

LEGENDA

- Sede municipal
- Rios principais
- Rodovia
- - - Limite municipal
- Rio Jacuí
- Áreas de Atenção
- Risco Erosivo Altíssimo
- Alta Erosão
- Foz de Rio



<p>Elaboração</p>	<p>RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL</p> <p>ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ</p>	<p>Contratação e fiscalização</p>
<p>Sistema de Coordenadas Geodésicas Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000 Escala: Indicada</p>	<p>Mapa 4.1 – Áreas de Atenção para mineração</p>	<p>Fonte de dados: - Sede municipal: SEMARIS (2018) - Limite municipal: SEMARIS (2018) - Limite estadual: IBGE (2019) - Rodovia: SEMARIS (2018) - Hidrografia: SEMARIS (2018) - Áreas de atenção: Profill (2020)</p>



4.4 ÁREAS IMPRÓPRIAS PARA A MINERAÇÃO

A partir da análise integrada de relatórios técnicos e mapas intermediários, com enfoque nas aptidões e restrições ambientais dentre as zonas identificadas através das rotinas e ferramentas utilizadas na elaboração deste Zoneamento, destacam-se aquelas onde, pelo conjunto de fatores e condições ambientais sensíveis foram consideradas impróprias à mineração. Estas áreas representam porções do leito fluvial e da planície de inundação com restrições ambientais importantes, que apresentam riscos ambientais inerentes e potenciais conflitos que inviabilizam a execução de extração de areia, resultando em elevado potencial de impacto.

Os critérios utilizados no estabelecimento das áreas impróprias foram gerados através da interpretação da legislação vigente, que aborda os temas correlatos à extração de areia em recurso hídrico e através de critérios técnicos. Esses critérios técnicos foram identificados a partir da integração do diagnóstico ambiental consolidado, com enfoque nas aptidões e restrições ambientais de cada subtrecho que compõem este estudo, elencando pontos, trechos ou atividades, que são ou podem ser impactadas de forma irreversível pela atividade de extração de areia. As áreas impróprias identificadas neste processo dizem respeito a:

- Interferência da mineração com pontos de captação de água para abastecimento humano;
- Interferência da mineração com pontes, estruturas e balsas;
- Interferência da mineração com áreas de lazer, balneários e praias;
- Interferência da mineração com áreas de comunidades;
- Interferência da mineração com unidades de conservação;
- Interferência da mineração em ambientes marginais.

Ao passo que foram elencadas as áreas impróprias, tornou-se necessário o estabelecimento dos parâmetros a serem utilizados para delimitar cada uma dessas áreas (Quadro 4.2). As áreas impróprias geradas pela interferência da mineração sobre pontos de captação, pontes e estruturas foram delimitadas utilizando os parâmetros estabelecidos na NRM-03 - Lavras Especiais da Portaria DNPM nº 237 de 18/10/2001. Ao longo do trecho de estudo foi possível identificar somente uma unidade de proteção integral, cuja área foi delimitada como imprópria.

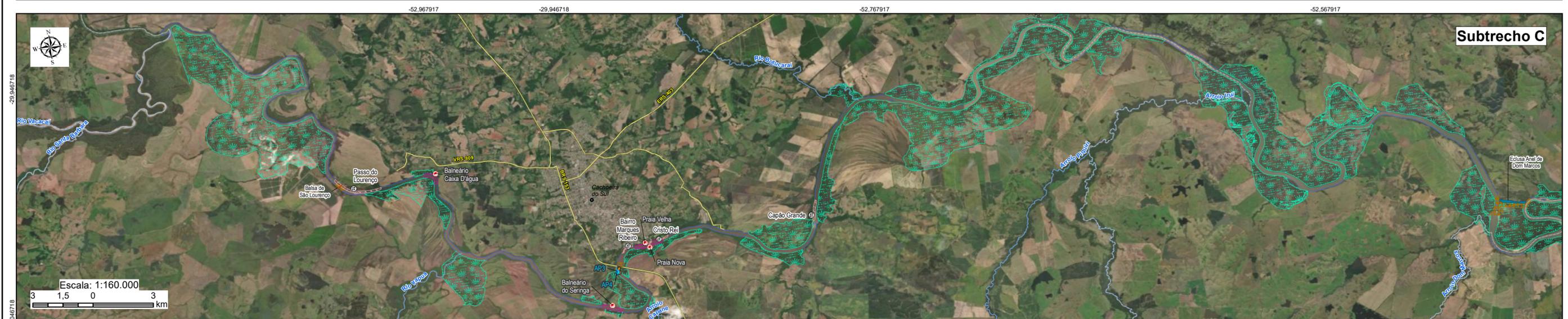
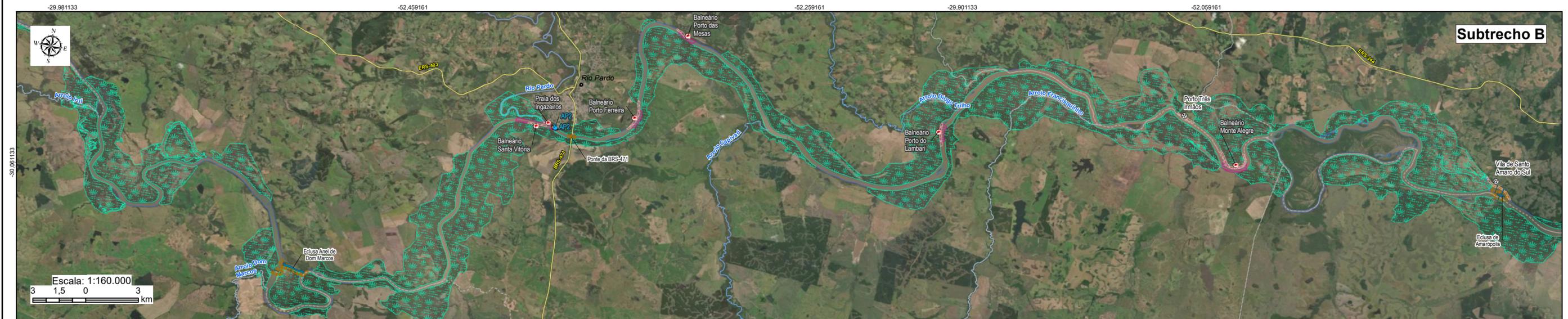
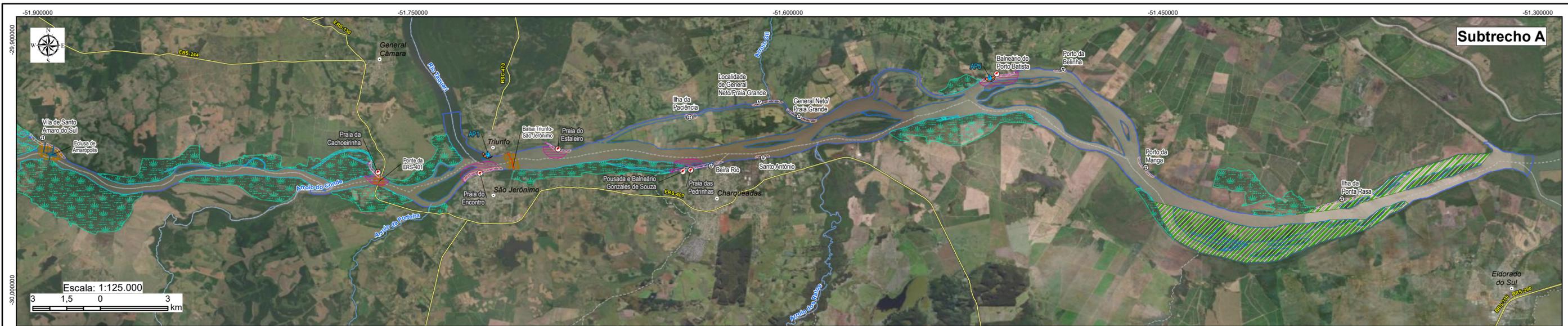


Ainda, as áreas impróprias materializadas pela interferência da mineração de areia sobre áreas de lazer, balneários, comunidades e ambientes marginais foram geradas com base em critérios técnicos, determinados a partir da minimização de impactos como segurança dos usuários, geração de ruído, impacto visual, diminuição das barras de areia utilizadas para recreação e preservação de áreas para pesca. No caso das áreas impróprias associadas aos ambientes marginais o critério utilizado foi a preservação de habitats presentes na planície de inundação, que apresentam elevada riqueza de espécies bentônicas, especialmente de organismos escavadores, e peixes, cumprindo função de berçários, refúgios e fontes de alimentação. Estes ambientes apresentam maior conectividade com o rio em época de cheia (Quadro 4.2 e Mapa 4.2).



Quadro 4.2 – Descrição dos tipos de áreas impróprias identificadas ao longo do estudo.

ID	Tipo de Área	Critério Técnico	Critério Legal	Parâmetro	Diretriz Ambiental Associada
1	Pontos de Captação para abastecimento público	Proteção da estrutura da captação e da qualidade da água considerando a geração de pluma de contaminação na atividade de dragagem ou por vazamentos de combustíveis.	NRM-03 - Lavras Especiais – Portaria ANM 237 de 18/10/2001.	Buffer de 200 m.	Elaboração de estudos de qualidade da água e dispersão da pluma de contaminação.
2	Pontes, Estruturas e Balsas	Proteção dos pilares que sustentam a superestrutura das pontes. Por analogia, neste estudo utilizou-se esta Norma para proteção das demais estruturas existentes na área de estudo.	NRM-03 - Lavras Especiais – Portaria ANM 237 de 18/10/2001.	Buffer de 200 m no entorno das pontes e demais estruturas de engenharia (eclusas).	Proibição de extração mineral nessas áreas.
3	Áreas de Lazer, Balneários e Praias	Impacto visual, geração de ruídos, segurança dos usuários, manutenção qualidade da água. Ainda, como medida para proteção da barra em pontal utilizada para estes fins, assim como manutenção da beleza cênica dos locais identificados.	Lei Estadual N.º 13.660, de 12/01/2011.	Buffer de 450 m a partir da linha de praia utilizada como Praia/Balneário.	Consultar o município sobre a localização e abrangência das áreas mapeadas em escala regional por este estudo como balneários/praias/lazer durante o processo de licenciamento.
4	Áreas de Comunidades	Impacto visual, geração de ruídos, proteção da pesca de subsistência e manutenção qualidade da água.	Lei Estadual N.º 15434 de 09/01/2020.	Faixa de 100 m a o longo das ocupações humanas nas margens do rio.	Consulta à municipalidade quanto à extensão da área de ocupação urbana e área de proteção necessária, resguardando a distância de proteção das margens de 50 metros.
5	Unidades de Conservação	Unidade de Conservação é o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Estado, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.	Lei Federal N.º 9.985, de 18/07/2000 e Lei Estadual n.º 12.371/2005, de 11/11/2015.	Limites das unidades de conservação.	Consulta ao gestor das áreas de conservação com interferência nas áreas de interesse mineral.
6	Ambientes Marginais	Os habitats presentes na planície de inundação, apresentam elevada riqueza de espécies bentônicas, especialmente de organismos escavadores, e peixes, cumprindo função de berçários, refúgios e fontes de alimentação. Estes ambientes apresentam maior conectividade com o rio em época de cheia.	Lei Federal N.º 12.651, de 25/05/2012.	Lagoas marginais terão seus contornos somados às suas APPs e à APP do rio.	Proibição de extração mineral nessas áreas.



LEGENDA

- ⊙ Sede municipal
- Rios principais
- Rodovia
- ⊘ Limite municipal
- Bañeários e Praias
- ⊙ Comunidades
- Pontos de Captação para abastecimento público
- Balsa
- Eclusa
- Ponte
- ▨ Ambientes Marginais
- ▨ Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m
- ▨ Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m
- ▨ Bañeários e Praias - Buffer de 450 m
- ▨ Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m
- ▨ Parque Estadual do Delta do Jacu



Elaboração: **PROFILL**

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

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

Contratação e fiscalização: **Fepam**

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

Mapa 4.2 - Mapa das áreas impróprias para mineração

Fonte de dados:

- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Limite estadual: IBGE (2019)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Áreas impróprias: PROFILL (2021)



Os polígonos gerados a partir da aplicação de critérios e parâmetros associados à delimitação de áreas impróprias perfazem uma área de 107,60 km². Cabe salientar, que este quantitativo se refere às áreas que se localizam na calha do rio e, também, à porção da área de estudo emersa (Quadro 4.3).

Quadro 4.3 – Quantitativos de áreas impróprias delimitadas.

Área	Áreas Impróprias (km ²)	Total de Interferência na calha do rio (km ²)
Pontos de Captação	0,26	0,26
Pontes, Estruturas e balsas	1,82	1,82
Lazer, Balneários e Praias	4,42	4,42
Comunidades	2,64	2,64
Unidades de Conservação de Proteção integral	15,01	15,01
Ambientes Marginais	83,44	0,00
Total de Áreas Impróprias	107,60	24,15
Total da Área de Estudo	148,31	148,31

As áreas impróprias de maior relevância são os ambientes marginais e a área do Parque do Delta do Jacuí, representando 78% e 15% das áreas mapeadas como impróprias, respectivamente. Ainda, cabe referência às áreas impróprias geradas pela proteção de áreas de lazer, balneários e praias, que representam 4 % do montante total das áreas impróprias (Figura 4.5).

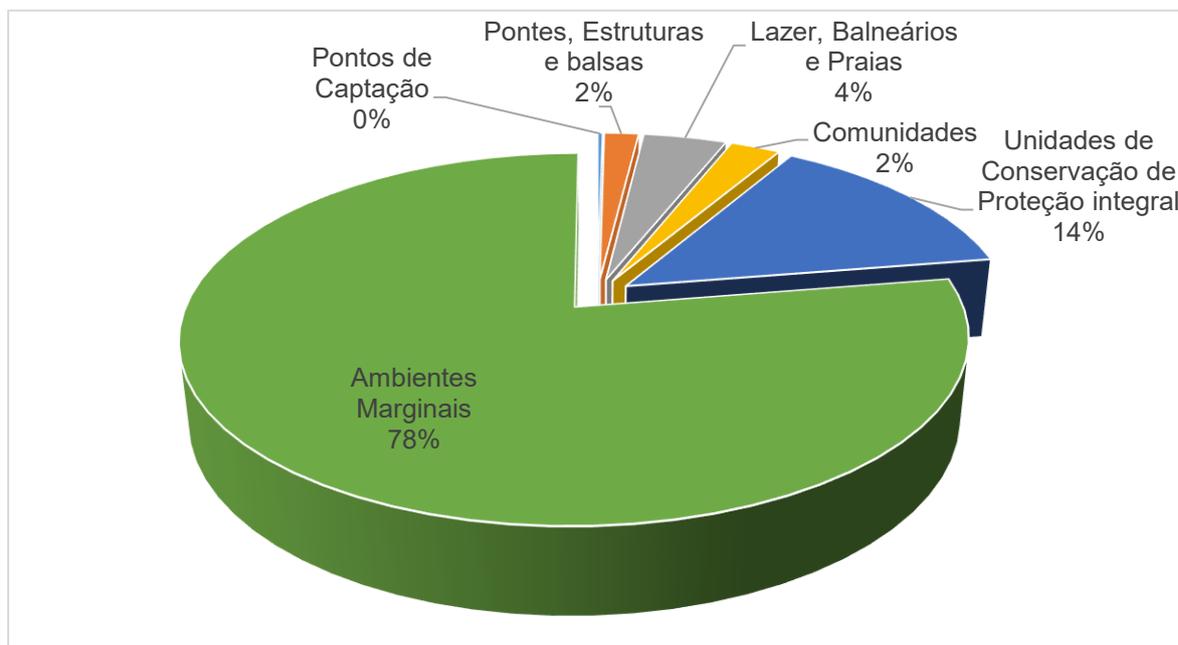


Figura 4.5 – Comparativo entre os tipos de áreas impróprias.



Quando a análise se restringe à área da calha do rio, ainda se tem a área imprópria referente às unidades de conservação como a de maior abrangência, seguindo pelas áreas de lazer, balneários e praias e, por fim, áreas impróprias associadas às comunidades, compreendendo uma área total de 24,15 km², representando cerca 16 % da área total da calha do rio abrangida pela área de estudo Quadro 4.4.

Quadro 4.4 – Comparativo das áreas mapeadas como impróprias na calha do Rio Jacuí.

Área	Áreas Impróprias na calha (km ²)	Porcentagem da área da calha (%)
Pontos de Captação	0,26	0,18
Pontes, Estruturas e balsas	1,82	1,23
Lazer, Balneários e Praias	4,42	2,98
Comunidades com pescadores e residentes	2,64	1,78
Unidades de Conservação de Proteção integral	15,01	10,12
Total	24,15	16,29

As áreas impróprias representam uma classe de zoneamento que restringe por completo a atividade de extração de areia, diferentemente das demais zonas propostas por este Zoneamento que indicam aptidões e graus de restrição para a execução da atividade minerária. O estabelecimento das áreas, foi baseado em levantamentos de dados e diagnósticos, realizados ao longo de todo o trabalho, que permitiram a identificação de temas mais críticos em cada um dos meios e compartimentos analisados. A seguir são caracterizados os impactos potenciais que se objetiva evitar e minimizar através da definição de áreas impróprias à mineração de areia, assim como elencar os critérios e parâmetros utilizados para delimitação das superfícies poligonais.

4.4.1 Pontos de Captação de Água para Abastecimento Público

As áreas impróprias à mineração de areia, referentes aos pontos de captação de água bruta do Rio Jacuí, foram contempladas em função dos efeitos que a atividade minerária pode acarretar, trazendo prejuízos aos usuários do sistema de captação e às atividades econômicas desenvolvidas nas cidades abastecidas. Tais impactos potenciais podem estar associados aos seguintes aspectos:

- Manutenção da qualidade da água no entorno do ponto de captação, principalmente no que se refere a turbidez e sólidos suspensos totais;
- Acidentes com derramamento de combustíveis a montante do ponto de captação;
- Proteção das estruturas de bombeamento e canais de aproximação.



Para o estabelecimento da área imprópria à mineração de areia referente à captação de água para consumo humano utilizou-se como referência o critério da segurança das estruturas de engenharia, que está determinada na NRM – 03 da Portaria DNPM nº 237 de 18/10/2001, que aprova as Normas Reguladoras de Mineração - NRM, de que trata o art. 97 do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967.

A utilização do parâmetro estabelecido na Norma se justifica, pois, a captação de água no Rio Jacuí ocorre com a utilização de estruturas de bombeamento, estruturas de engenharia composta por canais de aproximação e tubulações.

Como parâmetro para estabelecimento do *buffer* da área imprópria foi identificado o ponto de captação através dos dados disponibilizados pelo SIOUT - Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul. Os pontos de captação humana identificados no SIOUT foram os seguintes:

- Ponto de Captação Porto Batista
- Ponto de Captação Triunfo
- Ponto de Captação Rio Pardo
- Ponto de Captação Cachoeira do Sul

A área imprópria gerada a partir dos pontos selecionados tem forma semicircular, abrangendo 200 metros para montante e jusante, assim como para o interior no canal (Figura 4.6).



Figura 4.6 – Croqui do estabelecimento da área imprópria em ponto de captação.



Como diretriz ao licenciamento ambiental indica-se a necessidade de intensificar as solicitações referentes a estudos de dispersão de pluma de contaminação gerada pela extração de areia, assim como execução e amostragens de área logo a jusante do ponto de captação.

4.4.2 Pontes, Estruturas e Balsas

Como critério legal que orienta a delimitação das áreas impróprias associadas a existência de pontes, estruturas de engenharia e travessia de balsas está a NRM – 03 da Portaria DNPM nº 237 de 18/10/2001, que *aprova as Normas Reguladoras de Mineração - NRM, de que trata o art. 97 do Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967.*

A Portaria disciplina o aproveitamento racional das jazidas, considerando-se as condições técnicas e tecnológicas de operação, de segurança e de proteção ao meio ambiente, já a NRM- 03 trata das lavras especiais tipo dragas flutuantes, que entre outras regulamentações estabelece o afastamento mínimo de 200 m (duzentos metros) para a operação de dragas junto aos pilares de sustentação de pontes.

Considerando as condições técnicas e tecnológicas de segurança na operação de dragas flutuantes, foi estendido o mesmo critério de delimitação de áreas impróprias para proteger outros tipos de estruturas de engenharia e transporte por balsas, que existem ao longo da calha do Rio Jacuí na área de estudo. Tais pontos foram identificados a partir da localização em imagens de satélite e ao longo das atividades de campo realizadas no âmbito do diagnóstico ambiental. Tal identificação gerou topônimos que foram utilizados para o estabelecimento das áreas impróprias.

- Ponte RS – 401;
- Ponte BR – 471;
- Eclusa Amarópolis;
- Eclusa de Dom Marco; e
- Balsa Triunfo-São Jerônimo.

O parâmetro utilizado para o estabelecimento da abrangência da área imprópria para pontes utilizou a borda da superestrutura das pontes, criando a partir desta linha um buffer de 200 metros para montante e jusante, abrangendo a totalidade do trecho (Figura 4.7).



Figura 4.7 – Croqui do estabelecimento da área imprópria na ponte da ERS-401.

Para as demais estruturas de engenharia presentes na área de estudo foi adaptado o princípio existente na NRM-03, delimitando o *buffer* a partir da totalidade das estruturas que compõem a intervenção no rio e não somente das estruturas que transpassam o leito do rio. Para o caso da Eclusa de Amarópolis, a área imprópria também levou em conta a Marina de Santo Amaro (Figura 4.8).

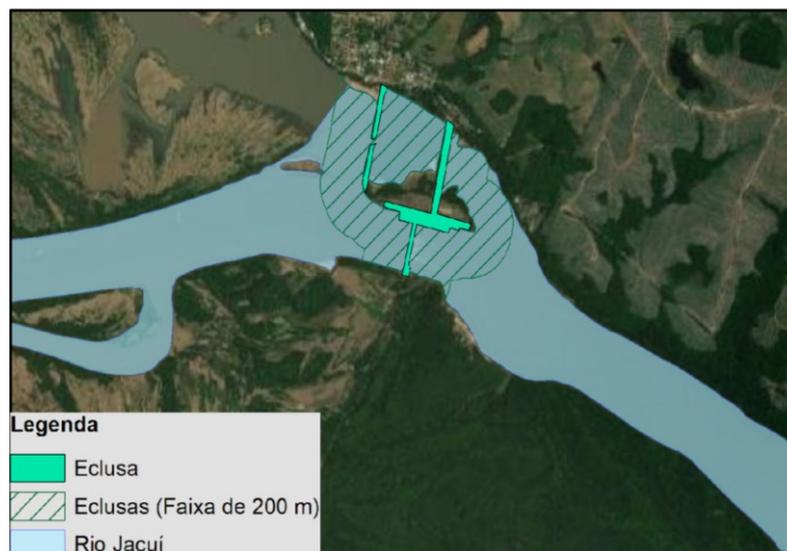


Figura 4.8 – Croqui do estabelecimento da área imprópria junto a Eclusa de Amarópolis e Marina de Santo Amaro.

Como o sistema de travessias transversais de passageiros e de veículos por sistema de balsas não conta com legislação própria para delimitação de área de segurança, utilizou-



se o princípio existente na NRM-03. Nas hidrovias transversais existentes ao longo do trecho de estudo, foi delimitado um buffer de 200 metros a partir da linha principal de movimentação das balsas como área imprópria para operação de dragas de extração de areia. (Figura 4.9).



Figura 4.9 – Croqui do estabelecimento da área imprópria junto a linha de movimentação das Balsas entre as cidades de Triunfo-São Jerônimo.

4.4.3 Áreas de Lazer, Balneários e Praias

Estas áreas foram contempladas em função dos efeitos que a atividade minerária pode acarretar, trazendo transtornos aos moradores, turistas e às atividades de lazer, recreação, esportes, pesca e demais atividades econômicas desenvolvidas nesses locais, considerando aspectos como:

- Geração de ruídos e vibrações;
- Perda da qualidade da água;
- Acidentes com derramamento de combustíveis;
- Risco de acidentes para banhistas e pequenas embarcações, devido à operação de dragas e formação de depressões no leito do rio;
- Impacto visual.

Como critério legal que orienta a delimitação das áreas impróprias associadas aos balneários está a Lei n.º 13.660, de 12 de janeiro de 2011, que altera a Lei nº 8.676, de 14 de julho de 1988, que determina a obrigatoriedade de demarcação das áreas de pesca, lazer ou recreação, nos municípios com orla marítima, lacustre ou fluvial. A Lei apresenta, no seu Art. 1º, que “os municípios que em seu território tiverem praias banhadas por lagoas ou rios



deverão demarcar, nas áreas centrais de todos os seus balneários, no prazo de 60 (sessenta) dias, numa extensão de 450m (quatrocentos e cinquenta metros), os locais destinados aos desportos de diferentes modalidades, à recreação e ao lazer em geral”.

Para delimitação das áreas de balneários contempladas no presente item, as informações foram extraídas de dados de órgãos oficiais, tais como as Prefeituras Municipais e Secretaria do Desenvolvimento Econômico e Turismo. Tais pontos foram identificados a partir da localização em imagens de satélite, gerando topônimos, observados ainda nas atividades de campo realizadas no âmbito do diagnóstico ambiental. Os pontos identificados como balneários e praias são listados abaixo.

Quadro 4.5 – Pontos utilizados para definição das áreas impróprias referente aos balneários e praias.

Nome	Definição	Longitude	Latitude
Balneário Caixa D'água	Balneários e áreas de lazer	-52,9728	-30,0102
Balneário do Porto Batista	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,5165	-29,9136
Balneário do Seringa	Balneários e áreas de lazer	-52,9024	-30,0796
Balneário Monte Alegre	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,0308	-29,9542
Balneário Porto das Mesas	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3185	-29,9377
Balneário Porto do Lambari	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,1836	-29,9639
Balneário Porto Ferreira	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3381	-29,9838
Balneário Santa Vitória	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,387	-29,9967
Pousada e Balneário Gonzales de Souza	Balneários e áreas de lazer	-51,642	-29,9527
Praia da Cachoeirinha	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,764	-29,9529
Praia das Pedrinhas	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,6389	-29,9521
Praia do Encontro	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,7232	-29,9533
Praia do Estaleiro	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,692	-29,9436
Praia dos Ingazeiros	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3812	-29,9939
Praia Nova	Balneários e áreas de lazer	-52,8822	-30,0561
Praia Velha	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,8841	-30,0539

A determinação do buffer de 450 m ocorreu com base nos pontos levantados a campo e a partir da delimitação da linha de praia por meio de imagem de satélite (Figura 4.10).



Figura 4.10 – Área imprópria gerada pela presença dos Balneário Porto Batista.

Como diretriz ao licenciamento ambiental indica-se a necessidade de consultar o município em relação à localização e abrangência das áreas mapeadas por este estudo como lazer/balneários/praias, objetivando avaliar potenciais impactos de empreendimentos em relação a esses locais.

4.4.4 Comunidades com pescadores residentes

Assim como os balneários, as áreas de comunidades com pescadores residentes ao longo do rio, que tem relação direta com o mesmo, foram contempladas em função dos efeitos que a atividade minerária pode acarretar, trazendo conflitos com moradores e atividades econômicas desenvolvidas nesses locais, considerando aspectos como:

- Geração de ruídos e vibrações;
- Segurança dos usuários;
- Proteção da atividade pesqueira;
- Manutenção da qualidade da água;
- Acidentes com derramamento de combustíveis;
- Impacto visual.



A delimitação da área imprópria para proteção das comunidades associadas ao Rio Jacuí considerou uma distância de 100 m a partir da margem, visando assegurar a manutenção de suas atividades e interação com o rio do ponto de vista social e econômico, considerando as territorialidades estabelecidas nas proximidades das localidades onde residem.

As informações referentes às áreas de comunidades associadas ao Rio Jacuí foram extraídas de dados de órgãos oficiais, tais como as Prefeituras Municipais e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Os pontos foram identificados a partir da localização em imagens de satélite, gerando topônimos, observados ainda nas atividades de campo realizadas no âmbito do diagnóstico ambiental. Os pontos identificados como lazer, balneários, praias e comunidades são listados abaixo.

Quadro 4.6 – Pontos utilizados para definição das áreas impróprias referente às comunidades.

Nome	Definição	Longitude	Latitude
Praia Velha	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,8841	-30,0539
Balneário Santa Vitória	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,387	-29,9967
Praia dos Ingazeiros	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3812	-29,9939
Balneário Porto Ferreira	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3381	-29,9838
Balneário Porto das Mesas	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,3185	-29,9377
Balneário Porto do Lambari	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,1836	-29,9639
Balneário Monte Alegre	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-52,0308	-29,9542
Vila de Santo Amaro do Sul	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,8981	-29,9391
Praia da Cachoeirinha	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,764	-29,9529
Praia do Encontro	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,7232	-29,9533
Praia do Estaleiro	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,692	-29,9436
Praia das Pedrinhas	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,6389	-29,9521
Balneário do Porto Batista	Balneários e áreas de lazer / Comunidade com pescadores residentes	-51,5165	-29,9136
Passo do Lourenço	Comunidade com pescadores residentes	-53,0099	-30,0117
Bairro Marques Ribeiro	Comunidade com pescadores residentes	-52,8918	-30,0544
Cristo Rei	Comunidade com pescadores residentes	-52,8777	-30,0531
Capão Grande	Comunidade com pescadores residentes	-52,8087	-30,052
Porto Três Irmãos	Comunidade com pescadores residentes	-52,061	-29,9338
Ilha da Paciência	Comunidade com pescadores residentes	-51,6393	-29,931
Beira Rio	Comunidade com pescadores residentes	-51,6306	-29,9504
Localidade de General Neto/Praia Grande	Comunidade com pescadores residentes	-51,6114	-29,9248
Santo Antônio	Comunidade com pescadores residentes	-51,6098	-29,9472



Nome	Definição	Longitude	Latitude
General Neto/ Praia Grande	Comunidade com pescadores residentes	-51,5955	-29,9308
Porto da Belinha	Comunidade com pescadores residentes	-51,4899	-29,9118
Porto da Manga	Comunidade com pescadores residentes	-51,4568	-29,951
Ilha da Ponta Rasa	Comunidade com pescadores residentes	-51,3784	-29,9635

Para delimitação das áreas impróprias geradas pela presença de comunidades foi observada linha de margem com presença de residências unifamiliares e arruamentos, determinando a partir desta linha um *buffer* de 100 metros em direção ao leito do rio conforme abaixo.

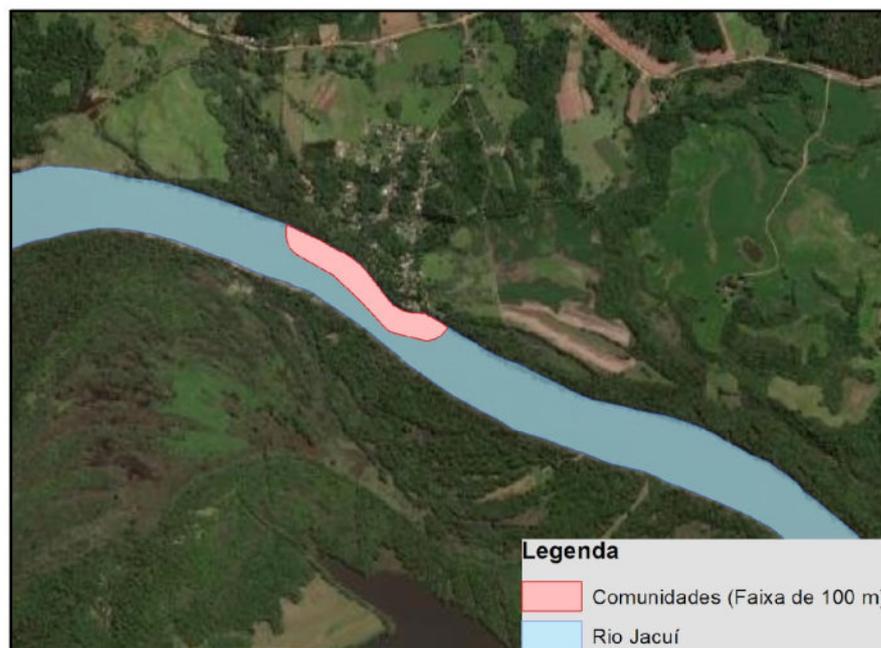


Figura 4.11 – Exemplo de delimitação de área imprópria à mineração de areia gerada pela presença de comunidade.

Como diretriz ao licenciamento ambiental, quando as poligonais de interesse minerários se localizarem próximo a malhas urbanas consolidadas às margens do Rio Jacuí, se indica a consulta à municipalidade quanto a delimitação da área ocupada e a extensão das áreas impróprias à mineração, por meio de certidão de viabilidade da Prefeitura Municipal relativa ao atendimento às diretrizes municipais de desenvolvimento e plano diretor (uso do solo) e sobre a localização do empreendimento quanto a áreas urbanas e a presença de áreas de recreação e lazer nas margens, dentro do segmento a ser licenciado.

Indica-se ainda a necessidade de estudos mais detalhados sobre os locais de pesca caso o licenciamento ocorra próximo a comunidade com pescadores. A análise da atividade pesqueira deve incluir a aplicação de entrevistas junto a representantes e profissionais atuantes e/ou residentes no segmento a ser minerado e ao longo de uma distância mínima a



partir dos limites da área de lavra de 1 km a montante e 5 km a jusante, visando traçar o perfil da atividade no trecho sob influência do empreendimento

4.4.5 Unidades de Conservação

Como critério legal que orienta a delimitação das áreas impróprias associadas à existência de unidades de conservação foram consideradas as Lei Federal N° 9.985, de 18 de julho de 2000 e Lei Estadual nº 12.371/2005, *que regulamenta e institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e que institui o Parque Estadual Delta do Jacuí.*

Nos levantamentos executados ao longo deste estudo foi possível identificar seis unidades de conservação na área de estudo. Dessas áreas somente a área do PE Delta do Jacuí foi incorporada às áreas impróprias (Figura 4.11):

- APA da Ilha Dona Antônia.
- RPPN Sítio Porto da Capela.
- APA Gerdau.
- APA Delta do Jacuí.
- APA Lagoa de Amarópolis.
- PE Delta do Jacuí.

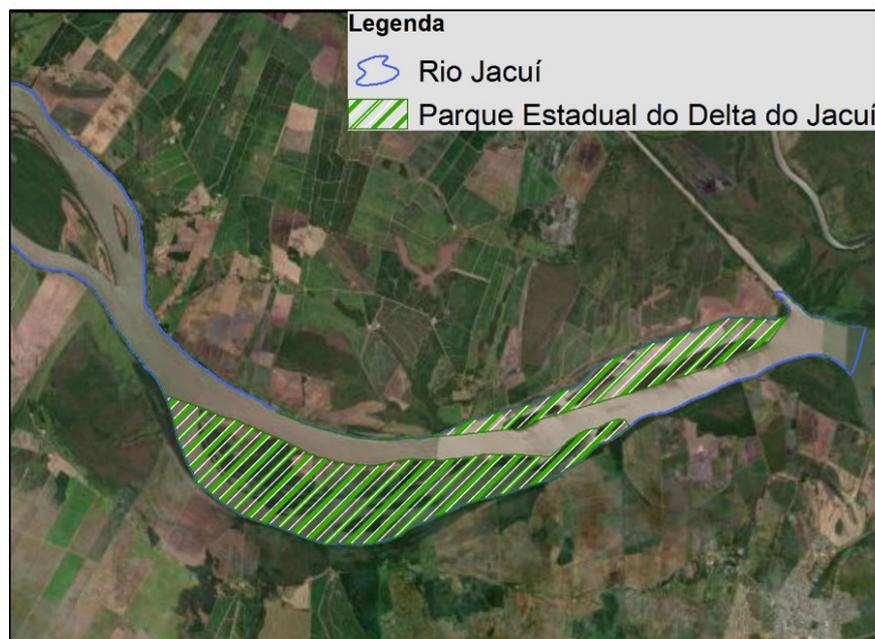


Figura 4.12 – Área do Parque Estadual Delta do Jacuí.



Como diretriz ao licenciamento ambiental indica-se a necessidade de consulta aos responsáveis pelas Unidades de Conservação, quando a mineração se localizar na zona de amortecimento das mesmas.

4.4.6 *Ambientes Marginais*

Os ambientes marginais, presentes na planície de inundação, representam habitats com maior tempo de residência (piscina isolada ou lagoa, *backwater*, *forewater* e embaçamento), o qual varia em função do nível de conectividade ao canal principal.

O pulso de cheia do rio e a distância entre estes habitats e o canal principal são os fatores que determinam o nível de conectividade. Estes habitats apresentam elevada riqueza espécies de peixes e de macroinvertebrados bentônicos, especialmente de organismos escavadores, representados por bivalves, insetos aquáticos, entre outros organismos, uma vez que apresentam maior estabilidade e produtividade, quando comparados ao canal principal.

Além disso, representam áreas de refúgio, alimentação e berçário para formas jovens de peixes migradores e espécies de menor porte. Em cenário de alta conectividade, em época de cheia, ocorrem trocas entre os habitats citados e o rio, facilitando a dispersão de espécies e o aporte de nutrientes.

A delimitação destes ambientes constitui na soma da área do corpo hídrico e de sua APP, conforme as leis federais 12.651/2012 e 12.727/2012.

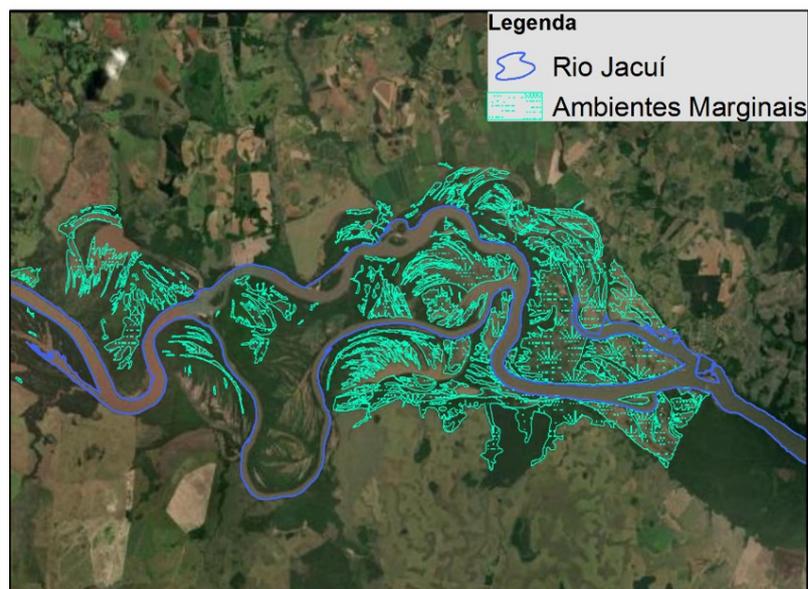


Figura 4.13 – Exemplo de delimitação de área imprópria gerada pelos ambientes marginais.



Cabe ressaltar que o Brasil é signatário da Convenção da Diversidade Biológica (2010), aprovada em Decreto Legislativo nº 2, de 1994, se comprometendo em: promover a proteção de ecossistemas, habitats naturais e manutenção de populações viáveis de espécies em seu meio natural; assim como recuperar e restaurar ecossistemas degradados e promover a recuperação de espécies ameaçadas, mediante, entre outros meios, a elaboração e implementação de planos e outras estratégias de gestão. Também é signatário da Convenção Ramsar, comprometendo-se a proteger várzeas, também denominadas de planícies de inundação, que são áreas marginais a cursos d'água sujeitas a enchentes e inundações periódicas, e proteger áreas úmidas, especialmente as de importância internacional, como preconiza a Lei nº 12.727, de 2012.



5 ZONEAMENTO AMBIENTAL DA MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ

A Lei 6.938/81, que institui a Política Nacional de Meio Ambiente, em seu art. 9º prevê alguns instrumentos para sua efetivação, dentre os quais está o Zoneamento Ambiental, sendo também um dos instrumentos enunciados na Política Estadual de Meio Ambiente (Lei Estadual nº 15.434, de 9 de janeiro de 2020). Trata-se de um instrumento que visa conciliar atividades de exploração de recursos naturais com a proteção ambiental, uma vez que, por meio da regulamentação do uso de bens ambientais, torna-se possível definir onde e de que forma uma dada atividade pode e deve se desenvolver, além de determinar restrições e limitações em função da necessária proteção ambiental.

Como ferramenta de planejamento ambiental, o zoneamento tem como objetivo compatibilizar o uso dos recursos naturais, nesse caso, extração de areia, com demandas e características ambientais da região bem como com especificidades vinculadas aos impactos da atividade, respeitando a aplicação dos preceitos legais, incluindo nesse último conjunto, planos de programas existentes relacionados ao tema. A meta final de um zoneamento é a compatibilização do uso racional dos recursos ambientais com a proteção dos ecossistemas.

O Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí objetiva estabelecer diretrizes para o licenciamento ambiental a partir da avaliação de características que definem a sensibilidade ambiental das áreas avaliadas.

A delimitação de zonas teve como base duas vertentes de acesso a informações: i) a consulta a dados secundários, ou seja processos de licenciamento ambiental existentes e publicações científicas contendo estudos realizados na região, vinculados ao tema da mineração de areia ou ainda, aos aspectos avaliados na concepção do diagnóstico ambiental; e ii) estudos ambientais específicos, realizados em campo, visando conhecer as características de aspectos socioeconômicos e componentes do ecossistema em que está inserido o trecho do Rio Jacuí e que são potencialmente afetados pela mineração de areia.

Neste documento, o Capítulo “3 – Diagnóstico Consolidado” apresenta a seleção de temas estudados (descritores), o detalhamento das metodologias, análises de dados e resultados obtidos.

O trabalho foi concebido e desenvolvido com direcionamento para a obtenção de dados que pudessem ser incorporados em bases cartográficas que, por sua vez, permitissem aplicação de técnicas de geoprocessamento tanto para sua análise e apresentação por tema,



quanto para a integração do conjunto de descritores através de análise multicritério. Para tanto, aplicou-se o método da matriz de Saaty em uma oficina conjunta entre equipe técnica da consultora e equipe da Fepam.

Desse esforço conjunto foram obtidos os pesos para os descritores, através dos quais foi possível elaborar o produto da análise integrada que foi denominado “Mapa Síntese dos Descritores” e que representa a base do zoneamento propriamente dito.

Os seis descritores selecionados a partir dos estudos de diagnóstico estão apresentados no quadro a seguir e possuem as seguintes características:

Quadro 5.1 – Descritores e respectivos pesos utilizados na análise integrada do diagnóstico ambiental; número de observações em campo, descrição de cada classe utilizada para mapeamento dos temas e respectiva valoração.

Descritor	Peso (%)	Nº de pontos	Características	Valoração
Morfodinâmica das margens	29,6	316	Margem com rocha	1
			Margem com solo e vegetação ciliar sem erosão	2
			Margem com solo, vegetação ciliar e princípio de erosão	3
			Margem com solo, pouca vegetação e/ou princípio de erosão	4
			Margem com erosão ou sem vegetação	5
Leito estável (Bedrock)	8,3	166	Mais de 5 m de espessura de sedimentos acima do bedrock	1
			Entre 3 e 5 m de espessura	2
			Entre 1 e 3 m de espessura	3
			Espessura de sedimentos acima do bedrock menor do que 1 metro	4
Ambientes da Ictiofauna	22	358	Praias	1
			Foz de arroio	2
			Foz de rio	3
			Ambientes marginais	4
Mesohabitats bentônicos	27,7	357	Mesohabitats com elevada instabilidade (<i>Run</i>), na calha principal, com granulometria grosseira (areia, seixo ou lajeado), e riqueza reduzida. Centro do canal do trecho meandrante e anastomosado	1
			Mesohabitats com instabilidade moderada (<i>Run</i>), na calha principal, com granulometria predominantemente arenolodosa, e riqueza reduzida. Centro do canal no trecho retilíneo e entrelaçado	2
			Mesohabitats na planície de inundação, transicionais, com	3



Descritor	Peso (%)	Nº de pontos	Características	Valoração
			estabilidade moderada, com maior conectividade à calha (ex.: <i>backwater</i> , <i>forewater</i> embaçamento), com predominância de sedimentos arenosos; Foz de rio	
			Mesohabitats na planície de inundação, transitacionais, com elevada estabilidade, com pouca ou nenhuma conectividade à calha (ex.: piscinas isoladas), exceto em período de cheia, com predominância de sedimentos finos; Mesohabitats marginais como áreas deposicionais (ex.: barras em pontal, margens de ilhas e barras longitudinais, ou praias), com registros de organismos bentônicos, especialmente escavadores; Foz de arroio	4
Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre	4,1	100	Manchas isoladas ou com conexão limitada à área de estudo	1
			Manchas com conexão que extrapola a área de estudo, mas não se estende por longas distâncias	2
			Manchas com conexão que extrapola a área de estudo a longas distâncias	3
Socioeconomia	8,3	98	Pontos de captação industrial, para irrigação ou para dessedentação animal	1
			Aglomerados populacionais	2
			Pontos de captação para abastecimento público, balneários, praias e áreas urbanas	3

Além dos levantamentos de dados em campo, que incluíram os descritores dos meios físico, biótico e socioeconômico descritos no quadro anterior, foi implementado um modelo hidrossedimentométrico que permitiu verificar o potencial erosivo e variações na deposição de sedimentos a partir de condições previamente relativas ao fluxo hídrico e à intensidade da exploração de areia ao longo de toda a área de estudo.

Essa modelagem permitiu a identificação de locais de “altíssimo risco erosivo hidrodinâmico” (aqueles com aumentos na velocidade das águas acima de 0,5 m/s) e de “alta erosão” (onde ocorreu rebaixamento da conta de sedimentos maior do que 0,5 m). Tais informações compõem uma das camadas de informações deste zoneamento, denominada “áreas de atenção”.



Também foram incorporadas às áreas de atenção uma faixa de segurança de 500 m no entorno das áreas de foz dos principais rios que afluem ao Rio Jacuí e nas quais a atividade de mineração deverá ser restrita no período da piracema, para garantir a reprodução dos peixes que sobem esses afluentes como parte de seu ciclo reprodutivo.

Além do mapa síntese dos descritores e das áreas de atenção, o zoneamento é também composto por um conjunto de locais em que a atividade de mineração não será permitida, em função de restrições legais e infralegais e devido a características ambientais que os torna especialmente sensíveis do ponto de vista da conservação da vida silvestre. Essa camada de informações foi denominada “áreas impróprias”.

Esse conjunto de informações cartográficas constitui o mapa final do zoneamento que estará composto pela seguinte legenda, vinculada a níveis diferenciados de exigência quanto ao licenciamento ambiental ou mesmo sem possibilidade de exploração de areia:

- Classe 1: Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2: Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3: Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4: Sensibilidade Ambiental Alta
- Áreas de Atenção – porções do território em que deverão ser conduzidos estudos e programas de monitoramento específicos voltados para potencial de risco de erosão em função das condições hidrodinâmicas e áreas de foz dos principais afluentes do Rio Jacuí no trecho avaliado;
- Áreas Impróprias – porções do território em que não será permitida a exploração de areia.

Para cada zona, foram estabelecidas diretrizes que irão orientar os procedimentos necessários ao licenciamento da atividade extrativa, assim como definidas medidas de precaução a serem adotadas para que a mineração de areia se processe da forma a mais sustentável possível, garantindo a salvaguarda das características ambientais mais relevantes identificadas no estudo. O próximo capítulo aborda as diretrizes e medidas preventivas sugeridas para incorporação nas exigências para cada zona a serem incorporadas aos futuros processos de licenciamento ambiental.



5.1 CLASSES DE SENSIBILIDADE

O estabelecimento das diretrizes de licenciamento está associado diretamente à classificação definida no “mapa síntese” resultante dos procedimentos de análise integrada desenvolvidos, e inclui também a avaliação da distribuição das “Áreas de Atenção” e das “Áreas Impróprias”.

As quatro classes que compõem o mapa síntese e que definem, em última instância, a sensibilidade ambiental do trecho do Rio Jacuí avaliado são as seguintes:

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Neste capítulo são feitas análises da distribuição das classes de sensibilidade na área de estudo, assim como descritas suas características mais marcantes. As menções feitas aos aspectos quantitativos nos itens relativos à descrição das classes apresentados a seguir estão associadas às áreas totais das classes do mapa síntese, antes da eliminação das poligonais das ilhas e das áreas impróprias, como será oportunamente discutido.

Também são feitas considerações relativas aos três segmentos em que se divide a área de estudo (A = jusante; B = segmento intermediário e C = montante), avaliando tanto as áreas de cada segmento como suas extensões lineares, como pode ser visto no quadro a seguir.

Quadro 5.2 – Segmentos da subdivisão da área de estudo no Rio Jacuí.

Segmentos	ha	% área	km	% extensão
C (Montante)	1.957,9	13,2%	100,1	38,3%
B (Intermediário)	4.679,0	31,5%	98,7	37,7%
A (Jusante)	8.202,6	55,3%	62,8	24,0%
TOTAL	14.839,6	100 %	261,7	100 %

5.1.1 Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa

A Classe 1 – Sensibilidade Muito Baixa corresponde a 36,2% do total da área do mapa síntese e é a classe de maior área no mesmo.



Essa classe apresenta uma maior concentração no segmento A da área de estudo, com 51,3% de suas áreas nesse trecho. O segmento A, que tem início no entorno da barragem de Amarópolis, é o de maior área, somando 55,3% do total avaliado, embora seja o mais curto quando se consideram as extensões lineares, parâmetro em que o segmento A corresponde a 24% do total.

Algumas áreas de Classe 1 apresentam extensões lineares expressivas, como ocorre no trecho que vai da porção mais alta de montante até as proximidades da cidade de Cachoeira do Sul e no que está situado no entorno do Anel de Dom Marco.

O maior polígono da Classe 1 encontra-se no segmento A da área de estudo, com 1.936 ha, mas que sofre uma redução significativa (66,8%) em função da sobreposição com o Parque Estadual Delta do Jacuí.

5.1.2 Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa

A exemplo do que ocorre com a Classe 1, as áreas de sensibilidade baixa ocorrem em maior proporção no segmento A da área de estudo, com 45,7% do total da classe nesse trecho.

Em termos da proporção entre as classes, essa classe tem a segunda maior área, correspondendo a 32,8% do total. A Classe 2 é ainda a que conta com o maior número de polígonos, com 22 manchas, com as maiores extensões lineares localizadas no trecho C, com uma área contínua de 958 ha a jusante da cidade de Cachoeira do Sul.

Há ainda áreas conjuntas expressivas à altura dos municípios de Vale Verde e Minas do Leão, assim como no entorno da foz do rio Taquari.

5.1.3 Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média

A Classe 3 – Sensibilidade Média ocorre somente nos segmentos A e B, com 70,6% do total da classe no primeiro.

Suas áreas somam 24,4% do total avaliado, em sete polígonos, sendo que o maior deles totaliza 1.946 ha e é o maior polígono do mapa síntese. Iniciando-se a montante da cidade de Charqueadas, estende-se até a altura do arroio Passo Fundo, afluente da margem esquerda do Rio Jacuí. Esse polígono tem, ainda, a peculiaridade de ter duas poligonais embebidas de áreas pertencentes à classe 4, descritas a seguir.



A área mais a montante dessa que é a segunda classe de maior sensibilidade está situada em um trecho que o Rio Jacuí corre inteiramente dentro do município de Rio Pardo, a montante de Vale Verde e Minas do Leão e estende-se por cerca de 10 km, com uma área de 372 ha.

5.1.4 Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

Como ocorre com a Classe 3, a Classe Sensibilidade Alta é encontrada apenas nos trechos A e B e corresponde a 6,5% da área avaliada, em seis polígonos individualizados, com 68,4% das áreas mapeadas nessa classe situadas no segmento A.

A primeira área dessa classe, de montante para jusante, está localizada a montante da barragem de Amarópolis, com 263 ha e estendendo-se por cerca de 4,2 km.

A maior área registrada nessa classe tem 311 ha e encontra-se junto à margem esquerda do Rio Jacuí, onde este faz a divisa entre Triunfo e Charqueadas. Essa poligonal, juntamente com uma situada um pouco mais a montante, nas proximidades do núcleo urbano de Charqueadas, encontra-se no interior de uma mancha de Classe 3, formando um conjunto que se destaca do ponto de vista do agrupamento de classes de maiores sensibilidade.

5.1.5 Quantificação das superfícies do Mapa do Zoneamento

As quantificações relativas às superfícies ocupadas pelas classes de sensibilidade apresentam distintas possibilidades de abordagem, a partir do encadeamento lógico adotado para a construção do mapa síntese e seus desdobramentos.

Como a elaboração do mapa síntese se deu a partir da avaliação de um envoltório que abarcava o Rio Jacuí na forma de um polígono único e sem interrupções, alguns ajustes são necessários para que os quantitativos das áreas estejam mais adequados à realidade da superfície a ser efetivamente zoneada.

As análises feitas a partir da distribuição espacial das classes do mapa síntese na área de estudo revelam que 69% da área de estudo foi classificada como sendo de sensibilidade baixa a muito baixa. As classes de maior sensibilidade se resumem a cerca de 30% do total da área, cabendo referência à classe de sensibilidade alta representa somente 6,5% do total da área (Quadro 5.3).



Quadro 5.3 – Distribuição espacial das classes do mapa síntese.

Classe	Área (ha)	%	Área Média (ha)
1 – Muito Baixa	5.371,5	36,2%	358,1
2 – Baixa	4.872,0	32,8%	221,4
3 – Média	3.626,7	24,4%	518,1
4 – Alta	969,4	6,5%	161,6
TOTAL	14.839,6	100 %	314,8

A primeira redução da área total avaliada se dá quando se subtrai do mapa síntese as áreas das ilhas encontradas no trecho do Rio Jacuí avaliado. Essas ilhas somam cerca de 4.400 hectares e sua superfície corresponde a 29,7% do total do mapa síntese. Por se tratar de locais em que não é permitida a atividade de mineração de areia, a supressão das ilhas para fins de quantificação visa tornar mais objetiva a avaliação do efeito das áreas impróprias sobre o total de áreas efetivamente disponíveis para a atividade minerária.



Quadro 5.4 – Distribuição espacial das classes do mapa síntese após a exclusão das ilhas.

Classe	ha	%	Área média (ha)
1 – Muito Baixa	4.080,5	39,1%	272,0
2 – Baixa	3.884,8	37,2%	176,6
3 – Média	1.786,3	17,1%	255,2
4 – Alta	681,5	6,5%	113,6
TOTAL	10.433,1	100 %	208,7

Uma vez gerado o mapa síntese sem a superfície das ilhas, foram também descontadas dos totais das classes de sensibilidade as poligonais das “áreas impróprias” e, com esse processo de eliminação das sobreposições, as áreas do mapa síntese passam a apresentar os quantitativos sintetizados no quadro a seguir.

Quadro 5.5 – Distribuição espacial das classes do mapa síntese com a exclusão das áreas impróprias.

Classe	ha	%	Área média (ha)
1 – Muito Baixa	2.818,1	34,5%	188,2
2 – Baixa	3.173,2	38,7%	166,8
3 – Média	1.567,2	19,1%	223,7
4 – Alta	622,7	7,6%	155,6
TOTAL	8.181,2	100 %	181,8

A elaboração do mapa síntese redundou na subdivisão da área de estudo em 50 polígonos em que se distribuem as quatro classes de sensibilidade identificadas. Com a eliminação das áreas impróprias, estes 50 polígonos foram reduzidos a 45, em função de sobreposições verificadas. A eliminação dessa sobreposição com as áreas impróprias resultou em uma redução de 21,6% da área do mapa síntese, já tendo sido descontadas anteriormente as áreas das ilhas.

Quando se avaliam os quantitativos dos polígonos do mapa síntese remanescentes, observa-se uma predominância da Classe 2 e 1 com as duas classes de maior sensibilidade totalizando 11 polígonos, o que corresponde a 24% do total e, em termos de área, a cerca de 15% do território do mapa final do zoneamento.

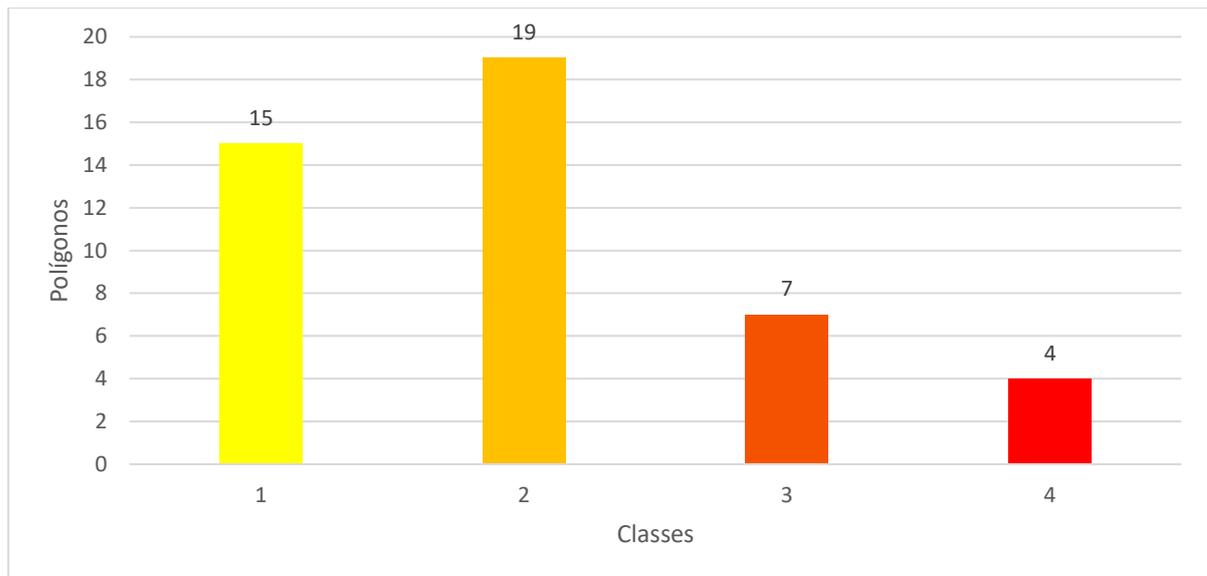


Figura 5.1 – Quantidade de polígonos por classe de sensibilidade.

A Figura 5.2 a seguir ilustra o encadeamento dos processos descritos neste capítulo e que levaram à consolidação do mapa do zoneamento.

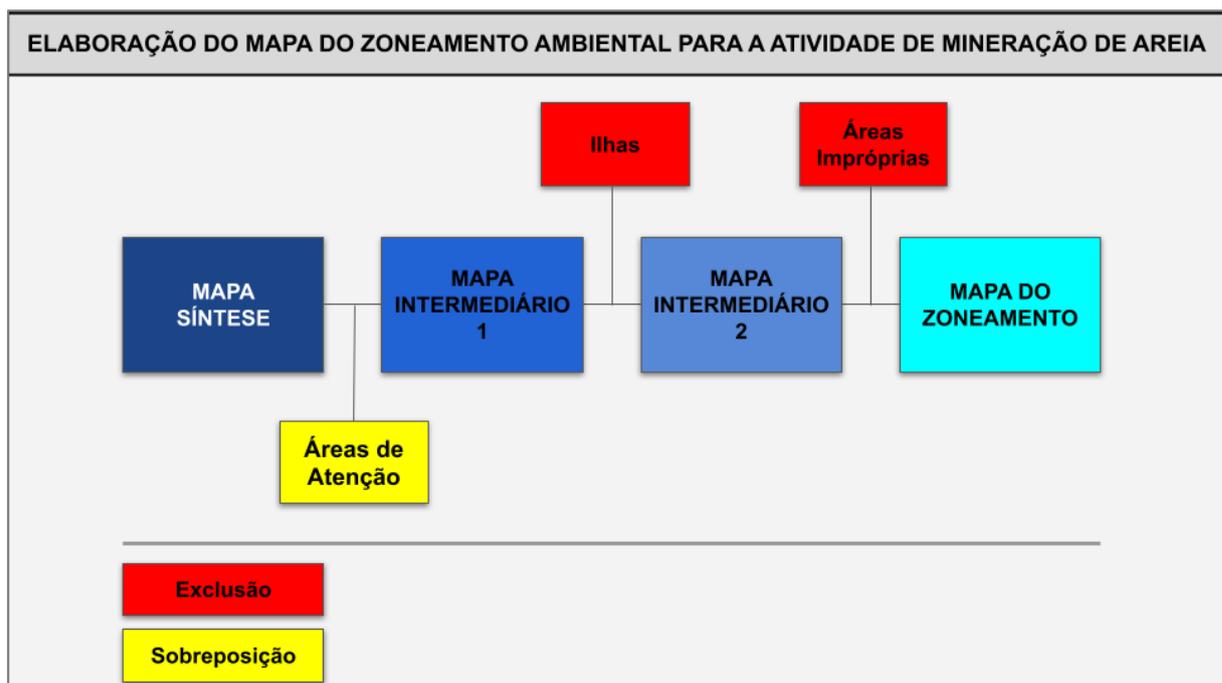


Figura 5.2 – Passo a passo da produção do mapa do zoneamento a partir do mapa síntese do diagnóstico ambiental.

O Quadro 5.6 a seguir apresenta a distribuição das classes de sensibilidade, considerando tanto as áreas originais do mapa síntese como as exclusões associadas às ilhas e às áreas impróprias, assim como a sobreposição das áreas de atenção. Esse quadro está estruturado a partir da relação do conjunto dos polígonos gerados no mapa síntese, considerando os seguintes campos:



- **Ordem** – Organiza os polígonos de montante para jusante;
- **Classe** – Classe de SENSIBILIDADE do mapa síntese;
- **Code** – Identifica cada polígono gerado no mapa síntese através de três caracteres no padrão “Xhx”, em que:
 - Letra maiúscula = segmento do rio, de acordo com o Termo de Referência que orientou o zoneamento;
 - Número = classe do mapa síntese;
 - Letra minúscula = ordenação alfabética da classe no segmento, de montante para jusante.
- **Área Total (ha)** – Áreas dos polígonos originais do mapa síntese;
- **Área 2 (ha)** – Áreas dos polígonos do mapa síntese após a eliminação das ilhas;
- **Área 3 (ha)** – Áreas dos polígonos do mapa síntese (Área 2) após a eliminação das áreas impróprias;
- **Redução** – Redução percentual da “Área 2” após a supressão das áreas impróprias;
- **AA (ha) (Áreas de Atenção)** – Superfície das Áreas de Atenção sobreposta a cada uma das poligonais do mapa síntese;
- **Áreas de Atenção (AA)** – Tipologia das Áreas de Atenção identificadas nas poligonais do mapa síntese.
- **Descritores Predominantes** – Análise visual da incidência dos hot spots dos seis descritores no entorno das poligonais definidas. Essa informação apresenta um caráter complementar, haja vista o encadeamento do processo de elaboração do mapa síntese, em que os hot spots constituem dados de entrada, mas não podem ser comparados diretamente com o produto da análise integrada.



Quadro 5.6 – Caracterização das Classes de sensibilidade e áreas de atenção identificadas no Zoneamento.

Ordem	Classe	Code	Área total (ha)	Área 2 (ha)	Área 3 (ha)	Redução	AA (ha)	Áreas de Atenção (AA)	Descritores predominantes
1	1	C1a	523,85	523,36	473,1222919	9,6%	4,02	RE/FR	Leito Estável (Bedrock); socioeconomia
2	2	C2a	47,51	47,51	43,23648854	9,0%	17,71	FR	Morfodinâmica das Margens; Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre
3	1	C1b	182,44	182,44	143,3571279	21,4%	19,44	FR	Socioeconomia; Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre
4	2	C2b	125,27	125,10	116,6982531	6,7%	7,89	FR	Mesohabitats bentônicos; Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre
5	1	C1c	6,80	6,80	6,800188843	0,0%	6,73	FR	Leito Estável (Bedrock)
6	2	C2c	958,02	931,55	730,0138863	21,6%	14,34	RE	Leito Estável (Bedrock); Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos
7	1	C1d	104,58	104,27	104,2374057	0,0%	-	-	Leito Estável (Bedrock)
8	2	C2d	9,46	9,46	4,313547097	54,4%	0,65	TS	Morfodinâmica das Margens
9	1	B1a	906,58	906,07	480,4855965	47,0%	70,56	RE/TS/FR	Leito Estável (Bedrock)
10	2	B2a	23,88	23,88	23,87078883	0,0%	-	-	Leito Estável (Bedrock)
11	1	B1b	36,38	36,38	35,85387327	1,4%	-	-	Morfodinâmica das Margens
12	2	B2b	148,86	143,82	87,05574857	39,5%	28,18	FR	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
13	1	B1c	79,33	79,33	52,16576205	34,2%	-	-	Ambientes da Ictiofauna
14	2	B2c	111,44	111,44	92,15412188	17,3%	22,52	FR	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
15	1	B1d	127,20	127,20	125,8648307	1,0%	-	-	Ambientes da Ictiofauna
16	2	B2d	94,02	94,02	93,97671985	0,0%	37,72	FR	Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos
17	3	B3a	372,44	366,88	339,7391404	7,4%	93,63	RE/TS	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos; Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre
18	2	B2e	260,14	260,14	260,0093126	0,1%	51,51	TS	Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos; Conectividade de manchas de vegetação para a fauna terrestre
19	1	B1e	86,78	70,04	70,00508106	0,1%	6,06	RT/TS	Ambientes da Ictiofauna



Ordem	Classe	Code	Área total (ha)	Área 2 (ha)	Área 3 (ha)	Redução	AA (ha)	Áreas de Atenção (AA)	Descritores predominantes
20	2	B2f	268,63	268,63	182,0998216	32,2%	32,37	TS	Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos
21	3	B3b	30,69	22,39	22,37395594	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos
22	2	B2g	349,82	74,83	74,33277083	0,7%	28,93	RE/TS	Ambientes da Ictiofauna; Mesohabitats bentônicos
23	1	B1f	564,40	98,33	98,27225634	0,1%	-	-	Mesohabitats bentônicos
24	3	B3c	540,23	129,48	121,7172623	6,0%	4,19	RE	Leito Estável (Bedrock); Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos
25	2	B2h	234,23	88,12	87,45690644	0,8%	1,47	RE	Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos
26	4	B4a	262,98	206,39	206,2675066	0,1%	7,94	TS	Leito Estável (Bedrock); Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos
27	4	B4b**	42,74	42,74	-	100,0%	-	-	Leito Estável (Bedrock); Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos
28	4	B4c**	0,52	0,52	-	100,0%	-	-	Leito Estável (Bedrock); Morfodinâmica das Margens; Mesohabitats bentônicos
29	3	B3d	124,13	113,17	65,05693528	42,5%	-	-	Leito Estável (Bedrock); Mesohabitats bentônicos
30	2	B2j	6,05	6,05	0,016518278	99,7%	-	-	Mesohabitats bentônicos
31	2	B2i**	7,57	7,57	-	100,0%	-	-	Mesohabitats bentônicos
32	1	A1a	272,61	254,39	235,9412442	7,3%	88,15	RE/TS	Mesohabitats bentônicos
33	2	A2a	33,40	30,02	29,99745647	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens
34	1	A1b	39,58	39,58	39,55030269	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens
35	2	A2b	241,58	220,33	215,1326937	2,4%	52,77	TS	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
36	2	A2c**	23,20	23,20	-	100,0%	-	-	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
37	3	A3a	271,65	183,76	157,6290322	14,2%	28,44	RE/FR	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
38	2	A2d	813,14	732,87	604,2417316	17,6%	153,43	FR	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
39	2	A2e**	7,76	7,76	-	100,0%	-	-	Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
40	3	A3b	1.946,30	806,73	735,9402687	8,8%	66,57	FR	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia



Ordem	Classe	Code	Área total (ha)	Área 2 (ha)	Área 3 (ha)	Redução	AA (ha)	Áreas de Atenção (AA)	Descritores predominantes
41	4	A4a	124,72	67,02	55,04793675	17,9%	-	-	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
42	4	A4b	311,55	159,68	159,5667176	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
43	4	A4c	226,91	205,16	201,3762852	1,8%	-	-	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna; socioeconomia
44	3	A3c	341,28	163,85	123,7824861	24,5%	-	-	Morfodinâmica das Margens; socioeconomia
45	2	A2f	633,20	275,02	270,6556579	1,6%	-	-	Morfodinâmica das Margens
46	1	A1c	397,45	212,11	211,9528822	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens
47	2	A2g	80,92	80,68	76,38855217	5,3%	-	-	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna
48	1	A1d	1.936,64	1.333,37	638,3225247	52,1%	58,55	TS	Morfodinâmica das Margens
49	2	A2h	393,88	322,76	178,3020033	44,8%	71,14	TS	Morfodinâmica das Margens; Ambientes da Ictiofauna
50	1	A1e	106,87	106,87	106,7837355	0,1%	-	-	Morfodinâmica das Margens

* RE = risco erosivo altíssimo; TS = transporte de sedimentos – alta erosão; FR = Foz de rio

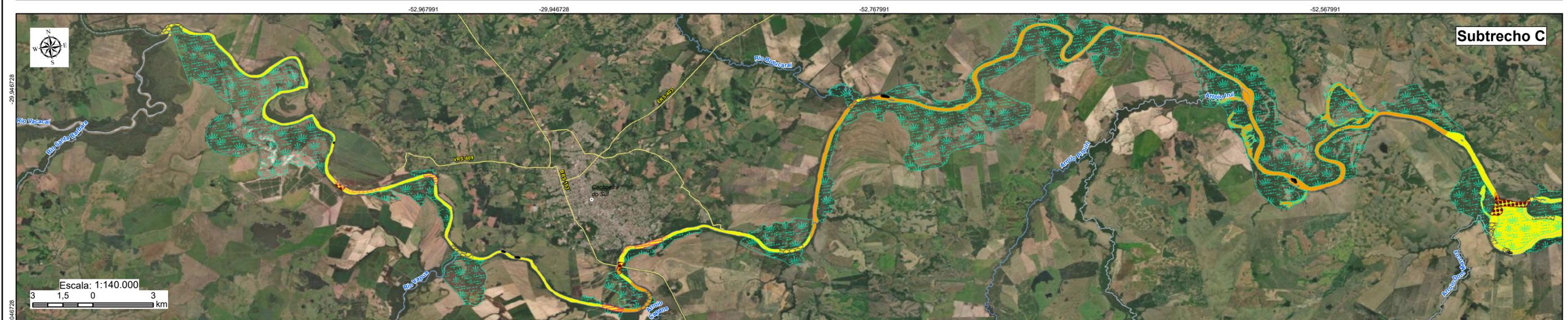
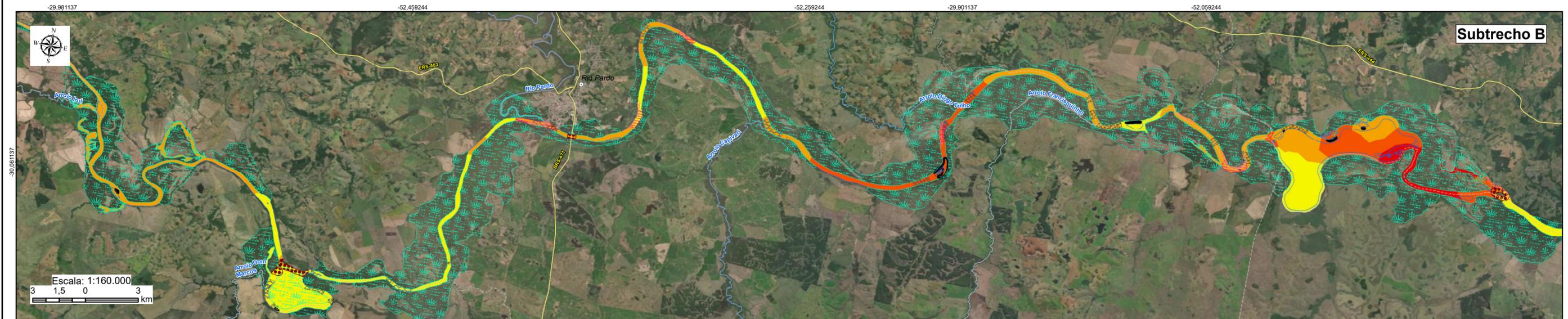
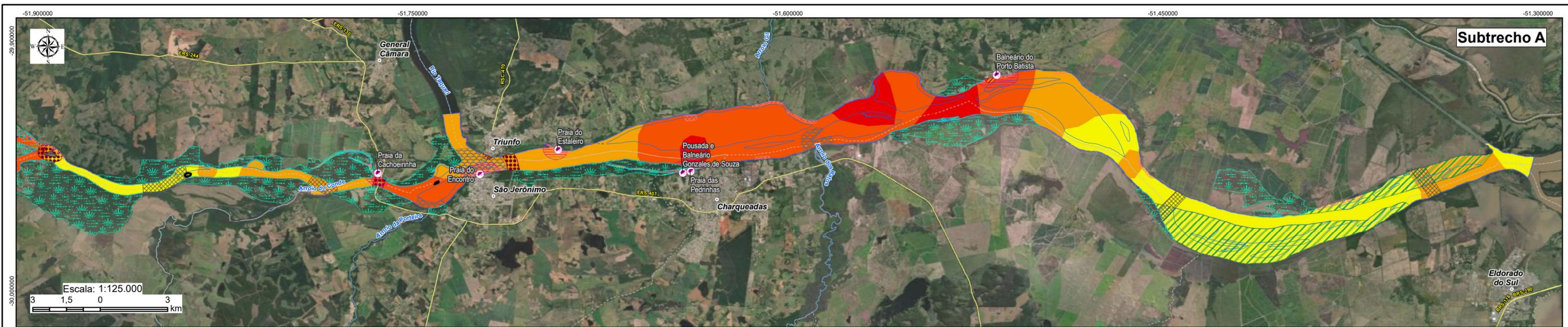
** Poligonais do mapa síntese inteiramente eliminada pela sobreposição de áreas impróprias.



O Mapa 5.1 a seguir, apresenta os resultados cartográficos do processo de construção do Zoneamento Ambiental da Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí, a partir dos quais foram estabelecidas as diretrizes voltadas à regulação da atividade no recorte espacial avaliado neste documento.

Na sequência, o Mapa 5.2 apresenta os locais passíveis de mineração de acordo com o Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí.

O Anexo A apresenta o mapa temático final, referente ao zoneamento ambiental, na escala 1:250.000 (mapa índice). Na sequência, são apresentados os mapas do Zoneamento, de forma contígua, na escala 1:25.000, possibilitando visualizar as informações com maior detalhamento.

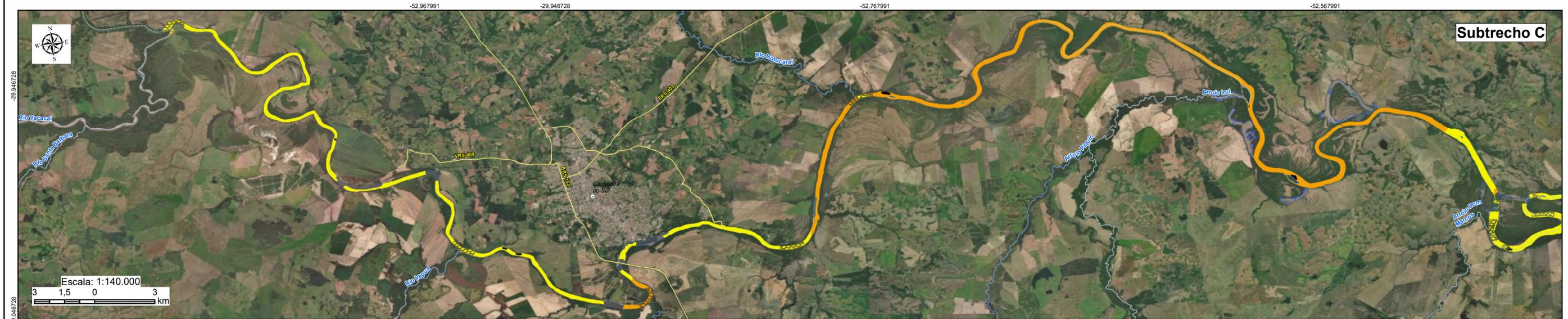
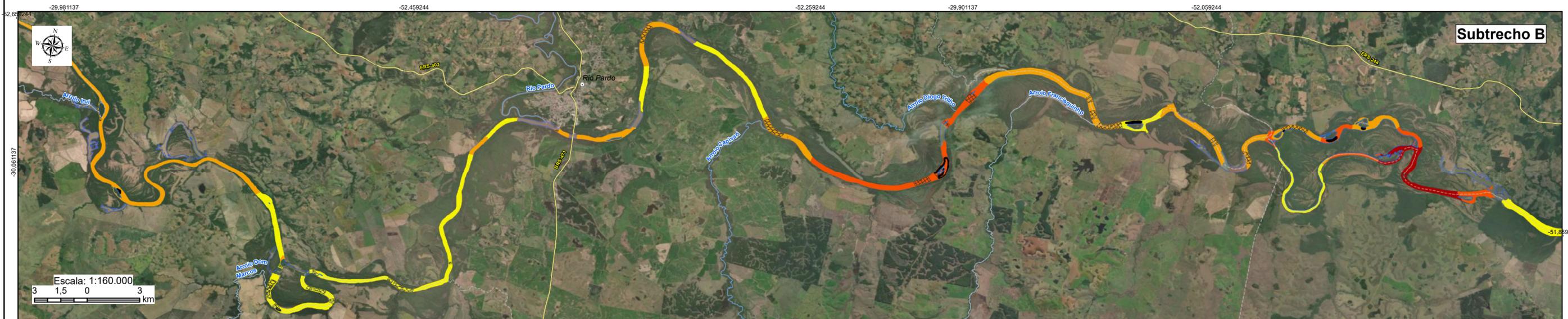
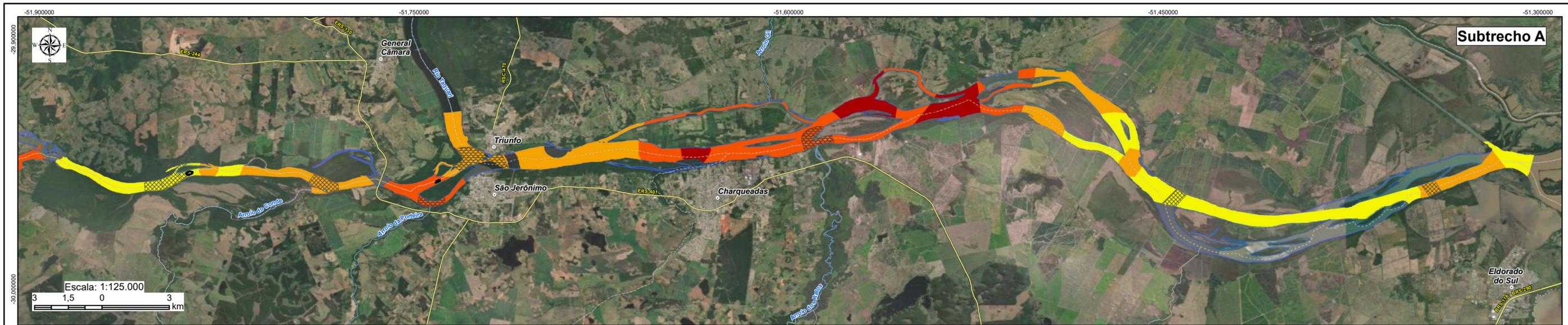


LEGENDA

- | | | | |
|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ Sede municipal — Rios principais — Rodovia □ Limite municipal | <p>Áreas impróprias</p> <ul style="list-style-type: none"> ▨ Ambientes Marginais ▨ Pontos de Captação para abastecimento público - Buffer de 200 m ▨ Áreas de Comunidades - Buffer de 100 m ▨ Balneários e Praias - Buffer de 450 m ▨ Pontes, Estruturas e Balsas - Buffer de 200 m ▨ Parque Estadual do Delta do Jacuí | <p>Áreas de Atenção</p> <ul style="list-style-type: none"> ▨ Risco Erosivo Altíssimo ▨ Alta Erosão ▨ Foz de Rio | <p>Mapa Síntese</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa ■ Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa ■ Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média ■ Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta |
|--|--|---|--|



<p>Elaboração</p>	<p>RT8 - RELATÓRIO DE DIAGNÓSTICO CONSOLIDADO, ANÁLISE INTEGRADA E ZONEAMENTO AMBIENTAL</p> <p>ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA A ATIVIDADE DE MINERAÇÃO DE AREIA NOS CURSOS MÉDIO E BAIXO DO RIO JACUÍ</p>	<p>Contratação e fiscalização</p>
<p>Sistema de Coordenadas Geodésicas Sistema Geodésico de Referência SIRGAS2000 Escala: Indicada</p>	<p>Mapa 5.1 – Mapa do Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí</p>	<p>Fonte de dados: - Sede municipal: SEMARIS (2018) - Limite estadual: IBGE (2019) - Hidrografia: SEMARIS (2018) - Áreas impróprias, áreas de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)</p>



LEGENDA

- Sede municipal
- Rios principais
- Rodovia
- - - Limite municipal
- Áreas de Atenção
- ▨ Risco Erosivo Altíssimo
- ▩ Alta Erosão
- ▩ Foz de Rio
- Mapa Síntese
- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta



Elaboração

PROFILL

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

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

Contratação e fiscalização

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

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

Fonte de dados:
- Sede municipal: SEMARS (2018)
- Limite municipal: SEMARS (2018)
- Hidrografia: SEMARS (2018)
- Área de atenção e zoneamento: PROFILL (2021)



6 DIRETRIZES AMBIENTAIS

O Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Cursos Médio e Baixo do Rio Jacuí, objetiva estabelecer diretrizes para o licenciamento ambiental tendo como meta a proteção dos ecossistemas e o uso racional dos recursos ambientais, obtido através da execução de estudos ambientais, visando conhecer os ecossistemas da região e suas variantes. A execução, integração e interpretação destes estudos formaram a base para o estabelecimento das diretrizes e condicionantes que formataram o zoneamento ambiental.

As diretrizes ambientais representam os resultados deste Zoneamento Ambiental a serem implementados pelo órgão ambiental na condução das atividades licenciamento ambiental de extração de areia no Rio Jacuí. O estabelecimento dessas diretrizes foi obtido através da consolidação da classificação definida no mapa síntese e a avaliação da distribuição das áreas de atenção. As quatro classes associadas às áreas de atenção definem, em última instância, a sensibilidade ambiental do trecho do Rio Jacuí avaliado, sendo as seguintes:

- Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média
- Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta
- Áreas de Atenção: áreas de alta erosão, altíssimo risco erosivo em função das condições hidrodinâmicas, bem como foz dos principais afluentes do Rio Jacuí.

As diretrizes ambientais serão apresentadas elencando diretrizes gerais e específicas. As diretrizes gerais são todas que perpassam as classes de sensibilidade ambiental definidas no Zoneamento e as diretrizes específicas são as que tem vinculação direta com determinadas classes de sensibilidade ambiental.

6.1 DIRETRIZES AMBIENTAIS GERAIS

- Manter afastamento de 50 metros das margens do Rio Jacuí durante a operação de dragas, por princípio de precaução.
- Realizar estudo em escala de detalhe, mapeando e identificando a composição geológica da superfície do leito estável (bedrock), bem como a(s) cota(s) de sua ocorrência devidamente referenciada(s) a um Datum Vertical utilizado, por meio do emprego de métodos diretos e indiretos de investigação.



- Monitorar a integridade das feições da geomorfologia fluvial do leito principal, quanto à sinuosidade, áreas de deposição (barras em pontal, barras longitudinais isentas de vegetação e ilhas vegetadas) e de erosão, com a finalidade de manter os atributos naturais da calha do rio.
- Empregar como medida compensatória dos empreendimentos de mineração a recuperação das margens e matas ciliares apontadas pela Estudo da FZB realizado no escopo deste zoneamento (Anexo C).
- Executar estudo da dispersão da pluma de sedimentação oriunda da atividade de dragas. Quando em operação, deverá ser realizada amostragem de água para identificar a qualidade da água em diferentes pontos da pluma. Além disso, deverá ser realizado mapeamento da dimensão e dispersão da pluma, com o uso de ferramentas que permitam avaliar as concentrações de sólidos em suspensão, tal como imageamentos remotos.
- Consultar os planos de manejo quanto a definição das zonas de amortecimento em Unidades que já possuem plano de manejo aprovado, pois para o licenciamento de áreas de interesse minerário localizadas a 10 km dessas Unidades é necessária a autorização do Órgão Gestor da Unidade de Conservação. De igual forma, para Unidades de Conservação sem plano de manejo aprovado, as áreas de interesse minerários localizadas a 3 km, deverão solicitar a autorização do Órgão Gestor da Unidade de Conservação ou órgão responsável pela sua criação.
- Assegurar faixa mínima de 100 m sem atividade de mineração, a partir da linha de margem, quando da ocorrência de comunidades/ocupações humanas na faixa de 500 m abrangida pelo zoneamento.
- Avaliar a existência de conflitos entre a atividade de mineração e os modos de utilização do rio por pescadores, comunidades residentes, população em geral, incluindo manifestações culturais.
- Avaliar o nível de pressão sonora considerando a norma ABNT NBR 10151/2020 ou regulamentação municipal mais restritiva, quando a área de influência incidir sobre populações.
- Assegurar um buffer de 200 m livres de atividade mineradora no entorno de trecho de travessia de balsas, pontes e outras estruturas.



- Assegurar buffer de 450 m, livre de atividade mineradora, a partir da linha de margem ao leito do rio, no entorno de Áreas de Lazer, Balneários e Praias, conforme Lei n.º 13.660, de 12 de janeiro de 2011.
- Assegurar buffer de 200 m, livre de atividade mineradora, a partir da linha de margem ao leito do rio, no entorno dos pontos de captação de água para abastecimento humano.
- Deverá ser considerada manifestação do poder público municipal quanto à viabilidade do empreendimento, contemplando os múltiplos usos das margens e do rio, e eventuais restrições.
- Poderá ser solicitado detalhamento da ocupação e uso do solo, durante os procedimentos de avaliação em escala local, na faixa de 500 m abrangida pelo zoneamento. Por exemplo, o mapeamento de ocupação e uso do solo nas margens poderá apresentar: a delimitação dos usos associados às atividades antrópicas, áreas urbanas, identificação de comunidades, estabelecimentos de lazer, pontos de captação de água para abastecimento público, Áreas de Preservação Permanente, remanescentes florestais, unidades de conservação, zonas de amortecimento e reserva legal, pontos turísticos, patrimônio histórico-cultural e arqueológico. Diferenciação, quando houver das tipologias de uso do solo, por exemplo, industrial, residencial, agrícola. Identificar através de pesquisa junto ao comércio e atividades de lazer, quando, for o caso, a tipologia e os principais períodos nos quais ocorrem atividade de turismo ou lazer. A escala mínima para os mapas de ocupação e uso do solo será definida no Termo de Referência para atividade.



6.2 DIRETRIZES AMBIENTAIS ESPECIFICAS

6.2.1 Classe 1 – Sensibilidade Ambiental Muito Baixa

6.2.1.1 Erosão das Margens

- Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico, incluindo relatório fotográfico, documentando as margens do rio a cada 100 metros, através de fotografias perpendiculares ao alinhamento da margem, com registro da coordenada do ponto de obtenção da margem e apresentação de mapa índice com a plotagem dos pontos onde foram registradas as fotos. A diretriz proposta visa fornecer subsídios para o conhecimento dos processos morfológicos do rio associados à evolução das margens erosivas e conservativas ao longo desta classe.

6.2.1.2 Contaminação Sedimento

- Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais (Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel), principalmente nos Pontos 5 (latitude: -29,93236, longitude: -51,57154) a jusante da foz do arroio dos Ratos, Pontos 15 (latitude: -29,98426, longitude: -52,17906) e 16 (latitude: -29,97789, longitude: -52,26828) próximos as fozes dos arroios Capivari e Diego Trilho, e no Ponto 18 (latitude: -29,99513, longitude: -52,38126) próximo a foz do Rio Pardo.

6.2.1.3 Biota Aquática

- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.
- Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.



- Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.

6.2.2 Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa

6.2.2.1 Erosão das Margens

- Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico, incluindo relatório fotográfico, documentando as margens do rio a cada 100 metros, através de fotografias perpendiculares ao alinhamento da margem, com registro da coordenada do ponto de obtenção da margem e apresentação de mapa índice com a plotagem dos pontos onde foram registradas as fotos. A diretriz proposta visa fornecer subsídios para o conhecimento dos processos morfológicos do rio associados à evolução das margens erosivas e conservativas ao longo desta classe.

6.2.2.2 Contaminação Sedimento

- Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais (Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel), principalmente nos Pontos 5 (latitude: -29,93236, longitude: -51,57154) a jusante da foz do arroio dos Ratos, Pontos 15 (latitude: -29,98426, longitude: -52,17906) e 16 (latitude: -29,97789, longitude: -52,26828) próximos as fozes dos arroios Capivari e Diego Trilho, e no Ponto 18 (latitude: -29,99513, longitude: -52,38126) próximo a foz do Rio Pardo.

6.2.2.3 Biota Aquática

- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.
- Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto



às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.

- Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.

6.2.3 Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média

6.2.3.1 Erosão das Margens

- Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico, incluindo relatório fotográfico, documentando as margens do rio a cada 100 metros, através de fotografias perpendiculares ao alinhamento da margem, com registro da coordenada do ponto de obtenção da margem e apresentação de mapa índice com a plotagem dos pontos onde foram registradas as fotos. A diretriz proposta visa fornecer subsídios para o conhecimento dos processos morfológicos do rio associados à evolução das margens erosivas e conservativas ao longo desta classe.
- Efetuar monitoramento quantitativo da evolução da linha de margem, para as margens com perfil erosivo, sugerindo-se a metodologia de pinos, estacas ou método das perfilagens sucessivas (Borges, 2004; Correa; Filho, 2009), assim como a utilização de sensoriamento remoto.

6.2.3.2 Contaminação Sedimento

- Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais (Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel), principalmente nos Pontos 5 (latitude: -29,93236, longitude: -51,57154) a jusante da foz do arroio dos Ratos, Pontos 15 (latitude: -29,98426, longitude: -52,17906) e 16 (latitude: -29,97789, longitude: -52,26828) próximos as fozes dos arroios Capivari e Diego Trilho, e no Ponto 18 (latitude: -29,99513, longitude: -52,38126) próximo a foz do Rio Pardo.

6.2.3.3 Biota Aquática

- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.



- Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.
- Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.
- Realizar estudos da cobertura, riqueza e biomassa relativa da comunidade de macrófitas aquáticas, especialmente, anfíbias, emergentes e flutuantes fixas ao substrato, para mineração em barras, e assim avaliar a estabilidade destes ambientes.
- Identificar os mesohabitats presentes na planície de inundação (leito maior) que apresentam maior conectividade com o a calha do Rio Jacuí (leito menor), sendo relevantes, como área de refúgio, alimentação e reprodução de macroinvertebrados bentônicos.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância da comunidade de peixes incluindo zonas a montante e jusante do trecho avaliado privilegiando os ambientes importantes para a ictiofauna, e contemplando o período de primavera-verão em locais como margens do rio, fozes de afluentes e conexões com ambientes marginais.
- Avaliar índices ecológicos referentes às comunidades ictiofaunísticas, abrangendo minimamente diversidade, equitabilidade e dominância.
- Mapear a ocorrência de espécies ícticas ameaçadas, raras, migratórias e endêmicas, caracterizando seus habitats.
- Avaliar afluentes do Rio Jacuí e conexões com ambientes marginais, sob a óptica de possíveis interferência da mineração em processos reprodutivos, seja deslocamentos migratórios ou acesso a berçários, e a áreas de alimentação da ictiofauna. O parecer conclusivo deve ser claro quanto à probabilidade de impactos sobre estes ambientes e seus reflexos na manutenção de todas as comunidades aquáticas.



6.2.4 Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta

6.2.4.1 Erosão das Margens

- Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico, incluindo relatório fotográfico, documentando as margens do rio a cada 100 metros, através de fotografias perpendiculares ao alinhamento da margem, com registro da coordenada do ponto de obtenção da margem e apresentação de mapa índice com a plotagem dos pontos onde foram registradas as fotos. A diretriz propostas visa fornecer subsídios para o conhecimento dos processos morfológicos do rio associados à evolução das margens erosivas e conservativas ao longo desta classe.
- Efetuar monitoramento quantitativo da evolução da linha de margem, para as margens com perfil erosivo, sugerindo-se a metodologia de pinos, estacas ou método das perfilagens sucessivas (Borges, 2004; Correa; Filho, 2009), assim como a utilização de sensoriamento remoto.

6.2.4.2 Contaminação Sedimento

- Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais (Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel), principalmente nos Pontos 5 (latitude: -29,93236, longitude: -51,57154) a jusante da foz do arroio dos Ratos, Pontos 15 (latitude: -29,98426, longitude: -52,17906) e 16 (latitude: -29,97789, longitude: -52,26828) próximos as fozes dos arroios Capivari e Diego Trilho, e no Ponto 18 (latitude: -29,99513, longitude: -52,38126) próximo a foz do Rio Pardo.

6.2.4.3 Biota Aquática

- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.
- Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.



- Realizar estudos da cobertura, riqueza e biomassa relativa da comunidade de macrófitas aquáticas, especialmente, anfíbias, emergentes e flutuantes fixas ao substrato, para mineração em barras, e assim avaliar a estabilidade destes ambientes.
- Identificar os mesohabitats presentes na planície de inundação (leito maior) que apresentam maior conectividade com o a calha do Rio Jacuí (leito menor), sendo relevantes, como área de refúgio, alimentação e reprodução de macroinvertebrados bentônicos.
- Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância da comunidade de peixes incluindo zonas a montante e jusante do trecho avaliado, contemplando os ambientes importantes para a ictiofauna e o período de primavera-verão, em locais como margens do rio, fozes de afluentes e conexões com ambientes marginais.
- Avaliar índices ecológicos referentes às comunidades ictiofaunísticas, abrangendo minimamente diversidade, equitabilidade e dominância com dados básicos para o monitoramento.
- Mapear a ocorrência de espécies ícticas ameaçadas, raras, migratórias e endêmicas, caracterizando seus habitats.
- Avaliar afluentes do Rio Jacuí e conexões com ambientes marginais, sob a óptica de possíveis interferência da mineração em processos reprodutivos, seja deslocamentos migratórios ou acesso a berçários, e a áreas de alimentação da ictiofauna. O parecer conclusivo deve ser claro quanto à probabilidade de impactos sobre estes ambientes e seus reflexos na manutenção de todas as comunidades aquáticas.

6.2.4.4 Elaboração de EIA/RIMA

- Estabelecer a indicação de estudos de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental (EIA-Rima) para novos licenciamentos, nas áreas classificadas como Classe 4 de sensibilidade ambiental alta.



6.2.5 Áreas de Atenção

6.2.5.1 Erosão das Margens

- Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico, incluindo relatório fotográfico, documentando as margens do rio a cada 100 metros, através de fotografias perpendiculares ao alinhamento da margem, com registro da coordenada do ponto de obtenção da margem e apresentação de mapa índice com a plotagem dos pontos onde foram registradas as fotos. A diretriz propostas visa fornecer subsídios para o conhecimento dos processos morfológicos do rio associados à evolução das margens erosivas e conservativas ao longo desta classe.
- Efetuar monitoramento quantitativo da evolução da linha de margem, para as margens com perfil erosivo, sugerindo-se a metodologia de pinos, estacas ou método das perfilagens sucessivas (Borges, 2004; Correa; Filho, 2009), assim como a utilização de sensoriamento remoto.

6.2.5.2 Contaminação Sedimento

- Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais (Arsênio, Cobre, Cromo e Níquel), principalmente nos Pontos 5 (latitude: -29,93236, longitude: -51,57154) a jusante da foz do arroio dos Ratos, Pontos 15 (latitude: -29,98426, longitude: -52,17906) e 16 (latitude: -29,97789, longitude: -52,26828) próximos as fozes dos arroios Capivari e Diego Trilho, e no Ponto 18 (latitude: -29,99513, longitude: -52,38126) próximo a foz do Rio Pardo.

6.2.5.3 Modelagem Hidrodinâmica local

- Realizar estudos para os trechos que abranjam as áreas de atenção resultantes da avaliação do risco potencial erosivo, em escala de análise compatível com a área de estudo do empreendimento, avaliando-se cenários compatíveis com as reais possibilidades de extração de areia no trecho de interesse e a sua correlação com o aumento do potencial erosivo desta área.

6.2.5.4 Biota Aquática

- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em



pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.

- Realizar estudos da cobertura, riqueza e biomassa relativa da comunidade de macrófitas aquáticas, especialmente, anfíbias, emergentes e flutuantes fixas ao substrato, para mineração em barras, e assim avaliar a estabilidade destes ambientes.
- Identificar os mesohabitats presentes na planície de inundação (leito maior) que apresentam maior conectividade com o a calha do Rio Jacuí (leito menor), sendo relevantes, como área de refúgio, alimentação e reprodução de macroinvertebrados bentônicos.
- Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.
- Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.
- Proibir a mineração durante o período de piracema, nas áreas de atenção situadas em fozes de rios.
- Avaliar a composição, riqueza e abundância da comunidade de peixes incluindo zonas a montante e jusante do trecho avaliado privilegiando os ambientes importantes para a ictiofauna, e contemplando o período de primavera-verão em locais como margens do rio, fozes de afluentes e conexões com ambientes marginais.
- Avaliar índices ecológicos referentes às comunidades ictiofaunísticas, abrangendo minimamente diversidade, equitabilidade e dominância.
- Mapear a ocorrência de espécies ícticas ameaçadas, raras, migratórias e endêmicas, caracterizando seus habitats.
- Avaliar afluentes do Rio Jacuí e conexões com ambientes marginais, sob a óptica de possíveis interferência da mineração em processos reprodutivos, seja deslocamentos migratórios ou acesso a berçários, e a áreas de alimentação da ictiofauna. O parecer conclusivo deve ser claro quanto à probabilidade de impactos sobre estes ambientes e seus reflexos na manutenção de todas as comunidades aquáticas.



6.2.5.5 Elaboração de EIA/RIMA

- Estabelecer a indicação de estudos de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental (EIA-Rima), para novos licenciamentos, nas áreas classificadas como de atenção.



6.3 ÁREAS IMPRÓPRIAS

Como descrito anteriormente, as áreas impróprias representam uma classe de zoneamento que restringe por completo a atividade de extração de areia, diferentemente das demais zonas propostas por este Zoneamento, que indicam aptidões e graus de restrição para a execução da atividade minerária. A consolidação dessas áreas gerou a lista de áreas impróprias apresentadas no quadro a seguir e seus respectivo parâmetro de exclusão.

Quadro 6.1 – Descrição dos tipos de áreas impróprias identificadas ao longo do estudo.

ID	Tipo de Área	Parâmetro
1	Pontos de Captação para abastecimento público	Buffer de 200 metros.
2	Pontes, Estruturas e Balsas	Buffer de 200 metros no entorno das pontes e demais estruturas de engenharia (eclusas).
3	Áreas de Lazer, Balneários e Praias	Buffer de 450 metros a partir da linha de praia utilizada como Praia/Balneário.
4	Áreas de Comunidades	Faixa de 100 metros ao longo das ocupações humanas nas margens do rio.
5	Unidades de Conservação	Limites das unidades de conservação.
6	Ambientes Marginais	Lagoas marginais terão seus contornos somados às suas APPs e à APP do rio.

O estabelecimento das áreas impróprias, é baseado em levantamentos de dados e diagnósticos, realizados ao longo de todo o trabalho, que permitiram a identificação de temas mais críticos em cada um dos meios e compartimentos analisados.



6.4 RESUMO DIRETRIZES AMBIENTAIS

A fim de proporcionar uma forma mais sintética e objetiva, as diretrizes ambientais para a extração de areia no leito do Rio Jacuí propostas foram agrupadas de acordo com o tipo de diretriz (geral e específica) e com os descritores de forma resumida, conforme apresentam os quadros a seguir.

Quadro 6.2 – Resumo das diretrizes ambientais gerais propostas.

Descritor	Resumo Diretrizes Geral
Erosão das Margens	Manter afastamento de 50 metros das margens do Rio Jacuí durante a operação de dragas.
Leito Estável (bedrock)	Realizar estudo em escala de detalhe, mapeando e identificando a composição geológica da superfície do leito estável (bedrock).
Feições da geomorfologia fluvial	Monitorar a integridade das feições da geomorfologia fluvial do leito principal.
Mata Ciliar	Empregar como medida compensatória dos empreendimentos de mineração a recuperação das margens e matas ciliares.
Pluma de Dispersão	Executar estudo da dispersão da pluma de sedimentação oriunda da atividade de dragas.
Unidades de Conservação	Consultar os planos de manejo quanto a definição das zonas de amortecimento.
Aspectos Associados ao Meio Socioeconômico	Assegurar faixa mínima de 100 metros sem atividade de mineração, a partir da linha de margem, quando da ocorrência de comunidades/ocupações humanas na faixa de 500 metros abrangida pelo zoneamento.
	Avaliar a existência de conflitos entre a atividade de mineração e os modos de utilização do rio por pescadores, comunidades residentes, população em geral, incluindo manifestações culturais.
	Avaliar o nível de pressão sonora considerando a norma ABNT NBR 10151/2020 ou regulamentação municipal mais restritiva, quando a área de influência incidir sobre populações.
	Assegurar um buffer de 200 metros livres de atividade mineradora no entorno de trecho de travessia de balsas, pontes e outras estruturas.
	Assegurar buffer de 450 metros livre de atividade mineradora, a partir da linha de margem ao leito do rio, no entorno de Áreas de Lazer, Balneários e Praias, conforme Lei n.º 13.660, de 12 de janeiro de 2011.
	Assegurar buffer de 200 metros, livre de atividade mineradora, a partir da linha de margem ao leito do rio, no entorno dos pontos de captação de água para abastecimento humano.
	Deverá ser considerada manifestação do poder público municipal quanto à viabilidade do empreendimento, contemplando os múltiplos usos das margens e do rio, e eventuais restrições.
	Poderá ser solicitado detalhamento da ocupação e uso do solo, durante os procedimentos de avaliação em escala local, na faixa de 500 metros abrangida pelo zoneamento.



Quadro 6.3 – Resumo das diretrizes ambientais específicas propostas.

Diretrizes Ambientais						
Descritores	Resumo Diretrizes Específicas	Classe 1 Sensibilidade Ambiental Muito Baixa	Classe 2 Sensibilidade Ambiental Baixa	Classe 3 Sensibilidade Ambiental Média	Classe 4 Sensibilidade Ambiental Alta	Áreas de Atenção
Erosão das Margens	Avaliar a estabilidade das margens, através de laudo técnico com enfoque geológico, pedológico e geotécnico.	X	X	X	X	X
	Efetuar monitoramento quantitativo da evolução da linha de margem, para as margens com perfil erosivo.			X	X	X
Contaminação Sedimento	Realizar estudos para investigação confirmatória, previamente ao Licenciamento Ambiental, nas regiões próximas aos pontos de monitoramento que apontaram indícios de contaminação por metais.	X	X	X	X	X
Modelagem Hidrodinâmica	Realizar estudos para os trechos que abranjam as áreas de atenção resultantes da avaliação do risco potencial erosivo, executando o refinamento da modelagem hidrodinâmica.					X
Biota Aquática	Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade bentônica e epifítica, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal. Avaliar a composição e abundância de bivalves límnicos nativos e exóticos, em áreas deposicionais marginais, especialmente em barras exposta em pontal.	X	X	X	X	X
	Mapear a ocorrência das espécies ameaçadas, raras e endêmicas de moluscos bivalves, e caracterizar seus mesohabitats e microhabitats atuais e potenciais, necessários para a sua conservação.	X	X	X	X	X
	Avaliar a composição, riqueza e abundância de taxa da comunidade de macroinvertebrados bentônicos no centro do canal e barras no canal, submersas junto às ilhas, em cenário de águas baixas (primavera e verão), para mineração na calha do rio.	X	X	X	X	X
	Monitorar a integridade dos mesohabitats presentes no leito menor do rio por meio de protocolos e avaliação de integridade de ambientes lóticos.	X	X	X	X	X
	Realizar estudos da cobertura, riqueza e biomassa relativa da comunidade de macrófitas aquáticas, especialmente, anfíbias, emergentes e flutuantes fixas ao substrato, para mineração em barras, e assim avaliar a estabilidade destes ambientes.			X	X	X
	Identificar os mesohabitats presentes na planície de inundação (leito maior) que apresentam maior conectividade com o a calha do Rio Jacuí (leito menor), sendo relevantes, como área de refúgio, alimentação e reprodução de macroinvertebrados bentônicos.			X	X	X
	Avaliar a composição, riqueza e abundância da comunidade de peixes incluindo zonas a montante e jusante do trecho avaliado privilegiando os ambientes importantes para a ictiofauna, e contemplando o período de primavera-verão em locais como margens do rio, fozes de afluentes e conexões com ambientes marginais.			X	X	X
	Avaliar índices ecológicos referentes às comunidades ictiofaunísticas, abrangendo minimamente diversidade, equitabilidade e dominância.			X	X	X
	Mapear a ocorrência de espécies ícticas ameaçadas, raras, migratórias e endêmicas, caracterizando seus habitats.			X	X	X
	Proibir a mineração durante o período de piracema, nas áreas de atenção situadas em fozes de rios.					X
Elaboração de EIA/RIMA	Estabelecer a indicação e estudos de impacto ambiental e relatório de impacto ambiental.				X	X



Considerando-se a escala de mapeamento adotada no presente zoneamento ambiental, torna-se importante ressaltar que a solicitação de estudos/laudos específicos para cada classe de sensibilidade ambiental poderá ser incrementada caso sejam identificados aspectos ambientais relevantes que demandem um maior detalhamento, de acordo com o entendimento da equipe de licenciamento ambiental da FEPAM.



7 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO ZONEAMENTO

No decorrer das últimas décadas, a mineração de areia nos cursos médio e baixo do Rio Jacuí estabeleceu seu ritmo de atividade conforme a demanda, regional e, especialmente, da Região Metropolitana de Porto Alegre, principal mercado do material extraído. Em paralelo, denúncias de degradação ambiental e conflitos de uso ao longo do rio surgiram, dando origem a processos judiciais e apontamento da necessidade de elaboração de Zoneamento Ambiental para a Atividade de Mineração de Areia nos Médio e Baixo Cursos do Rio Jacuí/RS.

A realização do presente estudo, de caráter inédito em função da tipologia da área estudada, teve como objetivo viabilizar o desenvolvimento sustentável, a partir da compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a conservação ambiental. Este mecanismo de gestão ambiental consistiu na delimitação de zonas ambientais e atribuição de usos e atividades compatíveis segundo as características - potencialidades e restrições - de cada uma delas.

Desta forma, neste documento foram apresentados os resultados das avaliações das condições ambientais da área de estudo que abrangeu a calha atual e as margens do Rio Jacuí, dividida em três segmentos: subtrecho A da foz do Rio Jacuí até a eclusa de Amarópolis; subtrecho B da Eclusa de Amarópolis até a eclusa do Anel de Dom Marco; e subtrecho C da eclusa do Anel de Dom Marco até a Barra do Rio Vacacaí.

O conjunto de dados e informações que constituíram o diagnóstico ambiental da área de estudo, permitiu o estabelecimento de zonas com características comuns que refletem, por sua vez, a variação da sensibilidade ambiental ao longo dos trechos do Rio Jacuí. Utilizando a metodologia de *hotspots* combinada com uma análise multicritério que ponderou os diferentes pesos dos temas dos meios físico, biótico e socioeconômico, foi elaborado um mapa síntese.

A partir da avaliação apresentada no mapa síntese foi possível classificar os trechos dos cursos médio e baixo do Rio Jacuí através de sua sensibilidade ambiental, conforme segue:

- Classe 1: Sensibilidade Ambiental Muito Baixa
- Classe 2: Sensibilidade Ambiental Baixa
- Classe 3: Sensibilidade Ambiental Média



- Classe 4: Sensibilidade Ambiental Alta

A Classe 1 – Sensibilidade Muito Baixa, corresponde a área de 36,2% do mapa síntese. O maior polígono da Classe 1 encontra-se no subtrecho A da área de estudo (Jusante), com 1.936 ha, mas que sofre uma redução significativa (66,8%) em função da sobreposição com o Parque Estadual Delta do Jacuí.

Também com maior ocorrência no subtrecho A, encontram-se as áreas da Classe 2 – Sensibilidade Ambiental Baixa, com cerca de 45,7% do total da área dessa classe ocorrendo nesse trecho. Em termos de totalidade, a Classe 2 corresponde a área de 32,8% do mapa índice, apresentando o maior número de polígonos resultantes, cerca de 22 manchas.

A Classe 3 – Sensibilidade Ambiental Média, ocorre somente nos subtrechos A e B, com 70,6% de sua área total ocorrendo no subtrecho A. As suas áreas somam 24,4% do mapa síntese e apresentam o maior polígono do mapa síntese.

Em menor ocorrência, verifica-se a Classe 4 – Sensibilidade Ambiental Alta. Essa classe aparece apenas nos trechos A e B, e corresponde a 6,5% do total de área avaliada pelo mapa síntese. Cerca de 68,4% da área da Classe 4 está situada no subtrecho A.

As classes de sensibilidade foram utilizadas para definir diretrizes ambientais gerais e específicas para o desenvolvimento das atividades de mineração no trecho em estudo. Enquanto as diretrizes específicas foram estabelecidas de acordo com cada classe ambiental, as diretrizes gerais perpassam todas elas.

Nas diretrizes ambientais gerais foram definidos os estudos necessários para que seja promovido o monitoramento da integridade das feições da geomorfologia principal do leito, com a finalidade de manter os atributos naturais da calha do rio. Dentre esses se incluem o estudo da composição geológica da superfície do leito estável (*bedrock*), dispersão da pluma de sedimentação da atividade das dragas e detalhamento da ocupação de solo, quando solicitado. Além disso, foram inseridas orientações quanto ao afastamento das margens do Jacuí, *buffers* para as áreas impróprias à mineração e emprego de medidas compensatórias.

As diretrizes ambientais gerais contemplam ainda faixas mínimas sem atividade de mineração, quando da ocorrência de comunidades/ocupações humanas, no entorno de trecho de travessia de balsas, pontes e outras estruturas, no entorno de áreas de lazer, balneários e praias e no entorno dos pontos de captação de água para abastecimento humano. Deve ser considerada ainda a manifestação do poder público municipal quanto à viabilidade do empreendimento, contemplando os múltiplos usos das margens e do rio, e eventuais



restrições, além de estudos para: avaliar a existência de conflitos entre a atividade de mineração e outros usos; avaliar o nível de pressão sonora quando a área de influência incidir sobre populações; e a possível necessidade de detalhamento da ocupação e uso do solo durante os procedimentos de avaliação em escala local, na faixa de 500 m abrangida pelo zoneamento.

As diretrizes ambientais específicas visam a avaliação e controle da erosão das margens e da biota aquática com o intuito de evitar a deterioração de ambas durante a operação. Essas orientações são válidas para as classes 1, 2, 3 e 4, tornando-se mais rigorosas com o aumento da sensibilidade ambiental. Nas classes 2, 3 e 4 foram incluídas diretrizes quanto à contaminação do sedimento, e a recomendação de execução de EIA-Rima para os novos licenciamentos que incidirem na classe de sensibilidade ambiental alta.

Além das quatro classes de sensibilidade ambiental foram determinados dois outros tipos de áreas com características ambientais específicas: as Áreas de Atenção e as Áreas Impróprias.

As Áreas de Atenção referem-se a trechos do Rio Jacuí com altíssimo risco potencial de erosão, ou seja, segmentos com um acréscimo potencial de velocidade superior a 0,5 m/s devido às alterações da morfologia dos leitos pela mineração. Também foram incluídas neste tópico áreas mapeadas como “foz de rio” devido a sua importância para a ictiofauna durante o evento de piracema. Nestes trechos, deverão ser conduzidos estudos e programas de monitoramento específicos voltados à avaliação do potencial de risco à erosão de margens em função das condições hidrodinâmicas e de áreas de foz dos principais afluentes do Rio Jacuí no trecho avaliado. Para estas áreas indica-se a realização de monitoramento da erosão das margens, da contaminação do sedimento, da biota aquática e a modelagem hidrodinâmica local. Além disso, assim como para a classe de Sensibilidade Alta, orienta-se a execução de EIA-Rima para os novos licenciamentos.

As Áreas Impróprias para mineração foram aquelas caracterizadas por um conjunto de fatores e condições ambientais muito sensíveis, diagnosticadas ao longo dos levantamentos e análises. São trechos do rio em que não será permitida a exploração de areia. Dentre os fatores elencados para restrição encontram-se os seguintes:

- Captação de água para abastecimento humano;
- Pontes, estruturas e travessias de balsas;
- Áreas de comunidades;



- Unidades de conservação;
- Ambientes Marginais.

Também como critério para a classificação de ambientes marginais, levou-se em consideração a preservação de habitats presentes na planície de inundação, que apresentam riqueza faunística e cumprem a função de berçário, refúgio e área de fonte de alimentação.

Foram reconhecidos quatro tipos de canais fluviais dentro da área de estudo: Meandrante, Anastomosado, Retilíneo e Entrelaçado. Os subtrechos B e C apresentam feições erosivas que ocorrem junto a margens erosivas, margens deposicionais e sinuosas ou retilíneas. Ambos os trechos apresentam estruturas tectônicas observadas nas rochas aflorantes na margem, sendo evidentes nos trechos retilíneos. As rochas aflorantes no leito destes segmentos pertencem às formações Sanga do Cabral e Formação Serra Geral, sendo estas pertencentes à Bacia do Paraná. O subtrecho A é constituído por um sistema meandrante extinto que migra para um sistema entrelaçado a partir da confluência com o Rio Taquari.

Através da elaboração do modelo hidrodinâmico foi possível estabelecer dois cenários. O primeiro cenário teve sua geometria construída através dos dados primários das 25 seções topobatimétricas complementadas com dados secundários oriundos da batimetria de 29 processos de licenciamento ambiental. O segundo cenário representa a mesma geometria do primeiro cenário com adição da atividade de mineração. Nos cenários foi possível identificar que o Rio Jacuí apresenta tendência de deposição de sedimento ao longo de um ano hidrológico simulado. A partir do modelo hidrodinâmico também foi possível observar um aumento de velocidade de escoamento no cenário 2, em alguns trechos que possuem alterações significativas em “estrangulamentos”, principalmente com a elevação natural do leito, que resultam em pequenas lâminas d’água. Este resultado auxiliou na definição de trechos críticos de mineração, principalmente no que diz respeito ao seu impacto na erosão das margens.

O diagnóstico das comunidades biológicas (fitoplâncton, zooplâncton e macroinvertebrados bentônicos) mostrou que estas comunidades estão estruturadas de acordo com o gradiente de condições físicas ao longo dos mesohabitats que se distribuem longitudinalmente e transversalmente ao escoamento. Na calha principal (*Run*), a comunidade zooplanctônica apresenta dominância de rotíferos e fitoplâncton predominantemente na superfície. Em gradiente longitudinal, exclusivamente quanto à calha principal, a estrutura da comunidade bentônica se demonstrou homogênea. Em cenário de estiagem, a maioria dos



mesohabitats bentônicos associados à planície de inundação apresentaram maior nível de isolamento. Em contrapartida, em cenário de cheia, a maior conectividade entre a calha e a planície mostrou maior semelhança entre a estrutura da comunidade nos mesohabitats. Em seção transversal, devido à maior instabilidade do substrato e às maiores correntes, a calha apresentou a menor riqueza e diversidade de macroinvertebrados. Já nos mesohabitats situados na planície, ocorreu a maior riqueza e diversidade de macroinvertebrados, com maior abundância de bivalves, gastrópodes e insetos. O grau de isolamento dos mesohabitats da planície é variável, em decorrência da distância entre estes e a calha, bem como do nível da água.

Com base no cruzamento de dados secundários e dados primários obtidos no âmbito do presente zoneamento, definiu-se um descritor de mesohabitats bentônicos em quatro níveis, que foram valorados, gerando mapas de sensibilidade para este descritor, os quais serviram de base para os demais procedimentos da elaboração deste zoneamento.

Quanto aos ecossistemas terrestres, é imprescindível registrar que o elo de impacto negativo encontrado entre a mineração de areia no leito do Rio Jacuí e os mesmos, consiste na perda/alteração de habitats resultante de processos erosivos de margens, tais como solapamentos, os quais afetam diretamente a mata ciliar do Rio Jacuí. Considerando a reduzida associação entre a atividade de mineração de areia no leito do Rio Jacuí e os ambientes que abrigam a fauna terrestre, não foram elencadas diretrizes específicas relacionadas a esses grupos. Não obstante, este componente faunístico contribuiu para a elaboração dos mapas de sensibilidade ambiental através da avaliação dos parâmetros “largura” e “conectividade” da mata ciliar ao longo do trecho em apreço. Também se concluiu que a fauna semiaquática deverá ser objeto de estudos e análises específicas no nível de licenciamento ambiental de cada empreendimento e considerando a sinergia dos mesmos.

O diagnóstico da fauna de peixes contou com a compilação e geração de informações com foco nos impactos da mineração de areia sobre a reprodução e nas tipologias de habitat da ictiofauna, processos em rios. Para tanto procedeu-se uma análise exploratória em imagens de satélite identificando ambientes reconhecidamente importantes para a ictiofauna como fozes de afluentes, barras arenosas e conexões entre ambientes aquáticos marginais.

Como resultado final, o mapeamento das áreas de maior importância para a ictiofauna contribuiu para a definição do zoneamento geral do Rio Jacuí e, conforme a classe de sensibilidade, foram definidas diretrizes ambientais associadas aos processos de licenciamento. Os aspectos de maior relevância como as fozes de rios e os ambientes marginais foram definidores de restrições à mineração de areia.



O conhecimento da dinâmica socioeconômica e cultural das populações residentes na área de estudo identificou as principais atividades e usos vinculados ao Rio Jacuí. O trecho médio e baixo do Jacuí abrange parte do território de onze municípios: Cachoeira do Sul, Rio Pardo, Pantano Grande, Minas do Leão, Butiá, Vale Verde, General Câmara, São Jerônimo, Charqueadas, Triunfo e Eldorado do Sul. O trecho médio é marcado por uma dinâmica regional característica de usos agrícolas e de agropecuária, enquanto o trecho baixo por características mais urbano-industriais, incluindo municípios pertencentes à Região Metropolitana de Porto Alegre (Eldorado do Sul, Charqueadas, São Jerônimo e Triunfo).

Os principais usos dos recursos hídricos são aqueles relativos a abastecimento humano, irrigação, navegação, recreação (praias), pesca artesanal e esportiva e mineração.

No segmento zoneado (trechos médio e baixo do Rio Jacuí) existem sete terminais/portos: dois em Cachoeira do Sul, um em Rio Pardo, três em Charqueadas e um em Triunfo. Essa característica dos municípios indica uma forte interação com o Rio Jacuí, sendo que Cachoeira do Sul, Rio Pardo, São Jerônimo, Triunfo e Charqueadas tem sua ocupação originada junto ao rio, onde se concentra a área urbana. Dentre os principais usos identificados no diagnóstico, o abastecimento público, as atividades recreativas e de lazer em praias/balneários, a navegação, a ocupação humana e a pesca foram contemplados com critérios de afastamento.

As atividades de lazer estão intrinsecamente ligadas à geração de renda das populações locais. A atividade pesqueira com fins econômicos tem sido praticada ao longo de décadas junto ao Rio Jacuí, constituindo a segunda região mais importante para esta atividade no Estado. São pescadores artesanais, isto é, que não utilizam-se de instrumentos e técnicas para capturas de pescados em larga escala, basicamente utilizam para o deslocamento barcos (tipo canoas/caiaques) de pequeno porte e equipados com motores de baixa potência.

A prática de uma pesca tipicamente artesanal e de outros usos dos recursos hídricos, apontaram para a necessidade de afastamento da atividade mineradora. Para assegurar a manutenção destes usos culturais e econômicos ficou estabelecido um afastamento de 100 metros da atividade de mineração em relação às comunidades/povoados localizados às margens do Rio Jacuí.

Cabe salientar que o Zoneamento retrata as características atuais da área objeto deste estudo, e que este sistema fluvial é dinâmico, ou seja, a morfologia do seu leito está em constante modificação. Tal premissa enseja a necessidade de atualização periódica deste



Zoneamento, com a execução de novos levantamentos, ou até mesmo detalhamento, quando assim se fizer necessário.

As atualizações e detalhamentos das informações podem inclusive indicar, por exemplo, uma nova diretriz de afastamento das atividades de mineração das margens. Contudo, eventual revisão para diminuição da distância de referência de 50 metros de margens somente poderá ser realizada mediante a apresentação de estudo técnico de estabilidade das margens. O estudo deverá ser elaborado em escala de detalhe para o trecho do rio onde se insere a área em licenciamento, considerando as áreas adjacentes à área de mineração objeto da solicitação de licença ambiental. No trecho em estudo deverão: ser definidas a composição geológica, pedológica e morfológica da(s) margem(ns); descritos os processos hidrossedimentológicos, como o comportamento dos parâmetros hidrodinâmicos e a capacidade de transporte de sedimentos; caracterizada a constituição vegetal da mata ciliar; e levantadas a(s) tipologia(s) de uso e ocupação do solo.

Por fim, recomenda-se a utilização dos marcos geodésicos instalados às margens do Rio Jacuí, no âmbito dos serviços de elaboração do presente Zoneamento Ambiental. A implantação de tais marcos teve por objetivo estabelecer uma rede geodésica de apoio ao longo dos cursos médio e baixo do Rio Jacuí. Desta forma, essa rede poderá ser utilizada como referência para amarração geodésica de levantamentos de campo compatíveis com a sua acurácia.



8 REFERÊNCIAS

- Abilhoa, V.; Agostinho, A.A. aspectos biológicos de duas espécies de *Astyanax* (teleostei, characidae) em lagoas marginais do alto rio Iguaçu, Paraná, Brasil. *Estud. Biol.*, n. 29, v. 66, p. 23-32. 2007.
- Afonso, O. 1992. Biological quality of Ave River water (Portugal) based on the study of the benthic macroinvertebrate communities. *Publ. Inst. Zool. Dr. Augusto Nobre*, 229: 1-12.
- Agência Nacional de Mineração (ANM). Anuário Mineral Brasileiro (AMB). 2020. Disponível em: <https://dados.gov.br/dataset/anuario-mineral-brasileiro-amb>.
- Agostinho, A. A. et al. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. P. 460. In: Vazzoler, A. E. A. M.; A. A. Agostinho & N. S. Hahn (eds). *A planície de inundação do alto ria Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos*. Editora da Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 1997.
- Agostinho, A. A. et al. *Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil*. 2007.
- Alves, C. B. M. et al. Biodiversidade e conservação de peixes do Complexo do Espinhaço. p. 177-196. In: *Megadiversidade*, v. 4. 2008.
- Alves, T. P. Padrão de ocupação de hábitat das espécies dominantes de characiformes do lago Guaíba (Rio Grande do Sul, Brasil) em função de parâmetros ambientais naturais. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Faculdade de Biociências. Tese de Doutorado em zoologia. Porto Alegre, RS, Brasil. 2015
- Amoros, S. C., G. Bornette. Connectivity and biocomplexity in waterbodies of riverine floodplains. p.761-776. In: *Freshwater biology*, v. 47, n. 4. 2002.
- Andrade, E.S. et al. Biologia reprodutiva de peixes de água doce. *Rev. Bras. Reprod. Anim.*, v.39, n.1, p. 195-201. 2015.
- Araújo, F.G. 1996. Composição e estrutura da comunidade de peixes do médio e baixo Rio Paraíba do Sul, RJ. *Rev. Bras. Biol.*, v.1, p.111-26.
- Araújo, F.G., Santos, L.N. Distribution of fish assemblages in Lajes reservoir, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 61, n. 4, p. 563-576, 2001.
- Araújo-Lima, C. A. R.M., Portugal, L.P.S., Ferreira, E.G. 1986. Fish-macrophyte relationship in the Anavilhanas Archipelago, a black water system in the Central Amazon. *J. Fish Biol.*, v.29, p.1-11.
- Azevedo Netto, J. M.; Fernandez, M. F. *Manual de Hidráulica*. Ed. Blucher Ltda, 9ª Edição. São Paulo - SP. 2015. ISBN: 978-85-212-0500-5.
- Balon, E. K. Reflections on some decisive events in the early life of fishes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 113:178-185, 1984.
- Batista, J.J. 1998 Impactos da extração de areia em rios do estado do Rio de Janeiro, PLANAGUA/SEMA/GTZ
- Bayley, P. B., H. W. LI. Riverine fishes, p. 92-122. In: P. CALOW, G. PETTS (ed.). *River biota: diversity and dynamics*. London: Blackwell Science, 1996. 257p.
- Becker, F. G. et al. Fishes of the Taquari-Antas river basin (Patos Lagoon basin), southern Brazil. P. 79-90. In: *Brazilian Journal of Biology*, v 73, n. 1. 2013.



- Bencke, G. A. Nosso pampa desconhecido. p. 208. In: Biodiversidade. 2016.
- Benda, L. E. E. et al. The network dynamics hypothesis: how channel networks structure riverine habitats. Pp. 413-427. In: AIBS Bulletin, v. 54, n. 5. 2004.
- Bertoletti, S.A.E.P. 2001. O zooplâncton dos lagos do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (SP) e relação entre espécies zooplancônicas e estado trófico em corpos d'água do Estado de São Paulo. São Paulo, USP, 254p (Tese).
- Biassi, Bruna Anselva. Etnoictiologia Nas Bacias Hidrográficas dos Rios Uruguai e Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação de mestrado apresentada ao Curso de Pós –Graduação em Biodiversidade Animal, Linha de Pesquisa Bioecologia e Conservação de Peixes da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2016.
- Bonetto, A. A.; DI PERSIA, D. H. 1975. Las poblaciones de pelecipodos del arroyo Ayui Grande (Prov. Entre Rios) y los factores que regulan su distribución y estructura. Ecosur, 2(3): 123-151.
- Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente. 2010. Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento UHE Pai-Querê. Porto Alegre.
- Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente. Relatório de complementação do relatório de controle ambiental (RCA) para o empreendimento lavra de areia em recurso hídrico superficial. 2017B.
- Bourscheid Engenharia e Meio Ambiente. Relatório de controle ambiental (RCA) e plano de controle ambiental (PCA) para o empreendimento lavra de areia em recurso hídrico superficial. 2017A.
- Brandão, T.; Trevisn, R.; Both, R. Unidades de Conservação e os Campos do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v.5, p. 843-845. 2007.
- Brandimarte, A.L., Shimizu, G.Y., Anaya, M., & Kuhlmann, M.L. 2004. Amostragem de invertebrados bentônicos In BICUDO, C. D. M., & BICUDO, D. D. C. Amostragem em limnologia. São Carlos: RiMa, p.213-230.
- BRASIL. Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ. Transporte de Cargas nas Hidrovias Brasileiras 2010 - Hidrovia do Sul. Brasília/DF. 27p. 2011. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/EstatisticaNavInterior/HidroviaSul.pdf>> Acesso em 21 jan. 2014.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Demográfico, 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: ago. 2019.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa Agrícola Municipal, 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: ago. 2019.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal, 2018. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: ago. 2019.
- BRASIL. Ministério da Economia. Relação Anual de Informações Sociais – RAIS, 2017. Disponível em: <<http://bi.mte.gov.br/bgcaged>> Acesso em: ago. 2019.
- BRASIL. Resolução CONAMA Nº 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011 Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. 2005.



BRASIL. Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e dá outras providências. Brasília, DF, 2006. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11428.htm>. Acesso em: out. 2019.

BRASIL. Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a utilização e proteção da

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Disponível em <<http://portal.in.gov.br/>>. Acesso em out. de 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - MMA. Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Brasília, 2007.

Braun, A. S. Biologia reprodutiva e identificação do uso de lagoa marginal como sítio de reprodução para espécies dominantes da ictiofauna da Lagoa do Casamento, sistema nordeste da Laguna dos Patos, RS. Porto Alegre: PUCRS, 2005. 145 f. Tese (Doutorado em Zoologia) – Curso de Pós-Graduação em Zoologia, Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

Britski, H. A., Birindelli, J. L. O., Garavello, J. C. A new species of *Leporinus* Agassiz, 1829 from the upper Rio Paraná basin (Characiformes, Anostomidae) with redescription of *L. elongatus* Valenciennes, 1850 and *L. obtusidens* (Valenciennes, 1837). Pp. 411-475. In: *Papéis Avulsos de Zoologia*, v. 52, n. 37. 2012.

Buckup, L., Bueno, A. A., Bond-Buckup, G., Casagrande, M., & Majolo, F. 2007. The benthic macroinvertebrate fauna of highland streams in southern Brazil: composition, diversity and structure. *Revista Brasileira de Zoologia*, 24(2), 294-301.

Buckup, P. A., Menezes, N. A., Ghazzi, M. S. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. In: Rio de Janeiro: Museu Nacional. 2007.

Carvalho, F. R. et al. Ictiofauna da Estação Experimental Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sul do Brasil: composição e diversidade. In: *Revista Brasileira de Biociências*, v. 10, n. 1. 2012.

Carvalho, N. O. *Hidrossedimentologia Prática*. 2ª Edição. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 2008.

Castro, R. M. C. Evolução da ictiofauna de riachos sul-americanos: padrões gerais e possíveis processos causais. Pp.139-155. In: Caramaschi, E. P.; R. Mazzoni & P. R. Peres- Neto (eds). *Ecologia de peixes de riachos*. PPGE-UFRJ, Rio de Janeiro. 1999.

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais. Bases Conceituais para Conservação e Manejo de Bacias Hidrográficas / Org.: Marcos Callisto, Diego Rodrigues Macedo, Diego Marcel Parreira de Castro e Carlos Bernardo Mascarenhas Alves - Belo Horizonte: Cemig, 2019. 212p. (Série Peixe Vivo, 7).

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais. Condições ecológicas em bacias hidrográficas de empreendimentos hidrelétricos / Org.: Marcos Callisto, Carlos Bernardo Mascarenhas Alves, João de Magalhães Lopes, Míriam Aparecida de Castro. – Belo Horizonte: Cemig, 2014. 264p.



CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria do meio ambiente. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/06/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade.pdf>. Último acesso em março/2019.

Chow, V. T. Open-channel Hydraulics. McGraw Hill Book Company/ Kogakusha Company. Tokyo. 1959.

Christofolletti, A. Geomorfologia fluvial. São Paulo: Edgard Blucher, Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de São Paulo, 1981.

Collischonn, W; Dornelles, F. Hidrologia para engenharia e ciências ambientais. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Porto Alegre - RS. 2013.

Costa, W. J. E. M. Melanorivulus pindorama, a new killifish from the Tocantins River drainage, central Brazilian Cerrado (Cyprinodontiformes: Rivulidae). Pp. 57. In: Ichthyological Exploration of Freshwaters, v. 23, n. 1. 2012.

Costa, W. J. E. M. Phylogenetic position and taxonomic status of Anablepsoides, Atlantirivulus, Cynodonichthys, Laimosemion and Melanorivulus (Cyprinodontiformes: Rivulidae). Pp. 233. In: Ichthyological Exploration of Freshwaters, v. 22, n. 3. 2011.

Costa, W. J. E. M. Phylogeny and classification of Rivulidae revisited: origin and evolution of annualism and miniaturization in rivulid fishes (Cyprinodontiformes: Aplocheiloidei). Pp. 33-92. In: Journal of Comparative Biology. 1998.

Costa, W. J. E. M., Bragança, P. H. N., Ottoni, F. P. A new miniature killifish of the genus Melanorivulus (Cyprinodontiformes: Rivulidae) from the coastal plains of north-eastern Brazil. Pp. 31-35. In: Vertebrate Zoology, v. 65, n. 1. 2015.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Mapa Geológico do Estado do Rio Grande do Sul - Escala 1:750.000 - disponível em shapefile em <http://geosgb.cprm.gov.br>. 2006.

Crampton, W. G. R. et al. A taxonomic revision of the Neotropical electric fish genus Brachyhypopomus (Ostariophysi: Gymnotiformes: Hypopomidae), with descriptions of 15 new species. In: Neotropical Ichthyology, v. 14, n. 4. 2016.

Darrigran, G; Damborenea, C. 2011. Ecosystem engineering impact of Limnoperna fortunei in South America. Zoological Science 1: 1-7.

Das, N. K., & Sinha, R. K. 1993. Assessment of water quality of the Ganga River, Bihar, India. Environment and ecology. Kalyani, 11(4), 829-832.

De Assis Esteves, F.; Petry, A.C. Limnologia em pesquisas ecológicas de longa duração: a experiência nas lagoas costeiras do Norte Fluminense (PELD-sítio 5). Boletim SBL 38: 1-8.

De Paula, C. Q. Gestão Compartilhada dos Territórios da Pesca Artesanal: Fórum Delta do Jacuí (RS). Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Porto Alegre, 2013.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DE PORTO ALEGRE. 1981a. As águas do Rio Caí. Volume 2. DMAE n. 35

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DE PORTO ALEGRE. 1981b. As águas do Rio Jacuí. DMAE n. 36



- DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUAS E ESGOTOS DE PORTO ALEGRE. 1986. O Rio Guaíba: suas características físico-químicas e biológicas. Volume 5. DMAE n. 43.
- Dornelles, A. M. Utilização de um Perfilador Acústico de Correntes por Efeito Doppler (ADCP) para a estimativa da Concentração de Sedimentos em Suspensão (CSS). Dissertação de Mestrado. IPH/UFRGS. 2009.
- Drumond, M.M.; Nascimento, N.O. Separação de escoamento utilizando a condutividade elétrica das águas: um estudo realizado na bacia representativa de Juatuba - Alto São Francisco. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007.
- Duarte, C.; Rapp, L.H.; Deis, C.P. Fish assemblages in two Sandy beaches in lower Purus river, Amazonas, Brasil. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, n.100, v.4, p.319-328. 2010.
- Dufech, A. P. S.; FIALHO, C. B. Estudo comparado da taxocenose de peixes em dois ambientes aquáticos do Parque Estadual de Itapuã, sul do Brasil. *Iheringia: Série Zoologia*, Porto Alegre, v. 99, p. 177-188, 2009.
- Duncan, A. 1984. Assessment of factors influencing the composition, body size and turnover rate of zooplankton in Parakrama Samudra, an irrigation reservoir in Sri Lanka. *Hydrobiologia*, 113(1), 201-215.
- Duncan, A.; Gulati, R.D. 1981. Parakrama Samudra (Sri Lanka) Project, a study of a tropical lake ecosystem III. Composition, density and distribution of the zooplankton in 1979: With 3 figures and 3 tables in the text. *Internationale Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie: Verhandlungen* 2: 1001-1008.
- Edson Fontes de Oliveira, Erivelto Goulart. Distribuição espacial de peixes em ambientes lênticos: interação de fatores. *Acta Scientiarum* 22(2):445-453, 2000.
- Edwards, T. K.; Glysson, G. D. Field methods for measurement of fluvial sediment. U.S. Geological Survey, Report 86-531. Department of the Interior Donald Paul Hoder, Secretary. Reston. 1988.
- Engeplus Engenharia e Consultoria Ltda. Planejamento da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí fases "A", "B" e "C". 2015.
- Eschemeyer, W. N., FONG, J. D. Species by family/subfamily. *Catalog of Fishes electronic*. 2010.
- Eschemeyer, W. N., FONG, J. D. Species by family/subfamily. In: *Catalog of Fishes electronic version*. Disponível em: <<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily>> Acessado em 02 jun. 2018.
- Eschemeyer, W. N., FRICKE, R. V. L. *Catalog of Fishes: genera, species, reference*. 2018A.
- Eschemeyer, W. N., FRICKE, R. V. L. Species by family/subfamily. In: *Catalog of Fishes: Classification electronic version*. Disponível em: <<http://research.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/SpeciesByFamily>> Acessado em 02 jun. 2018.
- Espíndola, E. L. G.; Brigante, J.; Eler, M. N. Avaliação ambiental preliminar do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Mogi-Guaçu. *Limnologia fluvial, um estudo no Rio Mogi-Guaçu*. São Carlos: Editora Rima, p. 23-53, 2003.
- Esteves, F. A. 1998. *Fundamentos de Limnologia*. Editora Interciência Ltda. Rio de Janeiro. 575 p.



- Fagundes, H. O.; Fan, F. M.; Paiva, R. C. D. Automatic calibration of a large-scale sediment model using suspended sediment concentration, water quality, and remote sensing data. RBRH vol.24 Porto Alegre 2019 Epub Apr 25, 2019.
- Ferraz, G. Twelve Guidelines for Biological Sampling in Environmental Licensing Studies. *Natureza e Conservação*, n.10, v.1, p.20-26. 2012.
- Ferreira, C. W. S.; LIMA, C. S.; Cavalcanti, L. C. S.; Santos, A. H. O. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do açude Cachoeira II, no município de Serra Talhada – PE, Brasil. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física. II Seminário Ibero Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra. 2010.
- Fisrwig - Federal Interagency Stream Restoration Working Group. 1998. Stream corridor restoration: principles, processes, and practices. FISRWIG.
- Flores-Lopes, F., Cetra, M., Malabarba, L. R. Utilização de índices ecológicos em assembleias de peixes como instrumento de avaliação da degradação ambiental em programas de monitoramento. In: *Biota Neotropica*, v. 10, n. 4. 2010.
- Frank, H.T. 1989. Geologia e Geomorfologia das folhas Morretes, São Leopoldo, São Jerônimo, Guaíba e Arroio dos Ratos, RS. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Instituto de Geociências, UFRGS, Dissertação de Mestrado, 160p.
- Freitas, C. S. Plano Diretor de Navegação Interior do Rio Grande do Sul: Estudo Comparativo entre a Proposta de 1976 e a Situação Atual do Transporte de Cargas e Infraestrutura. Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: DECIV/EE/UFRGS. 2013. 74p.
- Fuentes, R. V., Rumiz, D. I. Estudio preliminar de la ictiofauna y los hábitats acuáticos del Río Bajo Paraguá, Santa Cruz, Bolivia. In: *Biota Neotropica*, v. 8, n. 1. 2008.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUIZ ROESSLER (FEPAM). Arquivos digitais para uso em SIG – base cartográfica digital do RS 1:250.000. 2019. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp>
- FZB/PRÓ-GUAÍBA. 2002a. Relatórios científicos relativos à macroatividade “Reavaliação das condições naturais da fauna e flora”. Apêndice I. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Programa Pró-Guaíba. Porto Alegre.
- FZB/PRÓ-GUAÍBA. 2002b. Mapeamento, diagnóstico e gerenciamento de ambientes de áreas úmidas na bacia do Guaíba, tendo em vista sua preservação ou conservação. Relatório final. Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Programa Pró-Guaíba. Porto Alegre
- Galetti, Jr, P.M., Esteves, K.E., Lima, N.R.W., Mestriner, C. A., Cavallini, M.M., Cesar, A.C.G., Miyazawa, C.S. 1990. Aspectos comparativos da ictiofauna de duas lagoas marginais do Rio Mogi-Guaçu (Alto Paraná- estação ecológica do Jataí, SP). *Acta Limnol. Bras.*, v.3, p. 865-85.
- Gamaro, P. E. Medidores Acústicos Doppler de Vazão. ITAIPU Binacional. 1º Edição. Foz do Iguaçu-PR. 2012.
- Gannon, Je.; Stemberger, RS. 1978. Zooplankton (especially crustaceans and rotifers) as indicators of water quality. *Transactions of the American Microscopical Society*: 16-35.
- Garcez, Danielle Sequeira; Sánchez-Botero, Jorge Iván. Comunidade de Pescadores artesanais no Estado do Rio Grande do Sul do Sul, Brasil. *Rio Grande: Atlântica*, v. 27, n. 1, p. 17-29, 2005.



- Godinho, A.L.; Pompeu, P.S. A importância dos ribeirões para os peixes de piracema (cap. 19). In: *Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais*. Organizadores: Hugo Pereira Godinho, Alexandre Lima Godinho. Belo Horizonte: PUC Minas, 2003.
- Godoy, M. P. Dez anos de observações sobre periodicidade migratória de peixes do Rio Mogi Guassu. Pp. 1-12. In: *Revista Brasileira de Biologia*, v. 27, n. 1. 1967.
- Godoy, M.P. 1967. Dez anos de observações sobre periodicidade migratória de peixes do rio Mogi-Guaçu. *Rev. Bras. Biol.*, v.27, p.1-12.
- Governo do Estado do Rio Grande do Sul. 2014. Plano de manejo do parque estadual do delta do Jacuí – PEDJ. Disponível em: <<http://www.sema.rs.gov.br/parque-estadual-delta-do-jacui>>. Acessado em 01 jun. 2018.
- Goy, J. L.; Silva, P. G.; Zazo, C.; Bardaji, T.; Somoza, L. Model of morphotectonic map and legend. *Bulletin of INQUA Neotectonic Commission*, v. 12, p 19-31, 1991
- Hammer, Øyvind et al. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4: 9.
- Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2009.
- Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2010.
- Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2011.
- Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2012.
- Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2013.
- Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2014.
- Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2015.
- Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2016.
- Har Engenharia e Meio Ambiente. Programa de monitoramento da ictiofauna SOMAR – Sociedade Mineradora LTDA. 2017.
- Hasenack, H.; Weber, E.(org.) Base cartográfica vetorial contínua do Rio Grande do Sul - escala 1:50.000. Porto Alegre: UFRGS Centro de Ecologia. 2010. 1 DVD-ROM. (Série Geoprocessamento)
- Helley, E. J.; SMITH, W. Development and calibration of a pressure-difference bedload sampler. USGS Open-File Report. 1971. In: <http://pubs.usgs.gov/of/1973/0108/report.pdf>
- Hilsenhoff, W.L. 1988. Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal of the North American benthological society* 7(1) 65-68.
- Hynes, H.B.N. 1970. *The ecology of running waters* (Vol. 555). Liverpool: Liverpool University Press.



- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e 51.22 Lagoa Mirim; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação, uso potencial da terra / Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: IBGE, 1986. 796 p., 6 mapas, (Levantamento dos Recursos Naturais, 33).
- International Union For Conservation Of Nature. 2018. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017-3. Disponível em: <www.iucnredlist.org>. Acessado em 01 Jun. 2018.
- Junk, W. Flood tolerance and tree distribution in central Amazonian floodplains. Pp. 47-64. In: Tropical forests; botanical dynamics, speciation, and diversity. 1989.
- Junk, W. J., Bayley, P. B., & Sparks, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. Canadian special publication of fisheries and aquatics sciences 106(1): 110-127.
- Junk, W.J., Soares, M.G.M., Saint-Paul, U. 1997. The Fish. In: JUNK, W.J. (Ed.) The Central Amazon Floodplain: ecological studies. New York: Springer-Verlag, v.126, p.385-408.
- Kapusta, S. C.; De Freitas, SM Fagundes. *Limnoperna fortunei* na bacia hidrográfica do baixo Rio Jacuí: relações com a comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Capítulo 21. Mansur et al.(eds.). Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle. Redes Editora Ltda., Porto Alegre, Brazil, p. 243-246, 2012.
- Koch, W. R., Milani, P. C., Grosser, K. M. Peixes das chuvas. Pp. 52-53. In: Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (ed.). Natureza em revista: Delta do Jacuí. 2002.
- Koerber, S., Litz, T. O., Mirande, J. M. CLOFFAR-update 1-supplement to Checklist of the Freshwater Fishes of Argentina. 2015.
- Koste, W.; Shiel, R.J. 1987. Rotifera from Australian inland waters. II. Epiphanidae and Brachionidae (Rotifera: Monogononta). Invertebrate Systematics 7: 949-1021.
- Kutikova, L.A. 2002. Rotifera. A Guide to Tropical Freshwater Zooplankton: Identification, Ecology and Impact on Fisheries. Bakhuy Publishers, Leiden, The Netherlands, p. 23-45.
- Lapointe, N.W.R.; Corkum, L.D. A comparison of methods for sampling fish diversity in shallow offshore Waters of large rivers. North American Journal of Fisheries Management, n.26, p.503-513. 2006.
- Lazara, K. J. The killifish master index: a checklist of oviparous cyprinodontiform fishes. In: American Killifish Association. 1984.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G., Miller, J.P. 1993. Fluvial Processes in Geomorphology. Dover, 535 p.
- Lowe-McConnell, R. H. Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. In: Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais. 1999.
- Lowe-McConnell, R. H. Fish communities in tropical freshwaters. London: Longman, 1975. 337p.
- Lucena, C. A. S. Lista comentada das espécies do gênero *Roeboides* Günther, 1864 descritas para as bacias dos rios Amazonas, São Francisco e da Prata (Characiformes, Characidae, Characinae). Pp. 29-47. In: Comunicações Museu Ciências Tecnologia PUCRS, Série Zologia, v. 1, n. 3. 1988.
- Lucena, C. A. S., SOARES, H. G. Review of species of the *Astyanax bimaculatus* “caudal peduncle spot” subgroup sensu Garutti & Langeani (Characiformes, Characidae) from the rio La Plata and rio São Francisco drainages and coastal systems of southern Brazil and Uruguay. Pp. 101-125. In: Zootaxa, v. 4072, n. 1. 2016.



- Lucinda, I., Moreno, I. H., Melão, M. G. G., & Matsumura-Tundisi, T. (2004). Rotifers in freshwater habitats in the upper Tietê river basin, São Paulo State, Brazil. *Acta Limnologica Brasiliensia*, 16(3): 203-224.
- Luz-Agostinho, K. D. G. et al. A ictiofauna do rio das Antas: distribuição e bionomia das espécies. Pp. 115. In: Maringá: Clichetec. 2010.
- Machado-Allison, A. 1990. Ecologia de los peces de las áreas inundables de los llanos de Venezuela. *Interciencia*, v.15, p.411-23.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton, Princeton University Press, 179p. Mansur, M. C., & Pereira, D. 2006. Limnic bivalves of the Sinos river basin, Rio Grande do Sul, Brazil (Bivalvia, Unionoida, Veneroida And Mytiloida). *Revista Brasileira de Zoologia* 23(4): 1123-1147.
- Malabarba, L. R.; Weitzman, S. H. Descriptions of a new genus from southern Brazil, Uruguay and Argentina, with a discussion of a putative characid clade (Teleostei: Characiformes: Characidae). Pp. 67-151. In: Comunicacoes do Museu de Ciencias e Tecnologia da PUCRS, v. 67. 2009.
- Malabarba, L.R.; Reis, R.E. Manual de Técnicas para Preparação de coleções Zoológicas: Peixes. Campinas: Sociedade Brasileira de Zoologia. 15p. 1987.
- Mamédio, F. M. P. Impacto de erros nos dados de entrada na eficiência de um modelo hidrológico. Dissertação de Mestrado. IPH/UFRGS. Porto Alegre – RS. 2014.
- Mansur, M. C. D., Pimpao, D. M., Bergonci, P. E. A., Santos, C. P., & Figueiredo, G. C. S. 2012. Morfologia e ciclo larval comparados de bivalves límnicos invasores e nativos. In: M. C. D. Mansur; C. P. Dos Santos; D. Pereira; I. C. P. Paz; M. L. L. Zurita; M. T. R. Rodriguez; M. V. Nehrke; P. E. A. Bergonci. (Org.). *Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle*. 1ed. Porto Alegre: REDES, 2012, v. 1, p. 95-110.
- Mansur, M.C.D., Veitenheimer-Mendes, I.L., & Almeida-Caon, J.D. 1988. Mollusca, Bivalvia de um trecho do curso inferior do Rio Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, 67, 67-108.
- Mansur, M.C.D.; Pereira, D. 2006. Bivalves límnicos da bacia do rio dos Sinos, Rio grande do Sul, Brasil (Bivalvia, Unionoida, Veneroida e Mytiloida). *Revista Brasileira de Zoologia* 23: 1123-1147,
- Marchese, M., & Drago, I. E. 1992. Benthos of the lotic environments in the middle Paraná River system: transverse zonation. *Hydrobiologia*, 237(1), 1-13.
- Marchese, M.; De Drago, I.E.; Drago, E.C. 2002. Benthic macroinvertebrates and physical habitat relationships in the Paraná River-floodplain system. The ecohydrology of South American rivers and wetlands. *IAHS Special Publication* 6:111-132.
- Margalef, R. 1972. Homage to Evelyn Hutchinson, or why there is an upper limit to diversity. *Connecticut Academy of Arts and Sciences*.
- Martens, E.V. 1868. Übersüdbrasilianische Land und Süßwassermollusken. Nach der Sammlung von Dr. R. Hensel. *Malakozologische Blätter*, Cassel 15: 169-217.
- Matthews, W. J. L. Patterns in freshwater fish ecology. Pp. 756. In: Chapman & Hall, New York. 1998.
- Medeiros, W.M.V.; Silva, C.E.; Lins, R.P.M. Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. *Rev. Ambient. Água* vol.13 no.2 Taubaté 2018 Epub May 07, 2018.



- Miall, A.D. 1977. Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: A Summary. Geological Survey of Canada, 3303 – 33rd. 1977. 5 p.
- Miall, A.D. 1997. The geology of stratigraphy sequences. Springer-Verlag, Berlin, 433p.
- MJ, McCune B. Mefford. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version, v. 6, 2011.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2014. PORTARIA nº 445, de 17 de dezembro de 2014. Reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos". Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Portaria/2014/p_mma_445_2014_lista_peixes_amea%C3%A7ados_extin%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acessado em 01 jun. 2018.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Áreas Prioritárias para a Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira: Atualização – Portaria MMA nº 09, de 23 de janeiro de 2007. Brasília, 2007.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em <<http://sistemas.mma.gov.br/portalcnuc/rel/index.php?fuseaction=portal.consultarFicha>>. Acesso em: out.2019.
- Moring, J.B., Braun, C.L., And Pearson, D.K., 2014, Mesohabitats, fish assemblage composition, and mesohabitat use of the Rio Grande silvery minnow over a range of seasonal flow regimes in the Rio Grande/Rio Bravo del Norte, in and near Big Bend National Park, Texas, 2010–11: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2013–5210, 89 p., <http://dx.doi.org/sir20135210>.
- Moring, J.B., Braun, C.L., And Pearson, D.K., 2014, Mesohabitats, fish assemblage composition, and mesohabitat use of the Rio Grande silvery minnow over a range of seasonal flow regimes in the Rio Grande/Rio Bravo del Norte, in and near Big Bend National Park, Texas, 2010–11: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2013–5210, 89 p., <http://dx.doi.org/sir20135210>.
- MRS Estudos Ambientais LTDA. Relatório de impacto ambiental das obras de duplicação da rodovia BR290/RS. 2009.
- Northcote, T. G. Migratory strategies and production of freshwater fishes. Pp. 326. In: Ecology of freshwater fish production. 1978.
- O'farrell, I., Tell, G., & Podlejski, A. 2001. Morphological variability of *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (Bacillariophyceae) in the Lower Paraná River (Argentina). *Limnology* 2(2): 65-71.
- Oliveira, M. L. A. A. & Porto, M. L. 2000. Ecologia de paisagem do Parque Estadual Delta do Jacuí, Rio Grande do Sul, Brasil: mapa da cobertura do solo e da vegetação, a partir do Landsat TM5. *Iheringia, Sér. Bot.*, 58:145-163.
- Oliveira, M. L. A. A. 1999. Análise do padrão de distribuição de comunidades vegetais do Parque Estadual Delta do Jacuí: mapeamento e subsídios ao zoneamento da Unidade de Conservação. Tese (Doutorado em Botânica), UFRGS, Porto Alegre. 234 p.
- Ortmann, A.E. 1921. South American naiades; a contribution to the knowledge of the freshwater mussels of South America. *Mememoirs of the Carnegie Museum, Pittsburgh*, 8 (3): 451-670.



- Pereira, D. 2014. Bivalves Límnicos na América do Sul: Subsídios para Conservação de Espécies Nativas e para o Controle do Bivalve Invasor *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Ecologia UFRGS.
- Pereira, D., Arruda, J. O., Menegat, R., Porto, M. L., Schwarzbald, A., & Hartz, S. M. 2011. Guildas tróficas, composição e distribuição de espécies de moluscos límnicos no gradiente fluvial de um riacho subtropical brasileiro. *Biotemas* 24(1), 21-36.
- Pereira, D., Arruda, J. O.; Bergonci, P. E. A.; Oliveira, A. S.; Postiglione, R.; Mansur, M. C. D. 2012a. Como monitorar moluscos límnicos invasores bentônicos e macroinvertebrados associados? In: M. C. D. MANSUR; C. P. DOS SANTOS; D. PEREIRA; I. C. P. PAZ; M. L. L. ZURITA; M. T. R. RODRIGUEZ; M. V. NEHRKE; P. E. A. BERGONCI. (Org.). *Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle*. 1ed. Porto Alegre: REDES, v. 1, p. 155-184.
- Pereira, D., Mansur, M. C. D.; Pimpão, D. M. 2012b. Identificação e diferenciação dos bivalves límnicos invasores dos demais bivalves nativos do Brasil. In: M. C. D. Mansur; C. P. Dos Santos; D. Pereira; I. C. P. Paz; M. L. L. Zurita; M. T. R. Rodriguez; M. V. Nehrke; P. E. A. Bergonci. (ORG.). *Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle*. 1ed. Porto Alegre: REDES, v. 1, p. 75-94.
- Pereira, D., Veitenheimer-Mendes, I. L., Mansur, M. C. D., & Silva, M. D. 2000a. Malacofaunalímica do sistema de irrigação da microbacia do arroio Capivara, Triunfo, RS, Brasil. *Biociências* 8(1): 137-157.
- Pereira, D.; De Luca, S. J. Benthic macroinvertebrates and the quality of the hydric resources in Maratá Creek basin (Rio Grande do Sul, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 15, n. 2, p. 57-68, 2003.
- Pereira, D.; Konrad, H. G.; Paloski, N. I. 2000b. Gastrópodos límnicos da bacia do rio Camaquã, RS, Brasil. *Acta Biologica Leopoldensia* 22: 55-66.
- Perucchi, L.C.; Kubo, R.R; Coelho-De-Souza, G. Articulação e encaminhamento das questões da pesca artesanal: uma análise do Fórum da Pesca do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *revista de Gestão Costeira integrada*, v.12, n.4, 2012.
- Pillar, V. D. "MULTIV: aplicativo para análise multivariada e teste de hipóteses." Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre (2001).
- Pillar, V. D. P. 2004. Suficiência amostral. In Bicudo, C. D. M., & Bicudo, D. D. C. *Amostragem em limnologia*. São Carlos: RiMa, p.25-43.
- Plafkin, J.L. 1989. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish. United States Environmental Protection Agency, Office of Water.
- Pompêo, Marcelo Luiz Martins; MOSCHINI-CARLOS, Viviane. *Macrófitas aquáticas e perifíton: aspectos ecológicos e metodológicos*. RiMa, 2003.
- Pracheil, B. M.; McIntyre, P.B., Lyons, J. D. Enhancing conservation of large-river biodiversity by accounting for tributaries. *Frontiers in Ecology and the Environment*, v. 11, n. 3, p. 124-128. 2013.
- Rauber Minerais. Relatório de Controle Ambiental (RCA): Extração de bens minerais (areia e/ou cascalho), lavra de areia a céu aberto, sem beneficiamento, em recurso hídrico. 2012.
- Rauber Minerais. Relatório de Controle Ambiental (RCA): Extração de bens minerais (areia e/ou cascalho), lavra de areia a céu aberto, sem beneficiamento, em recurso hídrico. 2012.



Reis, R. E., Kullander, S. O., Ferraris, C. J. Checklist of the freshwater fishes of South and Central America. In: Edipucrs. 2003.

Reis, R.E. Revision of the neotropical catfish genus *Hoplosternum* (Ostariophysi: Siluriformes: Callichthyidae), with the description of two new genera and three new species. *Ichthyol. Explor. Freshwat.* n. 7, v. 3/4, p.299-326. 1997.

Reynolds, C. Community organization in the freshwaterplankton. In: Symp. Br. Ecol. Soc. 1987. p. 297-325.

Reynolds, C. S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L., & Melo, S. (2002). Towards a functional classification of the freshwaterphytoplankton. *Journal of planktonresearch*, 24(5), 417-428.

Reynolds, C. S.; Descy, J.-P.; Padisák, J.1994. Are phytoplankton dynamics in riversdifferent from those in shallowlakes?. In: *Phytoplankton in Turbid Environments: Rivers and ShallowLakes*. Springer, Dordrecht, p. 1-7.

Reynolds, C.S. 1984. *The ecology of freshwaterphytoplankton*. Cambridge universitypress,

Rhea Estudos e Projetos. Relatório técnico do diagnóstico ambiental do meio biótico. 2007.

Rio Grande do Sul, 2018. Decreto Estadual nº 53.885 - Institui subdivisão das Regiões Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul em Bacias Hidrográficas. Podes Executivo. 16 de janeiro de 2018.

Rio Grande do Sul. Decreto Estadual N.º 51.797, de 8 de Setembro de 2014. Declara as Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2051.797.pdf>>. Acessado em 01 jun. 2018.

Rio Grande do Sul. Decreto Estadual Nº 41.672, de 11 de Junho de 2002. Declara as espécies da fauna silvestre ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/legis/M010/M0100099.ASP?Hid_TodasNormas=840&hTexto=&Hid_IDNorma=840> Acessado em 01 jun. 2018.

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Etapa A – Diagnóstico dos recursos hídricos da bacia do rio Pardo. 2005. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/g060-bacia-hidrografica-dos-rios-vacacai-vacacai-mirim>>

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). G060 – Bacia hidrográfica dos rios Vacacaí – Vacacaí Mirim. 2019. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/g060-bacia-hidrografica-dos-rios-vacacai-vacacai-mirim>>

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Planejamento da bacia hidrográfica do Baixo Jacuí, fases A, B e C. Relatório técnico 1: atividades preliminares - rt1. Edição revisada. 2014. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/g070-bacia-hidrografica-do-baixo-Jacuí>>

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Plano de Bacia Taquari-Antas. Elaboração dos serviços de consultoria referente às fases A e B do plano de bacia do rio Taquari-Antas. Fase AP (Atividade Preliminar). Atividade Ap 2, Ap3 Ap 4 e Ap 5. Relatório técnico 1:atividades preliminares - rt1. 2011. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/g040-bacia-hidrografica-do-rio-taquari-antas>>

Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA). Elaboração de serviço de consultoria relativo ao processo de planejamento dos usos da água na bacia hidrográfica dp



Alto Jacuí – Etapas A e B. Relatório técnico 1: atividades preliminares - RT1. Edição revisada. 2012. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/g050-bacia-hidrografica-do-alto-Jacuí>

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Departamento de Recursos Hídricos – DRH. Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul – SIOUT. Disponível em: <http://www.siou.rs.gov.br/consulta/>. Acesso em: out. 2019.

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). Planejamento da bacia hidrográfica do Baixo Jacuí, fases A, B e C. Relatório técnico 1: atividades preliminares - rt1. Edição revisada. 2014. Disponível em: <<https://www.sema.rs.gov.br/g070-bacia-hidrografica-do-baixo-Jacuí>>.

Rio Grande do Sul. Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande Do Sul - SEMA. Disponível em: < <https://www.sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-2016-10>> Acesso em: out. 2019.

Rio Grande do Sul. Superintendência dos Portos e Hidrovias - SPH. Travessias Hidroviárias Intermunicipais da Bacia do Sudeste - no Rio Grande do Sul (Rio Jacuí). 2014d. Disponível em: http://www.sph.rs.gov.br/sph_2006/content/travessias/travessias_intermunicipais.php Acesso em: 30 Mai. 2014.

Rio Grande do Sul. Superintendência dos Portos e Hidrovias - SPH. Portos e Terminais na Hidrovia Rio Jacuí. 2014e. Disponível em: <http://www.sph.rs.gov.br/sph_2006/content/porto_poa/porto_poa_infraestrutura_terminais_fora_cais.php> Acesso em: 27 Jan. 2014.

Robinson, A. H., & Robinson, P. K. 1971. Seasonal distribution of zooplankton in the northern basin of Lake Chad. *Journal of Zoology* 163(1), 25-61.

Robinson, C. T., Tockner, K., Ward, J. V. The fauna of dynamic riverine landscapes. Pp. 661-677. In: *Freshwater Biology*, v. 47, n. 4. 2002.

Rondon Suárez, Y. Variação espacial e temporal na diversidade e composição de espécies de peixes em riachos da bacia do Rio Ivinhema, Alto Rio Paraná. In: *Biota Neotropica*, v. 8, n. 3. 2008.

Roos Ambiental. Diagnóstico ambiental do meio biótico do relatório de controle ambiental (RCA) e plano de controle ambiental (PCA) para mineração em recurso hídrico. 2016.

Saccol-Perreira, A. Variação sazonal e estrutura trófica da assembléia de peixes do delta do Rio Jacuí, RS, Brasil. 2008.

Saccol-Perreira, A., Milani, P. C. C., Fialho, C. B. Primeiro registro de *Acestrorhynchus pantaneiro* Menezes, 1992 (Characiformes, Acestrorhynchidae) no sistema da laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. Pp. 1-4. In: *Biota Neotropica*, vol. 6. 2006.

Sampóns, M.R. 1988. Zoobentos del río Arrecifes (Buenos Aires, Argentina) y sus principalestributarios. *Iheringia* 68: 63-82

Santos, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. Hidrometria Aplicada. LACTEC. Curitiba-PR. 2001.

Santos, J. E. Ontogênese e comportamento larvais de seis espécies de peixes de água doce sob condições experimentais. Belo Horizonte: Instituto de Ciências Biológicas, UFMG, 1992. 132p. (Dissertação, Mestrado em Morfologia).

Santos, P.F.; da Luz, L.D. Lagoas marginais e sua importância para conservação da biodiversidade – relação com alterações hidrológicas. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande, MS. Porto Alegre, ABRH. 2009.



- Sato, Y., Cardoso, E.L., Amorim, J.C.C. 1987. Peixes das lagoas marginais do Rio São Francisco à montante da represa de Três Marias (Minas Gerais). Brasília: CODEVASF, p.4-20
- Schafer, S. A. Conflict and resolution: impact of new taxa on phylogenetic studies of the Neotropical cascudinhos (Siluroidei: Loricariidae). Pp. 375-400. In: Phylogeny and classification of neotropical fishes, Edipucrs. 1998.
- Scherer, C. M. S.; E.L.C.Lavina ; M.M.Fonseca ; Santos, L. A. O. . Barras em pontal em depósitos fluviais antigos: exemplos no registro geológico sul-rio-grandense. Pesquisas em Geociências (UFRGS), Porto Alegre, v. 27(1), p. 77-88, 2000.
- Schloesser, J.T. Large river fish community sampling strategies and fish association to engineering and natural river channel structures. Manhattan, Kansas: Kansas State University. Master of Science Thesis. 76p. 2008.
- Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande Do Sul (SEMA RS). Disponível em: < <https://www.sema.rs.gov.br/unidades-de-conservacao-2016-10>> Acesso em: out. 2019.
- SEMA RS – Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2010). Zoneamento Ambiental da Silvicultura – Diretrizes da Silvicultura por unidade de Paisagem e Bacia Hidrográfica.
- Secretaria Municipal de Qualidade Ambiental de Charqueadas. Plano Ambiental Municipal. Vol. 2.
- SEPLAN. 1986. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso e ocupação dos solos. Levantamentos de Recursos Naturais, SEPLAN-IBGE, Rio de Janeiro, Vol. 33, 791p.
- Silva, K. W. D. S., Everton, N. D. S., & Melo, M. A. D. D. 2016. Aplicação dos índices biológicos Biological Monitoring Working Party e Average Score per Taxon para avaliar a qualidade de água do rio Ouricuri no Município de Capanema, Estado do Pará, Brasil. Revista Pan-Amazônica de Saúde, 7(3), 13-22.
- Sinha, R.K.; Das, N.K. 1993. Taxonomy in the study of water pollution. Environment and Ecology, v. 11, n. 2, p. 412-418,
- Soares, M. R. G. J.; Souza, J. L. M. Análise morfométrica da bacia hidrográfica do rio Pequeno em São José dos Pinhais (PR). Geografia (Londrina), Londrina, v. 21, n. 1, p. 019-036, jan/abr. 2012. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia>
- Stevaux, J.C.; Takeda, A.M. 2002. Geomorphological processes related to density and variety of zoobenthic community of the upper Paraná River, Brazil. Zeitschrift Fur Geomorphologie Supplementband, p. 143-158.
- Strieder, M.N., Ronchi, L.H., Stenert, C., Scherer, R.T., Neiss, U.G. 2006. Medidas biológicas e índices de qualidade da água de uma microbacia com poluição urbana e de curtumes no sul do Brasil. Acta Biologica Leopoldensia 28(1):17-24.
- Superintendência de Infraestrutura de Transportes / Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (SEINFRA/DNIT). Projeto de Estruturação do Desenvolvimento Hidroviário no Rio Grande do Sul (Hidrovia Brasil – Uruguai).
- Takeda, A. M.; Lansac-Tôha, F. A.; Agostinho, A. A. Estudos ecológicos de longa duração: reservatório de Itaipu e planície alagável do alto rio Paraná. 2018.



- Takeda, A.M., Grzybkowska, M. 1997. Seasonal dynamics and production of *Campsurus violaceus* nymphs (Ephemeroptera, Polymitarcyidae) in the Baia River, upper Parana River floodplain, Brazil. *Hydrobiologia* 356(1-3), 149-155.
- Takeda, A.M., Stevaux, J.C.; Fujita, D.S. 2001. Effect of hydraulics, bed loadgrain size and water factors on habitat and abundance of *Narapabonettoi* Righi & Varela, 1983 of the Upper Paraná River, Brazil. *Hydrobiologia* 463(1): 241-248.
- Takeda, A.M.; Fujita, D.S. Benthic invertebrates. The upper Paraná River and its floodplain: physical aspects, ecology and conservation. Leiden: Backhuys Publishers, p. 191-208, 2004.
- Takeda, A.M.; Shimizu, G.Y.; Higuti, J. 1997. Variações espaço-temporais da comunidade zoobêntica. A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. EdUEM. Maringá. 460p, p. 157-177.
- Tales, E., Berrebi, R. Controls of local young-of-the-year fish species richness in flood plain water bodies: potential effects of habitat heterogeneity, productivity and colonisation–extinction events. Pp. 144-154. In: *Ecology of Freshwater Fish*, v. 16, n. 2. 2007.
- Tejerina-Garro, F. L., Fortin, R., Rodriguez, M. A. Fish community structure in relation to environmental variation in floodplain lakes of the Araguaia River, Amazon Basin. Pp. 399-410. In: *Environmental Biology of Fishes*, v. 51, n. 4. 1998.
- Thomaz, S.M. et al. Decomposição das macrófitas aquáticas e sua relação com o pulso de inundação. In: *Ecótonos nas interfaces dos ecossistemas aquáticos*. Henry, R. (org.). São Carlos: RiMa, 349p. 2003.
- Thorne, CR. 1998. Stream reconnaissance handbook: geomorphological investigation and analysis of river channels. John Wiley & Sons Ltd.
- Tomanova, S., Tedesco, P.A., Roset, N., Thomas, R.B., Belliard, J. Systematic point sampling of fish communities in medium- and large-sized rivers: sampling procedure and effort. *Fisheries Management and Ecology*, v.20, n.6. 2013.
- Torloni, C.E.C., Santos, J.J., Moreira, J. A., Girardi, L. 1991. Pesca artesanal e produção pesqueira no reservatório da UHE Mário Lopes Leão, Promissão-SP. CESP. São Paulo, v.1, 17p.
- Tucci, C.E.M. Modelos hidrológicos. 2º ed. Ed. da UFRGS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre. 2005.
- Uhde, V.; Massoli, E.V.; Callil, C.T. Efeito do macrofouling sobre a comunidade de invertebrados aquáticos. In: M. C. D. Mansur; C. P. Dos Santos; D. Pereira; I. C. P. Paz; M. L. L. Zurita; M. T. R. Rodriguez; M. V. Nehrke; P. E. A. Bergonci. (Org.). *Moluscos límnicos invasores no Brasil: biologia, prevenção e controle*. 1ed. Porto Alegre: REDES, v. 1, p. 235-241, 2012.
- USACE: US Army Corps of Engineers (2016). River Analysis System. Hydraulic Reference Manual, version 5.0.
- Vannote, R. L., Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., & Cushing, C. E. 1980. The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 37(1), 130-137.
- Vannote, R.L., Minshall, G.W., Cummins, K.W., Sedell, J.R., & Cushing, C.E. (1980). The river continuum concept. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*, 37(1):130-137.
- Vazzoler, A. E. A. M., Menezes, N. A. 1992. Síntese de conhecimentos sobre o comportamento reprodutivo dos Characiformes da América do Sul (Teleostei, Ostariophysii). *Rev. Bras. Biol.* 52, 627-640.



- Vazzoler, A.E.A.M, Agostinho, A.A., Hahn, N.S. A Planície de Inundação do Alto Rio Paraná. EDUEM, Maringá. p.267-280. 1997.
- Vazzoler, A.E.A.M. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes: reprodução e crescimento. Brasília, CNPq. 108p. 1981.
- Vazzoler, A.M.A.M. Manual de métodos para estudos biológicos de populações de peixes; reprodução e crescimento. Brasília, CNPq. 108p. 1981.
- Villela, S. M.; Mattos, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: Mc Graw-Hill do Brasil, 1975.
- Villwoock, J.A.; Tomazelli, L.J. 1995. Geologia Costeira do Rio Grande do Sul. Notas Técnicas. Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica, 8: 1-46.
- Volkmer-Ribeiro, C., Mansur, M. C. D., Pereira, D., Tiemann, J.S., Cummings, K.S., & Sabaj, M.H. 2019. Sponge and mollusk associations in a benthic filter-feeding assemblage in the middle and lower Xingu River, Brazil. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 166(1): 1-24.
- Weber, E.; Hasenack, H.; Ferreira, C.J.S. 2004. Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação. Porto Alegre, UFRGS Centro de Ecologia. ISBN 978-85-63843-02-9. Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>.
- Welcomme, R. L. Fisheries ecology of floodplain rivers. New York: Longman, 1979. 317p.
- Welcomme, R. L. Relationships between fisheries and the integrity of river systems. Regulated Rivers: Research and Management 11:121-136, 1995.
- Winemiller, K. O. et al. Fish assemblage structure in relation to environmental variation among Brazos River oxbow lakes. Pp. 451-468. In: Transactions of the American Fisheries Society, v. 129, n. 2. 2000.
- Wourms, J. P. Pre-embryonic and embryonic diapause of variable duration in the eggs of annual fishes. Pp. 389-414. In: Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology, v. 182, n. 3. 1972.



9 ANEXOS

A seguir são apresentados os seguintes anexos:

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



ANEXO A – MAPA DO ZONEAMENTO AMBIENTAL