




## **NOTA TÉCNICA**

# **IMPACTOS DA HIDROVIA PARAGUAI-PARANÁ NO PANTANAL BRASILEIRO**

**Versão - Pós Acórdão nº 443/2025**

**MAIO/2026**

Rua Estefânia, 88, Carandá Bosque  
Campo Grande - MS  
CEP: 79.032-250



**Nota Técnica sobre os Impactos da Hidrovia Paraguai-Paraná  
no Pantanal Brasileiro**

**Sumário**

RESUMO EXECUTIVO .....	3
Síntese Executiva .....	4
1. INTRODUÇÃO .....	5
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1. Características Socioambientais da BAP e Pantanal.....	11
2.2. Descrição Técnica da Hidrovia do Rio Paraguai .....	16
2.2.1. Evolução do entendimento institucional sobre a necessidade de derrocamento na modelagem da concessão da Hidrovia do Rio Paraguai .....	19
2.2.2. Obras e Serviços de Dragagem e Derrocamento.....	22
2.2.3. Plano de Dragagem e Comitê de Dragagem.....	25
2.2.4. Passos críticos .....	26
2.2.5. Estudos de Mercado.....	27
2.2.6. Aspectos Jurídicos .....	29
3. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA HIDROVIA DO RIO PARAGUAI.....	33
3.1. Dinâmica Hidrossedimentológica .....	33
3.2. Qualidade das Águas .....	36
3.3. Meio Biótico .....	37
3.4. Impactos Climáticos.....	37
3.5. Comunidades Tradicionais .....	38
3.6. Sítios Arqueológicos .....	39
3.7. Impactos Cumulativos e Sinérgicos em Escala de Bacia.....	40
4. ANÁLISE COMPARATIVA INTERNACIONAL .....	41
4.1. Casos Internacionais .....	42
<i>Rio Missouri (Estados Unidos)</i> .....	42
<i>Rio Mississippi (Estados Unidos)</i> .....	43
<i>Canal Bystroye no Delta do Danúbio (Ucrânia)</i> .....	43
<i>Rio Mekong (Sudeste Asiático)</i> .....	44
4.2. Hidrovias em Grandes Wetlands do Mundo .....	44
<i>Delta do Okavango (Botsuana)</i> .....	45
<i>Delta do Danúbio (Romênia/Ucrânia)</i> .....	45
<i>Rio Mekong e o Sistema Tonle Sap (Camboja, Vietnã)</i> .....	45
4.3. Por Que o Pantanal é Estruturalmente Diferente .....	46
4.3.1. Baixo Gradiente e baixa energia como restrição estrutural .....	46
4.3.2. Pulso de Inundação, Gargalos Naturais e Dependência Ecológica.....	47
4.3.3. Por Que Soluções de Outros Rios Não São Transferíveis .....	48
5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	48
5.1. Pesquisas Prioritárias .....	49
5.2. Alternativas Operacionais e Modelos Viáveis .....	50
Referências .....	53
ANEXOS .....	61
I. Passos Críticos Tramo – Norte.....	61
II. Passos Críticos - Tramo Sul.....	62

## RESUMO EXECUTIVO

### O QUE ESTÁ EM JOGO

Concessão da Hidrovia do Rio Paraguai (Tramo Sul) à iniciativa privada por **20 anos prorrogáveis até 70**, abrangendo **600 km** entre Corumbá e Porto Murtinho (MS), com valor estimado em **R\$ 516,6 milhões**. Modelo proposto pela ANTAQ via Acórdão 443/2025 prevê dragagem contínua para manter calados mínimos de 2-3 m e operação perene de comboios de até 290 m × 65 m, inclusive em períodos de estiagem.

### POSIÇÃO INSTITUCIONAL DO SOS PANTANAL

**Não nos opomos à navegação no Rio Paraguai**, atividade com histórico secular na bacia. **Rejeitamos o modelo industrial de concessão proposto**, que subordina a dinâmica hidrológica natural a calados garantidos contratualmente ao longo de todo o ano, convertendo a variabilidade do sistema fluvial em risco contratual transferível ao erário público. Solicitamos a **suspensão do processo concessório** até a realização de EIA/RIMA com Avaliação Ambiental Estratégica prévia em escala de bacia, atualização hidrossedimentológica com dados primários e revisão da modelagem contratual com participação científica e das populações tradicionais.

### PRINCIPAIS PONTOS DE ATENÇÃO

- **EVTEA insuficiente:** diagnóstico ambiental subestima impactos cumulativos e remete a avaliação detalhada à fase posterior de EIA/RIMA, fragilizando a estruturação econômica do contrato.
- **ZRHC excluindo extremos:** Zona de Referência Hidrológica Contratual calibrada com 80% da série histórica de Ladário ignora a megasseca 2019-2021 e projeções climáticas de aumento da frequência de eventos extremos.
- **Risco fiscal transferido à União:** Acórdão ANTAQ 443/2025 atribui ao poder público o custo de eventual derrocamento, sem motivação técnica explícita (art. 50 da Lei 9.784/1999).
- **Plano de contingência hídrica não incorporado:** proposta formal da ANA/SOE (Comunicação Interna 46/2025) para cláusula contratual de gestão adaptativa foi rejeitada no Acórdão 443/2025.
- **Ausência de AAE em escala de bacia:** instrumento de avaliação cumulativa de impactos não foi realizado, apesar do empreendimento operar em sinergia com 59 hidrelétricas existentes, 98 previstas e 17 barragens de rejeito em Corumbá.
- **Projeções de soja em área vedada:** EVTEA prevê expansão da carga de soja no “baixo pantanal” sobre a Área de Uso Restrito do Pantanal (Lei Estadual MS 6.160/2023), criando incompatibilidade normativa.
- **Precedente IBAMA 2023 ignorado:** órgão licenciador já rejeitou enquadramento simplificado das dragagens do Tramo Sul, exigindo EIA/RIMA. Aplicar a dispensa da Lei 15.190/2025 configuraria retrocesso ambiental.

### ALTERNATIVAS OPERACIONAIS PROPOSTAS

- **Navegação adaptativa:** janelas temporais de operação compatíveis com o pulso natural de inundação.
- **Calado contratual:** operação compatível anos hidrológicos, sem dragagens de aprofundamento e implementação de modelos climáticos.
- **Repotencialização ferroviária:** alternativa logística Corumbá-Porto Murtinho em bitola larga para cargas a granel.
- **AAE prévia em escala de bacia:** Avaliação Ambiental Estratégica obrigatória antes do licenciamento, em escala da BAP.
- **Comitê de Dragagem com participação vinculante:** ampliação da composição para incluir ciência, comunidades indígenas e MPF com competência deliberativa.

### MARCO LEGAL MOBILIZADO

**Constituição Federal art. 225** · Lei 15.228/2025 (Estatuto do Pantanal) · Lei MS 6.160/2023 (AUR-Pantanal) · Lei 9.784/1999 art. 50 (motivação) · Lei 9.433/1997 (PNRH) · Convenção 169 OIT (Decreto 5.051/2004) · Resoluções Conama 001/1986 e 237/1997 · Acórdão ANTAQ 443/2025

## Síntese Executiva

O projeto de concessão da Hidrovia do Rio Paraguai prevê a intervenção em 590km em território brasileiro, com o objetivo de garantir a navegabilidade com calados condicionados ao nível do rio entre Corumbá (MS) e Porto Murtinho (MS), e 10 km do leito do Canal do Tamengo (no trecho compreendido no município de Corumbá/MS), totalizando 600 km sob concessão, por meio de ações como dragagens e desobstrução vegetal (ANTAQ, 2025). Seu propósito central é viabilizar o transporte fluvial contínuo de grandes volumes de *commodities*, como minério de ferro, soja, granéis líquidos e fertilizantes, consolidando Porto Murtinho como um polo estratégico de exportação do agronegócio da região Centro-Oeste (INFRA et al., 2025b).

No entanto, a área diretamente afetada por essas intervenções corresponde ao Pantanal, uma das maiores planícies alagáveis continental do planeta, cuja dinâmica hidrossedimentar complexa sustenta uma biodiversidade extraordinária e está profundamente entrelaçada aos modos de vida de comunidades tradicionais e povos indígenas (Junk et al., 2006; Assine, 2015; ISA, 2025a).

Pesquisas apontam que dragagens podem comprometer a conectividade ecológica, o pulso natural de inundações, a morfodinâmica fluvial e a qualidade das águas, incluindo o risco de liberação de mercúrio, afetando a integridade de habitats aquáticos e terrestres do bioma (Wantzen et al., 1999; Leady e Gottgens, 2001; Stevaux et al., 2020).

A profundidade dessas consequências contrasta com o tratamento dado pelo EVTEA aos habitats aquáticos. O estudo, ao realizar diagnóstico ambiental de forma insuficientemente detalhada nessa dimensão, corre o risco de subestimar os custos relacionados à viabilidade ambiental do empreendimento. Considerando que o Pantanal constitui um dos maiores repositórios de biodiversidade aquática, a inadequação do diagnóstico de linha de base compromete toda a cadeia subsequente de avaliação de impactos no EIA/RIMA.

É importante ressaltar que o projeto da hidrovia retoma uma proposta anteriormente rejeitada pelo governo brasileiro no ano 2000, à época por representar riscos sistêmicos ao funcionamento ecológico do Pantanal (Sousa Junior et al., 2019; Wantzen et al., 2024). A versão atual da proposta prevê a navegação no Tramo Sul e não apresenta avanços metodológicos que contemplem os aspectos ambientais, ao contrário, intensifica as exigências operacionais da hidrovia, ao propor a navegação ao longo de todo o ano, desconsiderando o ritmo natural do Rio Paraguai e os ciclos hidrossedimentares.

Além disso, fatores como os impactos do uso e ocupação do solo nas áreas de cabeceira, as incertezas crescentes relacionadas às mudanças climáticas comprometem a viabilidade técnica, ambiental e jurídica do empreendimento.

O Instituto SOS Pantanal não se opõe à navegação no Rio Paraguai, atividade com histórico secular nessa bacia, mas rejeita o modelo industrial de concessão proposto, que subordina a dinâmica hidrológica natural a calados mínimos garantidos contratualmente ao longo de todo o ano, convertendo a variabilidade hidrológica intrínseca ao sistema fluvial em risco contratual transferível ao erário público.

Diante das lacunas técnicas e jurídicas identificadas nesta análise, o Instituto SOS Pantanal avalia que a atual modelagem da concessão não apresenta base científica suficiente para assegurar que as intervenções previstas não comprometerão de forma irreversível o pulso de inundação e a integridade ecológica do Pantanal, ecossistema cujas funções hidrológica, ecológica e cultural sustentam economias regionais que o próprio EVTEA reconhece, mas não quantifica adequadamente.

O Instituto apresenta, nesta Nota Técnica, alternativas operacionais e modelos logísticos viáveis que conciliam o aproveitamento da via navegável com a preservação do pulso de inundação, e solicita a suspensão do processo concessório até que sejam realizados a Avaliação Ambiental Estratégica prévia em escala de bacia, a atualização dos estudos hidrossedimentológicos com dados primários e a revisão da modelagem contratual com participação efetiva da comunidade científica e das populações tradicionais.

## 1. INTRODUÇÃO

A Hidrovia Paraguai-Paraná (HPP) é uma infraestrutura de navegação fluvial que percorre 1.249 km do Rio Paraguai desde Cáceres (MT), no Brasil, conectando-se ao sistema fluvial que deságua no Rio da Prata (Uruguai) e, posteriormente, no oceano Atlântico (Figura 1; ANA, 2024). No Brasil, a Hidrovia do Rio Paraguai no Tramo Sul está em processo de concessão da gestão da navegação à iniciativa privada pelo MPOR (Ministério de Portos e Aeroportos) e ANTAQ (Agência Nacional de Transportes Aquaviários) por meio de um contrato que autoriza a execução de obras de infraestrutura e a prestação de serviços de transporte aquaviário ao longo de 590 km do Rio Paraguai em território brasileiro, com o objetivo de garantir a navegabilidade permanente entre Corumbá (MS) e Porto Murtinho (MS), e 10 km do leito do Canal do Tamengo (no trecho compreendido no município de Corumbá/MS), totalizando 600 km sob concessão (Figura 1; ANTAQ, 2025).

Entre os principais objetivos da concessão estão: garantir a navegabilidade perene para comboios fluviais de grande porte inclusive em períodos de estiagem; permitir o escoamento eficiente de cargas como minério de ferro, soja, farelos, granéis líquidos, madeira e fertilizantes; e consolidar o porto de Porto Murtinho como polo estratégico de exportação do agronegócio da região Centro-Oeste (INFRA et al., 2025a).

Com base nos dados do Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA), o contrato da hidrovía estabelece que a concessionária deve garantir condições operacionais e para isso, o projeto envolve dragagens, com o objetivo de garantir a navegabilidade comercial contínua (ANTAQ, 2025). A vigência da concessão é de 20 anos, podendo ser prorrogado por sucessivas vezes, com duração máxima de 70 anos. Com valor total estimado de R\$ 516,6 milhões (INFRA et al., 2025b).

O próprio Plano de Trabalho do Acordo de Cooperação Técnica nº 8/2023, documento governamental que fundamenta os estudos da hidrovía, deixa explícito o escopo transformador do projeto: "*O planejamento do setor hidroviário busca não apenas viabilizar o transporte de navegação interior, mas promover o aperfeiçoamento das condições de navegabilidade das vias atualmente já navegáveis. Busca-se, dessa forma, transformar vias navegáveis em hidrovias, mediante intervenções como dragagem, derrocamento, sinalização, balizamento, implantação de sistemas de controle operacional, entre outras. Esse é justamente o caso da hidrovía do Rio Paraguai, em que já existe uma movimentação de cargas significativa, contudo, as condições de navegação são passíveis de aperfeiçoamento.*" (ANTAQ; ANTAQ; INFRA S.A., 2023, p. 6). Essa declaração confirma que o projeto não se restringe à manutenção das condições existentes, mas visa à transformação estrutural do rio em sistema hidroviário de padrão industrial.

Adicionalmente, o contrato estabelece que, durante os primeiros cinco anos de vigência da concessão, poderão ocorrer revisões anuais da equação econômico-financeira com base na evolução da demanda efetivamente observada na hidrovía (ANTAQ, 2025c). Na prática, esse mecanismo indica que eventuais divergências entre as projeções de demanda e as condições operacionais previstas na modelagem da concessão podem resultar em revisões contratuais ao longo do tempo. Em um contexto de elevada variabilidade hidrológica no Rio Paraguai e de incertezas associadas aos custos de manutenção da navegabilidade, como as campanhas de dragagem, esse tipo de mecanismo pode implicar a transferência parcial de riscos operacionais e financeiros para o poder concedente, representado pela União, ou para os usuários da hidrovía por meio de ajustes tarifários.

Esse mecanismo de revisão contratual é diretamente afetado pela qualidade dos estudos ambientais realizados na fase de concessão. Quando o EVTEA conduz

avaliação ambiental insuficientemente detalhada, os custos associados à viabilidade ambiental tendem a ser subestimados na estruturação do contrato. À medida que o licenciamento ambiental avança e o órgão licenciador exige medidas de mitigação mais robustas ou programas ambientais adicionais, a concessionária pode invocar o desequilíbrio da matriz de riscos para pleitear revisões da equação econômico-financeira. No próprio contrato da Hidrovia do Rio Paraguai, o mecanismo de revisão previsto nos primeiros cinco anos de concessão, com base na '*evolução da demanda efetivamente observada*' (ANTAQ, 2025c), reconhece implicitamente que as premissas de modelagem, incluindo os custos ambientais, podem não se confirmar.

O traçado da hidrovia atravessa o Pantanal, cuja dinâmica depende do pulso sazonal de inundação, processo hidro-ecológico fundamental que regula os ciclos de vida da fauna e da flora, recarrega aquíferos, transporta nutrientes, mantém a fertilidade do solo e sustenta modos de vida tradicionais (Junk et al, 1989). A alteração desse regime comprometeria a funcionalidade ecológica do Pantanal, com repercussões irreversíveis para comunidades humanas e não humanas (Wantzen et al., 2024).

Embora o projeto da hidrovia tenha sido originalmente proposto nos anos 1990, foi oficialmente rejeitado pelo governo brasileiro, diante de intensas críticas da comunidade científica e de organizações da sociedade civil sobre os riscos ecológicos e sociais para o Pantanal (Hamilton, 1999; Wantzen et al., 2024). Mais recentemente, a publicação de Wantzen et al. (2024), elaborada por mais de 40 especialistas, apresentou argumentos contrários à implantação da hidrovia com base na análise anterior do EVTEA (2015), enfatizando que a intervenção no Rio Paraguai pode acarretar impactos irreversíveis. O estudo descreveu a proposta como uma ameaça ao fim do Pantanal.

Em 2015 foi elaborado o EVTEA pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) em cooperação com a Universidade Federal do Paraná (Instituto Tecnológico de Transportes e Infraestrutura - UFPR/ITTI), o qual previa intervenções entre Cáceres (MT) e a foz do Rio Apa (MS) em quatro passos críticos, com o objetivo de garantir profundidade mínima de 3,0 m no Tramo Sul, considerando pé-de-piloto de 0,30 m. O comboio-tipo adotado possuía configuração 4x4, com 290 m de comprimento e 48 m de largura, sendo prevista largura mínima de canal de 105 m em tangentes (EVTEA, 2015).

Desde então, um novo EVTEA no âmbito da modelagem da concessão da Hidrovia do Rio Paraguai, com participação da INFRA S.A., da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) e do Ministério de Portos e Aeroportos. Parte das premissas utilizadas na modelagem da concessão da hidrovia teve origem em estudos apresentados por agentes privados no âmbito do Chamamento Público nº 01/2023 da

ANTAQ, incluindo EVTEA elaborado pela consultoria *Modal Consult*, posteriormente incorporado como referência para a estruturação do projeto.

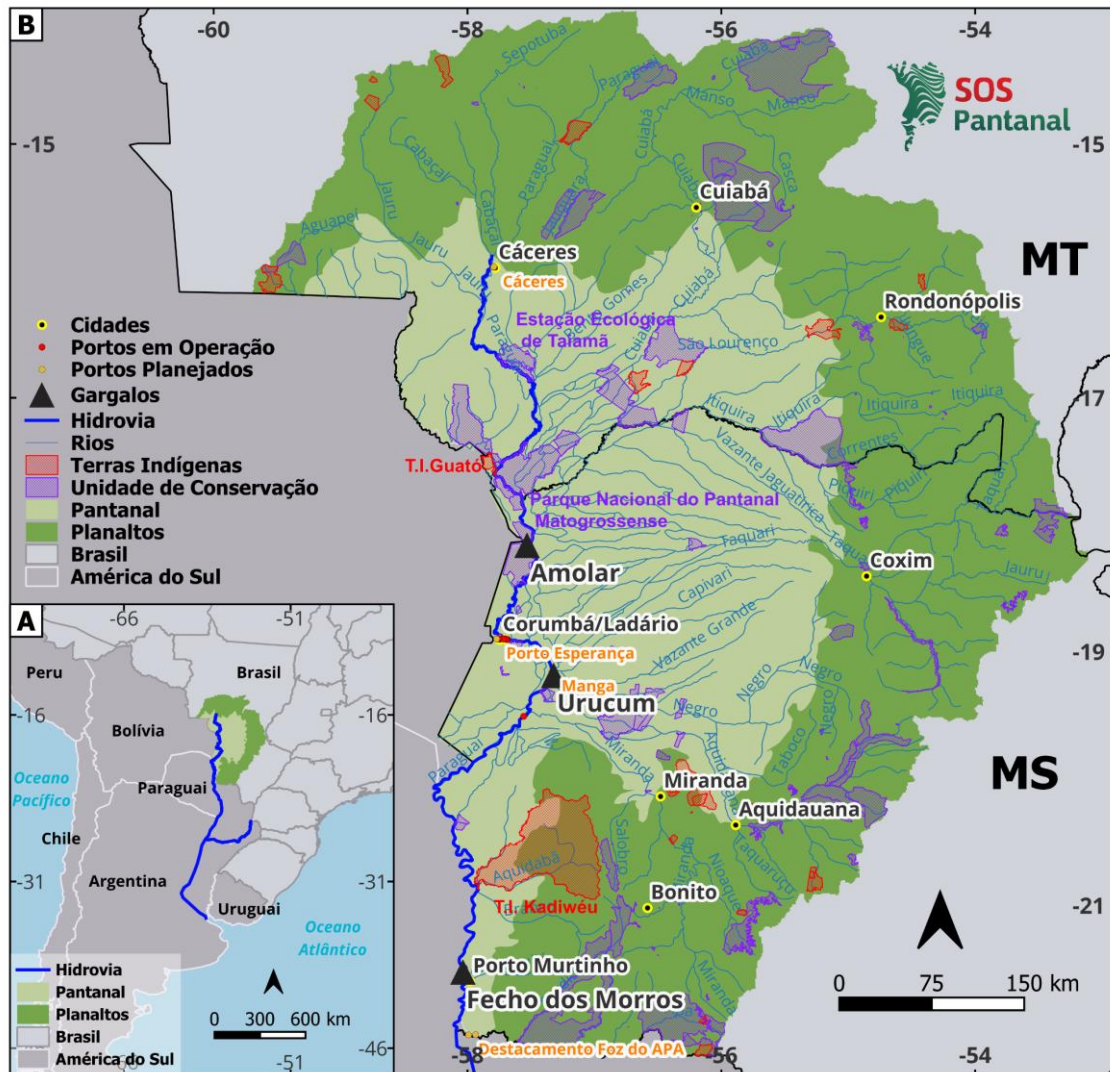
A atual proposta de concessão exige a navegação contínua de comboios de grande porte (com até 290 metros de comprimento e 65 metros de largura) ao longo do ano, inclusive durante o período de estiagem, impondo a necessidade de garantir calados (profundidade mínima de água que um barco precisa para navegar sem encostar no fundo do rio) mínimos de 2,0 metros em níveis hidrológicos mais baixos e de 3,0 metros em níveis mais elevados, conforme definido contratualmente. Adicionalmente, é considerada uma folga mínima abaixo da quilha (pé-de-piloto) de aproximadamente 0,5 metros (INFRA et al., 2025b).

Além disso, o número de pontos críticos potenciais de intervenção aumentou de forma substancial, passando de quatro para 17 pontos críticos distribuídos ao longo do Tramo Sul, o que amplia substancialmente o potencial de intervenções no leito do rio e, conseqüentemente, os riscos de impactos ambientais e hidrossedimentológicos associados (INFRA et al., 2025b). Portanto, o novo EVTEA prevê intervenções frequentes no rio, como dragagens regulares, para manter o canal sempre profundo o suficiente para a passagem de comboios maiores, mesmo durante a seca, além de ampliar o número de pontos críticos que podem ser modificados ao longo da hidrovia, aumentando o nível de intervenção humana no funcionamento natural do rio.

É relevante destacar que as intervenções necessárias para garantir as condições contratuais de navegabilidade não se limitam à dragagem de manutenção. O espectro de obras previstas inclui: (i) dragagem de aprofundamento de canal e escavação do leito (ANTAQ, 2025, Anexo 1, p. 3); (ii) derrocamento de lajedos e pedrais rochosos, definido contratualmente como "obra ou serviço de engenharia que envolve a remoção de formações rochosas submersas ou aflorantes" (ANTAQ, 2025, Anexo 1, p. 14); e (iii) sinalização e balizamento (INFRA et al., 2025c, p. 4).

Ademais, dado que o contrato vincula a concessionária ao resultado, garantir as condições de navegabilidade e o Nível de Serviço ao longo de todo o prazo da concessão, podendo utilizar "*quaisquer equipamentos de dragagem que julgar necessários*" para esse fim (ANTAQ, 2025, Anexo 1, p. 21), neste caso, não se pode excluir a necessidade futura de intervenções adicionais como remoção ou estabilização de ilhas fluviais, regularização de margens ou obras de adequação de trechos sinuosos. Esses últimos tipos de intervenção não estão explicitamente previstos nos estudos disponíveis, mas decorrem da lógica contratual de obrigação por resultado em um sistema fluvial de elevada variabilidade hidrológica e sedimentar. Cada uma dessas intervenções possui escala de impacto geomorfológico, hidrológico e ecológico distinta

e, em conjunto, potencialmente incompatível com a dinâmica de pulso de inundação do Pantanal (Stevaux et al., 2020; Wantzen et al., 2024).



**Figura1:** Localização do trecho da Hidrovia do Rio Paraguai. A) Figura mostrando a localização da Hidrovia Paraguai-Paraná na América do Sul. B) Figura detalhada da hidrovia na BAP, destacando o Pantanal. A realização de dragagens nas seções críticas do Rio Paraguai representa um potencial risco ao pulso natural de inundação, fundamental para a manutenção do ecossistema do Pantanal. Base de dados: ANA (2024); Stevoux et al. (2020)

Ainda, cabe ressaltar que o contrato permite que a concessionária seja obrigada a atuar também no Tramo Norte, se o governo considerar necessário para garantir a navegação, inclusive em áreas que hoje não estão previstas originalmente (ANTAQ, 2025). As revisões realizadas nos estudos de viabilidade foram conduzidas posteriormente à publicação do Acórdão nº 443/2025 da ANTAQ e tiveram caráter estritamente administrativo, voltadas ao atendimento das determinações estabelecidas pela decisão, sem a realização de novas análises técnicas ou reavaliações estruturais da modelagem do projeto (INFRA, 2025).

O próprio governo federal reconhece os desafios do Tramo Norte. O Plano de Trabalho integrante do Acordo de Cooperação Técnica nº 8/2023, de 18/12/2023, afirma que: *"No Brasil, o Tramo Norte é utilizado principalmente por embarcações pequenas e médias, com um foco maior em atividades de pesca e turismo. Este trecho enfrenta obstáculos significativos para o transporte de cargas devido à alta sinuosidade, presença de ilhas fluviais e acúmulo de sedimentos, ademais, demanda investimentos significativos em dragagem e possui questionamentos ambientais recorrentes. Tendo isso em vista, o Tramo Norte atualmente não possui navegação comercial, embora haja informação de que já tenha sido navegado comercialmente."* ([ANTAQ; ANTAQ; INFRA S.A., 2023, p. 6](#)). A inclusão do Tramo Norte no escopo contratual potencial, portanto, controvérte a própria avaliação governamental sobre sua viabilidade.

Reconhece-se, nesta análise, a dimensão socioeconômica da questão logística regional: a ausência de melhorias na integração logística da Bacia do Alto Paraguai representa custos reais para a competitividade do Mato Grosso do Sul e para os agentes que dependem do escoamento de cargas. Por essa razão, o Instituto SOS Pantanal não se limita à crítica do modelo vigente: esta Nota Técnica apresenta, na seção Alternativas Operacionais e Modelos Viáveis, propostas concretas que conciliam o aproveitamento logístico da via navegável com a preservação da dinâmica natural do Pantanal, respondendo à pergunta sobre qual modelo de logística regional é viável sem destruir o pulso de inundação.

Diante desse cenário, esta Nota Técnica tem como objetivo apresentar uma análise crítica da proposta de concessão da Hidrovia do Rio Paraguai em território brasileiro, com ênfase nos impactos ambientais, hidrológicos, sociais e culturais sobre o Pantanal. A análise jurídica desta NT deve ser lida à luz da Lei nº 15.228, de 30 de setembro de 2025, que instituiu o Estatuto do Pantanal e estabeleceu princípios e diretrizes para a proteção, restauração e uso sustentável do bioma. Embora sancionada com 41 vetos presidenciais, incluindo a remoção integral do capítulo de manejo integrado do fogo e da prevenção e combate aos incêndios florestais, a Lei nº 15.228/2025 representa o principal marco federal de proteção do Pantanal desde a Constituição Federal de 1988 e reforça o dever de avaliação ambiental robusta para empreendimentos de grande escala, contexto no qual deve ser examinada a concessão da Hidrovia do Rio Paraguai ([BRASIL, 2025a](#)).

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Características Socioambientais da BAP e Pantanal

A Bacia Hidrográfica do Alto Paraguai (BAP) compreende o trecho entre as nascentes do Rio Paraguai nos municípios de Diamantino (MT) e Alto Paraguai (MT), localizados na Chapada dos Parecis, até a foz do Rio Apa (em MS, na fronteira com o país Paraguai), ocupando parte dos territórios da Bolívia e do Paraguai, os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul e toda a área do Pantanal Mato-Grossense (Figura 1; IBGE, 1977). O principal rio da bacia é o de mesmo nome, o qual funciona como um rio tronco coletor das águas que drenam a bacia (Assine et al., 2005). O Rio Paraguai percorre cerca de 2.621 km, de suas nascentes até sua confluência com o Rio Paraná, na Argentina (ANA, 2017).

O clima na BAP é caracterizado com estação seca no inverno (agosto a outubro) e estação chuvosa no verão (dezembro a março), sendo fortemente influenciado pelo sistema de monções da América do Sul, que traz umidade da Amazônia para o Pantanal (Zhou e Lau, 1998). A precipitação anual na bacia varia de 800 mm na fronteira Brasil-Bolívia a 2000 mm no norte da bacia (Clarke et al., 2003). As temperaturas médias variam de 19,9°C (julho) a 27,4°C (dezembro) (Alho, 2005).

No aspecto geológico, a BAP é uma bacia sedimentar ativa preenchida por sedimentos quaternários oriundos da erosão dos planaltos adjacentes, como os complexos de Maracaju-Campo Grande e Taquari-Itiquira (leste), Guimarães e Parecis (norte), Urucum-Amolar (oeste) e Bodoquena (sul) (Assine e Soares, 2004). Esses sedimentos são transportados e convergem para a planície pantaneira, tendo o Rio Paraguai como nível de base local. Dentre os sistemas fluviais que atuam como principais fornecedores de sedimentos, destacam-se os sistemas do Taquari, São Lourenço, Aquidauana, Taboco, Itiquira e Negro, localizados nos planaltos orientais e responsáveis por cerca de 90% da carga em suspensão que alimenta o Pantanal, com uma produção sedimentar total estimada em até 22,5 milhões de toneladas por ano (Assine, 2015). O Rio Taquari, isoladamente, pode carregar até 72% desse total (Assine, 2015). Por sua vez, os rios Cuiabá, Paraguai e Miranda, têm contribuição sedimentar mais modesta, com menos de 1,1 milhão de toneladas anuais (Assine, 2015).

Neste contexto, o Pantanal está localizado no interior da BAP e tem sido descrito como a mais extensa área úmida contínua e continental do globo, cobrindo cerca de 150.000 km<sup>2</sup> e abrangendo os estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, além de regiões na Bolívia e no Paraguai (Figura 1; IBGE, 1977; Alho et al., 1988). Além disso, o Pantanal possui reconhecimento global, sendo considerado "Reserva da Biosfera" e

"Patrimônio Natural da Humanidade" pela UNESCO, além de abrigar quatro sítios Ramsar: Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) SESC Pantanal (MT), Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (MT), Estação Ecológica Taiamã (MT) e RPPN Fazenda do Rio Negro (MS) (Junk et al., 2006; BRASIL, 2021). O Pantanal se destaca com seus ecossistemas mais diversos da América do Sul, desempenhando um papel ecológico único por sua função como ecótono (uma área de transição entre cinco biomas: Cerrado, Chaco, Amazônia, Mata Atlântica e Bosque Seco Chiquitano) (SOS Pantanal e WWF-Brasil, 2015).

A dinâmica hidrológica do Pantanal é moldada por pulsos sazonais de inundação, resultantes do transbordamento dos rios, que conectam temporariamente ambientes aquáticos isolados durante a estação seca (Junk et al., 1989). Essas inundações ocorrem, pois, a resposta hidrológica da planície às chuvas apresenta defasagens temporais (Stevaux et al., 2020; Ribeiro et al., 2025). A estação chuvosa tem início entre outubro e novembro, com o pico pluviométrico concentrado entre dezembro e abril (Assine, 2015). Nos rios localizados nas áreas de captação, há forte correlação entre precipitação e vazão; no entanto, na planície pantaneira, observa-se um atraso de, aproximadamente, um a quatro meses entre o pico da precipitação e o pico da vazão, em função da retenção e propagação lenta das águas na planície de inundação (Stevaux et al., 2020; Ribeiro et al., 2025).

Conforme os autores Stevaux et al. (2020), existem trechos de estrangulamento do rio que retardam o movimento das ondas de cheia, criando um efeito de remanso diminuindo a velocidade do escoamento. Esses trechos correspondem às regiões do Amolar, Urucum e Fecho dos Morros no quais as planícies estreitas estão localizadas ao longo da borda oeste da bacia sedimentar do Pantanal, delimitadas por características geológicas que funcionam como "gargalos" (*bottlenecks*) para o fluxo de inundação. Em cada uma dessas regiões estreitas, esse retardamento reduz a velocidade do fluxo, gerando vastos corpos d'água a montante que armazenam as águas de inundação, influenciando tanto a duração quanto a amplitude das cheias. Esse efeito de remanso permite que as águas fiquem temporariamente represadas por meses, prolongando o escoamento superficial e estendendo a estação de cheia, o que é essencial para a preservação do Pantanal e seus ecossistemas (Stevaux et al., 2020).

Ribeiro et al. (2025), por meio de altimetria orbital de radar (Sentinel-3 e Sentinel-6), confirmaram empiricamente esses mecanismos no gargalo do Urucum e documentaram seus efeitos sobre o Rio Miranda, que apresenta dois ciclos anuais de inundação: um associado à precipitação local e outro ao pulso de cheia do Rio Paraguai. Durante a megasseca de 2020–2021, esse segundo ciclo foi completamente suprimido, e o baixo nível do Rio Paraguai, que atingiu aproximadamente a cota hidrométrica de -

60 cm na estação de Ladário, em outubro de 2021, o menor registro do século XXI, acelerou a drenagem e amplificou os efeitos da seca sobre o Rio Miranda (SGB/CPRM, 2021; Ribeiro et al., 2025). Essa evidência levanta a preocupação com qualquer intervenção que altere os gargalos estruturais do sistema, pois esses pontos condicionam não apenas a navegabilidade, mas a própria conectividade lateral da planície pantaneira.

As inundações se iniciam no final de janeiro, com as primeiras áreas alagadas ocorrendo na planície dos rios Paraguai-Canzi, localizada na porção norte do Pantanal, ao sul de Cáceres (MT), onde o Rio Paraguai se expande em uma ampla planície de inundação caracterizada por múltiplos canais e lagoas, influenciadas pelo efeito de estrangulamento causado pela Serra do Amolar e pelas planícies do Rio Cuiabá (Assine, 2015; Stevaux et al., 2020). Até abril, as planícies situadas a montante desse estrangulamento, incluindo áreas do megaleque do Rio Taquari, encontram-se inundadas (Assine, 2015; Stevaux et al., 2020). Em maio, a cheia alcança a planície dos rios Paraguai-Corumbá, abrangendo também as áreas ativas do megaleque do Taquari. Em junho, o pulso de inundação atinge a região do Paraguai-Nabileque, com pico observado em julho. A partir desse período, inicia-se o recuo das águas nas porções superiores da planície, finalizando entre agosto e setembro, quando apenas a região do Paraguai-Nabileque permanece alagada (Assine, 2015; Stevaux et al., 2020).

Desta forma, o Pantanal possui uma grande diversidade de macro-habitats aquáticos, de lagoas rasas a extensas áreas de inundação, que resultam da dinâmica natural de cheias e vazantes (Figura 2; Assine, 2015). As cheias e vazantes naturais e a oferta de alimentos tornam o Pantanal um ambiente especial para a elevada produção pesqueira, de importância social e econômica (Agência Nacional De Águas; Engecorps, 2017), e um refúgio para muitas espécies em risco de extinção e representativas da fauna sul-americana, como: *Panthera onca* (onça-pintada), *Myrmecophaga tridactyla* (tamanduá-bandeira), *Anodorhynchus hyacinthinus* (arara-azul) e o *Jabiru mycteria* (tuiuú) (Alho et al., 2019). Quanto à flora: *Anadenanthera colubrina* (angico), *Genipa americana* (jenipapo), *Hymenaea courbaril* (jatobá), *Inga vera* (ingá) e *Myracrodruon urundeuva* (aroeira-do-sertão), *Sterculia striata* (chichá) (Figura 2; Pott et al., 2011). Ao todo, o Pantanal abriga 2.272 espécies de plantas catalogadas, mais de 650 espécies de aves registradas, 98 répteis, 212 mamíferos e ao menos 386 espécies de peixes já identificadas (Tubelis e Tomas, 2003; Ribière, N., et al. 2008; Alho, 2011; Nunes et al., 2021; Pott e Pott, 2021; Gimênes Junior e Rech, 2022; WWF, 2026).

Além de seu valor ambiental, o Pantanal também é território de várias comunidades tradicionais, como indígenas e quilombolas, as quais dependem dos pulsos de inundações para a conservação de sua cultura e segurança alimentar

(Campello e Fernandes, 2022). Há diversas Terras Indígenas (TIs) no território pantaneiro e na BAP, como Guató, Baía dos Guató, Perigara, Tereza Cristina, Kadiwéu, Cachoeirinha, Taunay-Ipegue, Pilade Rebuá, Nossa Senhora de Fátima, Limão Verde, Tadarimana e Jarudore, habitadas por povos indígenas como os Terena, Boe (Bororo), Guató, Chamacoco, Kadiwéu e Kinikinau (ISA, 2025a). Esses povos mantêm uma relação profunda com o território, baseada na conservação dos ecossistemas e na transmissão intergeracional de saberes que integram cultura, espiritualidade e manejo ambiental.

A região abriga um importante patrimônio arqueológico, com sítios que testemunham a ocupação humana antiga e as adaptações das populações pré-históricas ao ambiente de planície alagável (Aguiar et al., 2014). Os sítios de Baía Vermelha, Fazenda Acurizal e Fazenda Rumo Oeste apresentam conjuntos significativos de gravuras rupestres (petróglifos) (Aguiar et al., 2014). Essas inscrições foram esculpidas em blocos rochosos soltos ou em paredões verticais e estão diretamente condicionadas à sazonalidade do regime hidrológico do Pantanal, o que indicam interações antigas e simbólicas entre as populações pré-históricas e o ambiente fluvial.

Economicamente, a região tem grande potencial para atividades sustentáveis, como o ecoturismo, que explora a biodiversidade e as paisagens naturais e gera renda para o comércio local (Alho, 2019). Ainda, a biodiversidade atrai setores como o químico e farmacêutico, interessados nas propriedades medicinais de suas plantas e nos ingredientes naturais (Gos et al., 2017). Além disso, o Pantanal possui um sistema tradicional de pecuária extensiva, uma das principais atividades econômicas da região, cuja produtividade depende diretamente do pulso natural de inundação, responsável pela renovação das pastagens nativas, manutenção da fertilidade dos solos e oferta de água para o gado, sustentando um modelo produtivo historicamente adaptado à dinâmica hidrológica do bioma.

Estudos recentes demonstram que a economia da região pantaneira está fortemente ancorada em atividades que dependem diretamente da integridade ecológica do sistema fluvial. O turismo de observação de fauna, em especial a onça-pintada (*Panthera onca*) no trecho de Porto Jofre, gera receitas estimadas em US\$ 6,8 milhões anuais somente nesse segmento (Tortato et al., 2017), evidenciando o protagonismo do Pantanal no mercado global de ecoturismo. A sustentabilidade desse modelo está, contudo, sob crescente pressão em razão do aumento do número de visitantes (Tortato et al., 2024). A pesca profissional artesanal constitui atividade de relevância socioeconômica estrutural na região, envolvendo comunidades ribeirinhas

em ambos os estados da bacia e gerando renda estimada em R\$ 70 milhões anuais no bioma (Chiaravalloti et al., 2022).

Atividades humanas, como a mineração, expansão agropecuária e mais atualmente, as construções de hidrelétricas, têm impactado consideravelmente a BAP e o Pantanal. Somente no município de Corumbá (MS), por exemplo, existem 17 barragens de rejeitos, das quais 16 são classificadas como de “dano potencial alto” (DNPM, 2019). Eventuais falhas ou rompimentos de barragens representam risco catastrófico para os ecossistemas e populações humanas situados a jusante, conforme demonstrado pelos desastres de Mariana (2015) e Brumadinho (2019) em outras bacias hidrográficas brasileiras (Carmo et al., 2017).

Já a exploração agropecuária ao longo de várias décadas tem contribuído para o desmatamento, alteração do regime hidrológico e perda de biodiversidade (Alho, 2005; Silva et al., 2011). De acordo com MapBiomas (2024), entre 1985 e 2023, a ocupação por atividades agropecuárias no Pantanal, aumentou de 5% em 1985 para 17% em 2023, e a superfície de água no bioma reduziu-se de 21% para 4%.

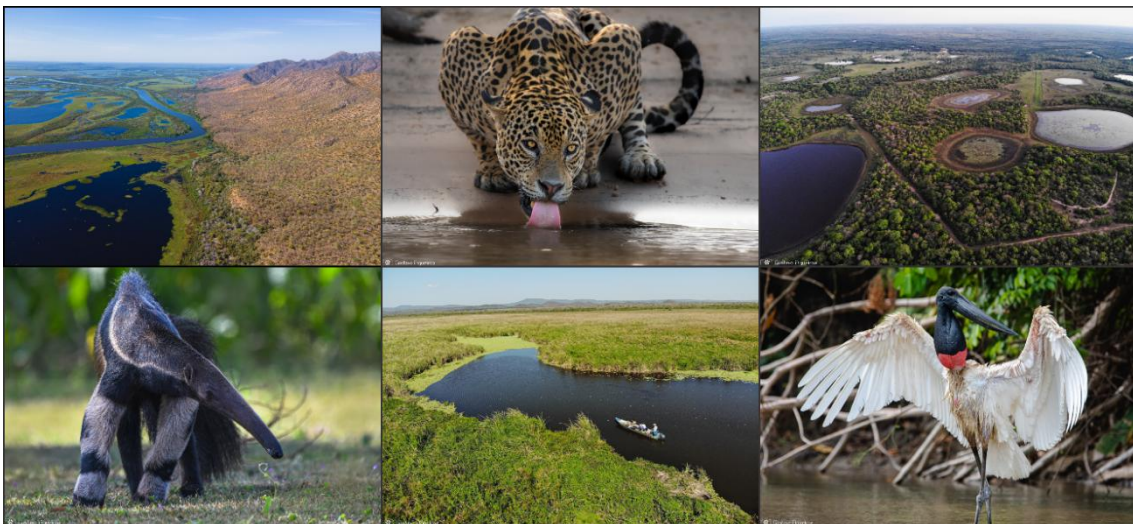


Figura 2: Fotos do Pantanal, conhecido internacionalmente pela sua riquíssima biodiversidade. Destacam-se animais símbolos do bioma, como a onça-pintada (*Panthera onca*), o tuiuiú (*Jabiru mycteria*) e o tamanduá-bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*). Essa vasta planície alagável é circundada por formações como a Serra do Amolar, que enriquece ainda mais a paisagem e a dinâmica ambiental da região. Fotografias de Gustavo Figueirôa.

Além disso, atualmente há 59 barragens de aproveitamento hidrelétrico (UHEs, PCHs e CGHs) em operação na BAP, com outras 98 previstas, entre elas Usinas Hidrelétricas, Pequenas Centrais Hidrelétricas e Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGHs) (SIGEL, 2024). As hidrelétricas alteram a dinâmica fluvial, causando erosão, fragmentação de rios e redução de sedimentos transportados (Goudie, 2006; Fantin-Cruz et al., 2020; Girard et al., 2024). No Rio Cuiabá, por exemplo, a UHE Manso reduziu

suas descargas na estação chuvosa e aumentou na seca, alterando níveis de água e transporte de sedimentos (Zeilhofer e Moura, 2009; Fantin-Cruz et al., 2020). Esse efeito de amortecimento da dinâmica natural de cheias e secas compromete a conectividade hidrossedimentar e afeta diretamente o ciclo de nutrientes e a manutenção de habitats aquáticos e úmidos (Oliveira et al., 2019).

Por consequência, os impactos antropogênicos no Pantanal se estendem a todo o ecossistema, alterando o equilíbrio ecológico, comprometendo a resiliência dos ambientes úmidos e ameaçando a integridade funcional do bioma, ou seja, seus serviços ecossistêmicos (Calheiros et al. 2012). Além disso, afetam profundamente os modos de vida das populações tradicionais e comunidades locais, que dependem da conservação dos recursos naturais e serviços ecossistêmicos para sua subsistência, identidade cultural e bem-estar.

## 2.2. Descrição Técnica da Hidrovia do Rio Paraguai

O Tramo Sul proposto para a concessão da hidrovia abrange o trecho do Rio Paraguai que vai de Corumbá até Porto Murtinho (na foz do Rio Apa), no estado do Mato Grosso do Sul, além de incluir 10 quilômetros do Canal do Tamengo, em Corumbá, dentro do território brasileiro (ANTAQ, 2025; ANTAQ, 2025a; Figura 1).

Já a Área de Influência da Concessão corresponde ao Tramo Norte, com aproximadamente 660 km (INFRA et al., 2025a, p.9), que vai do município de Cáceres/MT (km 2.181) até Corumbá/MS (km 1.521) (ANTAQ, 2025a; Figura 1). Embora essa área não esteja incluída diretamente no contrato principal, ela poderá receber ações e obras que beneficiem a navegação: *'Embora a Área de Influência da Concessão não faça parte da Área da Concessão, a Concessionária poderá ser instada, pelo Poder Concedente, a nela atuar quando cabível, ensejando procedimento de Revisão Extraordinária, nos termos do Contrato de Concessão'* (ANTAQ, 2025, p.6). Somando os dois trechos (Tramo Sul e Tramo Norte), a hidrovia do Rio Paraguai em território brasileiro totaliza 1.249 quilômetros de extensão navegável (ANTAQ, 2025a). Os trechos do Canal do Tamengo sob soberania boliviana não fazem parte da concessão (ANTAQ, 2025).

Segundo o EVTEA, a área de influência da concessão é definida como o *'conjunto de áreas que não integram a Área da Concessão e não estão sujeitas às metas de Nível de Serviço, mas que serão objeto de Atividades visando benefício aos Usuários'* (INFRA et al., 2025a, p.9). A expressão “sem metas de Nível de Serviço” é juridicamente relevante, pois indica que, no Tramo Norte, eventuais atuações da concessionária não estariam vinculadas aos índices contratuais de desempenho aplicáveis à Área da

Concessão, especialmente no que se refere à garantia de calados mínimos. Ainda assim, tais intervenções poderão produzir impactos físicos e ecológicos reais sobre o sistema hidrológico do Pantanal. Essa definição sugere, desde os próprios estudos, que os efeitos da hidrovia tendem a ultrapassar os limites formais do contrato de concessão.

É relevante notar que, em projetos de infraestrutura, a área de influência delimitada pelo EVTEA tende a ser menor do que a área de impactos socioambientais reais verificados durante a implantação e operação do empreendimento. Isso significa que a definição do Tramo Norte apenas como '*área de influência*' pode subestimar os impactos diretos que as intervenções no Tramo Sul, e eventualmente no próprio Tramo Norte, produzirão sobre comunidades, povos indígenas e ecossistemas ao longo de todo o corredor fluvial.

O contrato da concessão exige que a empresa garanta condições seguras e eficientes de navegação para comboios fluviais de até 290 m de comprimento por 65 metros de largura ao longo do Rio Paraguai, e de comboios com 170 m de comprimento por 25 m de largura no Canal do Tamengo (ANTAQ, 2025). Para isso, deve assegurar condições hidroviárias compatíveis com o calado das embarcações, ou seja, a distância entre a linha d'água e o ponto mais profundo da embarcação (quilha ou hélice). Esse parâmetro é utilizado para garantir que os barcos não encalhem, de acordo com o nível do rio medido na Estação Fluviométrica de Ladário (código da estação 66825000): quando o rio estiver com pelo menos 0,94 metro, o calado mínimo deve ser de 3 metros; se o rio estiver entre -12 centímetros e 94 centímetros, o calado mínimo passa a ser de 2 metros, mesmo na época de seca (ANTAQ, 2025).

Segundo a NPCF-CFPN (Normas e Procedimentos da Capitania Fluvial do Pantanal, 2023; INFRA et al., 2025b), é necessário que, além da parte submersa do barco (o calado), haja uma folga de pelo menos 50 centímetros entre o fundo da embarcação e o leito do rio, chamada de "pé-de-piloto". A utilização de uma única estação hidrométrica como referência para todo o trecho concessionado pode não refletir adequadamente as variações hidrológicas e geomorfológicas ao longo do Rio Paraguai.

A Zona de Referência Hidrológica Contratual (ZRHC) foi definida com base na série histórica de níveis médios diários da estação fluviométrica de Ladário (66825000), calculada a partir de 80% da distribuição acumulada dos dados históricos de 1900 a 2023, com exclusão de valores extremos (Figura 3; ANTAQ, 2025a; BRASIL, 2025). Contudo, os documentos contratuais não apresentam a memória de cálculo, os critérios estatísticos adotados para exclusão de extremos, nem a metodologia detalhada utilizada para definição dos limites de -0,12 m a 5,79 m, o que dificulta a reprodutibilidade e a auditoria técnica independente dessa definição.

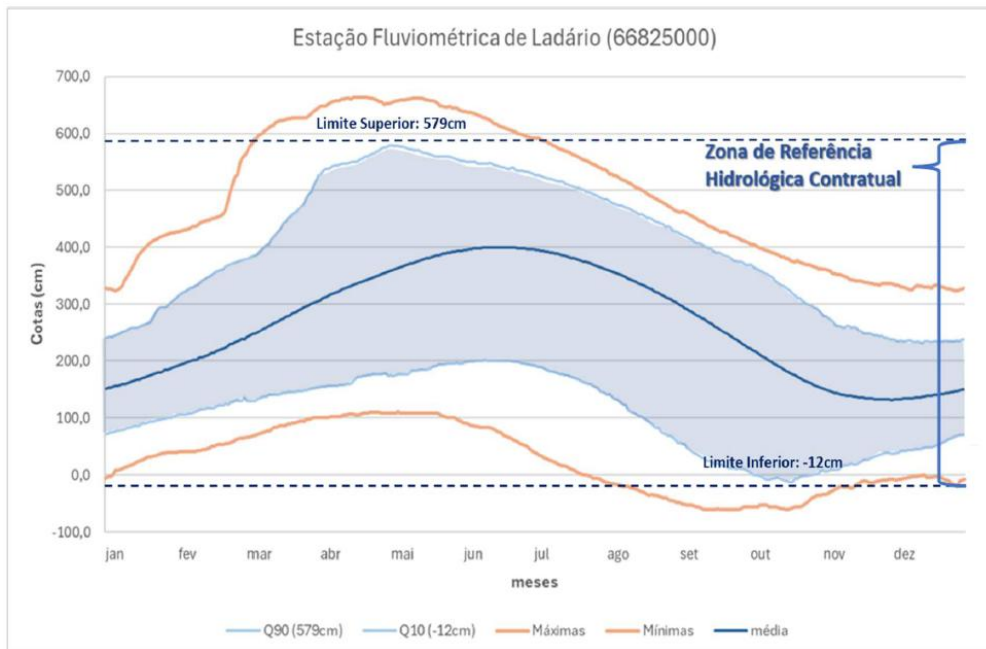


Figura 3: Zona de Referência Hidrológica Contratual, com base no histórico de 1900 a 2023 (ANTAQ, 2025a).

Operacionalmente, a ZRHC estabelece três regimes contratuais distintos: (i) quando o nível do rio em Ladário supera +0,94 m, a concessionária deve assegurar calado mínimo de 3,0 m; (ii) quando o nível se encontra entre -0,12 m e +0,94 m, o calado mínimo passa a ser de 2,0 m; (iii) quando o nível cai abaixo de -0,12 m, situação denominada 'procedimento de escassez hídrica', a concessionária pode acionar mecanismo de revisão extraordinária do equilíbrio econômico-financeiro do contrato (BRASIL, 2025, p.6-7). Esse terceiro regime é o mais crítico: na prática, transfere ao poder concedente, e ao erário público, os riscos financeiros associados a eventos de seca extrema no Pantanal, convertendo a variabilidade hidrológica natural do Rio Paraguai em passivo fiscal potencial de magnitude não quantificada no EVTEA.

A inadequação estrutural da ZRHC frente às mudanças climáticas é um argumento primordial: a seca de 2019–2021, com ápice em 2020–2021, o período mais severo já registrado na série histórica de mais de 100 anos da régua de Ladário a valores historicamente baixos, consistentes com o regime abaixo que aciona o 'procedimento de escassez' (Marengo et al., 2021; Ribeiro et al., 2025; Coelho et al., 2025; INFRA et al., 2025b, p. 35). As projeções climáticas indicam aumento da frequência e intensidade desses eventos para as próximas décadas (Ferreira et al., 2024). Isso significa que, em cenários de seca moderada a severa, cada vez mais recorrentes, as obrigações contratuais de calado mínimo poderão ser sistematicamente inatingíveis por meios exclusivamente operacionais, pressionando o governo a realizar intervenções

estruturais não previstas (derrocamento, aprofundamento de canal) ou a aceitar renegociações onerosas.

A ZRHC, ao ser calibrada com base em 80% dos dados históricos, excluindo os extremos mais severos, subestima os riscos climáticos futuros e cria mecanismo contratual estruturalmente desajustado em relação ao Pantanal das próximas décadas. A ANA, reconhecendo esse problema, propôs formalmente à ANTAQ a inclusão de cláusula exigindo plano de contingência hídrica, proposta que não foi incorporada ao contrato (ANA/SOE, 2025; p. 2).

### **2.2.1. Evolução do entendimento institucional sobre a necessidade de derrocamento na modelagem da concessão da Hidrovia do Rio Paraguai**

A análise dos documentos que compõem o processo de estruturação da concessão da Hidrovia do Rio Paraguai evidencia que o tratamento conferido à possibilidade de execução de obras de derrocamento no leito do rio sofreu alterações relevantes ao longo do desenvolvimento da modelagem do empreendimento. Nos estudos iniciais que fundamentaram a estruturação da concessão, o derrocamento era considerado intervenção inerente ao próprio objetivo do projeto. A concepção original partia da premissa de que a concessão deveria promover não apenas a operação da navegação existente, mas também o aperfeiçoamento estrutural das condições de navegabilidade da via, de modo a consolidá-la como hidrovia estruturada e capaz de oferecer maior previsibilidade e eficiência ao transporte aquaviário.

Nesse sentido, o planejamento do setor hidroviário foi concebido a partir da ideia de que a transformação de vias navegáveis em hidrovias pressupõe a realização de intervenções físicas no leito do rio, incluindo atividades como dragagem, derrocamento, sinalização, balizamento e implantação de sistemas de controle operacional. Essas intervenções estruturais eram tratadas como instrumentos necessários para a melhoria das condições de navegação e para a redução de restrições operacionais associadas a variações de profundidade, presença de obstáculos naturais ou limitações geomorfológicas do canal navegável.

Essa lógica foi incorporada tanto aos estudos técnicos preliminares quanto à modelagem contratual inicialmente elaborada para a concessão. O Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA), por exemplo, indicava que a melhoria das condições de navegabilidade dependeria de um conjunto de intervenções físicas no leito do rio, entre as quais se incluíam expressamente eventuais obras de derrocamento em trechos onde a presença de formações rochosas pudesse limitar a

segurança ou a regularidade da navegação. De forma consistente com essa abordagem, a minuta inicial do contrato de concessão, especialmente em seu Anexo 1, que trata do Plano de Exploração Hidroviária, previa que as atividades de manutenção do canal de navegação poderiam envolver operações de limpeza, desobstrução, escavação e remoção de materiais presentes no fundo do leito do Rio Paraguai, incluindo, quando necessário, intervenções de derrocamento. Nessa configuração inicial da modelagem, tais intervenções eram tratadas como parte das responsabilidades da concessionária, uma vez que se relacionavam diretamente à manutenção das condições operacionais da hidrovia.

Ademais, no âmbito dessa modelagem inicial, também foi considerada a existência de formações rochosas em pontos específicos da via navegável, entre elas a formação localizada nas proximidades do Farol Balduino. Os documentos técnicos indicavam que a remoção ou o rebaixamento dessas estruturas poderia ser necessária para assegurar condições adequadas de navegabilidade, especialmente em cenários de redução do nível do rio.

Entretanto, ao longo do processo de consulta pública e de revisão da modelagem do projeto, esse entendimento começou a ser reavaliado. As contribuições recebidas durante as audiências públicas realizadas no processo de estruturação da concessão trouxeram questionamentos relevantes acerca da necessidade e da viabilidade ambiental da execução de obras de derrocamento em determinados pontos da hidrovia. Essas manifestações suscitaram uma revisão das premissas inicialmente adotadas, especialmente no que se refere aos potenciais impactos ambientais associados a esse tipo de intervenção e ao grau de informação técnica disponível para o seu adequado dimensionamento.

Nesse contexto, as análises técnicas realizadas na etapa subsequente de revisão da modelagem passaram a considerar a possibilidade de retirada das obras de derrocamento do escopo das intervenções previstas para execução no âmbito do contrato de concessão. As notas técnicas elaboradas pela Infra S.A. no processo de consolidação da modelagem registram que, após a avaliação das contribuições recebidas e a revisão das premissas técnicas do projeto, optou-se por excluir essa intervenção do conjunto de obras previstas. Na sequência, entre as modificações promovidas na modelagem, destacou-se a retirada dos custos associados ao derrocamento anteriormente considerado nas proximidades do Farolete Balduino, bem como a incorporação de estudos hidrológicos e hidrodinâmicos relacionados às atividades de dragagem, além de ajustes nos sistemas de monitoramento e na infraestrutura hidroviária prevista para a concessão.

Além disso, no que se refere especificamente ao trecho rochoso identificado nas proximidades do Farol Balduíno, as análises técnicas indicaram que sua presença não afetaria diretamente as rotas de navegação das embarcações cuja rota se desenvolve em território brasileiro, especialmente aquelas que operam a partir dos portos localizados nos municípios de Corumbá e Ladário, no estado de Mato Grosso do Sul. Ademais, foi destacado o elevado grau de sensibilidade ambiental associado à eventual realização de obras de derrocamento naquele ponto da hidrovia.

Diante desses fatores, a modelagem revisada passou a adotar abordagem mais cautelosa em relação à presença dessas formações rochosas. Em vez de prever a execução direta de obras de derrocamento, optou-se por manter, no âmbito da concessão, a obrigação de realização de estudos técnicos detalhados voltados à caracterização dessas estruturas geológicas. Tais estudos compreendem levantamentos hidrográficos, investigações geofísicas e sondagens geotécnicas, com o objetivo de permitir melhor compreensão da extensão, da geometria e das características dos maciços rochosos existentes no leito do rio.

Paralelamente, despacho administrativo proferido pelo responsável pelos estudos hidroviários reafirmou essa orientação, registrando que a retirada da previsão de derrocamento da modelagem do projeto foi motivada tanto por preocupações ambientais quanto pela limitação de informações técnicas disponíveis naquele momento para subsidiar o planejamento e a execução da intervenção. Como resultado desse processo de revisão, a modelagem do empreendimento passou a estabelecer expressamente que não havia previsão de execução de serviços de derrocamento na área da concessão nem em sua área de influência, sendo eventuais melhorias nas condições de navegabilidade em trechos rochosos tratadas prioritariamente por meio da realização de estudos técnicos adicionais e da adoção de soluções operacionais ou de sinalização da via navegável.

Contudo, no momento de apreciação final da modelagem pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários, foi introduzido novo tratamento regulatório para a questão. O Acórdão nº 443/2025 da ANTAQ passou a estabelecer que, caso venha a ser identificada, no futuro, a necessidade de realização de obras de derrocamento no trecho concedido, os custos associados a essa intervenção deverão ser assumidos pela União, ao classificá-los como risco do Poder Concedente. Nesse sentido, esse entendimento passou a ser refletido nas versões mais recentes das minutas contratuais da concessão.

## 2.2.2. Obras e Serviços de Dragagem e Derrocamento

Na última minuta de Contrato da Concessão, consta que: dragagem é obra ou serviço de engenharia que consiste na remoção, escavação ou realocação de sedimentos móveis do fundo do leito do Rio Paraguai dentro da Área da Concessão, com o intuito de garantir as condições de navegabilidade (ANTAQ, 2025; Figura 4). Contudo, conforme o inciso I, §2º do art. 53 da Lei nº 12.815/2013, dragagem é definida como uma obra ou serviço de engenharia que consiste na limpeza, desobstrução, remoção, derrocamento ou escavação de material do fundo de corpos d'água, incluindo rios, lagos, mares, baías e canais.

A minuta contratual também distingue expressamente dragagem de derrocamento. Enquanto a dragagem consiste na remoção de sedimentos móveis do leito, o derrocamento envolve a remoção de material rochoso consolidado, intervenção de impacto geomorfológico e ecológico substancialmente maior e de reversibilidade praticamente nula (INFRA et al., 2025c, p. 3). O Acórdão nº 443/2025 determinou que os riscos associados ao derrocamento são de responsabilidade da União, não da concessionária, o que reforça a magnitude e a controvérsia dessas intervenções.

No âmbito da concessão da hidrovia do Rio Paraguai, a minuta contratual estabelece a obrigação da concessionária de realizar as obras, serviços e intervenções necessárias para assegurar as condições de navegabilidade e os calados mínimos definidos contratualmente. Está prevista a realização de dragagem, e segundo os estudos operacionais, não há previsão de obras de derrocamento no escopo inicial do contrato: *“não há [...] qualquer previsão de obras de derrocamento. O futuro concessionário deverá apenas realizar estudos nos pedrais e maciços rochosos”* (INFRA et al., 2025c, p. 3). No entanto, o contrato não especifica de forma explícita se as dragagens terão caráter exclusivamente de manutenção ou se poderão, no futuro, envolver intervenções de aprofundamento do canal. Tampouco há disposição que estabeleça vedação definitiva a outras modalidades de intervenção.

Como a obrigação contratual está vinculada ao resultado, isto é, à garantia dos níveis de serviço e dos calados mínimos, e não ao tipo específico de técnica empregada, eventuais alterações no escopo dependeriam de revisão contratual, novos estudos técnicos e das devidas autorizações ambientais e regulatórias. Assim, embora o escopo atual limite apenas à dragagem, a ausência de previsão expressa não equivale, por si só, a uma proibição absoluta de mudanças futuras.

Ainda, embora o estudo operacional indique que não há previsão de obras de derrocamento no escopo inicial da concessão, estabelece-se a realização de estudos sobre pedrais e maciços rochosos ao longo da hidrovia, o que evidencia que a presença

dessas formações é reconhecida e pode demandar avaliações futuras sobre intervenções estruturais no leito do rio (INFRA et al., 2025c).

Decisões institucionais posteriores à modelagem inicial da concessão indicam que a possibilidade de intervenções mais estruturais no leito do rio não foi completamente descartada. O Acórdão nº 443/2025 da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) estabelece que, caso seja identificada necessidade de derrocamento, o risco associado a essa intervenção será atribuído à União (ANTAQ, 2025d). Essa disposição demonstra que, embora o escopo inicial do contrato preveja apenas dragagens, o cenário de remoção de afloramentos rochosos foi considerado no processo decisório da concessão, reforçando a necessidade de avaliação técnica e ambiental aprofundada sobre os potenciais impactos de intervenções mais permanentes no sistema fluvial do Rio Paraguai.

Com base nas estimativas técnicas do EVTEA Operacional (INFRA et al., 2025c), o estudo considera uma taxa anual de assoreamento estimada em aproximadamente 300.000 m<sup>3</sup> para o Tramo Sul e Canal do Tamengo, valor utilizado para dimensionar as campanhas anuais de dragagem. O documento indica ainda que a draga prevista para operação na hidrovia possui capacidade operacional significativamente superior, podendo atingir volumes próximos de 1 milhão de m<sup>3</sup>. No entanto, o EVTEA não explicita, nessa seção, a metodologia hidrossedimentológica ou a base empírica utilizada para a estimativa desse volume, o que limita a avaliação da robustez técnica dessa premissa. Cabe destacar que o próprio estudo de engenharia da concessão prevê que a primeira campanha de dragagem possa alcançar volumes da ordem de até 1.530.000 m<sup>3</sup>, valor significativamente superior ao volume anual de assoreamento considerado na modelagem operacional (INFRA et al., 2025d).

O EVTEA não apresenta, nessa seção, modelagem hidrossedimentológica detalhada que permita justificar a taxa anual de assoreamento adotada para o dimensionamento das campanhas de dragagem, tampouco explicita séries históricas de transporte de sedimentos, balanços sedimentares ou simulações morfodinâmicas que sustentem essa estimativa (INFRA et al., 2025d).

A ausência de contextualização da taxa de dragagem estimada em relação ao transporte natural de sedimentos do Rio Paraguai é lacuna crítica do EVTEA. Estudos hidrossedimentológicos realizados na Bacia do Alto Paraguai indicam que a descarga sólida total do Rio Paraguai varia de forma significativa em função do regime hidrológico e do aporte das bacias afluentes, com registros de carga de fundo e suspensa que, em conjunto, podem superar milhões de metros cúbicos anuais em períodos de cheia (Stevaux et al., 2020; Assine, 2015). A estimativa de 300.000 m<sup>3</sup>/ano de assoreamento utilizada pelo EVTEA para dimensionar as campanhas de dragagem, sem modelagem

hidrossedimentológica de suporte, não permite avaliar se esse volume representa fração expressiva ou marginal do transporte natural de sedimentos, nem se a remoção sistemática desse material alterará o perfil de equilíbrio dinâmico do canal (Schumm, 2005). Sem essa contextualização, é impossível avaliar os riscos de erosão remontante, incisão do canal e alteração das condições hidráulicas nos pontos críticos identificados no Tramo Sul.

Embora o Rio Paraguai já seja caracterizado como via navegável, a concessão tem como objetivo transformá-lo em hidrovia estruturada, com padrões estáveis de navegabilidade garantidos contratualmente. O contrato estabelece obrigações vinculadas ao resultado, em especial a manutenção de níveis de serviço e calados mínimos, o que é típico de sistemas hidroviários consolidados, não de rios naturais com variabilidade sazonal acentuada. Isso implica que, caso as dragagens de manutenção previstas não sejam suficientes para assegurar tais condições, intervenções adicionais (aprofundamento de canal, remoção de obstáculos, alteração de traçado) poderão ser exigidas da concessionária para cumprimento das obrigações contratuais.

A desproporcionalidade entre os custos ambientais estimados e a magnitude dos riscos ecológicos envolvidos constitui argumento técnico-econômico que a NT deve explicitar quantitativamente. A Seção F do EVTEA pós-Acórdão 443/2025 estima o custo total das ações ambientais do projeto, estudos, programas de mitigação e compensação ambiental, em aproximadamente R\$ 47,2 milhões (INFRA et al., 2025d). Esse valor representa menos de 10% do valor total do contrato de concessão, estimado em R\$ 516,6 milhões (INFRA et al., 2025b).



Figura 4: Dragagem no Rio Paraguai no Tramo Norte (INFRA et al., 2025b).

A minuta do contrato estabelece que a concessão não exclui a realização de intervenções públicas na área da hidrovia. O documento prevê que “a Concessão não exclui eventuais ações destinadas ao atendimento de áreas abrangidas pela Área da Concessão, oriundas do Programa Nacional de Dragagem Portuária e Hidroviária II, previsto no art. 53 da Lei nº 12.815/2013” (ANTAQ; INFRA S.A., 2025). Essa disposição indica que atividades de dragagem poderão continuar sendo executadas pelo poder público mesmo após a concessão, coexistindo potencialmente com as dragagens realizadas pela concessionária.

Além da dragagem, o contrato também prevê serviços de desobstrução do canal, incluindo a remoção de vegetação aquática flutuante característica do Rio Paraguai, com o objetivo de garantir condições seguras de navegação (INFRA et al., 2025b).

### **2.2.3. Plano de Dragagem e Comitê de Dragagem**

Como parte da gestão operacional da hidrovia, o contrato estabelece que a concessionária deverá elaborar anualmente um Plano de Dragagem, a ser apresentado e discutido no âmbito do Comitê de Dragagem antes da execução das intervenções previstas (ANTAQ, 2025a). Esse comitê possui caráter consultivo e tem como finalidade acompanhar, avaliar e discutir as condições de navegabilidade, os planos de intervenção e o estado da infraestrutura hidroviária. Sua composição inclui representantes da concessionária, da ANTAQ (que exerce a coordenação do comitê), do Ministério de Portos e Aeroportos, da Capitania Fluvial do Pantanal, do Centro de Hidrografia e Navegação do Oeste (CHN-6) e de operadores hidroviários e portuários (ANTAQ, 2025a).

No entanto, não há previsão explícita de participação obrigatória de pesquisadores independentes, instituições científicas, organizações ambientais, representantes de comunidades locais, pescadores artesanais, povos e comunidades tradicionais, Comitê de Bacia Hidrográfica ou Ministério Público Federal. Dessa forma, o processo de discussão e acompanhamento das intervenções de dragagem permanece institucionalmente concentrado em órgãos reguladores, operadores e entidades diretamente vinculadas à operação da hidrovia, o que pode limitar a diversidade de perspectivas técnicas, ambientais e sociais consideradas no processo.

Ressalta-se que a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) estabelece como princípio fundamental a gestão descentralizada e participativa, com garantia dos usos múltiplos da água e participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

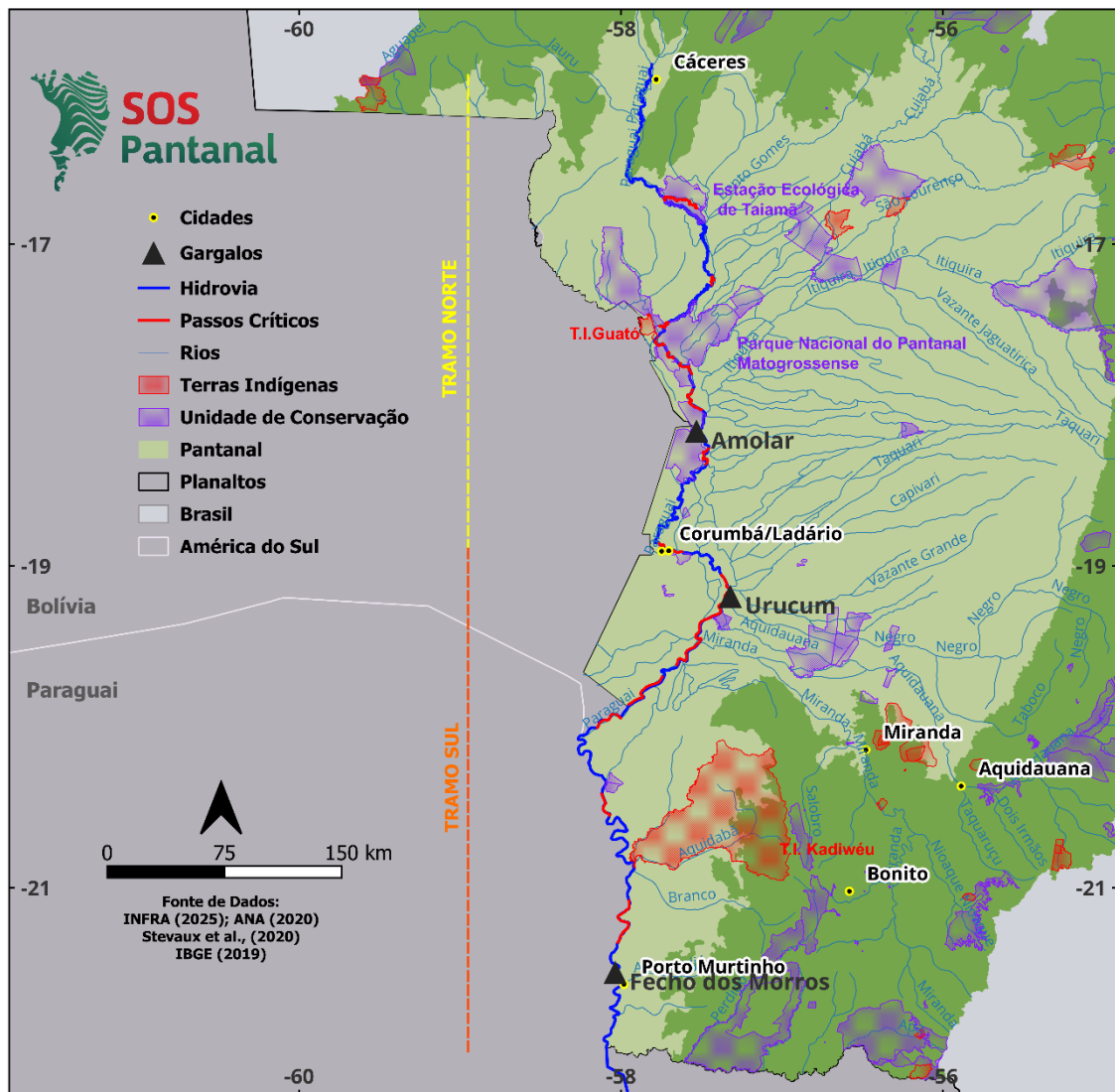
O Acórdão nº 443/2025 da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) determinou que a composição e as competências do Comitê de Dragagem sejam formalmente incorporadas à minuta de contrato após a fase de consulta pública, prevendo inclusive a participação de representantes da Bolívia e do Paraguai, em reconhecimento à natureza transfronteiriça do sistema hidrográfico do Rio Paraguai.

#### **2.2.4. Passos críticos**

Ao longo do rio, existem alguns trechos onde a navegação pode ser mais difícil por causa de bancos de areia, pedras submersas, curvas muito fechadas e trechos mais estreitos. No Tramo Norte, a Marinha do Brasil identificou 36 pontos considerados “passos críticos” (INFRA et al., 2025b; Figura 5; ANEXOS). Esses pontos apresentam, principalmente, baixa profundidade, estreitamento do canal, afloramentos rochosos, bancos de areia, curvas muito fechadas (com raios de curvatura em torno de 150 metros), além de obstáculos como troncos submersos e embarcações naufragadas (INFRA et al., 2025b).

No Tramo Sul, entre Corumbá e Porto Murtinho, foram identificados 17 “passos críticos” (INFRA et al., 2025b; Figura 5). A maior parte desses pontos apresenta estreitamento do canal, bancos de areia e baixa profundidade, assoreamento em canal secundário e presença de pedras junto à margem (INFRA et al., 2025b). Portanto, considerando os passos críticos identificados no Tramo Norte e no Tramo Sul, totalizam-se 53 pontos ao longo do Rio Paraguai que apresentam restrições à navegação. Esses trechos concentram características como baixa profundidade, estreitamento do canal, bancos de areia, afloramentos rochosos e curvas de pequeno raio, sendo, portanto, potenciais alvos de intervenções para adequação às condições contratuais de navegabilidade, principalmente dragagens e outras intervenções de melhoria do canal.

Destaca-se que o EVTEA operacional parte da premissa de que a dragagem concentrada nos passos críticos identificados seria suficiente para garantir as condições de navegabilidade ao longo do tempo. No entanto, o Rio Paraguai apresenta elevada mobilidade geomorfológica, com formação, migração e reorganização frequente de barras sedimentares. Nesse contexto, a dinâmica natural do sistema fluvial pode levar ao surgimento de novos trechos críticos ao longo do tempo, o que introduz incertezas relevantes quanto à previsibilidade do volume e da localização das intervenções de dragagem necessárias para manutenção da hidrovia.



**Figura 5:** Passos críticos à navegação no Rio Paraguai. Localização dos 53 trechos considerados críticos à navegabilidade nos Tramos Norte e Sul, devido à presença de bancos de areia, curvas acentuadas, afloramentos rochosos, baixa profundidade, troncos submersos e embarcações naufragadas. Esses pontos concentram as principais intervenções previstas no projeto da hidrovia.

### 2.2.5. Estudos de Mercado

De acordo com os Estudos de Mercado elaborados no âmbito da concessão da hidrovia, com base em dados da ANTAQ e de bases logísticas bolivianas, a maior parte da carga transportada no trecho sul do Rio Paraguai em 2023 foi composta por minério de ferro (63%), seguido por soja brasileira (17%), soja e farelo boliviano (9%) e granéis líquidos, como combustíveis e óleo vegetal (8%) (INFRA et al., 2025a). Outras cargas, como manganês e granéis minerais, representaram os 3% restantes. Ou seja, as principais cargas de interesse logístico associadas ao projeto incluem minério de ferro, soja (Brasil, Bolívia e Paraguai), manganês, granéis líquidos, madeira e, com potencial



### 2.2.6. Aspectos Jurídicos

Um dos pontos que suscita questionamentos quanto à sua compatibilidade com o regime jurídico das concessões é a atribuição à União do custo de eventual derrocamento prevista na modelagem da concessão hidroviária. No modelo estabelecido pela Lei nº 8.987, de 1995, a concessão pressupõe a delegação da prestação de serviço público ao particular, acompanhada da correspondente transferência dos riscos empresariais e dos investimentos necessários à sua adequada execução. Nesse contexto, intervenções destinadas a assegurar as condições de navegabilidade da via, como o derrocamento de pedrais que possam impedir ou restringir a navegação, tendem a integrar a infraestrutura indispensável à prestação do serviço concedido. A transferência desse custo ao poder público pode enfraquecer a lógica de alocação de riscos que caracteriza o regime de concessão, aproximando o arranjo contratual de um modelo em que o concessionário se limita essencialmente à operação da hidrovia, enquanto parcela relevante das condições estruturais de funcionamento do serviço permanece sob responsabilidade estatal.

Além disso, a decisão gera dúvidas quanto à adequada alocação de riscos no contrato. A boa prática regulatória recomenda que os riscos sejam atribuídos ao agente com melhores condições de administrá-los, princípio amplamente reconhecido na economia da regulação e na modelagem de contratos de infraestrutura. No caso das hidrovias concedidas, o concessionário é responsável pela gestão da navegabilidade, o que envolve atividades como monitoramento hidrográfico, dragagens de manutenção e outras intervenções físicas necessárias ao funcionamento da via navegável. Sob essa perspectiva, o risco técnico associado ao eventual derrocamento não se distingue substancialmente de outras intervenções hidráulicas inerentes à gestão do canal de navegação e poderia, em princípio, ser internalizado no âmbito da própria concessão. A transferência desse investimento ao poder público pode gerar desalinhamento de incentivos e reduzir a eficiência do contrato, aspecto frequentemente examinado pelo Tribunal de Contas da União na análise da modelagem de concessões e parcerias público-privadas.

Do ponto de vista econômico, a solução também pode produzir distorções na estrutura do projeto. Ao assumir diretamente investimento potencialmente relevante para a viabilização da navegabilidade da hidrovia, o poder público reduz o volume de capital a ser aportado pelo concessionário e aumenta artificialmente a atratividade econômica do empreendimento, sem que necessariamente haja contrapartida proporcional em termos de eficiência operacional ou modicidade tarifária. Em

determinadas circunstâncias, tal arranjo pode aproximar-se de uma forma de subsídio público implícito, na medida em que parte dos custos estruturais associados à viabilidade da concessão passa a ser absorvida pelo orçamento público.

Ademais, não se identifica, no arcabouço jurídico do setor aquaviário, fundamento normativo que imponha à União a execução ou o financiamento dessas intervenções. A própria lógica da infraestrutura aquaviária aponta em sentido diverso. O regime instituído pela Lei nº 12.815, de 2013, evidencia que operadores portuários frequentemente assumem intervenções físicas necessárias à viabilidade de suas operações, inclusive dragagens e adequações do canal de acesso. Nesse sentido, a atribuição automática à União do custo do derrocamento cria assimetria em relação a outras infraestruturas aquaviárias e pode revelar fragilidade jurídica e regulatória na modelagem da concessão.

Cumpra observar ainda que os atos administrativos que definem a estrutura econômica e a matriz de riscos de contratos de concessão devem observar o dever de motivação, especialmente quando implicam a transferência de encargos financeiros relevantes ao poder público. A motivação constitui requisito essencial de validade dos atos administrativos e decorre dos princípios da legalidade, da transparência e da responsabilidade na gestão de recursos públicos, além de encontrar previsão expressa no art. 50 da Lei nº 9.784, de 1999.

Nesse contexto, decisões regulatórias que alteram a distribuição de riscos entre o poder concedente e o concessionário devem explicitar de forma clara os fundamentos técnicos, econômicos e jurídicos que justificam tal opção, bem como demonstrar sua aderência aos objetivos da política pública e à racionalidade econômica do contrato.

No caso em análise, não se identificou, nos fundamentos apresentados no voto que embasou a decisão regulatória, exposição detalhada dos elementos técnicos, econômicos ou jurídicos que justificariam a atribuição do custo do eventual derrocamento exclusivamente à União. Tampouco foram apresentados elementos analíticos que permitam avaliar os impactos dessa decisão sobre a estrutura econômico-financeira da concessão ou sobre os incentivos regulatórios associados à gestão das condições de navegabilidade da hidrovia.

Ainda que se admitisse a hipótese de que a atribuição desse custo ao poder público tenha sido concebida como mecanismo para ampliar a atratividade econômica da concessão ou mitigar riscos percebidos pelos potenciais investidores, tal escolha exigiria motivação explícita e tecnicamente fundamentada no processo decisório. Em projetos de infraestrutura, a eventual utilização de instrumentos de mitigação de risco ou de compartilhamento de investimentos pelo Estado deve ser acompanhada de

análise que demonstre sua necessidade, sua proporcionalidade e seus efeitos sobre a estrutura econômica do contrato.

Entretanto, não se evidencia nos documentos analisados exposição analítica que permita compreender de forma clara as razões que levaram à atribuição desse encargo exclusivamente à União, nem avaliação estruturada acerca de seus efeitos sobre a modelagem econômico-financeira da concessão ou sobre a alocação eficiente de riscos no contrato. A ausência dessa fundamentação limita a transparência da decisão regulatória e dificulta a avaliação da aderência da solução adotada aos princípios que orientam o regime jurídico das concessões e a adequada utilização de recursos públicos.

Outro aspecto jurídico relevante diz respeito à incidência da nova disciplina introduzida pela Lei nº 15.190, de 2025, conhecida como Lei Geral do Licenciamento Ambiental. A referida norma passou a prever, em seu art. 8º, hipóteses de dispensa de licenciamento ambiental para determinadas atividades, entre as quais se incluem situações específicas de dragagem de manutenção.

No contexto da concessão da hidrovia do Rio Paraguai, essa alteração normativa assume particular relevância, uma vez que o objeto do contrato está diretamente relacionado à execução contínua de dragagens destinadas à manutenção das condições de navegabilidade do canal. As atividades de dragagem constituem, portanto, um dos elementos centrais da prestação do serviço concedido, sendo responsáveis por assegurar a profundidade operacional do canal e a regularidade do tráfego de embarcações ao longo da via navegável.

Diante desse cenário, ainda não está claramente definido de que forma a nova disciplina jurídica introduzida pela Lei nº 15.190, de 2025, será aplicada ao caso concreto da concessão hidroviária. A depender da interpretação adotada, determinadas dragagens de manutenção executadas no âmbito da concessão poderão ser enquadradas nas hipóteses de dispensa de licenciamento ambiental previstas na nova legislação.

Caso essa interpretação venha a prevalecer, existe a possibilidade de que parte das intervenções periódicas realizadas no leito do rio não seja submetida ao procedimento formal de licenciamento ambiental. Em termos institucionais, isso significa que tais intervenções poderiam deixar de passar por etapas tradicionalmente associadas ao processo de licenciamento, como a análise técnica prévia por parte do órgão ambiental competente, a definição de condicionantes ambientais, o acompanhamento sistemático da execução das atividades e a abertura de espaços formais para participação e manifestação da sociedade.

Embora a dispensa de licenciamento possa ser juridicamente admissível em determinadas circunstâncias, especialmente quando se trate de intervenções de baixo impacto ambiental, a aplicação desse regime em um empreendimento de grande escala, como a concessão da hidrovia do Rio Paraguai, suscita questões relevantes do ponto de vista da governança ambiental e da segurança jurídica. Isso porque as dragagens realizadas em sistemas fluviais podem produzir efeitos sobre a dinâmica hidrossedimentológica do rio, sobre habitats aquáticos e sobre comunidades biológicas associadas ao leito e às margens, aspectos que tradicionalmente são objeto de avaliação no âmbito dos processos de licenciamento ambiental.

Além disso, a eventual dispensa de licenciamento em atividades dessa natureza pode abrir espaço para questionamentos judiciais acerca da suficiência dos mecanismos de controle ambiental aplicáveis ao empreendimento. A Constituição Federal assegura, em seu art. 225, o direito de todos ao meio ambiente ecologicamente equilibrado e impõe ao poder público o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. Nesse contexto, a ausência de avaliação ambiental prévia em intervenções potencialmente capazes de alterar a dinâmica do ecossistema fluvial pode ser objeto de questionamento por parte de órgãos de controle, Ministério Público ou organizações da sociedade civil, especialmente se não houver instrumentos técnicos equivalentes que assegurem a adequada análise e mitigação de impactos ambientais.

Nesse cenário, a eventual aplicação das hipóteses de dispensa previstas na Lei nº 15.190, de 2025, demanda análise cuidadosa quanto ao seu enquadramento jurídico e quanto aos instrumentos alternativos de controle ambiental que poderão ser utilizados para assegurar o acompanhamento técnico dessas intervenções. A ausência de clareza sobre esse ponto pode gerar incerteza regulatória tanto para os órgãos responsáveis pela gestão ambiental quanto para o futuro concessionário, além de reduzir a previsibilidade institucional quanto aos mecanismos de controle e monitoramento das atividades de dragagem ao longo da vigência da concessão.

Há argumento jurídico incontornável que a NT deve mobilizar de forma central: em 2023, o Ibama analisou o pedido do DNIT para incluir intervenções de dragagem em 10 passos críticos do Tramo Sul no escopo da Licença de Operação nº 18/1998, que autorizava atividades de dragagem de manutenção existentes. O órgão licenciador concluiu que as novas intervenções não poderiam ser enquadradas na LO vigente e exigiu a elaboração de novo Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) para o Tramo Sul (INFRA et al., 2025d, p.21). Essa decisão administrativa tem duas consequências jurídicas fundamentais: (i) invalida qualquer argumento de que as dragagens previstas no contrato de concessão constituem mera 'manutenção' dispensável de licenciamento; e (ii) demonstra que o

órgão ambiental competente já avaliou e rejeitou a hipótese de enquadramento simplificado. A aplicação posterior das hipóteses de dispensa da Lei nº 15.190/2025 ao mesmo tipo de intervenção, ignorando o precedente técnico do Ibama, configuraria retrocesso ambiental injustificado e potencial vício de legalidade no processo licitatório.

O modelo proposto transfere risco fiscal à União (derrocamento, plano de contingência hídrica não incorporado, dispensa de licenciamento) para viabilizar uma operação cuja rentabilidade depende de operação minerária dominante e de projeções de soja em área legalmente vedada (Lei MS 6.160/2023).

### **3. IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA HIDROVIA DO RIO PARAGUAI**

A análise dos impactos socioambientais da Hidrovia do Rio Paraguai deve ser necessariamente contextualizada pela qualidade dos estudos de viabilidade que fundamentam a concessão. O EVTEA, ao realizar diagnóstico ambiental insuficientemente detalhado, cria o risco de que impactos significativos sejam subestimados já na fase de estruturação do projeto. Essa subestimação, como demonstrado nas seções anteriores, repercute diretamente no processo de licenciamento ambiental e nas obrigações contratuais da concessionária, podendo resultar em custos ambientais não previstos e em pedidos de reequilíbrio econômico-financeiro a serem suportados pelo poder público. A análise a seguir parte dos impactos identificados e avalia sua abrangência em comparação com o que foi considerado pelo EVTEA.

#### **3.1. Dinâmica Hidrossedimentológica**

A geomorfologia da BAP é fortemente influenciada por processos de erosão, transporte e deposição de sedimentos, que operam em diferentes escalas espaciais e temporais, especialmente em função do ciclo anual de cheias e secas ([Assine, 2015](#); [Macedo et al., 2019](#); [Stevaux et al., 2020](#)). Essa dinâmica pulsante, característica da planície pantaneira, é responsável por regular a conectividade hidrológica entre o canal principal e a planície de inundação, garantindo a formação e manutenção de lagoas, a fertilização natural dos solos, a recarga de áreas úmidas e a sustentação dos habitats aquáticos e terrestres ([Amoros e Roux, 1988](#); [Junk et al., 1989](#); [Wantzen et al., 1999](#); [Grill et al., 2019](#); [Neiff e Poi de Neiff, 2003](#); [Wohl, 2017](#)).

Nesse contexto, as dragagens ao longo do Rio Paraguai, ao alterar a profundidade, o perfil do canal e os controles naturais do fluxo, podem comprometer de forma considerável a dinâmica da hidrológica e sedimentar, com efeitos em cascata

sobre a estrutura ecológica e funcional do Pantanal. As dragagens modificam o escoamento ao aumentar a vazão, reduzem o tempo de retenção hídrica e interferem no transporte e na deposição de sedimentos, o que pode acentuar processos de erosão a montante e assoreamento a jusante (Schumm, 2005; Brierley e Fryirs, 2005). Hamilton (1999) demonstrou, por meio de modelos construídos com dados de sensoriamento remoto, que uma redução no nível do Rio Paraguai teria como consequência direta a diminuição tanto da duração quanto da área alagada na planície de inundação, em especial na fase seca.

É particularmente preocupante o impacto potencial sobre os gargalos naturais do sistema fluvial, os chamados *bottlenecks*, localizados em regiões como Amolar, Urucum e Fecho dos Morros. Esses trechos representam zonas de controle geológico-estrutural que exercem papel fundamental na contenção das águas e na regulação do fluxo e da deposição de sedimentos em larga escala, sendo determinantes para a duração, a amplitude e o alcance das cheias sazonais (Macedo et al., 2019; Stevaux et al., 2020; Ribeiro et al., 2025). Tais formações não devem ser avaliadas apenas em escala local, mas compreendidas como elementos dentro de um sistema regional altamente interdependente. A atuação nesses pontos sem o devido entendimento geoestrutural pode desencadear desequilíbrios hidromorfológicos a montante e a jusante, afetando zonas úmidas conectadas e a própria viabilidade ecológica da planície pantaneira.

Além disso, destaca-se a necessidade de considerar processos como a erosão remontante, pelos quais a escavação do leito se propaga contra a corrente, alterando gradualmente a conectividade entre canais principais e secundários e afetando a estabilidade geomorfológica de amplas áreas da bacia (Schumm, 2005; Brierley e Fryirs, 2005). Nesse sentido, estudos restritos a trechos locais são claramente insuficientes.

Os dados disponíveis sobre carga sedimentar transportada na bacia são escassos e, em sua maioria, antigos, anteriores as várias hidrelétricas da bacia (como por exemplo, a UHE de Manso implantada no ano de 2000), não refletindo as alterações hidrossedimentológicas provocadas por essas intervenções e pelas mudanças no uso do solo ao longo das últimas décadas. Os principais levantamentos sedimentares com dados primários, obtidos por meio de medições diretas de campo e campanhas hidrossedimentológicas *in situ*, foram realizados pelo Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS, 1990), pelo Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP, 1997) e por Barbedo (2003), que já não representam adequadamente as condições atuais.

Diante desse cenário, há uma lacuna crítica de conhecimento sobre o real balanço sedimentar da BAP: não se sabe, com precisão, quanto de sedimento está

sendo transportado, retido ou redistribuído ao longo do sistema. O processo de degradação ambiental na BAP tem raízes históricas no avanço acelerado do desmatamento iniciado na década de 1970, especialmente nas áreas de planalto, impulsionado pela expansão agropecuária e pela abertura de novas fronteiras agrícolas (Padovani et al., 1998; Da Silva & Girard, 2004; Souza et al., 2009; Silva et al., 2011; Bergier, 2013; SOS Pantanal & WWF-Brasil, 2015; Roque et al., 2016).

Contudo, nas últimas décadas, o padrão de interferência antrópica vem se transformando: enquanto o desmatamento persiste (MapBiomass, 2024), a construção de barragens hidrelétricas tem se tornado um novo fator de alteração da dinâmica sedimentar. As represas, ao reterem sedimentos nos reservatórios, tendem a interromper o fluxo natural de carga sedimentar a jusante, comprometendo a morfodinâmica fluvial e a conectividade ecológica da planície pantaneira (Padovani et al., 1998; Souza et al., 2009; Zeilhofer & Moura, 2009; Fantin-Cruz et al., 2015; Fantin-Cruz et al., 2016; Fantin-Cruz et al., 2020; Ely et al., 2020). Esse duplo impacto, aumento histórico de produção de sedimentos e retenção crescente por barramentos, configura um cenário de desequilíbrio na distribuição sedimentar na BAP, cujas consequências ainda são pouco compreendidas por estudos quantitativos recentes.

O Relatório de Modelagem Hidráulica e de Transporte de Sedimentos do Rio Paraguai, elaborado pelo DNIT em parceria com o Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA (USACE) utilizando o modelo HEC-RAS unidimensional (DNIT/USACE, 2025), foi citado pelo Voto do Relator do Acórdão nº 443/2025 como evidência de que as intervenções de dragagem não causariam impactos hidrodinâmicos significativos, com diferença média de elevação da superfície d'água inferior a 1 cm entre os cenários com e sem dragagem. Entretanto, esse modelo apresenta limitações metodológicas fundamentais que impedem sua utilização como argumento conclusivo:

- (i) Trata-se de modelagem 1D restrita ao canal de navegação do Tramo Sul, sem representar a conectividade lateral com a planície de inundação;
- (ii) Não captura os efeitos de gargalo hidrológico dos afloramentos rochosos (Amolar, Urucum e Fecho dos Morros) que atuam como barramentos naturais responsáveis por atrasar a onda de cheia e manter a inundação em até 10.000 km<sup>2</sup> da planície (Stevaux et al., 2020);
- (iii) Não modela cenários de derrocamento, embora a pressão por remoção de afloramentos tenda a crescer à medida que as dragagens se mostrarem insuficientes (Wantzen et al., 2024);
- (iv) A base de dados utilizada é estruturalmente insuficiente: a ANA identificou apenas 11 estações hidrológicas mantidas pela própria agência na calha do Rio Paraguai entre Cáceres e a foz do Apa (trecho

de aproximadamente 1.249 km), densidade equivalente a uma estação para cada 113 km de rio (ANA/SGH, 2025). Essa densidade de monitoramento é insuficiente para caracterizar a variabilidade hidrossedimentológica de um sistema fluvial com a complexidade geomorfológica do Pantanal, comprometendo qualquer pretensão de robustez do modelo.

A ausência de dados empíricos atualizados sobre a carga de sedimentos em diferentes trechos da bacia compromete a avaliação dos impactos da dragagem, da construção de reservatórios e de outras intervenções planejadas. Assim, torna-se urgente a retomada de monitoramentos hidrossedimentológicos sistemáticos, com abrangência multiescalar e incorporação de cenários climáticos futuros, como base para qualquer tomada de decisão que afete a dinâmica fluvial do Pantanal.

### 3.2. Qualidade das Águas

Durante as atividades de dragagem e, principalmente, nas operações de descarte de material dragado (bota-fora), há um risco de remobilização de sedimentos finos acumulados no leito, que podem conter substâncias potencialmente tóxicas, como metais pesados, pesticidas, nutrientes em excesso e compostos orgânicos (Wantzen et al., 1999). Esses materiais podem comprometer tanto a transparência da água, por aumento da turbidez, quanto os processos ecológicos associados, como a fotossíntese, a oxigenação da coluna d'água e o equilíbrio da biota aquática (Wantzen et al., 1999).

Um dos maiores riscos ambientais associados à dragagem no Pantanal é a liberação de mercúrio (Hg) (Leady e Gottgens, 2001). Esse metal já se encontra em níveis elevados no Pantanal, resultado de garimpos e mineração e detectados nos sedimentos e em organismos aquáticos (Leady e Gottgens, 2001; Vieira et al., 2011; Ceccatto et al., 2016; Soresini et al., 2021; Nunes et al., 2024; Lima et al., 2025). Ao serem ressuspensos, esses sedimentos podem liberar mercúrio na coluna d'água, aumentando sua biodisponibilidade.

Remover sedimentos durante períodos de baixa oxigenação pode, portanto, piorar o cenário ambiental, e essa possibilidade deve ser rigorosamente avaliada e mitigada. Portanto, é necessária uma análise completa das condições bioquímicas dos sedimentos, a presença de mercúrio e outros contaminantes.

### 3.3. Meio Biótico

A dragagem em ambientes fluviais, ao alterar a morfologia do canal, a profundidade, a velocidade da água e os regimes de deposição e erosão, pode gerar barreiras físicas e funcionais à migração de peixes (Wantzen et al., 2005). O Rio Paraguai e seus afluentes abrigam espécies migradoras de longa distância de alta relevância ecológica e econômica, entre as quais se destacam o dourado (*Salminus brasiliensis*), o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*), o cachara (*Pseudoplatystoma reticulatum*), o pacu (*Colossoma mitrei* e *Piaractus mesopotamicus*) e o jaú (*Zungaro jahu*), espécies que realizam migrações reprodutivas de centenas a milhares de quilômetros, utilizando a conectividade longitudinal do canal principal como rota de passagem (Gimênes Junior e Rech, 2022; Wantzen et al., 2005).

Essas espécies dependem de pulsos de inundação e da conectividade lateral entre o canal e a planície alagável para acessar áreas de desova, berçário e alimentação (Junk et al., 1989). A dragagem intensiva altera a batimetria, a granulometria do substrato e a hidrodinâmica local, podendo suprimir habitats de reprodução, fragmentar rotas migratórias e reduzir a oferta de alimento, impactos que se traduzem diretamente em declínio da produção pesqueira. O Pantanal sustenta uma das mais expressivas pescarias de água doce do Brasil; a degradação da ictiofauna migratória afetaria não apenas a biodiversidade, mas a segurança alimentar e a renda de comunidades ribeirinhas, pescadores artesanais e o turismo de pesca esportiva (Wantzen et al., 2005; Gimênes Junior e Rech, 2022). A Seção F do EVTEA reconhece impactos sobre a ictiofauna, mas os qualifica de forma genérica, sem modelar a magnitude das alterações na conectividade migratória (INFRA et al., 2025d, p.27-28).

Portanto, é essencial que se tenha a avaliação desses impactos sobre a conectividade ecológica do sistema fluvial, como parte da análise dos efeitos da dragagem sobre a ictiofauna e os processos ecológicos associados.

### 3.4. Impactos Climáticos

A inclusão de modelos climatológicos e projeções futuras é necessária para compreender os impactos esperados das mudanças climáticas sobre os regimes hidrometeorológicos que afetam a dinâmica do Rio Paraguai e da planície pantaneira (Marengo et al., 2021; Ferreira et al., 2024; Girard et al., 2024; Ribeiro et al., 2025; Coelho et al., 2025). Eventos extremos, como secas prolongadas, ondas de calor, tempestades intensas, incêndios e alterações no regime de chuvas, vêm se tornando mais frequentes e intensos, com consequências diretas sobre a navegabilidade, o

transporte de sedimentos, a qualidade da água e a biodiversidade (Coelho et al., 2025). Essas alterações têm o potencial de comprometer a eficácia e a segurança de intervenções como a dragagem, além de ampliar os riscos socioambientais associados (Marengo et al., 2021; Coelho et al., 2025). O próprio estudo operacional da concessão reconhece que anos hidrológicamente secos podem demandar campanhas mais intensas de dragagem para garantir as condições de navegabilidade previstas contratualmente.

Nesse contexto, a Agência Nacional de Águas (ANA), por meio da Comunicação Interna SOE nº 46/2025, encaminhou formalmente à ANTAQ proposta de inclusão de cláusula contratual exigindo que a concessionária 'elabore e implemente plano de contingência para situações de escassez hídrica' no Rio Paraguai (ANA/SOE, 2025, p.2). Essa recomendação do órgão gestor dos recursos hídricos reconhece, institucionalmente, que os regimes hidrológicos futuros poderão não ser compatíveis com as obrigações contratuais de navegabilidade estabelecidas na ZRHC, e que isso exigirá instrumentos de gestão adaptativa não previstos na versão atual do contrato. O fato de que essa proposta da ANA não foi incorporada ao contrato pós-Acórdão 443/2025 é, por si só, argumento relevante: o instrumento de concessão foi estruturado sem contemplar as preocupações do principal órgão federal responsável pela gestão dos recursos hídricos sobre os riscos climáticos da operação.

Além disso, com a intensificação das secas severas e a redução dos níveis d'água decorrentes das mudanças climáticas, torna-se fundamental incorporar uma análise de custo-benefício das atividades de dragagem (Wantzen et al., 2024). A avaliação climatológica baseada apenas em médias históricas, sem a incorporação de tendências, projeções futuras e a recorrência do fenômeno de episódios de seca pluriannual, como ocorrido na década de 1960, oferece uma visão limitada do cenário real que se desenha para as próximas décadas.

### **3.5. Comunidades Tradicionais**

A hidrovia representa uma ameaça às populações tradicionais que habitam o Pantanal, incluindo comunidades ribeirinhas, pescadores artesanais e povos indígenas que dependem diretamente dos ecossistemas aquáticos para sua subsistência. O povo Guató, cuja Terra Indígena (TI Guató, Corumbá-MS) se localiza às margens do Rio Paraguai, está entre as comunidades mais diretamente afetadas pela proposta de concessão. A presença histórica do povo Guató na região, associada ao manejo tradicional dos ambientes alagáveis e à dependência cultural dos pulsos de inundação,

exemplifica a vulnerabilidade dos modos de vida tradicionais a intervenções estruturais no regime hidrológico do Rio Paraguai.

Como referência institucional de monitoramento territorial intercultural, destaca-se a experiência do MATI (Monitoramento Ambiental Territorial Integrado), liderado pela Associação Yudja Muratu na Volta Grande do Xingu, que combina saberes tradicionais e científicos para registrar e denunciar os efeitos das intervenções fluviais e propor alternativas de justiça hídrica (ISA, 2025a). Embora os contextos hidrológicos sejam distintos, essa experiência demonstra o valor de modelos de monitoramento liderados por comunidades tradicionais como ferramenta de fiscalização independente e de fortalecimento da governança socioambiental, com possível replicação adaptada ao contexto da BAP e do Pantanal.

Do ponto de vista jurídico, a questão indígena apresenta vulnerabilidade processual. A Seção F do EVTEA pós-Acórdão 443/2025 identifica a presença de duas Terras Indígenas a menos de 10 km do leito do Rio Paraguai na área de influência da concessão, e reconhece a necessidade de elaboração do Estudo do Componente Indígena (ECI) e do Plano de Gestão Territorial e Ambiental (PGTA) como condicionantes do licenciamento ambiental (INFRA et al., 2025d, p.9-12). A Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), ratificada pelo Brasil e incorporada ao ordenamento jurídico pelo Decreto nº 5.051/2004, estabelece o direito dos povos indígenas à consulta prévia, livre e informada sempre que medidas legislativas ou administrativas possam afetar diretamente seus direitos e territórios.

### **3.6. Sítios Arqueológicos**

O trecho do Rio Paraguai entre Corumbá e a foz do Rio Apa atravessa áreas de rica ocupação histórica e pré-colonial, com presença de comunidades tradicionais, sítios arqueológicos rupestres, cerâmicos e funerários, muitos ainda não totalmente estudados, como por exemplo os de Baía Vermelha e em Lagoa (Aguiar et al., 2014).

Os sítios arqueológicos podem estar localizados próximos ou até mesmo sobrepostos às áreas previstas para dragagem ou bota-fora, especialmente em áreas de bancos de areia, encostas marginais e ilhas fluviais. A inclusão da obrigatoriedade de identificação de sítios arqueológicos visa garantir o cumprimento da legislação vigente de proteção ao patrimônio histórico e cultural, conforme estabelecido no Decreto-Lei nº 25/1937, a Constituição Federal de 1988 (art. 216) e na Portaria IPHAN nº 60/2015.

### 3.7. Impactos Cumulativos e Sinérgicos em Escala de Bacia.

A sucessão das intervenções ao longo do Rio Paraguai atua de maneira conjunta sobre a dinâmica hidrossedimentar da bacia, influenciando os ciclos de cheia e seca, a conectividade entre o rio e a planície de inundação, a dispersão de nutrientes e sedimentos, e os regimes ecológicos que sustentam a biodiversidade local ([Hamilton, 1999](#); [Wantzen et al., 1999](#)). Mesmo que legalmente tratadas em processos distintos, essas obras operam de modo interdependente, produzindo efeitos em cadeia.

O sistema brasileiro de controle ambiental já reconheceu, em outras escalas e contextos, riscos análogos aos identificados nesta Nota Técnica. Em 2022 e 2023, o Tribunal de Contas do Estado de Mato Grosso do Sul (TCE-MS) determinou a suspensão cautelar de obras viárias executadas no Pantanal Sul-mato-grossense em razão da ausência de estudos ambientais e licenças consideradas adequadas para intervenções em áreas ambientalmente sensíveis ([TCE-MS, 2023](#)). As medidas envolveram especialmente obras de revestimento primário em estradas não pavimentadas, diante de potenciais impactos hidrológicos e ambientais sobre a planície pantaneira, incluindo processos de assoreamento, interrupção de cursos d'água e alterações no fluxo hídrico regional. Adicionalmente, o caso do Rio Taquari, extensivamente documentado pela Embrapa Pantanal ([Padovani et al., 1998](#)), constitui referência canônica brasileira sobre como aterros, obras viárias e alterações no regime sedimentar de afluentes do Rio Paraguai podem alterar de forma irreversível a hidrologia da planície pantaneira, com consequências cumulativas que se estendem por décadas e por centenas de quilômetros. Esses precedentes reforçam que a exigência de avaliação ambiental ampliada para a concessão da Hidrovia do Rio Paraguai não é demanda hipotética da sociedade civil, mas requisito reconhecido por instâncias técnicas e de controle do próprio Estado brasileiro.

Assim, é inaceitável que cada dragagem ou modificação fluvial seja avaliada de forma isolada, desconsiderando os impactos acumulados sobre o sistema hidrológico, sedimentar e ecológico da bacia como um todo ([Downs & Piégay, 2019](#)). A própria Seção F do EVTEA pós-Acórdão 443/2025 admite que 'o levantamento detalhado dos impactos socioambientais cumulativos' ficará para a fase de elaboração do EIA/RIMA ([INFRA et al., 2025d, p.16](#)), o que confirma que o EVTEA, em sua versão atual, não realizou a avaliação integrada de impactos que a magnitude do empreendimento exige. Essa admissão governamental é argumento central: o instrumento de planejamento que fundamenta a licitação reconhece sua própria insuficiência na avaliação dos impactos cumulativos sobre o Pantanal.

A intensificação de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas e cheias abruptas, adiciona ainda mais incertezas e vulnerabilidades ao sistema fluvial (Marengo et al., 2021; Ferreira et al., 2024; Coelho et al., 2025). Esse novo contexto possui o risco de ampliar significativamente os impactos socioambientais. Entre os principais riscos estão a escassez hídrica e a interrupção de serviços ecossistêmicos, a perda de biodiversidade, os prejuízos à fauna migratória, com deslocamento de comunidades e a consequente redução da qualidade de vida (Calheiros et al., 2012; Wantzen et al., 2024). Soma-se a esses fatores o risco de ineficiência econômica das próprias obras de dragagem, que podem se tornar insustentáveis diante da recorrência dos processos de assoreamento (Wantzen et al., 2024).

Portanto, neste caso, cujas intervenções ocorrem em cadeia ao longo de diferentes trechos do Rio Paraguai, é indispensável a realização de uma Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) que considere os impactos cumulativos e sinérgicos em escala de bacia. Tal exigência encontra respaldo na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), no princípio da prevenção estabelecido pela Constituição Federal e pela Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos, além de seguir diretrizes internacionais das quais o Brasil é signatário.

A inclusão explícita da avaliação de impactos cumulativos e sinérgicos é essencial para que o diagnóstico ambiental reflita a real complexidade socioambiental da região impactada (Assine, 2015; Wantzen et al., 1999).

#### **4. ANÁLISE COMPARATIVA INTERNACIONAL**

A avaliação técnica de projetos hidroviários em sistemas fluviais de planície exige, como requisito metodológico elementar, a análise de casos comparáveis implantados em outros contextos geográficos. O Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA) da concessão da Hidrovia do Rio Paraguai não apresenta tal análise: as projeções de custo operacional e os modelos de risco ambiental adotados não são acompanhados de referências sistemáticas a projetos semelhantes em planícies alagáveis de regime hidrológico comparável.

Essa lacuna não é trivial. A experiência internacional acumulada ao longo do século XX demonstra que projetos de canalização e dragagem intensiva em sistemas fluviais de baixo gradiente e elevada variabilidade hidrológica tendem a produzir impactos ambientais potencialmente irreversíveis e custos de manutenção crescentes, que sistematicamente superam as projeções iniciais.

O presente item sistematiza essa evidência comparativa, examina a situação de grandes *wetlands* mundiais em relação à existência ou ausência de hidrovias, identifica

as características estruturais que distinguem o sistema Pantanal de outros sistemas fluviais e analisa a adequabilidade de modelos alternativos de gestão operacional, como as janelas temporais de dragagem, ao contexto específico do Rio Paraguai.

#### **4.1. Casos Internacionais**

A análise de projetos hidroviários implantados em planícies alagáveis de diferentes regiões do mundo revela um conjunto de padrões recorrentes: subestimação dos custos operacionais de manutenção, intensificação progressiva dos impactos ambientais, desconexão entre as projeções de demanda e a demanda efetivamente realizada e, em alguns casos, abandono parcial ou total das obras por inviabilidade técnica e econômica. Quatro casos são particularmente relevantes para o contexto da Hidrovia do Rio Paraguai, seja pela semelhança das condições físicas, seja pelas lições operacionais que oferecem.

##### ***Rio Missouri (Estados Unidos)***

O Rio Missouri constitui um dos exemplos mais extensamente documentados de intervenção hidroviária em planície aluvial com impactos ambientais e desempenho econômico amplamente questionado. Ao longo do século XX, o Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USACE) executou o "*Bank Stabilization and Navigation Project*", que transformou aproximadamente 1.200 km de um sistema fluvial meandrante em um canal retificado e estabilizado para garantir a navegabilidade comercial ([National Research Council, 2002](#)). O projeto resultou na perda de mais de 1,3 milhões de hectares de habitat natural, na eliminação de 522.000 acres de zonas úmidas e habitats aquáticos e na reconversão de vastas planícies de inundação em terra agricultável ([National Research Council, 2002](#)).

A desconexão entre o canal e sua planície eliminou o pulso hidrológico natural, provocou o rebaixamento do lençol freático adjacente, secou lagos de meandro e destruiu extensas áreas de zonas úmidas ribeirinhas ([National Research Council, 2002](#)). Do ponto de vista operacional, a manutenção do canal exigiu dragagens contínuas e progressivamente mais custosas, à medida que o assoreamento retornava às zonas artificialmente aprofundadas. O declínio simultâneo do tráfego comercial, superado por modais terrestres, reduziu o benefício econômico da intervenção a uma fração das projeções originais ([National Research Council, 2002](#)). O National Research Council dos EUA concluiu, em relatório de 2002, que os benefícios econômicos da navegação no Missouri são limitados quando comparados aos custos ambientais e operacionais do

projeto e que a restauração dos pulsos de inundação seria condição necessária para qualquer perspectiva de recuperação ecossistêmica ([National Research Council, 2002](#)).

### ***Rio Mississippi (Estados Unidos)***

O Rio Mississippi, embora seja um dos sistemas hidroviários mais intensamente utilizados do mundo, oferece evidências sobre os custos crescentes e os impactos acumulados da dragagem em larga escala. O USACE despende anualmente cifras da ordem de USD 150 milhões apenas para manutenção do canal de navegação entre St. Louis e o Golfo do México ([USGS, 2012](#)). Nos trechos inferiores, a combinação entre dragagem sistemática, construção de diques laterais e supressão do pulso de inundação resultou na perda de aproximadamente 4.900 km<sup>2</sup> de terras costeiras na Louisiana desde o início do século XX. Estimativas do Serviço Geológico dos Estados Unidos indicam que cerca de 80% da perda nacional de zonas úmidas de maré ocorreu nesse estado, em consequência direta das intervenções no regime hidrológico e sedimentar do rio ([USGS, 2004](#)). O custo ambiental acumulado das obras de navegação, portanto, estende-se muito além do canal em si, propagando-se por toda a bacia hidrográfica a jusante. Estudos do U.S. Geological Survey indicam que a construção de barragens, diques e outras estruturas reduziu significativamente a variabilidade hidrológica, diminuiu em mais de 60% o transporte de sedimentos e levou à desconexão entre o canal principal e a planície de inundação ([USGS, 2012](#)).

### ***Canal Bystroye no Delta do Danúbio (Ucrânia)***

O Delta do Danúbio foi classificado como Reserva da Biosfera pela UNESCO e inscrito na Lista do Patrimônio Mundial. Em 2004, a Ucrânia iniciou a construção do Canal Bystroye, com 170 km de extensão, como alternativa ao canal de Sulina, na Romênia, para facilitar a navegação comercial. O projeto cortou diretamente a Reserva da Biosfera e um sítio Ramsar, provocando reação internacional sem precedentes: mais de 50 mil organizações de 90 países manifestaram oposição formal ao projeto ([WWF, 2009](#)). Um estudo conduzido pelo programa MAB da UNESCO concluiu que o canal "seria a opção mais barata de construção, mas a pior de todas as alternativas de traçado", pois aceleraria a vazão hídrica, drenaria as lagoas e marismas do delta e reduziria os níveis d'água das zonas úmidas adjacentes ([WWF, 2009](#); [UNESCO, 2009](#)).

### **Rio Mekong (Sudeste Asiático)**

O Rio Mekong oferece o exemplo mais recente e de maior magnitude dos impactos de intervenções hidrossedimentológicas em um sistema fluvial de grande pulso hidrológico. Estimativas técnicas indicam que o leito do rio em trechos submetidos a extração intensiva apresenta rebaixamento médio de 1,5 cm ao ano, com picos de até 15 cm em zonas de maior pressão (Bravard et al., 2013). A concentração de sedimentos em suspensão reduziu até 80% em alguns trechos entre 2018 e 2020, comprometendo a ciclagem de nutrientes, a produtividade pesqueira e a dinâmica de inundação do delta (International Crisis Group, 2020). O pulso de inundação anual do Mekong, que sustenta a reprodução de mais de 300 espécies de peixes e o sistema agroalimentar de aproximadamente 70 milhões de pessoas, foi progressivamente desorganizado. A Comissão do Rio Mekong reconhece que irregularidades no fluxo hídrico e sedimentar representam "risco ao pulso anual de inundação, vital para as pescarias, os *wetlands* e a produtividade agrícola" do sistema (MRC, 2021). O caso do Mekong é particularmente relevante para o contexto do Rio Paraguai porque demonstra que intervenções que alteram o balanço sedimentar, incluindo barragens, extração de sedimentos e modificações no leito fluvial, geram impactos em cadeia sobre a conectividade hidrossedimentológica e ecológica da bacia, com extensão muito superior à área diretamente afetada.

*Os casos apresentados não devem ser interpretados como equivalentes diretos ao contexto do Pantanal, mas como evidências de padrões recorrentes observados em intervenções hidroviárias em sistemas de planície alagável, especialmente no que se refere à subestimação de custos de manutenção, à intensificação de impactos ambientais e à necessidade de revisões operacionais ao longo do tempo.*

#### **4.2. Hidrovias em Grandes Wetlands do Mundo**

O exame da situação de grandes zonas úmidas mundiais em relação à existência ou ausência de projetos hidroviários revela uma tendência consistente: os sistemas em que a navegação comercial intensiva foi implantada sofreram degradação ecológica considerável, enquanto os sistemas em que a navegação foi restringida ou não desenvolvida mantiveram, em maior medida, sua integridade hidrológica e biológica. Essa constatação não é casual: reflete o reconhecimento técnico crescente de que as características físicas dos grandes *wetlands*, em particular a baixa energia do sistema, a variabilidade hidrológica sazonal elevada e a dependência ecológica dos

pulsos de inundação, são estruturalmente incompatíveis com as demandas operacionais de uma hidrovia comercial de larga escala.

### ***Delta do Okavango (Botsuana)***

O Delta do Okavango, com aproximadamente 15.000 km<sup>2</sup>, é reconhecido pela UNESCO como Patrimônio Mundial justamente por ser um sistema aquático que não deságua no oceano, mas se dispersa e evapora na planície semi-árida do Kalahari. A navegação no delta é restrita a embarcações de pequeno porte para turismo de baixo impacto e uso comunitário. A literatura institucional destaca que a dinâmica sazonal das águas é fundamental para sustentar a biodiversidade e os meios de vida locais, evidenciando a vulnerabilidade desses sistemas a alterações no regime hídrico ([The Nature Conservancy, 2024](#)). O caso do Okavango é paradigmático: o ecossistema permanece íntegro precisamente porque as intervenções estruturais economicamente atrativas a curto prazo foram descartadas em função do reconhecimento de sua irreversibilidade. A manutenção do pulso hidrológico não é tratada como externalidade do desenvolvimento, mas como o próprio fundamento da produtividade econômica do sistema.

### ***Delta do Danúbio (Romênia/Ucrânia)***

O Delta do Danúbio, com aproximadamente 5.800 km<sup>2</sup>, abriga uma das maiores áreas contínuas de zonas úmidas da Europa. O canal de Sulina, principal via de navegação comercial através do delta, opera com dragagem contínua e sinalização permanente, mas gerou impactos documentados: aceleração da intrusão salina, alteração da dinâmica sedimentar e redução da conectividade entre os braços do delta e suas zonas úmidas adjacentes ([UNESCO, 2009](#)). O exemplo do Danúbio indica que mesmo sistemas já comprometidos por intervenções de navegação impõem limites físicos ao aprofundamento e à intensificação das dragagens.

### ***Rio Mekong e o Sistema Tonle Sap (Camboja, Vietnã)***

O sistema Tonle Sap, o maior lago interior do Sudeste Asiático, conectado ao Mekong por um rio que inverte periodicamente seu sentido de fluxo em resposta ao pulso do rio principal, sustenta a maior pesca de água doce continental do planeta, estimada em 2,3 milhões de toneladas anuais ([MRC, 2021](#)). A pressão combinada das barragens a montante e da extração de areia no delta criou um déficit sedimentar que

ameaça tanto a integridade física do delta como a produtividade pesqueira do sistema. A Comissão do Rio Mekong reconhece que a navegação deve ser desenvolvida de forma compatível com a manutenção do pulso hidrológico e dos processos sedimentares, mas os mecanismos de governança transfronteiriça têm sido insuficientes para conter a degradação em andamento ([International Crisis Group, 2020](#)).

### **4.3. Por Que o Pantanal é Estruturalmente Diferente**

A análise comparativa apresentada nas seções anteriores permite identificar um conjunto de características que distingue o Pantanal de outros sistemas fluviais onde hidrovias foram ou poderiam ser implantadas. Essas diferenças não são meramente de escala ou de grau, mas de natureza: o sistema Pantanal opera segundo uma lógica hidrológica e ecológica sem equivalente funcional direto nos casos utilizados como referência implícita no EVTEA da concessão.

#### **4.3.1. Baixo Gradiente e baixa energia como restrição estrutural**

O Rio Paraguai apresenta gradiente longitudinal médio de aproximadamente 3 cm/km no trecho do Pantanal, um dos menores registrados para grandes rios tropicais do mundo ([Assine, 2015](#)). Em sistemas de alta energia, como os rios utilizados implicitamente como referência pelo EVTEA (Paraná argentino, Mississippi), a capacidade de resiliência geomorfológica é substancialmente superior: o fluxo possui energia suficiente para redistribuir sedimentos e reequilibrar o perfil longitudinal após perturbações. No Rio Paraguai, o aprofundamento artificial do canal por dragagem produz efeitos de longo alcance sobre o nível d'água e sobre a conectividade lateral, sem que haja mecanismo físico análogo de autorrecuperação ([Stevaux et al., 2020](#)). Cabe ressaltar que é precisamente o baixo gradiente do sistema que torna a dragagem de manutenção uma demanda recorrente e progressiva: os sedimentos, uma vez removidos, retornam ao canal pelos mesmos processos de baixa energia que os depositaram, em um ciclo que não pode ser interrompido por intervenções pontuais.

Em rios de baixa energia, como o Paraguai, o sedimento que é retirado pela dragagem tende a voltar com o tempo. Isso significa que a dragagem não resolve o problema de forma definitiva, mas cria a necessidade de intervenções contínuas. Na prática, o que começa como uma manutenção pontual passa a se tornar uma atividade permanente. Essas intervenções repetidas, e o possível aprofundamento do canal, podem alterar a forma do rio e o nível da água em diferentes trechos. Como o Pantanal

funciona a partir do pulso de inundação, ou seja, da variação natural do nível das águas ao longo do ano, essas mudanças podem se espalhar pelo sistema, afetando a conexão entre o rio e a planície alagável. Isso impacta diretamente a dinâmica das cheias e secas e, conseqüentemente, os processos ecológicos que dependem desse ciclo.

#### 4.3.2. Pulso de Inundação, Gargalos Naturais e Dependência Ecológica

O conceito de pulso de inundação (*Flood Pulse Concept*), formulado por [Junk et al. \(1989\)](#) e amplamente documentado no contexto pantaneiro, descreve a dinâmica de inundação como um processo periódico e previsível que estrutura toda a organização biológica do sistema. No Pantanal, esse pulso possui uma característica peculiar e sem equivalente direto em outros grandes *wetlands*: a defasagem de 4 a 5 meses entre o pico pluviométrico no alto da bacia e o pico de inundação no sul do sistema, em Ladário ([Assine, 2015](#); [Ribeiro et al., 2025](#)). Essa dinâmica torna qualquer intervenção no canal uma perturbação que atua em múltiplas fases do ciclo hidrológico simultaneamente, e não apenas no momento pontual da operação de dragagem. As megassecas de 2019-2020 e 2024 já demonstraram que eventos climáticos extremos são capazes de desorganizar completamente esses padrões de inundação, com conseqüências ainda não inteiramente avaliadas pela literatura especializada ([Ribeiro et al., 2025](#)).

O Pantanal possui conectividade lateral excepcional entre o canal do Rio Paraguai e sua planície de inundação, mediada por uma rede de corixos, baías, lagoas marginais e planícies que funciona como reservatório regulador das flutuações extremas ([Junk et al., 2006](#)). Essa conectividade é parcialmente controlada pelos chamados gargalos naturais (*bottle necks*), estruturas geológicas que constrocionam o fluxo hídrico e criam efeitos de remanso (*backwater*) que inundam retroativamente as planícies a montante ([Stevaux et al., 2020](#)). A remoção ou atenuação desses gargalos por dragagem ou derrocamento alteraria irreversivelmente a conectividade do sistema

Ao contrário dos grandes rios utilizados como referência para projetos hidroviários consolidados, como o Mississippi, o Danúbio e o Reno, cujas biocenoses já estão largamente adaptadas a regimes perturbados por séculos de intervenção antrópica, o Pantanal mantém uma biota que depende estruturalmente da variabilidade hidrológica natural. A ictiofauna pantaneira realiza migrações reprodutivas em resposta precisa à subida das águas, e qualquer alteração no ritmo ou na intensidade do pulso compromete o recrutamento de diversas espécies de valor ecológico e econômico ([Wantzen et al., 2024](#); [Junk et al., 2006](#)). Analogamente, a vegetação aquática, as aves migratórias e os grandes mamíferos aquáticos organizam seus ciclos reprodutivos em sincronismo com o pulso. Essa dependência estrutural da variabilidade hidrológica não

é uma característica que pode ser compensada por medidas de mitigação pontuais, pois é constitutiva do ecossistema como um todo. Em sistemas com biota já adaptada a condições perturbadas, o risco incremental de uma nova intervenção é calculável em termos relativos. No Pantanal, o risco é de outra ordem: perturbações no regime hidrológico afetam um sistema que não passou por nenhum processo prévio de adaptação a condições degradadas.

#### **4.3.3. Por Que Soluções de Outros Rios Não São Transferíveis**

Nos sistemas onde hidrovias operam com maior grau de êxito operacional relativo, um conjunto de condições está presente que não se verifica no Rio Paraguai. Em primeiro lugar, o gradiente hidráulico suficiente para manter velocidade de transporte de sedimentos e permitir a autorrecuperação parcial do canal após intervenções. Em segundo lugar, o controle ativo do regime hidrológico por sistemas de barragens a montante, que regulam vazões e facilitam a gestão do canal. Em terceiro lugar, a existência de biota já adaptada a condições de regime perturbado, o que reduz (sem eliminar) o risco ecológico incremental de novas intervenções. Em quarto lugar, análises de custo-benefício de longo prazo validadas ao longo de décadas de operação, que permitem calibrar as estimativas com dados empíricos de manutenção. No Rio Paraguai, nenhuma dessas condições está presente. O sistema opera em regime quase natural, com variabilidade hidrológica alta e controlada por processos geomorfológicos naturais, e sua biota está estruturada em torno de condições que qualquer intervenção de canalização irá modificar substancialmente.

## **5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

O Pantanal é uma das maiores áreas úmidas continentais do planeta e desempenha um papel ecológico, hidrológico, geológico e cultural de importância inestimável. Sua dinâmica natural é regulada por um ciclo hidrossedimentar pulsante e interdependente com os planaltos circundantes, sustentando a biodiversidade, os modos de vida tradicionais e serviços ecossistêmicos essenciais. O funcionamento desse sistema depende da conectividade entre o canal fluvial e a planície de inundação, mediada por gargalos naturais e por processos sedimentares sensíveis a mudanças climáticas e antropogênicas.

Diante das lacunas identificadas ao longo desta análise, observa-se que a avaliação dos impactos da hidrovia do Rio Paraguai ainda carece de aprofundamento científico em aspectos fundamentais. Persistem limitações relevantes na quantificação

dos processos hidrossedimentológicos, na estimativa da magnitude dos impactos ecológicos e na consolidação de evidências empíricas comparativas com sistemas fluviais análogos já submetidos a intervenções semelhantes. Adicionalmente, a ausência de modelagens integradas que articulem variabilidade hidrológica, mudanças climáticas e exigências operacionais da concessão compromete a capacidade de prever, com grau adequado de confiabilidade, os efeitos cumulativos e de longo prazo sobre o Pantanal. Nesse contexto, a insuficiência de estudos robustos e abrangentes impede uma avaliação plenamente consistente da viabilidade ambiental, econômica e jurídica do empreendimento, destacando a necessidade de elaboração de análises mais detalhadas, independentes e baseadas em dados primários antes de qualquer tomada de decisão definitiva.

Essas intervenções precisam estar baseadas em dados primários atualizados, modelagens hidrossedimentológicas consistentes, projeções climáticas regionais e, sobretudo, uma perspectiva integrada de bacia hidrográfica. Essa abordagem permitirá maior segurança jurídica, técnica e ambiental, além de contribuir para a construção de uma governança mais transparente, eficiente e participativa na Bacia do Alto Paraguai.

Nesse sentido, importa registrar que a análise desenvolvida nesta Nota Técnica não ignora a dimensão logística e econômica da questão. O Instituto SOS Pantanal reconhece essa equação e, por essa razão, não se limita à crítica do modelo vigente. Na seção Alternativas Operacionais e Modelos Viáveis, são apresentadas propostas, entre as quais a navegação adaptativa com janelas temporais sazonais, o limite contratual de calado compatível com a variabilidade hidrológica natural e o investimento em alternativas modais ferroviárias, que demonstram a viabilidade de aproveitamento logístico da bacia sem comprometer o pulso de inundação do Pantanal.

Nesse contexto, são apresentadas, a seguir, recomendações de pesquisas que devem ser tratadas como prioritárias para subsidiar com rigor técnico e científico a continuidade do processo concessório da hidrovia.

## **5.1. Pesquisas Prioritárias**

### **1. Avaliação Hidrossedimentológica Integrada**

É fundamental realizar estudos multiescalares com dados primários atualizados, que considerem os efeitos cumulativos de intervenções ao longo do rio e na bacia, e incorporem cenários de mudança climática, visando entender como essas alterações influenciam o transporte e a deposição de sedimentos na planície pantaneira. As avaliações de viabilidade da hidrovia devem incorporar modelagens baseadas em projeções climáticas atualizadas, considerando o aumento da frequência e da

intensidade de eventos extremos, como secas prolongadas e enchentes. Análises periódicas sobre o avanço do desmatamento, da agropecuária intensiva e da implementação de hidrelétricas são indispensáveis para compreender as pressões a montante que influenciam diretamente a dinâmica sedimentar e hidrológica do Pantanal.

## 2. Conectividade Fluvial e Ecológica

Devem ser mapeadas as conexões longitudinais e laterais entre o canal principal e os ambientes alagáveis, com especial atenção às rotas de migração de peixes e à manutenção dos habitats críticos dependentes do pulso de inundação.

## 3. Riscos Geotécnicos em Gargalos Naturais

A análise detalhada das estruturas geológicas em pontos de estrangulamento natural, como o Fecho dos Morros, Urucum e Amolar, é essencial para prever e evitar alterações hidromorfológicas irreversíveis causadas por dragagens e escavações.

## 4. Qualidade da Água e Contaminantes

O monitoramento contínuo da qualidade da água deve abranger a possível remobilização de sedimentos do leito do rio com metais pesados em ambientes alagáveis após atividades de dragagem.

## 5. Participação da Sociedade Civil e Científica

Inclusão de pesquisadores, cientistas, organizações ambientais e representantes das comunidades locais no Comitê de Dragagem, ampliando o controle social e a diversidade de opiniões. Bem como, é imprescindível garantir a consulta livre, prévia e informada com povos indígenas, comunidades ribeirinhas e quilombolas, conforme estabelecido pela legislação nacional, com base na Convenção OIT 169, cujo país é signatário, respeitando seus direitos territoriais e socioculturais.

### **5.2. Alternativas Operacionais e Modelos Viáveis**

A posição institucional do SOS Pantanal não se traduz em oposição à navegação no Rio Paraguai, mas em recusa ao modelo industrial proposto na atual modelagem da concessão. A garantia do funcionamento ecológico do bioma é compatível com a manutenção da navegação tradicional e comercial em escala adaptada à variabilidade hidrológica natural do sistema. Nesse sentido, esta Nota Técnica indica cinco alternativas operacionais que devem ser objeto de aprofundamento técnico e que

podem, isolada ou conjuntamente, ser incorporadas à modelagem da concessão ou à regulação subsidiária do empreendimento.

1. Navegação adaptativa com janelas temporais de operação. Adoção de regime operacional inspirado em referências internacionais (Rio Paraná argentino em sua porção inferior, gestão sazonal do Reno) que restringe a operação intensiva de comboios de grande porte aos períodos hidrológicos compatíveis com o pulso natural de inundação, com suspensão programada de atividades em períodos críticos do ciclo reprodutivo da ictiofauna migratória e em eventos de seca extrema.

2. Limite contratual de calado: Calibração das obrigações contratuais para profundidade mínima compatível com aproximadamente 80% dos anos hidrológicos da série histórica, eliminando a necessidade de dragagens de aprofundamento sistemáticas e mantendo a operação no regime de dragagem de manutenção pontual. Esse parâmetro deve ser revisado à luz de projeções de modelos climáticos regionais (ex. cenários CMIP6/IPCC para a América do Sul), que indicam tendência de aumento na frequência e intensidade de eventos de seca extrema na Bacia do Alto Paraguai, o que tornaria o limiar de 80% da série histórica insuficiente para absorver as condições hidrológicas futuras projetadas (Marengo et al., 2021; Bravo et al., 2024; Petry et al., 2025).

3. Repotencialização do modal ferroviário Corumbá–Porto Murtinho. Investimento em alternativa logística terrestre com bitola larga e capacidade de escoamento de cargas a granel, reduzindo a dependência exclusiva da via hidroviária para o escoamento da produção mineral e agrícola da Bacia do Alto Paraguai.

4. Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) prévia em escala de bacia. Realização de AAE para a Bacia do Alto Paraguai como instrumento obrigatório anterior ao licenciamento ambiental da hidrovia, contemplando os impactos cumulativos e sinérgicos da concessão em conjunto com hidrelétricas em operação e previstas, barragens de rejeito de mineração, expansão agropecuária nas cabeceiras e cenários de mudança climática.

5. Reconfiguração do Comitê de Dragagem com participação científica e indígena vinculante. Ampliação da composição do Comitê de Dragagem para incluir representação obrigatória de instituições científicas (Embrapa Pantanal, UFMS, UFMT), organizações ambientais, Comitês de Bacia Hidrográfica, Ministério Público Federal,

povos indígenas (Guató, Kadiwéu, Terena e demais povos da BAP) e comunidades ribeirinhas, com competência deliberativa (e não meramente consultiva) sobre planos anuais de dragagem e sobre eventuais ampliações de escopo do contrato.

Essas alternativas não pretendem encerrar a discussão técnica, mas indicar que o modelo proposto na atual modelagem da concessão não representa a única configuração viável de aproveitamento da via navegável do Rio Paraguai. A continuidade do processo concessório deve incorporar tais alternativas ou apresentar fundamentação técnica e econômica que justifique sua não adoção, em conformidade com o dever de motivação dos atos administrativos (art. 50 da Lei nº 9.784/1999).

## Referências

- AGUIAR, R. L. S. DE, SOUZA, J. C. DE, RIBEIRO, L., SAMPAIO, D., & LIMA, K. M. 2014. As gravuras rupestres do Alto Pantanal de Mato Grosso do Sul. *Fronteiras*, 16(28), 70–86.
- ALHO C. J. R., LACHER T. E. JR., GONÇALVES H. C. 1988. Environmental degradation in the Pantanal ecosystem. *Bioscience* 38: 164–171.
- ALHO, C. J. R. Biodiversity of the Pantanal: its magnitude, human occupation, environmental threats and challenges for conservation. *Brazilian Journal of Biology*, v. 71, n. 1, suppl. 1, p. 229-232, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000200001>
- ALHO, C. J. R. 2019. O significado socioeconômico do turismo na natureza no Pantanal diante das normas reguladoras do Estado. *Sociedade E Estado*, 34(03), 769–786.
- ALHO, C. J. R. MAMEDE, S. B., BENITES, M., ANDRADE, B. S., SEPÚLVEDA, J. J. O. 2019. Ameaças à biodiversidade do Pantanal Brasileiro pelo uso e ocupação da terra. *Ambiente & Sociedade*, v. 22, p. e01891.
- ALHO, C. J. R. 2005. The Pantanal, in Fraser L.H., Keddy P.A., eds., *The World's Largest Wetlands - Ecology and Conservation*: Cambridge University Press, p. 203-271.
- AMOROS C., ROUX A. L. 1988. Interaction between water bodies within the floodplain of large rivers: function and development of connectivity: *Münstersche Geographische Arbeiten*, v. 29, p. 125-130
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. 2024. Dados geoespaciais da Região Hidrográfica da bacia do Rio Paraguai. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/bdc7c120-39c0-439a-86c6-4599c29643f0>.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. 2025. Comunicação Interna SOE nº 46/2025. Proposta de inclusão de cláusula contratual de plano de contingência para situações de escassez hídrica na concessão da Hidrovia do Rio Paraguai. Brasília: ANA/SOE, 2025.
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. 2017. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai: Produto Parcial PP-02 – Diagnóstico Consolidado da Região Hidrográfica do Rio Paraguai. Brasília.: Agência Nacional de Águas-SPR/Engecorps Engenharia S.A.
- ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Superintendência de Gestão Hídrica – SGH. Rede de monitoramento hidrometeorológico da bacia do Rio Paraguai: distribuição de estações na calha do Rio Paraguai entre Cáceres e a foz do Rio Apa. Brasília: ANA/SGH, 2025. [Nota técnica interna]
- ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico; Engecorps Engenharia S.A. 2017. Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica do Paraguai – PRH Paraguai: Produto Parcial PP-07 – Consolidação do PRH Paraguai. Brasília: ANA/SPR, 356 p.
- ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários. 2025. Minuta do Contrato de Concessão, da Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ e com a interveniência-anuência do Ministério de Portos e Aeroportos – MPOR – versão pós-Acórdão nº 443/2025.
- ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários. 2025a. Minuta do Contrato de Concessão, da Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ e com a

interveniência-anuência do Ministério de Portos e Aeroportos – MPOR – versão pós-Acórdão nº 443/2025. Anexo 1. Plano de Exploração da Hidrovia (PEH).

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários. 2025c. Minuta do Contrato de Concessão, da Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ e com a intervenção-anuência do Ministério de Portos e Aeroportos – MPOR – versão pós-Acórdão nº 443/2025. Anexo 3. Recomposição do Equilíbrio Econômico-financeiro.

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários. 2025d. Minuta do Contrato de Concessão, da Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ e com a intervenção-anuência do Ministério de Portos e Aeroportos – MPOR – versão pós-Acórdão nº 443/2025. Anexo 4. Modelos e Condições Mínimas para garantia de Execução Contratual.

ANTAQ; INFRA S.A. Plano de Trabalho — Concessão da Hidrovia do Rio Paraguai. Integrante do Acordo de Cooperação Técnica nº 8/2023, de 18/12/2023. Brasília: SEI/ANTAQ, doc. nº 2321276, 2023.

ASSINE, M. L. 2005. River avulsions on the Taquari megafan, Pantanal Wetland, Brazil. *Geomorphology*, v. 70, no. 3-4, p. 357-371.

ASSINE, M. L., SOARES, P. C. 2004. Quaternary of the Pantanal, west-central Brazil: *Quaternary International*, v. 114, p. 23-34.

ASSINE, M. L., MERINO, E. R., PUPIM, F.N., MACEDO, H. A., SANTOS, M. G. M. 2015. The Quaternary alluvial systems tract of the Pantanal Basin, Brazil: *Brazilian Journal of Geology*, v. 45, p. 475-489.

ASSINE, M. L.; MERINO, E. R.; PUPIM, F. N.; WARREN, L. V., GUERREIRO, R. L., MCGLUE, M. 2015. Geology and geomorphology of the Pantanal basin. In: BERGIER, I.; ASSINE, M. L. (Eds.). *Dynamics of the Pantanal Wetland in South America*. Cham: Springer, p. 23–50.

ASSINE, M. L.; CORRADINI, F. A.; PUPIM, F. N.; SILVA, A. Geomorphology and sedimentology of the Pantanal wetland: The state of the art. In: BERGIER, I.; ASSINE, M. L. (Eds.). 2015. *Dynamics of the Pantanal Wetland in South America*. Cham: Springer, 2015. p. 23-50.

BARBEDO, A.G.A. 2003. Estudo Hidrossedimentológico na Bacia do Alto Paraguai – Pantanal. Dissertação de Mestrado em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 107f.

BERGIER, I. 2013. Effects of highland land-use over lowlands of the Brazilian Pantanal: *The Science of the total environment*, p. 463-464.

BRASIL. 2025a. Lei nº 15.228, de 30 de setembro de 2025. Institui o Estatuto do Pantanal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 1 out. 2025.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria de Reformas Econômicas. Parecer SEI nº 618/2025/MF. Ementa: Audiência Pública nº 18/2024 da ANTAQ — Concessão da Hidrovia do Rio Paraguai. Processo SEI nº 19995.009930/2024-87. Brasília: Ministério da Fazenda, 2025. 19 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Sítios Ramsar brasileiros. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/areas-umidas/sitios-ramsar-brasileiros>. Acesso em: maio/2025.

BRASIL. Marinha do Brasil. Capitania Fluvial do Pantanal – CFPN. Normas e Procedimentos da Capitania Fluvial do Pantanal (NPCF-CFPN). Ladário, MS: CFPN, 2023.

- BRAVARD, J.-P. et al. Geography of Sand and Gravel Mining in the Lower Mekong River. *EchoGéo*, n. 26, 2013. <https://doi.org/10.4000/echogeo.13659>
- BRIERLEY, G. J., FRYIRS, K. A. 2005. *Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework*: Blackwell, Oxford.
- CAMPELLO, L. G. B., FERNANDES, T. F. N. U. 2022. Desenvolvimento Sustentável a Título Das Comunidades Tradicionais e dos Povos Indígenas do Pantanal. *Revista Direitos Culturais*, v. 17, n. 42, p. 107-125.
- CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D.; PADOVANI, C. R. Hydro-ecological Processes and Anthropogenic Impacts on the Pantanal Wetland. In: IORIS, A. A. R. (ed.). *Tropical Wetland Management: The South-American Pantanal and the International Experience*. Farnham: Ashgate, 2012. p. 29-57
- CARMO, F. F. do; KAMINO, L. H. Y.; JUNIOR, R. T.; CAMPOS, I. C. de; SILVINO, G.; CASTRO, K. J. S. X. de; MAURO, M. L.; RODRIGUES, N. U. A.; MIRANDA, M. P. S.; PINTO, C. E. F. Fundação tailings dam failures: the environment tragedy of the largest technological disaster of Brazilian mining in global context. *Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 15, n. 3, p. 145–151, 2017.
- CECCATTO, A. P. S., TESTONI, M. C., IGNÁCIO, Á. R. A., SANTOS-FILHO, M., MALM, O., & DÍEZ, S. 2016. Mercury distribution in organs of fish species and the associated risk in traditional subsistence villagers of the Pantanal wetland. *Environmental Geochemistry and Health*, 38(3), 713–722.
- CHIARAVALLOTI, R.M.; CATELLA, A.C.; SIQUEIRA, A.L. Pesca profissional artesanal no Pantanal Sul: histórico, manejo dos recursos e recomendações para a sustentabilidade. *Biodiversidade Brasileira*, v. 12, n. 2, p. 1–15, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/biobrasil.v12i2.1987>.
- CLARKE, R. T., TUCCI, C. E. M., COLISCHONN, W. 2003. Variabilidade temporal no regime hidrológico da bacia do rio Paraguai. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 8, no. 1, p. 201-211.
- COELHO, M. E. M. S., CHAVES, H. M. L., FONSECA, M. R. 2025. Trends, Patterns, and Persistence of Rainfall, Streamflow, and Flooded Area in the Upper Paraguay Basin (Brazil): *Water*, v. 17, no. 10, p. 1549. DOI: 10.3390/w17101549
- DA SILVA, C. J., GIRARD, P. 2004. New challenges in the management of the Brazilian Pantanal and catchment area: *Wetlands Ecology and Management*, v. 12, p. 553-561
- DNIT – DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES; USACE – U.S. ARMY CORPS OF ENGINEERS, DISTRITO MÓVEL. Relatório de Modelagem Hidráulica e de Transporte de Sedimentos do Rio Paraguai. Brasília: DNIT; USACE, abr. 2025.
- DNOS – Departamento Nacional de Obras e Saneamento. 1990. Estudos Hidrológicos da Bacia do Alto Paraguai. Programa do Governo Federal. Brasília, DF, Brasil.
- DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral. 2019. Cadastro Nacional de Barragens de Mineração. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assuntos/barragens>.
- DOWNS, P. W., PIÉGAY, H. 2019. Catchment-scale cumulative impact of human activities on river channels in the late Anthropocene: Implications, limitations, prospect: *Geomorphology*, v. 338, p. 88-104.
- ELY P., FANTIN-CRUZ I., TRITICO H. M., GIRARD P., KAPLAN D. 2020. Dam-Induced Hydrologic Alterations in the Rivers Feeding the Pantanal: *Front. Environ. Sci*, v. 8, <http://doi.org/10.3389/fenvs.2020.579031>.

- EVTEA. 2015. Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental da Hidrovia do Rio Paraguai, volume 1. Relatório de Estudo - EVTEA, 152 p. Disponível em: <https://itti.org.br/wp-content/uploads/2018/Relatorios/EVTEA/evtea-volume-1-relatorio-do-estudo-prottegido.pdf>.
- FANTIN-CRUZ, I., PEDROLLO, O., GIRARD, P., ZEILHOFER, P., AND HAMILTON, S. K. 2015. Effects of a diversion hydropower facility on the hydrological regime of the Correntes River, a tributary to the Pantanal floodplain, Brazil: *Journal of Hydrology*, v. 531, n°. 3, p. 810-820.
- FANTIN-CRUZ, I., PEDROLLO, O., GIRARD, P., ZEILHOFER, P., AND HAMILTON, S. K. 2016. Changes in river water quality caused by a diversion hydropower dam bordering the Pantanal floodplain: *Hydrobiologia*, v. 768, p. 223-238.
- FANTIN-CRUZ I., DE OLIVEIRA M. D., CAMPOS J. A., DE CAMPOS M. M., DE SOUZA RIBEIRO L., MINGOTI R., DE SOUZA M. L., PEDROLLO O., HAMILTON S. K. 2020. Further Development of Small Hydropower Facilities Will Significantly Reduce Sediment Transport to the Pantanal Wetland of Brazil: *Front. Environ. Sci.* 8:577748.
- FERREIRA, F. H. M., SOUSA JÚNIOR, W. C., BRESSIANI, D., MENDES FILHO, W. M., & GONÇALVES, D. A. 2024. Climate change in the Upper Paraguay Basin and hydrological impacts on the Pantanal. *Journal of Water and Climate Change*, 15(7), 3210. <https://doi.org/10.2166/wcc.2024.081>
- GIRARD, P., ROQUE, F. O., DE SOUSA JR, W. C., HAMILTON, S. K. 2024. Expansion of fluvial transport of commodities through the Pantanal floodplains of Brazil: Potential impacts and interference by climate change. *Conservation Science and Practice*, v. 5, 10, e13126.
- GIMÊNES JUNIOR, H. e RECH, R. (org.). 2022. Guia ilustrado dos peixes do Pantanal e entorno. Campo Grande, MS: Julien Design, 2022. 660 p.
- GOS, F. M. W. R., SAVI, D. C., SHAABAN, K. A., THORSON J. S., ALUIZIO, R., POSSIEDE, Y. M., ROHR, J., GLIENKE, C. 2017. Antibacterial Activity of Endophytic Actinomycetes Isolated from the Medicinal Plant *Vochysia divergens* (Pantanal, Brazil). *Front. Microbiol.* 8:1642. doi: 10.3389/fmicb.2017.01642
- GOUDIE, A. 2006. The human impact on the natural environment: past, present, and future. Oxford: Blackwell.
- GRILL, G., LEHNER, B., THIEME, M., GEENEN, B., TICKNER, D., ANTONELLI, F., BABU, S., BORRELLI, P., CHENG, L., CROCHETIERE, H., EHALT MACEDO, H., FILGUEIRAS R., GOICHOT M., HIGGINS, J., HOGAN, Z., LIP, B., MCCLAIN, M. E., MENG, J., MULLIGAN, M., NILSSON, C., OLDEN, J. D., OPPERMAN, J. J., PETRY, P., REIDY LIERMANN, C., SÁENZ, L., SALINAS-RODRÍGUEZ, S., SCHELLE, P., SCHMITT, R. J. P., SNIDER, J., TAN, F., TOCKNER, K., VALDUJO, P. H., AND VAN SOESBERGEN, A., ZARFL, C. 2019. Mapping the world's free-flowing rivers. *Nature*, v. 569, p. 215–221.
- HAMILTON, S. K. 1999. Potential effects of a major navigation project (Paraguay-Paraná Hidrovia) on inundation in the Pantanal floodplains. *Regulated Rivers: Research & Management*, v. 15, n. 4, p. 289–299
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1977. Região Centro-Oeste: Geografia do Brasil: Rio de Janeiro, SERGRAF.
- ICPDR — INTERNATIONAL COMMISSION FOR THE PROTECTION OF THE DANUBE RIVER. Development of Inland Navigation and Environmental Protection in the Danube River Basin: Joint Statement [Declaração Conjunta]. Viena: ICPDR, 2012. Disponível em: [https://www.icpdr.org/sites/default/files/Joint\\_Statement\\_FINAL.pdf](https://www.icpdr.org/sites/default/files/Joint_Statement_FINAL.pdf)

- INFRA S.A. Nota Técnica nº 28/2025/COPAQ1/SUPAQ/INFRA S.A. Revisões nos estudos e documentos da concessão da Hidrovia do Rio Paraguai. Brasília: INFRA S.A., 2025.
- INFRA S.A., ANTAQ, MPOR, Governo Federal. 2025. Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA de concessão da Hidrovia do Rio Paraguai, Seção A – Apresentação – versão pós-Acórdão nº 443/2025.
- INFRA S.A., ANTAQ, MPOR, Governo Federal. 2025a. Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA de concessão da Hidrovia do Rio Paraguai, Seção B – Estudos de Mercado – versão pós-Acórdão nº 443/2025.
- INFRA S.A., ANTAQ, MPOR, Governo Federal. 2025b. Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA de concessão da Hidrovia do Rio Paraguai, Seção C – Engenharia – versão pós-Acórdão nº 443/2025.
- INFRA S.A., ANTAQ, MPOR, Governo Federal. 2025c. Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA de concessão da Hidrovia do Rio Paraguai, Seção D – Operacional – versão pós-Acórdão nº 443/2025.
- INFRA S.A., ANTAQ, MPOR, Governo Federal. 2025d. Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental – EVTEA de concessão da Hidrovia do Rio Paraguai, Seção F – Ambiental – versão pós-Acórdão nº 443/2025.
- ISA – Instituto Socioambiental. 2025. Terras Indígenas. Disponível em: <https://terrasindigenas.org.br/pt-br/terras-indigenas/6200>.
- ISA – Instituto Socioambiental. 2025a. Monitoramento ambiental territorial independente (MATI) da Volta Grande do Xingu lança perfil no Instagram. Disponível em: <https://www.socioambiental.org/noticias-socioambientais/monitoramento-ambiental-territorial-independente-mati-da-volta-grande-do>
- INTERNATIONAL CRISIS GROUP. Dammed in the Mekong: Averting an Environmental Catastrophe. Crisis Group Asia Report, n. 306. Bruxelas: International Crisis Group, 2020.
- JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain system. In: DODGE, D. P. (Ed.). Proceedings of the International Large River Symposium. Ottawa: Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, p. 110–127.
- JUNK, W. J.; DA CUNHA, C. N.; WANTZEN, K. M.; et al. 2006. Biodiversity and its conservation in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. Aquatic Sciences, v. 68, p. 278–309. Doi: 10.1007/s00027-006-0851-4.
- LEADY, B. S., GOTTGENS, J. F. 2001. Mercury accumulation in sediment cores and along food chains in two regions of the Brazilian Pantanal. Wetlands Ecology and Management, v. 9, p. 349–361.
- LIMA, N. A., VIANA, L. F., CRISPIM, B. A., SILVA, C. D., FRANÇA, R. S. S. R., SANTANA, A. B., RHODEN, S. L., CARDOSO, C. A. L., & BARUFATTI, A. 2025. Integrated approach to assess water quality and risk assessment for aquatic biota in Baía Negra, Pantanal, Brazil. Ambiente & Água – An Interdisciplinary Journal of Applied Science, 20. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.3065>
- MACEDO, H.A., STEVAUX, J.C., ASSINE, M.L., SILVA, A., MERINO, E.R., LO, E. 2019. “Hydrosedimentology of the Paraguay River in the Corumbá fluvial reach, Pantanal wetland”. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.20, n.2, p. 255 - 271. DOI: 10.20502/rbg.v20i2.1500
- MAPBIOMAS. 2024. Em 2023, a perda de áreas naturais no Brasil atinge a marca de 33% do território. Brasília. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/08/21/em-2023-a->

perda-de-areas-naturais-no-brasil-atinge-a-marca-historica-de-33-do-territorio/. Acesso em: janeiro/2025.

- MARENGO, J. A. CUNHA, A. P., CUARTAS, L. A. 2021. Extreme Drought in the Brazilian Pantanal in 2019–2020: Characterization, Causes, and Impacts. *Frontiers in Water*, 3, 639204. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.639204>
- MEKONG RIVER COMMISSION (MRC). 2021. Navigation — Mekong River Commission. Vientiane: MRC, 2021. Disponível em: <https://www.mrcmekong.org/navigation/>
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (EUA). 2002. The Missouri River Ecosystem: Exploring the Prospects for Recovery. Washington, D.C.: National Academies Press, 2002. <https://doi.org/10.17226/10277>
- NEIFF, J.J., POI DE NEIFF, A. 2003. Connectivity Processes as a Basis for Management of Aquatic Plants. In: Thomaz, S.M. Bini, M: Ecology and Management of Aquatic Macrophytes, Maringá, Brazil, 39-58.
- NUNES, A. P., POSSO, S. R., FROTA, A. V. B. DA, VITORINO, B. D., LAPS, R. R., DONATELLI, R. J., STRAUBE, F. C., PIVATTO, M. A. C., OLIVEIRA, D. M. M. DE, CARLOS, B., MELO, A. V. DE, TOMAS, W. M., FREITAS, G. O. DE, SOUZA, R. A. D. DE, BENITES, M., MAMEDE, S., MOREIRA, R. S. 2021. Birds of the Pantanal floodplains, Brazil: historical data, diversity, and conservation. *Papéis Avulsos De Zoologia*, 61, e20216182. <https://doi.org/10.11606/18070205/2021.61.82>
- NUNES, G. A., et al. 2024. Relationship of the “Dequada” phenomenon with mercury methylation in Pantanal, Brazil. *Water*.
- OLIVEIRA, M. D. et al. Mass balances of major solutes, nutrients and particulate matter in the Pantanal wetland. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 24, e79, 2019.
- PADOVANI, C. R., CARVALHO, N. O., GALDINO, S., VIEIRA, L. M. 1998. Produção de sedimentos da alta bacia do rio Taquari para o Pantanal, in *Proceedings, III Encontro de Engenharia de Sedimentos*, Belo Horizonte, p. 16-24.
- PCBAP - Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai - Pantanal. 1997. Ministério dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 2ed. 1349p.
- PEZZUTI, J. C. B.; CARNEIRO, C.; MANTOVANELLI, T.; GARZÓN, B. R. Xingu, o rio que pulsa em nós: monitoramento territorial e ambiental na Volta Grande do Xingu. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2018.
- POTT, A., OLIVEIRA, A. K. M., DAMASCENO-JUNIOR, G. A., SILVA J. S. V. 2011. Plant diversity of the Pantanal wetland. *Brazilian Journal of Biology*, v. 71, p. 265-273.
- POTT, A., POTT, V.J. 2021. Chapter 3. Flora of the Pantanal; p. 39–226 in: Damasceno-Junior GA, Pott A. *Flora and Vegetation of the Pantanal Wetland*. 1. ed. Amsterdam: Springer
- RIBIÉRE, Nathalie et al. Terrestrial and aquatic mammals of the Pantanal. 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/51093582\\_Terrestrial\\_and\\_aquatic\\_mammals\\_of\\_the\\_Pantanal/figures](https://www.researchgate.net/publication/51093582_Terrestrial_and_aquatic_mammals_of_the_Pantanal/figures)
- RIBEIRO, U. M. et al. Monitoring water surface elevation dynamics in the Brazilian Pantanal wetland using radar altimetry. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, v. 40, p. 101805, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2025.101805>
- ROQUE, F. O., OCHOA-QUINTERO, J., RIBEIRO, D. B., SUGAI, L. S., COSTA-PEREIRA, R., LOURIVAL, R., BINO, G. 2016. Upland habitat loss as a threat to Pantanal wetlands: *Conservation Biology*, v. 30, no. 5, p. 1131-1134.

- SCHUMM, S. A. 2005. River Variability and Complexity: Cambridge, Cambridge University Press.
- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB/CPRM). Boletim de Alerta Hidrológico da Bacia do Rio Paraguai n.º 07/2021. Brasília: Serviço Geológico do Brasil, 2021. Disponível em: SGB/CPRM – Boletim Hidrológico do Rio Paraguai. Acesso em: maio/2026.
- SIGEL - Sistema de Informações Geográficas do Setor Elétrico. 2024. Download de dados: <http://sigel.aneel.gov.br>.
- SILVA, J. S. V., ABDON, M. M., SILVA, S. M. A., MORAES, J. A. 2011. Evolution of deforestation in the Brazilian Pantanal and surroundings in the timeframe 1976-2008: Geografia, Rio Claro: v. 36, p. 35-55.
- SORESINI, G. C. G., SILVA, F. A., LEUCHTENBERGER, C., & MOURÃO, G. 2021. Total mercury concentration in the fur of free-ranging giant otters in a large Neotropical floodplain. Environmental Research.
- SOUZA, C.M., JR., Z. SHIMBO, J., ROSA, M.R., PARENTE, L.L., A. ALENCAR, A., RUDORFF, B.F.T., HASENACK, H., MATSUMOTO, M., G. FERREIRA, L., SOUZA-FILHO, P.W.M., ET AL. 2020. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. Remote Sens, 12, 2735. <https://doi.org/10.3390/rs12172735>
- SOUSA JUNIOR, W.C., GONÇALVES, D.A., RIBEIRO, T.C.L., SCUR, M.C., 2019. Nova Hidrovia Paraguai-Paraná: uma análise abrangente. Campo Grande: Mupan, 2019. Disponível em: [https://observatoriopantanal.org/wp-content/uploads/crm\\_perks\\_uploads/5cb0f734750a11456042675850236/2019/10/2019\\_1021\\_Nova-Hidrovia-Paraguai-Parana\\_uma-analise-abrangente.pdf](https://observatoriopantanal.org/wp-content/uploads/crm_perks_uploads/5cb0f734750a11456042675850236/2019/10/2019_1021_Nova-Hidrovia-Paraguai-Parana_uma-analise-abrangente.pdf). Acessado em: maio/2026.
- SOS PANTANAL e WWF-BRASIL. 2015. Monitoramento das alterações da cobertura vegetal e uso do Solo na Bacia do Alto Paraguai Porção Brasileira: Período de Análise: 2012 a 2014. Brasília. 70 p.
- STEVAUX, J. C., MACEDO, H. D. A., ASSINE, M. L., SILVA, A. 2020. Changing fluvial styles and backwater flooding along the Upper Paraguay River plains in the Brazilian Pantanal wetland. Geomorphology, v. 350, p. 106906.
- TCE-MS - TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL. 2023. TCE-MS vai inspecionar obras no Pantanal. Disponível em: TCE-MS vai inspecionar obras no Pantanal. Acesso em: 15 maio 2026.
- THE NATURE CONSERVANCY. 2024. Saving the Okavango: Angola Okavango Basin Protection. Arlington: TNC, 2024. Disponível em: <https://www.nature.org/en-us/about-us/where-we-work/africa/stories-in-africa/angola-okavango-basin-protection/>
- TORTATO, F.R.; IZZO, T.J.; HOOGESTEIJN, R.; PERES, C.A. The numbers of the beast: valuation of jaguar (*Panthera onca*) tourism and cattle depredation in the Brazilian Pantanal. Global Ecology and Conservation, v. 11, p. 106–114, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.05.003>
- TORTATO, F.; GOTTESMAN, A.; HOOGESTEIJN, R. et al. Limited open information sharing and mobility promotes sustainability of jaguar tourism in Pantanal wetland, Brazil. Scientific Reports, v. 14, art. 22817, 2024. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-72906-x>
- TUBELIS, D. P., TOMAS, W. M. 2003. Bird species of the Pantanal wetland. Brazil. Ararajuba 11(1): 5–37

- UNESCO — UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION. State of Conservation: Danube Delta (Romania). Paris: UNESCO World Heritage Centre, 2009. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/soc/644/>
- USGS — U.S. GEOLOGICAL SURVEY. A Brief History and Summary of the Effects of River Engineering and Dams on the Mississippi River System and Delta. USGS Circular 1375. Reston: U.S. Geological Survey, 2012.
- VIEIRA, L. M., NUNES, V. S., AMARAL, M. C. A., OLIVEIRA, A. C., HAUSER-DAVIS, R. A., & CAMPOS, R. C. 2011. Mercury and methyl mercury ratios in caimans (*Caiman crocodilus yacare*) from the Pantanal area, Brazil. *Journal of Environmental Monitoring*, 13(2), 280–287.
- WANTZEN, K. M., C. J. DA SILVA, D. M. FIGUEIREDO, M. C. MIGLÁCIO. 1999. Recent impacts of navigation on the Upper Paraguay River. *Revista Boliviana de Ecología* 6:173-182.
- WANTZEN, K. M., E. DRAGO, AND C. J. DA SILVA. 2005. Aquatic habitats of the Upper Paraguay River-Floodplain-System and parts of the Pantanal (Brazil). *Ecohydrology & Hydrobiology* 21:1-15
- WANTZEN, K. M. et al. 2024. The end of an entire biome? World's largest wetland, the Pantanal, is menaced by the Hidrovia project which is uncertain to sustainably support large-scale navigation. *Science of the Total Environment*, v. 908, p. 167751. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167751>
- WOHL, E. 2017. Connectivity in rivers. *Progress in Physical Geography. Earth and Environment*, v. 41, no. 3, p. 345-362.
- WWF — WORLD WILDLIFE FUND. 2009. WWF Position on the Bystroye Canal / Danube-Black Sea Deep Navigation Channel. Bruxelas: WWF European Policy Office, 2009. Disponível em: [https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/bystroye\\_wwfposition\\_may09.pdf](https://wwfeu.awsassets.panda.org/downloads/bystroye_wwfposition_may09.pdf)
- WWF - BRASIL. 2026. Pantanal. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/nossosconteudos/biomas/pantanal/>
- ZEILHOFER, P., MOURA, R. M. P. 2009. Hydrological changes in the northern Pantanal caused by the Manso dam: impact analysis and suggestions for mitigation: *Ecological Engineering*, v. 35, p. 105–117.
- ZHOU, J., LAU, K. M. 1998. Does a monsoon climate exist over South America? *Journal of climate*, v.11, p. 1020-1040.
- ZUANON, J., SAWAKUCHI, A., CAMARGO, M.G.P., WAHNFRIED, I., SOUSA, L., AKAMA, A., MURIEL-CUNHA, J., RIBAS, C., D'HORTA, F., PEREIRA, T., LOPES, P., MANTOVANELLI, T., LIMA, T.S., GARZON, B., CARNEIRO, C., REIS, C.P., ROCHA, G., SANTOS, A.L., PAULA, E.M., PENNINO, M., PEZZUTTI, J. 2020. Condições para a manutenção da dinâmica sazonal de inundação, a conservação do ecossistema aquático e manutenção dos modos de vida dos povos da volta grande do Xingu. *Papers Do Naea* 28: 20-62.

## ANEXOS

### I. Passos Críticos Tramo – Norte

	PASSO CRÍTICO	CARTA NÁUTICA	FATOR CRÍTICO
1	Passo Baguari	3382/3383	Canal estreito
2	Proximidade da boca da Baía Formosa e Ilha do Coqueiro Baguari	3385	Canal estreito
3	Morro Dourado	3389	Existência de pedras em ambas as margens
4	Proximidades do Passo Piúva	3389/3390	Dificuldades de manobra
5	Passo Amolar	3390	Canal estreito
6	Passo Amolar ou Independência	3391	Existência de pedras na margem esquerda
7	Corixo do Moquém	3394	Chata naufragada junto a margem esquerda
8	Rancho Itapuã	3395	Existência de pedras na margem direita
9	Passo da Figueira	3397	Profundidades inferiores a 3 m
10	Proximidades do Estirão Carandá Grande	3397	Banco de areia, canal estreito, profundidades < 3 m
11	Lagoa Gaíva	3399	Canal estreito e profundidades < 3 m
12	Jusante da Volta do Cachorro	3400	Baixa profundidade e canal estreito
13	Jusante da Boca da Anta	3402	Formação sazonal de baceiros impedindo navegação
14	Entre Estirão Capitão Fernandes e Passo Capitão o Fernandes	3410	Banco de areia e baixa profundidade
15	Próximo a Colta do Bugio	3420	Tronco preso no leito do rio, no meio do canal
16	Entre Volta da Capivara e Estirão da Capivara	3421	Banco de areia e profundidades < 3 m
17	Proximidades do Estirão da Capivara	3422	Banco de areia, profundidades < 3 m e dificuldade de manobra
18	Entre Estirão da Capivara e Passo da Anta	3422	Profundidades < 3 m e dificuldade de manobra
19	Entre Volta da Anta e Passo da Ema	3422/3423	Profundidades < 3 m e dificuldade de manobra
20	Proximidades do Estirão da Reserva	3423	Profundidades < 3 m e dificuldade de manobra
21	Proximidades do Castelo de Areia	3423/3424	Profundidades < 3 m e dificuldade de manobra
22	Passo Descalvados	3426	Profundidades < 3 m e dificuldade de manobra
23	Passo do Beiçudo-Hotel Baiazinha	3431	Profundidades < 3 m e dificuldade de manobra
24	Passo Barranco Vermelho	3432	Pedras na margem esquerda e meio, profundidades < 3 m, dificuldade de manobra
25	Passo Tucum	3433	Pedras na margem esquerda e meio
26	Ilha do Pote ao Passo Cambará	3434	Baixa profundidade e dificuldade de navegabilidade
27	Ilha do Jauru Velho	3435	Baixa profundidade e dificuldade de navegabilidade
28	Montante da Ilha Jauruzinho	3435	Baixa profundidade e dificuldade de navegabilidade
29	Passo Simão Nunes Superior	3436	Baixa profundidade e dificuldade de navegabilidade
30	Jusante do Furado do Jatobá	3436	Baixa profundidade e dificuldade de navegabilidade
31	Montante da Fazenda São Mateus	3440	Baixa profundidade e dificuldade de navegabilidade
32	Baía do Barreiro Superior	3440	Baixa profundidade e dificuldade de navegabilidade
33	Volta Piuval	3440	Baixa profundidade e dificuldade de navegabilidade
34	Montante do Recanto Alegre	3441	Baixa profundidade e dificuldade de navegabilidade

Fonte: (INFRA et al., 2025b)

## II. Passos Críticos - Tramo Sul

	PASSO CRÍTICO	CARTA NAÚTICA	FATOR CRÍTICO
1	Passo Tarumã	3337	Pedras junto a margem esquerda
2	Passo Cambá Nupá	3339	Canal estreito
3	Passo do Cabrito	3340	Canal estreito e banco de areia com profundidades < 3 m
4	Proximidades de Porto Lêda	3346	Canal estreito
5	Proximidades da Ilha M'Biguá	3351	Canal estreito e dificuldade de manobra
6	Jusante do Riacho Paratudal	3353	Canal estreito
7	Proximidades do Farolete Piúvas	3354	Dificuldade de manobra e banco de areia com profundidades < 3 m
8	Proximidades do Farolete Morro do Conselho	3356	Canal estreito e banco de areia junto a margem esquerda com profundidades < 3 m
9	Do Passo Santa Blanca a Volta do Acurizal	3356/3357	Canal estreito e banco de areia em ambas as margens com profundidades < 3 m
10	Passo do Jacaré - Proximidades da Ponte Ferroviária Eurico Gaspar Dutra (Barão do Rio Branco)	3357	Dificuldade de manobra e banco de areia com profundidades < 3 m
11	Proximidade Ilha Figueirinha	3357	Canal estreito e banco de areia com profundidades < 3 m
12	Ponte Rodoviária Nossa Senhora do Pantanal (BR-262)	3357/3358	Dificuldade de manobra
13	Passo Caraguatá	3359	Dificuldade de manobra e banco de areia com profundidades < 3 m
14	Proximidades da Ilha Laranjeiras	3360	Canal estreito
15	Proximidades do Farolete Piraputanga	3361	Canal estreito
16	Proximidades da Ilha São Sebastião	3365	Assoreamento do canal secundário com profundidades < 3 m
17	Proximidades do Farolete Balduíno	3365	Canal estreito com profundidades < 3 m

Fonte: (INFRA et al., 2025b)