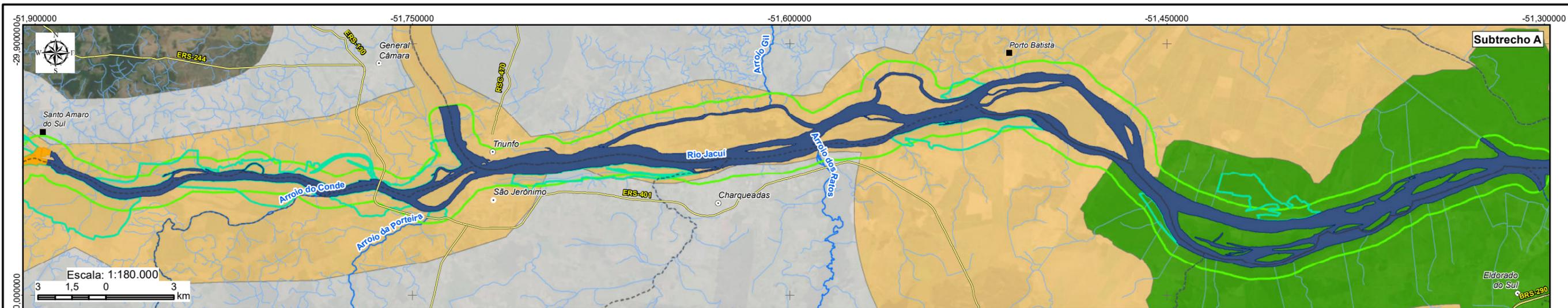
Contratação e fiscalização: **Fepam**

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

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

**Mapa 3.29 – Área de estudo do zoneamento em relação à Reserva da Biosfera da Mata Atlântica - Lei Nº 11.428/2006**

Fonte de dados:  
 - Sede municipal: SEMARS (2018)  
 - Limite municipal: SEMARS (2018)  
 - Limite estadual: IBGE (2019)  
 - Rodovia: SEMARS (2018)  
 - Hidrografia: SEMARS (2018)  
 - Mata Atlântica: Brasil (2006)



**LEGENDA**

- |                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● Sede municipal</li> <li>■ Vila</li> <li>— Rios principais</li> <li>— Hidrografia</li> <li>— Rodovia</li> <li>- - - Limite municipal</li> </ul> | <p><b>Reserva da Biosfera da Mata Atlântica</b></p> <p><b>Zona</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Núcleo</li> <li>■ Amortecimento</li> <li>■ Transição</li> </ul> | <p><b>Rio Jacuí</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Subtrecho A</li> <li>— Subtrecho B</li> <li>— Subtrecho C</li> <li>□ Ambientes marginais</li> <li>□ Raio de 500 m do canal principal</li> </ul> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



Elaboração: **PROFILL**

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

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

Contratação e fiscalização: **Fepam**

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

**Mapa 3.30 – Reserva da Biosfera da Mata Atlântica na área de estudo**

Fonte de dados:

- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Rodovia: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- RBMA: Brasil (2006)

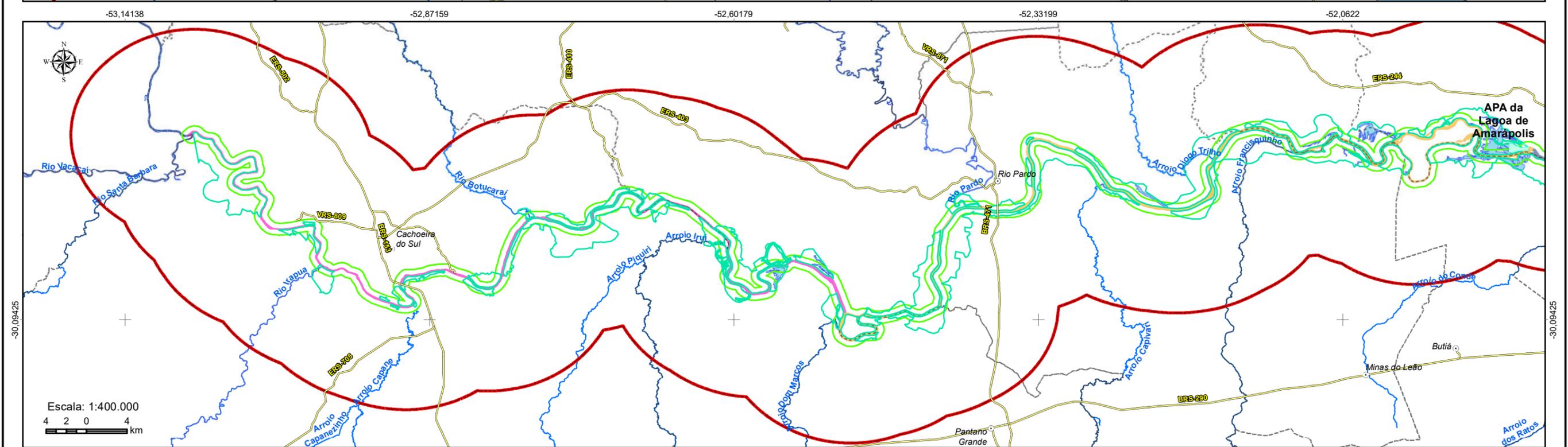
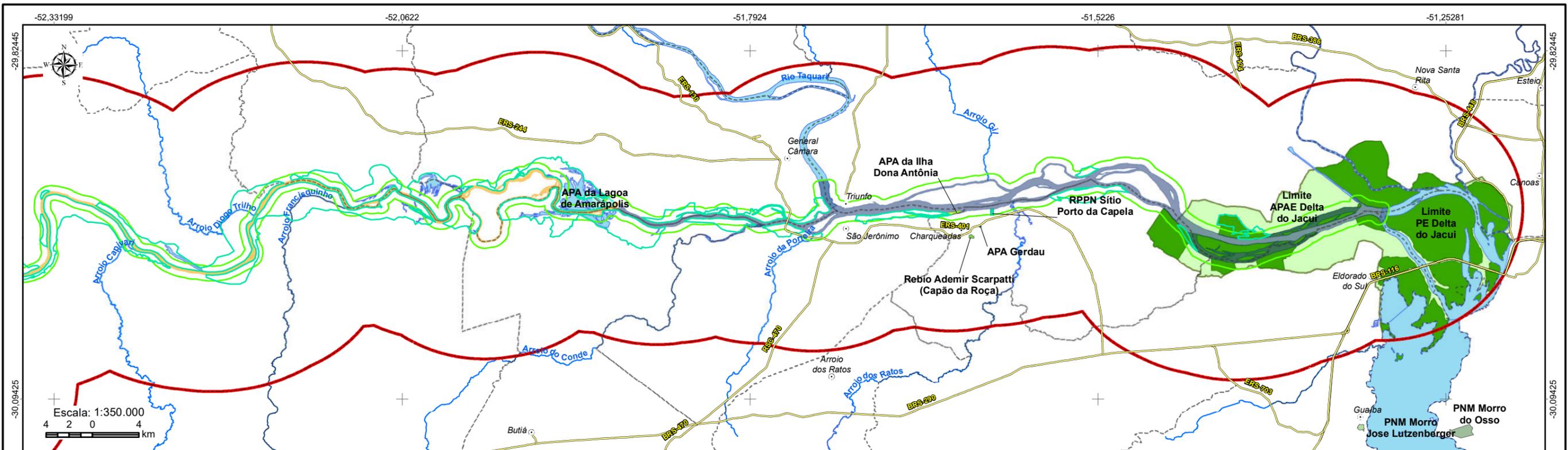


Em relação a presença de Unidades de Conservação, foram identificadas 6 UCs situadas a um raio de 10 km de distância da área de estudo, apresentadas no Quadro 3.30 e no Mapa 3.31.

Quadro 3.30 – Unidades de Conservação identificadas.

Nome	Município	Área (ha)	Categoria	Instrumento de Criação	Jurisdição
RPPN Sítio Porto da Capela	Charqueadas	14,0	Uso Sustentável	Portaria nº 164/1995	Federal
PE do Delta do Jacuí	Diversos	14.242,05	Proteção Integral	Decreto Estadual nº 24,385/1976 (Revogado pela Lei nº 12.371/2005)	Estadual
APA Delta do Jacuí	Diversos	22.826,39	Uso Sustentável	Lei nº 12.371/2005	Estadual
APA Gerdau	Charqueadas	1,12	Uso Sustentável	-	Municipal
APA Ilha Dona Antônia	Charqueadas	1,12	Uso Sustentável	Lei Municipal nº 602/1994	Municipal
REBIO Ademir Scarpatti	Charqueadas	9,0	Proteção Integral	Lei Municipal nº 1410/2002	Municipal
APA Lagoa de Amarópolis	General Câmara	0,85	Uso Sustentável	Lei Municipal nº 1.701/2012	Municipal

Em relação à presença de terras indígenas e/ou quilombolas, as consultas realizadas junto a FUNAI e ao INCRA não identificaram comunidades dentro de um raio de 10 km de distância da calha do Rio Jacuí. Da mesma forma, as consultas junto aos atores institucionais dos municípios englobados pelo estudo não revelaram a existência de terras indígenas e/ou quilombolas na área de estudo do zoneamento.



**LEGENDA**

- |                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● Sede municipal</li> <li>~ Rios principais</li> <li>— Rodovia</li> <li>☁ Massa d'água</li> <li>- - - Limite municipal</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>⬡ Raio 10km da calha do Rio Jacuí na área de estudo</li> <li>▭ Ambientes marginais</li> <li>▭ Raio de 500 m do canal principal</li> </ul> | <p><b>Unidades de Conservação</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▭ APA Gerdau</li> <li>▭ APA da Ilha Dona Antônia</li> <li>▭ APA da Lagoa de Amarópolis</li> <li>▭ RPPN Sítio Porto da Capela</li> <li>▭ Rebio Ademir Scarpatti (Capão da Roça)</li> <li>▭ Parque Estadual do Delta do Jacuí</li> <li>▭ APAE Delta do Jacuí</li> <li>▭ PNM Morro Jose Lutzenberger</li> <li>▭ PNM Morro do Osso</li> </ul> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



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

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



Sistema de Coordenadas Geodésicas  
Sistema Geodésico de Referência  
SIRGAS2000  
Escala: 1:350.000

**Mapa 3.31 – Unidades de Conservação na área de estudo**

Fonte de dados:  
- Sede municipal: SEMARS (2018)  
- Limite municipal: SEMARS (2018)  
- Quilombolas: INCRA (2019)  
- Hidrografia: SEMARS (2018)  
- Subtrechos: Adaptado de DRH/SEMA (2015)  
- UCs: SEMARS, ICMBio, MMA, Prefeituras



## 4 ANÁLISE INTEGRADA

### 4.1 METODOLOGIA

#### 4.1.1 *Análise de hotspots*

A metodologia sugerida para a definição da divisão territorial que estabelecerá as zonas a partir das quais serão definidas as diretrizes específicas para o licenciamento da atividade de mineração de areia no Médio e Baixo Jacuí compreende uma análise de agrupamento denominada “*Hotspot Analysis*”.

Desenvolvida em ambiente de SIG (ArcGis Pro - ESRI®), essa análise corresponde a um teste estatístico em que a hipótese de nulidade afirma que a distribuição de um dado conjunto de dados é aleatória. A rejeição da hipótese de nulidade permite que se visualize os locais onde há uma concentração estatisticamente significativa e onde se formam os “pontos quente” (*hotspots*).

Diversas características particulares a este estudo determinaram a concepção da análise aqui proposta, que difere de outras experiências de zoneamento executadas no Rio Grande do Sul e voltadas para atividades econômicas distintas, como foram, por exemplo, os casos da silvicultura e da geração de energia eólica.

O presente estudo consiste no primeiro zoneamento direcionado especificamente a um trecho de rio. O formato da área avaliada, alongada no sentido leste-oeste e de baixa amplitude latitudinal, além da importância dos fluxos associados ao escoamento hídrico já destacada, juntamente com a dificuldade de espacializar algumas informações levantadas no diagnóstico, representam aspectos essenciais considerados para fins de definição da metodologia adotada.

Diante dessas características, optou-se por construir o mapeamento a partir de um conjunto de pontos obtidos no diagnóstico ambiental, adaptados para o objetivo específico de se definirem zonas de interesse para os distintos temas considerados.

A opção pela topologia de pontos permite que se trate um conjunto díspar de dados com um mínimo de uniformidade, o que oferece uma maior confiança em termos da perspectiva de uma análise conjunta das informações incorporadas ao estudo.

Análises de *hotspots* têm um amplo emprego em biologia da conservação, em escala macrorregional, para a delimitação de áreas significativas para a biodiversidade terrestre



(MYERS *et al.*, 2000). O mesmo tipo de metodologia também pode ser aplicado a ambientes marinhos, incorporando tanto aspectos ecológicos como sociais (MAHBOUBI *et al.*, 2015).

A metodologia também pode ser aplicada para o planejamento de reservas conciliando informações técnicas com a percepção do público (*Public Participatory GIS*), como no trabalho de BAGSTAD *et al.* (2016) em seis áreas de florestas nacionais nos estados americanos do Colorado e Wyoming, podendo ainda ser empregada para a delimitação de áreas relevantes para a oferta de serviços ecossistêmicos, como no trabalho de LI *et al.* (2017).

FU *et al.* (2017) fizeram uma avaliação das condições dos ambientes ripários do rio Songhua, no nordeste da China e o quinto maior do país, a partir de uma avaliação da integridade estrutural e física que considerou parâmetros como a declividade das margens, cobertura florestal, tipo de sedimento, presença de processos erosivos e usos antrópicos predominantes. O trabalho, apoiado tanto por informações obtidas a partir de sensoriamento remoto como a checagem a campo, avaliou, entre outros temas, a presença de *clusters* de ambiente com maior integridade a partir da análise de *hotspots* empregando a estatística espacial de Getis-Ord  $G_i^*$  (GETIS & ORD, 1992).

Em termos teóricos, a análise de *hotspots* está baseada nas análises de agrupamento (*cluster analysis*) em que, a partir da avaliação dos desvios padrões (*z-scores*) verificado na dispersão de um conjunto de dados no espaço, para determinados intervalos de confiança ou probabilidade (*p-values*), é possível identificar padrões que fogem da distribuição aleatória e podem representar áreas sensíveis do ponto de vista dos atributos avaliados, a partir da concentração mostrada pelos descritores. Ao considerar também o peso relativo atribuído a cada um dos pontos identificados, a avaliação apresenta características de uma análise multicritério aplicada a um conjunto de dados geograficamente relacionados.

A avaliação desenvolvida considera tanto os padrões de distribuição espacial como a importância relativa das características específicas de cada um dos pontos de cada descritor definido. Para isso, o conhecimento dos técnicos responsáveis pelo estudo revestiu-se de especial importância, uma vez que a partir disso foram estabelecidos os parâmetros para qualificar, em um processo de valoração, a relevância dos temas mapeados frente aos objetivos do zoneamento.

Assim sendo, a análise proposta foi concebida de maneira a conciliar essas duas características básicas dos pontos incorporados ao SIG que tratam das características ambientais relevantes identificadas no diagnóstico: i) sua distribuição espacial; ii) sua importância ou relevância (valoração).



Esse tipo de abordagem busca reduzir o grau de subjetividade inerente a qualquer trabalho relacionado à produção de mapas e aos desdobramentos que se dão quando do emprego desses como ferramenta de tomada de decisões, mantendo o grau de incerteza que acompanha qualquer análise dessa natureza nos menores níveis possíveis, diante das limitações técnicas e teóricas que são inevitavelmente enfrentadas.

Embora o tipo de análise proposto possa se ressentir da subestimativa de certas características que se apresentem espacialmente isoladas, ainda que importantes, essa limitação é atenuada nos desdobramentos do estudo que se seguem à elaboração do mapa síntese, quando os temas avaliados na modelagem hidrológica foram incorporados como “áreas de atenção” e ainda foram estabelecidas as “áreas impróprias” que compõem o zoneamento.

Uma vez executada a análise, a metodologia empregada permite a criação de “mapas de calor” (*heatmap*) onde os agrupamentos de pontos estatisticamente significativos são convertidos a um mapa em formato *raster* em que os gradientes entre as classes geradas pelo *z-scores* se distribuem de maneira contínua.

A metodologia adotada para a interpolação necessária à geração dos mapas de superfície contínua foi a Ponderação do Inverso das Distâncias (*Inverse Distance Weighting - IDW*) que corresponde a um método determinístico que parte do pressuposto que valores próximos estão mais relacionados entre si do que valores distantes, incorporando diretamente o enunciado conhecido como a primeira lei da geografia, que afirma que “tudo está relacionado com tudo o mais, mas as coisas perto estão mais relacionadas do que as coisas distantes” (Tobler, 1970).

Para que seja possível determinar o valor de um dado local em que não há registros relativos ao fenômeno que se pretende analisar, o método de interpolação por IDW emprega os valores disponíveis à sua volta, atribuindo a eles um peso maior do que o atribuído a valores mais distantes, diminuindo o valor interpolado nas áreas sem informação à medida em que a distância aumenta, fazendo com que a influência de cada ponto seja proporcional ao inverso da distância de cada nó da matriz interpolada.

As características da interpolação IDW a tornam particularmente apropriada para o emprego nas avaliações aqui desenvolvidas, em função do caráter complementares das análises, ao adotarem como premissa subjacente a autocorrelação espacial dos dados avaliados, tanto na interpolação propriamente dita como na análise de *hotspots* a partir do qual aquela se dá.



Os mapas interpolados por IDW foram então reclassificados para eliminação dos valores negativos, para evitar os efeitos na operação posterior de soma dos mapas, uma vez que valores negativos para um determinado tema poderiam anular valores positivos de outro, nos casos em que haja sobreposição entre eles. Posteriormente, os valores positivos também foram reclassificados, adotando-se a mesma faixa definida quando da valoração dos pontos para a análise de *hotspots*.

#### 4.1.2 Análise multicritério

Depois de consolidado o mapa de superfície contínua de cada descritor, foi desenvolvida uma análise multicritério empregando um processo de análise hierárquica (*Analytic Hierarchy Process - AHP*), que é um método baseado na metodologia de apoio à tomada de decisões desenvolvida por Thomas L. Saaty (SAATY, 1977) e que consiste na comparação de critérios pareados (descritores), que são hierarquizados para fins de atribuição de pesos na etapa de cruzamento dos mapas, para a produção do mapa síntese.

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

Para o preenchimento da matriz de comparação foi empregada a calculadora de prioridade AHP (GOEPEL, 2018), disponível online<sup>4</sup> e que teve seu preenchimento conduzido a partir da realização de uma oficina que envolveu a participação de técnicos da Consultora e da Fepam, e que gerou os resultados apresentados na Tabela 4.1 a seguir. A Figura 4.1 mostra o preenchimento da matriz na calculadora de prioridade AHP que gerou os pesos calculados.

Tabela 4.1 – Pesos atribuídos a cada descritor para o cruzamento de mapas.

Descritor	Peso (%)
Morfodinâmica das Margens	29,6
Leito Estável (Bedrock)	8,3
Ambientes da Ictiofauna	22
Mesohabitats bentônicos	27,7
Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre	4,1
Socioeconomia	8,3

<sup>4</sup> <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)   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	<input checked="" type="radio"/> Erosão <input type="radio"/> Bedrock	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Erosão <input type="radio"/> Ictiofauna	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Erosão <input type="radio"/> Bentos	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
4	<input checked="" type="radio"/> Erosão <input type="radio"/> Conectividade	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
5	<input checked="" type="radio"/> Erosão <input type="radio"/> Socioeconomia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9

18/02/2021

AHP calculator - AHP-OS

	A - wrt: AHP priorities - or B?	Equal	How much more?
6	<input type="radio"/> Bedrock <input checked="" type="radio"/> Ictiofauna	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
7	<input type="radio"/> Bedrock <input checked="" type="radio"/> Bentos	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
8	<input checked="" type="radio"/> Bedrock <input type="radio"/> Conectividade	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
9	<input checked="" type="radio"/> Bedrock <input type="radio"/> Socioeconomia	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
10	<input type="radio"/> Ictiofauna <input checked="" type="radio"/> Bentos	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
11	<input checked="" type="radio"/> Ictiofauna <input type="radio"/> Conectividade	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
12	<input checked="" type="radio"/> Ictiofauna <input type="radio"/> Socioeconomia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
13	<input checked="" type="radio"/> Bentos <input type="radio"/> Conectividade	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
14	<input checked="" type="radio"/> Bentos <input type="radio"/> Socioeconomia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
15	<input type="radio"/> Conectividade <input checked="" type="radio"/> Socioeconomia	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9

CR = 3% OK

dec. comma

AHP Scale: 1- Equal Importance, 3- Moderate importance, 5- Strong importance, 7- Very strong importance, 9- Extreme importance (2,4,6,8 values in-between).

Figura 4.1 – Dados de preenchimento da matriz de comparação pareada entre os descritores.

## 4.2 MAPA SÍNTESE

Após terem sido definidos os pesos dos mapas temáticos de cada descritor, foi efetuado o procedimento de álgebra de mapas com o emprego da ferramenta “soma com pesos” (*Weighted Sum*) disponível no *software* empregado para as análises (ArcGis Pro). Nessa rotina, é possível fazer a sobreposição de um conjunto de mapas em que os valores



atribuídos a cada célula de cada mapa temático são multiplicados pelos pesos definidos na etapa de análise multicritério, sendo posteriormente somados em uma única feição.

Uma vez gerado o mapa do somatório, esse foi reclassificado para as quatro classes que compõem o mapa síntese, sendo a quinta formada pelas áreas impróprias.

Para a reclassificação do mapa do somatório foi empregada a opção “*Classify*”, da ferramenta *Reclassify* (*Spatial Analyst Tools* → *Reclass*). Essa rotina permite a classificação automática dos valores que constam da tabela de atributos do mapa a ser reclassificado, definindo-se como parâmetro de entrada o número de classes que se deseja obter no arquivo *raster* a ser gerado.

O mapa em formato matricial (*raster*) foi posteriormente convertido para o formato vetorial (*shapefile*) com o emprego da ferramenta *Raster to Polygon*. O arquivo vetorial gerado foi então recortado (ferramenta *Clip*) pela delimitação da área de estudo, que compreende o envoltório da calha do Rio Jacuí, com uma área total de 148 km<sup>2</sup>.

A Figura 4.2 a seguir apresenta o fluxo de trabalho adotado na análise integrada, incluindo as etapas posteriores à tratada neste documento e que irão compor o zoneamento propriamente dito.

A Figura 4.3 e a Figura 4.4 trazem um exemplo da sequência de mapas produzida na análise, revelando os resultados relativos ao descritor “Morfodinâmica das Margens”, que é um dos descritores definidos para o meio físico, como destacado em item específico.

A Tabela 4.2 e a Tabela 4.3 que se seguem às figuras resumem os parâmetros adotados na rodagem da análise de *hotspots* (*Getis-Ord Gi\**) e nas interpolações que geraram o mapa de superfície contínua de cada um dos descritores avaliados.

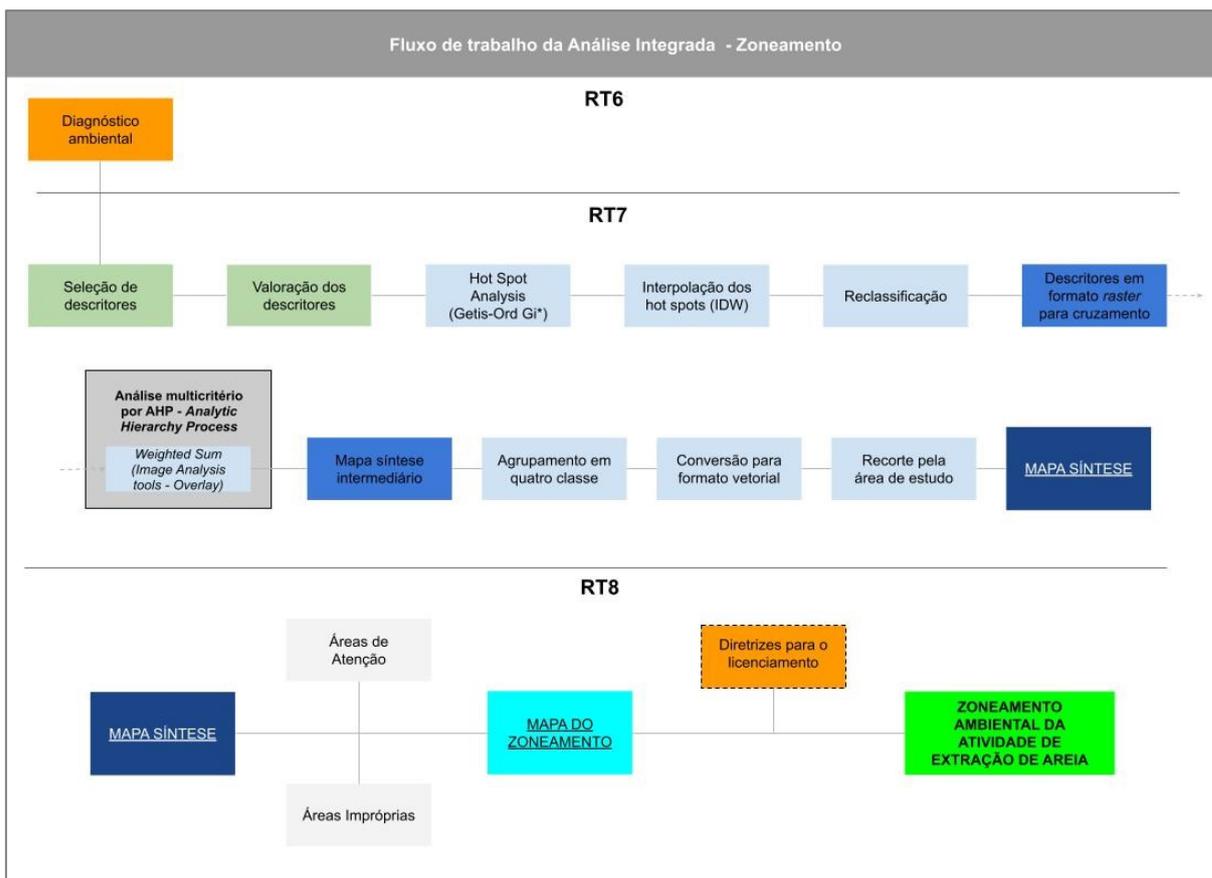


Figura 4.2 – Fluxo de trabalho para construção do Zoneamento Ambiental de Mineração de Areia.

Tabela 4.2 – Parâmetros para a rodagem da análise de hotspots (Getis-Ord  $G_i^*$ ).

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

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

Tabela 4.3 – Características dos descritores empregadas para a análise de hotspots (Getis-Ord  $G_i^*$ ).

Descritor	Pontos	Valoração	Tolerância da pesquisa de vizinhança (m)*
Leito Estável (Bedrock)	166	1 - 4	17.288,54
Morfodinâmica das Margens	316	1 - 5	2.431,90
Ambientes da Ictiofauna	358	1 - 4	5.615,11
Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre	100	1 - 3	6.646,83
Mesohabitats bentônicos	357	1 - 4	9.822,38
Socioeconomia	98	1 - 3	7.191,29

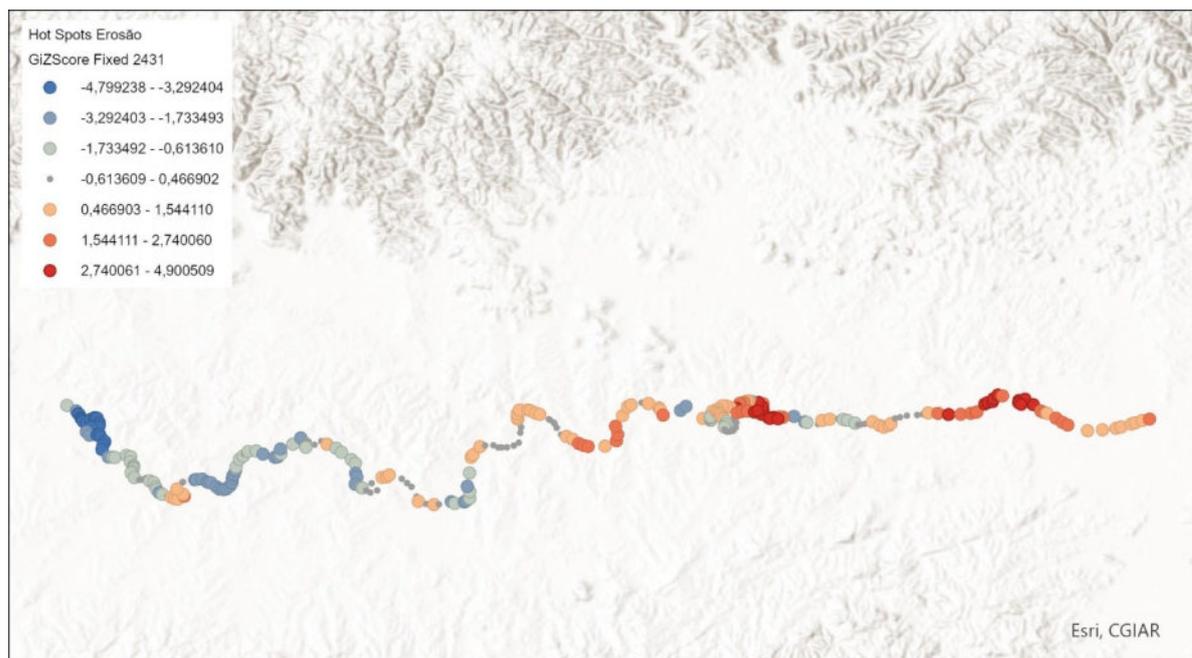
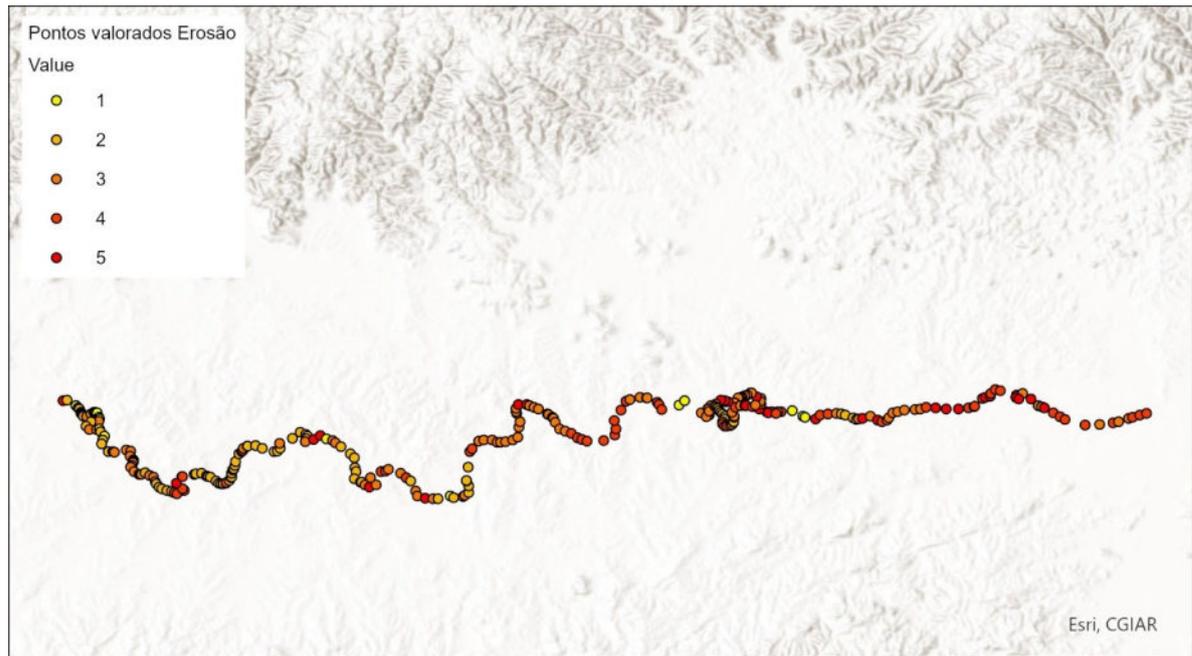


Figura 4.3 – Pontos valorados e análise de *hotspots* do descritor “Morfodinâmica das Margens”.

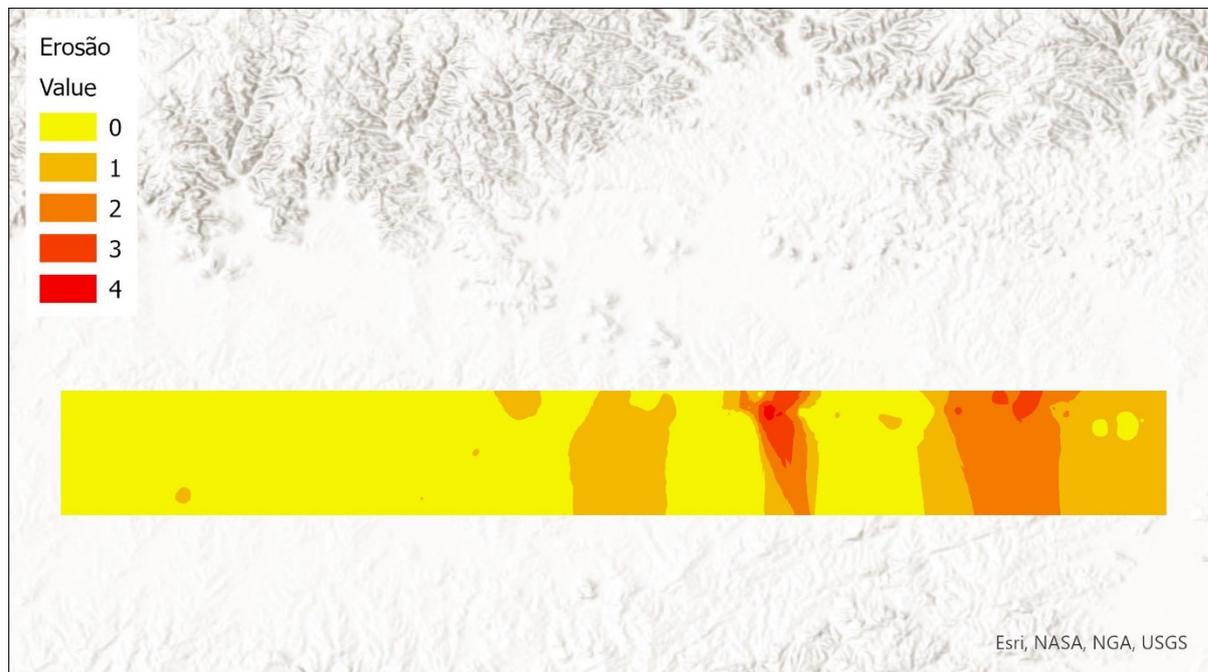
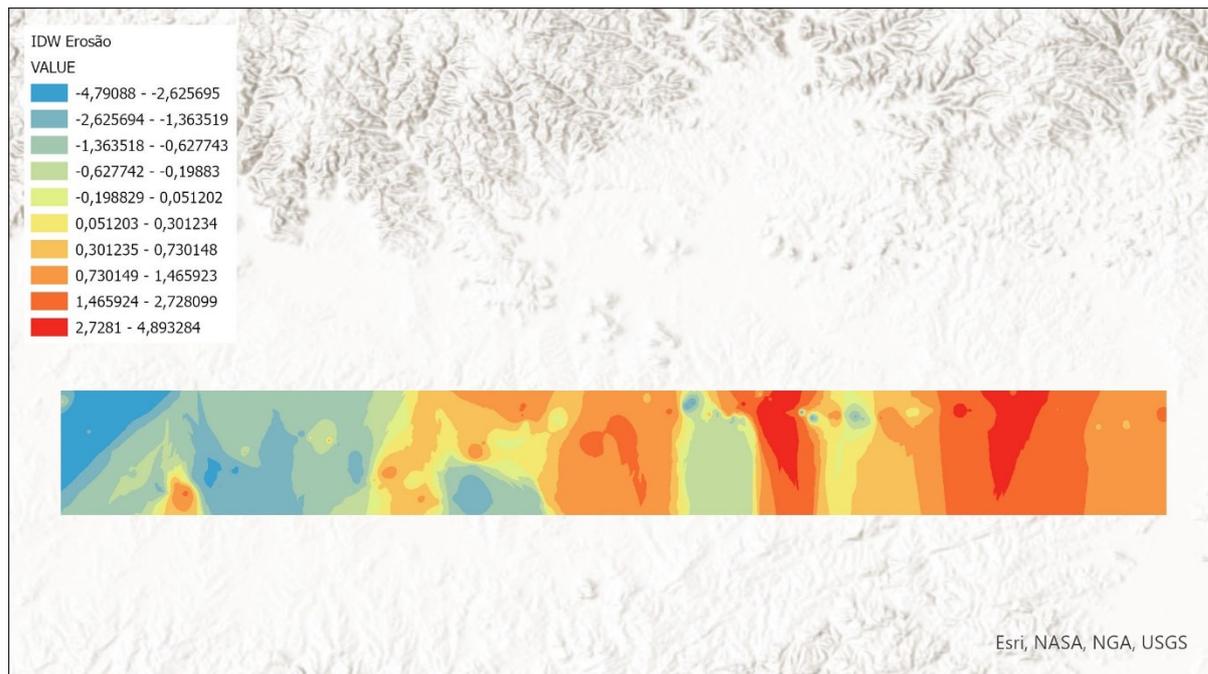


Figura 4.4 – Interpolação (IDW) e mapa síntese intermediário descritor “Morfoodinâmica das Margens”.



### 4.3 ÁREAS DE ATENÇÃO PARA A MINERAÇÃO

As áreas de atenção são propostas, neste estudo de Zoneamento Ambiental aplicado à Mineração de Areia nos trechos médio e baixo do Rio Jacuí, a partir dos resultados obtidos nas simulações hidrodinâmicas e de transportes de sedimentos desenvolvidas no âmbito deste trabalho.

Conforme está detalhado em relatório específico sobre a modelagem (RT5 – Hidrografia, hidrossedimentometria e prognósticos.), os estudos foram desenvolvidos para todo o trecho de interesse do Rio Jacuí, com os seguintes objetivos:

- Mostrar os padrões de escoamento (velocidades e nível d'água) do Rio Jacuí, quando submetido às condições hidrológicas simuladas;
- Estimar o aporte de sedimentos ao trecho de interesse (Rio Jacuí), considerando as contribuições de montante e dos afluentes;
- Avaliar o comportamento das seções topobatimétricas, ao longo da simulação: variações no leito, classificando os trechos como “deposição”, “erosão” ou “sem alteração”;
- Avaliar as alterações nos padrões de escoamento e no comportamento das seções, quando alteradas pela mineração.

A base de dados para construção da geometria do trecho simulado pode ser resumida com as seguintes informações: foi gerado um modelo numérico do terreno, para o Rio Jacuí, e faixa marginal, a partir das 25 seções do levantamento batimétrico de campo, 29 processos de licenciamento (na FEPAM) com seções de levantamentos anteriores (dados secundários), e o relevo das áreas marginais obtido na base cartográfica do Rio Grande do Sul. Ao final deste processo, o modelo estava concluído com 805 seções transversais para o Rio Jacuí, no trecho de interesse, sendo as 25 levantadas em campo e 780 seções interpoladas.

O procedimento de simulação propriamente dito, foi composto por duas etapas, a saber: (i) a simulação hidrodinâmica do Rio Jacuí, com determinação de níveis d'água e velocidades de escoamento, a partir da inserção das vazões de entrada: Jacuí (montante) e afluentes; e (ii) a simulação do transporte de sedimentos, a partir dos resultados anteriores, e considerando as curvas granulométricas nas seções do Jacuí, as curvas-chave de sedimentos no Jacuí (a montante) e afluentes e a inserção das profundidades do *bedrock*.



Com isto, foram simulados dois cenários: a condição atual (que também serviu para a calibração do modelo) e um cenário com a geometria das seções alterada pela Mineração. Os resultados do primeiro cenário possibilitam a caracterização de cada subtrecho do Rio Jacuí, quanto a capacidade de transporte de sedimentos. Em complemento, a comparação entre os resultados dos dois cenários possibilitou a avaliação do impacto da mineração no padrão de escoamento e transporte do Rio Jacuí nos trechos de interesse.

Para registro, resgatam-se aqui as condições para a definição da geometria da calha nos dois cenários: Cenário 1 (condição atual): geometria construída a partir dos dados primários e secundários; Cenário 2 (alterado pela mineração): geometria do Cenário 1, com alteração nas áreas de mineração (ativos na ANM e os que possuem licença na FEPAM), com os critérios de alteração, listados abaixo.

- Afastamento das margens: 50 m;
- Afastamento de ilhas: 50 m;
- Afastamento de pontes e outras obras de infraestrutura, conforme legislação;
- Limitação de afastamento mínimo, em relação ao bedrock: 1 m;
- Lança máxima de mineração: 11 m (a partir do NA).

Como dito anteriormente, o primeiro descritor selecionado para a geração do mapa de áreas de atenção é resultante do Cenário 1, descrito acima, e versa sobre a caracterização das seções quanto ao transporte de sedimentos. Com o auxílio do modelo, o transporte de sedimentos é simulado, e se estimam as taxas de transferências para cada uma das 805 seções transversais (25 levantadas em campo e 780 interpoladas). De modo alternativo, esta caracterização pode ser estabelecida através da diferença média da cota do leito do rio, entre o início e o final da simulação.

As seções que apresentam rebaixamento das cotas, ou que indicam uma taxa de transporte de sedimento negativa, correspondem a seções com comportamento erosivo, em relação ao leito. Por outro lado, as seções com taxas positivas, ou elevação nas cotas, indicam um comportamento deposicional (sedimentar).

Assim, as seções foram classificadas em 05 categorias

- **Alta deposição** (elevações na cota superiores a 0,5 m);



- **Deposição** (elevações na cota superiores a 0,2 m);
- **Sem alteração** (alterações inferiores a 0,2 m, com elevação ou rebaixamento);
- **Erosão** (rebaixamento de cota superiores a 0,2 m);
- **Alta erosão** (rebaixamento de cota superiores a 0,5 m).

Para o mapa das áreas de atenção, foram selecionadas as áreas de “alta erosão”, ou seja, áreas com rebaixamento de cotas no período simulado (um ano hidrológico) superior a 0,5 m, que correspondem a 6% das seções transversais estudadas.

Um segundo descritor selecionado para a composição do mapa das áreas de atenção, é resultado da comparação entre os resultados dos dois cenários simulados, e diz respeito ao risco potencial erosivo-hidrodinâmico, indicando o impacto da atividade minerária no potencial de erosão das margens do Rio Jacuí.

Assim, foram calculados os aumentos das velocidades do escoamento devido à alteração do leito pela mineração, através da comparação entre os dois cenários. A análise possibilitou observar trechos onde houve aumento ou diminuição da velocidade, tanto na calha quanto próximo às margens. Esta alteração no padrão de velocidade do escoamento é a variável a ser considerada nesta análise sobre o risco erosivo-hidrodinâmico.

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

Os maiores aumentos de velocidade acontecem em determinados trechos onde há estrangulamentos da seção, principalmente com a elevação natural do leito (substrato rochoso, em pedrais, por exemplo), resultando em pequenas lâminas d’água. Por outro lado, os trechos com diminuição da velocidade de escoamento, ocorrem quando a alteração da geometria da seção resulta numa melhora da eficiência das condições hidráulicas de escoamento (alargamento, por exemplo).

Essa variação entre incrementos e reduções de velocidade foi o indicador selecionado para descrever esta variável, que foi classificada, de acordo com a variação da velocidade, em 05 classes, conforme segue:

- **Baixíssimo risco** (redução na velocidade acima de 0,5 m/s);



- **Baixo risco** (redução na velocidade abaixo de 0,5 m/s);
- **Risco normal** (alterações nas velocidades inferiores a 0,1 m/s);
- **Alto risco** (aumentos na velocidade abaixo de 0,5 m/s);
- **Altíssimo risco** (aumentos na velocidade acima de 0,5 m/s).

Para o mapa das áreas de atenção, foram selecionadas as áreas de “altíssimo risco erosivo”, ou seja, áreas com aumento de velocidades, entre os cenários, superior a 0,5 m/s.

Ainda dentro das áreas de atenção foram classificadas as áreas no entorno das fozes dos cursos d’água mapeados com “foz de rio” quando da identificação das áreas importantes para a ictiofauna. O Quadro a seguir apresenta a relação desses cursos d’água.

A inclusão de fozes de cursos de água como áreas de atenção se justifica pela sua importância para o evento da piracema, migração reprodutiva de espécies de peixes que têm esse comportamento em determinada época do ano. Neste período deverá ser suspensa qualquer atividade de mineração na faixa de 500 metros a montante e à jusante da foz do curso d’água, de acordo com o que estipula a Portaria Normativa IBAMA nº 46, de 18 de outubro de 2007 que vem sendo usada como referência para o tema.

Quadro 4.1 – Relação das áreas de fozes de cursos d’água identificados como áreas importantes para a ictiofauna.

Curso d’água	Posição	Segmento da área de estudo
Rio Vacacaí	Margem direita	C
Rio Irapuá	Margem direita	C
Arroio Capané	Margem direita	C
Arroio São Nicolau	Margem direita	C
Rio Botucaraí	Margem esquerda	C
Arroio Iruí	Margem direita	C
Arroio Dom Marcos	Margem direita	B
Arroio Tabatingaí	Margem direita	B
Rio Pardo	Margem direita	B
Arroio do Couto	Margem esquerda	B
Arroio Capivari	Margem direita	B
Arroio da Porteira	Margem direita	A
Rio Taquari	Margem esquerda	A
Arroio dos Ratos	Margem direita	A

Considerando os dois descritores referidos acima, foi elaborado o Mapa das Áreas de Atenção, apresentado a seguir. Tal mapa deve ser sobreposto ao mapa de sensibilidade



(classes) decorrente do cruzamento entre os mapas temáticos, de modo a trazer elementos adicionais na análise quanto ao licenciamento das áreas de mineração, indicando, inclusive, diretrizes adicionais ao licenciamento.

Percebe-se que as áreas de atenção estão dispersas por todo o trecho de análise, sem grandes concentrações. Observa-se um pouco mais de proximidade no segmento entre Arroio Capivari e o Rio Taquari, que corresponde a uma grande extensão contígua com processos minerários.