



## PROJETO DE REVITALIZAÇÃO AMPLA DO RIO PARNAÍBA

### APÊNDICE II – PROJETO BÁSICO DA HIDROVIA

# PROJETO INTEGRADOR INTERMODAL DO PIAUÍ

## Objeto 3: Projeto básico

### HIDROVIA DO RIO PARNAÍBA

#### Produto 36: Projeto básico da hidrovia

Junho de 2024

CONSÓRCIO INTERMODAL PIAUÍ



**GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ**  
**Companhia Ferroviária e de Logística do Piauí**

**EQUIPE TÉCNICA DO PRODUTO - CONSORCIO INTERMODAL PIAUI**

André Luiz Pimentel da Silva Junior, Engenheiro Civil  
Carlos Frederico Alves, Me. Administrador  
Leonardo Steiner, Engenheiro Ambiental e Sanitarista  
Marcelo Werner Salles, Engenheiro Civil  
Paôla Tatiana Felippi Tomé, Me. Engenheira Civil  
Ricardo Schechtel, Engenheiro Civil  
Rodolpho Oliveira Santos, Me. e Do. Advogado  
Tiago Buss, Me. Economista  
Ana Letícia Lemos Pedreira, Engenheira Ambiental e Sanitarista  
Anderson Marques de Oliveira, Advogado  
Driele Santos, Engenheira Ambiental e Sanitarista  
Germano de Lins e Lincoln, Economista  
Julia Delmondes, Arquiteta  
Juliana de Melo, Engenheira Agrônoma  
Karine Tavares da Cruz, Advogada  
Letícia Pinto da Silva, Engenheira Civil  
Marcello Vieira Machado Rodante, Advogado  
Marcieli Daiane de Lima, Contadora  
Mateus Lemos Franco da Silva, Advogado  
Matheus Eduardo Neuenfeld, Internacionalista  
Natyelle Pinheiro, Engenheira Civil  
Simone Polini de Marchi, Advogada  
Tainara Cristina da Silveira, Engenheira Ambiental e Sanitarista  
Victor Hugo Heydi Toioda, Advogado  
Xangai Oliveira, Engenheiro Eletricista  
Denis de Lima, Estagiário  
Eduarda Silva Barreto, Estagiária  
George Henrique Asta De Valhery Jolkesky, Estagiário  
Lorenzo Nassr, Estagiário  
Luiz Filipe, Estagiário

	
<p>Contrato nº 010/2023</p> <p>Ordem de serviço nº 011/2023</p> <p>Processo SEI nº 00301; 000132/2023-41</p> <p>Pregão Eletrônico de nº 001/2023 - CFLP</p>	<p>Serviços técnicos de elaboração de Estudos de Viabilidade Técnica, Econômico-Financeira e Ambiental (EVTEA), Avaliação de Cenários de Investimentos, Projetos Básicos e Planos de Negócios para implantação do sistema porto, hidro e ferroviário do Estado do Piauí</p>
<p><b>Objeto</b></p> <p>3 – Projeto básico</p>	<p><b>Título</b></p> <p>Produto 36: Relatório definitivo – Projeto básico da hidrovía</p>

Versão	Número de páginas	Data	Descrição
0	331	30/06/2024	Versão inicial

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2. ESTUDOS HIDRODINÂMICOS .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. VELOCIDADE DE CORRENTE .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2. BATIMETRIA .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3. ACIDENTES NOTÁVEIS.....</b>	<b>38</b>
<b>2.4. NÍVEIS DE REFERÊNCIA DO PROJETO.....</b>	<b>38</b>
<b>3. PROJETO GEOMÉTRICO DO CANAL NAVEGÁVEL .....</b>	<b>41</b>
<b>3.1. COMBOIO-TIPO DO PROJETO .....</b>	<b>41</b>
3.1.1. Regras e regulamentos.....	43
3.1.2. Estrutura .....	43
3.1.3. Propulsão e sistema de governo.....	43
3.1.4. Sistema de geração de energia .....	44
3.1.5. Sistema de salvatagem.....	45
3.1.6. Sistema de iluminação.....	45
3.1.7. Sistema de luzes de navegação .....	46
3.1.8. Sistema de comunicação .....	46
3.1.9. Sistema de navegação .....	46
3.1.10. Sistema de amarração, carga e fundeio.....	47
3.1.11. Diretrizes gerais sobre os sistemas hidráulicos .....	47
3.1.12. Sistema de água potável .....	48
3.1.13. Sistema de esgoto.....	48
3.1.14. Sistema de água de serviço .....	49
3.1.15. Sistema de combate a incêndio.....	49
3.1.16. Sistema enchimento de óleo diesel .....	50
3.1.17. Sistema de óleo hidráulico.....	50
3.1.18. Sistema de resfriamento dos motores.....	50
3.1.19. Rede de escape dos gases do MCP .....	51

3.1.20. Redes de água preta e cinza .....	51
3.1.21. Suspiros e sondagem de tanques .....	51
3.1.22. Sistema de ventilação e exaustão da praça de máquinas .....	52
3.1.23. Pintura .....	52
3.1.24. proteção catódica .....	54
3.1.25. Paiól e compartimento do bow thruster .....	55
3.1.26. Acabamento interno e conforto .....	55
3.1.27. Acomodações.....	55
3.1.28. Nomes e marcas .....	57
3.1.29. Inspeções, testes e provas .....	57
3.1.30. Documentação.....	58
3.1.31. Outros requisitos .....	59
3.1.32. Materiais fornecidos pelo armador .....	59
<b>3.2. LARGURA DA HIDROVIA – TRECHO RETILÍNEO .....</b>	<b>59</b>
<b>3.3. LARGURA DA HIDROVIA – TRECHOS CURVILÍNEOS .....</b>	<b>64</b>
<b>3.4. DIÂMETRO DA BACIA DE EVOLUÇÃO (Ø) .....</b>	<b>66</b>
<b>3.5. SOBRELARGURAS – PRAÇAS DE TRANSBORDO (Ø) .....</b>	<b>66</b>
<b>3.6. FOLGA ABAIXO DA QUILHA (FAQ) .....</b>	<b>67</b>
<b>3.7. TALUDES DE PROJETO .....</b>	<b>68</b>
<b>3.8. ANÁLISE DE ALTERNATIVA DO CANAL PARA ACESSO AO PORTO .....</b>	<b>72</b>
3.8.1. AHP Engenharia.....	75
3.8.2. AHP Socioambiental .....	84
3.8.3. Alternativa escolhida .....	87
<b>4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA DRAGAGEM .....</b>	<b>89</b>
<b>4.1. CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL DRAGADO .....</b>	<b>89</b>
4.1.1. Campanha de monitoramento .....	89
4.1.2. Parâmetros .....	95
4.1.3. Coleta, preservação e transporte de amostras .....	99
4.1.4. Resultados .....	103
4.1.5. Conclusões e recomendações .....	115
<b>4.2. ÁREAS DE BOTA-FORA PARA REAPROVEITAMENTO DO MATERIAL DRAGADO .....</b>	<b>116</b>

4.2.1. Seleção das áreas .....	116
4.2.2. Caracterização ambiental.....	138
4.2.3. Impactos Ambientais .....	175
<b>4.3. COTA DE DRAGAGEM .....</b>	<b>190</b>
<b>4.4. TIPOS DE DRAGAS DISPONÍVEIS .....</b>	<b>190</b>
4.4.1. Draga Autotransportadora de Sucção e Arrasto (Trailing Suction Hopper Dredger -TSHD) .....	190
4.4.2. Draga cortadora / Sucção e Recalque (Cutter Suction Dredge CSD) .....	191
4.4.3. Draga escavadeira (Backhoe BHE) .....	192
4.4.4. Draga de injeção de água (Water Injection Dredger - WID) .....	193
4.4.5. Draga considerada para o projeto .....	194
<b>4.5. VOLUME DE DRAGAGEM .....</b>	<b>195</b>
<b>4.6. NÍVEL DE REDUÇÃO DAS ESTAÇÕES DOS TRECHOS A SEREM DRAGADOS.....</b>	<b>197</b>
<b>4.7. TEMPO DE EXECUÇÃO.....</b>	<b>197</b>
<b>4.8. CUSTOS DAS DRAGAGENS .....</b>	<b>200</b>
4.8.1. Premissas e definições dos custos .....	200
4.8.2. Dimensionamento da administração local.....	210
4.8.3. Serviços especializados .....	213
4.8.4. Cálculo do BDI.....	214
4.8.5. Custos de investimentos (CAPEX) .....	216
4.8.6. Custos operacionais (OPEX).....	219
<b>4.9. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO ASSOREAMENTO.....</b>	<b>219</b>
4.9.1. Metas.....	220
4.9.2. Metodologia .....	220
4.9.3. Periodicidade .....	220
4.9.4. Custos de investimentos (CAPEX) .....	221
<b>5. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DA DERROCAGEM .....</b>	<b>223</b>
<b>5.1. CATEGORIAS DO MATERIAL .....</b>	<b>223</b>
<b>5.2. VOLUME DE DERROCAGEM .....</b>	<b>224</b>
<b>5.3. EQUIPAMENTOS A SEREM UTILIZADOS .....</b>	<b>226</b>
<b>5.4. COTA DE DERROCAGEM .....</b>	<b>233</b>

<b>5.5. TEMPO DE EXECUÇÃO.....</b>	<b>233</b>
<b>5.6. NÍVEL DE REDUÇÃO DAS ESTAÇÕES DOS TRECHOS A SEREM DERROCADOS.....</b>	<b>234</b>
<b>5.7. SINALIZAÇÃO EMPREGADA NAS ÁREAS DE DEROCAMENTO .....</b>	<b>234</b>
<b>5.8. ÁREAS DE DESPEJO DE MATERIAL DERROCADO.....</b>	<b>234</b>
<b>5.9. CUSTOS DAS DERROCAGENS .....</b>	<b>235</b>
5.9.1. <i>Premissas e definições dos custos .....</i>	235
5.9.2. <i>Dimensionamento da Administração Local.....</i>	246
5.9.3. <i>Serviços especializados .....</i>	248
5.9.4. <i>Cálculo do BDI.....</i>	248
5.9.5. <i>Custos de investimentos (CAPEX) .....</i>	250
<b>6. PROJETO DE BALIZAMENTO E SINALIZAÇÃO .....</b>	<b>252</b>
6.1. <b>DIVISÃO DA SINALIZAÇÃO NÁUTICA .....</b>	<b>253</b>
6.2. <b>TIPOS DE SINAIS NÁUTICOS A SEREM EMPREGADOS .....</b>	<b>254</b>
6.3. <b>ESPECIFICAÇÕES CONSTRUTIVAS .....</b>	<b>256</b>
6.4. <b>CUSTOS ESTIMADOS DE INVESTIMENTOS (CAPEX).....</b>	<b>259</b>
6.5. <b>CUSTOS OPERACIONAIS (OPEX) .....</b>	<b>263</b>
<b>7. CUSTOS AMBIENTAIS.....</b>	<b>264</b>
7.1. <b>CUSTOS DE INVESTIMENTOS (CAPEX) .....</b>	<b>264</b>
7.1.1. <i>Trecho 5 .....</i>	265
7.1.2. <i>Trecho 6 .....</i>	269
7.1.3. <i>Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba .....</i>	274
7.2. <b>CUSTOS OPERACIONAIS (OPEX) .....</b>	<b>274</b>
7.2.1. <i>Licenciamento ambiental .....</i>	275
7.2.2. <i>Planos e programas ambientais .....</i>	275
7.2.3. <i>Projeto de revitalização da Bacia do Rio Parnaíba.....</i>	291
<b>8. CUSTOS TOTAIS DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>293</b>
8.1. <b>CRONOGRAMA DE OBRAS E DE DESEMBOLSO .....</b>	<b>293</b>
8.2. <b>CUSTOS OPERACIONAIS.....</b>	<b>293</b>
8.2.1. <i>Administração da hidrovia .....</i>	294



---

CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	296
REFERÊNCIAS.....	297
LISTA DE SIGLAS .....	302
LISTA DE FIGURAS .....	303
LISTA DE TABELAS .....	308
ANEXO A: VELOCIDADE DAS CORRENTES.....	313
ANEXO B: LEVANTAMENTOS BATIMÉTRICOS.....	314
ANEXO C: PROJETO GEOMÉTRICO DO CANAL .....	315
ANEXO D: COMBOIO-TIPO DO PROJETO .....	316
ANEXO E: CURVAS COM RAIOS REDUZIDOS NO RIO IGARAÇU .....	317
ANEXO F: FICHAS DE CUSTÓDIA.....	318
ANEXO G: FICHAS DE RECEBIMENTO .....	319
ANEXO H: LAUDOS .....	320
ANEXO I: PROJETO DE DRAGAGEM.....	321
ANEXO J: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS - DRAGAGEM .....	322
ANEXO K: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS – PROGRAMA DE MONITORAMENTO.....	323
ANEXO L: PROJETO DE DERROCAGEM .....	324
ANEXO M: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS - DERROCAGEM .....	325
ANEXO N: PROJETO DE BALIZAMENTO E SINALIZAÇÃO .....	326
ANEXO O: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS - BALIZAMENTO E SINALIZAÇÃO .....	327

---

<b>ANEXO P: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS – BALIZAMENTO E SINALIZAÇÃO.....</b>	<b>328</b>
<b>ANEXO Q: CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO DO EMPREENDIMENTO .....</b>	<b>329</b>
<b>ANEXO R: CRONOGRAMA ANUAL DOS CUSTOS OPERACIONAIS .....</b>	<b>330</b>
<b>ANEXO S: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS – ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA .....</b>	<b>331</b>

## APRESENTAÇÃO

O presente estudo contempla os serviços de elaboração de Estudos de Viabilidade Técnica, Econômico-Financeira e Ambiental (EVTEA), bem como as Avaliações de Cenários de Investimentos, Projetos Básicos e Planos de Negócios para implantação do sistema portuário, hidroviário e ferroviário do Estado do Piauí, conforme especificações constantes no Contrato nº 010/2023.

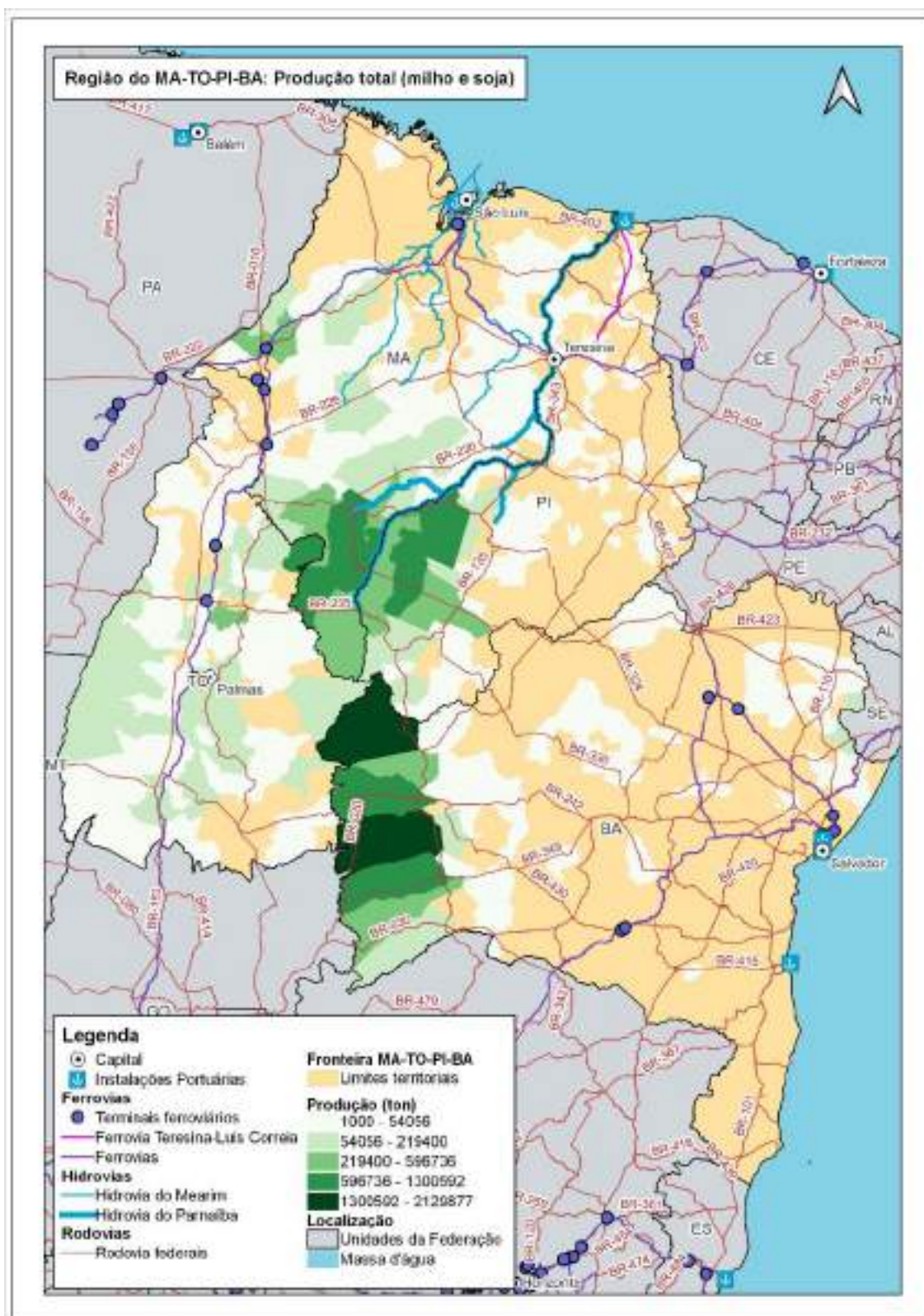
A equipe responsável pela elaboração do estudo por parte do Consórcio Intermodal Piauí é composta pelos integrantes das empresas Eagle Consultoria Econômica e de Engenharia Ltda. (EC Projetos) e Ricci e Santos Sociedade de Advogados (RSA), e foi selecionada, pelo Governo do Piauí, por intermédio da Companhia Ferroviária e de Logística do Piauí, com base em procedimento de licitação, na modalidade LRE, Processo nº 00301.000132/2023-41, referente ao Edital nº 001/2023-Relan.

No que diz respeito ao objeto do estudo, cabe destacar que o Estado do Piauí apresenta pujante produção de produtos agrícolas, a qual foi estimada em 5,76 milhões de toneladas na safra 2021/2022 (CONAB, 2022), sendo que os principais produtos em termos de volume são: soja, milho, calcário, milho e fertilizantes. Além da produção agrícola, o Estado apresenta produção industrial e mineral, uma vez que há elevada incidência de minérios em seu território.

De modo geral, a cadeia produtiva do Estado do Piauí é direcionada para o escoamento de cargas prioritariamente por meio do modo rodoviário, gerando um custo logístico relativamente alto. Atualmente, as cargas referentes ao comércio exterior são movimentadas principalmente por meio do Porto do Itaqui, no Maranhão.

Em contrapartida, o Estado possui potencial para o desenvolvimento dos demais modos de transporte, como o hidroviário, por meio da hidrovía do Parnaíba, a qual possui uma extensão de 1.344 km, constituída pelos rios Parnaíba e das Balsas. A hidrovía dispõe de potencial para o escoamento dos grãos produzidos nas fronteiras agrícolas do Sul do Piauí, Sudeste do Maranhão, Noroeste da Bahia, e Nordeste do Tocantins, onde a produção é constituída, principalmente, pelas culturas de soja, milho, cana e arroz.

Figura 1. Produção de soja e milho nos Estados do MA, TO, PI e BA (MATOPIBA).



Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE (2021)

O transporte ferroviário é restrito a algumas áreas do Estado, com a Ferrovia Transnordestina Logística (FTL) atravessando o Estado do Piauí e ligando o Porto do

Itaqui, em São Luís, no Maranhão, até o Porto do Pecém e o Porto de Fortaleza, ambos no Ceará. Ainda, existe o projeto em execução da Nova Transnordestina, que tem em suas projeções o objetivo de conectar Eliseu Martins, no Piauí, ao Porto do Pecém, no Ceará, passando pela Região Oeste de Pernambuco.

Quanto à infraestrutura portuária, o Piauí é o único Estado litorâneo do Brasil que não dispõe de porto marítimo em sua costa, sendo que a implantação do Porto de Luís Correia, projeto da década de 60, teve obras iniciadas nas décadas de 70 e 80, mas não foi concluído e não entrou em operação até então.

O Porto de Luís Correia apresenta vocação, *a priori*, para a exportação de grãos e minérios, e importação de granéis líquidos e fertilizantes. Tal configuração tem potencial para o desenvolvimento de um complexo intermodal industrial ao longo do Estado do Piauí, especialmente quando considerada a integração com a Zona de Processamento de Exportação (ZPE).

Neste sentido, a implantação de um sistema portuário, hidroviário e ferroviário possibilitará o escoamento de *commodities* para outras regiões brasileiras e exportação para diversos países, por meio de alternativas de rotas intermodais e eficientes, ao passo que possibilitará o desenvolvimento industrial, tecnológico e econômico de diferentes regiões do Nordeste brasileiro, e em especial do Piauí.

A viabilização de um projeto integrador desse porte no Estado do Piauí também proporcionará desenvolvimento social, minimização da degradação ambiental, recuperação do curso do rio, preservação de margens e ampliação da competitividade da soja brasileira, devido à posição geoestratégica.

Ressalta-se ainda o potencial de geração de energia limpa a baixo custo no Estado do Piauí, que já conta com o maior complexo solar da América Latina, o parque solar São Gonçalo, no município de São Gonçalo do Gurguéia, e o maior parque eólico da América do Sul, o parque eólico Lagoa dos Ventos, localizado nos municípios de Lagoa do Barro do Piauí, Queimada Nova e Dom Inocêncio – estando entre os maiores produtores dessas energias no País. Essa característica confere ao Piauí um papel importante na agenda de transição da matriz energética para a geração de energia verde, ao passo que pode impulsionar o estabelecimento de complexos industriais e logísticos no Estado, dado o baixo custo relativo para a produção de energia.

Tendo em vista o exposto, a execução dos presentes serviços técnicos de elaboração de Estudos de Viabilidade Técnica, Econômico-Financeira e Ambiental (EVTEA) para

implantação do sistema portuário, hidroviário e ferroviário do Estado do Piauí subsidiará a implantação de tal projeto integrador.

Salienta-se que os estudos estarão em consonância com as modelagens e parâmetros estabelecidos pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), Ministério de Portos e Aeroportos (MPA) e Ministério dos Transportes (MT), além das exigências de outras entidades como o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (IBAMA) ou Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí (SEMAR), quando necessário.

Está previsto, portanto, no escopo deste estudo, a realização de EVTEAs, Avaliações de Cenários de Investimentos, Projetos Básicos e Planos de Negócios para a implantação de sistema intermodal no Estado do Piauí considerando os seguintes subsistemas:

- Trecho de hidrovia entre o Rio Parnaíba e o Rio das Balsas.
- Trechos de malha ferroviária no Estado do Piauí.
- Porto Marítimo de Luís Correia.
- Terminais fluviais ao longo do Rio Parnaíba e do Rio das Balsas.

## 1. INTRODUÇÃO

A Hidrovia do Rio Parnaíba está localizada na Bacia Hidrográfica do Nordeste e apresenta uma extensão de 1.344 km, sendo que 1.176 km compõem trecho navegável, entre a cidade de Santa Filomena e a sua foz.

Historicamente, a navegação interior no Piauí foi iniciada em 1859, depois da criação da Companhia de Navegação do Rio Parnaíba. Nessa época, a navegação ocorria da cidade de Floriano até Parnaíba, com viagens mensais regulares e algumas viagens ao porto de Tutóia no Maranhão.

Em 1911 houve ampliação da navegação ligando Floriano até Santa Filomena, período em que se teve o auge da navegação no rio Parnaíba. Em 1960 ocorreu a construção da Usina Hidrelétrica (UHE) da Boa Esperança, próxima ao km 669, onde foi possível minimizar alguns obstáculos inerentes à navegação no rio, como a formação de bancos de areia e alguns afloramentos rochosos.

Também nessa época teve início a construção de uma eclusa no local, a qual nunca foi finalizada. As obras de construção da eclusa estão paralisadas desde 1982, com estimativa de 90% das obras civis concluídas, sob a justificativa de falta de viabilidade econômica do empreendimento.

Para o presente estudo, inicialmente a Hidrovia do Rio Parnaíba foi estudada para toda a sua extensão, tendo sido realizados levantamentos de dados primários e secundários, como forma de subsidiar a elaboração do EVTEA. Após essa etapa, e considerando o projeto integrador (sistema portuário, hidroviário e ferroviário) foi selecionada a melhor configuração sob o ponto de vista técnico, econômico e financeiro, sendo ela composta pelo trecho entre o terminal fluvial de Uruçuí e o porto de Luís Correia. Assim, o projeto básico aborda esse trecho.



## 2. ESTUDOS HIDRODINÂMICOS

A avaliação do comportamento hidrodinâmico na hidrovia do rio Parnaíba é relevante, uma vez que os parâmetros hidrodinâmicos podem ser capazes de orientar uma melhoria das condições de segurança e eficiência das operações ao longo da hidrovia. Além disso, em ambientes complexos, sob forte influência de ocorrência de sedimentos, os estudos hidrodinâmicos podem determinar tendências nas dinâmicas sedimentares ocasionadas pela interação morfológica e hidrodinâmica da região, podendo fornecer, assim, subsídios para otimização dos serviços de dragagem.

### 2.1. Velocidade de corrente

As medições de velocidades de corrente foram obtidas em 11 pontos ao longo do rio Parnaíba, distribuídas conforme exhibe a Figura 2. Como pode-se observar, o levantamento abrangeu quatro verticais na transversal do rio em cada ponto de medição, totalizando 44 verticais de medições.

Por sua vez, as medições em cada uma das verticais ocorreram em duas profundidades, a saber: 20 cm e 150 cm. Nas localidades em que não foi possível a medição na profundidade de 1,5m por conta da reduzida coluna d'água, foram efetuadas medições em profundidades menores (ex. 130 cm).

A estimativa da velocidade de corrente ocorreu *in loco* através do emprego de molinete hidrométrico, que permite obter a velocidade da corrente por meio da fórmula do hélice do molinete, a qual considera o número de rotações do molinete, conforme equação a seguir:

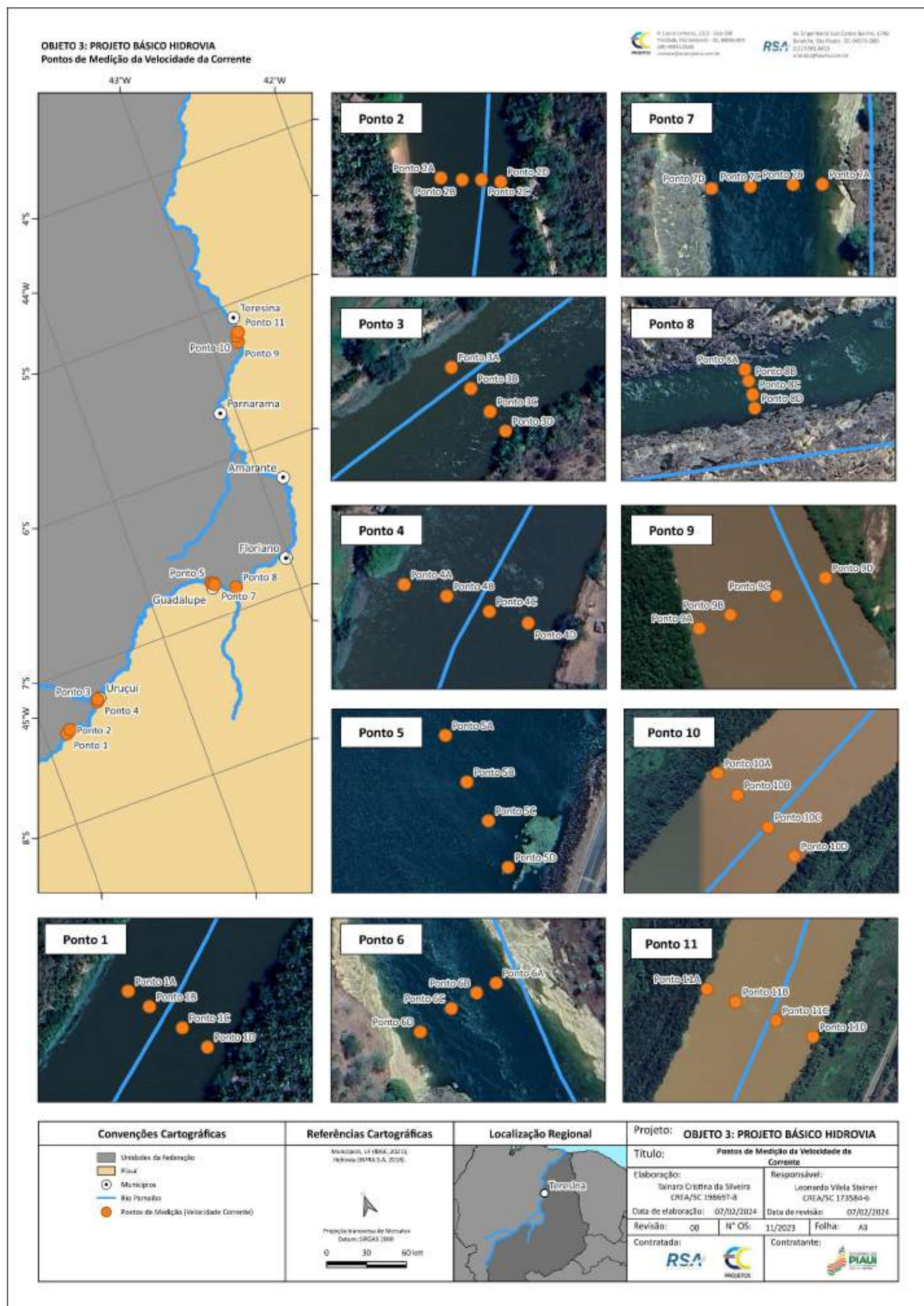
$$Velocidade = 0,01463046 + 0,27596874 * N$$

Onde Velocidade é a velocidade da corrente em m/s e *N* é o número de rotações por segundo.

Já na Tabela 1 estão resumidas as coordenadas de localização dos pontos de medição juntamente com pontos de referência.



**Figura 2. Localização dos pontos de medição da velocidade da corrente na hidrovía do rio Parnaíba.**



**Tabela 1. Detalhamento dos pontos de medição de velocidade da corrente.**

Ponto	Norte	Este	Ponto de Referência
Ponto 1A	516538.00	9182938.00	Na frente do terminal de Uruçuí – T07
Ponto 1B	516549.00	9182930.00	
Ponto 1C	516566.00	9182919.00	
Ponto 1D	516579.00	9182909.00	
Ponto 2A	519823.00	9184898.00	A jusante do terminal de Uruçuí – T07, cerca de 4km.
Ponto 2B	519834.00	9184897.00	
Ponto 2C	519844.00	9184897.00	
Ponto 2D	519854.00	9184896.00	
Ponto 3A	546406.00	9197764.00	A montante do centro urbano de Uruçuí, cerca de 3km.
Ponto 3B	546416.00	9197753.00	
Ponto 3C	546426.00	9197741.00	
Ponto 3D	546434.00	9197731.00	
Ponto 4A	547381.00	9199566.00	A montante do centro urbano de Uruçuí, cerca de 2km.
Ponto 4B	547403.00	9199560.00	
Ponto 4C	547425.00	9199552.00	
Ponto 4D	547445.00	9199546.00	
Ponto 5A	658661.00	9252783.00	Próximo à eclusa da Usina Hidrelétrica Boa Esperança.
Ponto 5B	658672.00	9252759.00	
Ponto 5C	658683.00	9252739.00	
Ponto 5D	658693.00	9252715.00	
Ponto 6A	660353.00	9252270.00	A jusante da eclusa de Guadalupe, cerca de 2km.
Ponto 6B	660343.00	9252265.00	
Ponto 6C	660330.00	9252257.00	
Ponto 6D	660314.00	9252245.00	
Ponto 7A	660665.00	9250714.00	A jusante da eclusa de Guadalupe, cerca de 4km.
Ponto 7B	660650.00	9250714.00	
Ponto 7C	660628.00	9250713.00	
Ponto 7D	660608.00	9250712.00	
Ponto 8A	675238.00	9243300.00	A montante do encontro com o rio Gurguéia
Ponto 8B	675240.00	9243294.00	
Ponto 8C	675242.00	9243287.00	
Ponto 8D	675243.00	9243280.00	
Ponto 9A	741010.00	9417879.00	A montante do município de Teresina.
Ponto 9B	741073.00	9417906.00	
Ponto 9C	741166.00	9417944.00	
Ponto 9D	741266.00	9417980.00	
Ponto 10A	741803.00	9422461.00	A frente do município de Teresina.
Ponto 10B	741843.00	9422417.00	
Ponto 10C	741905.00	9422352.00	
Ponto 10D	741958.00	9422293.00	
Ponto 11A	743642.00	9424830.00	



Ponto	Norte	Este	Ponto de Referência
Ponto 11B	743700.00	9424804.00	A jusante do município de Teresina.
Ponto 11C	743781.00	9424766.00	
Ponto 11D	743856.00	9424733.00	

Elaboração própria.

Já na Tabela 2 podem ser observados os resultados obtidos nos pontos de medição, para cada vertical e suas respectivas profundidades. No P1, as velocidades variaram entre 0,346 e 0,484 m/s, sendo que as maiores velocidades, no geral, foram obtidas nas menores profundidades (20 cm), com exceção da vertical D, próxima a margem do Piauí, na qual a velocidade foi maior na profundidade de 150 cm (0,484 m/s), superando a velocidade na profundidade rasa (0,456 m/s). Avaliando as velocidades médias para o P1, se verifica que a vertical D apresentou a maior média (0,470 m/s), seguida da vertical C e D (0,456 m/s).

Tabela 2. Resumo dos resultados obtidos para as velocidades de corrente no rio Parnaíba.

Ponto		Profundidade (cm)	Velocidade da corrente (m/s)	Velocidade média (m/s)
Ponto 1	A	20	0,456	0,401
		130	0,346	
	B	20	0,539	0,456
		150	0,373	
	C	20	0,511	0,456
		150	0,401	
	D	20	0,456	0,470
		150	0,484	
Ponto 2	A	20	0,429	0,415
		150	0,401	
	B	20	0,484	0,498
		150	0,511	
	C	20	0,539	0,539
		150	0,539	
	D	20	0,511	0,511
		150	0,511	
Ponto 3	A	20	0,401	0,291
		40	0,180	
	B	20	0,235	0,153
		80	0,070	
	C	20	0,539	0,484
		200	0,429	
	D	20	0,456	0,512

Ponto		Profundidade (cm)	Velocidade da corrente (m/s)	Velocidade média (m/s)
		200	0,567	
Ponto 4	A	20	0,429	0,346
		50	0,263	
	B	20	0,401	0,387
		100	0,373	
	C	20	0,180	0,332
		110	0,484	
	D	20	0,511	0,484
		150	0,456	
Ponto 5	A	20	0,456	0,443
		150	0,429	
	B	20	0,511	0,525
		300	0,539	
	C	20	0,567	0,567
		300	0,567	
	D	20	0,539	0,539
		150	0,539	
Ponto 6	A	20	0,511	0,511
		100	0,511	
	B	20	0,511	0,525
		300	0,539	
	C	20	0,567	0,567
		300	0,567	
	D	20	0,511	0,511
		100	0,511	
Ponto 7	A	20	0,511	0,498
		100	0,484	
	B	20	0,567	0,581
		300	0,594	
	C	20	0,622	0,622
		300	0,622	
	D	20	0,594	0,594
		100	0,594	
Ponto 8	A	20	0,484	0,47
		100	0,456	
	B	20	0,567	0,581
		300	0,594	
	C	20	0,594	0,594
		300	0,594	
	D	20	0,567	0,581
		100	0,594	

Ponto		Profundidade (cm)	Velocidade da corrente (m/s)	Velocidade média (m/s)
Ponto 9	A	20	0,484	0,443
		80	0,401	
	B	20	0,456	0,443
		200	0,429	
	C	20	0,484	0,512
		200	0,539	
	D	20	0,567	0,539
		80	0,511	
Ponto 10	A	20	0,484	0,443
		80	0,401	
	B	20	0,429	0,443
		100	0,456	
	C	20	0,456	0,484
		110	0,511	
	D	20	0,484	0,470
		80	0,456	
Ponto 11	A	20	0,484	0,443
		100	0,401	
	B	20	0,456	0,456
		200	0,456	
	C	20	0,484	0,512
		110	0,539	
	D	20	0,567	0,539
		100	0,511	

Fonte: Consórcio Intermodal (2023).

No P2, as velocidades variaram entre 0,401 e 0,539 m/s, sendo que, no geral, as velocidades em ambas as profundidades permaneceram homogêneas, com exceção da vertical B, onde a velocidade no fundo superou a velocidade no raso e na vertical A, onde se observou o contrário, com maior velocidade na profundidade de 20cm. Quanto as velocidades médias para o P2, se verifica que as verticais C e D, mais próximas da margem do Piauí, apresentaram maiores valores, 0,539 m/s e 0,511 m/s, respectivamente.

Já no P3, a faixa de velocidade observada reduziu drasticamente em comparação com os demais pontos, atingindo valores entre 0,070 e 0,567 m/s. Assim como no P2, as maiores velocidades foram avistadas nas verticais D e C, próximas à margem do Piauí, resultando nos maiores valores de velocidade média de corrente, 0,512 m/s e 0,484 m/s.

Em relação ao P4, os valores de velocidade tiveram variação em torno de 0,180 e 0,511 m/s, sendo que a vertical D apresentou o maior valor médio de velocidade (0,484 m/s), seguida da vertical B (0,387 m/s). Na sequência, o P5 obteve faixa de velocidade variando entre 0,429 e 0,567 m/s e, assim como os pontos anteriores (P2 e P3), as maiores velocidades médias foram verificadas nas verticais C e D, próximas ao Piauí, com 0,567 m/s e 0,539 m/s, respectivamente.

No P6, as velocidades de corrente tiveram baixa variação entre si, com valores variando entre 0,511 e 0,567 m/s. As maiores velocidades médias foram observadas nas verticais centrais, C e B, onde se atingiram velocidades de 0,567 e 0,525 m/s, respectivamente. Quanto ao P7, houve variação de velocidades de corrente entre 0,484 e 0,622 m/s, com as maiores velocidades ocorrendo nas verticais C (0,622 m/s) e D (0,594 m/s).

O P8 apresentou velocidades de corrente entre 0,456 e 0,594 m/s e maior velocidade média na vertical C, onde se atingiu velocidade de 0,594 m/s. Já no P9, houve variação de velocidades entre 0,401 e 0,567 m/s e maior velocidade média na vertical D (0,539 m/s) e C (0,512 m/s).

Por fim, no P10 e P11 as correntes tiveram velocidades variando entre 0,401 e 0,511 m/s e 0,401 e 0,567 m/s, respectivamente. As maiores velocidades médias no P10 foram obtidas nas verticais C (0,484 m/s) e D (0,470 m/s) enquanto no P11, as velocidades médias foram superiores nas verticais D (0,539 m/s) e C (0,512 m/s).

À vista do exposto, pode-se perceber que as maiores velocidades médias, no geral, foram obtidas próximas às margens do Piauí, indicando uma maior dinâmica hidrodinâmica nestas áreas. Comparando-se os pontos entre si, se verifica que os pontos P3 e P4, a montante do centro urbano de Uruçuí, apresentaram as menores velocidades médias gerais, 0,360 m/s e 0,387 m/s, respectivamente, enquanto os pontos P7 e P8, a jusante da barragem da Boa Esperança tiveram as maiores velocidades médias gerais: 0,574 m/s e 0,557 m/s, respectivamente.

Os resultados também podem ser observados no Anexo A.

## **2.2. Batimetria**

Os resultados da batimetria executada no rio Parnaíba constam mapeados da Figura 3 a Figura 16, sendo que as pranchas por trecho estão apresentadas no Anexo B. A respeito do levantamento, cabe destacar que este ocorreu no início de outubro de 2023, período caracterizado pelo baixo índice de chuvas na região, ou seja, os resultados obtidos

caracterizam o cenário com as piores condições de navegação em termos de profundidade.

Como pode-se observar, entre o Terminal de Uruçuí e o centro urbano de Uruçuí (Figura 3) as profundidades variaram entre 0 e 5 metros, sendo que a maior parte do trecho apresentou profundidades entre 1 e 2 metros. Especificamente na área do Terminal de Uruçuí, se verificou a ocorrência de profundidades entre 1 e 3 metros.

No trecho seguinte, entre Uruçuí e Porto Alegre do Piauí (Figura 4), o canal começa a apresentar maiores profundidades, devido à influência da barragem de água referente a UHE Boa Esperança. Neste segmento as profundidades variaram entre 1 e 10 metros, sendo que na maior parte do trecho se obteve profundidades entre 5 e 10 metros. As menores profundidades (entre 1 e 3 metros) só foram obtidas logo após o centro urbano de Uruçuí e em meandro do rio a montante do centro urbano de Porto Alegre do Piauí.

No segmento entre Porto Alegre do Piauí e Guadalupe (Figura 5), o canal atinge as maiores profundidades avistadas no levantamento batimétrico do canal, atingindo profundidades de até 38 metros. Mesmo nos meandros do rio percebe-se que a profundidade permanece satisfatória, com boa parte do trecho superando 20 metros de profundidade.

No trecho a jusante da barragem de Boa Esperança (Figura 6), as profundidades voltam a reduzir, quando se comparadas com o trecho anterior, atingindo valores entre 3 e 10 metros no trecho inicial, nas proximidades do encontro com o rio Gurguéia e entre 2 e 4 metros no trecho próximo ao centro urbano de Floriano.

No trecho seguinte, entre Floriano e Amarante (Figura 7), as profundidades permanecem, na maioria, entre 2 e 4 metros, com determinadas localidades atingindo entre 1 e 2 metros. A partir de Amarante até Palmeirais (Figura 8), as profundidades tendem a atingir entre 1 e 3 metros, com localidades específicas apresentando profundidades entre 3 e 5 metros, especialmente nas proximidades do centro urbano de Palmeiras.

No trecho entre Palmeirais e Nazária (Figura 9), as profundidades apresentam valores menores que os observados nos demais trechos, com localidades atingindo entre 0 e 1 metros. Na maior parte do trecho, há ocorrência de profundidades entre 1 e 2 metros. Já no trecho entre Nazária e Teresina, a maior parte do canal apresenta profundidades entre 1 e 3 metros, com determinadas localidades apresentando entre 3 e 5 metros. Na

frente do município de Teresina, especificamente, as profundidades variam entre 1 e 3 metros.

No trecho entre Teresina e União (Figura 11), observa-se de forma geral que a profundidade fica entre 2 e 4 metros, mas com diversos pontos de baixas profundidades (menos de 2 metros), mesma situação observada no trecho seguinte, entre União e Duque Bacelar (Figura 12). No segmento final desse trecho (próximo a Duque Bacelar) estão localizados os pontos mais críticos, inclusive com pontos com profundidades inferiores a 1 metro.

No trecho entre Duque Bacelar e Milagres do Maranhão (Figura 13) há diversos segmentos com profundidades inferiores a 2 metros, principalmente entre a BR 222 e o município de Milagres do Maranhão.

No trecho entre Milagres do Maranhão e Magalhães de Almeida, apresentado na Figura 14, as profundidades observadas são em sua grande maioria inferiores a 2 metros, com alguns pontos com profundidades inferiores a 1 metro, mesma situação observada no trecho subsequente, entre Magalhães de Almeida e Buriti dos Lopes (Figura 15).

No último trecho, entre Buriti dos Lopes e Ilha Grande, apresentado na Figura 16, observam-se profundidades na maioria entre 2 e 3 metros, sendo que último segmento, já próximo a saída no Delta, as profundidades são superiores a 5 metros.



**Figura 3. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre o Terminal de Urucuí (T07) e Urucuí.**

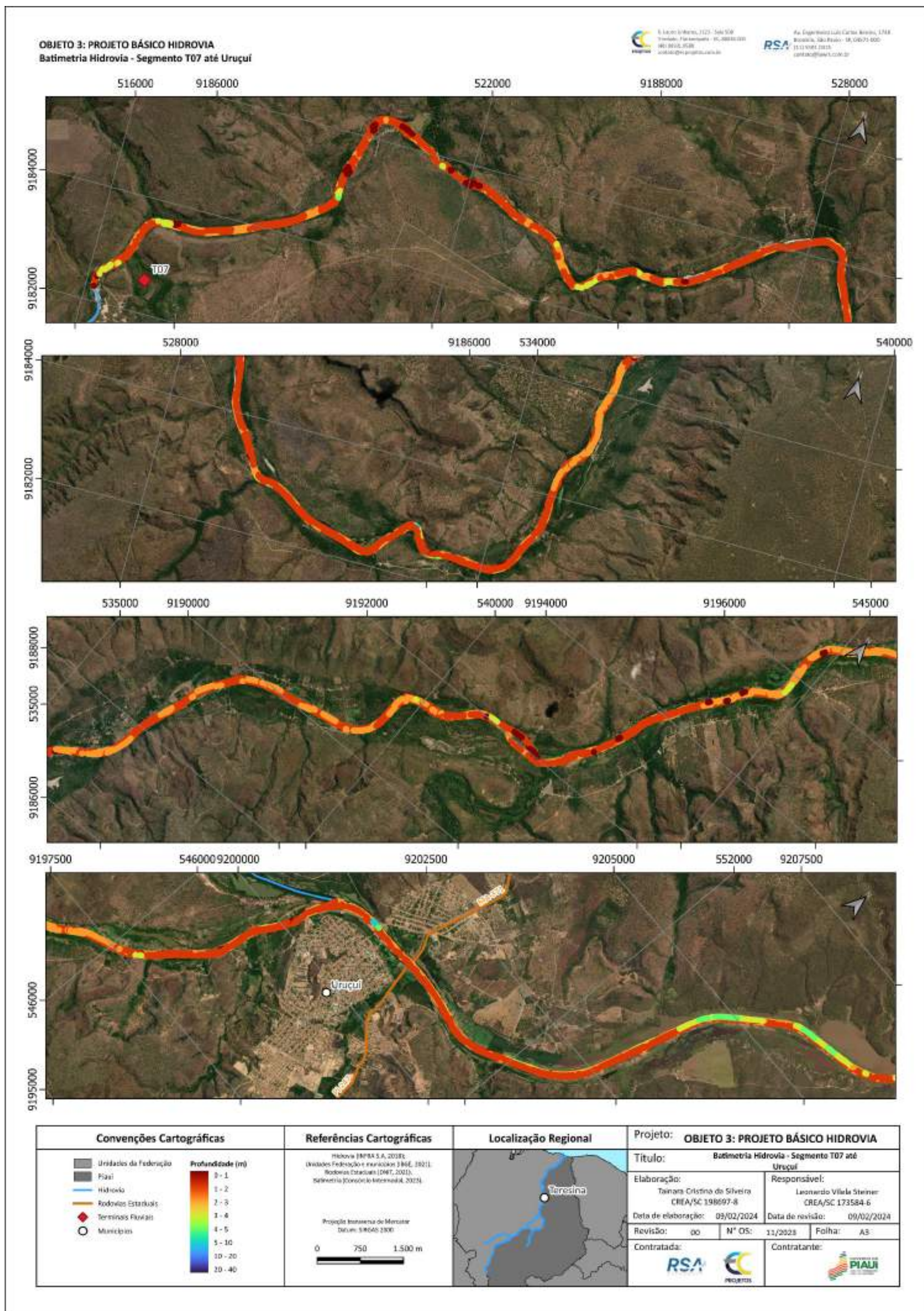
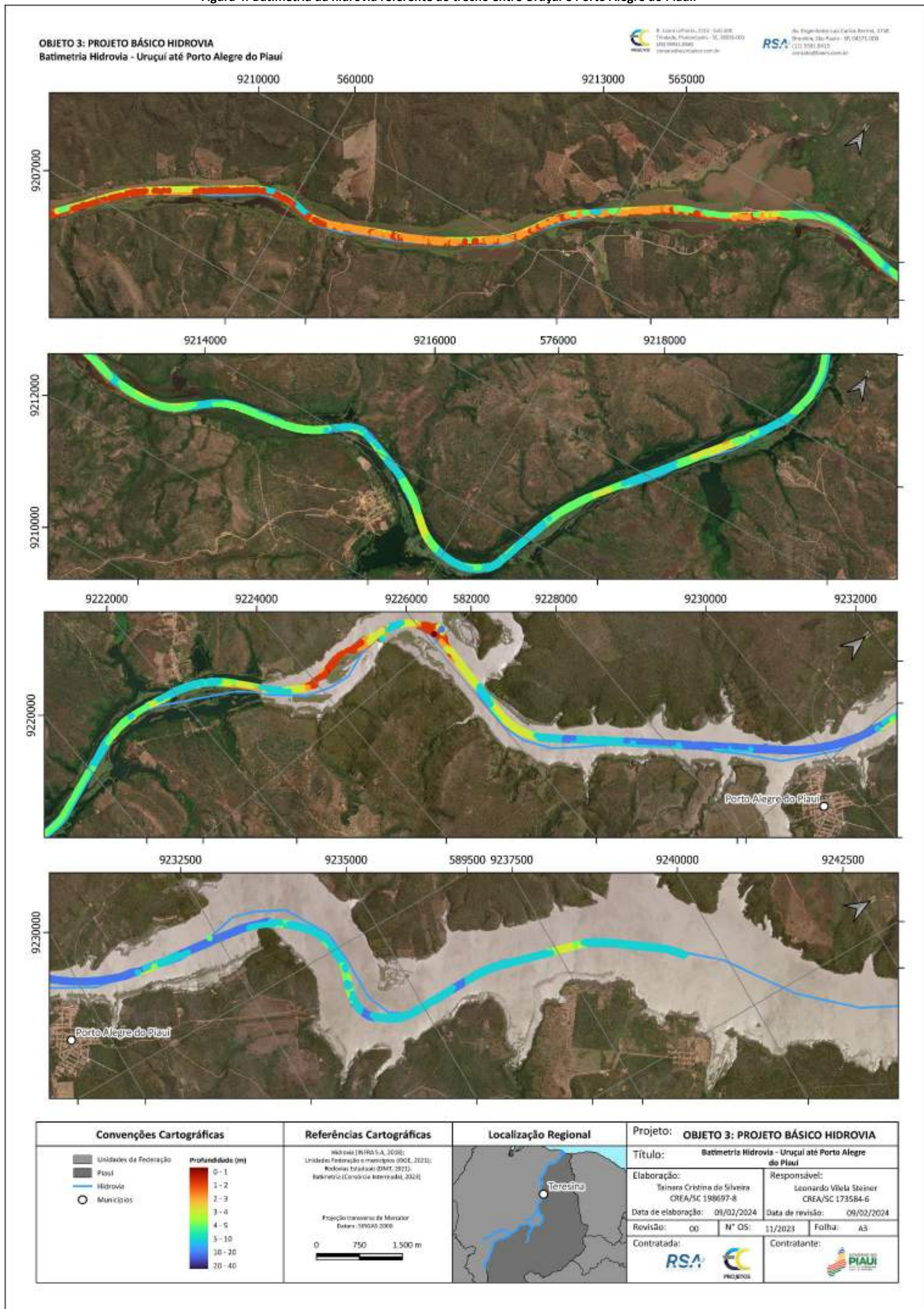


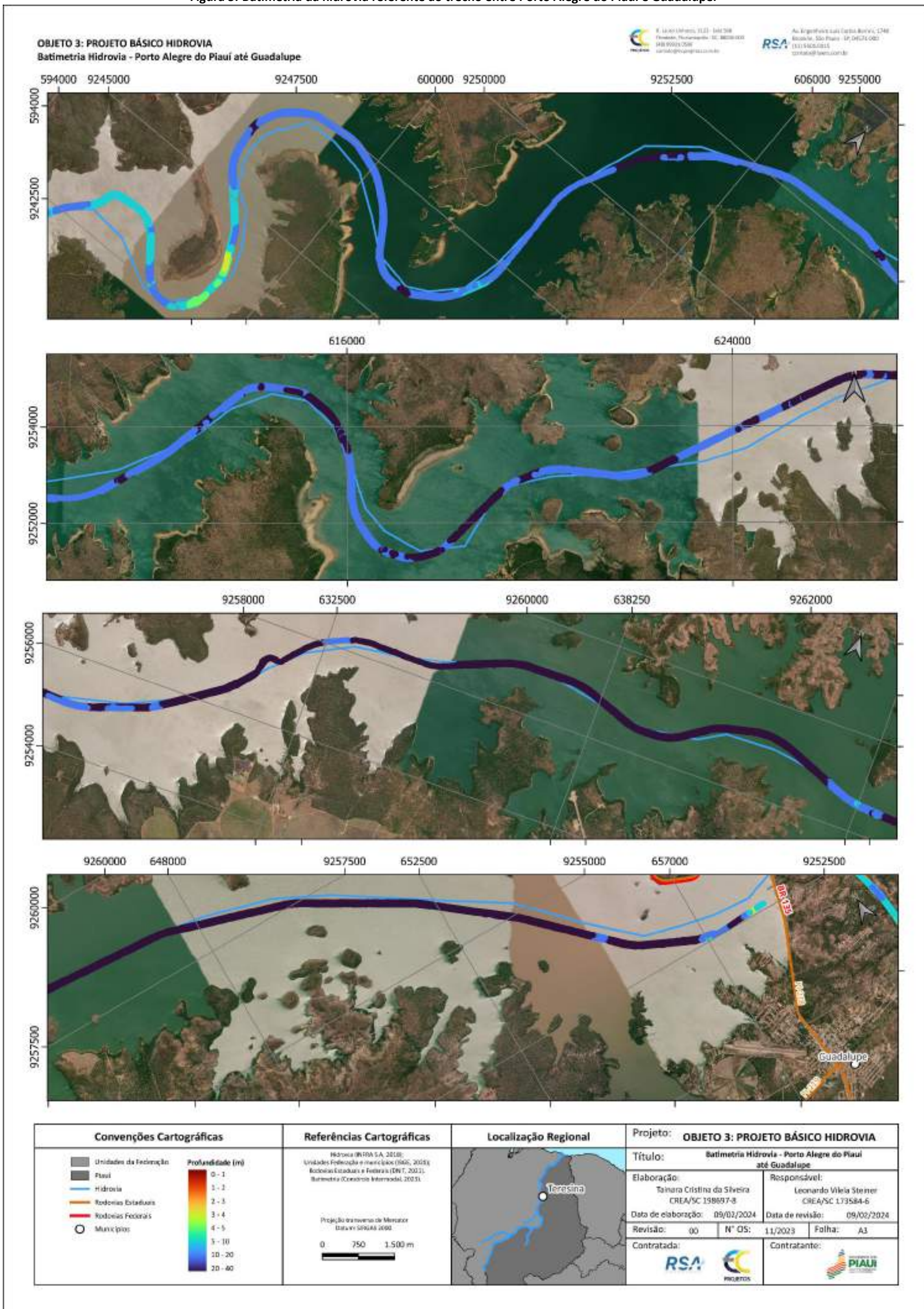


Figura 4. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Uruçuí e Porto Alegre do Piauí.





**Figura 5. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Porto Alegre do Piauí e Guadalupe.**





 8, rue de l'Électricité, 1155 - Jette 108  
 Téméraire, Bruxelles - Tel. 02 30000 300  
 105 00821 0580  
 e-mail: [contact@mcgraw-hill.com.be](mailto:contact@mcgraw-hill.com.be)

 18, rue de l'Électricité, 1155 - Jette 108  
 Téméraire, Bruxelles - Tel. 02 30000 300  
 105 00821 0580  
 e-mail: [contact@mcgraw-hill.com.be](mailto:contact@mcgraw-hill.com.be)





**PRINCE** 8, Jairo's Loft, 3115 - Sala 508  
Avenida Florêncio - SC, 88810-000  
FAX 5099.31.2000  
contato@princegrafica.com.br

**RSA** Av. Engenheiro Luiz Carlos Bruni, 2742  
Bomfim, São Paulo - SP, 04171-000  
11 5501.0470  
contato@rsa.com.br



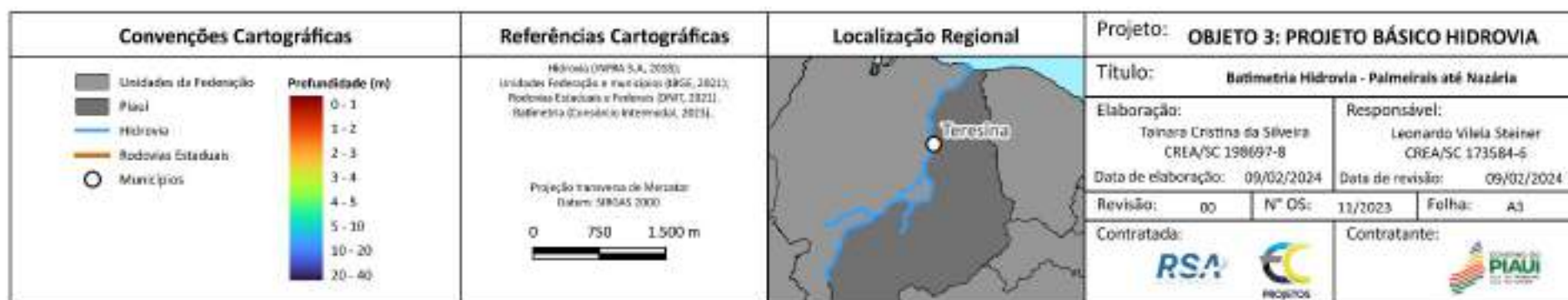


 Eaton Corporation, 1121 14th Ave  
 Proctor, Tennessee 37006-0001  
 (404) 870-6122  
[corporate@eaton.com](mailto:corporate@eaton.com)



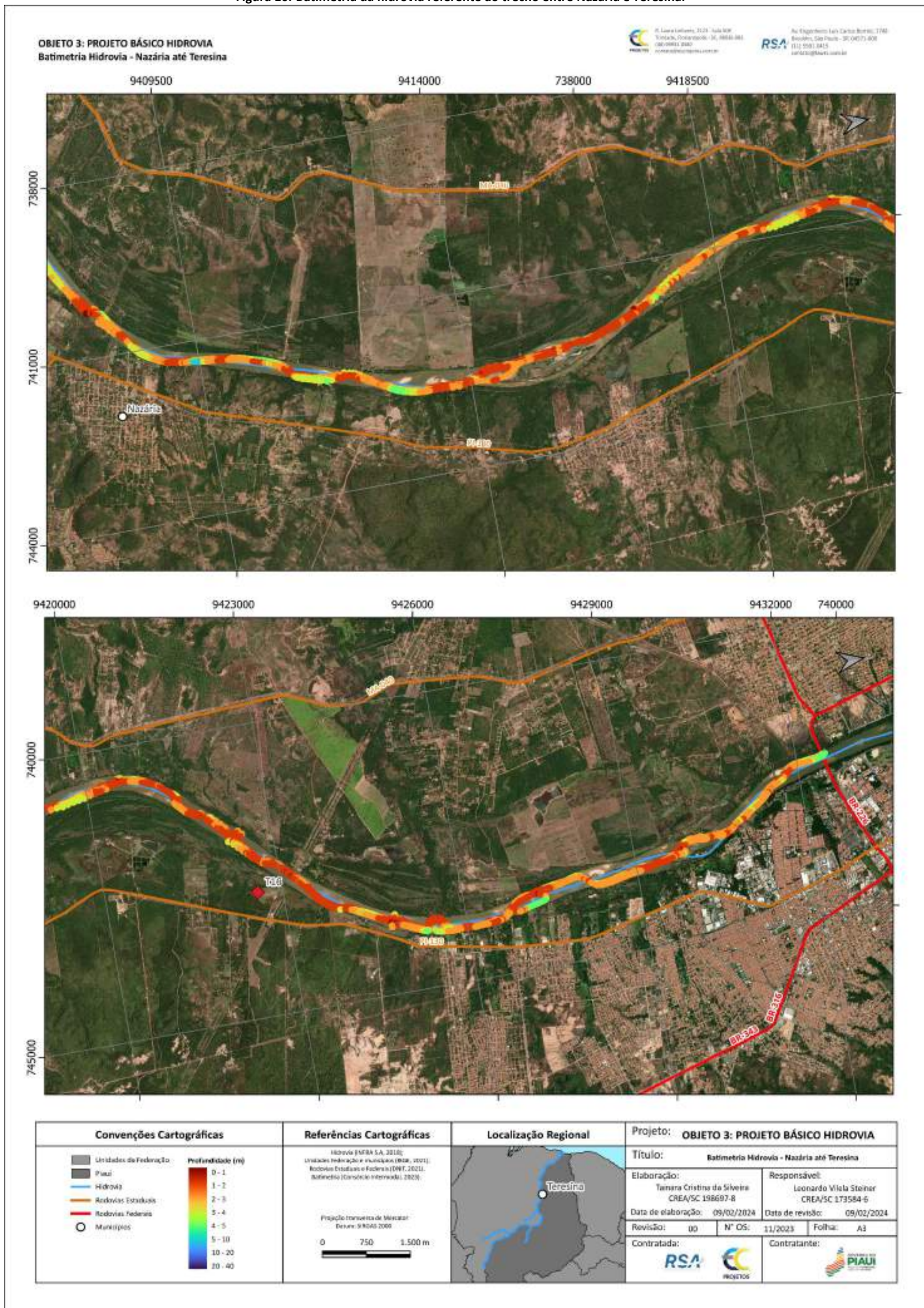



 800.678.9447, 1.877.304.386  
 Freeland, Pennsylvania • 610.396.0811  
 (401) 876.6122x20  
[info@rsapower.com](mailto:info@rsapower.com)



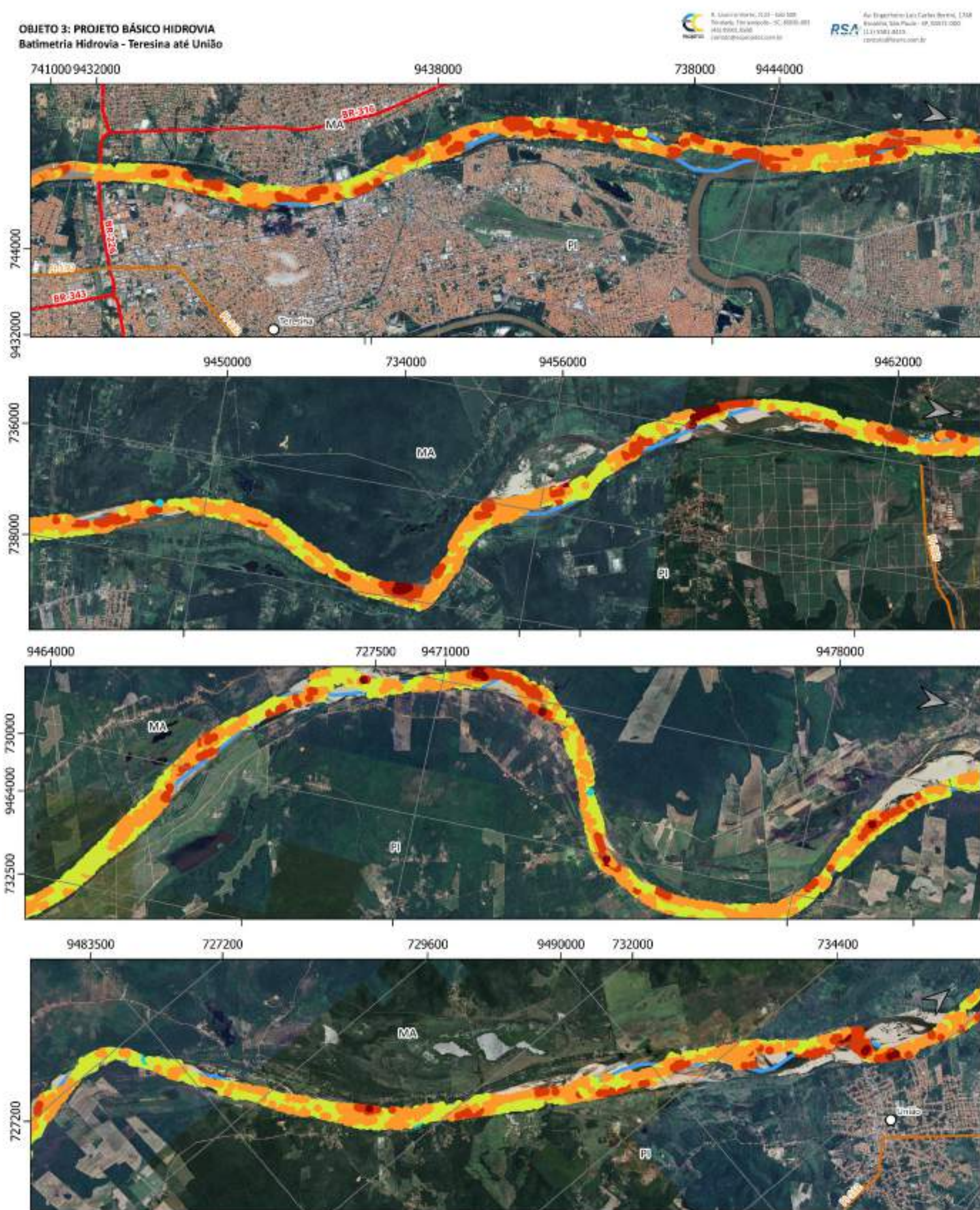


**Figura 10. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Nazária e Teresina.**





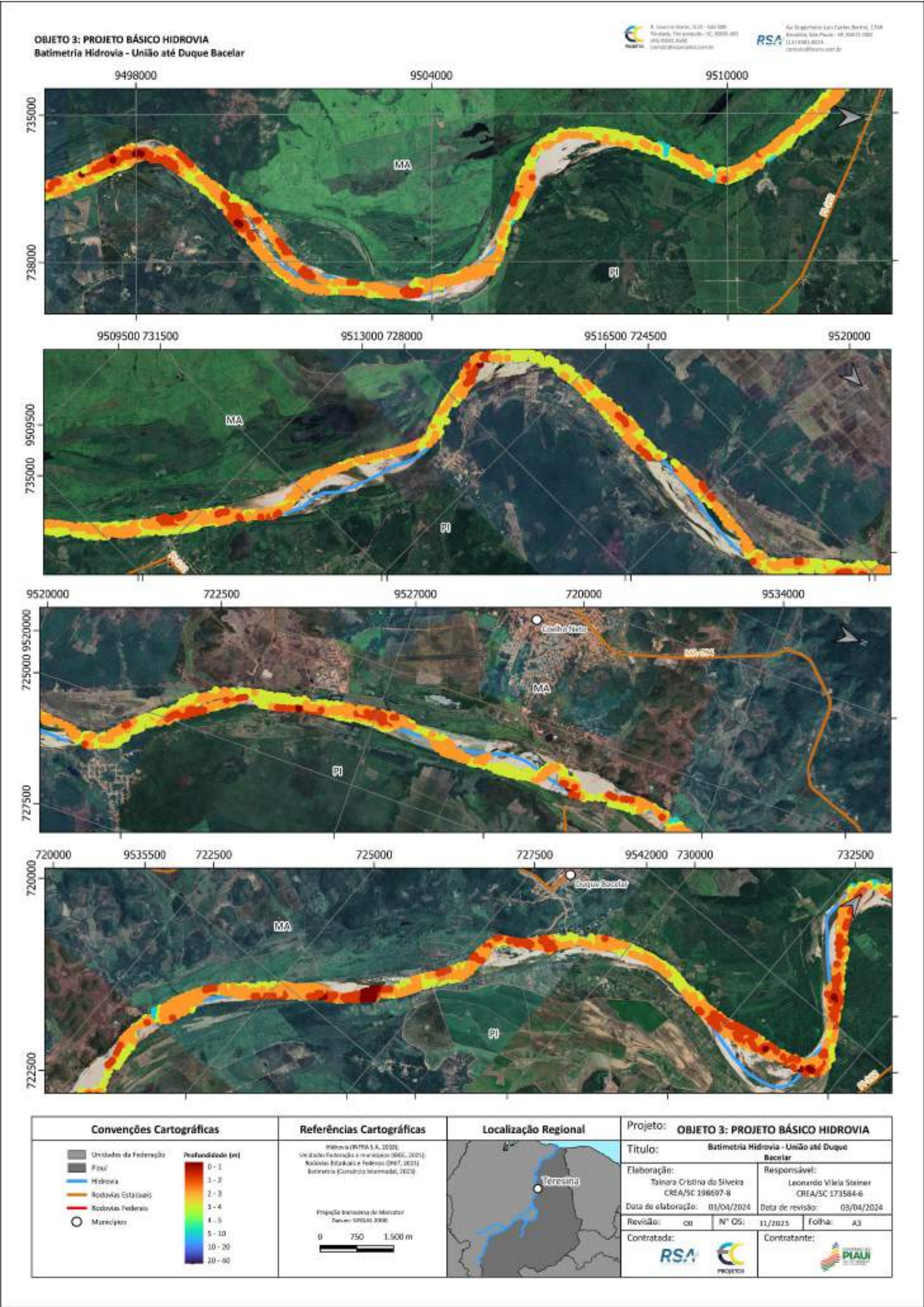
**Figura 11. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Teresina e União.**



<p><b>Convenções Cartográficas</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> </div> <div> <p><b>Profundidade (m)</b></p> </div> </div>	<p><b>Referências Cartográficas</b></p> <p>IBRHOVA (IBRPA S.A., 2003); Unidade Federativa e municípios (IBGE, 2001); Rodovias Estaduais e Federais (DNIT, 2001); Batimetria (Consultoria Intermodal, 2003).</p> <p>Projeção transversa de Mercator Datum: SAD69, 2000</p> <p>0 750 1.500 m</p>	<p><b>Localização Regional</b></p>	<p><b>Projeto: OBJETO 3: PROJETO BÁSICO HIDROVIA</b></p> <p><b>Título:</b> Batimetria Hidrovia - Tietê até União</p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p><b>Elaboração:</b> Tainara Cristina da Silveira CREA/SC 198897-8</p> <p><b>Data de elaboração:</b> 03/04/2024</p> <p><b>Revisão:</b> 00</p> <p><b>Contratada:</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;"> </div> </div> <div style="flex: 1;"> <p><b>Responsável:</b> Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6</p> <p><b>Data de revisão:</b> 03/04/2024</p> <p><b>Revisão:</b> 11/2025</p> <p><b>Folha:</b> A3</p> <p><b>Contratante:</b></p> </div> </div>
--	--	------------------------------------	--

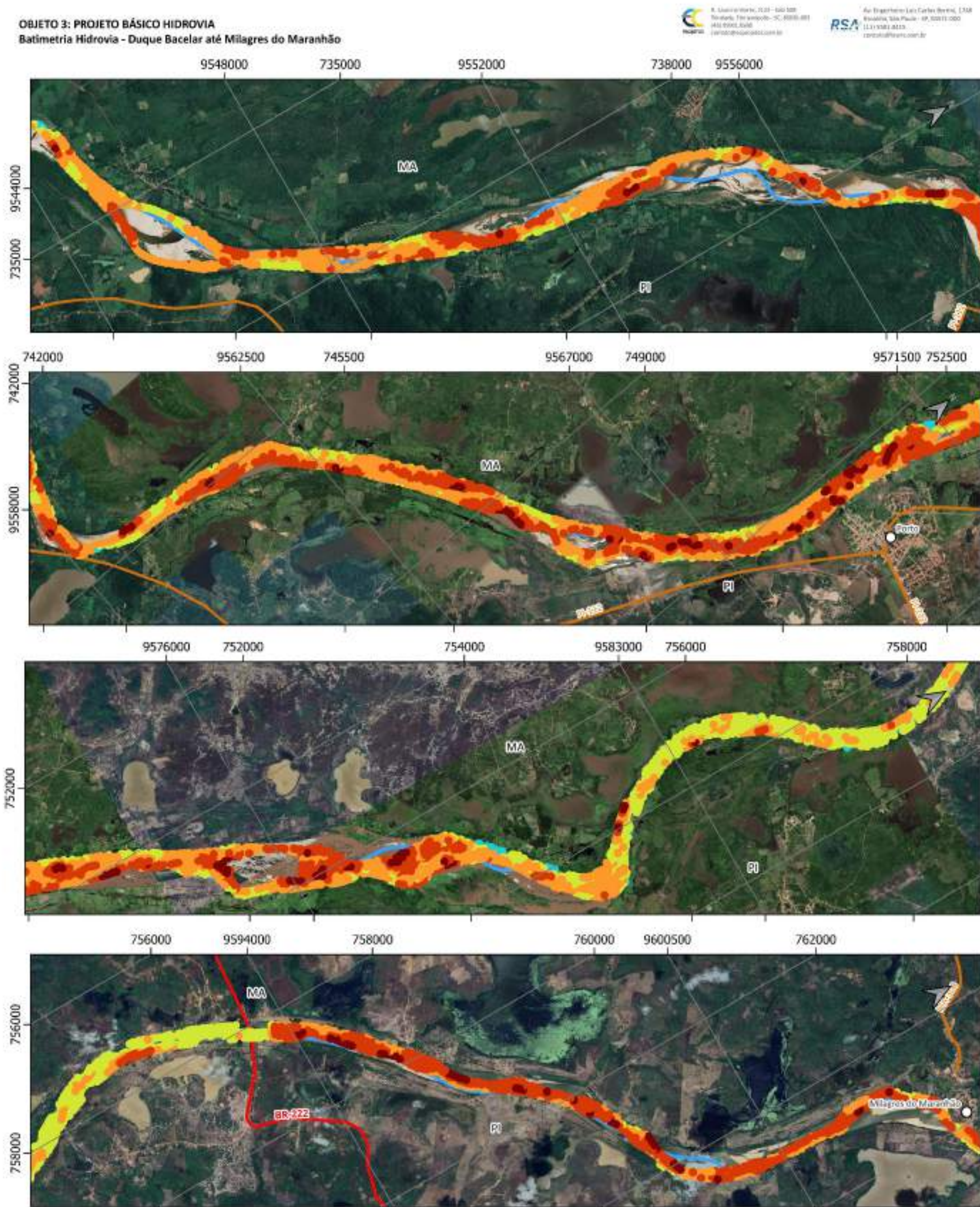


Figura 12. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre União e Duque Bacelar.





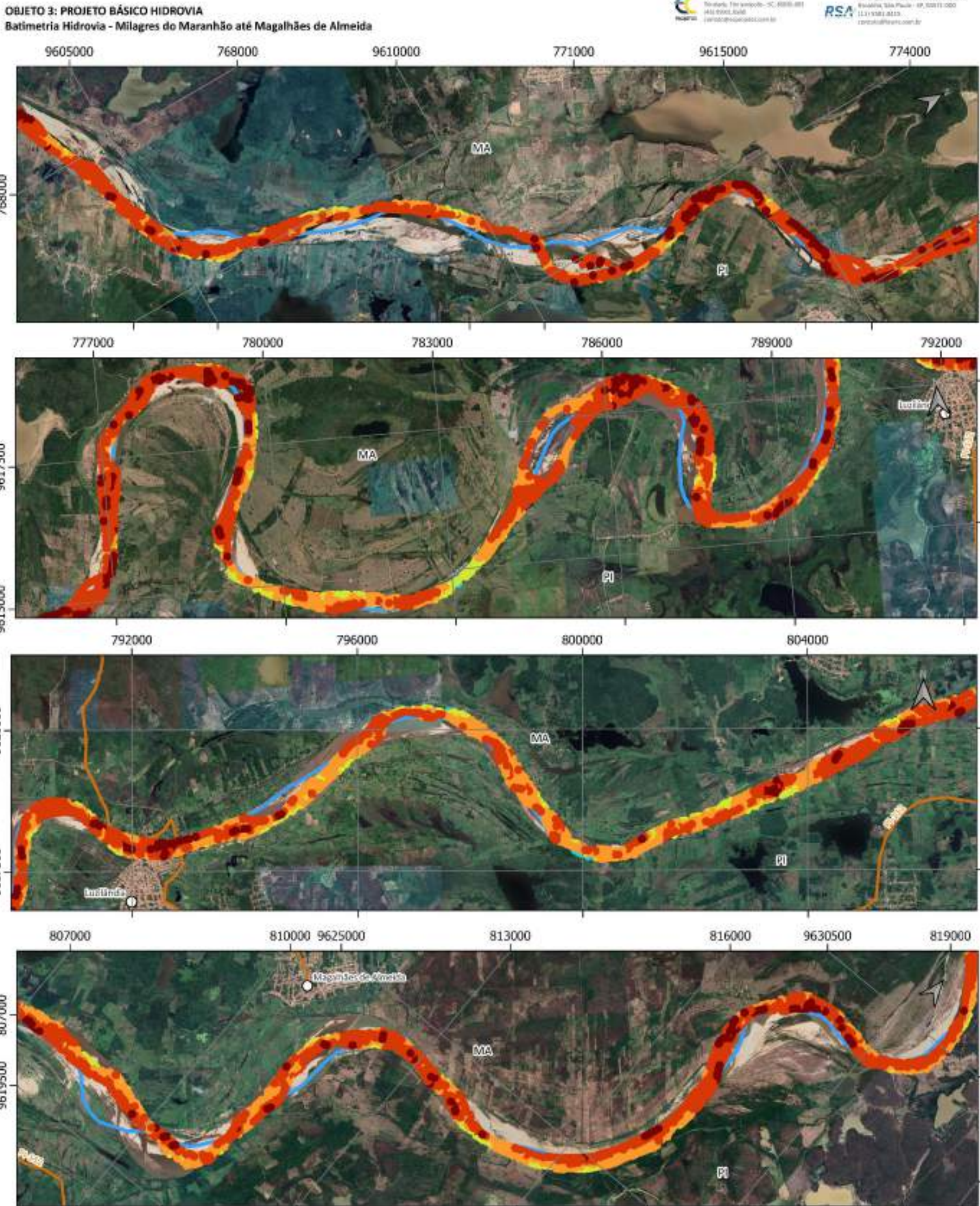
**Figura 13. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Duque Bacelar e Milagres do Maranhão.**



<p><b>Convenções Cartográficas</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>Unidades da Federação</p> <p>Posto</p> <p>Hidrovia</p> <p>Rodovias Estaduais</p> <p>Rodovias Federais</p> <p>Municípios</p> </div> <div> <p><b>Profundidade (m)</b></p> </div> </div>	<p><b>Referências Cartográficas</b></p> <p>Milheiro (BRTPA S.A., 2003);</p> <p>Unidade Federativa e municípios (IBGE, 2001);</p> <p>Rodovias Estaduais e Federais (DNIT, 2001);</p> <p>Batimetria (Consultoria Intermodal, 2003)</p> <p>Projeção transversa de Mercator</p> <p>Datume: SIRGAS 2000</p> <p>0 750 1.500 m</p>	<p><b>Localização Regional</b></p>	<p><b>Projeto: OBJETO 3: PROJETO BÁSICO HIDROVIA</b></p> <p><b>Título:</b> Batimetria Hidrovia - Duque Bacelar até Milagres do Maranhão</p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p><b>Elaboração:</b></p> <p>Tainara Cristina da Silveira</p> <p>CREA/SC 198897-8</p> <p><b>Data de elaboração:</b> 03/04/2024</p> <p><b>Revisão:</b> 00</p> <p><b>Contratada:</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;"> </div> </div> <div style="flex: 1;"> <p><b>Responsável:</b></p> <p>Leonardo Vilela Steiner</p> <p>CREA/SC 173584-6</p> <p><b>Data de revisão:</b> 03/04/2024</p> <p><b>Nº OS:</b> 11/2025</p> <p><b>Folha:</b> A3</p> <p><b>Contratante:</b></p> </div> </div>
---	---	------------------------------------	---



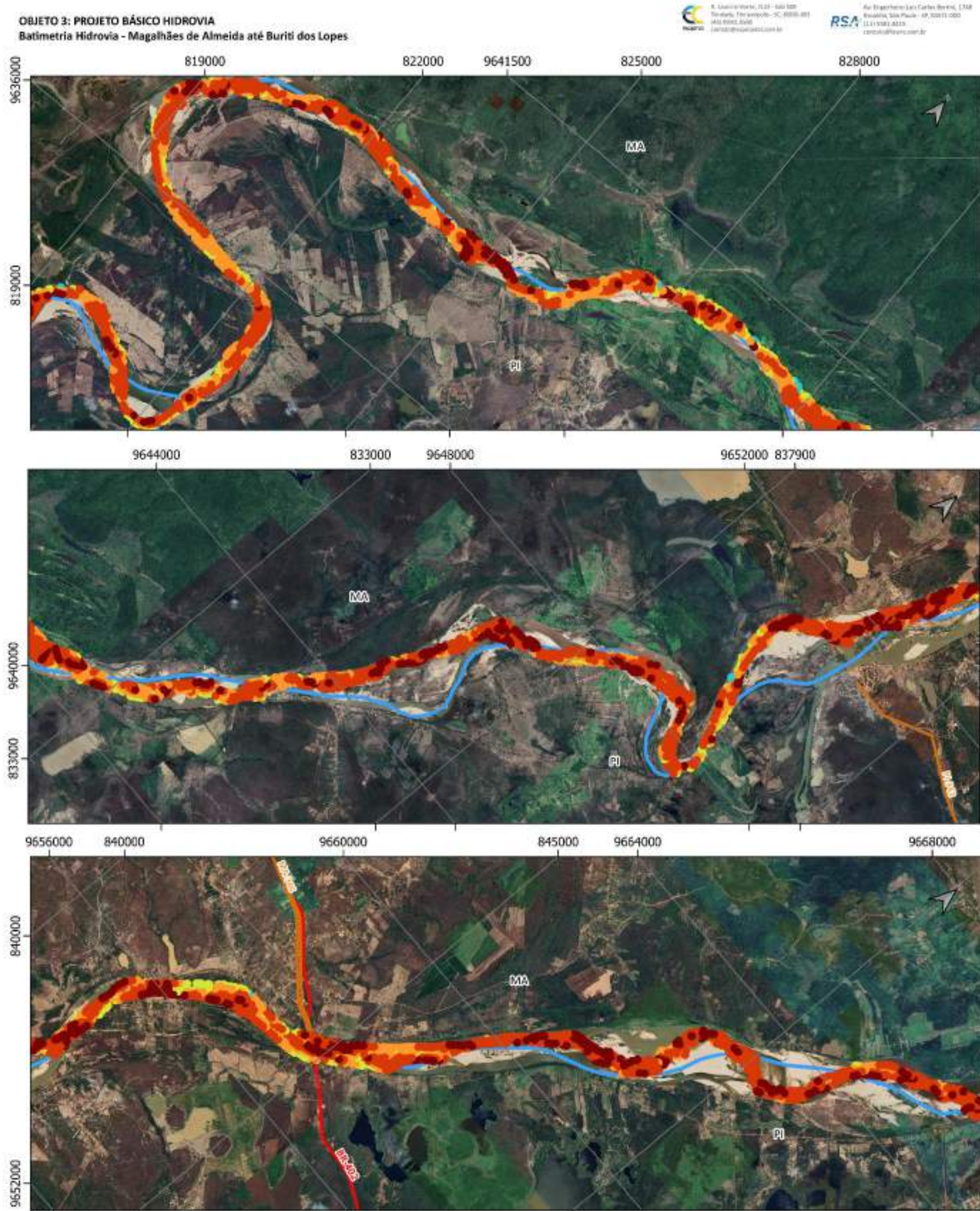
**Figura 14. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Milagres do Maranhão e Magalhães de Almeida.**



<p><b>Convenções Cartográficas</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p> Unidades da Federação</p> <p> Rio</p> <p> Hidrovia</p> <p> Rodovias Estaduais</p> <p> Rodovias Federais</p> <p> Município</p> </div> <div> <p><b>Profundidade (m)</b></p> </div> </div>	<p><b>Referências Cartográficas</b></p> <p>Hidrovia (BRTPA 3.4, 2002);          Unidades Federativas e municípios (IBGE, 2021);          Rodovias Estaduais e Federais (DNIT, 2021);          Batimetria (Combrão Intermodal, 2023).</p> <p>Projeção transversa de Mercator          Datum: SAD69, 2000</p> <p>0 750 1.500 m</p>	<p><b>Localização Regional</b></p>	<p><b>Projeto: OBJETO 3: PROJETO BÁSICO HIDROVIA</b></p> <p><b>Título:</b> Batimetria Hidrovia - Milagres do Maranhão até Magalhães de Almeida</p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p><b>Elaboração:</b>              Tainara Cristina da Silva              CREA/SC 198697-8</p> <p><b>Data de elaboração:</b> 01/04/2024</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p><b>Responsável:</b>              Leonardo Vilela Steiner              CREA/SC 173584-6</p> <p><b>Data de revisão:</b> 03/04/2024</p> </div> </div> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p><b>Revisão:</b> 00</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p><b>Nº OS:</b> 11/2025</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p><b>Folha:</b> A3</p> </div> </div> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p><b>Contratada:</b></p> </div> <div style="flex: 1;"> <p><b>Contratante:</b></p> </div> </div>
--	--	------------------------------------	--



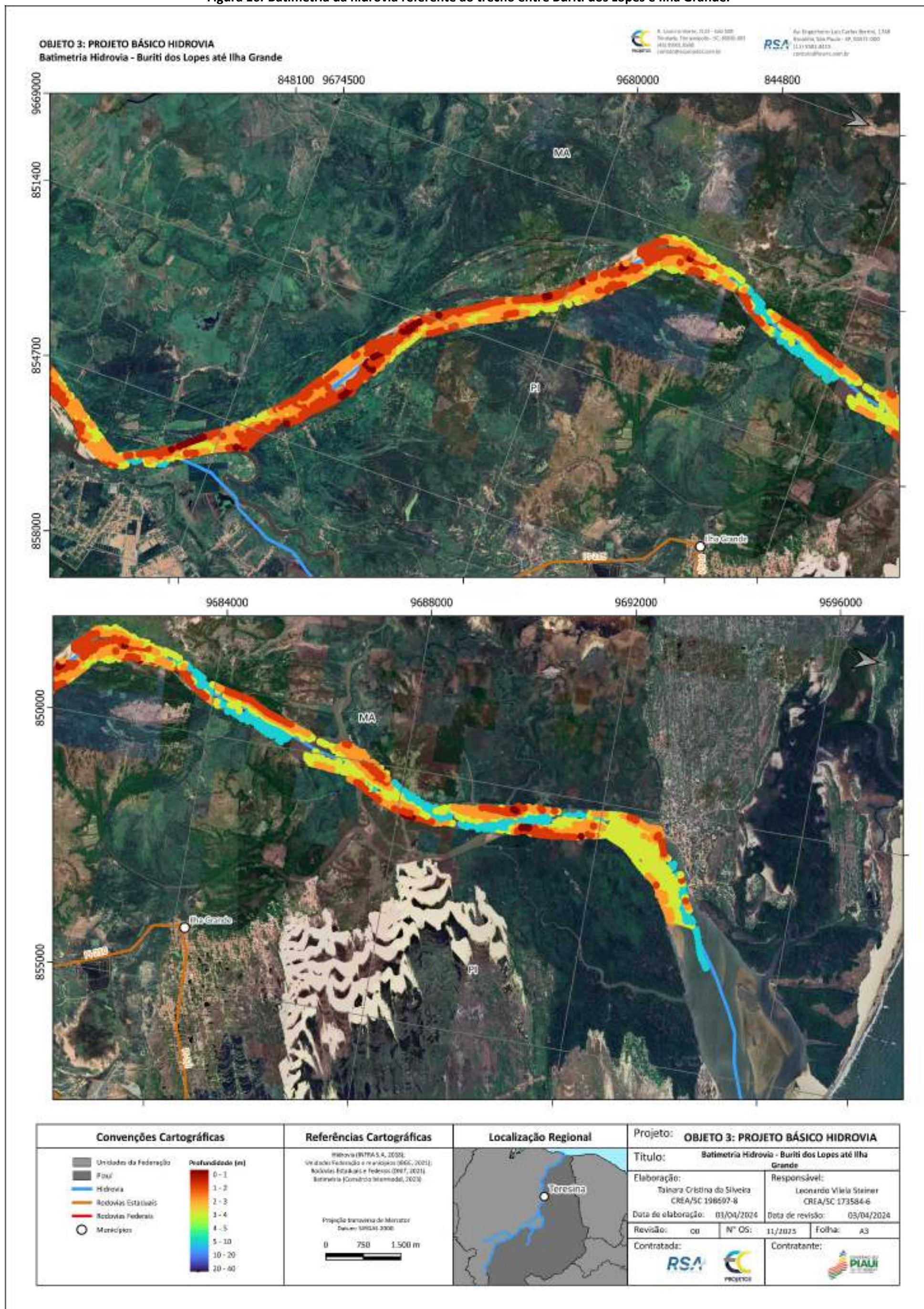
**Figura 15. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Magalhães de Almeida e Buriti dos Lopes.**



<p><b>Convenções Cartográficas</b></p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="margin-right: 10px;"> <p>Unidades da Federação</p> <p>Pouso</p> <p>Hidrovia</p> <p>Rodovias Estaduais</p> <p>Rodovias Federais</p> <p>Municípios</p> </div> <div> <p><b>Profundidade (m)</b></p> <p>0 - 1 1 - 2 2 - 3 3 - 4 4 - 5 5 - 10 10 - 20 20 - 40</p> </div> </div>	<p><b>Referências Cartográficas</b></p> <p>IBRHOVA (IBRPA S.A., 2003); Unidade Federativa e municípios (IBGE, 2001); Rodovias Estaduais e Federais (DNIT, 2001); Batimetria (Consultoria Intermodal, 2003)</p> <p>Projeção transversa de Mercator Datum: SAD69, 2000</p> <p>0 750 1.500 m</p>	<p><b>Localização Regional</b></p>	<p><b>Projeto: OBJETO 3: PROJETO BÁSICO HIDROVIA</b></p> <p><b>Título:</b> Batimetria Hidrovia - Megalhões de Almeida até Buriti dos Lopes</p> <div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p><b>Elaboração:</b> Tainara Cristina da Silveira CREA/SC 198897-8</p> <p><b>Data de elaboração:</b> 03/04/2024</p> <p><b>Revisão:</b> 00</p> <p><b>Contratada:</b></p> </div> <div style="flex: 1;"> <p><b>Responsável:</b> Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6</p> <p><b>Data de revisão:</b> 03/04/2024</p> <p><b>11/2025</b></p> <p><b>Folha:</b> A3</p> <p><b>Contratante:</b></p> </div> </div>



**Figura 16. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Buriti dos Lopes e Ilha Grande.**





### 2.3. Acidentes notáveis

Os acidentes notáveis foram mapeados durante levantamento de campo no rio Parnaíba, entre os dias 21/08/2023 e 01/09/2023, o qual abrangeu a inspeção de 1245 km de extensão do rio por meio de duas equipes embarcadas. Os resultados do levantamento constam no Produto 08 – Características da Hidrovia e no Produto 12 – Levantamento de Dados Físicos da Hidrovia.

### 2.4. Níveis de referência do projeto

A avaliação dos níveis de água na hidrovia foi realizada por meio da análise de dados secundários, obtidos junto à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), através de seu sistema *hidroweb*. Ao todo, foram identificadas três estações com réguas linimétricas no trecho de interesse. A Tabela 3 resume as informações acerca dessas estações de medição.

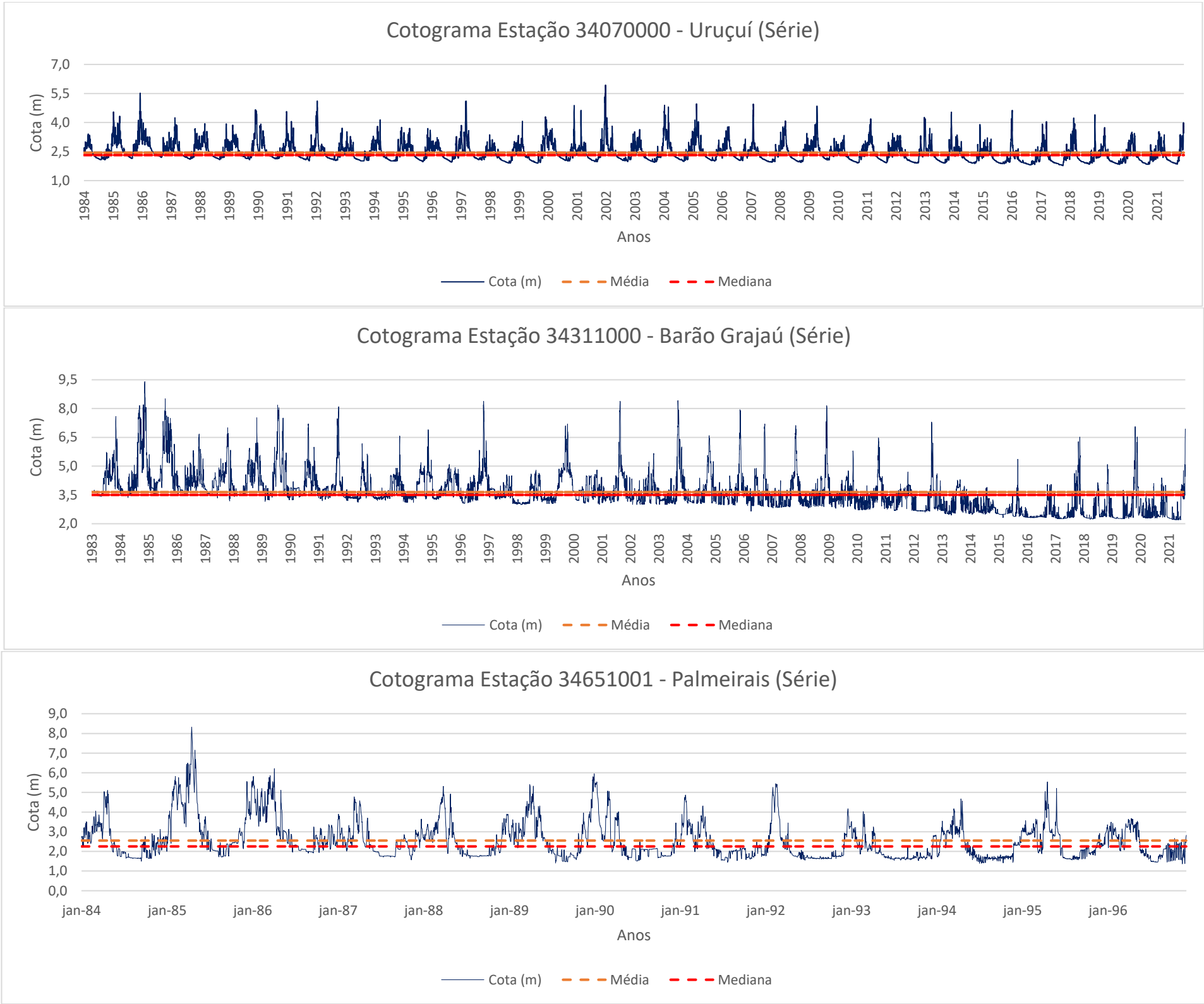
**Tabela 3. Estações fluviométricas selecionadas.**

Responsável	Localização	Código	Data Início	Data Fim
ANA/CPRM	Uruçuí/PI	34070000	23/01/1984	31/12/2021
ANA/CPRM	Barão de Grajaú/MA	34311000	01/06/1983	31/12/2021
ANA/CPRM	Palmeirais/PI	34651001	01/07/1984	01/11/1996

Elaboração própria.

Para a estação de Sítio Velho (Figura 17), as estatísticas da série histórica demonstram que a cota máxima atingida em todo o período avaliado foi de 5,93 m, ocorrida em janeiro de 2002 enquanto a cota mínima foi de 1,77 m, ocorrida em outubro de 2017 (ANA, 2023). Já a média da série obtida foi de 2,44 m e a mediana foi de 2,32 m (ANA, 2023).

Figura 17. Cotograma histórico para a estação de Uruçuí no período entre 1984 e 2021, Barão Grajaú no período entre 1983 e 2021 e Palmeirais no período entre 1984 e 1996.



Fonte: ANA (2023).  
Elaboração própria.



Já na estação Barão de Grajaú (Figura 17), verificou-se que a cota máxima atingida em todo o período avaliado foi de 9,40 m, ocorrida em abril de 1985 enquanto a cota mínima foi 2,21 m, ocorrida entre setembro e outubro de 2021 (ANA, 2023). Já a média da série obtida foi de 3,65 m e a mediana foi de 3,50 m (ANA, 2023).

Por fim, na estação de Palmeirais (Figura 17) apresentou cota máxima em todo o período avaliado de 8,33 m, ocorrida em abril de 1985 enquanto a cota mínima foi 1,36 m, ocorrida em novembro de 1996 (ANA, 2023). Já a média da série obtida foi de 2,55 m e a mediana foi de 2,26 m (ANA, 2023).

### 3. PROJETO GEOMÉTRICO DO CANAL NAVEGÁVEL

O projeto geométrico, disposto no Anexo C, foi elaborado a partir de levantamento batimétrico e tendo em vista atender as premissas dispostas neste capítulo. Os elementos projetuais e serviços foram desenvolvidos considerando a divisão da obra em dois trechos:

- Trecho 1: Entre os municípios de Uruçuí e Teresina;
- Trecho 2: Entre Teresina e o Porto de Luís Correia.

#### 3.1. Comboio-tipo do projeto

Segundo Ribeiro (2021), as dimensões da embarcação-tipo ou do comboio tipo de uma hidrovia são fundamentais para definição dos parâmetros básicos de engenharia para implantação de uma via navegável, como calado, dimensões da câmara de eclusas e seção transversal dos canais.

É importante mencionar que a hidrovia do Rio Parnaíba possui, atualmente, uma eclusa existente na barragem da Usina Boa Esperança, no município de Guadalupe, que embora esteja inoperante, impõe uma limitação ao tamanho das embarcações que poderiam vir a utilizá-la. A eclusa possui 12 metros de largura e 50 metros de comprimento.

Assim, foi adotado um sistema de transposição utilizando esteiras que ligarão um cais a montante e um a jusante da eclusa. Nesse caso, a embarcação-tipo adotada será de balsas autopropelidas, cujas dimensões e características são apresentadas na Tabela 4.

**Tabela 4. Dimensão e características da embarcação-tipo adotada**

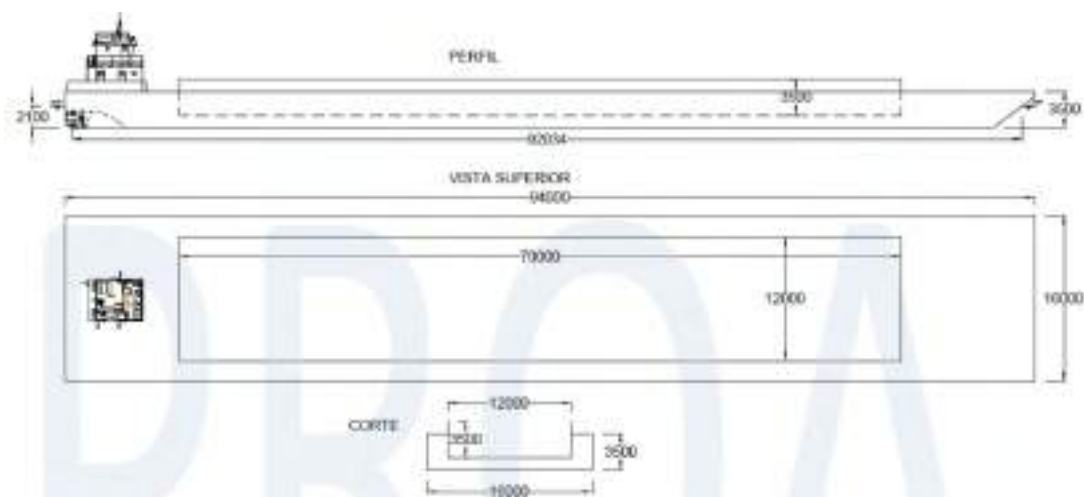
Comprimento	94 m
Boca	16 m
Calado	2,1 m
Pontal	3,5 m
Velocidade Estimada	2 sistemas motores/hélices/lemes
Propulsão	9 nós (cruzeiro)
Tripulação Máxima	4 pessoas
Capacidade do Porão	2940 m <sup>3</sup> ou 2118 toneladas

Fonte: Elaboração própria (2024)

Considera-se que o comboio-tipo do projeto obedece às seguintes normas e regulamentações: Normas da Autoridade Marítima NORMAM 202; Regulamento Internacional para Evitar Abalroamento no Mar (RIPEAM); MARPOL; NR 30; Sociedade

Classificadora e NPCP PI. A Figura 18 apresenta a ilustração do comboio-tipo adotado para o projeto, com suas respectivas dimensões, enquanto que a Figura 19 traz uma representação 3D. No Anexo D está apresentada a prancha com o projeto.

**Figura 18. Comboio-tipo adotado**



Fonte: Elaboração própria (2024)

**Figura 19. Representação 3D da embarcação-tipo**



Fonte: Elaboração própria (2024)

### *3.1.1. Regras e regulamentos*

A embarcação deverá obedecer às seguintes regras e regulamentos:

- Normas da Autoridade Marítima NORMAM 202;
- Regulamento Internacional para Evitar Abalroamento no Mar (RIPEAM);
- MARPOL;
- NR 30;
- Sociedade Classificadora;
- NPCP PI.

### *3.1.2. Estrutura*

- A embarcação deverá ser construída em aço naval, com escantilhões em acordo com o plano de Perfil Estrutural e Seção Mestra e em acordo com as normas da Sociedade Classificador (SC)
- A estrutura da embarcação será mista, longitudinal e transversal, com anteparas estanques longitudinais e transversais de modo a garantir uma reserva de flutuabilidade, no caso de uma avaria;
- A superestrutura deverá situar-se a ré em acordo com o plano de Arranjo Geral;
- A embarcação deverá possuir um verdugo em toda a sua volta de 1/2 tubo de aço de Ø8"SH 80;
- A embarcação deverá possuir um acesso à casa de máquinas através do convés principal, de modo a permitir a retirada de motores, redutoras e bombas sem a desmontagem do equipamento.

### *3.1.3. Propulsão e sistema de governo*

- A propulsão da embarcação deverá consistir em dois sistemas motores / hélices / lemes;
- Os dois motores diesel de aproximadamente 800 HP a 1800 rpm com caixas reversoras de 4:1, com descarga seca e ter potência e rotação suficientes para deslocar a embarcação com carga total em uma velocidade de cruzeiro de 9 nós.

- As linhas de eixo serão em aço inoxidável AISI304 e os hélices em bronze manganês. O tubo telescópico será em tubo de aço SCH80. Os mancais serão de borracha refrigerada pela água do mar injetada no tubo telescópico através de bombas centrífugas acionadas mecanicamente pelos MCPs.
- Os lemes serão do tipo suspensos e deverão ser acionados hidráulicamente, através de conjunto de dois cilindros hidráulicos e tie-bar. Os cilindros poderão ser isolados para operação independente em caso de avaria;
- A praça de máquinas devesse possuir em sua parte superior um trilho com aparelhagem de movimentação de carga (talhas manuais em carrinhos) sobre cada grupo motor de propulsão, de modo a permitir a movimentação de peças do motor ou da redutora para manutenção.
- Na proa, haverá um bow-thruster de aproximadamente 300 HP, acionado por um motor hidráulico, acoplado a um motor segregado.

#### *3.1.4. Sistema de geração de energia*

- A embarcação possuirá um conjunto de grupo gerador de 20 KVA, trifásico, 380VCA.
- Na lateral da casaria, a BE haverá uma caixa para uma tomada de energia de terra que alimentará o QEP em 380 VCA ou 220 VCA;
- O grupo gerador e a tomada de energia de terra serão inter-travados;
- O sistema de iluminação e tomadas serão em 220 VCA alimentadas por um transformador 380/220 de aproximadamente 20 KW;
- O QEP terá dois barramentos trifásicos, um em 380 VCA alimentado pelos geradores e energia de terra e um em 220 VCA alimentado pelo transformador;
- A alimentação da energia de terra será diretamente nos barramentos de 380 VCA ou 220 VCA;
- Todos os equipamentos e painéis de distribuição terão disjuntores de capacidade adequada montado no QEP;
- No convés principal, próximo a entrada da casaria haverá um painel de distribuição e energia, em 220 VCA, para alimentação do sistema de iluminação da casaria e consumidores em geral;

- No convés principal haverá um painel de distribuição de energia, em 220 VCA, para os sistemas de iluminação dos porões e região de proa;
- A embarcação deverá ser atendida por um sistema de iluminação de emergência de 24 VCC alimentado por um banco de baterias (12V, 200 Ah, chumbo ácida selada), localizado no tijupá;
- Haverá um banco de baterias adicional, para atender aos equipamentos eletrônicos, também instalado no tijupá;
- As baterias deverão ser carregadas pelos geradores ou energia de terra, através de carregadores de baterias posicionados no comando;
- Todos os cabos elétricos da embarcação deverão ser de uso naval, e todas as conexões e disjuntores elétricos deverão ser adequados ao uso naval.

#### *3.1.5. Sistema de salvatagem*

A embarcação deverá ser provida de equipamentos de salvatagem de acordo com os requisitos da Norma da Autoridade Marítima Brasileira NORMAM 202, localizados em acordo com o Plano de Segurança:

- 4 coletes salva-vidas tamanho adulto classe II
- 2 bóias circulares com retinida
- 2 bóias circulares com retinida e Facho Holmes
- 1 aparelho flutuante rígido de 08 passageiros
- Duas sirenes de alarme geral, uma localizada na praça de máquinas com sinal visual e sonoro e a outra no refeitório com sinal sonoro;
- Demais equipamentos em acordo com a Normam 202.

#### *3.1.6. Sistema de iluminação*

- Todos os cabos elétricos da embarcação deverão ser de uso naval, e todas as conexões e disjuntores elétricos deverão ser adequados ao uso naval.
- O passadiço, o banheiro, compartimentos de máquinas e paióis deverão ser providos de iluminação através de luminárias incandescentes e/ou fluorescentes IP54 com grade de proteção e metade das luminárias deverão ser duplas 220 VCA/24 VCC;

- Os camarotes, cozinha e refeitório terão luminária de embutir com pelo menos uma do tipo dupla com uma lâmpada em 220 VCA/24 VCC;
- Todas as luminárias instaladas na parte externa da embarcação deverão possuir grau de proteção IP56 e alternadamente serem duplas 220 VCA/24 VCC;
- A embarcação deverá ser provida de seis holofotes para trabalho noturno de 500 W em 220 VCA;
- A embarcação deverá ser provida de um holofote de busca em 24VCC 500W lâmpada de halogênio IP56.
- No comando haverá uma luz na cor vermelha dotada de dimmer.

#### *3.1.7. Sistema de luzes de navegação*

As luzes de navegação deverão ser de tipo homologada e estar de acordo com as regras da Normam 202 e do RIPEAM/72 (Regulamento Internacional para Evitar Abalroamentos no Mar) e suas emendas. O acionamento se dará através de um painel localizado no comando. Todas as luzes serão em 24 VCC com led indicativo de funcionamento.

#### *3.1.8. Sistema de comunicação*

A embarcação deverá ser provida de:

- Um rádio VHF de 25 W, com DSC;
- Dois rádios VHF portáteis;
- Sistema de comunicação interna, com pontos no passadiço, no refeitório e praça de máquinas.
- Um fonoclama com autofalante posicionado no mastro e voltado para vante;

#### *3.1.9. Sistema de navegação*

A embarcação deverá ser provida, no mínimo, com os seguintes equipamentos de navegação:

- Uma agulha magnética de governo;
- Um GPS/plotter;
- Um radar marca com antena de 4W;

- Uma sonda;
- Um AIS;
- Três Limpadores de para-brisas;
- Relógio marítimo;
- Binóculo 7x50;
- Cartas náuticas da região, na ausência, utilizar Batimetrias da região;
- Publicações e livros determinados pela Normam 01.

#### *3.1.10. Sistema de amarração, carga e fundeio*

- Deverá ser previsto um guincho hidráulico na proa para o içamento da âncora;
- Serão fornecidas duas âncoras de proa de peso conforme as regras da SC.
- Deverão ser previstos dez cabeços duplos para amarração localizados conforme o arranjo geral, com SWL 20 t.

#### *3.1.11. Diretrizes gerais sobre os sistemas hidráulicos*

- Todas as redes deverão ser testadas quanto à estanqueidade com pelo menos uma vez e meia a pressão de trabalho;
- Todas as redes serão em aço padrão SCH 40, exceto onde indicado, sem costura. As de óleo serão tratadas e pintadas conforme plano de pintura;
- As redes de descarga de gases dos motores serão em aço inoxidável AISI 316L, na espessura de 2 mm;
- Como regra geral, as conexões de diâmetro até 1 ½" deverão ser rosqueadas acima disto flangeadas;
- Todas as redes deverão ser pintadas nas cores determinadas pela ABNT em acordo com o líquido transportado;
- Todos os pontos de descarga no costado serão dotados de registro e válvula de retenção com corpo, disco e haste em bronze;
- Todas as tomadas d'água salgada serão dotadas de registro com corpo, disco e haste em bronze;



- Todos os suspiros, tubos de sondagem e tomadas de abastecimentos deverão estar identificados com placas de bronze indicando o tanque e o líquido utilizado;
- Todas as bombas serão do tipo com selo mecânico.

#### *3.1.12. Sistema de água potável*

- Haverá dois tanques estruturais para armazenamento de água potável com indicação externa de nível, com capacidade de armazenamento de aproximadamente 16000 litros. O abastecimento será por tomada localizada no convés principal.
- O sistema de distribuição d'água será através de bombas e tanque pressurizador com capacidade de suprir banheiros, cozinha e uma pia no convés e uma na oficina.
- As válvulas serão do tipo gaveta deverão ter corpo, sede e haste de bronze.
- As tubulações deverão ser em CPVC.
- Para enchimento do tanque de água potável, deverão ser providas tomadas, em ambos os bordos, no diâmetro de 2 1/2".
- Sobre o acesso a praça de máquinas haverá uma caixa d'água de 2000 l.

#### *3.1.13. Sistema de esgoto*

- Este sistema tem a finalidade de esgotar os compartimentos de máquinas, porões, pique de vante e adicionalmente, os serviços de carga e descarga dos tanques de lastro, bombas de incêndio e serviços gerais através de tomadas no convés;
- Deverão ser previstas 2 (duas) bombas de esgoto do tipo centrífuga, autoescorvante com acionamento elétrico em 380 VCA .
- As bombas deverão ter as seguintes características:
  - Tipo: centrífuga, autoescorvante;
  - Vazão: 40m<sup>3</sup>/h a 50mca;
  - Sucção 4" e recalque 3"
- As redes deverão ser providas de ralo tipo cesta, nos poceto de aspiração da praça de máquinas.

- Na praça de máquinas haverá uma tomada de esgoto de emergência ligada diretamente a sucção das bombas, sem passar pelo plano de válvulas;
- Cada linha de esgotamento deverá ser dotada de registro gaveta e válvula de retenção;
- As válvulas deverão ter corpo, disco e sede de bronze e haste de latão laminado.
- Deverá haver um sistema de alarme visual e sonoro de nível alto do fundo da praça de máquinas e região dos porões, com indicação no painel de comando.

#### *3.1.14. Sistema de água de serviço*

- A água de serviço, será aspirada do rio e será empregada para lavagem das amarras e limpeza do convés;
- Rede de água de serviço será servida pelas bombas de esgoto;
- A aspiração será feita através de caixas de mar, com ralo em aço carbono SCH80;
- A rede de lavagem do convés deverá ser de diâmetro nominal de 1 1/2", com dois pontos localizados um a ré, próximo a casaria e um a vante próximo ao castelo;
- A rede de lavagem da amarra será de 1" de diâmetro, com registro próximo ao gaviete no castelo;
- As válvulas deverão ter corpo, disco e sede de bronze e haste de latão laminado;

#### *3.1.15. Sistema de combate a incêndio*

- Será composto de um conjunto de extintores de incêndio, em acordo com a dotação determinada pela Normam 201 e sociedade classificadora.
- Haverá nos locais abaixo descritos, postos de combate a incêndio dotados, cada um, de 15 metros de mangueira, uma tomada de incêndio e um esguicho universal:
  - Um na praça de máquinas
  - Um na entrada da praça de máquinas
  - Um vante da casaria.
  - Três ao longo do convés.

- Um no paiol de proa.
- A tomada na entrada da praça de máquinas será dotada de um flange universal para conexão com a terra.

#### *3.1.16. Sistema enchimento de óleo diesel*

- No convés principal, em ambos os bordos, deverão ser instaladas tomadas de enchimento com tampa, para os tanques óleo diesel com diâmetro de 2 ½".
- As tomadas deverão estar acondicionadas em caixas contra derramamento com pelo menos 25 litros. Estas caixas deverão possuir drenos dotados de registro de ¾" e ser posicionadas de tal maneira que o líquido derramado possa ser recolhido num balde.

#### *3.1.17. Sistema de óleo hidráulico*

- O acionamento do sistema de governo e válvulas hidráulicas será através de duas bombas montadas sobre uma unidade hidráulica com operação local e remota.
- As bombas serão acionadas por motores elétricos em 380 VCA e capazes de operar o sistema de governo em operação singela sendo a segunda bomba reserva da outra.
- Cada bomba terá a capacidade de levar os lemes de 36º a BB até 36º a BE em no máximo 18 segundos;
- A unidade hidráulica do leme será comandada por um sistema de piloto automático, comando remoto ou local;
- Sobre as madres dos lemes deverá haver um indicador de ângulos mecânico, além do sensor do piloto automático.

#### *3.1.18. Sistema de resfriamento dos motores*

- O sistema de resfriamento deverá estar de acordo com o especificado pelo fabricante dos motores principais e auxiliares e será do tipo refrigeradores de quilha, em viga U ou tubo de aço SCH80;
- Na entrada e saída das redes dos refrigeradores de quilha haverá registros gaveta com corpo, disco e sede de bronze e haste de latão laminado;

- Cada rede deverá possuir um tanque de compensação com um volume de pelo menos 15% do volume total de água na rede. Estes tanques serão interligados com a rede de água doce e serem dotados de boia e visor de nível.

#### *3.1.19. Rede de escape dos gases do MCP*

- As redes de escape dos gases dos motores deverão estar de acordo com o especificado pelo fabricante;
- Deverão ser (do tipo “descarga seca”) confeccionadas em tubo de aço inoxidável AISI 304L;
- Todas as conexões deverão ser flangeadas;
- As redes deverão ser dotadas de silenciosos em aço inoxidável AISI 304;
- Deverá ser previsto o isolamento térmico com calha de silicato e acabamento em chapas corrugadas de alumínio das redes de gases de descarga de acordo com padrão naval. Não será permitido o uso de amianto.

#### *3.1.20. Redes de água preta e cinza*

- Haverá dois tanques para armazenamento de águas servidas sendo uma para água preta e uma para cinza;
- O esgotamento destes tanques será através de bomba centrífuga de rotor aberto com acionamento elétrico 380 VCA, com carcaça em aço fundido e rotor em bronze. As bombas serão interligadas de forma que uma seja reserva da outra;
- Estas bombas terão duas saídas sendo uma no costado e uma no convés, para descarga para terra.

#### *3.1.21. Suspiros e sondagem de tanques*

- As extremidades dos suspiros dos tanques deverão ser providas de tampas para fechamento com atracador e um furo central de Ø6m, sendo que os de óleo deverão ter telas corta-chamas (de latão ou inox) e identificados para o tanque a que pertencem;
- Os tubos de sondagem deverão ter terminação com bujão de talão roscado e identificados para o tanque a que pertencem.

### *3.1.22. Sistema de ventilação e exaustão da praça de máquinas*

- A ventilação e exaustão da praça de máquinas será através de dois ventiladores axiais com motores reversos, com acionamento elétrico em 380 VCA, montados em tomadas de ar do tipo cogumelo, localizados a vante da casaria;
- As tomadas deverão possuir tampas estanques ao tempo;
- Deverá haver dutos de distribuição de ar ligados as saídas dos ventiladores;
- Na entrada da praça de máquinas, no convés principal, deverá haver uma botoeira de parada de emergência dos ventiladores.

### *3.1.23. Pintura*

- Deverá ser previsto um esquema de pintura como abaixo.
- As cores serão em acordo com o padrão do Armador e as redes serão identificadas conforme o padrão da ABNT.
- Esquema de tratamento e pintura: (todas as espessuras referidas são na condição seca)
- Tratamento:
  - Preparo de superfície das chapas, perfis, cantoneiras e demais acessórios:
    - Lavar e desengordurar conforme SSPC SP1;
    - Efetuar jato abrasivo Sa2½ ISO 8501-1 ou SSPC SP10;
    - Pintura de Shop Primer em chapas, perfis, cantoneiras e demais acessórios, para posterior edificação da embarcação com uma demão de INTERPLATE 855 (cinza) com 20µm de espessura seca.
  - Preparo de superfície após montagem e soldagem da embarcação e sequência dos sistemas de pintura:
    - Onde necessário, remover respingos de solda, tratar cordões de solda e suavizar arestas e cantos vivos.
    - Lavar com água doce para remover toda a sujeira e contaminação, conforme necessário. Efetuar limpeza com solvente conforme SSPC-SP1. Toda a área deverá estar limpa e seca antes da aplicação.

- Tratar as áreas danificadas com shop primer danificado ou corroído com jato abrasivo ao metal quase branco SSPC-SP10 ou Sa21/2 ISO 8501-1 ou através de limpeza com ferramentas mecânicas ao grau St3.
- Casco abaixo da linha d'água:
  - Uma demão de INTERSHIELD 300 alumínio com 150ym de espessura seca.
  - Uma demão de INTERSHIELD 300 bronze com 150ym de espessura seca.
  - Uma demão de INTERGARD 263 cinza com 100ym de espessura seca.
  - Duas demãos de INTERSMOOTH 365 SPC vermelho com 110ym por demão.
- Costado, bordas falsas, superestrutura, mastreações, corrimões e acessórios de convés:
  - Uma demão de INTERSHIELD 300 alumínio com 125ym de espessura seca.
  - Uma demão de INTERSHIELD 300 bronze com 125ym de espessura seca.
  - Uma demão de INTERTHANE 990 cores com 70ym de espessura seca.
- Conveses:
  - Uma demão de INTERSHIELD 300 alumínio com 150ym de espessura seca.
  - Uma demão de INTERSHIELD 300 bronze com 150ym de espessura seca.
  - Uma demão de INTERTHANE 990 cores com 60ym de espessura seca.
- Acomodações e superestrutura sob forrações:

- Uma demão de INTERSHIELD 300 alumínio com 125µm de espessura seca.
- Praça de máquina abaixo de estrado, espaços vazios e confinados:
  - Uma demão de INTERSHIELD 300 alumínio com 125µm de espessura seca.
  - Uma demão de INTERSHIELD 300 bronze com 125µm de espessura seca.
- Praça de máquina acima do estrado:
  - Uma demão de INTERSHIELD 300 alumínio com 125µm de espessura seca.
  - Uma demão de INTERTHANE 990 cores com 60µm de espessura seca.
- Porão de carga:
  - Uma demão de INTERBOND 201 cores com 125µm de espessura seca.
  - Uma demão de INTERBOND 201 cores com 125µm de espessura seca.
- Tanques de lastros:
  - Uma demão de INTERSHIELD 300 alumínio com 160µm de espessura seca.
  - Uma demão de INTERSHIELD 300 bronze com 160µm de espessura seca.
- Tanques de água potável ou tanques com multipropósitos:
  - Uma demão de INTERLINE 925 branco com 300µm de espessura seca.

#### *3.1.24. proteção catódica*

- A massa de anodos de sacrifício será do tipo de alumínio, com vida útil mínima de dois anos posicionados segundo informações do fabricante.



### *3.1.25. Paiól e compartimento do bow thruster*

- Haverá um paiol de proa para a guarda de materiais diversos, e utensílios utilizados na operação da embarcação, acondicionados em prateleiras com proteção contra queda dos materiais estocados;
- O paiol de proa terá acesso através de porta estanque ao tempo dotada de atracadores de bronze com acionamento por ambos os lados;
- Adicionalmente, nesse compartimento estarão os tanques de água doce, águas negras e águas cinzas e o motor acionador do bow thruster.

### *3.1.26. Acabamento interno e conforto*

- Todas as acomodações serão forradas com forro classe B de cor a ser definida pelo armador;
- As regiões sob ação direta do sol serão isoladas com lã de rocha;
- Os pisos das acomodações serão forrados com plurigoma;
- Os móveis serão de acordo com o padrão do construtor, revestidos de fórmica de cor a ser definida pelo armador;
- As paredes da cozinha serão revestidas com chapa de aço inoxidável AISI316 com 1,5 mm;
- Haverá um circuito interno de TV, com dois monitores sendo um no comando e um no camarote, com câmeras assim distribuídas:
  - Uma no refeitório;
  - Duas na praça de máquinas;
  - Uma no paiol;
  - Uma no mastro virada para vante.

### *3.1.27. Acomodações*

#### **3.1.27.1. Convés Principal**

- Uma cozinha com:
  - fogão à gás de quatro bocas, com forno;

- pia dupla, com triturador numa das cubas;
- uma geladeira;
- um freezer
- liquidificador;
- espremedor de frutas industrial;
- micro-ondas;
- bancadas e armários em acordo com o arranjo geral;
- Dois armários para mantimentos secos.
- Um refeitório com mesas para quatro lugares;
- Um conjunto de TV de 42”;
- Um banheiro com acesso pela área exposta;
- Acesso a praça de máquinas e compartimento do bow-thruster.
- Um camarote duplo para a tripulação, com quatro beliches e dois armários. O beliche inferior terá duas gavetas;

#### **3.1.27.2. Comando**

- Uma mesa e um armário duplo conforme o arranjo geral;
- Um console de navegação com os seguintes instrumentos:
  - Painel remoto de acionamento e controle dos MCPs;
  - Painel remoto de acionamento e controle dos grupos geradores;
  - Painel de distribuição de força dos equipamentos eletrônicos;
  - Painel de luzes de navegação;
  - Manetes de acionamento dos motores;
  - Um radar;
  - Um GPS/Plotter;

- Um rádio VHF;
- Manete de acionamento do bow thruster;
- Um AIS;
- Botoeira de alarme geral;
- Uma agulha magnética;
- Um fonoclama;
- Uma cadeira para o comandante.

#### *3.1.28. Nomes e marcas*

- O nome da embarcação deverá se afixado na proa, em ambos os bordos e no espelho de popa, assim como o nome do porto de registro;
- As marcas de calado em metros, com subdivisão a cada 10 centímetros e o disco de Plinson, deverão ser afixadas na proa, meia nau e na popa em cada bordo da embarcação;
- Os nomes e marcas deverão ser confeccionados em chapa de 6 mm de espessura. Os nomes do navio com 300 mm, o porto de registro 150 mm e números de calado 100 mm. Deverão ser soldados, por meio de solda continua.

#### *3.1.29. Inspeções, testes e provas*

- Toda a parte estrutural da embarcação deverá sofrer inspeções visuais, ultrassom e de raios-X nos locais determinados pela SC;
- Todas as redes de bordo deverão sofrer inspeções visuais e serem testadas, sendo a pressão de teste igual a 1,5 vezes a pressão de trabalho;
- Toda a superfície pintada deverá sofrer inspeções visuais de aderência e de micragem feita pelo técnico do fornecedor das tintas;
- Tanques – Todos os tanques de bordo deverão sofrer testes de pressão com 1,5 vezes a pressão de trabalho;
- A embarcação, seus sistemas e motores deverão sofrer testes de desempenho em provas de cais e durante a prova de mar;

- As aberturas provisórias do casco, quando fechadas, deverão ser inspecionadas com ultra-som e devidamente testadas;
- As portas, gaiutas e janelas deverão ter sua estanqueidade testada em acordo com os procedimentos previsto na Normam 202;
- Prova de Rio – A prova de rio deve consistir na saída da embarcação do cais e operação continua por 2 (duas) horas. Durante a prova deverão ser verificados os sistemas e a manobrabilidade da embarcação;
- Prova de Inclinação – Deverá ser feita uma prova de inclinação para determinação da posição do centro de gravidade (CG) da embarcação. Deverá ser utilizado o procedimento prescrito pela autoridade marítima;
- Todos os testes acima mencionados serão presenciados e aprovados por representantes do armador e SC.

#### *3.1.30. Documentação*

- Todas as alterações de planos da embarcação sugeridas pelo Estaleiro deverão ser submetidas ao armador e SC para sua aprovação;
- O construtor deverá manter os planos atualizados e submeter cada revisão a nova aprovação do armador;
- Todos os manuais dos equipamentos, certificados de garantia e documentação técnica com os resultados das provas de cais e de mar deverão ser entregues em português ao armador;
- O armador terá três dias úteis, a partir do recebimento, para comentar os planos apresentados passado este período os planos serão considerados aprovados, porém sujeitos a alterações pela SC;
- O construtor deverá, junto com entrega da embarcação, entregar um conjunto completo dos planos básicos, diagramas, linha de eixo, sistema de governo e uma relação dos equipamentos e contato dos fornecedores numa via em papel e uma em arquivo eletrônico;
- O documento de quitação da embarcação;
- Termos de vistoria a seco, flutuando, arqueação e borda livre sem pendências. Caso haja alguma pendência cuja responsabilidade seja do armador está não será debitada ao construtor.

### 3.1.31. Outros requisitos

- Deverão ser instalados na cabine de comando todos os instrumentos para controle e monitoramento do sistema de propulsão, geração de energia, do sistema da navegação, bombas, luzes e alarmes;
- Os camarotes, refeitório e comando serão dotados de ar-condicionado.
- Todos os sistemas deverão estar de acordo com os requisitos da autoridade marítima brasileira – DPC (Diretoria de Portos e Costas);
- Os porões deverão ser cobertos por um sistema de escotilhas em alumínio, tipo delta, recolhimento manual telescópico.

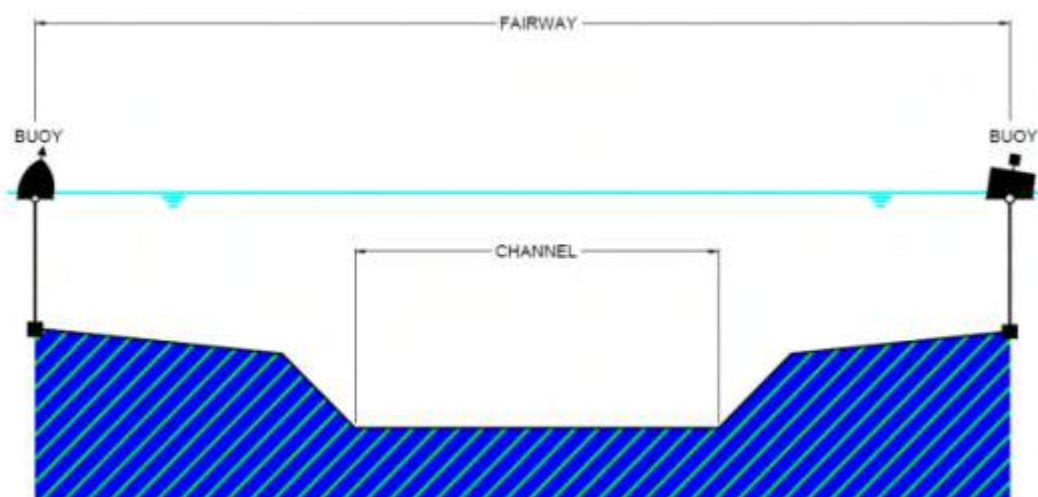
### 3.1.32. Materiais fornecidos pelo armador

- Inventário de cama e mesa.

## 3.2. Largura da hidrovia – trecho retilíneo

Para esta hidrovia, foi considerada uma via de acesso ou, *one-way*, com navegação em ambos os sentidos: montante para jusante e jusante para montante. Canais de uma via são adequados para aqueles canais de menor comprimento com pouco ou nenhum tráfego bidirecional simultâneo (PIANC, 2014). A Figura 20 apresenta a definição de canal (*channel*) e via navegável (*fairway*).

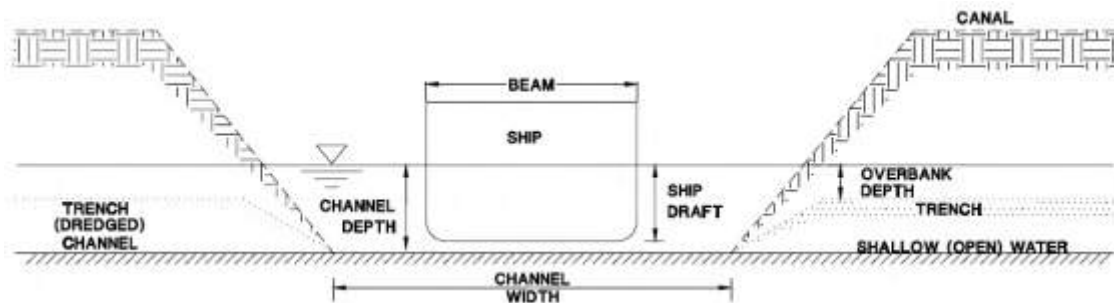
**Figura 20. Definição de via navegável e canal**



Fonte: PIANC (2014)

Logo, a inversão de curso, nas seções onde haverá cruzamento de comboio, estará previsto no desenho do canal, bacias de evolução e praças de transbordo. A Figura 21 apresenta um esquema de seção transversal simétrica para canais de navegação.

**Figura 21. Seções transversais simétricas de canais de navegação**



Fonte: USACE (2016)

Para o projeto conceitual da hidrovía, 11 fatores associados à largura das seções retas do canal foram considerados, tendo influência diretamente na segurança da embarcação durante a navegação no canal de acesso (Santos *et al.*, 2022). Os fatores 2 a 10 são considerados variáveis ambientais e estão agrupados no  $W_i$ . Os fatores 11 e 13 não foram considerados uma vez que o canal utilizado para o projeto da hidrovía é de uma via, sem necessidade de determinação desses mesmos fatores. A descrição de cada um dos fatores pode ser conferida do Produto 20.

1. Manobrabilidade Básica do Navio ( $W_{BM}$ );
2. Velocidade do Navio ( $W_1$ );
3. Ventos Transversais Prevalentes ( $W_2$ );
4. Correntes Transversais Prevalentes ( $W_3$ );
5. Correntes Longitudinais Prevalentes ( $W_4$ );
6. Altura Significativa de Onda ( $W_5$ );
7. Auxílios à Navegação ( $W_6$ );
8. Superfície de Fundo ( $W_7$ );
9. Profundidade de Via Navegável ( $W_8$ );
10. Nível de Periculosidade da Carga ( $W_9$ );
11. Intensidade de Tráfego;
12. Largura Adicional devido à folga com a margem ( $W_B$ );
13. Largura de Passagem para Canais de Mão Dupla.

Assim, seguindo as orientações de PIANC (2014), foi adotada, para canais de uma via, a seguinte equação:

$$W_e = W_{BM} + \sum W_i + W_{BR} + W_{BG}$$

Onde:

$W_e$  é a largura do canal.

$W_{BM}$  é a largura da faixa de manobra.

$W_i$  é o somatório de larguras adicionais para compensação de variáveis ambientais.

$W_{BR}$  é a folga lateral na margem esquerda (lado vermelho encarnado).

$W_{BG}$  é a folga lateral na margem direita (lado verde).

A largura da faixa de manobra ( $W_{BM}$ ) é relacionada à manobrabilidade do navio, classificada em Boa, Moderada e Baixa, sendo um múltiplo do valor da boca do navio-tipo (B). A Tabela 5 descreve os valores de largura da faixa de manobra em relação a condição da manobrabilidade.

**Tabela 5. Valores de largura da faixa de manobra em função da condição de manobrabilidade**

Manobrabilidade de navio	Boa	Moderada	Ruim
Largura da faixa de manobra $W_{BM}$	1,3 B	1,5 B	1,8 B

Fonte: Elaboração própria adaptado de PIANC 2014 (2024)

Para o projeto da hidrovia, foi adotada a largura da faixa de manobra  $W_{BM}$  igual a 1,3B, considerando navio de carga geral, manobrabilidade boa, com dois lemes projetados e auxílio de empurrador (PIANC, 2014, Tabela 3.4).

Quanto ao somatório das larguras adicionais para compensação de variáveis ambientais, os coeficientes são apresentados na Tabela 6, adaptado da Tabela 3.5 de PIANC (2014). As larguras para cada situação são definidas em função da velocidade do navio e da condição de abrigo do canal (abrigado ou desabrigado).

$$\sum W_i = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 + W_8 + W_9$$

**Tabela 6. Coeficientes de largura adicional para compensação de variáveis ambientais**

Largura	Coeficiente	Observações
$W_1$	0,0 B	Largura correspondente à velocidade do navio, considerada velocidade de aproximação de $5 \text{ kts} \leq V_S < 8 \text{ kts}$ (nós)
$W_2$	0,3 B	Largura correspondente aos ventos predominante ( $V_{CW} < 15 \text{ kts}$ , com velocidade de navegação baixa (5 kts).
$W_3$	0,0 B	Largura correspondente às correntes transversais predominantes ( $V_{CC}$ ) considerada insignificante ( $V_{CC} < 0.2 \text{ kts}$ ) com velocidade de navegação baixa (5 kts).



Largura	Coefficiente	Observações
$W_4$	0,2 B	Largura correspondente às correntes longitudinais ( $V_{LC}$ ), consideradas moderada ( $5 \text{ kts} \leq V_{LC} < 3 \text{ kts}$ ) e baixa velocidade de navegação.
$W_5$	0,0 B	Largura correspondente à ação de ondas ( $H_s$ , em metros), considerada a $H_s \leq 1 \text{ m}$ .
$W_6$	0,0 B	Largura correspondente à utilização de auxílios à navegação, considerados adequados uma vez que o canal terá projeto de balizamento e a embarcação, auxílios à navegação.
$W_7$	0,2 B	Largura correspondente à superfície de fundo, considerada áspera e dura.
$W_8$	0,2 B	Largura correspondente à profundidade do canal de acesso (h), pois a profundidade é $\leq$ a $1,25 \times T$ , onde T é o calado, logo $2,3 < 2,625$ . Considerado canal de navegação aberto/externo.
$W_9$	0,0 B	Largura correspondente ao nível de periculosidade da carga, considerada baixa/moderado.

Fonte: Elaboração própria adaptado de PIANC 2014 (2024)

$$\sum W_i = 0,0 + 0,3 B + 0,0 + 0,2 B + 0,0 + 0,0 + 0,2 B + 0,2B + 0,0$$

$$\sum W_i = 0,9 B$$

Em relação às folgas laterais nas margens direita e esquerda, foram considerados canal externo (*Outer channel – open water*), baixa velocidade de navegação e talude inclinado (*Sloping channel edges and shoals*), além de bancos de areia em ambas as margens. Logo, segundo PIANC (2014):

$$W_{BR} = W_{BG} = 0,3 B$$

Assim, tem-se:

$$W_e = W_{BM} + \sum W_i + W_{BR} + W_{BG}$$

$$W_e = 1,3B + 0,9B + 0,3B + 0,3B$$

$$W_e = 2,8B$$

$$W_e = 2,8 \times 16,0$$

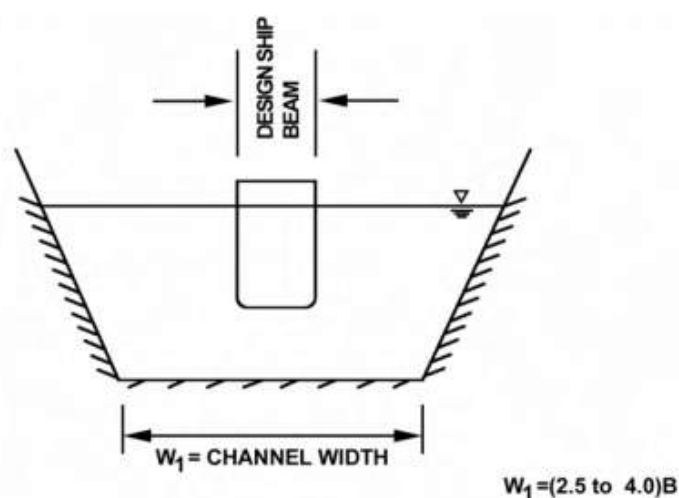
$$W_e = 44,8 \text{ metros} \sim 45 \text{ metros}$$

A largura da via navegável é igual a 45 metros.

A fim de verificar a relação  $We = 2,8B$ , que resultou em largura do canal como 45,0 metros, foram consultadas também as normas da *United States Army Corps of Engineers* – USACE.

A USACE (2016) recomenda que a largura do canal varie entre 2,5 B e 4,0 B, conforme apresentado na Figura 22. É recomendada uma folga mínima de 40 pés (aproximadamente 12,19 metros), entre o limite da via e o comboio, se não houver cruzamento e, se houver, essa folga passa a ser 20 pés (6,10 metros), além de uma folga mínima entre comboios em cruzamento de 50 pés (15,24 metros).

**Figura 22. Dimensionamento da largura da hidrovía**



Fonte: USACE (2016)

Em trechos retos, a USACE sugere como larguras mínimas as apresentadas na Tabela 7.

**Tabela 7. Larguras mínimas de um canal em função da boca da embarcação e condições de cruzamento**

Largura da boca (pés/metros)	Largura do canal (pés/metros)	
	Com cruzamento	Sem cruzamento
105/32	300/91,4	185/56,4
70/21,3	230/70	150/45,7
50/15,3	190/58	130/39,6

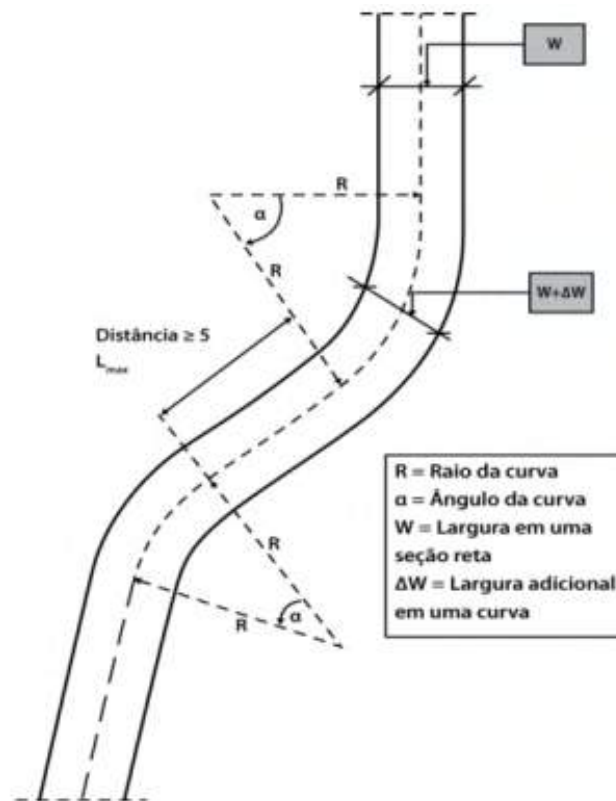
Fonte: Silva (2015) adaptado de USACE

Para o valor de boca igual a 15,3 metros (relativamente próximo ao valor de boca adotado no presente projeto, igual a 16,0 metros), a largura do canal seria de 39,6 metros, próximo ao adotado (45 metros). Além disso, a razão Largura/Boca, ou seja,  $39,6/15,3$ , é igual a 2,59, aproximadamente 2,6B, próximo ao adotado no presente projeto, 2,8B.

### 3.3. Largura da hidrovía – trechos curvilíneos

As curvas de um canal são caracterizadas pelo raio  $R$  e o ângulo de curvatura,  $\alpha$  (Santos *et al.*, 2022). Geralmente, uma curva liga duas seções retilíneas do canal. Para o projeto da hidrovía, foi considerado que a condicionante adotada varia em função do ângulo de deflexão ( $\alpha$ ) e LOA da embarcação tipo. A Figura 23 representa as curvas em um canal.

Figura 23. Curvas em um canal



Fonte: SANTOS et al. (2022) adaptado de PIANC (2014)

Alguns requisitos determinados pela PIANC considerados no projeto da hidrovía são:

- A distância entre curvas sucessivas deve ser maior que cinco comprimentos de navio do maior navio projetado;
- Para curvas do mesmo lado, a distância mínima a ser considerada é de três comprimentos de navio.

Ao transitar por uma curva no canal de aproximação, a largura do caminho percorrido aumentará. Esta largura de canal adicional  $\Delta W$  é exigido por aumentos em:

- Ângulo de deriva da embarcação;

- Tempo de resposta a partir do instante em que a embarcação se desvia do eixo do canal e do momento em que a correção se torna efetiva.

Assim, a largura adicional total em uma curva devido ao caminho varrido  $\Delta W$  é igual à soma de a largura adicional devido a esses dois fatores.

Em trechos curvos, onde não for possível atingir com folga os requisitos da PIANC, estudos baseados em simuladores são ideais para determinar se a configuração específica é adequada ou pode ser otimizada, bem como o treinamento da tripulação. Nesses casos, também se mostra importante a utilização de equipamentos de bordo com sistema de posicionamento em tempo real, plotada em batimetrias, para auxílio à navegação.

Assim, a Tabela 8 apresenta os raios das curvas em relação aos ângulos de curvatura do projeto da hidrovia.

**Tabela 8. Determinação do raio da curva em função do ângulo de curvatura**

Ângulo de curvatura	Raio da curva		
$\alpha \leq 25^\circ$	$R > 3 \times LOA$	$R > 3 \times 94$	282 m
$25^\circ \leq \alpha \leq 35^\circ$	$R > 5 \times LOA$	$R > 5 \times 94$	470 m
$\alpha \leq 35^\circ$	$R > 10 \times LOA$	$R > 10 \times 94$	940 m

Fonte: Elaboração própria (2024)

Não sendo possível atender com precisão essas orientações normativas, de acordo com as orientações da PIANC, todas as dimensões, larguras, curvas, seção tipo, deverão ser verificadas na etapa seguinte de projeto detalhado, por meio de simulações náuticas e estudos de manobrabilidade mais aprofundados. Sendo necessário aumentar a largura nas curvas, devem ser previstas dragagens junto as margens mais côncavas, se for o caso.

Para o presente projeto, uma vez que o projeto da embarcação-tipo do comboio foi atualizado e modernizado, para do tipo autopropulsora, o sistema de navegação da embarcação-tipo também foi melhorado, como mencionado na seção 3.1.

Considerando que a velocidade média de navegação baixa é (5kts), assim como o calado máximo da embarcação ( $T = 2,1\text{m}$ ) e a profundidade do canal de acesso ( $h = 2,3\text{m}$ ), e como a relação indicada pela PIANC ( $h < 1,25T = 2,3 < 2,625$ ), corresponde aos resultados encontrados, tudo indica que, após o correspondente treinamento da tripulação e manobras experimentais, o risco da manobra será aceitável.

Garantida a manobrabilidade da embarcação-tipo da hidrovia, a adoção do valor de 45,0m (2,8 x B) no canal de navegação da hidrovia e nas curvas, mostra-se adequado, especialmente pela boa manobrabilidade da embarcação-tipo do comboio, onde qualquer desvio de curso poderá ser previsto pelos instrumentos de navegação (AIS, Radar, sonda etc.) e corrigidos durante a manobra por procedimentos operacionais de utilização dos dois lemes e *bow thruster* e boas práticas da navegação.

### 3.4. Diâmetro da bacia de evolução ( $\phi$ )

Para a determinação do diâmetro das bacias de evolução, foi utilizada a recomendação de *Permanent International Association of Navigation Congresses* – PIANC Report nº 121 (PIANC, 2014). Foi considerada que a manobra da embarcação será auxiliada por rebocadores. Sendo assim, o diâmetro nominal da bacia de giro deve ser:

$$\phi = 2 \times LOA$$

$$\phi = 2 \times 94,0$$

$$\phi = 188,0 \text{ metros}$$

$$\phi \sim 200,0 \text{ metros}$$

Assim, o diâmetro das bacias de evolução é igual a 200 metros.

### 3.5. Sobrelarguras – praças de transbordo ( $\phi$ )

As sobrelarguras da hidrovia foram consideradas em razão da viabilidade do projeto e dragagem e das características técnicas do comboio. Considerando que em alguns trechos específicos haverá cruzamento de comboio, foram adotadas as seguintes recomendações de segurança para a operação da hidrovia:

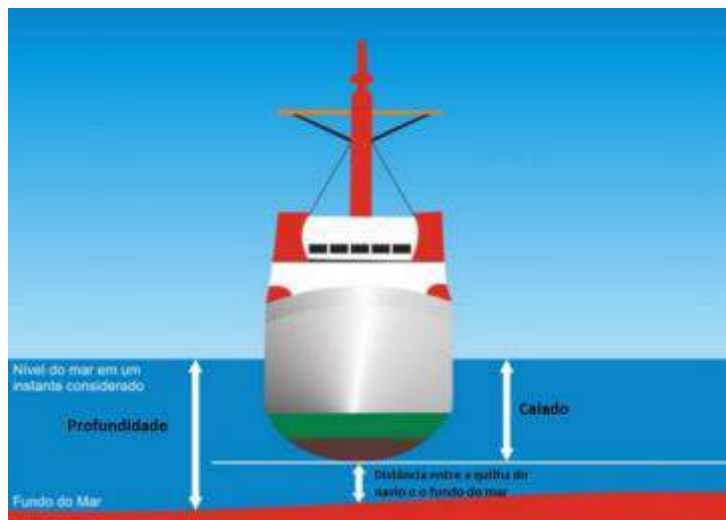
- Os cruzamentos devem ocorrer preferencialmente em trechos majoritariamente retilíneos;
- As embarcações irão utilizar todos os meios apropriados às circunstâncias e condições predominantes, a fim de minimizar risco de abalroamento;
- As embarcações-tipo devem apresentar boa manobrabilidade, sistema de comunicação VHF e sistema de posicionamento em tempo real (conforme adotado no dimensionamento PIANC);

- Durante o cruzamento, a velocidade de navegação deve ser reduzida e o rumo direcionado a boreste com antecedência e considerando os bons princípios da marinha, até uma distância segura;
- Nos estudos de simulações náuticas e manobrabilidade futuros, caso apontem como medida adicional de segurança da navegação que uma das embarcações lance ferro a boreste da margem da hidrovia, para permitir a passagem da outra embarcação, mantendo uma fora do caminho da outra;
- Em toda manobra, especialmente próximos as curvas, deverá se emitir o sinal sonoro apropriado;
- As embarcações devem utilizar defensas a contrabordo e proa, para amortecimento, em caso de eventual abalroamento;
- Não são permitidas ultrapassagens na hidrovia.

### 3.6. Folga abaixo da quilha (FAQ)

A folga abaixo da quilha (FAQ) consiste na distância entre o ponto mais baixo da quilha, peça estrutural situada no casco de uma embarcação, e o fundo marinho. Representa a margem de segurança para evitar o encalhe da embarcação ou a colisão desta com o relevo submarino ou com objetos submersos (NORMAM 224 /DPC, 2021). A Figura 24 ilustra a relação do FAQ e calado do navio.

**Figura 24. Conceitos relacionados ao calado e FAQ do navio**



Fonte: FAZCOMEX (2023)

Assim, para delimitação do FAQ do projeto da hidrovia, os seguintes fatores de segurança foram definidos (Santos *et al.*, 2022), que estão ilustrados na Figura 25:

- Tolerância para incertezas no calado estático;
- Alterações na massa específica da água;
- Efeito *squat*, incluindo o *trim* dinâmico;
- Inclinação dinâmica em razão de vento e a guinadas;
- Tolerância para a resposta às ondas;
- FAQ líquida.

**Figura 25. Fatores associados a profundidade do canal de acesso**



Fonte: SANTOS *et al.* (2022) adaptado de PIANC (2014)

No contexto do projeto básico, foram considerados:

$$FAQ_{HIDROVIA} = 0,20 \text{ metros para fundo não rochoso}$$

$$FAQ_{HIDROVIA} = 0,40 \text{ metros para fundo rochoso}$$

Cabe observar que os estudos do DNIT (2014) e da JICA também sugerem a adoção mínima da FAQ em 0,20 metros.

### 3.7. Taludes de projeto

Para a definição da seção do canal de navegação foram adotadas as recomendações da PIANC (2014), considerando que a via se destina ao tráfego em uma única direção, permitido o cruzamento com procedimentos operacionais e de segurança aqui

sugeridos, e os cruzamentos limitados às zonas onde a largura e a profundidade natural do rio permitam as manobras com segurança.

Dessa forma, foi adotada uma seção trapezoidal com 45 metros na soleira e margens inclinadas conforme o equilíbrio do material encontrado.

- Talude de dragagem nos canais e bacias de evolução= 1:3 (V:H);
- Talude junto aos berços de atracação dos terminais fluviais= 1:0 (V:H);
- Talude de derrocagem = 1:2 (V:H).

O Ministério de Pesca e Oceanos do Canadá propõe que a seleção de uma inclinação lateral adequada é necessária para reduzir a manutenção da via navegável e para a proteção das embarcações. Para minimizar os danos no casco, recomenda-se um declive lateral máximo de 1:1 (Tabela 9), de modo a permitir algum movimento da embarcação para cima da margem em caso de colisão.

**Tabela 9. Inclinação lateral recomendada por tipo de solo**

Material do subleito	Inclinação lateral
Rocha firme	1:1
Rocha fissurada, rocha mais ou menos desintegrada	1:1
Solo argiloso, firme	1:1
Cascalho cimentados, solos argilosos rígidos	1:1
Solo argiloso médio	3:2
Argila firme	3:2
Arenoso solto	2:1
Solo muito arenoso	3:1
Areia e cascalho, sem ou com poucos finos	3:1 – 4:1
Areia e cascalho com finos	4:1 – 5:1
Terra de lama e de turfa	4:1
Silte	6:1 – 8:1

Fonte: Elaboração própria (2024) adaptado de Ministério de Pesca e Oceanos do Canadá

O derrocamento tem a finalidade de permitir a implantação da profundidade de 2,5 metros na largura de 45 metros. As margens ficarão inclinadas, conforme a acomodação natural do terreno, na razão estimada de 2 metros na horizontal para cada 1 metro escavado na vertical (1:2), sem tolerâncias a serem consideradas.



A dragagem tem a finalidade de permitir a implantação da profundidade de 2,3 metros na largura de 45 metros. As margens ficarão inclinadas, conforme a acomodação natural do terreno, na razão estimada de 3 metros na horizontal para cada 1 metro escavado na vertical (1:3), sem tolerâncias a serem consideradas.

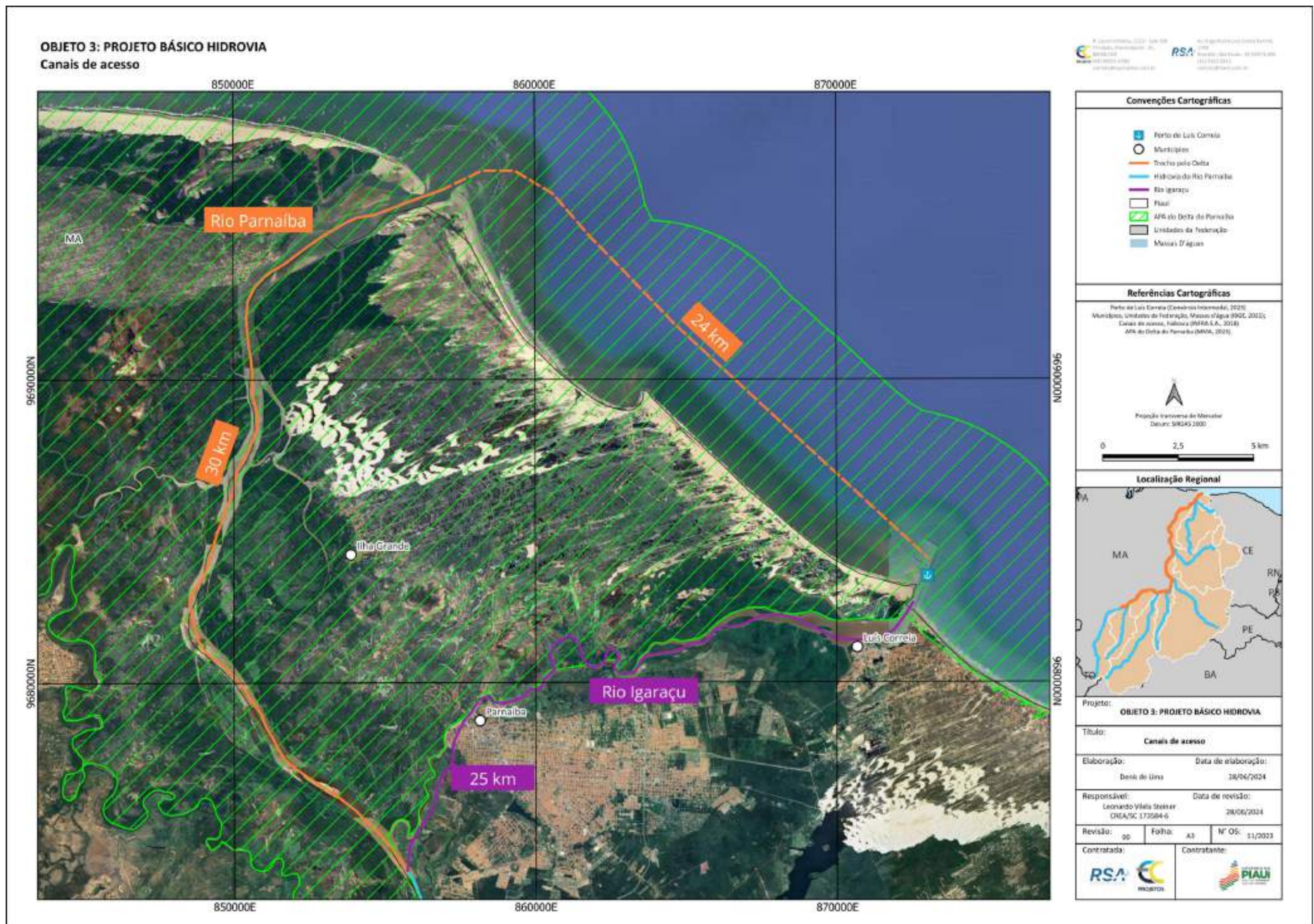


### **3.8. Análise de alternativa do canal para acesso ao porto**

A chegada ao porto de Luís Correia poderá ser realizada através do rio Igaraçu, que se conecta ao Parnaíba, ou através do próprio mar, pelo Delta do Parnaíba, onde nesse caso a hidrovía se desenvolveria apenas pelo Rio Parnaíba, como pode ser observado através do mapa que segue.



Figura 27. Alternativas de traçado da hidrovia para chegada no Porto de Luís Correia.





Para ser determinada a melhor alternativa, foi adotado o *Analytical Hierarchy Process* (AHP) para avaliação de critérios e escolha da melhor alternativa para acesso ao porto. O AHP foi desenvolvido por Saaty (1990) e tem como princípio a avaliação pareada de critérios para escolha de alternativas sob a forma de árvores hierárquicas de decisão que resultam da pontuação de um parâmetro frente a outro (SAATY, 1990). As pontuações variam de 1 a 9 e são arbitradas de acordo com o corpo técnico que está conduzindo a análise, conforme mostra a Tabela 10 (SAATY, 2005).

**Tabela 10. Classes de importância a serem atribuídas na avaliação AHP.**

Valor	Importância	Definição
1	Igual importância	Dois parâmetros contribuem igualmente
3	Importância moderada de um sobre o outro	Experiência e julgamento favorecem levemente um parâmetro a outro
5	Importância grande ou essencial	Experiência e julgamento favorecem fortemente um parâmetro a outro
7	Importância muito grande	Um parâmetro é muito fortemente favorecido em relação a outro
9	Importância extrema	Quando as evidências entre um parâmetro e outro atingem o nível máximo
2,4,6,8	Valores intermediários entre as escalas principais	Quando há dúvida ou necessidade de ponderação entre as escalas

Fonte: Adaptado de Saaty (1990).

Elaboração própria.

O vetor prioridade, neste relatório, foi calculado pela média dos elementos da linha dividido por um termo de normalização. A Tabela 11 apresenta um exemplo de matriz de comparação.

**Tabela 11. Exemplo da matriz de comparação.**

Critérios	C1	C2	C3	C5	C5	Prioridades
C1	1	1/5	3	1/3	3	0,161
C2	5	1	3	3	3	0,423
C3	1/3	1/3	1	1/3	1	0,087
C4	3	1/3	3	1	3	0,241
C5	1/3	1/3	1	1/3	1	0,087
Soma						1,000

Elaboração própria.

Na etapa final, os valores de importância são utilizados para ponderação dos critérios que se transformam em indicadores para ranquear as alternativas. A valoração de cada

critério seguiu a escala de Likert, considerando-se pontuações qualitativas ou quantitativas de até 05 (cinco) tipos (LIKERT, 1932).

Nesse sentido, a avaliação das alternativas de chegada da hidrovia ao Porto de Luís Correia considerará dois aspectos principais: características de engenharia e questões socioambientais. Nas características de engenharia serão ponderados fatores construtivos exigidos por ambas as opções que demandarão maiores esforços e, conseqüentemente, afetarão os custos finais de implantação do empreendimento.

Já nas questões socioambientais serão avaliadas questões relevantes à manutenção do meio ambiente equilibrado e possíveis perturbações que a implantação e operação da hidrovia no trecho avaliado possa causar.

### 3.8.1. AHP Engenharia

Para a valoração do AHP de engenharia, foram definidos 04 (quatro) critérios:

- Largura do canal;
- Profundidade;
- Dificuldade de navegação;
- Distância e tempo.

Estes foram analisados par a par para a determinação das prioridades (Tabela 12) e, posteriormente, foram ponderados em escalas de 1 (pior) e 2 (melhor) (Tabela 13) para gerar os indicadores finais que, somados, representam o valor do AHP correspondente à área temática de engenharia (Tabela 14). Vale ressaltar que, para os indicadores finais, os valores de prioridade foram normalizados e multiplicados por 10, para facilitar a visualização e interpretação dos resultados, variando assim entre 1 e 10.

**Tabela 12. Critérios e valoração - Engenharia.**

Critérios	Largura do canal	Profundidade	Dificuldade de navegação	Distância e tempo	Prioridades
Largura do canal	1,00	3,00	3,00	7,00	0,487
Profundidade	0,33	1,00	5,00	5,00	0,308
Dificuldade de navegação	0,33	0,20	1,00	5,00	0,154
Distância e tempo	0,14	0,20	0,20	1,00	0,050

Elaboração Própria.

**Tabela 13. Ponderação qualitativa dos critérios entre alternativas- Engenharia.**

Critério	Alternativa 1 - Delta	Alternativa 2 - Igaraçu
Largura do canal	2	1
Profundidade	2	1
Dificuldade de navegação	2	1
Distância e tempo	1	2

Elaboração Própria.

**Tabela 14. Indicadores finais de priorização dos critérios - Engenharia.**

Critério	Alternativa 1 - Delta	Alternativa 2 - Igaraçu
Largura do canal	3,249	1,625
Profundidade	2,055	1,027
Dificuldade de navegação	1,027	0,513
Distância e tempo	0,168	0,336
<b>TOTAL</b>	<b>6,499</b>	<b>3,501</b>

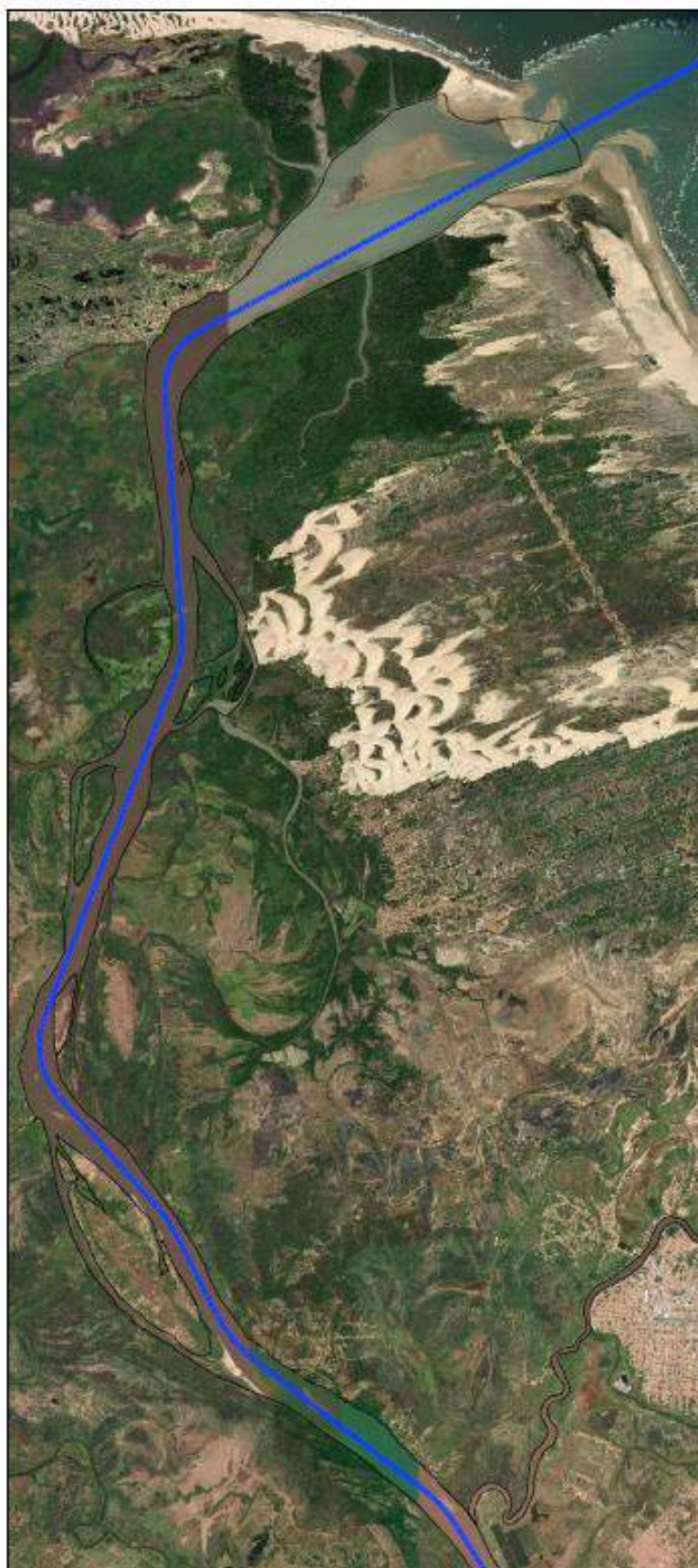
Elaboração Própria.

As seções posteriores apresentam as justificativas para as ponderações realizadas para cálculo do indicador final de priorização.

#### 3.8.1.1. Largura do canal

Conforme apresentado na seção 3.2, o canal de navegação, determinado em função principalmente do comboio-tipo, possui uma largura de 45 metros. No entanto, além desse valor, deve ser considerado o talude de projeto relacionado a dragagem (vide seção 3.7), que acaba acarretando retirada de material adicional. No caso do canal projetado, deve ser considerada uma faixa de 58,80 metros. Assim, caso a largura do trecho seja inferior a esse valor, serão necessárias obras de alargamento do rio. Conforme pode ser observado na Figura 28, a alternativa 1 não apresenta problemas de largura em nenhum dos segmentos, diferentemente da alternativa 2 (0).

**Figura 28. Desenho do canal na Alternativa 1**



Fonte: Elaboração própria.



Na alternativa 2 em pelo menos um dos pontos haverá a necessidade de alargamento do rio, uma vez que o traçado do canal passa por um empreendimento existente (VM Marina Club). Assim, estima-se a necessidade de remoção de uma área aproximada 9.947,42 m<sup>2</sup> da margem do rio, que representa um volume aproximado de 25 mil m<sup>3</sup>.

**Figura 29. Desenho do canal na Alternativa 2.**



Fonte: Elaboração própria

Além disso, há uma tendência de haver necessidade de mais remoção de margem do rio, em função dos cruzamentos na hidrovia. Como o traçado do rio Igarauçu possui muitas curvas e uma largura reduzida, a princípio haveria a necessidade de se considerar sobrelarguras em alguns segmentos para garantir a segurança durante o cruzamento das embarcações, ou a criação de regras de operação, onde seria permitido que apenas uma embarcação navegaria no rio por vez. No entanto, isso acarreta uma menor capacidade da hidrovia como um todo, aumentando assim os custos operacionais.

Portanto, assumiu-se que para esse critério, a alternativa 1 é mais vantajosa que a alternativa 2.

### **3.8.1.2. Profundidades atuais das alternativas**

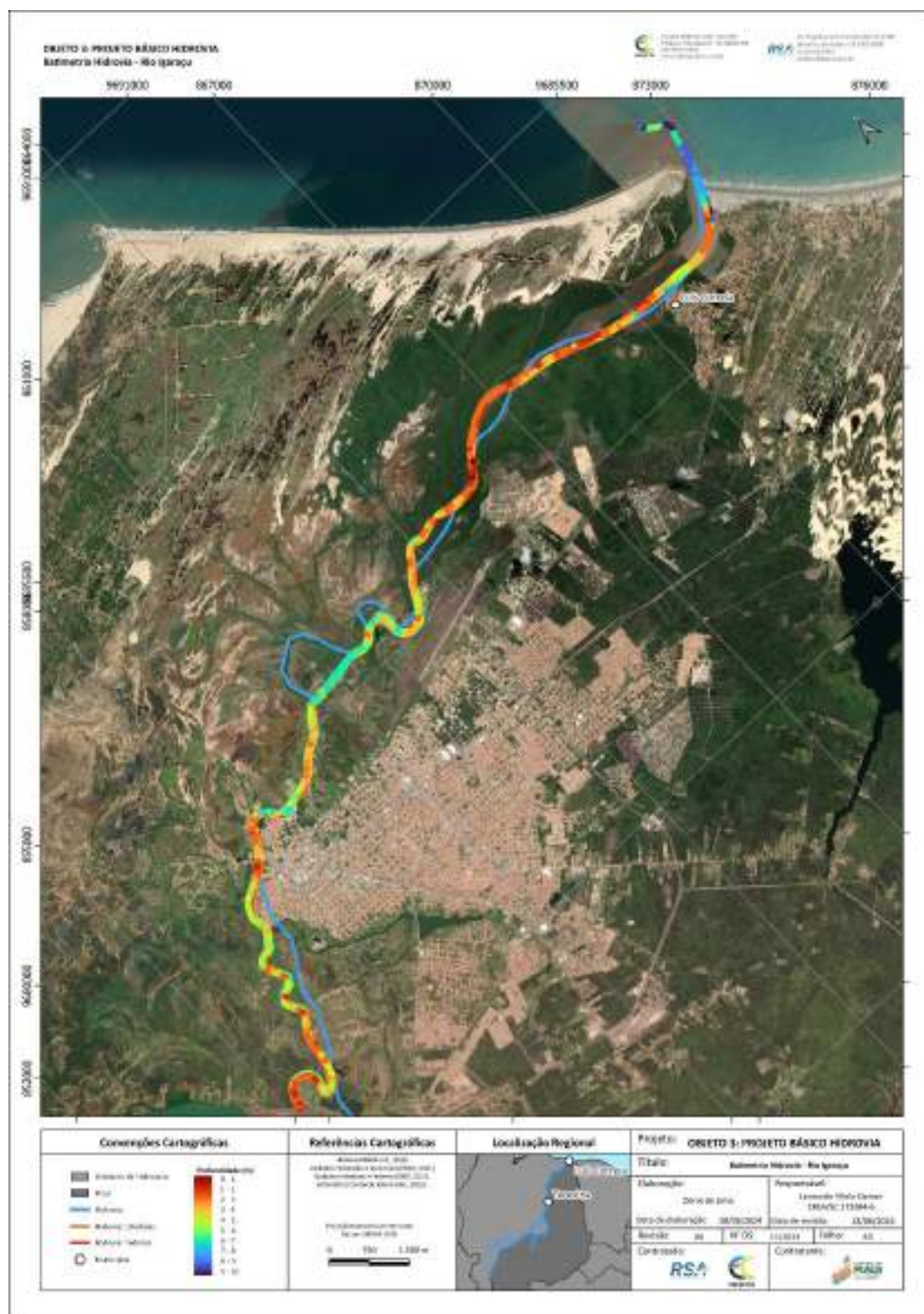
Em ambas as alternativas haverá a necessidade de realização de obras de dragagens em alguns pontos. De forma geral, o rio Parnaíba (alternativa 1) possui profundidades reduzidas próximo à bifurcação com o Igaraçu, aumentando à medida que se aproxima do Oceano Atlântico. A Figura 30 traz as profundidades encontradas na batimetria realizada, salientando que ela foi realizada em período de seca.

No caso do rio Igaraçu, ele possui profundidades reduzidas no entroncamento com o rio Parnaíba e também no trecho após o município de Parnaíba e antes de Luís Correia, quando aumenta a profundidade, principalmente próximo ao terminal pesqueiro, que recentemente recebeu obras de dragagem. É importante mencionar que a batimetria realizada foi na época de cheia.





**Figura 31. Profundidades do rio Igaraçu (na cheia)**



Fonte: Elaboração própria

### 3.8.1.3. Dificuldades de navegação

No trecho pelo rio Parnaíba o traçado contempla poucas curvas, com grandes raios, sendo a maior parte do trecho composto por segmentos retilíneos. Ao chegar ao mar, a

navegação passa a ser por área não abrigada. No entanto, além de o trecho ser curto, a embarcação-tipo adotada é preparada para esse tipo de navegação.

No caso do rio Igaraçu, observa-se que o traçado possui muitas curvas, principalmente no início (na bifurcação com o Parnaíba). Muitas dessas curvas possuem raios inferiores aos adotados no restante do canal, ou seja, de 400 metros. Um dos piores casos observados é justamente na bifurcação com o rio Parnaíba, onde possivelmente haverá a necessidade de corte de material, em uma área de aproximadamente 44 mil metros quadrados, que corresponde a um volume superior a 101 mil metros cúbicos, como destacado na Figura 32. Além disso, nessa área possui exploração comercial (peixes e camarões de cativeiro), havendo a necessidade de desapropriação, aumentando o custo do investimento.

O Anexo E traz as pranchas que mostram as curvas que possuem raios menores do que os estipulados no projeto.

**Figura 32. Curvas acentuadas na bifurcação do Parnaíba com o Igaraçu**



Fonte: Elaboração própria

### 3.8.1.4. Distância e tempo

A alternativa 1 possui uma distância de 30 quilômetros a serem percorridos no rio Parnaíba e 24 quilômetros no mar, resultado em uma extensão de 54 quilômetros, enquanto na alternativa 2 esse valor é inferior, totalizando 25 quilômetros.

Além da distância em si, deve ser considerado o tempo de percurso, uma vez que conforme mencionado na seção anterior, a alternativa 2 possui um traçado mais sinuoso, o que culmina em uma velocidade média menor, e consequentemente em um tempo de travessia que pode acabar sendo maior.

A velocidade de cruzeiro da embarcação é de 9 nós, no entanto, essa é uma velocidade em corrida livre. Quando se está navegando em um trecho sinuoso, a velocidade é menor, e fica a cargo do comandante, que reduz a velocidade, baixando a rotação do motor e ajustando conforme o raio da curva, velocidade do rio, ventos, dentre outros.

Assim, a título de estimativas, foram calculados os tempos de percurso dos segmentos que compõem as duas alternativas, tendo sido considerado:

- Velocidade no Igaraçu: 3 nós (5,6 km/h);
- Velocidade no Parnaíba: 5 nós (9,3 km/h);
- Velocidade no oceano: 8 nós (14,8 km/h).

Nesse contexto, a Tabela 15 traz os tempos estimados para cada alternativa, onde observa-se que embora a alternativa 1 ainda tenha um tempo de percurso superior em função da extensão maior, a diferença é de pouco mais de 20 minutos, tempo irrisório em termos do tempo total da rota.

**Tabela 15. Estimativa de tempos de navegação por alternativa**

Alternativa	Segmento	Extensão (km)	Velocidade (nós)	Tempo (min)
1	Parnaíba	30	5	194
	Oceano	24	8	97
	Total			291
2	Igaraçu	25	3	270

Fonte: Elaboração própria

### 3.8.2. AHP Socioambiental

Para a valoração do AHP do meio socioambiental, os 05 (cinco) critérios das duas opções de acesso ao canal, foram analisados par a par, de modo que foram definidas 03 (três) categorias para cada critério:

- Unidades de conservação;
- População;
- Ocupação das margens;
- Turismo;
- Percentual de área urbanizada.

Estes foram analisados par a par para a determinação das prioridades (Tabela 16) e, posteriormente, foram ponderados em escalas entre 1 e 3 (Tabela 17 e Tabela 18) para gerar os indicadores finais que, somados, representam o valor do AHP correspondente à área temática socioambiental (Tabela 19). Vale ressaltar que, para os indicadores finais, os valores de prioridade foram normalizados e multiplicados por 10, para facilitar a visualização e interpretação dos resultados, variando assim entre 1 e 10.

**Tabela 16. Critérios e valoração - Socioambiental.**

Critérios	Unidade de Conservação	População	Ocupação das margens	Turismo	Percentual de área urbanizada	Prioridades
Unidade de Conservação	1,00	3,00	3,00	3,00	3,00	0,367
População	0,33	1,00	5,00	3,00	3,00	0,269
Ocupação das margens	0,33	0,20	1,00	5,00	3,00	0,185
Turismo	0,33	0,33	0,20	1,00	3,00	0,109
Percentual de área urbanizada	0,33	0,33	0,33	0,33	1,00	0,070

Elaboração Própria.

**Tabela 17. Categorização dos critérios para aplicação do método AHP - Socioambiental.**

Critério	Valoração		
	1	2	3
Unidade de Conservação	sim (>50%)	sim (<50%)	não
População	grande porte	médio porte	pequeno porte
Ocupação das margens	alta ocupação	média ocupação	baixa ocupação
Turismo	E e D	C e B	A

Critério	Valoração		
	1	2	3
Percentual de área urbanizada	> 75%	< 75% e > 25%	< 25%

Elaboração Própria.

**Tabela 18. Ponderação qualitativa dos critérios entre alternativas - Socioambiental.**

Critério	Alternativa 1 - Delta	Alternativa 2 - Igaraçu
Unidade de Conservação	1	2
População	3	1
Ocupação das margens	3	1
Turismo	2	1
Percentual de área urbanizada	3	2

Elaboração Própria.

**Tabela 19. Indicadores finais de priorização dos critérios - Socioambiental.**

Critério	Alternativa 1 - Delta	Alternativa 2 - Igaraçu
Unidade de Conservação	1,222	2,445
População	2,020	0,673
Ocupação das margens	1,388	0,463
Turismo	0,726	0,363
Percentual de área urbanizada	0,420	0,280
<b>TOTAL</b>	<b>5,776</b>	<b>4,224</b>

Elaboração Própria.

As seções posteriores apresentam as justificativas para as ponderações realizadas para cálculo do indicador final de priorização.

### 3.8.2.1. Unidades de Conservação

Ambas as alternativas de acesso ao porto, interceptam a Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba. A alternativa 1 banha o município de Ilha Grande/PI, que está 100% inserido na UC enquanto a Alternativa 2 banha, os municípios de Parnaíba/PI, inserido 20% na APA, e Luís Correia/PI, inserido 15% na Unidade de Conservação. Assim, sendo a alternativa 2 é mais vantajosa nesse requisito que a alternativa 1.

### 3.8.2.2. População

A alternativa 1 de acesso ao porto passa pelo município de Ilha Grande/PI, com população de 9.274 habitantes, classificado pelo IBGE como de Pequeno Porte I (IBGE, 2021, 2024). A alternativa 2 passa pelos municípios de Parnaíba/PI (162.159 habitantes) e Luís Correia/PI (30.641 habitantes), que somados totalizam 192.800 habitantes (IBGE,



2024). Parnaíba é classificado pelo IBGE como município de Grande Porte, enquanto Luís Correia é definido como de Pequeno Porte II (IBGE, 2021). Para fins de análise do melhor canal de acesso, optou-se por considerar somente o porte de Parnaíba, uma vez que dos 25 km do traçado da segunda alternativa, 22 km banham o município. A Tabela 20 apresenta os portes conforme classificação do IBGE.

**Tabela 20. Classificação do porte dos municípios**

Porte	Habitante
Pequeno Porte I	Até 20.000
Pequeno Porte II	Entre 20.001 até 50.000
Médio Porte	Entre 50.001 até 100.000
Grande Porte	entre 100.001 até 500.000
Metrópole	Acima de 500.00

Fonte: IBGE (2021). Elaboração Própria.

O fato de a alternativa 1 perpassar área com menor população habitada torna-a mais vantajosa nesse requisito pelo menor potencial de perturbação da dinâmica urbana já existente na localidade, em detrimento de outra que já possui ocupação urbana consolidada.

#### **3.8.2.3. Ocupação das margens**

As margens da Alternativa 1 apresentam uma baixa taxa de ocupação, com poucas áreas desmatadas e poucas atividades agropecuárias observadas em campo. Essa situação pode ser atribuída ao baixo adensamento populacional do município e ao fato de Ilha Grande estar 100% inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba, o que impõe restrições ao uso e ocupação do solo.

Já as margens da Alternativa 2 apresentam uma alta taxa de ocupação. As duas cidades piauienses banhadas pelo rio Igarçu, Parnaíba e Luís Correia, modificaram intensamente suas margens. Ao longo do traçado, são observadas atividades agropecuárias, centros urbanos e áreas de solo exposto. Em Parnaíba, encontram-se obras de infraestrutura como a Ponte Simplício Dias e projetos em andamento, como a conclusão da Ponte Geraldo Bolsonaro e as revitalizações das orlas da Praia da Pedra do Sal e da Avenida Beira-Rio e Lagoa do Portinho (ANDRADE, 2024; PINHEIRO, 2024; PORTAL O PIAUÍ, 2024)

#### **3.8.2.4. Turismo**

Em ambas as alternativas de acesso, há atrativos turísticos relacionados ao Delta do Parnaíba, ao litoral e ao rio. Para mensurar esse índice, foi utilizado o Mapa do Turismo

Brasileiro, um instrumento do Programa de Regionalização do Turismo que define áreas prioritárias para o desenvolvimento de políticas públicas pelo Ministério do Turismo. Os municípios são categorizados para identificar o desempenho da economia do setor, com base em cinco variáveis cruzadas em uma análise de cluster.

As categorias são: A (maior fluxo turístico e número de empregos e estabelecimentos no setor de hospedagem), B (fluxo turístico e número de empregos e estabelecimentos significativos, mas menores que os da categoria A), C (fluxo turístico moderado e número de empregos e estabelecimentos intermediários), D (fluxo turístico baixo e número de empregos e estabelecimentos reduzidos) e E (fluxo turístico muito baixo e número de empregos e estabelecimentos muito reduzidos).

O município de Ilha Grande apresenta índice de turismo do tipo D enquanto os municípios de Parnaíba e Luís Correia apresentam categoria B (BRASIL, 2024). Sendo assim, a alternativa 2 é menos vantajosa do que a alternativa 1 neste critério.

#### **3.8.2.5. Percentual de área urbanizada**

O município de Ilha Grande, banhado pela Alternativa 1, apresenta uma baixa porcentagem de urbanização, com apenas 2,99% de seu território urbanizado (IBGE 2024). Esse baixo índice pode ser atribuído à baixa população do município e ao fato de estar 100% inserido na Área de Proteção Ambiental (APA) do Delta do Parnaíba. Em contraste, os municípios banhados pela Alternativa 2 apresentam uma taxa de urbanização média. Parnaíba possui 46,43% de seu território urbanizado, enquanto Luís Correia tem 23,70% de urbanização.

Nesse aspecto, a implantação da Hidrovia do Parnaíba na região do Igarçu pode afetar a dinâmica urbana já existente no município de Parnaíba. Portanto, a alternativa 2 é menos vantajosa que a alternativa 1 neste critério.

#### **3.8.3. Alternativa escolhida**

Com a aplicação dos dois Métodos AHP, foi possível definir que a Alternativa 1 apresenta-se como a melhor opção para canal de acesso para o Porto de Luís Correia. Somando os dois métodos AHP realizados, tem-se 09 (nove) critérios, onde destes, a alternativa 1 se sobressai em 07 (sete). A Tabela 21 apresenta o valor somado de ambos os métodos AHP realizados.

**Tabela 21. Índice de prioridade final dos métodos AHP aplicados.**

Opção de canal de acesso	Engenharia	Socioambiental
Alternativa 1 - Delta	6,499	5,776
Alternativa 2 - Igaraçu	3,501	4,224

Elaboração Própria.

Portanto, mediante os critérios considerados, tem-se que a passagem pelo Delta é mais vantajosa na maior parte dos critérios de engenharia e socioambientais, pois sua implantação tende a incorrer em menores intervenções de engenharia e, consequentemente, menores perturbações ao meio ambiente nesse local. No entanto, há de se atentar ao fato de que a Hidrovia do Parnaíba passará pela unidade de conservação, a qual possui seu plano de manejo específico e já possui atividades ocorrendo em seu interior, como pesca, turismo e lazer.



## 4. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DA DRAGAGEM

Nesse capítulo serão apresentadas as informações acerca da dragagem a ser realizada na Hidrovia do Parnaíba, de forma que o canal esteja apto para ser navegável pela embarcação-tipo considerada.

### 4.1. Características do material dragado

O material a ser dragado foi avaliado quanto às suas características físico-químicas, por meio de *levantamento* e análise de qualidade dos sedimentos, conforme preconizam as Resoluções Conama nº 454/2012 e 420/2009 (BRASIL, 2009, 2012). As seções posteriores detalham a metodologia adotada para a condução dos levantamentos de campo e a discussão dos resultados.

Vale ressaltar que neste produto serão discutidos somente os resultados referentes à Hidrovia do Parnaíba, ou seja, dos pontos localizados nos rios Parnaíba e Igaraçu. Os pontos de monitoramento alocados na região do Porto de Luís Correia, na sua bacia de evolução, berços e canal de acesso, serão discutidos no “Produto 38 – Projeto Básico Porto”.

#### 4.1.1. Campanha de monitoramento

A campanha de monitoramento da qualidade de sedimentos foi realizada entre os dias 09/04/2024 e 20/04/2024 ao longo do Rio Parnaíba, Rio Igaraçu e Porto de Luís Correia, conforme mostra a Tabela 22, totalizando-se 11 dias de serviço. Ao todo, foram coletadas amostras de sedimento em 32 pontos ao longo dos Rios Parnaíba e Igaraçu, segundo ilustra a Figura 33.

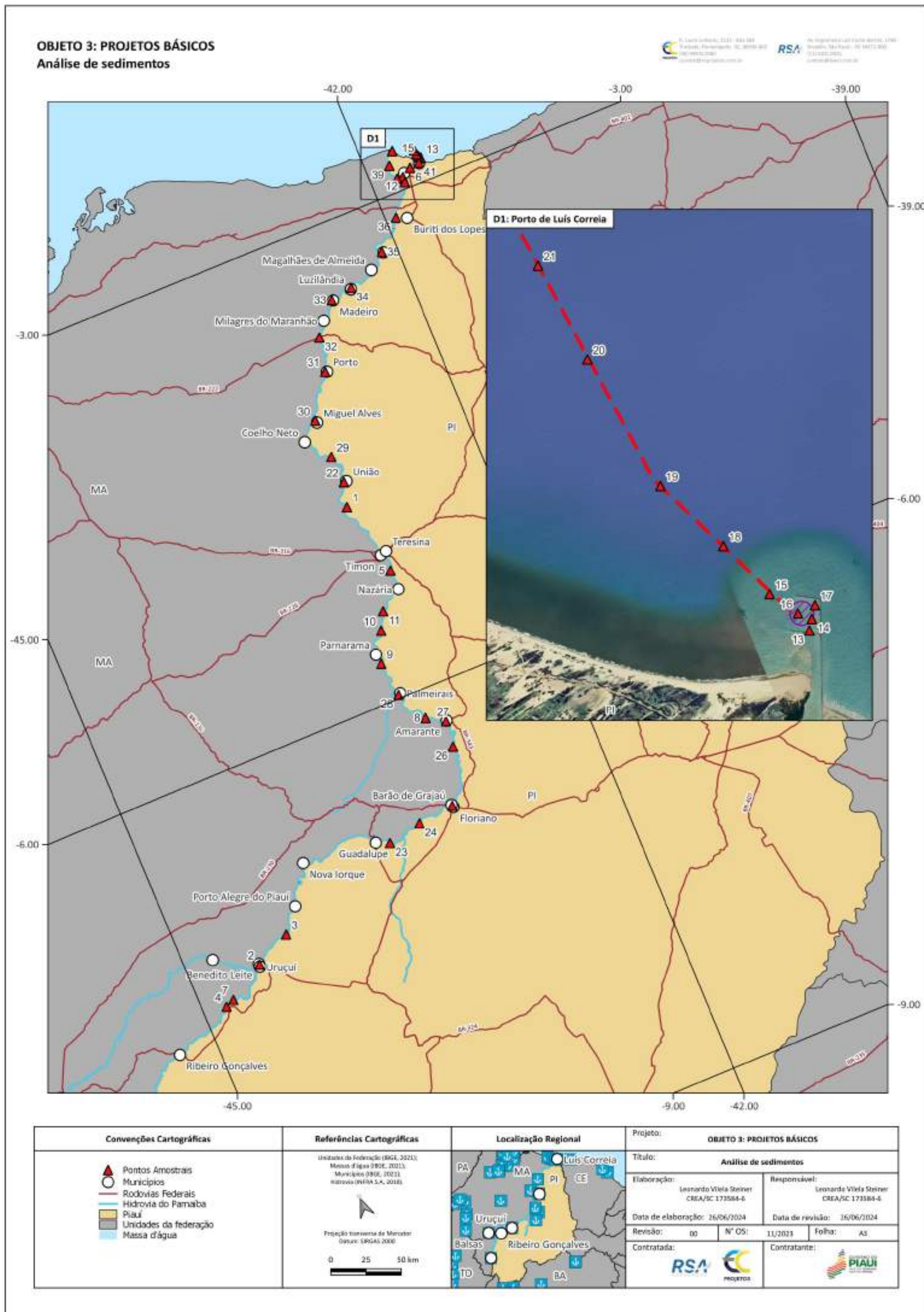
**Tabela 22. Período de coleta de amostras de sedimento.**

Dia de serviço	Data	Ponto	Obs.
01	09/04/2024	P13	Porto
01	09/04/2024	P14	Porto
01	09/04/2024	P15	Porto
01	09/04/2024	P16	Porto
01	09/04/2024	P17	Porto
01	09/04/2024	P18	Porto
01	09/04/2024	P19	Porto
01	09/04/2024	P20	Porto
01	09/04/2024	P21	Porto
01	09/04/2024	P41	Rio Igaraçu

Dia de serviço	Data	Ponto	Obs.
02	10/04/2024	P12	Rio Igaraçu
02	10/04/2024	P06	Rio Igaraçu
02	10/04/2024	P37	Rio Parnaíba
02	10/04/2024	P38	Rio Parnaíba
02	10/04/2024	P39	Rio Parnaíba
02	10/04/2024	P40	Rio Parnaíba
03	12/04/2024	P05	Rio Parnaíba
04	13/04/2024	P11	Rio Parnaíba
04	13/04/2024	P10	Rio Parnaíba
05	14/04/2024	P09	Rio Parnaíba
05	14/04/2024	P28	Rio Parnaíba
05	14/04/2024	P08	Rio Parnaíba
06	15/04/2024	P27	Rio Parnaíba
06	15/04/2024	P26	Rio Parnaíba
06	15/04/2024	P24	Rio Parnaíba
06	15/04/2024	P25	Rio Parnaíba
06	15/04/2024	P23	Rio Parnaíba
07	16/04/2024	P03	Rio Parnaíba
07	16/04/2024	P02	Rio Parnaíba
08	17/04/2024	P04	Rio Parnaíba
08	17/04/2024	P07	Rio Parnaíba
09	18/04/2024	P01	Rio Parnaíba
09	18/04/2024	P22	Rio Parnaíba
09	18/04/2024	P29	Rio Parnaíba
09	18/04/2024	P30	Rio Parnaíba
10	19/04/2024	P31	Rio Parnaíba
10	19/04/2024	P32	Rio Parnaíba
10	19/04/2024	P33	Rio Parnaíba
10	19/04/2024	P34	Rio Parnaíba
10	19/04/2024	P36	Rio Parnaíba
11	20/04/2024	P35	Rio Parnaíba

Elaboração própria.

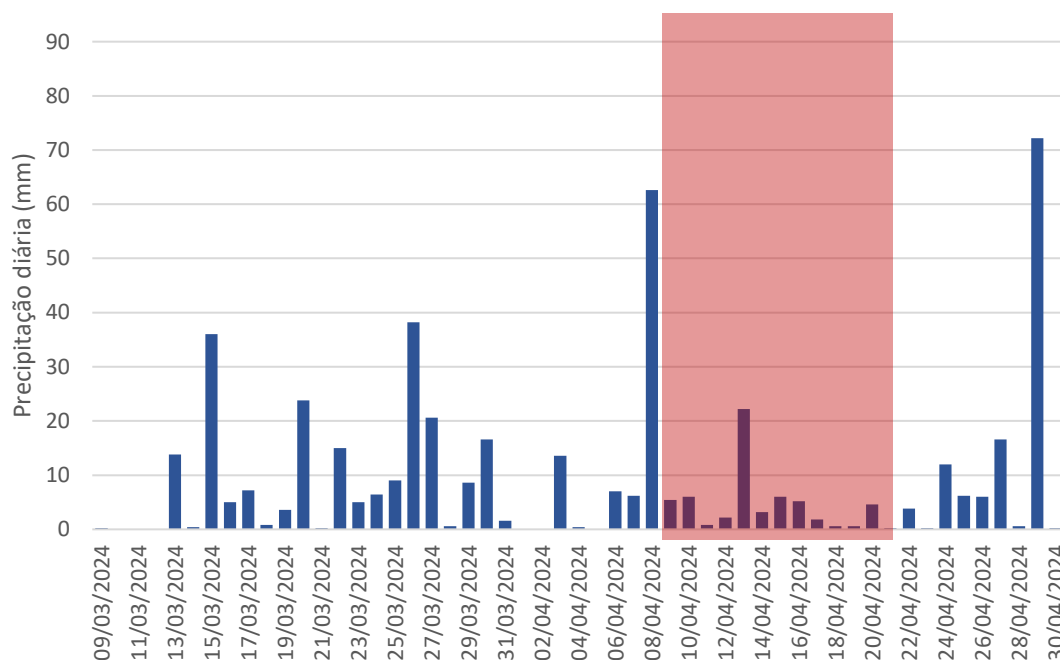
Figura 33. Pontos de monitoramento de sedimentos.





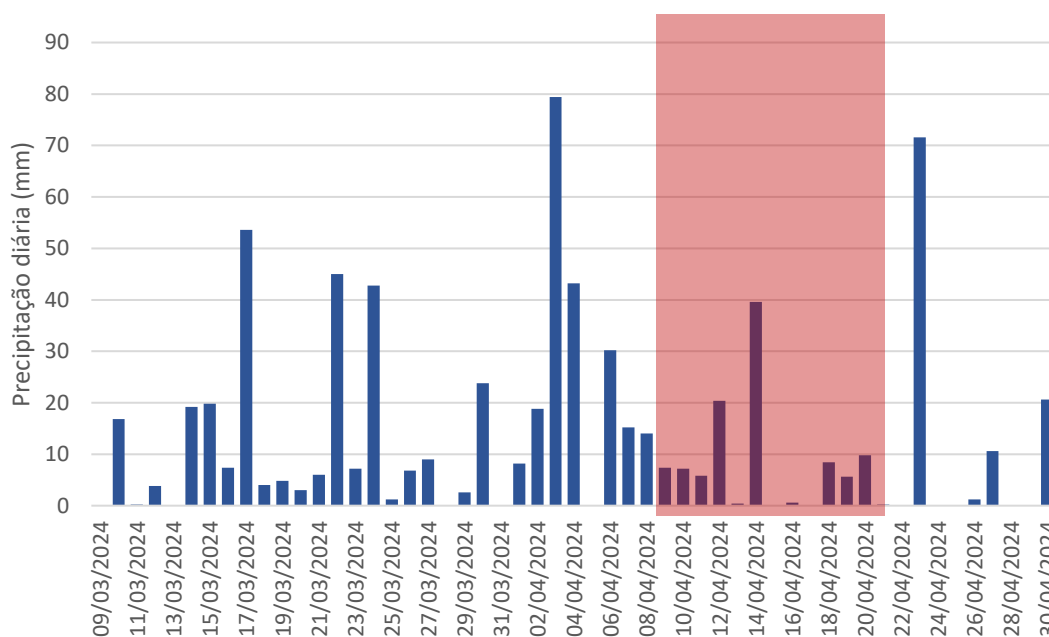
As coletas ocorreram em período de estação chuvosa, a qual tende a se encerrar no mês de maio, dando lugar à estação seca. A Figura 34, Figura 35 e Figura 36 apresentam os volumes de precipitação diários observados entre os dias 09/03/2024 e 30/04/2024 em estações pluviométricas localizadas nos municípios de Parnaíba, Teresina e Uruçuí (INMET, 2024). As colunas em vermelho indicam o período de realização da amostragem.

**Figura 34. Regime de chuvas observados na Estação A308-Parnaíba.**

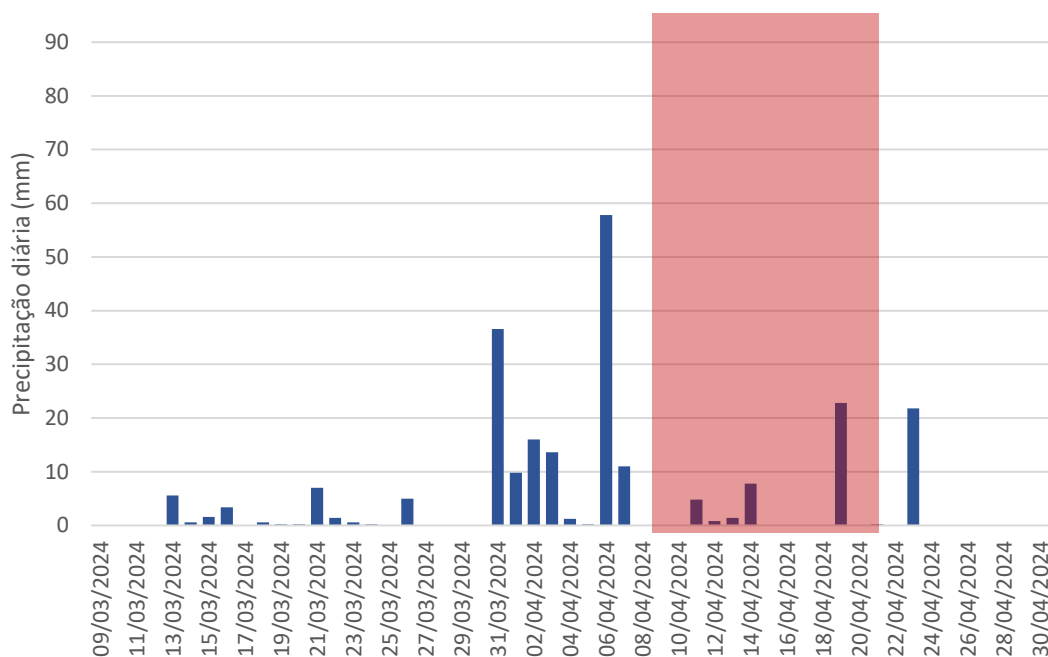


Fonte: INMET (2024). Elaboração Própria.

**Figura 35. Regime de chuvas observado na Estação A318-Teresina.**



Fonte: INMET (2024). Elaboração Própria.

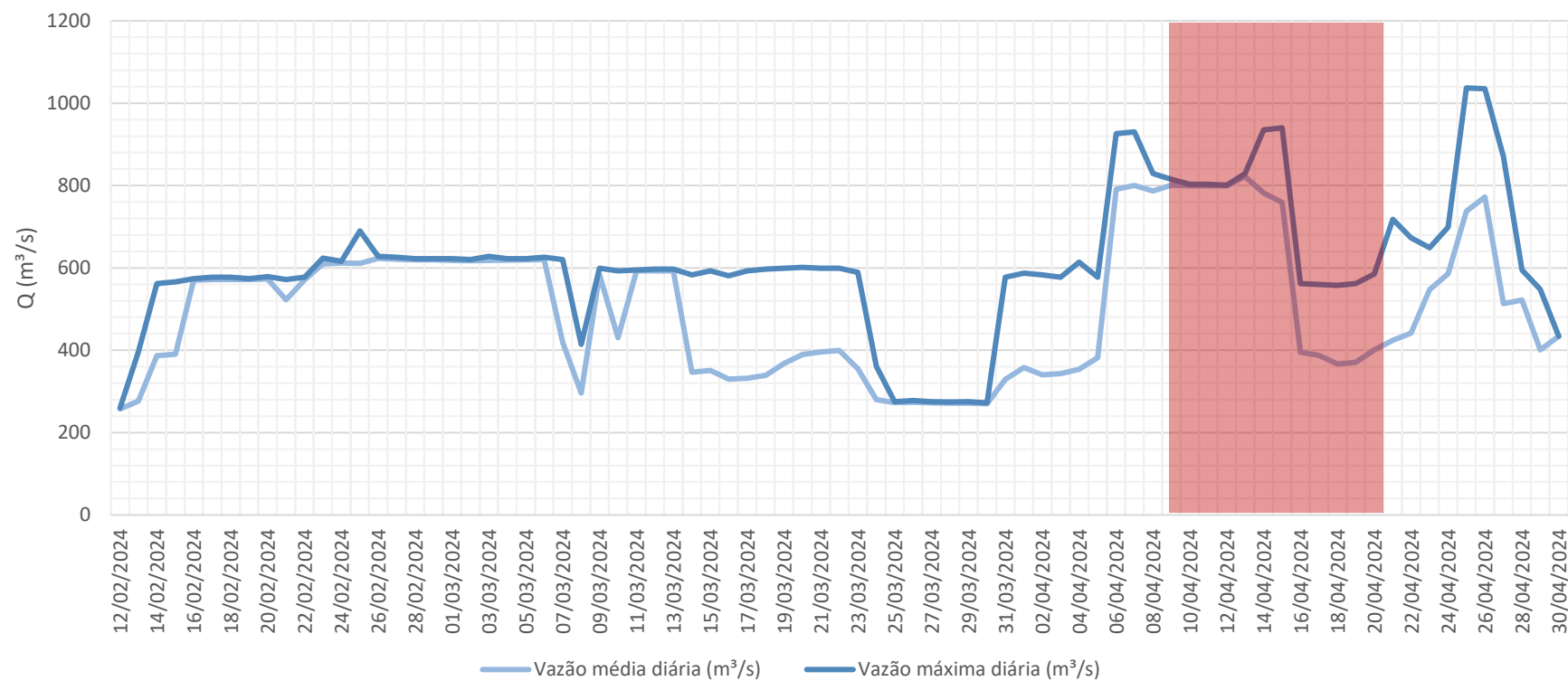
**Figura 36. Regime de chuvas observado na Estação A346-Uruçuí.**

Fonte: INMET (2024). Elaboração Própria.

Como se vê, nos dias anteriores à amostragem observou-se precipitação diária significativa, da ordem de 80 mm na estação localizada em Teresina. Mesmo padrão foi observado nas restantes, porém em patamares próximos de 60 mm. Também foi observada precipitação no decorrer dos dias de coleta, em níveis que chegaram a 40 mm. Esses dados são importantes pois poderão explicar possíveis variações de concentração de parâmetros entre amostras, a depender da sua localização ao longo do rio, já que períodos de precipitação intensa tendem a aumentar a vazão observada no rio e, conseqüentemente, influenciar no transporte e disposição de sedimentos em seu leito.

Em termos de vazão, a Figura 37 apresenta as vazões e cotas registradas no Rio Parnaíba para o período entre 01/02/2024 e 30/04/2024 na Estação nº 34219080-UHE BOA ESPERANÇA, localizada à jusante da barragem de Boa Esperança, com base nas informações extraídas do sistema HIDROWEB da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (ANA, 2024). Como se vê, no período de realização das coletas as vazões máximas diárias registradas na estação ultrapassaram patamares de 900 m³/s o que, conforme já discutido em termos de precipitação, também pode influenciar nos resultados das análises de sedimentos.

Figura 37. Regime de vazões observados na Estação nº 34219080.



Fonte: ANA (2024).  
Elaboração própria.



#### 4.1.2. Parâmetros

Os parâmetros analisados dão conta da série físico-química presente nas Resoluções Conama nº 454/2012 e 420/2009 (BRASIL, 2009, 2012) e resumidos na Tabela 23 por tipo de parâmetro: metais, compostos orgânicos voláteis (VOC), compostos orgânicos semivoláteis (SVOC) e granulometria. As amostras foram coletadas em duplicata para diminuir possíveis erros oriundos do próprio processo de coleta, preservação e transporte das amostras.

**Tabela 23. Parâmetros avaliados no levantamento de sedimentos.**

Classificação	Parâmetro	Unidade	LQ
-	Carbono Orgânico	%	1
-	Fósforo	mg/kg	0,25
-	Nitrogênio Kjeldahl Total	mg/kg	---
-	Nitrogênio nítrico	mg/kg	1,136
Granulometria	Areia Total	g/kg	0,5
Granulometria	Classificação Textural	---	---
Granulometria	Fração Areia Fina	g/kg	0,5
Granulometria	Fração Areia Grossa	g/kg	0,5
Granulometria	Fração Areia Média	g/kg	0,5
Granulometria	Fração Areia Muito Fina	g/kg	0,5
Granulometria	Fração Areia Muito Grossa	g/kg	0,5
Granulometria	Fração Argila	g/kg	0,5
Granulometria	Fração Silte	g/kg	0,5
Metais	Alumínio	mg/kg	2,5
Metais	Antimônio	mg/kg	0,2
Metais	Arsênio	mg/kg	0,25
Metais	Bário	mg/kg	0,25
Metais	Boro	mg/kg	5
Metais	Cádmio	mg/kg	0,15
Metais	Chumbo	mg/kg	0,25
Metais	Cobalto	mg/kg	0,15
Metais	Cobre	mg/kg	0,25
Metais	Cromo	mg/kg	0,25
Metais	Ferro	mg/kg	2,5
Metais	Manganês	mg/kg	0,25
Metais	Mercúrio	mg/kg	0,01
Metais	Molibdênio	mg/kg	0,25
Metais	Níquel	mg/kg	0,25
Metais	Prata	mg/kg	0,25

Classificação	Parâmetro	Unidade	LQ
Metais	Selênio	mg/kg	0,25
Metais	Vanádio	mg/kg	0,25
Metais	Zinco	mg/kg	0,25
SVOC	1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	mg/kg	0,0025
SVOC	1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	mg/kg	0,0015
SVOC	1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	mg/kg	0,0025
SVOC	2,3,4,5-Tetraclorofenol	mg/kg	0,0025
SVOC	2,3,4,6-Tetraclorofenol	mg/kg	0,0025
SVOC	2,4,5-Triclorofenol	mg/kg	0,025
SVOC	2,4,6 Triclorofenol	mg/kg	0,025
SVOC	2,4-Diclorofenol	mg/kg	0,025
SVOC	2-Clorofenol	mg/kg	0,025
SVOC	2-Metilnaftaleno	µg/kg	2,5
SVOC	3,4 Diclorofenol	mg/kg	0,0025
SVOC	Acenafteno	µg/kg	2,5
SVOC	Acenaftileno	µg/kg	2,5
SVOC	Aldrin	mg/kg	0,0025
SVOC	alfa-BHC (HCH-alfa)	µg/kg	0,25
SVOC	Antraceno	µg/kg	2,5
SVOC	Benzo (a) Pireno	µg/kg	2,5
SVOC	Benzo (g,h,i) Perileno	mg/kg	0,0025
SVOC	Benzo (k) fluoranteno	mg/kg	0,0025
SVOC	Benzo(a) Antraceno	µg/kg	2,5
SVOC	Bis(2-etilhexil)ftalato	mg/kg	0,025
SVOC	Clordano(alfa)	µg/kg	0,25
SVOC	Clordano(gama)	µg/kg	0,25
SVOC	Cresóis	mg/kg	0,025
SVOC	Criseno	mg/kg	0,0025
SVOC	DDD	mg/kg	0,0025
SVOC	DDE	mg/kg	0,0025
SVOC	DDT	mg/kg	0,0025
SVOC	Dibenzo (a,h) Antraceno	mg/kg	0,0025
SVOC	Dieldrin	mg/kg	0,0025
SVOC	Dimetilftalato	mg/kg	0,025
SVOC	Di-n-butilftalato	mg/kg	0,025
SVOC	Endrin	mg/kg	0,0025
SVOC	Fenantreno	mg/kg	0,0025
SVOC	Fenol	mg/kg	0,025

Classificação	Parâmetro	Unidade	LQ
SVOC	Fluoranteno	µg/kg	2,5
SVOC	Fluoreno	µg/kg	2,5
SVOC	HCH beta	mg/kg	0,0015
SVOC	HCH(beta-HCH)	µg/kg	0,25
SVOC	HCH(delta-HCH)	µg/kg	0,25
SVOC	HCH(gama-HCH/Lindano)	µg/kg	0,25
SVOC	Hexaclorobenzeno	mg/kg	0,0025
SVOC	Indeno(1,2,3-c,d)Pireno	mg/kg	0,0025
SVOC	Lindano	mg/kg	0,0025
SVOC	Naftaleno	µg/kg	2,5
SVOC	Naftaleno	mg/kg	0,0025
SVOC	PAHs Total	µg/kg	2,5
SVOC	PCBs Total	mg/kg	0,0025
SVOC	Pentaclorofenol	mg/kg	0,025
SVOC	Pireno	µg/kg	2,5
SVOC	Tributilestanho	µg/kg	5
VOC	1,1,1-Tricloroetano	mg/kg	0,001
VOC	1,1-Dicloroetano	mg/kg	0,001
VOC	1,1-Dicloroeteno (1,1-Dicloroetileno)	mg/kg	0,001
VOC	1,2,3-Triclorobenzeno	mg/kg	0,001
VOC	1,2,4-Triclorobenzeno	mg/kg	0,001
VOC	1,2-Diclorobenzeno	mg/kg	0,001
VOC	1,2-Dicloroetano	mg/kg	0,001
VOC	1,3,5-Triclorobenzeno	mg/kg	0,001
VOC	1,3-Diclorobenzeno	mg/kg	0,001
VOC	1,4-Diclorobenzeno	mg/kg	0,001
VOC	Benzeno	mg/kg	0,001
VOC	cis-1,2-Dicloroeteno	mg/kg	0,001
VOC	Cloreto de Vinila	mg/kg	0,001
VOC	Clorobenzeno (Monoclorobenzeno, Clorobenzeno-mono)	mg/kg	0,001
VOC	Clorofórmio	mg/kg	0,001
VOC	Diclorometano (Cloreto de Metileno)	mg/kg	0,001
VOC	Estireno	mg/kg	0,001
VOC	Etilbenzeno	mg/kg	0,001
VOC	Tetracloroeto de Carbono	mg/kg	0,001
VOC	Tetracloroeteno (Tetracloroetileno;Tetracloroetileno-PCE)	mg/kg	0,001
VOC	Tolueno	mg/kg	0,001



Classificação	Parâmetro	Unidade	LQ
VOC	trans-1,2-Dicloroeteno	mg/kg	0,001
VOC	Tricloroeteno (Tricloroetileno; Tricloroetileno TCE; 1,1,2-	mg/kg	0,001
VOC	Xilenos	mg/kg	0,001

Legenda: (LQ) Limite de quantificação.

Fonte: Brasil (2009, 2012).

Elaboração própria.

Além disso, em todos os pontos monitorados foram realizadas análises de toxicidade aguda e crônica com organismos teste para água doce nos pontos localizados no Rio Parnaíba e Igaracu (*Vibrio Fischeri*) e água salina/salobra (*Echinometra lucunter*) para os pontos localizados na região do Porto de Luís Correia, seguindo-se os padrões das normas ABNT NBR 15350:2020 e ABNT NBR 15411-3:2012 (ABNT, 2020, 2021). Os organismos testes utilizados e o ambiente ao qual foram aplicados constam na Tabela 24.

**Tabela 24. Características dos testes de ecotoxicidade do sedimento.**

Ponto	Local	Ambiente	Organismo-teste
P13	Porto	Marinho	<i>Echinometra lucunter</i> - Toxicidade crônica
P14	Porto	Marinho	<i>Echinometra lucunter</i> - Toxicidade crônica
P15	Porto	Marinho	<i>Echinometra lucunter</i> - Toxicidade crônica
P16	Porto	Marinho	<i>Echinometra lucunter</i> - Toxicidade crônica
P17	Porto	Marinho	<i>Echinometra lucunter</i> - Toxicidade crônica
P18	Porto	Marinho	<i>Echinometra lucunter</i> - Toxicidade crônica
P19	Porto	Marinho	<i>Echinometra lucunter</i> - Toxicidade crônica
P20	Porto	Marinho	<i>Echinometra lucunter</i> - Toxicidade crônica
P21	Porto	Marinho	<i>Echinometra lucunter</i> - Toxicidade crônica
P41	Rio Igaracu	Marinho/Dulcícola	<i>Echinometra lucunter</i> - Toxicidade crônica
P12	Rio Igaracu	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P06	Rio Igaracu	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P37	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P38	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P39	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P40	Rio Parnaíba	Marinho/Dulcícola	<i>Echinometra lucunter</i> - Toxicidade crônica
P05	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P11	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P10	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P09	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P28	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )

Ponto	Local	Ambiente	Organismo-teste
P08	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P27	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P26	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P24	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P25	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P23	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P03	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P02	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P04	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P07	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P01	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P22	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P29	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P30	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P31	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P32	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P33	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P34	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P36	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )
P35	Rio Parnaíba	Dulcícola	Toxicidade Aguda Microtox ( <i>Vibrio Fischeri</i> )

Fonte: ABNT (2012, 2020).

Elaboração própria.

Vale ressaltar que, nos pontos P40 e P41 por serem as fozes dos Rios Parnaíba e Igarçu, adotou-se organismo teste adaptado à água salina salobra, uma vez que nesses locais há forte influência das marés.

#### 4.1.3. Coleta, preservação e transporte de amostras

A coleta das amostras ocorreu em período diurno, com o auxílio de embarcação de apoio e materiais básicos de coleta de amostras de sedimentos, conduzidas por um profissional do laboratório contratado, o Eurofins Ambiental CNPJ nº 06.940.354/0005-28, e um profissional do Consórcio Intermodal Piauí que acompanhou as coletas para fins de verificação e fiscalização (Figura 38).

**Figura 38. Exemplo de embarcação utilizada ao longo da amostragem.**

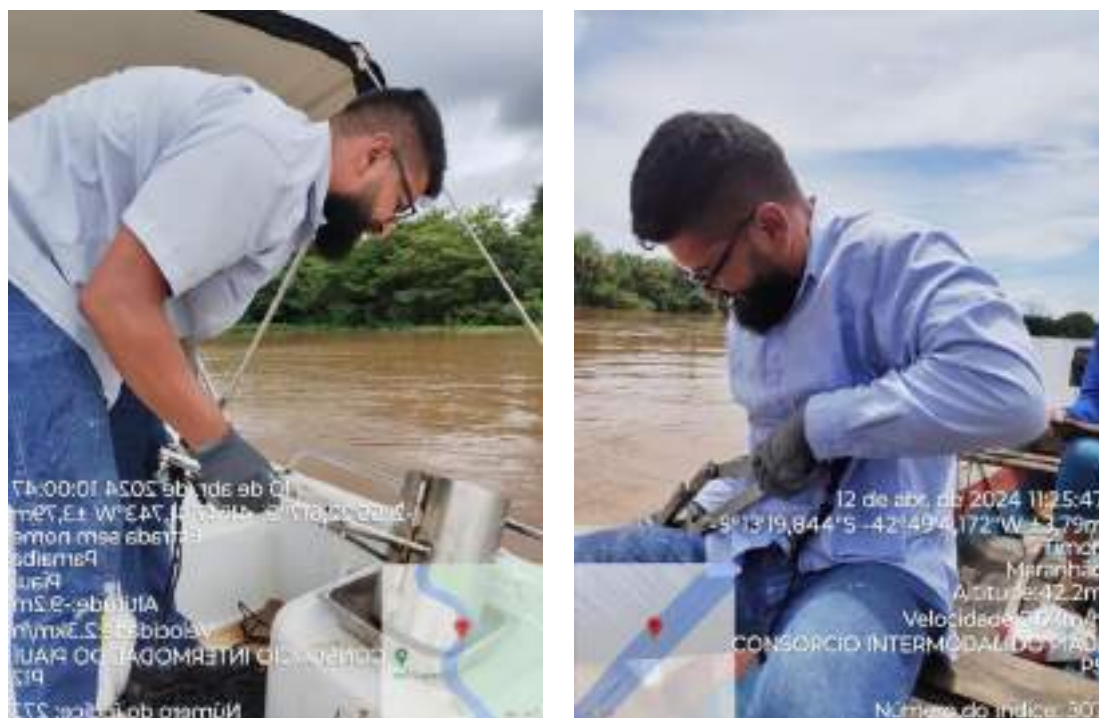


Fonte: Consórcio Intermodal (2024).

No processo de amostragem, foi utilizado amostrador do tipo Van Veen, aplicável à fundos moles ou levemente duros. Consiste numa garra metálica com duas mandíbulas associadas a uma mola que permite sua abertura e fechamento. Para garantir a amostragem na profundidade correta, o amostrador possui uma corda guia e um puxador que permite a abertura e fechamento em qualquer profundidade (Figura 39).



**Figura 39. Amostrador do tipo Van Veen.**



Fonte: Consórcio Intermodal (2024).

Ao coletar a amostra, ela é depositada em recipiente para conformação do sedimento e drenagem do material sobrenadante e posteriormente alocada nos frascos de coleta de vidro transparente, etiquetada e armazenada em isopor para refrigeração e conservação (Figura 40).

**Figura 40. Frascos e recipientes de armazenamento.**



Fonte: Consórcio Intermodal (2024).

Em seguida, o responsável pela coleta preenche a ficha de cadeia de custódia com os dados das embalagens, coordenadas, fotos do processo de coleta e informações gerais das amostras (Figura 41).

**Figura 41. Ficha de cadeia de custódia.**

Gedde de Gwibde de Anostine: 52017-1/2014.6		
<b>Contratante</b>		
Contratante: G. P. P. P. P.	Contratante: G. P. P. P. P.	
Contratante: G. P. P. P. P.	Contratante: G. P. P. P. P.	
<b>Solicitante</b>		
Solicitante: G. P. P. P. P.	Solicitante: G. P. P. P. P.	
Solicitante: G. P. P. P. P.	Solicitante: G. P. P. P. P.	
<b>Projeto</b>		
Projeto: G. P. P. P. P.	Projeto: G. P. P. P. P.	
Projeto: G. P. P. P. P.	Projeto: G. P. P. P. P.	
<b>Informações de Anotação</b>		
Anotação: G. P. P. P. P.	Anotação: G. P. P. P. P.	
Anotação: G. P. P. P. P.	Anotação: G. P. P. P. P.	
<b>Dados dos Endereços</b>		
Endereço: G. P. P. P. P.	Endereço: G. P. P. P. P.	Endereço: G. P. P. P. P.
Endereço: G. P. P. P. P.	Endereço: G. P. P. P. P.	Endereço: G. P. P. P. P.

Fonte: Consórcio Intermodal (2024).

Por fim, ao coletar-se um número suficiente de amostras dentro do seu prazo de validade, as amostras são despachadas via modal aéreo do Estado do Piauí à sede do laboratório, localizada na cidade de Rio Claro/SP. Quando o material é recebido, a equipe do laboratório preenche a ficha de recebimento, a qual atesta o padrão de qualidade das amostras e permite a sua análise (Figura 42).

**Figura 42. Ficha de recebimento.**

[illegible]

Fonte: Consórcio Intermodal (2024).

As fichas de custódia e fichas de recebimento para todas as amostras constam no Anexo F e no Anexo G, respectivamente.

#### 4.1.4. Resultados

Os resultados das análises granulométricas, físico-químicas e ecotoxicológicas constam nas seções posteriores. Já no Anexo H tem-se as laudos e relatórios completos das análises e parâmetros de controle de qualidade (brancos). Conforme já comentado anteriormente, serão discutidos apenas os resultados aplicáveis à Hidrovia do Rio Parnaíba.



#### 4.1.4.1. Granulometria

As análises granulométricas apontaram que todos os pontos analisados ao longo da Hidrovia do Parnaíba possuem granulometria de classificação textural franco-arenosa, segundo metodologia de classificação de Embrapa (1996) (EMBRAPA, 1996). Isso significa que, conforme mostra a Tabela 25, os maiores percentuais de granulometria das amostras coletadas encaixam-se na tipologia das areias (muito finas, finas, médias, grossas ou muito grossas). As células em verde apontam as frações com percentual acima de 50% de representatividade.

**Tabela 25. Resultados da análise granulométrica das amostras de sedimento.**

ID	Argila	Silte	Areia Muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia Muito Fina
P1	0%	0%	0%	4%	53%	41%	1%
P10	0%	0%	0%	1%	56%	42%	1%
P11	0%	0%	1%	10%	73%	16%	0%
P12	9%	4%	0%	0%	10%	33%	44%
P2	0%	0%	0%	1%	65%	33%	1%
P22	0%	0%	0%	7%	67%	25%	0%
P23	0%	0%	0%	1%	28%	61%	11%
P24	0%	0%	0%	0%	4%	87%	8%
P25	0%	0%	3%	26%	63%	8%	0%
P26	0%	0%	0%	15%	71%	13%	0%
P27	0%	0%	8%	28%	55%	8%	0%
P28	0%	0%	0%	4%	76%	19%	0%
P29	0%	0%	0%	2%	51%	46%	1%
P3	0%	0%	0%	0%	0%	83%	17%
P30	0%	0%	1%	9%	64%	25%	1%
P31	0%	0%	1%	7%	49%	40%	2%
P32	0%	0%	0%	2%	47%	49%	2%
P33	0%	0%	0%	0%	50%	47%	3%
P34	0%	0%	0%	0%	1%	82%	17%
P35	1%	1%	0%	0%	5%	46%	47%
P36	0%	0%	2%	20%	58%	16%	3%
P37	19%	12%	0%	0%	2%	34%	33%
P38	0%	0%	0%	2%	25%	70%	3%
P39	4%	0%	0%	0%	2%	32%	62%
P4	0%	0%	1%	11%	67%	21%	0%
P40	0%	0%	0%	1%	24%	72%	2%
P41	0%	0%	0%	4%	59%	34%	2%
P5	2%	0%	0%	1%	31%	64%	2%
P6	0%	1%	11%	29%	49%	8%	2%
P7	0%	0%	0%	5%	62%	32%	1%
P8	0%	0%	0%	2%	83%	14%	1%

ID	Argila	Silte	Areia Muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia Muito Fina
P9	0%	0%	0%	4%	25%	61%	10%

Fonte: Consórcio Intermodal (2024).

Elaboração própria.

A gramatura observada pode indicar possíveis usos do material dragado para fins de construção civil, como (BRASIL, 2009): aterro, melhorias de terreno, engordamento de praias, usos industriais, pavimentação, dentre outros.

#### 4.1.4.2. Físico-químicos

Os parâmetros físico-químicos foram comparados com os valores de referência previstos nas Resoluções Conama nº 454/2012 e 420/2009 referentes à água doce de nível 1, ou seja, limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota e de prevenção à contaminação de solos, os dois limiares mais restritivos das duas resoluções, segundo mostra a Tabela 26 (BRASIL, 2009, 2012).

**Tabela 26. Valores de comparação para parâmetros físico-químicos.**

Classe	Análise	Conama 454 - Doce N1	Conama 420 Prev	Un.
Metais	Antimônio	-	2	mg/kg
Metais	Arsênio	5,9	15	mg/kg
Metais	Bário	-	150	mg/kg
Metais	Boro	-	-	mg/kg
Metais	Cádmio	0,6	1,3	mg/kg
Metais	Chumbo	35	72	mg/kg
Metais	Cobalto	-	25	mg/kg
Metais	Cobre	35,7	60	mg/kg
Metais	Cromo	37,3	-	mg/kg
Metais	Ferro	-	-	mg/kg
Metais	Manganês	-	-	mg/kg
Metais	Mercúrio	0,17	0,5	mg/kg
Metais	Molibdênio	-	30	mg/kg
Metais	Níquel	18	30	mg/kg
Metais	Prata	-	2	mg/kg
Metais	Selênio	-	5	mg/kg
Metais	Vanádio	-	-	mg/kg
Metais	Zinco	123	300	mg/kg
Metais	Alumínio	-	-	mg/kg
SVOC	Antraceno	0,0469	0,039	mg/kg

Classe	Análise	Conama 454 - Doce N1	Conama 420 Prev	Un.
SVOC	Benzo(a) Antraceno	0,0317	0,025	mg/kg
SVOC	Benzo (a) Pireno	0,0319	0,052	mg/kg
SVOC	Criseno	0,0571	8,1	mg/kg
SVOC	Dibenzo (a,h) Antraceno	0,00622	0,08	mg/kg
SVOC	Fenantreno	0,0419	3,3	mg/kg
SVOC	Naftaleno	0,0346	0,12	mg/kg
SVOC	Endrin	0,00267	0,001	mg/kg
SVOC	DDD	0,00354	0,013	mg/kg
SVOC	DDE	0,00142	0,021	mg/kg
SVOC	DDT	0,00119	0,01	mg/kg
SVOC	HCH beta	-	0,011	mg/kg
SVOC	Lindano	0,00094	0,001	mg/kg
SVOC	PCBs Total	0,0341	0,0003	mg/kg
VOC	Benzeno	-	0,03	mg/kg
VOC	Estireno	-	0,2	mg/kg
VOC	Etilbenzeno	-	6,2	mg/kg
VOC	Tolueno	-	0,14	mg/kg
VOC	Xilenos	-	0,13	mg/kg
VOC	Clorobenzeno	-	0,41	mg/kg
VOC	1,2-Diclorobenzeno	-	0,73	mg/kg
VOC	1,3-Diclorobenzeno	-	0,39	mg/kg
VOC	1,4-Diclorobenzeno	-	0,39	mg/kg
VOC	1,2,3-Triclorobenzeno	-	0,01	mg/kg
VOC	1,2,4-Triclorobenzeno	-	0,011	mg/kg
VOC	1,3,5-Triclorobenzeno	-	0,5	mg/kg
VOC	1,1-Dicloroetano	-	-	mg/kg
VOC	1,2-Dicloroetano	-	0,075	mg/kg
VOC	1,1,1-Tricloroetano	-	-	mg/kg
VOC	Cloreto de Vinila	-	0,003	mg/kg
VOC	1,1-Dicloroeteno	-	-	mg/kg
VOC	cis-1,2-Dicloroeteno	-	-	mg/kg
VOC	trans-1,2-Dicloroeteno	-	-	mg/kg
VOC	Tricloroeteno (Tricloroetileno; Tricloroetileno TCE; 1,1,2- Tricloroeteno)	-	0,0078	mg/kg
VOC	Tetracloroeteno (Tetracloroetileno;Tetracloroetileno- PCE)	-	0,054	mg/kg
VOC	Diclorometano (Cloreto de Metileno)	-	0,018	mg/kg



Classe	Análise	Conama 454 - Doce N1	Conama 420 Prev	Un.
VOC	Clorofórmio	-	1,75	mg/kg
VOC	Tetracloroeto de Carbono	-	0,17	mg/kg
Ions	Nitrogênio nítrico	-	-	mg/kg
SVOC	Benzo (k) fluoranteno	-	0,38	mg/kg
SVOC	Benzo (g,h,i) Perileno	-	0,57	mg/kg
SVOC	Indeno(1,2,3-c,d)Pireno	-	0,031	mg/kg
SVOC	1,2,3,4-Tetraclorobenzeno	-	0,16	mg/kg
SVOC	1,2,3,5-Tetraclorobenzeno	-	0,01	mg/kg
SVOC	1,2,4,5-Tetraclorobenzeno	-	0,01	mg/kg
SVOC	Hexaclorobenzeno	-	0,003	mg/kg
SVOC	2-Clorofenol	-	0,055	mg/kg
SVOC	2,4-Diclorofenol	-	0,031	mg/kg
SVOC	3,4 Diclorofenol	-	0,051	mg/kg
SVOC	2,4,5-Triclorofenol	-	0,11	mg/kg
SVOC	2,4,6 Triclorofenol	-	1,5	mg/kg
SVOC	2,3,4,5-Tetraclorofenol	-	0,092	mg/kg
SVOC	2,3,4,6-Tetraclorofenol	-	0,011	mg/kg
SVOC	Pentaclorofenol	-	0,16	mg/kg
SVOC	Cresóis	-	0,16	mg/kg
SVOC	Fenol	-	0,2	mg/kg
SVOC	Dietilexil ftalato (DEHP)	-	0,6	mg/kg
SVOC	Dimetilftalato	-	0,25	mg/kg
SVOC	Di-n-butilftalato	-	0,7	mg/kg
SVOC	Aldrin	-	0,015	mg/kg
SVOC	Dieldrin	-	0,043	mg/kg
-	Nitrogênio Kjeldahl Total	4800	-	mg/kg
-	Fósforo	2000	-	mg/kg
-	PAHs Total	1	-	mg/kg
-	Carbono Orgânico	10	10	%

Fonte: Brasil (2009, 2012).

Elaboração própria.

Nenhum dos compostos avaliados já exemplificados na Tabela 23, apresentou valores acima dos parâmetros da Tabela 26. Além disso, há de se destacar os seguintes pontos:

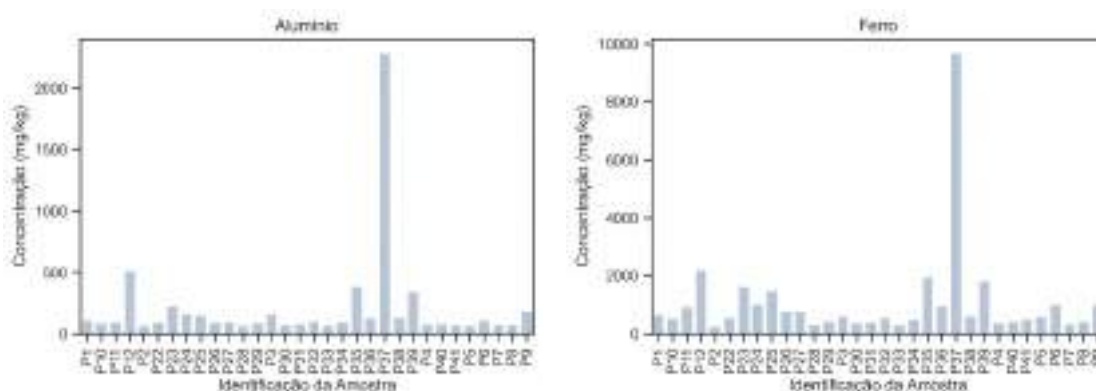
- **Parâmetros abaixo do limite de detecção em todos os pontos:** 1,1,1-Tricloroetano, 1,1-Dicloroetano, 1,1-Dicloroeteno, 1,1-Dicloroetileno, 1,2,3,4-Tetraclorobenzeno, 1,2,3,5-Tetraclorobenzeno, 1,2,3-Triclorobenzeno, 1,2,4,5-Tetraclorobenzeno, 1,2,4-Triclorobenzeno, 1,2-Diclorobenzeno, 1,2-

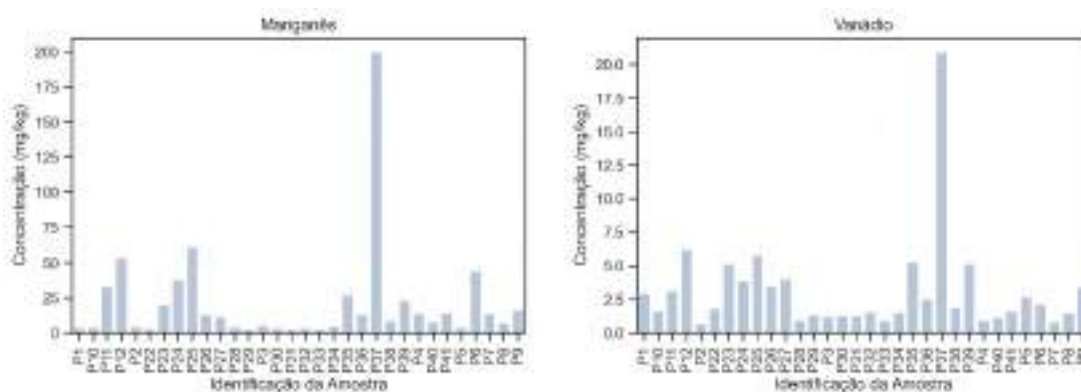
Dicloroetano, 1,3,5-Triclorobenzeno, 1,3-Diclorobenzeno, 1,4-Diclorobenzeno, 2,3,4,5-Tetraclorofenol, 2,3,4,6-Tetraclorofenol, 2,4,5-Triclorofenol, 2,4,6 Triclorofenol, 2,4-Diclorofenol, 2-Clorofenol, 2-Metilnaftaleno, 3,4 Diclorofenol, Acenafteno, Acenaftileno, Aldrin, alfa-BHC, HCH-alfa, Antimônio, Antraceno, Benzeno, Benzo(a)Pireno, Benzo(g,h,i)Perileno, Benzo(k)fluoranteno, Benz(a)antraceno, Bis(2-etilhexil)ftalato, Boro, Cádmio, cis-1,2-Dicloroetano, alfa-clordano, gama-clordano, Cloreto de Vinila, Clorobenzeno, Monoclorobenzeno, Clorofórmio, Cresóis, Criseno, DDD, DDE, DDT, Dibenzo(a,h) Antraceno, Cloreto de Metileno, Dieldrin, Dimetilftalato, Di-n-butilftalato, Endrin, Estireno, Etilbenzeno, Fenantreno, Fenol, Fluoranteno, Fluoreno, HCH-beta, HCH-delta, HCH-gama, Hexaclorobenzeno, Indeno(1,2,3-cd)Pireno, Lindano, Mercúrio, Molibdênio, Naftaleno, PCBs totais, Pentaclorofenol, Prata, Selênio, Pireno, Tetracloroeto de Carbono, Tetracloroetano, Tolueno, Trans-1,2-Dicloroetano, Tributilestanho, Tricloroetano, Xilenos e HPAs totais;

- **Parâmetros acima do limite de detecção, sem padrão de comparação:** Alumínio, Ferro, Manganês, Nitrogênio nítrico, Vanádio;
- **Parâmetros acima do limite de detecção, abaixo do padrão de comparação:** Arsênio, Bário, Chumbo, Cobalto, Cobre, Cromo, Fósforo, Níquel, Nitrogênio Kjeldahl, Zinco e Carbono orgânico total.

Diante dos resultados, pode-se dizer que não há indícios de contaminação do sedimento a ser dragado por compostos orgânicos voláteis e semivoláteis, nos quais se encontram pesticidas organoclorados, PCBs e hidrocarbonetos. No entanto, há de se mencionar a presença de metais e semi-metais como: alumínio, ferro, manganês e vanádio (Figura 43).

**Figura 43. Concentrações de alumínio, ferro, manganês e vanádio nas amostras de sedimento.**



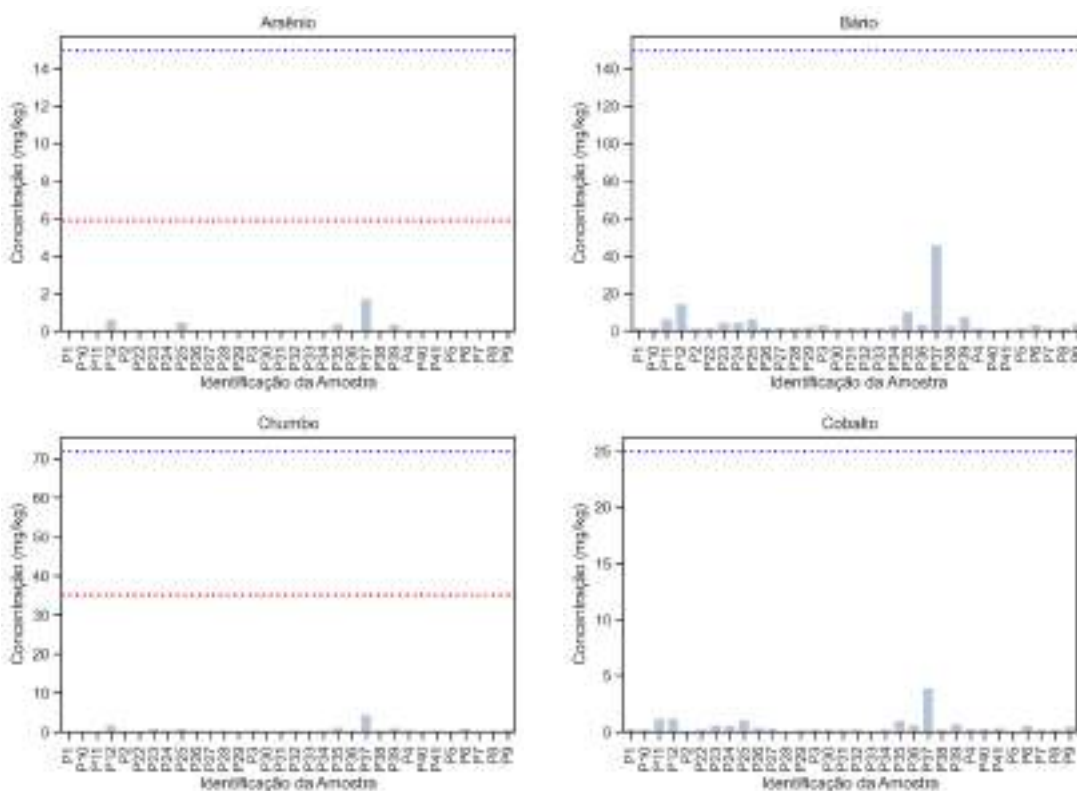


Fonte: Consórcio Intermodal (2024).

Elaboração própria.

Foram observadas concentrações significativas desses metais especialmente nos pontos P23, P24, P25, P26 e P27 localizados entre Guadalupe e Amarante e P36, P37, P38 e P39, entre Buriti dos Lopes e a Foz do Parnaíba, passando pela bifurcação entre o Igaraçu e o Parnaíba. Além disso, destaca-se o ponto P12, no rio Igaraçu à montante da cidade de Parnaíba. O ponto P37 também possui destaque na presença de outros metais significativos que, mesmo em valores abaixo do previsto em legislação, também merecem ser mencionados como Arsênio, Bário, Chumbo e Cobalto (Figura 44) e Cobre, Cromo, Fósforo e Níquel (Figura 45).

**Figura 44. Concentrações de Arsênio, Bário, Chumbo e Cobalto.**



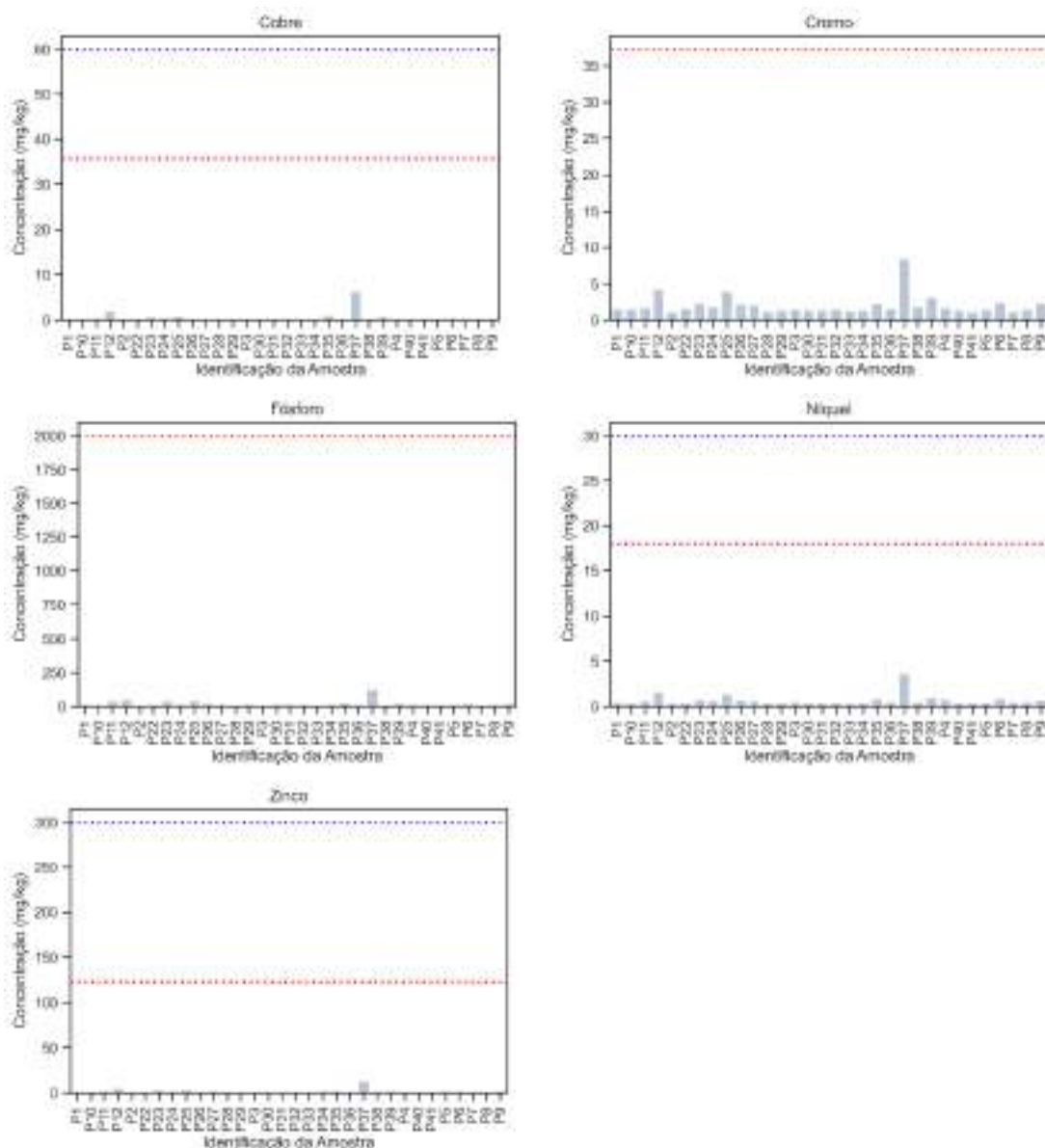


Nota: em traçado vermelho consta o valor permitido para o composto segundo a Resolução Conama 454 para água doce nível 1. Já o traçado em azul indica o valor permitido para o composto segundo a Resolução Conama 420 par investigação.

Fonte: Consórcio Intermodal (2024).

Elaboração própria.

**Figura 45. Concentrações de Cobre, Cromo, Fósforo, Níquel e Zinco.**



Nota: em traçado vermelho consta o valor permitido para o composto segundo a Resolução Conama 454 para água doce nível 1. Já o traçado em azul indica o valor permitido para o composto segundo a Resolução Conama 420 par investigação.

Fonte: Consórcio Intermodal (2024).

Elaboração própria.

A presença de metais em sedimentos em níveis significativos está associada, principalmente em rios urbanos ou que transpassam municípios, à lançamento de efluentes industriais e sanitários, escoamento ligado às atividades agrícolas e atividades como construção e mineração (ZHANG et al., 2017; ISLAM et al., 2015). Mesmo que as

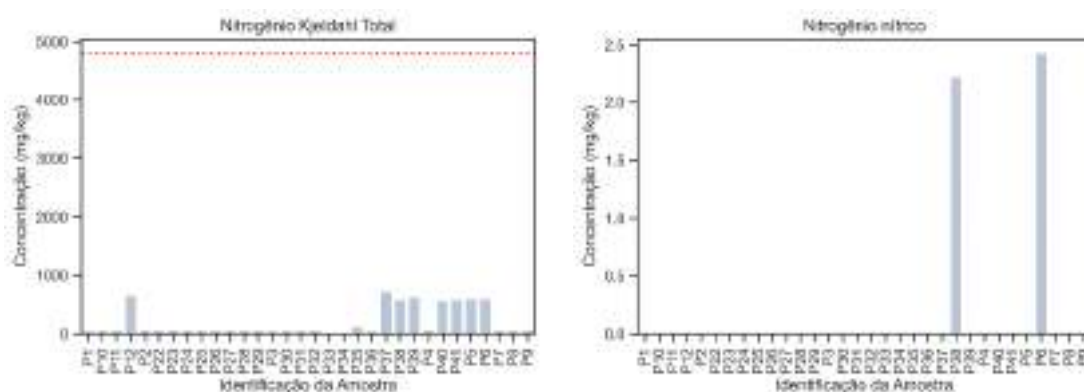
concentrações observadas de alguns metais (Cd, Pb, Cu, Ni, Cr, Zn e Mn), em especial dos pontos alocados nas proximidades do Delta do Parnaíba estejam próximas do que se vê em média na região (FILHO et. al, 2021) tem-se que as proximidades da cidade de Parnaíba e o Igarçu são locais que merecem atenção quanto à possíveis fontes de contaminação pontual (FILHO et. al, 2021).

Tendo em vista esses aspectos e, por mais que os parâmetros abarcados pela legislação estejam dentro do limite estabelecido, as concentrações significativas de Alumínio, Ferro e Manganês encontradas no P37 merecem atenção já que destoam significativamente das demais. A proximidade deste ponto de monitoramento de outorgas de lançamento de efluentes sanitários e industriais foi observada em consulta à base de dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (ANA, 2024). O lançamento desses efluentes, mesmo que tratados, pode ser um indício para ajudar a entender essa discrepância. Também foi observada a presença de serviços de dragagem nas imediações, o que também pode contribuir para a ressuspensão de metais presentes no fundo do rio.

Além disso, não se pode deixar de mencionar o fato de que a coleta de dados foi realizada em período chuvoso e com volumes expressivos de precipitação ocorrendo em período anterior à coleta, o que pode ter influenciado no aporte de sedimentos proveniente de outras localidades à jusante do ponto de monitoramento.

Em termos de nutrientes, o Nitrogênio Kjeldahl e nítrico (Figura 46) foi detectado em pontos localizados nas proximidades de áreas urbanizadas como no caso do P12, P6, P37, P38, P39, P40, P41 e P6, concentrados em região próxima do Delta do Parnaíba, município de Parnaíba e foz do Igarçu. Isso indica a possibilidade de influência do Delta na geração e retenção de nutrientes no sedimento e/ou a possibilidade de lançamentos de efluentes sanitários.

**Figura 46. Concentrações de Nitrogênio Kjeldahl e nítrico.**



Nota: em traçado vermelho consta o valor permitido para o composto segundo a Resolução Conama 454 para água doce nível 1.

Fonte: Consórcio Intermodal (2024).  
Elaboração própria.

#### 4.1.4.3. Ecotoxicológicos

Os ensaios ecotoxicológicos de toxicidade aguda para águas doces foram realizados em organismo *Vibrio fischeri* seguindo-se a ABNT NBR 15.411-3:2021 (ABNT, 2021). O organismo foi selecionado porque possibilita a realização de testes de toxicidade mais simples, de duração mais rápida e com custo mais baixo, além de ser uma espécie adaptável à diferentes meios (ABBAS, 2018).

O teste, resumidamente, consiste em expor o organismo-teste à extrato aquoso do sedimento coletado controlando-se as condições de temperatura e tempo e medindo-se a bioluminescência dos organismos por meio de um luminômetro em determinados períodos (ABNT, 2021). O objetivo do ensaio então, é avaliar a exposição do organismo à amostra de sedimento para identificar a inibição da bioluminescência e/ou mortandade de indivíduos. Nesse sentido, ao final do ensaio são determinados os coeficientes a seguir:

- CE(I)20: concentração da amostra que causa efeito deletério a uma determinada porcentagem dos organismos teste em relação ao controle, neste caso, 20%;
- CE(I)50: concentração da amostra que causa efeito deletério a uma determinada porcentagem dos organismos teste em relação ao controle, neste caso, 50%;
- FT: fator de toxicidade. É a maior concentração da amostra na qual não se observa efeito no organismo-teste, nas condições estabelecidas pelo método de ensaio utilizado.

A Tabela 27 e Figura 47 apresentam os resultados dos testes ecotoxicológicos para cada ponto de amostragem alocado ao longo da Hidrovia do Parnaíba.

**Tabela 27. Coeficientes ecotoxicológicos determinados para cada amostra de sedimento.**

ID	CE(I)20	CE(I)50	FT	Resultado
P1	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P10	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P11	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P12	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P2	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P22	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P23	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P24	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico

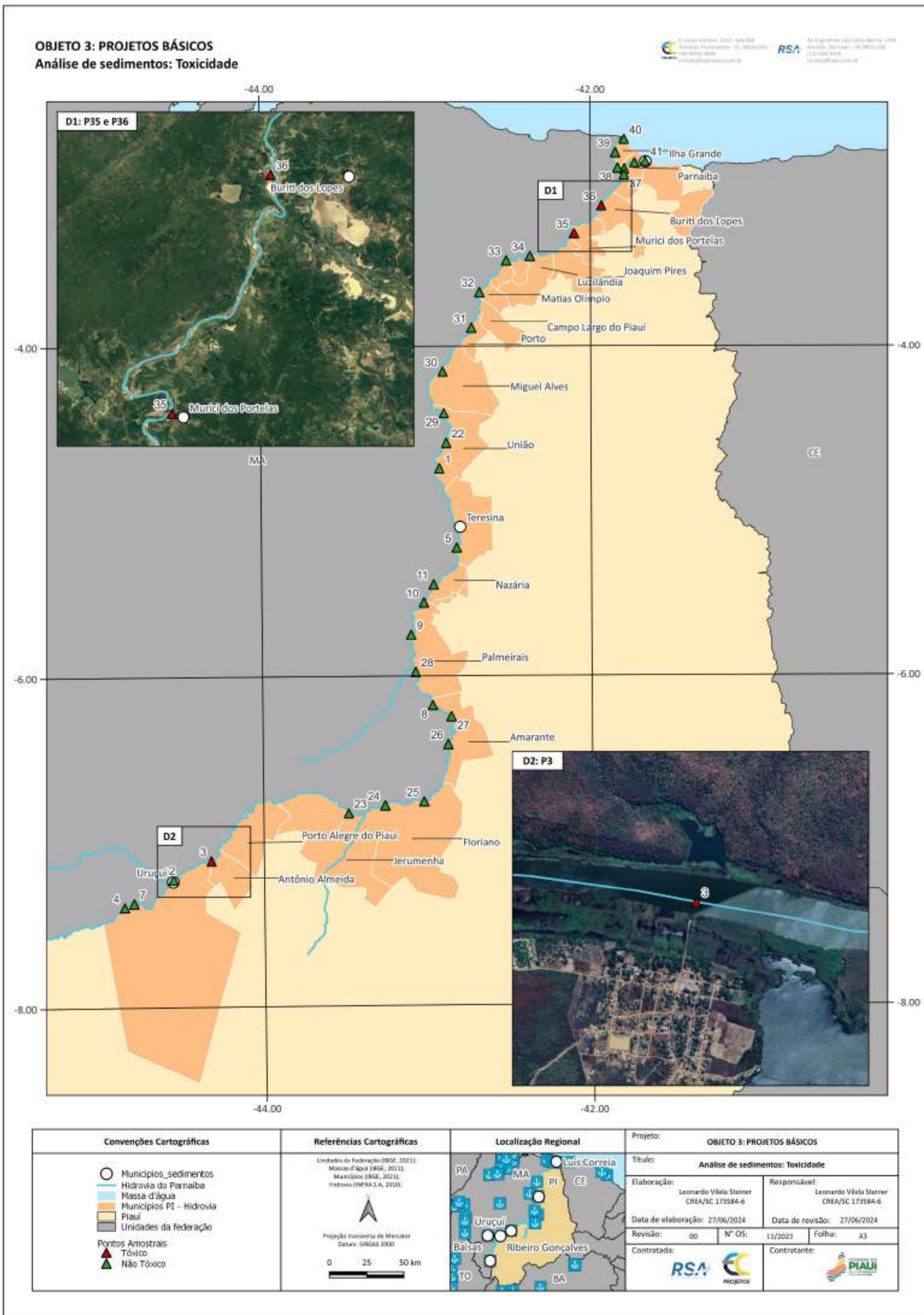


ID	CE(I)20	CE(I)50	FT	Resultado
P25	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P26	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P27	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P28	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P29	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P3	87,67%	Não aplicável	2	Tóxico
P30	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P31	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P32	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P33	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P34	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P35	46,24%	Não aplicável	2	Tóxico
P36	53,04%	Não aplicável	2	Tóxico
P37	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P38	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P39	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P4	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P40	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P41	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P5	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P6	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P7	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P8	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico
P9	Não aplicável	Não aplicável	1	Não tóxico

Fonte: Consórcio Intermodal (2024).

Elaboração própria.

**Figura 47. Localização dos pontos com toxicidade medida.**



Como se vê, os pontos P3, P35 e P36 foram os que obtiveram resultado tido como “tóxico” aos organismos-teste. Nessas localidades, considerando as condições meteorológicas, pluviométricas e de sazonalidade da amostragem realizada, não é recomendada a reutilização do material dragado para fins benéficos.

As causas possíveis de toxicidade são semelhantes àquelas já discutidas nos resultados físico-químicos e podem estar intimamente ligadas à fontes pontuais de contaminação ou lançamento de efluentes sanitários/industriais, bem como aportes significativos de sedimentos de áreas à jusante do ponto de monitoramento, trazidos pelos regimes pluviométricos e fluviométricos característicos da estação de chuva.

#### *4.1.5. Conclusões e recomendações*

O monitoramento da qualidade dos sedimentos foi realizado com o intuito de se observar o nível de contaminação e/ou inconformidade do sedimento a ser dragado nas obras da hidrovia para com a legislação ambiental. Em termos físico-químicos, não há indícios suficientes que apontem contaminação do sedimento por metais e compostos orgânicos voláteis e semi-voláteis. Aqueles que possuem padrão de comparação com as Resoluções Conama nº 420 e 454 encontram-se dentro dos padrões aceitáveis para disposição em bota-fora em meio terrestre ou aquático.

No entanto, há de se observar que três pontos tiveram resultado de toxicidade insatisfatório, nos municípios de Antônio Almeida, Buriti dos Lopes e Murici dos Portelas. Nessas localidades não é recomendada a reutilização do material dragado para fins benéficos, orientando-se seu descarte em aterro sanitário apropriado para o recebimento deste tipo de material. Deve-se também realizar campanhas de monitoramento da qualidade da água e sedimentos previamente e durante a realização das dragagens para confirmar essas condições observadas no monitoramento, uma vez que a coleta de sedimentos foi realizada de forma pontual e em período chuvoso. Nos levantamentos futuros, em fase prévia de licenciamento e de instalação, ao menos, deverá ser considerada a sazonalidade (coletando-se em período seco e chuvoso) e preferencialmente os mesmos pontos de monitoramento para se ter uma base histórica de comparação.

Outro ponto de atenção é que merece maior investigação nas próximas etapas de implementação da Hidrovia do Parnaíba é a concentração elevada de alguns metais que não possuem padrão de comparação em determinados pontos de monitoramento, como o P37, localizado na confluência do rio Igaraçu e Parnaíba. Nesse sentido, o monitoramento da qualidade da água e sedimento desse local e nos outros já apontados



como pontos de atenção também será importante para trazer maior embasamento sobre as conclusões acerca da qualidade do sedimento a ser dragado.

## **4.2. Áreas de bota-fora para reaproveitamento do material dragado**

A demanda por áreas de bota-fora para recebimento do material dragado advindo da hidrovia é moldada, principalmente, de acordo com as características técnicas dos equipamentos a serem utilizados durante a execução dos serviços de dragagem e derrocamento.

No caso do empreendimento em estudo, conforme definições estabelecidas em relatório de engenharia, a draga a ser utilizada não disporá de armazenamento de material, logo, a execução dos serviços dependerá da alocação de áreas para disposição do material dragado dentro do raio de atuação do equipamento, nas proximidades das margens.

Nesse sentido, nas seções posteriores, serão selecionadas áreas/localidades para a alocação do material dragado para direcionamento à usos benéficos, seja nas municipalidades próximas ou nas próprias obras de construção dos terminais e infraestruturas de apoio à operação da hidrovia.

### *4.2.1. Seleção das áreas*

A disposição dos materiais gerados durante os serviços de dragagem e derrocamento pode ser efetuada em ambiente aquático ou terrestre, conforme resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Para os ambientes aquáticos, a principal resolução é a CONAMA n.º 454 de 2012 (BRASIL, 2012) enquanto a disposição em terra é balizada pela resolução CONAMA n.º 420 de 2009 (BRASIL, 2009).

Por se tratar de serviços de dragagem e derrocamento em área interna continental, dá-se preferência, no contexto da análise realizada no presente relatório, pela disposição em solo, com possibilidade de encaminhamento do material para usos benéficos. Para que tal alternativa seja ambientalmente viável, esta deverá ser corroborada por meio dos resultados de análises físico-químicas e ecotoxicológicas dos sedimentos a serem dragados, os quais deverão estar de acordo com os valores orientadores estabelecidos no Anexo II da Resolução n.º 420/2009.

Assim, para seleção de áreas de bota-fora de reaproveitamento foi realizado prévio mapeamento de possíveis localidades por meio do uso de ferramenta de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Ao todo, foram previamente mapeadas 57 localidades no

trecho entre Uruçuí/PI e Teresina/PI e outras 80 localidades entre o trecho de Teresina/PI – Luís Correia/PI, para possível implantação de áreas de disposição voltadas ao uso benéfico, as quais foram selecionadas considerando uma distância de 5 km entre si na extensão da hidrovia.

Também se considerou na prévia seleção de localidades o mapeamento realizado *in loco* da hidrovia, especialmente no que tange a ocorrência de pontos com bancos de areias e pedras, uma vez que devem ser as áreas mais sensíveis em termos de execução dos serviços complementares e com maior possibilidade de aproveitamento de material. Além disso, cada proposição de área de bota-fora foi enquadrada em um trecho de rio, tendo sido definidos oito trechos para o segmento entre Uruçuí/PI e Teresina/PI e outros oito trechos no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI (Figura 48 e Figura 49).

**OBJETO 1: EVTEA HIDROVIA**  
**Segmento Uruçui/PI - Teresina/PI: Proposição de Área de Bota-Fora dos Serviços de Dragagem e Derrocamento**

**Convenções Cartográficas**

Localização Regional	Trechos Bota-Fora
PIAUÍ	Sem Bota-Fora
Unidades da Federação	Trecho 1
Hidrovia do Parnaíba	Trecho 2
Hidrografia	Trecho 3
Municípios	Trecho 4
Eclusa	Trecho 5
Terminais Fluviais	Trecho 6
Áreas Bota-Fora	Trecho 7
Reaproveitamento	Trecho 8

**Referências Cartográficas**

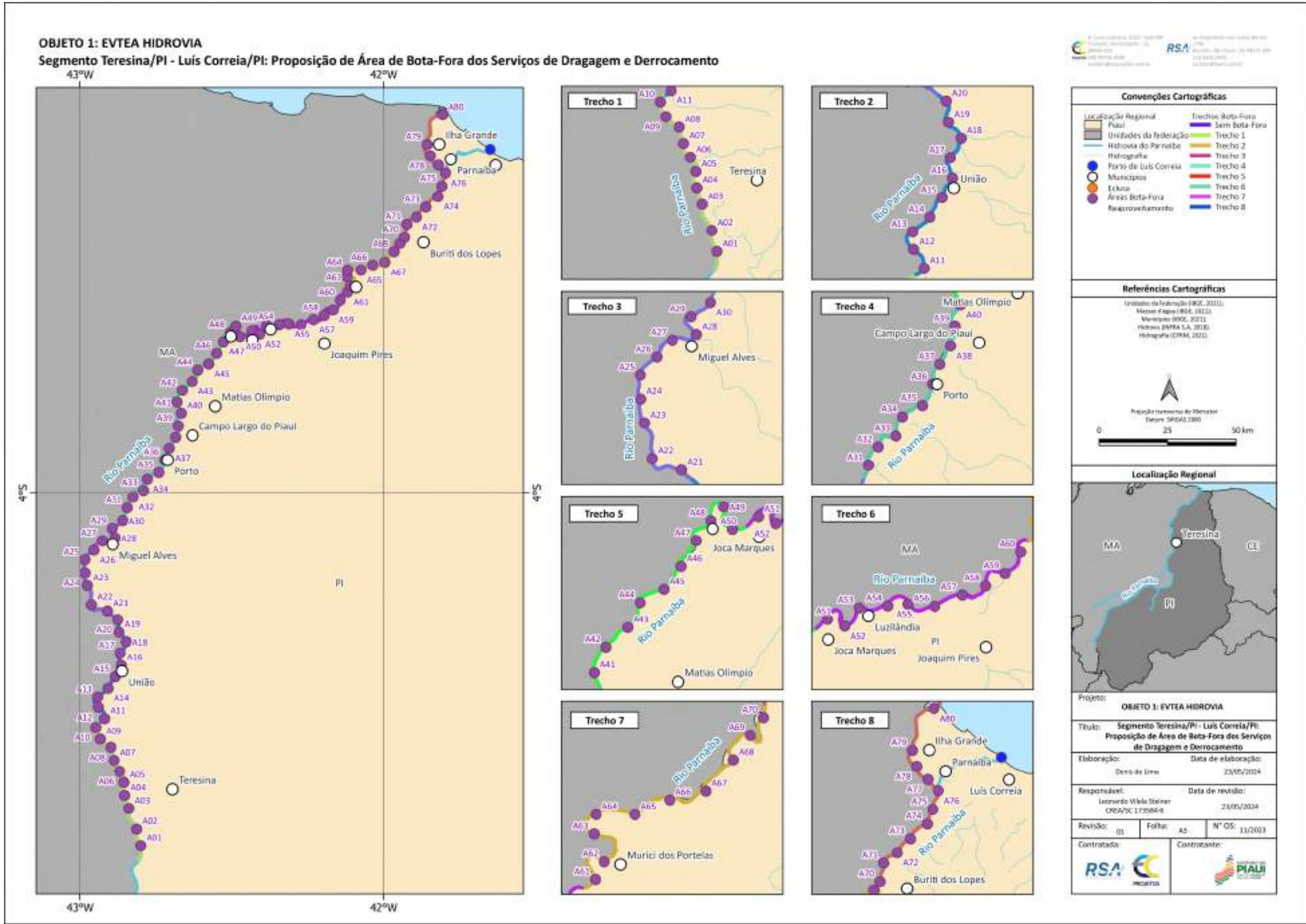
Unidade da Federação (IBGE, 2011);  
 Mapa d'Água (IBGE, 2011);  
 Municípios (IBGE, 2011);  
 Hidrovia (INRA S.A., 2008);  
 Hidrografia (CPMA, 2011).

**Localização Regional**

**Projeto:** OBJETO 1: EVTEA HIDROVIA  
**Título:** Segmento Uruçui/PI - Teresina/PI: Proposição de Área de Bota-Fora dos Serviços de Dragagem e Derrocamento  
**Elaboração:** Tainara Cristina da Silveira  
 CREA/SC 198687-8  
**Data de elaboração:** 23/05/2024  
**Responsável:** Leonardo Vilela Steiner  
 CREA/SC 173584-6  
**Data de revisão:** 13/05/2024  
**Revisão:** 01  
**Folha:** A3  
**Nº OS:** 11/2023  
**Contratada:** RSA  
**Contratante:** PIAUÍ



Figura 49. Proposição inicial das áreas de bota-fora para reaproveitamento de material dragado advindo da execução dos serviços de dragagem e derrocamento no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI.



Para seleção das áreas de bota-fora, aplicou-se o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) considerando critérios ambientais e de engenharia para cada um dos trechos delimitados.

Para a presente avaliação, adotaram-se os critérios resumidos na Tabela 28, para os quais determinaram-se os pesos (prioridades) através da definição de uma matriz de comparação por meio da adoção de valores da escala de relativa importância entre duas alternativas proposta por Saaty (SAATY, 2005). Em seguida, a matriz de comparação foi normalizada para obtenção do vetor de prioridade (Tabela 29).

**Tabela 28. Critérios utilizados na aplicação do método AHP para seleção de áreas de bota-fora para fins benéficos.**

Critérios	Descrição do critério
Interceptação com áreas protegidas	Avalia a possibilidade de interceptação ou proximidade com áreas protegidas, como: unidades de conservação, terras indígenas, assentamentos rurais, áreas quilombolas, comunidades remanescentes certificadas, patrimônio espeleológico e material.
Uso do solo	Avalia a necessidade de supressão vegetal ou utilização de áreas com usos como agricultura e pastagem, além de áreas já ocupadas, as quais reduzem a necessidade de interferência na flora.
Proximidade com acessos	Avalia a proximidade do bota-fora com rodovias federais e estaduais do Piauí. Esse fator é importante para a distribuição do material por modal rodoviário, caso ele ocorra.
Vulnerabilidade a inundação	Avalia vulnerabilidade da área do bota-fora em relação à ocorrência de inundação, que podem comprometer a permanência do material dragado na área.
Vulnerabilidade a erosão	Avalia a vulnerabilidade da área em relação a erosão hídrica, a qual leva em consideração a topografia e características climáticas da área analisada.

Elaboração Própria.

**Tabela 29. Matriz de comparação par a par.**

<b>Critérios</b>	<b>Proximidade com Acessos</b>	<b>Interceptação com áreas protegidas</b>	<b>Vulnerabilidade a inundação</b>	<b>Uso Solo</b>	<b>Vulnerabilidade a erosão</b>	<b>Prioridades</b>
Proximidade com Acessos	1,00	0,20	3,00	0,33	3,00	0,161
Interceptação com áreas protegidas	5,00	1,00	3,00	3,00	3,00	0,423
Vulnerabilidade à inundação	0,33	0,33	1,00	0,33	1,00	0,087
Uso Solo	3,00	0,33	3,00	1,00	3,00	0,241
Vulnerabilidade à erosão	0,33	0,33	1,00	0,33	1,00	0,087

Elaboração própria.



A maior importância dentre os critérios selecionados foi direcionada para interceptação com áreas protegidas, ou seja, o critério apresenta o maior peso, seguido de uso do solo e proximidade com acessos rodoviários.

A partir da definição do vetor de prioridade, foi possível avaliar cada um dos critérios para as áreas previamente selecionadas. Para isso, fez-se uso de dados geoespaciais, de modo a embasar a valoração adotada. As bases de dados geoespaciais constam resumidas na Tabela 30 juntamente com os valores adotados de acordo com os critérios de avaliação. Algumas das bases de dados utilizadas são provenientes dos seguintes órgãos:

- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), Ministério do Meio Ambiente (MMA);
- Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH);
- Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA);
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio);
- Agência Nacional de Águas e Saneamento (ANA);
- Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN);
- Fundação Cultural do Piauí (FUNDAC) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

**Tabela 30. Resumo das bases de dados geoespaciais e valoração adotada para cada um dos critérios.**

Critérios	Dado Geoespacial	Valoração		
		1	2	3
Proximidade com acessos	Rodovias Federais: DNIT (2022). Rodovias Estaduais: DNIT (2023).	Ruim	Regular	Boa
Interceptação com áreas protegidas	UCs: Ministério Meio Ambiente (MMA) (2019) e SEMARH (2023). Áreas quilombolas, terras indígenas e assentamentos: INCRA (2023). Cavernas: ICMBio (2021). Patrimônio histórico material: IPHAN (2023) e FUNDAC (2022).	Com interceptação direta	Limítrofe (<3 km)*	Sem interceptação direta

Critérios	Dado Geoespacial	Valoração		
		1	2	3
Vulnerabilidade à inundação	ANA (2017)	Alta	Média	Baixa
Uso Solo	Mapbiomas (2023)	Floresta e Floresta Natural Não Vegetada	Agricultura	Área Não Vegetada
Vulnerabilidade à erosão	EMBRAPA (2020)	Alta e Muito Alta	Média	Baixa e Muito Baixa

\*Definido de acordo com a resolução CONAMA nº 428 de 2010, onde determina-se que a distância entre empreendimentos de alto impacto ambiental com unidades de conservação sem zona de amortecimento definida é de 3 km (BRASIL, 2010).

Elaboração Própria.

Especificamente para o critério de proximidade de acessos, utilizou-se faixas de distâncias para cada um dos trechos, de modo a enquadrar os bota-foras nas classes de proximidade ruim, regular ou boa e, assim, compará-los para os trechos avaliados. A Tabela 31 resume as faixas de valores adotadas para cada um dos trechos no segmento entre Uruçuí/PI e Teresina/PI enquanto a Tabela 32 exibe as faixas de valores para os trechos do segmento entre Teresina/PI e Luís Correia/PI.

**Tabela 31. Faixas de distâncias adotadas para os trechos no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI.**

Valor	Faixas de distâncias (m)							
	Trecho 1		Trecho 2		Trecho 3		Trecho 4	
Boa	1300	3500	2100	8600	400	5900	1400	4300
Regular	3501	5600	8601	15100	5901	11400	4301	7100
Ruim	5601	7700	15101	21700	11401	16900	7101	10000

Valor	Faixas de distâncias (m)							
	Trecho 5		Trecho 6		Trecho 7		Trecho 8	
Boa	400	1200	200	1100	200	1000	200	800
Regular	1201	2000	1101	1700	1001	1800	801	1300
Ruim	2001	2800	1701	2300	1801	2800	1301	2000

Elaboração própria.

**Tabela 32. Faixas de distâncias adotadas para os trechos no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI.**

Valor	Faixas de distâncias (m)							
	Trecho 1		Trecho 2		Trecho 3		Trecho 4	
Boa	1300	5500	1200	5400	500	3300	800	2500
Regular	5501	9700	5401	9600	3301	6100	2501	4200

Valor	Faixas de distâncias (m)							
	Trecho 1		Trecho 2		Trecho 3		Trecho 4	
Ruim	9701	14000	9601	14000	6101	9000	4201	6100

Valor	Faixas de distâncias (m)							
	Trecho 5		Trecho 6		Trecho 7		Trecho 8	
Boa	1100	5400	1800	4200	1200	4100	600	4000
Regular	5401	9700	4201	6600	4101	7000	4001	7400
Ruim	9701	14000	6601	9000	7001	10000	7401	11000

Elaboração própria.

Os resultados obtidos após aplicação do método AHP podem ser observados na Tabela 33 para o segmento entre Uruçuí/PI - Teresina/PI e na Tabela 34 para o segmento entre Teresina/PI - Luís Correia/PI. Propõe-se a seleção de um bota-fora por trecho avaliado, além de bota-foras localizados especificamente em área próxima dos terminais fluviais de Uruçuí e Guadalupe, para facilitar o uso benéfico do material dragado nas próprias obras de construção da infraestrutura.



Tabela 33. Resumo dos resultados da aplicação do método AHP para seleção das áreas de bota-fora no segmento entre Uruçuí/PI e Teresina/PI.

Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
Trecho 1	A03	Regular	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,51
	A01	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
	A02	Regular	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,27
	A04	Regular	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,27
	A05	Regular	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,27
	A08	Boa	Não Intercepta	Alta	Floresta	Média	2,26
	A06	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11
	A07	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11
Trecho 2	A10	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
	A09	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
	A11	Regular	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Baixa	2,09
	A15	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,35
	A16	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,35
	A17	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,35
	A18	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,35
	A12	Regular	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,27
	A13	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11
	A14	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11
Trecho 3	A21	Regular	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,51
	A22	Regular	Não Intercepta	Alta	Agricultura	Baixa	2,42
	A25	Boa	Não Intercepta	Alta	Floresta	Baixa	2,34
	A26	Boa	Não Intercepta	Alta	Floresta	Baixa	2,34
	A24	Boa	Limítrofe (<3km)	Alta	Agricultura	Baixa	2,16
	A19	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11

Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
	A20	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11
	A23	Boa	Limítrofe (<3km)	Alta	Floresta	Baixa	1,92
	A28	Regular	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,51
Trecho 4	A27	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
	A30	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,35
	A31	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,35
	A29	Regular	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,27
	A32	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11
	A33	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,68
	A34	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
Trecho 5	A39	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
	A40	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
	A35	Regular	Não Intercepta	Média	Floresta	Média	2,18
	A36	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	2,01
	A38	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	2,01
	A34	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,68
	A41	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
Trecho 6	A42	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Média	2,16
	A44	Regular	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,85
	A43	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,68
	A48	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
Trecho 7	A49	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Muito Baixa	2,43
	A45	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Muito Baixa	2,01
	A47	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Baixa	1,93
	A46	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,68

Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
Trecho 8	A50	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
	A57	Regular	Limítrofe (<3km)	Alta	Floresta	Baixa	1,76
	A55	Regular	Não Intercepta	Alta	Floresta	Baixa	2,18
	A51	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11
	A54	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,68
	A56	Ruim	Limítrofe (<3km)	Alta	Floresta	Muito Baixa	1,60
	A52	Boa	Intercepta	Média	Floresta	Baixa	1,58
	A53	Regular	Intercepta	Média	Floresta	Muito Baixa	1,42

Legenda: Bota-fora selecionado para o trecho de acordo com o resultado do AHP.

Bota-fora selecionado por localizar-se na área dos terminais fluviais, facilitando o uso benéfico do material dragado.

\*Como critério de desempate para áreas de bota-fora com o mesmo resultado total do método AHP, priorizou-se a seleção de bota-foras que permitissem maiores distâncias entre si.

Elaboração própria.

Tabela 34. Resumo dos resultados da aplicação do método AHP para seleção das áreas de bota-fora no segmento entre Teresina/PI e Luís Correia/PI.

Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
Trecho 1	A09	Regular	Não Intercepta	Média	Agricultura	Muito Baixa	2,51
	A01	Boa	Não Intercepta	Alta	Agricultura	Média	2,50
	A07	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
	A03	Regular	Não Intercepta	Alta	Agricultura	Muito Baixa	2,42
	A08	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Média	2,34
	A06	Regular	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,27
	A10	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Média	2,26
	A04	Regular	Não Intercepta	Alta	Floresta	Baixa	2,18



Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
	A05	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11
	A02	Boa	Limítrofe (<3km)	Alta	Agricultura	Média	2,07
Trecho 2	A17	Boa	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,67
	A15	Boa	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,67
	A19	Boa	Não Intercepta	Média	Agricultura	Média	2,58
	A16	Boa	Não Intercepta	Alta	Agricultura	Média	2,50
	A11	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,35
	A12	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Média	2,02
	A18	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Muito Baixa	2,01
	A20	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	2,01
	A14	Regular	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta Natural Não Vegetada	Baixa	1,85
	A13	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,68
Trecho 3	A24	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Baixa	2,25
	A25	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Média	2,16
	A21	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta Natural Não Vegetada	Baixa	2,01
	A28	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	2,01
	A29	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	2,01
	A30	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	2,01
	A26	Regular	Limítrofe (<3km)	Alta	Floresta	Baixa	1,76
	A22	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,68
	A23	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,68
	A27	Regular	Limítrofe (<3km)	Alta	Floresta Natural Não Vegetada	Média	1,67
Trecho 4	A37	Boa	Limítrofe (<3km)	Alta	Agricultura	Baixa	2,16
	A36	Boa	Limítrofe (<3km)	Alta	Agricultura	Baixa	2,16
	A32	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Muito Baixa	2,01

Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
	A34	Regular	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Muito Baixa	1,85
	A35	Boa	Intercepta	Média	Agricultura	Muito Baixa	1,82
	A33	Regular	Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	1,66
	A38	Ruim	Limítrofe (<3km)	Alta	Floresta	Muito Baixa	1,60
	A39	Ruim	Intercepta	Média	Agricultura	Muito Baixa	1,50
	A31	Regular	Intercepta	Média	Floresta	Muito Baixa	1,42
	A40	Ruim	Intercepta	Média	Floresta	Baixa	1,26
Trecho 5	A43	Boa	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,67
	A46	Regular	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,51
	A47	Boa	Não Intercepta	Alta	Agricultura	Média	2,50
	A45	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,35
	A42	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Baixa	2,25
	A48	Boa	Limítrofe (<3km)	Alta	Agricultura	Baixa	2,16
	A44	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11
	A41	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	2,01
	A49	Boa	Limítrofe (<3km)	Alta	Floresta	Média	1,83
	A50	Boa	Intercepta	Alta	Agricultura	Baixa	1,74
Trecho 6	A57	Boa	Não Intercepta	Média	Área Não Vegetada	Média	2,83
	A51	Boa	Não Intercepta	Alta	Agricultura	Baixa	2,58
	A52	Boa	Não Intercepta	Alta	Agricultura	Muito Baixa	2,58
	A56	Boa	Não Intercepta	Alta	Agricultura	Baixa	2,58
	A53	Boa	Limítrofe (<3km)	Alta	Agricultura	Muito Baixa	2,16
	A54	Boa	Limítrofe (<3km)	Alta	Agricultura	Baixa	2,16
	A59	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Baixa	1,93
	A60	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Baixa	1,93

Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
	A55	Regular	Limítrofe (<3km)	Alta	Floresta Natural Não Vegetada	Baixa	1,76
	A58	Regular	Intercepta	Média	Floresta	Muito Baixa	1,42
Trecho 7	A62	Boa	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,67
	A63	Regular	Não Intercepta	Média	Agricultura	Muito Baixa	2,51
	A65	Regular	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,51
	A61	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Muito Baixa	2,43
	A64	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,35
	A66	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,35
	A67	Ruim	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,35
	A69	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Média	2,16
	A70	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta Natural Não Vegetada	Muito Baixa	2,01
	A68	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Baixa	1,93
Trecho 8	A72	Boa	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Baixa	2,25
	A76	Regular	Limítrofe (<3km)	Média	Agricultura	Baixa	2,09
	A73	Regular	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,85
	A75	Regular	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,85
	A74	Regular	Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	1,66
	A80	Ruim	Intercepta	Média	Área Não Vegetada	Média	1,66
	A71	Boa	Intercepta	Média	Floresta	Muito Baixa	1,58
	A77	Regular	Intercepta	Média	Floresta	Baixa	1,42
	A78	Regular	Intercepta	Média	Floresta	Baixa	1,42
	A79	Regular	Intercepta	Média	Floresta	Baixa	1,42

Legenda: Bota-fora selecionado para o trecho de acordo com o resultado do AHP.

\*Como critério de desempate para áreas de bota-fora com o mesmo resultado total do método AHP, priorizou-se a seleção de bota-foras que permitissem maiores distâncias entre si.

Elaboração própria.



As áreas previamente selecionadas concentram-se nas margens do rio Parnaíba, no território do Piauí, consideradas relativamente distantes da calha do rio (até 500 metros) para evitar o retorno dos materiais para as áreas dos serviços de dragagem e derrocamento. A Figura 50 exibe a localização das áreas selecionadas por trecho no segmento de Uruçuí/PI – Teresina/PI enquanto a Figura 51 exibe as áreas entre Teresina/PI e Luís Correia/PI. Já a Tabela 35 apresenta as coordenadas das localidades previstas.

**Tabela 35. Localização dos pontos de alocação de material dragado para fins benéficos.**

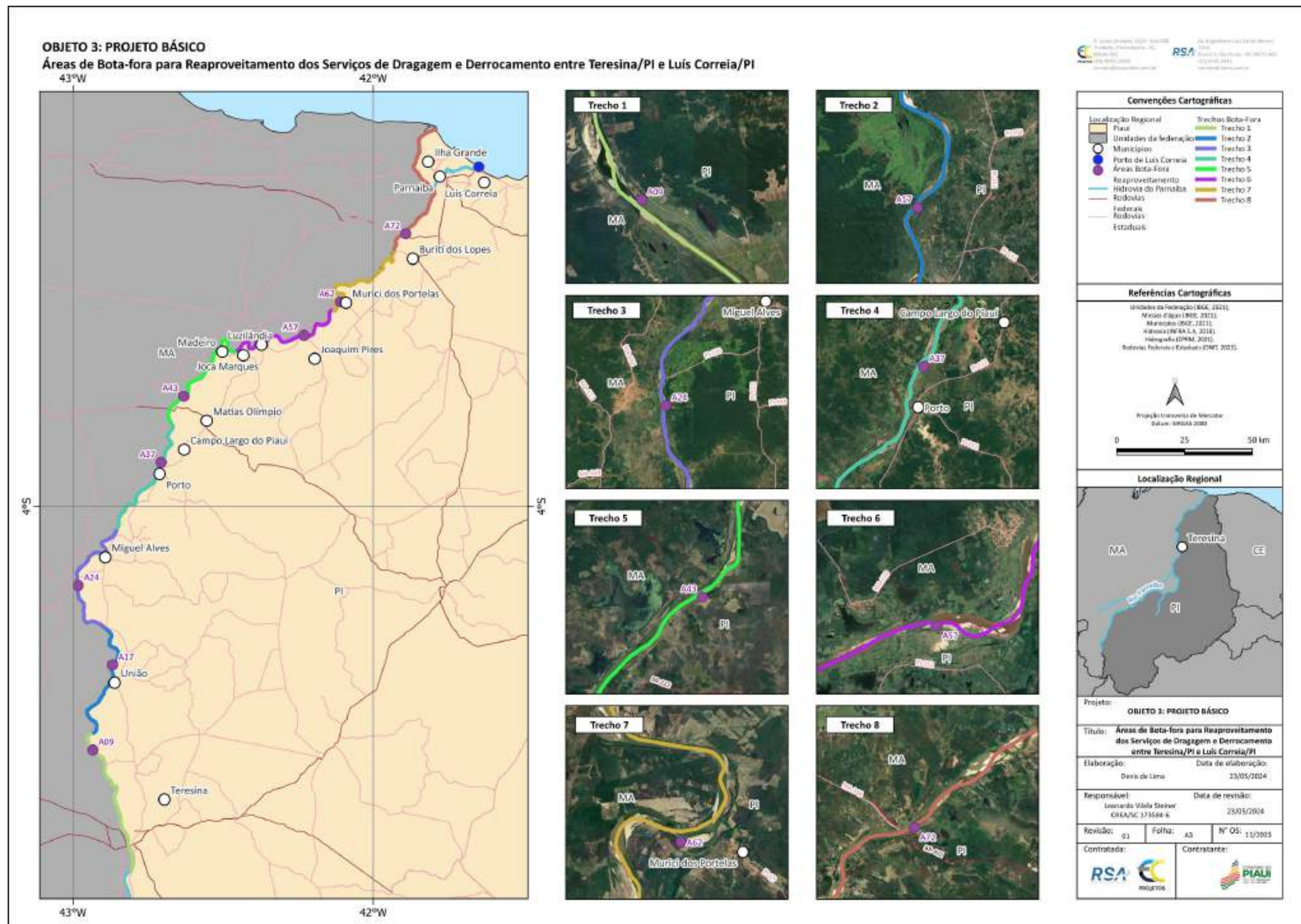
Segmento	Área	SIRGAS UTM 23S		Município
		X (m)	Y (m)	
Uruçuí/PI – Teresina/PI	A01	516673,598	9182862,889	Uruçuí
	A03	523808,897	9184672,642	Uruçuí
	A09	660458,700	9251694,300	Guadalupe
	A10	663563,200	9248455,711	Guadalupe
	A21	705302,302	9249707,467	Floriano
	A28	731085,206	9267361,727	Amarante
	A37	728290,362	9315437,66	Amarante
	A41	715221,722	9327591,075	Palmeirais
	A48	718123,823	9381507,634	Palmeirais
	A50	724629,599	9393075,553	Nazária
Teresina/PI – Luís Correia/PI	A09	729138,79	9467880,821	União
	A17	736556,983	9499161,922	União
	A24	736556,983	9528508,684	Miguel Alves
	A37	754759,562	9573778,447	Porto
	A43	763159,062	9598094,06	Matias Olímpio
	A57	807691,844	9620432,299	Luzilândia
	A62	821296,293	9632677,064	Murici dos Portelas
	A72	845526,900	9657749,000	Buriti dos Lopes

Elaboração própria.





Figura 51. Áreas selecionadas de bota-fora para reaproveitamento de material dragado advindo dos serviços de dragagem e derrocamento no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI.





Por estarem alocadas próximas as margens do rio, as áreas de bota-fora se localizam em Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme Lei nº 12.651 de 2012. Nesse sentido, a intervenção ou a supressão de vegetação nativa nessas áreas somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental (BRASIL, 2012a). Além de se tratar de APP's, as áreas de bota-fora se localizam, na maioria, em áreas de propriedade privada. Assim sendo, caberá aos Governos Federal e Estadual propor uso público nestes locais de modo a viabilizar a implantação das áreas de bota-fora.

#### 4.2.1.1. Usos Benéficos

O uso benéfico é definido como o emprego dos materiais dragados em processos produtivos na forma de recursos minerais, sendo, portanto, direcionado à alternativa que resulta em benefícios ao meio ambiente, sociedade ou economia, uma vez que reduz danos ambientais associados à disposição em solo ou água (BRASIL, 2012).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 454 de 2012, diversos usos benéficos para o material dragado podem ser empregados (BRASIL, 2012). A mesma resolução prevê que o empreendedor pode elaborar proposta de uso benéfico em parceria com outras instituições, entidades públicas, universidades, empresas e organizações da sociedade civil (BRASIL, 2012). A Tabela 36 resume os principais usos especificados na normativa e, também, em literatura técnica.

**Tabela 36. Possibilidades de usos benéficos para materiais dragados.**

Uso benéfico	Descrição
Obras de engenharia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção de aterros para melhoramento de terrenos.</li> <li>• Recomposição e/ou engordamento artificial de praias.</li> <li>• Estabilização da linha de costa, margens de rios e controle de erosão.</li> <li>• Material de capeamento e preenchimento de células sedimentares.</li> <li>• Construção de diques, barragens e rodovias.</li> </ul>
Construção civil e indústria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização como matéria prima para a construção civil e indústria.</li> </ul>
Agricultura e aquicultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formação de pastagens para gado.</li> <li>• Melhoria da qualidade dos solos marginais para fins agrícolas.</li> </ul>
Melhorias ambientais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperação de áreas degradadas, como áreas de mineração.</li> <li>• Cobertura em aterros de resíduos sólidos.</li> <li>• Restauração e formação de habitats.</li> </ul>

Fonte: Brasil (2012) e Castro e Almeida (2012).

Contudo, cabe destacar que a seleção do uso benéfico do material dragado deve ser avaliada de acordo com sua caracterização (física, química e toxicológica) e classificação granulométrica, bem como a avaliação ambiental e a análise da viabilidade econômica e operacional (BRASIL, 2012). Caso o material apresente concentrações de contaminantes em discordância com as resoluções da CONAMA, a necessidade de tratamento do material dragado previamente ao seu uso deve ser levada em consideração (BRASIL, 2012).

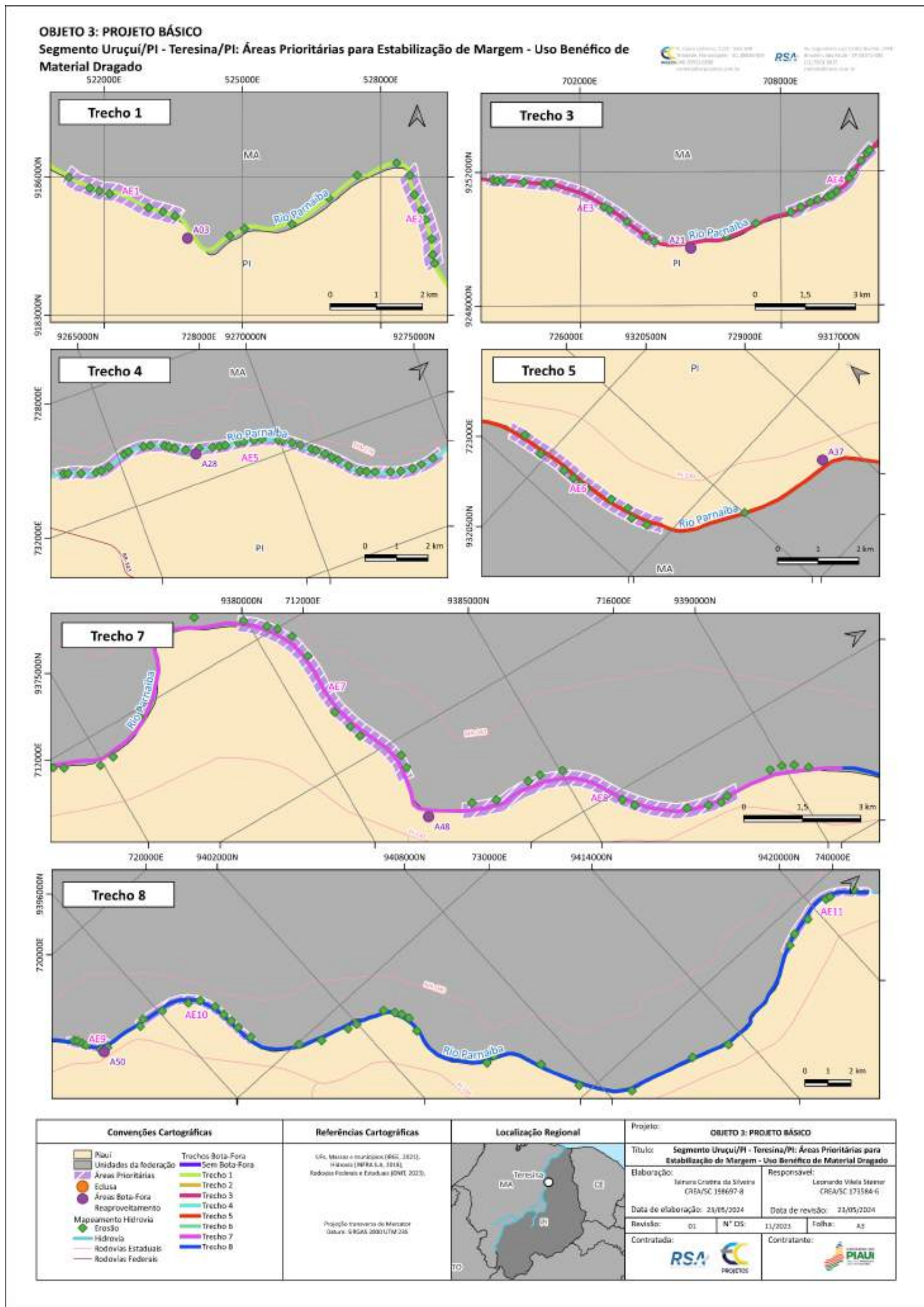
Além disso, para uso em obras de engenharia, por exemplo, pode haver demanda de recursos minerais com características específicas, os quais necessitam de prévio manejo que pode incluir: secagem dos sedimentos em uma bacia de contenção, adoção de técnicas para segregação do material (YOUNG, 2010), retirada de substâncias indesejadas como sais (dessalinização) e adição de outros materiais visando prover as propriedades mecânicas esperadas, dentre outros (KVASSAY et al. 2019).

No caso do empreendimento avaliado, recomenda-se a utilização do material dragado, especialmente rochas, para estabilização das margens do rio Parnaíba. Conforme discutido no Produto 12 - Relatório dos levantamentos dos dados físicos, foram mapeados ao todo 1915 pontos de erosão no rio Parnaíba, sendo que desse montante 491 pontos encontram-se entre o segmento de Uruçuí/PI – Teresina/PI e outros 344 pontos entre o segmento de Teresina/PI e Luís Correia/PI.

Na Figura 52 e Figura 53 pode-se observar as áreas prioritárias em relação a possibilidade de estabilização das margens, nas quais considerou-se as concentrações de pontos de erosão mapeados no levantamento in loco além da proximidade com as áreas de bota-fora para reaproveitamento de material dragado. Já a Tabela 37 apresenta a localização e características das áreas de recuperação.

Cabe destacar que tais áreas poderão ser reavaliadas, desde que corroboradas por aspectos econômicos e socioambientais e, impreterivelmente, em conformidade com instrumentos normativos, especialmente o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH) (BRASIL, 2020).

Figura 52. Áreas prioritárias para uso benéfico de material dragado através da estabilização das margens no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI.





**OBJETO 3: PROJETO BÁSICO**  
**Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI: Áreas Prioritárias para Estabilização de Margem - Uso Benéfico de Material Dragado**

**Convenções Cartográficas**

- PIAUI
- Unidades da Federação
- Áreas Prioritárias
- Áreas Bota-Fora
- Resaproveitamento
- Mapeamento Hidroviário
- Erosão
- Hidrovia
- Rodovias Estaduais
- Rodovias Federais
- Trechos Bota-Fora
- Trecho 1
- Trecho 2
- Trecho 3
- Trecho 4
- Trecho 5
- Trecho 6
- Trecho 7
- Trecho 8

**Referências Cartográficas**

IBGE, Mapas e municípios (IBGE, 2021);  
 IBGE (IBGE, 2018);  
 Rodovias Federais e Estaduais (DNIT, 2023);

Projeção transversa do Mercator  
 Datum: S 86A 2000 UTM 24S

**Localização Regional**

Mapa mostrando a localização regional do projeto no estado do Piauí, com destaque para a cidade de Teresina e o rio Parnaíba.

**Projeto:** OBJETO 3: PROJETO BÁSICO

**Título:** Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI: Áreas Prioritárias para Estabilização de Margem - Uso Benéfico de Material Dragado

**Elaboração:** Tatiana Cristina da Silveira  
 CREA/SC 158697-8

**Responsável:** Leonardo Vilela Steiner  
 CREA/SC 173584-6

**Data de elaboração:** 23/05/2024

**Data de revisão:** 23/05/2024

**Revisão:** 01

**Nº DS:** 11/2023

**Folha:** A5

**Contratada:** RSA

**Contratante:** PIAUI

Além disso, o material dragado para adequação da hidrovia poderá ser utilizado nas obras de engenharia para instalação dos terminais fluviais nos municípios de Uruçuí e Guadalupe, incluindo a adequação de acessos terrestres por meio do uso em aterro, especialmente referente aos bota-foras A01 e A09.

**Tabela 37. Características das áreas prioritárias para estabilização.**

Segmento	Área	Área (km²)	Comprimento (km)	Centroide - SIRGAS UTM 23S	
				X (m)	Y (m)
Uruçuí/PI – Teresina/PI	AE1	1,07	2,67	522390	9185566
	AE2	0,88	2,21	528912	9185107
	AE3	2,26	5,65	701902	9251141
	AE4	1,33	3,32	709631	9251563
	AE5	5,14	12,86	731768	9268936
	AE6	1,79	4,48	723913	9319392
	AE7	2,44	6,1	714089	9380887
	AE8	2,97	7,44	719889	9385530
	AE9	0,78	1,94	723956	9392777
	AE10	2,39	5,97	726104	9397119
	AE11	2,00	5,06	740981	9420159
Teresina/PI – Luís Correia/PI	AE1	3,14	7,87	728265	9467566
	AE2	1,81	4,54	736463	9495683
	AE3	2,44	6,11	738647	9503292
	AE4	2,20	5,52	726116	9519966
	AE5	2,96	7,42	724752	9534167
	AE6	1,16	2,92	749490	9564006
	AE7	2,74	6,85	758665	9580271
	AE8	1,42	2,86	764837	9599503
	AE9	6,18	15,48	778549	9618527
	A10	3,5	8,77	797489	9619935
	A11	1,24	3,1	803946	9618998
	A12	2,13	5,29	822688	9634232
	A13	1,78	4,48	824641	9638635
	A14	1,71	4,29	846950	9660005
	A15	1,55	3,89	854059	9668005

Elaboração própria.

#### 4.2.2. Caracterização ambiental

O diagnóstico socioambiental da região sob influência da hidrovia foi previamente elaborado no Produto 11 – Diagnóstico Ambiental da Hidrovia, portanto, a caracterização ambiental se aterá apenas às áreas de bota-fora pré-selecionadas e utilizando-se de componentes ambientais que influenciem diretamente na possibilidade de alocação do material dragado.

Neste sentido, a caracterização ambiental deste produto focou exclusivamente nas áreas de bota-fora de reaproveitamento selecionadas através de critérios técnicos, conforme discussão da seção anterior, a serem implementadas entre o município de Uruçuí/PI e Luís Correia/PI.

Assim como definido em diagnóstico ambiental anterior, as áreas avaliadas se localizam exclusivamente no território do Piauí, não sendo englobadas, portanto, áreas pertencentes ao Estado do Maranhão. Assim, espera-se que a presente análise seja essencialmente focada nos serviços de dragagem e derrocamento, os quais permitirão que a hidrovia apresente condições favoráveis de navegação. As áreas que são alvo da caracterização ambiental estão presentes na Figura 50.

A seguir são avaliadas as principais componentes ambientais que permitirão subsidiar a posterior identificação e mapeamento dos impactos ambientais atrelados aos serviços de dragagem e derrocamento.

#### **4.2.2.1. Geologia e Pedologia**

Realizar a caracterização do leito e margens da hidrovia do Rio Parnaíba e compreender as unidades geológicas e pedológicas locais é crucial para determinar a possibilidade de interferência das áreas de bota-fora nestes compartimentos auxiliando, assim, na determinação e mensuração de impactos ambientais relacionados à degradação dos solos. Além disso, possuir conhecimento acerca das propriedades geológicas dessas áreas e suas feições auxiliam no planejamento das operações de dragagem de modo que esta seja eficaz e minimize os impactos ambientais associados ao descarte e gerenciamento dos materiais dragados e derrocados.

A partir dos dados de geologia disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foram mapeadas as unidades geológicas nas áreas de interesse afim de identificar as suas principais características relevantes para a qualificação das áreas de bota-fora para reaproveitamento (BRASIL, 2023).

No trecho entre Uruçuí/PI e Teresina/PI (Figura 54), as unidades geológicas predominantes são Piauí, Cobertura Detrito-Laterítica Neo-Pleistocênica, Pedra de Fogo, Poti e Depósitos Aluvionares Holocênicos (IBGE, 2021). Em relação ao trecho entre Teresina/PI e Luís Correia/PI (Figura 55), foram avistadas apenas duas unidades geológicas: Piauí e Depósitos Aluvionares Holocênicos (IBGE, 2021).



**OBJETO 3: Projeto Básico**

**Unidades geológicas nas Áreas de Bota-Fora para Reaproveitamento no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI**

The figure consists of a main map and ten detailed insets labeled A01 through A50. The main map shows the coastal area from Teresina in the north to Uruçuí in the south. It includes labels for cities like Nazária, Palmeiras, Amarante, Floriano, Jerumenha, Porto Alegre do Piauí, Antonio Almeida, and Uruçuí. Coordinates are given as 42°54'W, 5°30'S at the top and 44°12'W, 5°30'S on the left. The insets provide close-up views of specific geological features and boundaries between municipalities (MA, PI) and states (MA, PI).

Convenções Cartográficas	Referências Cartográficas	Localização Regional	Projeto:
<ul style="list-style-type: none"> <li>Hidrovia</li> <li>Sigla Uruçuí/PI – Teresina/PI</li> <li>Município</li> <li>Cidade</li> <li>Área Bota-Fora</li> <li>Terras Indígenas</li> <li>Unidade da Federação</li> <li>Unidades Geológicas</li> <li>Serra Bonita</li> <li>Serra Branca</li> <li>Serra do Carajá</li> <li>Serra do Itaúna</li> <li>Serra do Maricá</li> <li>Serra do Mucambo</li> <li>Serra do Pão-de-Açúcar</li> <li>Serra do São Francisco</li> <li>Serra do Sincora</li> <li>Serra do Tatuapé</li> <li>Serra do Tucuruí</li> <li>Serra do Urubitinga</li> <li>Serra do Xingó</li> <li>Serra do Zé-Pedreiro</li> <li>Serra do Zé-Queiroz</li> </ul>	Unidades da Federação e Municípios (IBGE, 2013) Hidrografia (BRASIL, 2010) Municípios (IBGE, 2013) Geologia (BRGE, 2010)		<b>OBJETO 3: Projeto Básico</b>  <b>Título:</b> Unidades geológicas nas Áreas de Bota-Fora para Reaproveitamento no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI <b>Elaboração:</b> Denis de Lima <b>Data de elaboração:</b> 23/05/2024 <b>Revisão:</b> 00 <b>Nº OS:</b> 11/2023 <b>Folha:</b> A3 <b>Contratado:</b> RSA PROJETOS

Convenções Cartográficas	Referências Cartográficas	Localização Regional	Projeto: OBIETO 3: Projeto Básico
<p> <b>Hydrology</b>   Hidrovia   Segmento de Urucupui - Teresina/PI  <b>Municipal</b>   Urbica   Urbica  <b>Areas Set-Point</b>   Teresina Futura   Unidades da Federação  <b>Unidades Geológicas</b>   Serra Bonita   Guiricema   Serra do Bonito   Serra do Bonito </p>	<p>Unidades da Federação e Municípios (IBGE, 2013)</p> <p>Hidrovia (MMA S.A., 2018)</p> <p>Municípios (IBGE, 2013)</p> <p>Geologia (IBGE, 2013)</p> <p>Projeção Transversa de Mercator Datum: WGS84, 2011</p> <p>0 30 60 km</p>		<p><b>Título:</b> Unidades geológicas nas Áreas de Bota-Fora para Reaproveitamento no segmento entre Urucupui/PI – Teresina/PI</p> <p><b>Elaboração:</b> Desio de Lima</p> <p><b>Responsável:</b> Leonardo Vilela Steiner CRS/SC 173584-6</p> <p><b>Data de elaboração:</b> 23/05/2024</p> <p><b>Data de revisão:</b> 23/05/2024</p> <p><b>Revisão:</b> 00</p> <p><b>Nº OS:</b> 11/2023</p> <p><b>Folha:</b> A3</p> <p><b>Contratada:</b> <b>RSA</b></p> <p><b>Contratante:</b> <b>PIAUÍ</b></p>



[illegible]

<p><b>Convenções Cartográficas</b></p> <p>  Rodovia   Segmento Termino/PI - Luis Correia/PI   Município   Área Bota-Fora   Unidades da Federação         </p> <p>  Colônia, Distrito-Loteamento   Poligonal   Depósito de Aluviões Holocênicos   Dica: Início   Eixo   Lagoa do Alagoa   Pântano de Propri   Pântano   Salto Paulo   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão   Sertão         </p>	<p><b>Referências Cartográficas</b></p> <p>Unidades da Federação e Municípios (IBGE, 2013);          Hidrografia (INPA S.A., 2018);          Municípios (IBGE, 2013);          Geologia (IBGE, 2013).</p>	<p><b>Localização Regional</b></p> 	<p><b>Projeto:</b> <b>OBJETO 3: Projeto Básico</b></p>
			<p><b>Título:</b> <b>Unidades geológicas nas Áreas de Bota-Fora para Reaproveitamento no sítio entre Teresina/PI - Luis Correia/PI</b></p>
	<p>               Projeção Transversa de Mercator              Datum: SAD 69 (1966)         </p> <p>0 30 60 km</p>		<p><b>Elaboração:</b> Desio de Lima</p> <p><b>Responsável:</b> Leonardo Vilela Steiner              CREA/SC 173588-6</p>
			<p><b>Data de elaboração:</b> 23/05/2024</p> <p><b>Data de revisão:</b> 23/05/2024</p>
			<p><b>Revisão:</b> 00</p> <p><b>Nº OS:</b> 11/2023</p> <p><b>Folha:</b> A3</p>
			<p><b>Contratado:</b> </p> <p><b>Contratante:</b> </p>



Os pontos de boca-fora A01, A03, A37 e A50 no trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI e A24 no trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI apresentam a formação geológica Piauí, datada do Carbonífero Superior, na qual contém em sua parte superior uma sequência continental de folhelhos e argilitos, de cor avermelhada, localmente com calcários enquanto na parte inferior predominam bancos espessos de arenitos finos a médios, homogêneos, pouco argilosos e de cor róseo-avermelhada conforme informações do Serviço Geológico Brasileiro (SGB) (SGB, 2010). Nas proximidades de Amarante (PI), é constatado que as fácies apresentam estratificações de areias finas e médias bem selecionadas com eventuais camadas compostas por areias grossas e médias mal selecionadas (VIEIRA; SCHERER, 2017).

Já os pontos A09, A10, A21, A28, A37 e A41 pertencentes ao trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI constituem a formação Poti, unidade geológica depositada em ambiente deltaico e em planícies de maré, no Carbonífero Inferior, sendo formada na sua parte superior principalmente por arenitos finos-médio subangulosos e argilosos com intercalações de siltitos cinzas com vestígios de carvão, por vezes carbonosos, enquanto sua parte inferior apresenta arenitos médios e grossos (GOÉS, 1995; SGB, 2010).

Quanto ao ponto A48 (trecho Uruçuí/PI – Teresina/PI) este se encontra nas proximidades das unidades geológicas: Depósitos Aluvionares Holocênicos e Pedra de Fogo (IBGE, 2021) enquanto os pontos A09, A17, A37, A43, A57, A62 e A72 (trecho Teresina/PI – Luís Correia/PI) localizam-se exclusivamente nos depósitos holocênicos. Esta unidade geológica ocorre na planície fluvial do rio Parnaíba e apresenta granulometria predominantemente arenosa, formada por areias, cascalhos, siltes e argilas, com abundância de minerais como quartzo e feldspato na superfície terrestre (SGB, 2010). Já a formação Pedra de Fogo é composta por arenitos com ocorrência de folhelhos com intercalações de calcário, sillexitos e evaporitos (SGB, 2010).

Em relação às classes de solos, a Figura 56 e Figura 57 exhibe o mapeamento realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), datado de 2018 e em escala 1:1.000.000 para o trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI e Teresina/PI – Luís Correia/PI, respectivamente (EMBRAPA, 2018). É constatada nos pontos de interesse a ocorrência das seguintes classificações de solos no trecho Uruçuí/PI – Teresina/PI: Latossolo Amarelo; Solos Litólicos; Podzólico Vermelho-Amarelo; Solos Aluviais e Brunizem Avermelhado e no trecho Teresina/PI – Luís Correia/PI: plintossolo e solos aluviais.



Figura 56. Pedologia do trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento de material dragado das obras de dragagem e derrocamento da hidrovía.

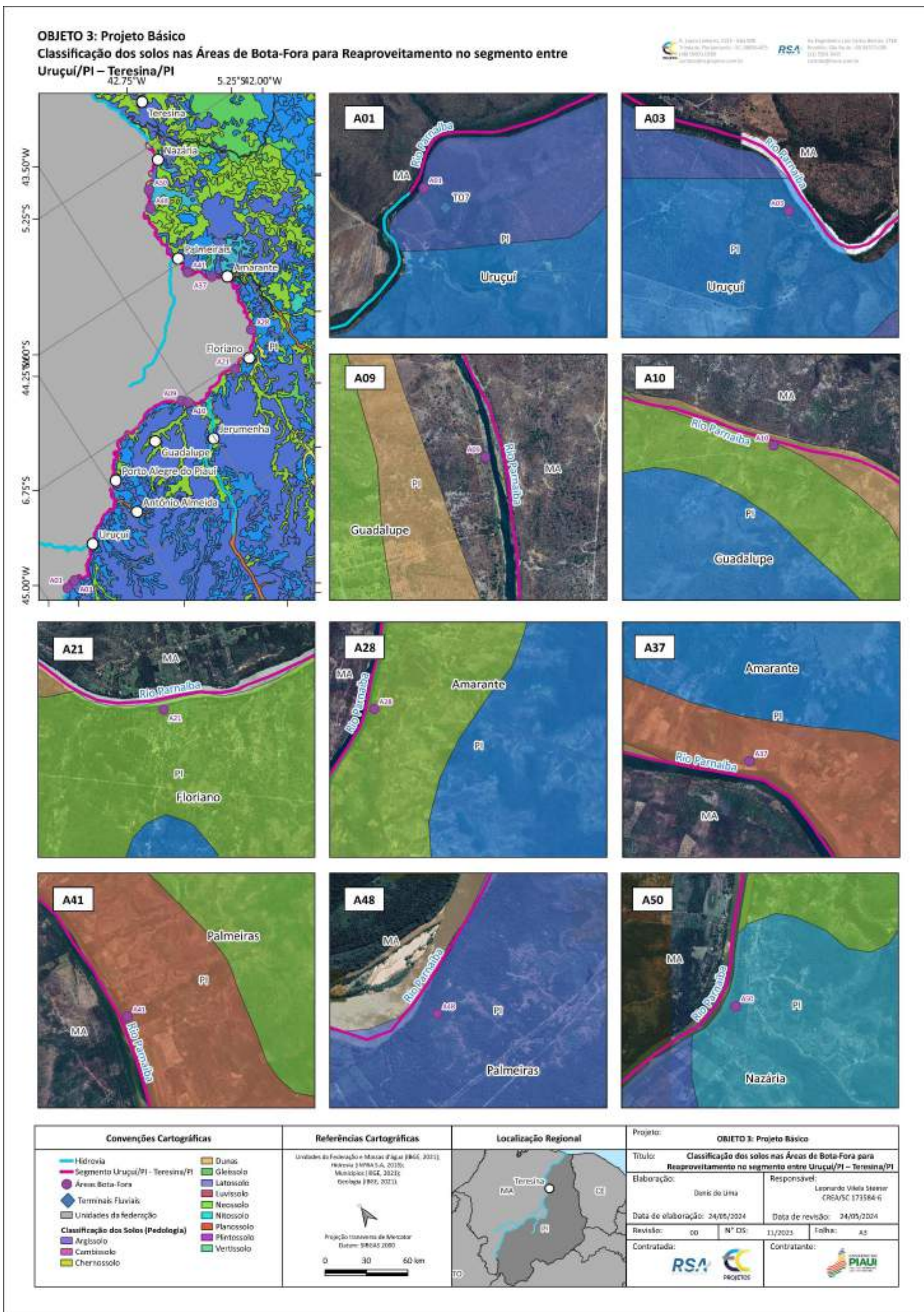
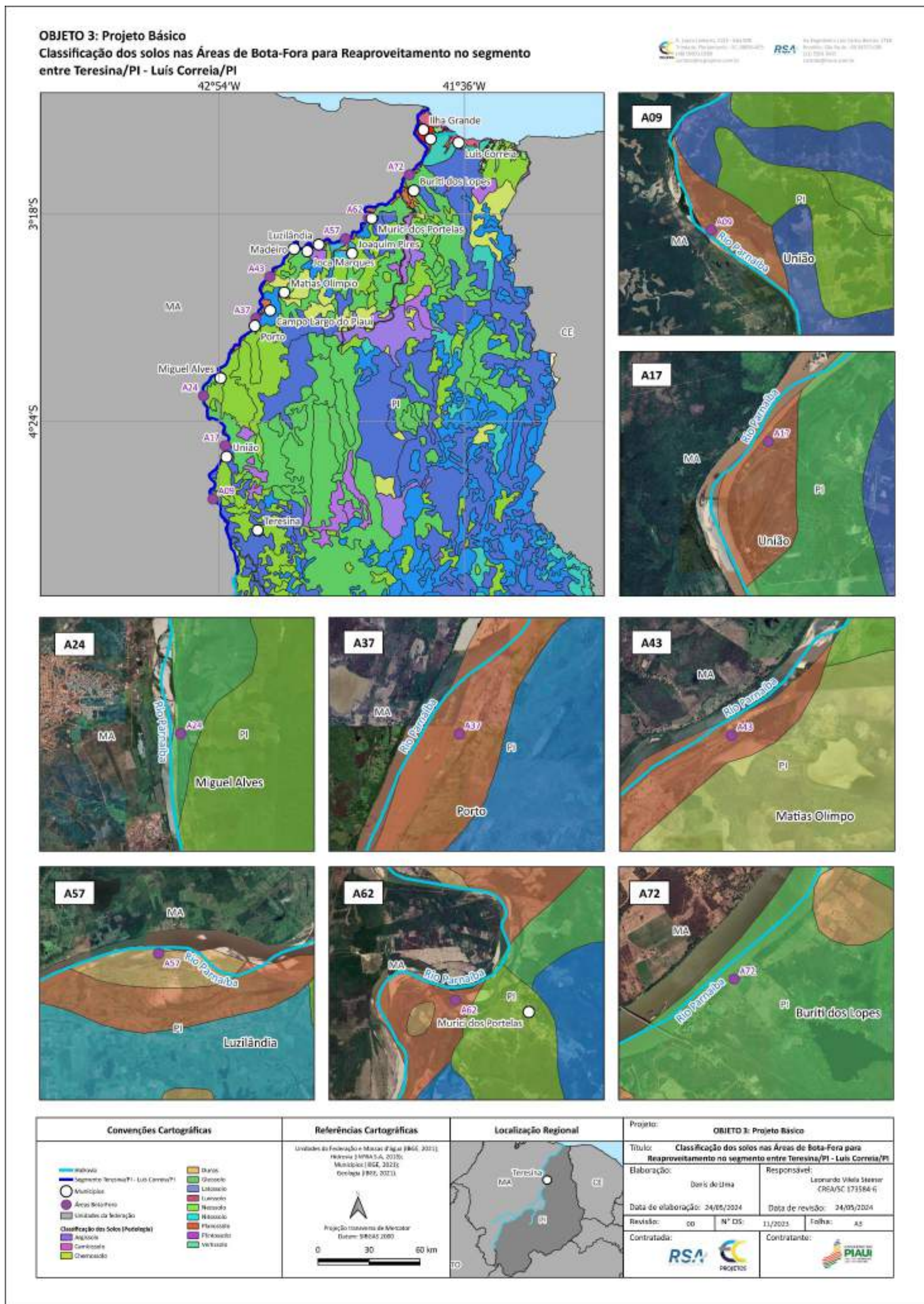




Figura 57. Pedologia do trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI, com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento de material dragado das obras de dragagem e derrocamento da hidrovía.





Os pontos de bota-fora A03, A01, A48 e A57 do trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI se encontram em área de latossolo amarelo, que são caracterizados principalmente por sua alta retenção de umidade e boa permeabilidade (EMBRAPA, 2021a). Os latossolos amarelos apresentam cor amarelada uniforme em profundidade, textura argilosa ou muito argilosa, elevada coesão dos agregados estruturais e resistência à erosão (EMBRAPA, 2021a).

Já os pontos A10, A21 e A28 do trecho Uruçuí/PI – Teresina/PI se encontram em solos podzólicos vermelho-amarelo, na qual são atualmente conhecidos como argissolos, sendo caracterizados por serem solos minerais, com permeabilidade variável e eventualmente, acidez elevada (CARVALHO *et al.*, 1999; EMBRAPA, 2021b).

Ainda no trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, o ponto A3 está inserido em área de solos litólicos. Estes solos são muito pouco desenvolvidos, rasos, não hidromórficos, normalmente pedregosos e/ou rochosos, moderadamente a excessivamente drenados (EMBRAPA, 2021c). Já o A50 se encontra em solo de classe brunizem avermelhado, na qual suas características mais relevantes são a alta ocorrência de uma camada superficial orgânica bem desenvolvida (UFSM, 2023). Suas propriedades podem variar com a região em função da lixiviação provocada pelo regime de chuva. (BERTOL *et al.*, 2000).

Os pontos A37 e A41 (trecho Uruçuí/PI – Teresina/PI) e os pontos A09, A17, A37, A43 A57 e A62 (trecho Teresina/PI – Luís Correia/PI) estão em solos aluviais, atualmente chamados de neossolos flúvicos. Estes são pouco evoluídos e possuem camadas de sedimentos aluviais recentes sem relações pedogenéticas entre os extratos (EMBRAPA, 2021d).

Por fim, os pontos A24 e A72, abrangidos pelo trecho entre Teresina/PI e Luís Correia/PI localizam-se em plintossolos, os quais são constituídos por material mineral com horizonte plíntico, litoplíntico ou concrecionário, sendo comuns em localidades de clima quente e úmido, onde há estações secas bem definidas (EMBRAPA, 2021e). São normalmente imperfeitamente ou mal drenados e são fortemente ácidos, podendo apresentar saturação por bases baixa ou alta (EMBRAPA, 2021e).

#### 4.2.2.1.1. Processos Minerários

A avaliação dos processos minerários atualmente vigentes no rio Parnaíba se deu entre o segmento de Uruçuí/PI – Teresina/PI e Teresina/PI – Luís Correia/PI, tendo sido utilizada a base de dados da Agência Nacional de Mineração (ANM), onde foi possível obter as poligonais de interesse aos processos minerários em andamento junto à ANM (ANM, 2023), com dados referentes a outubro de 2023.



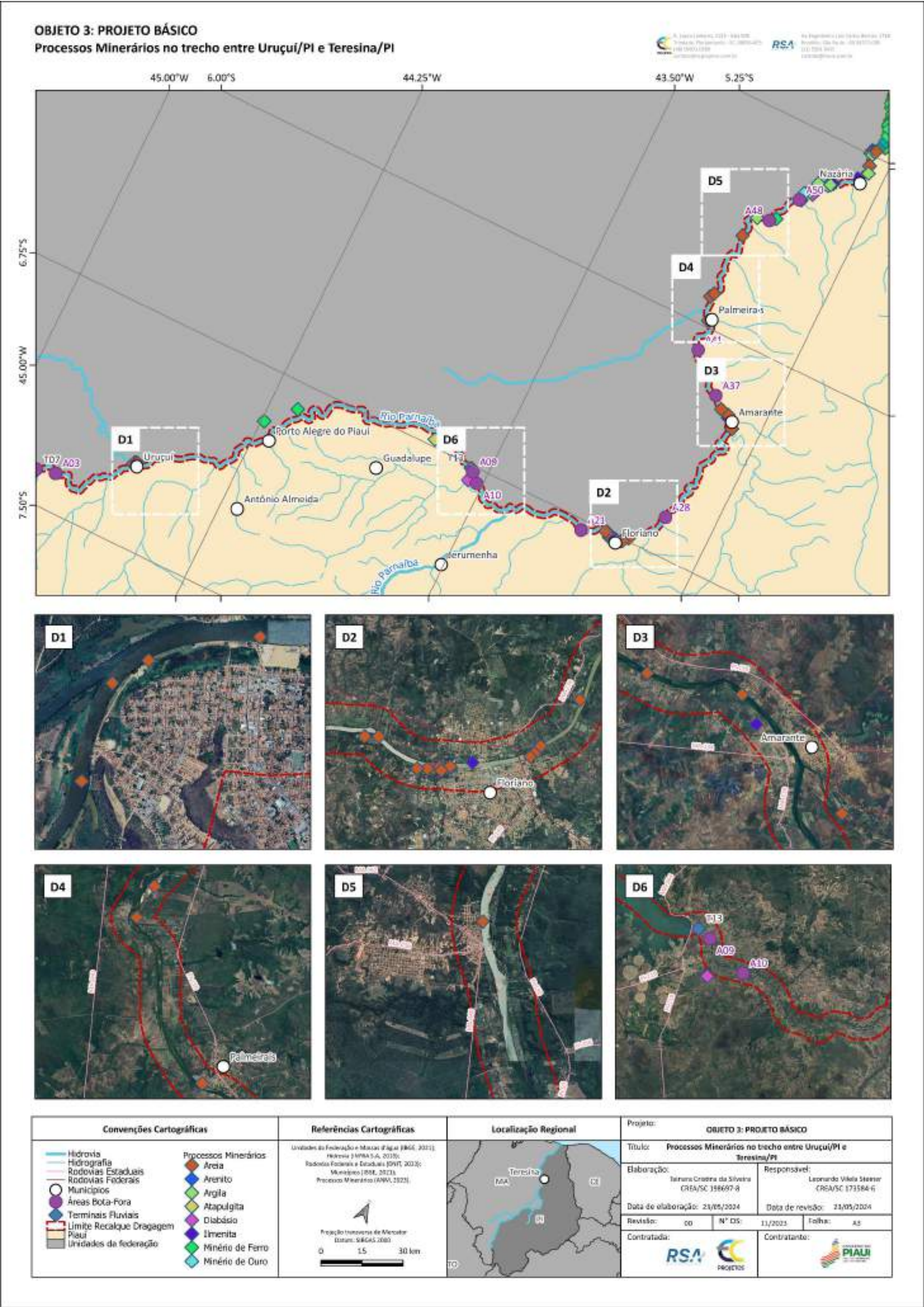
Além disso, a avaliação dos processos abrangeu duas vertentes, sendo uma considerando a interferência dos serviços de dragagem e derrocamento diretamente no leito do rio e outra considerando a interferência indireta, por meio da disposição do material dragado nas margens do rio no Piauí, em até 1.000m a partir do eixo central da calha do rio.

Ao todo, no trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, existem 54 processos minerários em andamento, sendo que 57,41% se concentram no leito do rio Parnaíba e enquanto o restante (42,59%) apresenta poligonal às margens do rio, no Estado do Piauí. Além disso, a maioria dos processos apresentam como Unidade da Federação (UF), o Piauí (62,96%) (ANM, 2023).

Já no trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI, foram identificados ao todo 142 processos minerários, os quais 69,72% concentram-se no leito do rio e o restante (30,28%), na margem do rio Parnaíba. Ademais, a maior parte dos processos situam-se no Piauí (63,57%) (ANM, 2023). A Figura 58 exibe os processos minerários para o trecho de Uruçuí/PI – Teresina/PI enquanto a Figura 59 exibe os processos entre Teresina/PI – Luís Correia/PI.

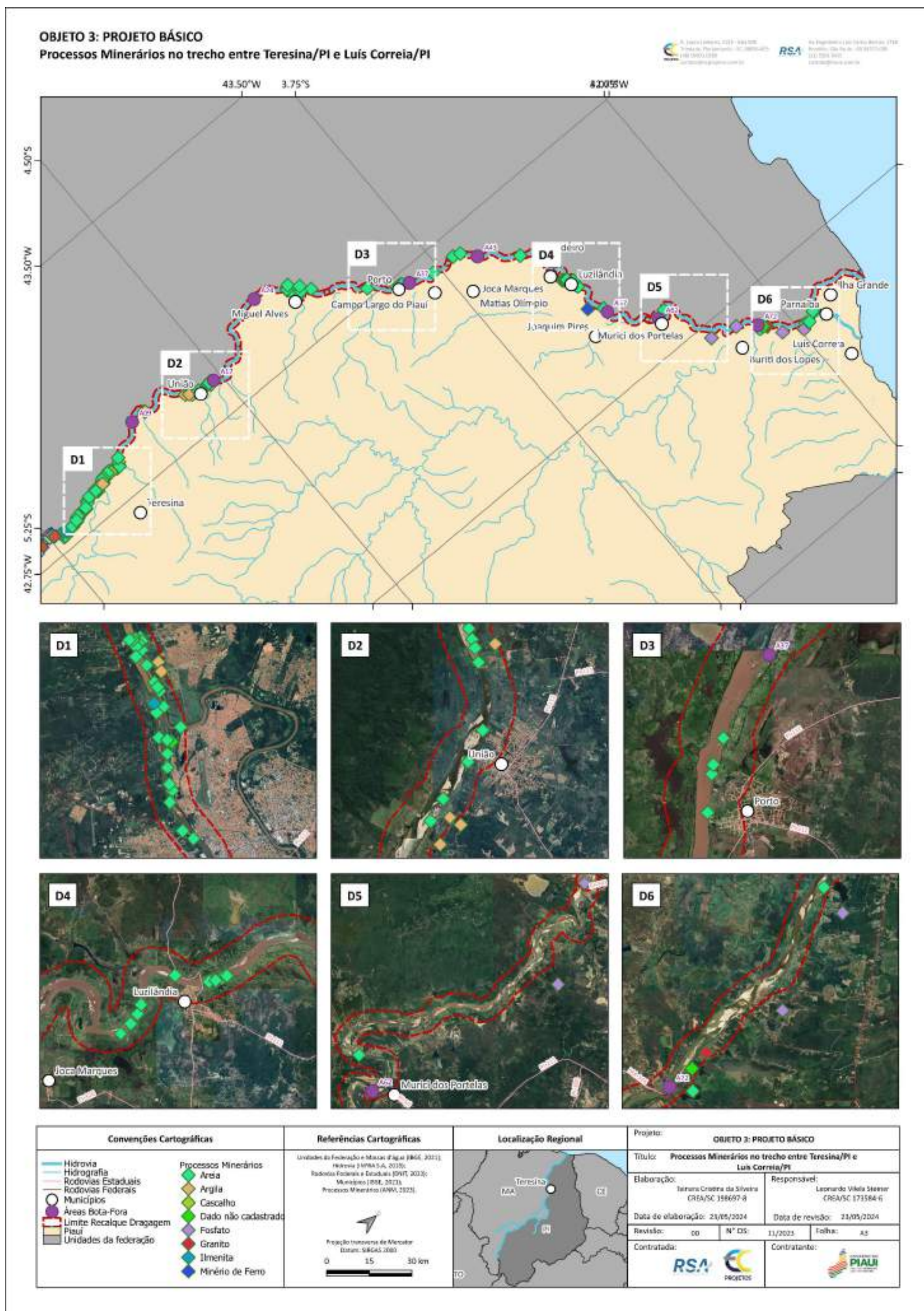


Figura 58. Processos minerários presentes no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI.





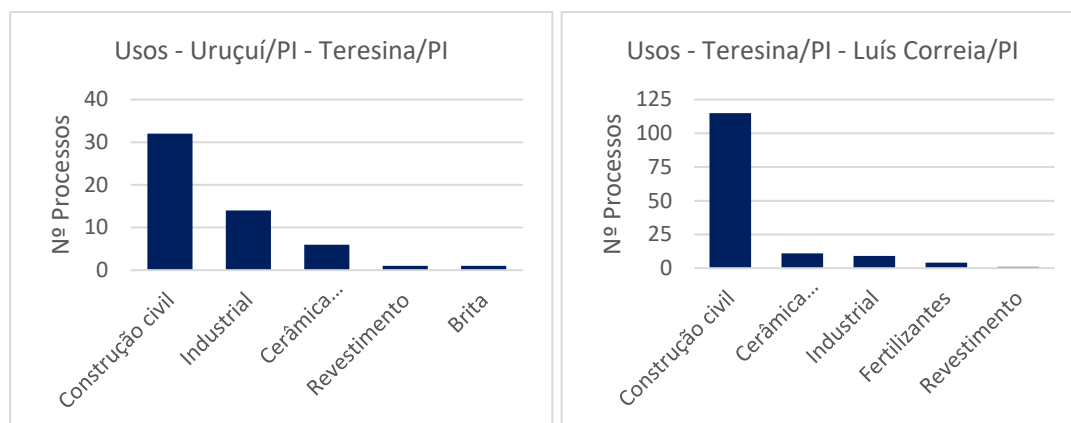
**Figura 59. Processos minerários presentes no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI.**





Na Figura 60 pode-se observar os usos identificados nos processos minerários que tramitam na ANM. No primeiro trecho, entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, a maior parte dos processos, cerca de 59,26%, são destinados para construção civil, seguido de uso industrial (25,93%) e cerâmica vermelha (11,11%) (ANM, 2023). No trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI, o principal uso é também a construção civil (82,14%), seguido de cerâmica (7,86%) e industrial (6,43%) (ANM, 2023).

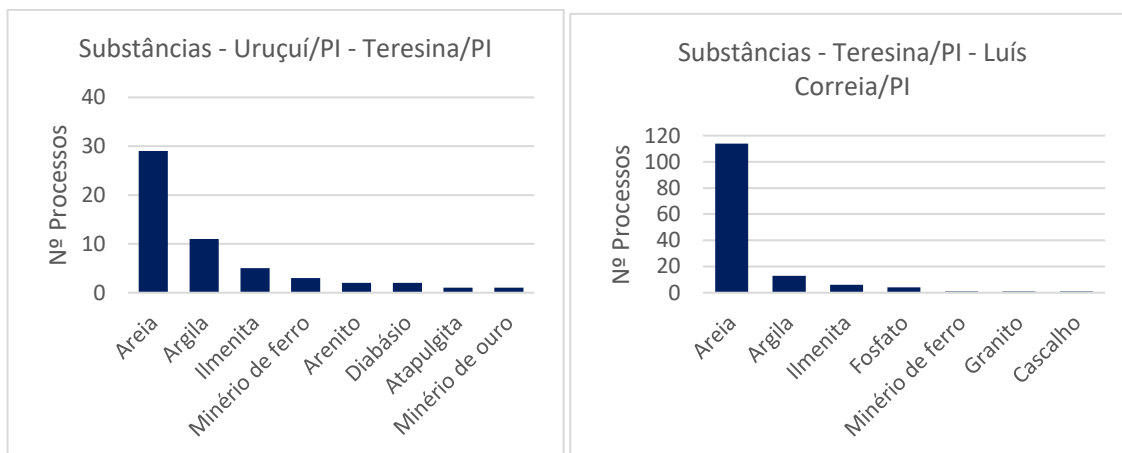
**Figura 60. Usos identificados para os processos minerários presentes no rio Parnaíba (Uruçuí/PI – Luís Correia/PI).**



Fonte: ANM (2023).

Elaboração própria.

**Figura 61. Substâncias identificadas para os processos minerários presentes no rio Parnaíba (Uruçuí/PI – Luís Correia/PI).**



Fonte: ANM (2023).

Elaboração própria.

Em relação as substâncias (Figura 61), o principal destaque foi a areia que atingiu 53,70% dos processos minerários avaliados, seguido de argila (20,37%) no trecho que liga Uruçuí/PI até Teresina/PI (ANM, 2023). De modo similar, no trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI, o principal material alvo de processos é a areia (81,43%), seguido da argila (9,29%) (ANM, 2023).

Já na Tabela 38 pode-se observar as fases em que se encontram os processos minerários presentes no trecho de Uruçuí/PI – Teresina/PI e na Tabela 39 para o trecho de Teresina/PI – Luís Correia/PI. Os processos minerários encontram-se, na maioria em fase de licenciamento para ambos os trechos, 40,74% e 39,44%, respectivamente, fase na qual deve-se apresentar as licenças ambientais emitidas pelos órgãos responsáveis pelo licenciamento do empreendimento. Demais processos encontram-se em fase de autorização de pesquisa, 29,63% e 21,13%, respectivamente (ANM, 2023).

**Tabela 38. Fase dos processos minerários presentes no rio Parnaíba no trecho de Uruçuí/PI – Teresina/PI.**

Fase	Quantidade	Percentual (%)
Licenciamento	22	40,74%
Autorização De Pesquisa	16	29,63%
Requerimento De Licenciamento	10	18,52%
Disponibilidade	3	5,56%
Requerimento De Pesquisa	2	3,70%
Requerimento De Registro De Extração	1	1,85%
Total	54	100,00%

Fonte: ANM (2023).  
Elaboração própria.

**Tabela 39. Fase dos processos minerários presentes no rio Parnaíba no trecho de Teresina/PI – Luís Correia/PI.**

Fase	Quantidade	Percentual (%)
Licenciamento	56	39,44%
Autorização De Pesquisa	30	21,13%
Requerimento De Licenciamento	22	15,49%
Disponibilidade	15	10,56%
Requerimento De Lavra	10	7,04%
Requerimento De Pesquisa	6	4,23%
Direito De Requerer A Lavra	2	1,41%
Apto Para Disponibilidade	1	0,70%
Total	142	100,0%

Fonte: ANM (2023).  
Elaboração própria.

#### 4.2.2.2. Hidrologia

A avaliação do regime hidrológico na região do trecho navegável da hidrovia e, por consequência, nas proximidades das áreas propostas para implantação dos bota-foras

de reaproveitamento de material dragado constam no Produto 21 – Alternativas de Projeto referente ao EVTEA dos Terminais Fluviais.

#### **4.2.2.3. Áreas Protegidas**

A avaliação de áreas protegidas considerou a presença de Unidades de Conservação (UCs), áreas quilombolas, terras indígenas, aldeias, assentamentos e Comunidades Remanescentes Quilombolas (CRQs). A Figura 62 e Figura 63 exibe as áreas protegidas presentes na hidrovia, com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento. Pode-se verificar que não foram identificadas terras indígenas ou áreas quilombolas limítrofes aos segmentos avaliados.



**OBJETO 3: PROJETO BÁSICO**  
**Segmento Uruçuí/PI - Teresina/PI: Áreas Protegidas nas Proximidades das Áreas de Bota-Fora para Reaproveitamento**

Detalhes das áreas protegidas:

- A10:** Próximo a Artur Passos (PI).
- A28:** Próximo a Pa. Chapada da Conceição (PI).
- A37:** Próximo a Periperi (PI).
- A48:** Próximo a Pa. José Constantino/Ilmará (PI).
- A50:** Próximo a Pa. Gaciras e Pa. Olga Benário (PI).

**Convenções Cartográficas**

- Segmento Uruçuí/PI - Teresina/PI
- Hidrovia
- Hidrografia
- Rodovias Estaduais
- Municípios
- Ilhas
- Áreas Bota-Fora
- Terminais Fluviais
- CRDs
- Unidades da federação
- Pisot
- Assentamentos Rurais

**Referências Cartográficas**

Unidades da Federação e Mapas (IBGE, 2011);  
 Hidrovia (MMA/S.A., 2019);  
 Municípios (IBGE, 2021);  
 Assentamentos (PROFA, 2023);  
 ODS (Elaboração própria, 2023).

Projeção Transverso de Mercator  
 Datum: SBR64S 2000

0 15 30 km

**Localização Regional**

**Projeto:** OBJETO 3: PROJETO BÁSICO  
**Título:** Segmento Uruçuí/PI - Teresina/PI: Áreas Protegidas nas Proximidades das Áreas de Bota-Fora para Reaproveitamento  
**Elaboração:** Tatiana Cristina da Silva (CREA/SC 198697-8)  
**Responsável:** Leonardo Vilela Steiner (CREA/SC 171584-6)  
**Data de elaboração:** 23/05/2024  
**Data de revisão:** 23/05/2024  
**Revisão:** 00  
**Nº DS:** 11/2023  
**Folha:** A5  
**Contratada:** RSA  
**Contratante:** PIAUI

Convenções Cartográficas	Referências Cartográficas	Localização Regional	Projeto:
<p>Segmento Uruçu/PI - Teresina/PI</p> <p>Hidrovia</p> <p>Hidrografia</p> <p>Rodovias Estaduais</p> <p>Municípios</p> <p>Eclusa</p> <p>Áreas Bota-Fora</p> <p>Terminais Fluviais</p> <p>CRQs</p> <p>Unidades da federação</p> <p>Piail</p> <p>Assentamentos Rurais</p>	<p>Unidades da Federação e Mapeamento (IBGE, 2021);</p> <p>Hidrovia (MMA/AN, 2015);</p> <p>Municípios (IBGE, 2022);</p> <p>Assentamentos (DCEA, 2023);</p> <p>CRQs (Estruturação, 2023).</p> <p>Projeção transversal de Albers</p> <p>Dados: SIBAS 2000</p> <p>0 15 30 km</p>		<p><b>OBJETO 3: PROJETO BÁSICO</b></p> <p><b>Título:</b> Segmento Uruçu/PI - Teresina/PI: Áreas Protegidas nas Proximidades das Áreas de Bota-Fora para Reaproveitamento</p> <p><b>Elaboração:</b> Tatiana Cristina da Silveira (CREA/SC 198697-8)</p> <p><b>Responsável:</b> Leonardo Vilela Steiner (CREA/SC 173584-6)</p> <p><b>Data de elaboração:</b> 23/05/2024</p> <p><b>Data de revisão:</b> 23/05/2024</p> <p><b>Revisão:</b> 00</p> <p><b>Nº DS:</b> 13/2023</p> <p><b>Folha:</b> A5</p> <p><b>Contratada:</b> RSA</p> <p><b>Contratante:</b> PROJETO</p>



**OBJETO 3: PROJETO BÁSICO**  
**Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI: Áreas Protegidas nas Proximidades das Áreas de Bota-Fora para Reaproveitamento**

**Convenções Cartográficas**

Hidrovia	Aldeias
Hidrografia	Unidades da federação
Rodovias Estaduais	Piauí
Rodovias Federais	Assentamentos Rurais
Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI	UCs
Municípios	PI
Áreas Bota-Fora	US
CRQs	

**Referências Cartográficas**

Unidades da Federação e Mapeamento de Áreas (IBGE, 2021);  
 Hidrografia (MMA/ANPA, 2015);  
 Municípios (IBGE, 2022);  
 Assentamentos Rurais (PRON, 2023);  
 CRQs (Elaboração própria, 2023);  
 Unidades de Conservação (MMA, 2023).

Projeção Transversal de Mercator  
 Datum: SIRGAS 2000

0 15 30 km

**Localização Regional**

**Projeto:** OBJETO 3: PROJETO BÁSICO

**Título:** Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI: Áreas Protegidas nas Proximidades das Áreas de Bota-Fora para Reaproveitamento

**Elaboração:** Tatiana Cristina da Silva  
 CREA/SC 198697-8

**Responsável:** Leonardo Vilela Steiner  
 CREA/SC 173584-6

**Data de elaboração:** 24/05/2024

**Data de revisão:** 24/05/2024

**Revisão:** 00

**Nº DS:** 11/2023

**Folha:** A5

**Contratada:** RSA

**Contratante:** PIAT

Convenções Cartográficas	Referências Cartográficas	Localização Regional	Projeto:
Hidrovia Hidrografia Rodovias Estaduais Rodovias Federais Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI Municípios Áreas Boto-Fora CRQs Aídeias Unidades da federação Piauí Assentamentos Rurais UCs PI US	Unidades da Federação e Mucos d'água (IBGE, 2021); Hidrovia (MMA S.A., 2019); Municípios (IBGE, 2022c); Assentamentos, Aídes (NOM, 2025); CROs (Elaboração própria, 2023); Unidades de Conservação (MMA, 2023).  Projeção transversal de Mercator Datum: SIRGAS 2000 		<b>OBJETO 3: PROJETO BÁSICO</b>  <b>Título:</b> Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI: Áreas Protegidas nas Proximidades das Áreas de Boto-Fora para Reaproveitamento  <b>Elaboração:</b> Tatiana Cristina da Silveira CREA/SC 186697-8  <b>Data de elaboração:</b> 24/05/2024  <b>Revisão:</b> 00 <b>Nº DS:</b> 11/2023 <b>Folha:</b> 45  <b>Contratada:</b>  <b>Contratante:</b>



Entretanto, foram verificadas CRQs próximas aos bota-foras de reaproveitamento A10, e A37, no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI. No A10 há a comunidade Arthur Passos distante 5,5 km e na A37 há comunidade Periperi distante cerca de 5,0 km. A Tabela 40 resume as principais informações relativas as CRQs mencionadas obtidas por meio da Fundação Cultural Palmares (FCP).

**Tabela 40. Detalhamento das Comunidades Remanescentes próximas às áreas de bota-fora para reaproveitamento.**

Município	Comunidade	Nº Processo Na FCP	Data da Abertura	Etapa Atual	Nº Processo INCRA
Jerumenha	Artur Passos	01420.006208/ 2010-34	11/11/2010	Certificada	54380.000777/ 2011-37
Amarante	Periperi	01420.016150/ 2014-61	20/08/2014	Certificada	54000.097022/ 2021-46

Fonte: FCP (2023).

Elaboração própria.

Também foram verificados assentamentos rurais localizados próximos aos locais de disposição de material dragado, com destaque para os bota-foras A28, A48 e A50 no trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI (Tabela 41) e A17, A24, A37, A43, A57, A62 e A72 no trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI (Tabela 42).



**Tabela 41. Detalhamento dos assentamentos rurais localizados nas proximidades das áreas de bota-fora para reaproveitamento do material dragado – segmento entre Uruçuí/PI e Teresina/PI.**

Bota-Fora	Distância (km)	Código	Nome	Município	Área (ha)	Capacidade	Nº famílias	Fase	Data Criação
A48	4,1	PI0165000	PE Prata I	Palmeirais	1.634	41	38	5	15/12/2000
	3,2	PI0325000	PA Jose Constâncio/Limaza	Palmeirais	2.126	82	82	3	25/04/2005
A50	6,4	PI0371000	PA Olga Benário	Nazária	1.072	41	41	3	24/11/2005
	6,8	PI0168000	PE Caeiras	Nazária	2.484	58	42	5	15/12/2000
A28	6,3	PI0504000	PA Chapada Da Conceição	Amarante	2.000	75	75	3	12/12/2007

Fonte: INCRA (2023).  
Elaboração própria.

**Tabela 42. Detalhamento dos assentamentos rurais localizados nas proximidades das áreas de bota-fora para reaproveitamento do material dragado – segmento entre Teresina/PI e Luís Correia/PI.**

Bota-fora	Distância (km)	Código	Nome	Município	Área (ha)	Capacidade	Nº famílias	Fase	Data Criação
A72	4,6	PI0097000	PA Fazenda Cutias	Buriti Dos Lopes	888	52	52	5	28/09/1998
	5,1	PI0283000	PE Floresta - Vilão Ruim	Buriti Dos Lopes	529	14	14	4	06/10/2004
	5,6	PI0265000	PA Lagoa do Prado	Parnaíba	970	73	62	4	27/11/2003
	5,7	PI0952000	PA Canaã do Norte	Parnaíba	1.217	75	71	3	18/06/2012
A43	4,8	PI0365000	PA Sapucaia	Matias Olímpio	992	30	30	3	04/10/2005
A24	1,6	PI0083000	PA Centro do Designo	Miguel Alves	6.704	431	425	7	10/12/1997
A17	5,3	PI0295000	PA Espadarte	Uniao	1.042	30	30	5	28/10/2004
A62	4,6	PI0281000	PE Edem	Buriti Dos Lopes	771	18	18	4	04/10/2004
	6,3	PI0212000	PE Campos Gerais	Joaquim Pires	560	12	9	5	11/12/2001

Bota-fora	Distância (km)	Código	Nome	Município	Área (ha)	Capacidade	Nº famílias	Fase	Data Criação
A37	0,8	PI0424000	PE Lagoa do Campo Largo	Porto	907	96	206	3	24/10/2006
A57	3,4	PI0407000	PA Maria Betânia	Joaquim Pires	1.137	57	57	3	23/03/2006

Fonte: INCRA (2023).

Elaboração própria.

#### **4.2.2.4. Pesca e extrativismo**

Conforme já discutido em relatórios anteriores, o rio Parnaíba é amplamente utilizado para fins de pesca, englobando comunidades ribeirinhas em praticamente toda sua extensão, uma vez que se trata de um dos poucos rios perenes do Nordeste (OLIVEIRA, 1974). Esse cenário foi constatado durante o levantamento de campo realizado no rio Parnaíba, no qual foi possível identificar diversos pontos de pesca, conforme exhibe a Figura 64 e Figura 65.



**OBJETO 3: PROJETO BÁSICO**  
**Levantamento de Pontos de Pesca e Embarcações no Trecho entre Uruçuí/PI - Teresina/PI**

Mapa principal e detalhes do trecho entre Uruçuí/PI e Teresina/PI, mostrando a hidrovia Rio Parnaíba e os pontos de pesca e embarcação levantados.

**Convenções Cartográficas**

Hidrovia	Terminal Fluvial
Segmento	Levantamento Hidrovia
Uruçuí/PI - Teresina	Pesca
Rodovias Estaduais	Embarcação
Municípios	Unidades da federação
Eclusa	PIAUÍ
Áreas Bota-Fora	

**Referências Cartográficas**

Unidades da Federação e Mosaico d'água (IBGE, 2023);  
Hidrovia (MMA, 2018);  
Municípios (IBGE, 2023);  
Rodovias Estaduais (DNIT, 2023);  
Levantamento Hidrovia (Elaboração própria, 2023).

**Localização Regional**

Mapa de localização regional mostrando o trecho entre Uruçuí/PI e Teresina/PI.

**Projeto:** OBJETO 3: PROJETO BÁSICO

**Título:** Levantamento de Pontos de Pesca e Embarcações no Trecho entre Uruçuí/PI - Teresina/PI

**Elaboração:** Tainara Cristina da Silveira  
CREA/SC 198597-8

**Responsável:** Leonardo Vêia Steiner  
CREA/SC 173588-6

**Data de elaboração:** 23/05/2024

**Data de revisão:** 23/05/2024

**Revisão:** 00

**Nº OS:** 11/2023

**Folha:** A3

**Contratada:** RSA

**Contratante:** PIAUÍ

Convenções Cartográficas	Referências Cartográficas	Localização Regional	Projeto: OBJETO 3: PROJETO BÁSICO
Hidrovia Segmento Uruguí/PI - Teresina Rodovias Estaduais Municípios Eclusa Áreas Bota-Fora	Terminais Fluviais Pesca Embarcação Unidades da federação Piauí		<p><b>Título:</b> Levantamento de Pontos de Pesca e Embarcações no Trecho entre Uruguí/PI - Teresina/PI</p> <p><b>Elaboração:</b> Talnera Cristina da Silveira CREA/SC 198697-8</p> <p><b>Responsável:</b> Leonardo Vilela Steiner CSCA/SC 173588-6</p> <p><b>Data de elaboração:</b> 23/05/2024</p> <p><b>Data de revisão:</b> 23/05/2024</p> <p><b>Revisão:</b> 00    <b>Nº OS:</b> 11/2023    <b>Folha:</b> A3</p> <p><b>Contratado:</b> </p> <p><b>Contratante:</b> </p>





No geral, verificou-se a presença de residências ribeirinhas nas margens do Piauí, sendo que o curso hídrico é prioritariamente utilizado para fins de lazer, transporte, pesca de subsistência e pesca artesanal para fins comerciais. O trecho entre Uruçuí/PI e Teresina/PI apresentou, ao todo, 59 pontos de pesca e 427 pontos com embarcações enquanto o trecho entre Teresina/PI e Luís Correia/PI abarcou 253 pontos de embarcação e 86 pontos de pesca.

Relativo as áreas de bota-fora, pode-se verificar que os locais A21, A28, A37, A48 e A50 apresentam pontos de pesca em suas proximidades enquanto os pontos de embarcação foram avistados para todas as áreas de disposição de material dragado de reaproveitamento no trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI. Já no trecho seguinte, entre Teresina/PI – Luís Correia/PI, as áreas A09, A24, A37, A43 e A57 localizam-se próximas de localidades utilizadas para a prática de pesca. Embarcações foram avistadas nas imediações de todos os bota-foras propostos para este trecho.

A pesca ocorre majoritariamente na modalidade artesanal, sendo que algumas das técnicas e petrechos de pesca observados foram: anzol (vara/caniço), armadilhas (espinhel de superfície) e rede de espera. Os pontos mapeados englobam desde locais utilizados pelos pescadores, seja para a pesca propriamente dita às margens dos rios como locais utilizados para descanso, pontos de armadilha e pequenos criadouros de peixes executados em ripa de madeira. A Figura 66 exhibe alguns exemplos dos pontos de pesca observados.



**Figura 66. Pesca no rio Parnaíba: em A) ponto de pesca com anzol, B) local para descanso dos pescadores, em C) criadouro em ripa de madeira e em D) indivíduo pescando no rio com canoa.**



Fonte: Consórcio Intermodal (2023).

Em relação as embarcações (Figura 67), a maior parte das observações foram de canoas ou barcos motorizados, de pequeno porte, executadas em madeira ou metal e utilizadas para pesca e transporte dos ribeirinhos. Além disso, próximas as áreas urbanas também foram observadas embarcações de médio porte, que são utilizadas para travessia de passageiros entre o Estado do Piauí e Maranhão.

**Figura 67. Embarcações avistadas no rio Parnaíba: em A) e B) embarcações de madeira, em c) embarcação motorizada e em D) embarcações de médio porte atracadas próximas ao centro urbano.**



Fonte: Consórcio Intermodal (2023).

#### **4.2.2.5. Uso e Ocupação do Solo**

A avaliação do uso e ocupação do solo nas proximidades das áreas de bota-fora para reaproveitamento busca compatibilizar tais áreas com os zoneamentos e usos atualmente observados, reduzindo a possibilidade de ocorrência de conflitos com o ordenamento dos municípios. A seguir são discutidos os principais pontos relacionados com essa temática, considerando-se os planos diretores municipais e mapas de cobertura do solo da região.

##### **4.2.2.5.1. Cobertura do Solo**

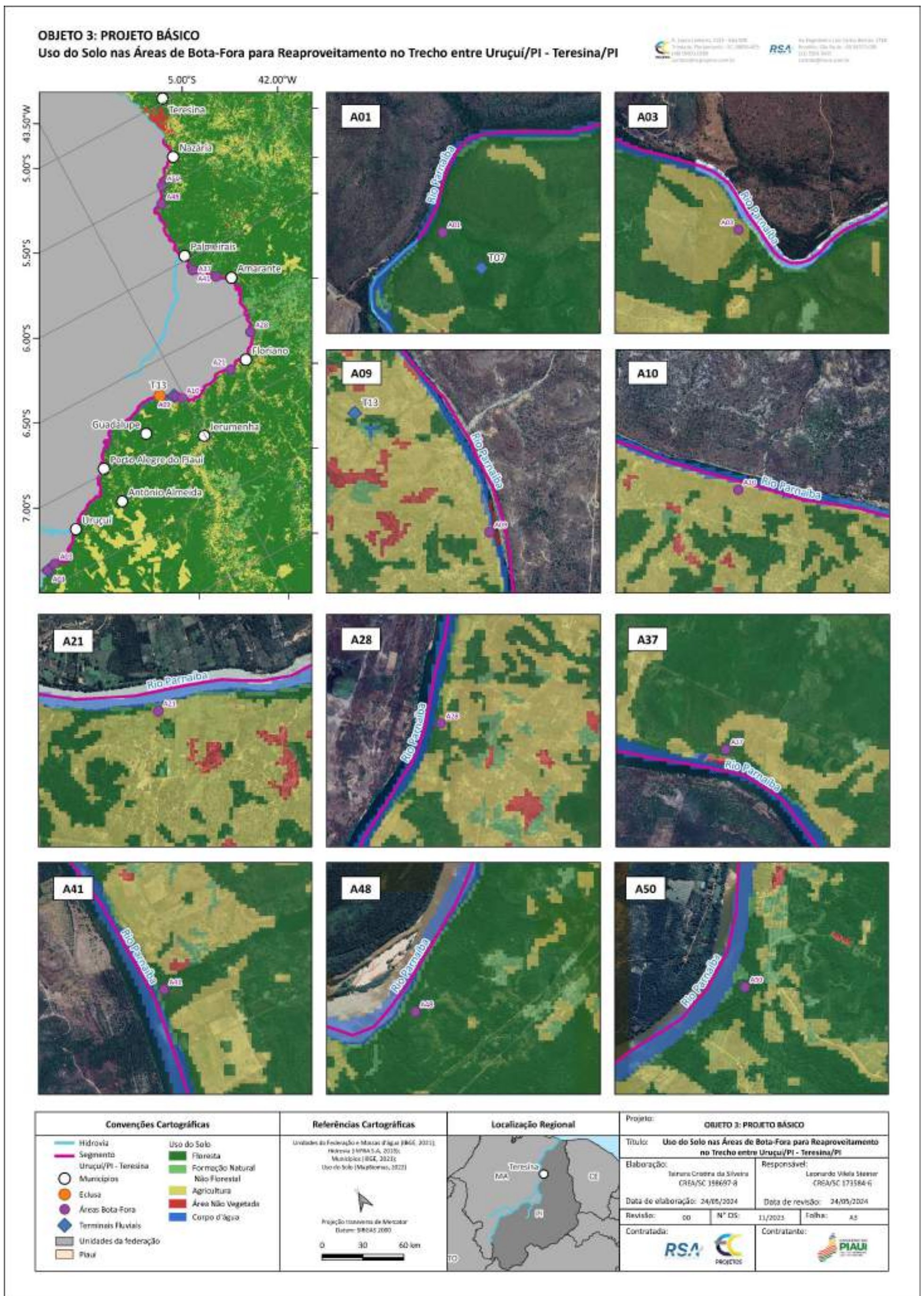
O uso do solo na intermediação dos bota-foras para reaproveitamento de material dragado foi determinado a partir da utilização de mapas de uso e cobertura do solo, elaborados pelo MapBiomass. A metodologia adotada para produção dos mapas pela entidade é a aplicação de classificação pixel a pixel de imagens de satélite do Landsat (MAPBIOMAS, 2023).

A Figura 68 e Figura 69 exibe o mapeamento do uso e cobertura do solo relativo ao ano de 2022 nas proximidades do trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI e Teresina/PI – Luís Correia/PI, respectivamente, com destaque para as áreas de bota-fora para reaproveitamento de material. Como pode-se observar, as áreas de disposição se distribuem entre as classes de uso do solo “Floresta” e “Agropecuária” no trecho entre

Uruçuí/PI – Teresina/PI e nas classes de “Agropecuária” e “Área Não Vegetada” no trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI (MAPBIOMAS, 2023).



**Figura 68. Uso do solo nas proximidades do trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, com destaque para as áreas de disposição de material dragado com fins de reaproveitamento.**









As áreas de bota-fora A01, A37, A41, A48 e A50 (trecho Uruçuí/PI – Teresina/PI) posicionam-se na classe de floresta, a qual no caso do bioma cerrado, abrange tipos de vegetação com predomínio de espécies arbóreas, com formação de dossel contínuo (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), além de florestas estacionais semidecíduais (MAPBIOMAS, 2023).

Em contrapartida, as áreas de disposição A03, A10, A21, A28 e A57 (trecho Uruçuí/PI – Teresina/PI) e A09, A17, A24, A37, A43, A62 e A72 (trecho Teresina/PI - Luís Correia/PI) encontram-se na classe de agropecuária, a qual pode abranger diferentes culturas, incluindo lavouras perenes ou temporárias, além de considerar também a ocorrência de atividade pecuarista (MAPBIOMAS, 2023). Conforme discutido já no Relatório 12, a maior parte das ocorrências de agricultura e pecuária nas margens do rio Parnaíba são voltadas para pequenos produtores, de cunho familiar e ribeirinho.

#### 4.2.2.5.2. Planos Diretores

O Plano Diretor é um dos instrumentos da política urbana definido pelo Estatuto das Cidades, instituído pela Lei 10.257/2001, sendo obrigatório para cidades com mais de 20.000 habitantes (BRASIL, 2001). Nesse sentido, os municípios que são limítrofes ao trecho navegável da hidrovia, que apresentam mais de 20.000 habitantes e possuirão bota-fora para aproveitamento de material dragado são Floriano, Uruçuí, União e Miguel Alves. A Tabela 43 resume os instrumentos normativos que norteiam o ordenamento desses municípios.

**Tabela 43. Instrumentos normativos de ordenamento no trecho da hidrovia entre Uruçuí/PI – Luís Correia/PI.**

Trecho	Município	Instrumento	Descrição	Bota-Fora
Trecho Uruçuí/PI – Teresina/PI	Floriano	Lei nº 416, de 23 de abril de 2007	Institui o Plano Diretor Participativo de Floriano, dispondo sobre a política municipal de desenvolvimento urbano, e dá outras providências.	A21
	Uruçuí	Lei Complementar nº 821, de 15 de dezembro de 202	Institui a Política Municipal de Desenvolvimento Urbano e o Plano Diretor do Município de Uruçuí, e dá outras providências.	A01 e A03
Trecho Teresina/PI – Luís Correia/PI	União	Lei nº 494 de 21 de setembro de 2006 Lei nº 502 de 25 de janeiro de 2007	Institui o Plano Diretor de União e dá outras providências. Define as diretrizes para o uso do solo urbano do Município e dá outras providências	A17 e A09



Trecho	Município	Instrumento	Descrição	Bota-Fora
	Miguel Alves	Lei nº 717 de fevereiro de 2008	Institui o plano diretor participativo da cidade de Miguel Alves do Piauí e dá outras providências.	A24

Fonte: Floriano (2007), Uruçuí (2021), União (2006, 2007), Miguel Alves (2008)

Elaboração própria.

#### 4.2.2.5.2.1. Floriano

Em relação ao município de Floriano, este está dividido em 14 (quatorze) zonas urbanas, conforme exibe a Tabela 44. O Plano também apresenta o zoneamento da área rural, a qual é englobada pela zona rural e destinada às atividades econômicas não urbanas: agricultura, pecuária, extrativismo, recreação, sistemas agroflorestais e congêneres, sendo proibida a implantação de loteamentos urbanos nesta zona (FLORIANO, 2007).

**Tabela 44.** Zoneamento urbano do município de Floriano/PI.

Zona Urbana	Descrição	Subdivisão
Zona de Proteção do Patrimônio Cultural (ZPPC)	Proteção das áreas e bens que apresentam valores culturais reconhecidos.	-
Zona Central (ZC)	Ocupação urbana e utilização de áreas livres para uso residencial, comercial e serviços.	ZC 1 – Zona Central ZC 2 – Zona Central de Consolidação
Zona de Proteção Ambiental Recreativa (ZPARE)	Proteção de áreas considerando atributos ambientais com potencial para atividades recreativas.	ZPARE 1 – Parque Oeste ZPARE 2 – Parque Beira Rio ZPARE 3 – Parque Leste
Zona de Proteção Ambiental Especial (ZPAE)	Áreas de conservação ambiental, com finalidade de proteção e conservação da qualidade ambiental e sistemas existentes.	ZPAE 1 – Captação d'água ZPAE 2 – Bacia de Retenção
Zona de Proteção Ambiental Rigorosa (ZPARI)	Áreas de conservação ambiental para parques urbanos de uso contemplativo e proteção de remanescentes dos sistemas naturais frágeis.	ZPARI 1 – Parque do Vereda Grande ZPARI 2 – Parque Ecológico do Canoas ZPARI 3 – Parque do Riacho Fundo
Zona de Grandes Equipamentos (ZGE)	Instalações comerciais e de serviços de grande porte com âmbito de ação regional.	ZGE 1 – Oeste ZGE 2 - Leste
Zona Educacional (ZE)	Área para grandes instituições de ensino secundário, universitário e profissional	-
Zona Residencial (ZR)	Área para uso residencial com padrão de ocupação de baixa densidade construtiva visando manter a qualidade ambiental da área	ZR 1- Taboca e Irapuá II ZR 2 – Irapuá Beira Rio

Zona Urbana	Descrição	Subdivisão
Zona de Verticalização Elevada (ZVE)	Área para aumento da densidade habitacional e desenvolvimento de atividades produtivas	-
Zona de Verticalização Moderada (ZVM)	Área para compatibilização do crescimento urbano e a densidade da cidade, considerando limitações de infraestruturas.	ZVM 1 – Universidade ZVM 2 – Ibiapaba ZVM 3 – Alto da Cruz
Zona de Expansão Urbana (ZEU)	Área com capacidade de absorção da futura expansão urbana	ZEU 1 – Campo Velho ZEU 2 – Tiberão ZEU 3 – Nossa Senhora da Guia
Zona de Restrição à Ocupação (ZRO)	Áreas de baixa densidade construtiva pela restrição de usos funcionando como reserva para futura expansão urbana	ZRO 1 – Oeste ZRO 2 – Sudoeste ZRO 3 – Sudeste ZRO 4 – Leste
Zona Industrial (ZI)	Área destinada a instalação de plantas industriais de grande porte	-
Zona de Conjuntos Habitacionais (ZCH)	Áreas consolidadas com construções seriadas destinadas ao uso residencial	ZCH 1 – Hermes Pacheco ZCH 2 – Pedro Simplício ZCH 3 – São Borja ZCH 4 – Jacob Demes ZCH 5 – Vila Leão

Fonte: Floriano (2007).

Elaboração própria.

Demais zonas observadas dizem respeito ao agrupamento da área rural, na qual é delimitada uma Zona de Proteção Ambiental Especial Rural (ZPEAR) destinada à proteção do sistema de abastecimento d'água do Município e a Zona de Preservação do Sítio histórico da Vila da Manga (FLORIANO, 2007). Cabe mencionar que não são apresentados mapas referentes ao zoneamento do município no plano diretor.

#### 4.2.2.5.2.2. Uruçuí

Em Uruçuí, a Lei Complementar nº 821 de 2021 determina que a área urbana no município é delimitada pela sede municipal, além de núcleos urbanos descentralizados, como: Tucuns, Santa Tereza, Flores e Santa Rosa (URUÇUÍ, 2021). Em relação a macrozona municipal, Uruçuí define quatro macrozonas, resumidas na Tabela 45.

**Tabela 45. Macrozoneamento e zoneamento do município de Uruçuí.**

Macrozona	Descrição	Zoneamentos
Macrozona de Desenvolvimento Urbano (MDU)	Compreende o território urbano do Município, que apresenta características de ocupação urbana, independente da densidade, com construções, populações residentes, paisagens antropizadas e multiplicidade de usos com potencial de	Zonas de Ocupação Consolidada (ZOC). Zona de Preservação Ambiental (ZPA).

Macrozona	Descrição	Zoneamentos
	poluição, seja sanitária, estética, sonora e/ou visual.	Zona de Ocupação em Desenvolvimento (ZOD). Zona de Ocupação Restrita (ZOR). Zona de Desenvolvimento de Centralidade (ZDC). Zona Especial de Interesse Institucional (ZII). Zona Especial de Interesse Social (ZEIS). Zona Especial para Projetos de Urbanização (ZPU). Zona de Desenvolvimento de Corredor José Cavalcante (ZCJ).
Macrozona de Urbanização Específica (MUE)	Compreende o território periurbano que apresenta características rurais e urbanas com propriedades que ainda possuem perfil rural, ou que sejam resultado de expansão urbana sem o acompanhamento da infraestrutura básica, com pequeno adensamento de construções e populações residentes e paisagens moderadamente antropizadas.	-
Macrozona de Desenvolvimento Rural (MDR)	Compreende o território rural do Município, que possui correlação com áreas agrícolas ou de pecuária de uso semiextensivo ou intensivo com características de baixo adensamento de população residente, paisagens parcialmente antropizadas e médio potencial de poluição, áreas de agricultura familiar anual ou temporárias, cujos usos devem ser compatíveis com a conservação da qualidade ambiental e regulados para que tragam baixo potencial de impacto.	-
Macrozona de Preservação Ambiental (MPA)	Compreende o território natural do Município, que possui correlação com a paisagem natural sem ocupação ou com baixíssima ocupação, podendo abranger paisagens com alto grau de originalidade, incluir ecossistemas íntegros e Unidades de Conservação, onde a preservação e a conservação das características e funções naturais devem ser priorizadas	Zona de Área de Preservação Permanente (ZAP). Zona de Unidade de Conservação (ZUC) Zona de Reserva de Biosfera (ZRB). Zona de Corredor Ecológico (ZCE).



Fonte: Uruçuí (2021).  
Elaboração própria.

Ambos os bota-foras de reaproveitamento se localizam na MPA, especificamente na Zona de Preservação Permanente, onde são previstas restrições similares ao estabelecido no Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651 de 2012) (BRASIL, 2012a). Ou seja, são áreas protegidas que devem ser preservadas e conservadas em relação as características e funções naturais, mantendo-se baixo potencial de poluição (URUÇUÍ, 2021).

#### 4.2.2.5.2.3. União

De acordo com os instrumentos de ordenamento de União, a área urbana do município é dividida em seis zonas de interesse, conforme informações exibidas na Tabela 46. As seguintes zonas constam estabelecidas no plano diretor: zona residencial, zona de expansão urbana, zona de comércio e prestação de serviço, zona de preservação e zona especial e zona de especial interesse social (UNIÃO, 2007).

**Tabela 46. Zoneamento urbano do município de União/PI.**

Zona	Descrição	Subzonas
Zona residencial	Áreas destinadas, predominantemente, ao uso habitacional	Zona Residencial (ZR1) Zona Residencial (ZR2)
Zona de expansão urbana	Áreas destinadas ao crescimento da cidade, consideradas para ocupação predominantemente habitacional	-
Zonas de comércio e prestação de serviços	Áreas onde se concentram atividades urbanas diversificadas, notadamente as de comércio e as de prestação de serviços, referentes à distribuição de atividades ao longo dos lotes nos corredores de tráfego que atravessam as zonas residenciais e de expansão urbana	-
Zonas de preservação	Áreas de urbanização limitada em decorrência do interesse de preservação de espaços verdes e sítios históricos e/ou culturais	Zona de Preservação Permanente (ZPP) Zona de Preservação Ambiental (ZPA)
Zonas especiais	Áreas com definições específicas de parâmetros reguladores de uso e ocupação do solo	-
Zonas de especial interesse social	Terrenos não utilizados, subutilizados e não edificadas, considerados necessários à implantação de programas	-

Zona	Descrição	Subzonas
	habitacionais para a população de baixa renda, ou ainda, regiões de ocupação e loteamentos irregulares de baixa renda	

Fonte: União (2007).

Contudo, cabe destacar que a área de bota-fora A17 localiza-se fora do perímetro urbano, estando alocada na área rural do município e, portanto, não interfere nas diretrizes estabelecidas no plano diretor municipal (UNIÃO, 2007).

#### 4.2.2.5.2.4. Miguel Alves

O município de Miguel Alves apresenta zoneamento definido em sua Lei nº 717 de 2008, na qual subdivide-se seu território em macrozona rural e urbana (MIGUEL ALVES, 2008). A área de bota-fora A24 localiza-se na macrozona rural, onde indica-se a realização de atividades agrícolas, pecuárias e agroindústria (MIGUEL ALVES, 2008). Nesta macrozona, são definidas diretrizes específicas para o uso e ocupação, quais sejam (MIGUEL ALVES, 2008):

- Compatibilização do uso e da ocupação rural com a proteção ambiental, especialmente à preservação das áreas de mananciais destinados à captação para abastecimento;
- Estímulo às atividades agropecuárias que favoreçam a fixação do trabalhador rural no campo;
- Elaboração de normas legais específicas para o uso e a ocupação da área rural;
- Instalação gradual de infraestrutura para melhoria dos serviços de educação, de saúde, de transporte, culturais, relacionados ao desenvolvimento da cidadania, de capacitação para o trabalho.

Assim, verifica-se que o plano diretor municipal não traz objeções específicas em relação à implantação e operação do bota-fora, contudo, este deve estar compatibilizado com a proteção ambiental, uma vez que se trata de área de proteção ambiental.

#### 4.2.2.6. Patrimônio Arqueológico e Espeleológico

A avaliação do patrimônio nas intermediações dos bota-foras para reaproveitamento focou na identificação da presença de sítios arqueológicos e cavidades naturais subterrâneas. Ambas as tipologias de patrimônio são protegidas, sendo que os sítios estão sob guarda e proteção do Poder Público, conforme estabelecido pela Lei nº 3.924

de 1961, que em seu Artigo 2º, considera monumentos arqueológicos ou pré-históricos como sendo locais que apresentem testemunhos de cultura dos paleoameríndios no Brasil, ex. sítios com vestígios positivos dos paleoameríndios, cemitérios, sepulturas, inscrições rupestres entre outros (BRASIL, 1961).

Já as cavidades naturais subterrâneas são protegidas por meio da Lei nº 10.935 de 2022 dispõe especificamente acerca da proteção dos bens espeleológicos, sendo permitida apenas a prática de estudos a respeito dos locais e atividades com enfoque espeleológico e atividades voltadas à cultura, educação, recreação ou turismo (BRASIL 2022). No Brasil, o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) é responsável pelo mapeamento e identificação dos sítios arqueológicos através do Cadastro Nacional de Sítios Arqueológicos (CNSA) enquanto as cavernas são mapeadas através do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), no banco de dados do Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas (CANIE), gerido pelo Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas (CECAV) (ICMBIO, 2022).

A Figura 70 exibe o patrimônio arqueológico e espeleológico no trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento. Nenhum patrimônio é diretamente interceptado pelas áreas de bota-fora, sendo que também a maior parte das áreas de disposição não apresentam proximidade com sítios arqueológicos ou cavernas.

Já na Figura 71 tem-se o patrimônio arqueológico e espeleológico no trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI. Assim como no trecho anterior, nenhum patrimônio é diretamente interceptado pelas áreas de bota-fora, sendo que a maioria das áreas propostas não apresentam proximidade com patrimônio, com exceção da A72 que localiza-se nas proximidades de sítio arqueológico.



**OBJETO 3: Projeto Básico**  
**Segmento Uruçuí/PI - Teresina/PI: Patrimônio Arqueológico e Espeleológico nas Áreas de Bota-Fora**  
 para Reaproveitamento

44.25°W 43.50°W 42.75°W

5.25°S  
6.00°S  
6.75°S  
7.50°S

**Convenções Cartográficas**

- Segmento Uruçuí/PI - Teresina/PI
- Hidrovia
- Hidrografia
- Municípios
- Edusa
- Áreas Bota-Fora
- Terminais Fluviais
- Sítios Arqueológicos
- Cavidades Naturais
- Unidades da federação
- Piauí

**Referências Cartográficas**

Unidades da Federação e Mapeamento (IBGE, 2021);  
 Hidrovia (MMA/AN, 2015);  
 Municípios (IBGE, 2021);  
 Sítios Arqueológicos (IPHAN, 2020);  
 Cavernas (CONAMA, 2012).

Projeção: Transverso de Mercator  
 Datum: SIRGAS 2000

0 10 20 km

**Localização Regional**

**Projeto:** OBJETO 3: Projeto Básico

**Título:** Segmento Uruçuí/PI - Teresina/PI: Patrimônio Arqueológico e Espeleológico nas Áreas de Bota-Fora

**Elaboração:** Tatiana Cristina da Silveira  
 CREA/SC 198697-8

**Responsável:** Leonardo Vilela Steiner  
 CREA/SC 173584-6

**Data de elaboração:** 24/05/2024

**Data de revisão:** 24/05/2024

**Revisão:** 00

**Nº DS:** 11/2023

**Folha:** A3

**Contratada:** RSA

**Contratante:** PIAUÍ

Convenções Cartográficas	Referências Cartográficas	Localização Regional	Projeto:
<p>— Segmento Urupui/PI - Teresina/PI</p> <p>— Hidrovia</p> <p>— Hidrografia</p> <p>○ Municípios</p> <p>● Edusa</p> <p>● Áreas Bota-Fora</p> <p>◆ Terminais Fluviais</p> <p>◆ Sítios Arqueológicos</p> <p>◆ Cavidades Naturais</p> <p>■ Unidades da federação</p> <p>■ Piauí</p>	<p>Unidades da Federação e Mapeamento de Águas (IBGE, 2021);</p> <p>Hidrovia 3 (MMA S.A., 2015);</p> <p>Municípios (IBGE, 2021);</p> <p>Sítios Arqueológicos (IPHAN, 2023);</p> <p>Cavidades (CONAMA, 2012).</p> <p>Projeção transversa de Mercator</p> <p>Datums: SIRGAS 2000</p> <p>0 10 20 km</p>		<p><b>OBJETO 3: Projeto Básico</b></p> <p><b>Título:</b> Segmento Urupui/PI - Teresina/PI: Patrimônio Arqueológico e Espeleológico nas Áreas de Bota-Fora</p> <p><b>Elaboração:</b> Tatiana Cristina da Silveira (CREA/SC 158697-8)</p> <p><b>Responsável:</b> Leonardo Vilela Steiner (CREA/SC 173584-6)</p> <p><b>Data de elaboração:</b> 24/05/2024</p> <p><b>Data de revisão:</b> 24/05/2024</p> <p><b>Revisão:</b> 00</p> <p><b>Nº DS:</b></p> <p><b>11/2023</b></p> <p><b>Folha:</b> A3</p> <p><b>Contratada:</b> RSA</p> <p><b>Contratante:</b> PROJETO</p>



**OBJETO 3: Projeto Básico**  
**Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI: Patrimônio Arqueológico e Espeleológico nas Áreas de Bota-Fora para Reaproveitamento**

**Convenções Cartográficas**

- Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI
- Hidrovia
- Hidrografia
- Municípios
- Edusa
- Áreas Bota-Fora
- Terminais Fluviais
- Sítios Arqueológicos
- Cavidades Naturais
- Unidades da Federação
- Piauí

**Referências Cartográficas**

Unidades da Federação e Mapeamento (IBGE, 2011);  
 Hidrovia (MMA/AN, 2015);  
 Municípios (IBGE, 2022);  
 Sítios Arqueológicos (IPHAN, 2023);  
 Convenções (CONAMA, 2012).

Projeção Transversal de Mercator  
 Datum: SIRGAS 2011

0 10 20 km

**Localização Regional**

Mapa de localização regional mostrando o estado de Piauí e o município de Teresina.

**Projeto:** OBJETO 3: Projeto Básico

**Título:** Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI: Patrimônio Arqueológico e Espeleológico nas Áreas de Bota-Fora

**Elaboração:** Tatiana Cristina da Silva  
 CREA/SC 198697-8

**Responsável:** Leonardo Vilela Steiner  
 CREA/SC 173584-6

**Data de elaboração:** 24/05/2024

**Data de revisão:** 24/05/2024

**Revisão:** 00

**Nº DS:** 11/2023

**Folha:** 05

**Contratada:** RSA

**Contratante:** PIAUÍ

Convenções Cartográficas	Referências Cartográficas	Localização Regional	Projeto:
<p>— Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI</p> <p>— Hidrovia</p> <p>— Hidrografia</p> <p>○ Municípios</p> <p>● Edusa</p> <p>● Áreas Bota-Fora</p> <p>◆ Terminais Fluviais</p> <p>◆ Sítios Arqueológicos</p> <p>◆ Cavidades Naturais</p> <p>■ Unidades da federação</p> <p>■ Piauí</p>	<p>Unidades da Federação e Mapeamento (IBGE, 2015);</p> <p>Hidrovia (MMA/AN, 2015);</p> <p>Municípios (IBGE, 2022);</p> <p>Sítios Arqueológicos (IPHAN, 2023);</p> <p>Cavidades (CONAMA, 2012).</p> <p>Projeção Transverso de Mercator</p> <p>Datums: SIRGAS 2000</p> <p>0 10 20 km</p>		<p><b>OBJETO 3: Projeto Básico</b></p> <p><b>Título:</b> Segmento Teresina/PI - Luís Correia/PI: Patrimônio Arqueológico e Espetológico nas Áreas de Bota-Fora</p> <p><b>Elaboração:</b> Tatiana Cristina da Silveira (CREA/SC 198697-8)</p> <p><b>Responsável:</b> Leonardo Vilela Steiner (CREA/SC 173584-6)</p> <p><b>Data de elaboração:</b> 24/05/2024</p> <p><b>Data de revisão:</b> 24/05/2024</p> <p><b>Revisão:</b> 00</p> <p><b>Nº DS:</b> 11/2023</p> <p><b>Folha:</b> A5</p> <p><b>Contratada:</b> RSA</p> <p><b>Contratante:</b> PROJETO</p>

A área de bota-fora A72 apresenta proximidade com um sítio arqueológico, o qual abrange as informações exibidas na Tabela 47. Tal sítio arqueológico encontra-se distante cerca de 9,3 km e apresenta baixa relevância (IPHAN, 2023).

**Tabela 47. Detalhamento dos sítios arqueológicos próximos ao bota-fora A57, em Teresina**

Nome	Código	Natureza	Tipo	Integridade	Data
Sítio Barragem	PI2202000BAST00001	Bem Arqueológico	Arte rupestre - pintura	Menos de 25%	2019-05-10

Fonte: IPHAN (2023).

Elaboração própria.

#### 4.2.3. Impactos Ambientais

A Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), instituída pela Lei Federal nº 6.938/1981, estabelece que as atividades com potencial poluidor, ou seja, as atividades passíveis de licenciamento ambiental devem ter possíveis impactos ambientais associados a sua implementação ou operação identificados e mensurados (BRASIL, 1981). Dessa forma, a PNMA institui a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) como um instrumento importante para otimizar o gerenciamento ambiental de um empreendimento/atividade (BRASIL, 1981).

Para isto, a Resolução CONAMA nº 001/1986 institui as definições e critérios para a implementação da AIA e dá as orientações necessárias para a sua elaboração (BRASIL, 1986). Esta define no Art. 1º impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente que sejam resultantes da ação antrópica que afetam, de forma direta ou indireta, a saúde da população; atividades sociais e econômica; biotas; elementos estéticos e sanitários do meio ambiente ou a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986). Adicionalmente, a norma brasileira NBR ISO 14001:2015 define como impacto ambiental qualquer modificação no meio ambiente, seja esta total ou parcial, decorrente dos aspectos ambientais de uma atividade ou empreendimento (ABNT, 2015).

O Art. 3º do Decreto Federal nº 8.437/2015 dá que, sem prejuízo do estabelecido na Lei Complementar nº 140/2011, atividades de implantação de hidrovias federais são passíveis de licenciamento ambiental (BRASIL, 2015), incluindo serviços específicos relacionados com o melhoramento das condições operacionais, da segurança e da disponibilidade de navegação, tais como, dragagem de aprofundamento e alargamento de canal, derrocamento, alargamento, entre outros.



Diante do exposto e das atribuições legais expostas anteriormente, a realização da avaliação prévia dos possíveis impactos ambientais associados aos serviços de dragagem e derrocamento se faz necessária, incluindo as áreas de bota-fora para reaproveitamento de material, visado subsidiar as estimativas orçamentárias para implantação e operação do projeto.

#### **4.2.3.1. Metodologia de identificação e avaliação de impactos ambientais**

A análise dos impactos ambientais e a realização do AIA levou em consideração as características e especificações dos serviços de dragagem e derrocamento da Hidrovia do Rio Parnaíba, bem como as áreas de bota-fora para reaproveitamento de material dragado. Para o grau de impacto foi levado em questão o potencial poluidor e as consequências resultantes dos serviços a serem executados.

A metodologia de avaliação dos impactos ambientais utilizada se baseou nos estudos e diagnósticos ambientais apresentados anteriormente, na sensibilidade das áreas influenciadas, diretamente ou indiretamente, e nos aspectos ambientais associados às atividades de dragagem e derrocamento da hidrovia, incluindo a disposição do material dragado e/ou derrocado.

Desse modo, visando facilitar a determinação e integração dos impactos e ajudar no seu entendimento, estes foram reunidos em uma matriz de identificação e classificados de acordo com sua fase, meio e natureza, conforme proposto por Sánchez (2020). Para fins de compreensão, é definido a seguir:

- Fase: implantação ou operação. Na fase de instalação os serviços serão voltados para aprofundamento da hidrovia enquanto na operação serão executados serviços voltados para manutenção da via navegável.
- Meio: físico, biótico ou socioeconômico. Visa caracterizar os impactos de acordo com o seu meio de propagação de modo a auxiliar na identificação das alterações geradas no ambiente e suas consequências.
- Natureza: positivo e negativo. É essencial explicitar o caráter do impacto e se este vai trazer benefícios ou prejuízos ao meio ambiente.
- Significância: grau de intensidade do impacto, este estabelecido a partir de critérios previamente selecionados. Sánchez (2020) aponta que os atributos selecionados podem ser determinados a partir de diversas maneiras, como matrizes de risco ou soma ponderada (SANCHEZ, 2020).

- Justificativa: expõem as características relevantes da atividade e descreve suas premissas.

Quanto aos critérios utilizados para determinar a significância do impacto, estes são apresentados na Tabela 48, enquanto as definições e pontuações associadas à probabilidade de ocorrência do impacto são apresentadas na Tabela 49.

**Tabela 48.** Critérios associados às pontuações dos impactos ambientais.

Atributo	Pontuação	Critério
Muito baixa	1	Magnitude desprezível e restrito ao local de ocorrência.
Baixa	2	Magnitude baixa, restrito ao local de ocorrência e reversível com ações imediatas, caso negativo.
Média	3	Magnitude considerável e reversível mediante adoção de ações mitigadoras, caso negativo.
Alta	4	Impacto de grande magnitude e extensão podendo provocar a adoção de medidas mitigadoras de grandes dimensões, caso negativo.
Muito alta	5	Impacto de grande magnitude e extensão com consequências irreversíveis, mesmo com a adoção de medidas mitigadoras.

Fonte: Adaptado de Sanchez (2020).

**Tabela 49.** Pontuações associadas a probabilidade de ocorrência do impacto ambiental.

Atributo	Pontuação	Probabilidade de Ocorrência
Muito baixa	A	Muito improvável que o impacto ocorra.
Baixa	B	Improvável e/ou já ocorreu em empreendimento similar.
Média	C	Provável de ocorrer.
Alta	D	Muito provável.
Muito alta	E	Esperado que ocorra.

Fonte: Adaptado de Sanchez (2020).

Já na Tabela 50 é dada a pontuação decorrente da associação entre a probabilidade de ocorrência e magnitude do impacto.

**Tabela 50.** Matriz de risco.

Magnitude	Probabilidade de ocorrência				
	A	B	C	D	E
1	Significância Baixa				
2					
3					
4			Média	Significância Alta	
5					

Fonte: Adaptado de Sanchez (2020).

#### 4.2.3.2. Matriz de identificação dos impactos

Os impactos associados aos aspectos ambientais das atividades de dragagem e derrocamento da Hidrovia do Rio Parnaíba foram elencados em forma de matriz com o intuito de auxiliar no planejamento e gestão das atividades e serviços a serem executados.

A matriz de identificação dos impactos ambientais é apresentada na Tabela 53 e descreve as informações e atributos dos impactos identificados e os ordena conforme o seu grau de significância. Ressalta-se que a matriz de identificação de impactos ambientais foi elaborada a partir das informações e características estabelecidas até o momento e pode ser alterada caso o projeto venha a ser modificado.

Na Tabela 51 e Tabela 52 é exposto o resumo dos impactos mais significantes para o trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI e trecho entre Teresina/PI – Lupis Correia/PI, respectivamente, considerando as diferentes propostas de áreas de bota-fora para reaproveitamento de material dragado e/ou derrocado.

**Tabela 51.** Matriz de riscos e impactos mais significantes para os serviços de dragagem e derrocamento por área de bota-fora para reaproveitamento de material (trecho Uruçuí/PI – Teresina/PI).

Bota-Fora	Meio	Impacto	Significância
A01	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Ganhos econômicos pelo uso de material dragado para fins benéficos	E2
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A03	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A10	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4



Bota-Fora	Meio	Impacto	Significância
A21	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Interferência na pesca artesanal local e nas atividades náuticas turísticas ou de lazer	D3
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A28	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Interferência na pesca artesanal local e nas atividades náuticas turísticas ou de lazer	D3
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A37	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Interferência na pesca artesanal local e nas atividades náuticas turísticas ou de lazer	D3
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A41	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A48	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Interferência na pesca artesanal local e nas atividades náuticas turísticas ou de lazer	D3
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A50	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4

Bota-Fora	Meio	Impacto	Significância
		Interferência em APP	C4
A09	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Ganhos econômicos pelo uso de material dragado para fins benéficos	E2
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4

Elaboração própria.

**Tabela 52.** Matriz de riscos e impactos mais significantes para os serviços de dragagem e derrocamento por área de bota-fora para reaproveitamento de material (trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI).

Bota-Fora	Meio	Impacto	Significância
A09	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Interferência na pesca artesanal local e nas atividades náuticas turísticas ou de lazer	
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A17	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
	Biótico	Interferência em APP	C4
A24	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Interferência na pesca artesanal local e nas atividades náuticas turísticas ou de lazer	D3
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A37	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Interferência na pesca artesanal local e nas atividades náuticas turísticas ou de lazer	D3

Bota-Fora	Meio	Impacto	Significância
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A43	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Interferência na pesca artesanal local e nas atividades náuticas turísticas ou de lazer	D3
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A57	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Interferência na pesca artesanal local e nas atividades náuticas turísticas ou de lazer	
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A62	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
	Biótico	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4
A72	Físico	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	E4
		Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	D4
	Socioeconômico	Melhoria nas condições de navegabilidade	E3
		Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	C4
		Interferência em APP	C4

Elaboração própria.



Tabela 53. Matriz de impactos dos serviços de dragagem e derrocamento no trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, com especificações das áreas de bota-fora para reaproveitamento propostas.

Meio	Área	Significância	Impacto	Justificativa	Atividades Associadas
Físico	A01	E4	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	A contaminação de águas superficiais no rio Parnaíba pode ocorrer por conta da suspensão e/ou disponibilização de sedimentos na coluna d’água, caso estes apresentem níveis de contaminação de metais pesados ou compostos orgânicos, os quais reduzem a qualidade das águas superficiais. Além disso, a perda da qualidade da água do rio está atrelada ao aumento da turbidez, devido aos serviços de sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem, que podem favorecer a formação de plumas de dispersão de sedimentos.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Vazamento de óleos e poluentes pelas dragas.</li><li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li><li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li><li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li><li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li></ul>
	A03	E4			
	A10	E4			
	A21	E4			
	A28	E4			
	A37	E4			
	A41	E4			
	A48	E4			
	A50	E4			
	A09	E4			
	A01	C3	Aumento dos níveis de pressão sonora terrestre e aquática	Os serviços de dragagem e derrocamento podem contribuir para o aumento dos níveis de pressão sonora no entorno das obras, uma vez que farão uso de maquinários e equipamentos pesados. O serviço de derrocamento, especificamente, pode comprometer intrinsecamente esta componente, devido a necessidade de realização de escavação mecânica para desintegração das rochas presentes na via navegável.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li><li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li><li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li><li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li></ul>
	A03	C3			
	A10	C3			
	A21	C3			
	A28	C3			
	A37	C3			
	A41	C3			
	A48	C3			
	A50	C3			
	A09	C3			
	A01	C3	Diminuição da qualidade dos sedimentos e do solo	Este impacto se relaciona diretamente com as atividades de dragagem do rio Parnaíba, que por conta da retirada e deposição de material de fundo podem suspender poluentes aderidos aos sedimentos e afetar sua qualidade.  Além disso, as áreas de bota-fora podem acabar recebendo a disposição de resíduos sólidos que porventura, acabaram sendo direcionados ao leito do rio, devido a práticas inadequadas de manejo de resíduos sólidos dos habitantes próximos ao curso hídrico.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li><li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li><li>Disposição de resíduos sólidos pelos serviços de dragagem nas áreas de bota-fora.</li><li>Vazamento de óleos e poluentes pelas dragas e outros equipamentos.</li></ul>
	A03	C3			
	A10	C3			
	A21	C3			
	A28	C3			
	A37	C3			
	A41	C3			
	A48	C3			
	A50	C3			
	A09	C3			
A01	D4	Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	Por serem atividades que devem alterar a morfologia do leito do rio, por meio da retirada de sedimentos e derrocamento de rochas, pode haver modificações nas características físicas do curso hídrico, especialmente em relação aos aspectos hidrodinâmicos, como velocidade de corrente, temperatura, salinidade etc. Também podem ocorrer alterações diretas na morfologia do rio, devido a necessidade de aumento na largura em determinados trechos, além da possibilidade de retificação de trechos com elevada sinuosidade.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li><li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li></ul> Retificação e/ou ampliação da largura do rio.	
A03	D4				
A10	D4				
A21	D4				
A28	D4				
A37	D4				
A41	D4				

Meio	Área	Significância	Impacto	Justificativa	Atividades Associadas
	A48	D4		A alteração desses padrões tende a melhorar a navegabilidade do rio, no entanto, podem interferir nos diferentes usos da água, como pesca artesanal devido a possibilidade de perda de biota aquática (recursos pesqueiros).	
	A50	D4			
	A09	D4			
	A01	C3	Diminuição da qualidade do ar	A constante movimentação de equipamentos de dragagem e derrocamento e veículos de apoio (para transporte dos equipamentos e mão de obra) tem potencial para reduzir a qualidade do ar na região do trecho navegável, uma vez que estes se utilizam de combustíveis fósseis para condução de suas atividades. A queima destes combustíveis emite gases e fumaça, que podem ser prejudiciais à saúde.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentação de veículos pesados nas vias terrestres para transporte dos equipamentos de dragagem e mão de obra.</li> <li>Movimentação dos equipamentos de dragagem e derrocamento no trecho navegável da hidrovía.</li> </ul>
	A03	C3			
	A10	C3			
	A21	C3			
	A28	C3			
	A37	C3			
	A41	C3			
	A48	C3			
	A50	C3			
	A09	C3			
Socioeconômico	A01	C2	Início e/ou potencialização de processos de alteração da paisagem	A potencialidade de alteração da paisagem na região do trecho navegável pode ocorrer uma vez que haverá a presença de equipamentos e maquinários pesados circulando nas vias terrestres para movimentação dos equipamentos e circulação de equipamentos para execução dos serviços complementares, que irão interferir no cenário ambiental do local. Também há potencial alteração nas margens e meandros do rio Parnaíba devido a necessidade de ampliação da largura e/ou redução na sinuosidade do rio para que esta proporcione condições de navegação favoráveis.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> </ul>
	A03	C2			
	A10	C2			
	A21	C2			
	A28	C2			
	A37	C2			
	A41	C2			
	A48	C2			
	A50	C2	Aumento do risco de acidentes navais	Além disso, por serem utilizadas dragas de sucção e recalque, sem possibilidade de armazenamento de material dragado, a disposição do material deve ocorrer ao longo da extensão do trecho navegável do rio, implicando em alterações nas feições próximas ao rio Parnaíba.	
	A09	C2			
	A01	B2			
	A03	B2			
	A10	B2			
	A21	B2			
	A28	B2			
	A37	B2			
	A41	B2	Aumento do fluxo hidroviário	A circulação de veículos pesados e equipamentos de dragagem e derrocamento, além de embarcações de apoio irá ser intensificada na região do trecho navegável, sendo que o aumento no fluxo pode acarretar maior risco de acidentes no meio aquático, visto que a região já apresenta tráfego de embarcações de pequeno a médio porte, voltadas para transporte da população ribeirinha, prática de pesca artesanal e travessia de veículos entre Maranhão e Piauí.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentação dos equipamentos de dragagem e derrocamento no trecho.</li> </ul>
	A48	B2			
	A50	B2			
	A09	B2			
	A01	B2			
	A03	B2			
	A10	B2			
	A21	B2			
	A28	B2	Aumento do fluxo hidroviário	Durante a execução dos serviços complementares, o aumento no fluxo hidroviário se dará exclusivamente pela movimentação dos equipamentos de dragagem e derrocamento, além de possíveis embarcações de apoio.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentação dos equipamentos de dragagem e derrocamento no trecho.</li> </ul>
	A37	B2			
	A41	B2			
	A48	B2			
	A50	B2			
	A09	B2			
	A01	E3			<b>Na implantação e operação:</b>

Meio	Área	Significância	Impacto	Justificativa	Atividades Associadas
	A03	E3	Melhoria nas condições de navegabilidade	A partir da execução dos serviços complementares (dragagem e derrocamento), espera-se que ocorra a melhoria na navegabilidade do rio Parnaíba, uma vez que o calado operacional deverá aumentar permitindo, assim, o tráfego de embarcações para transporte de cargas. Tal melhoria permite o aumento da competitividade do estado do Piauí, em âmbito regional e nacional, com geração de receitas advindas das operações hidroviárias.	<p>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> </ul>
	A10	E3			
	A21	E3			
	A28	E3			
	A37	E3			
	A41	E3			
	A48	E3			
	A50	E3			
	A09	E3			
	A01	C2	Redução nos índices de desemprego e incremento da economia regional	<p>A execução dos serviços de dragagem e derrocamento resultarão em recolhimento de impostos, como o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) e o Imposto Sobre Serviço (ISS) durante os meses de execução. Além disso, com a operação da hidrovia, espera-se que a coleta de impostos aumente, devido aos ganhos econômicos atrelados à movimentação de cargas e mercadorias pela hidrovia, em direção ao Porto de Luís Correia.</p> <p>A redução dos índices de desemprego se dá, uma vez que haverá necessidade de contratação de mão de obra para execução dos serviços de dragagem e derrocamento.</p>	<p><b>Na implantação e operação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> </ul>
	A03	C2			
	A10	C2			
	A21	C2			
	A28	C2			
	A37	C2			
	A41	C2			
	A48	C2			
	A50	C2			
	A09	C2			
	A01	C3	Interferência na pesca artesanal local e nas atividades náuticas turísticas ou de lazer	Conforme discutido no presente relatório e no Produto 12 – Levantamento de Dados Físicos, a hidrovia do rio Parnaíba é amplamente utilizada para fins de pesca artesanal, seja para fins de subsistência e/ou fins comerciais. Além disso, o rio também é utilizado pela população local para lazer da população ribeirinha. Sendo assim, com o início dos serviços de dragagem e derrocamento, as atividades de pesca artesanal e lazer/turismo podem ser impactadas devido a sua dependência da qualidade da água, que influencia nos recursos pesqueiros e, também, das condições favoráveis a captura de pescados. A diminuição da área de pesca, o aumento da pressão sonora no ambiente e o afugentamento da biota aquática, entre outros irão interferir na capacidade de pesca artesanal local.	<p><b>Na implantação e operação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> <li>Vazamento de óleos e poluentes pelas dragas e outros equipamentos.</li> </ul>
	A03	C3			
	A10	C3			
	A21	D3			
	A28	D3			
	A37	D3			
	A41	C3			
	A48	D3			
	A50	C3			
	A09	C3			
	A01	B1	Perda de patrimônio arqueológico e/ou espeleológico	Foi possível verificar na caracterização ambiental dos serviços de dragagem e derrocamento que há presença de patrimônio arqueológico, por meio da ocorrência de sítios arqueológicos nas proximidades das áreas de bota-fora, os quais podem estar sujeitos às alterações, especialmente pela ruptura mecânica de rochas, podendo gerar perda, total ou parcial, de patrimônio arqueológico e/ou espeleológico.	<p><b>Na implantação e operação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> </ul>
	A03	B1			
	A10	B1			
	A21	B1			
	A28	B1			
	A37	B1			
	A41	B1			
	A48	B1			
	A50	B1			
	A09	B1			
	A01	E2	Ganhos econômicos pelo uso de material dragado para fins benéficos	Conforme discutido no presente relatório, foi proposto o uso do material dragado e derrocado do trecho navegável do rio Parnaíba para fins benéficos (caso as características químicas, físicas e toxicológicas permitam), seja pelo uso como material para as obras de implantação dos terminais fluviais de Teresina e Uruçuí, assim como para estabilização das margens erodidas do rio Parnaíba em locais estratégicos. A utilização do material dragado e/ou derrocado proporcionará ganhos econômicos, uma vez que limitará a necessidade de aquisição de materiais para execução das obras de	<p><b>Na implantação e operação:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora</li> </ul>
	A03	D2			
	A10	D2			
	A21	D2			
	A28	D2			
	A37	D2			



Meio	Área	Significância	Impacto	Justificativa	Atividades Associadas
	A41	D2		engenharia dos terminais fluviais. Ademais, os ganhos incorrem também sobre a componente ambiental, uma vez que reduz danos ambientais associados à disposição em solo ou água.	
	A48	D2			
	A50	D2			
	A09	E2			
	A01	B2	Interferências sobre comunidades tradicionais	Na região do trecho navegável da hidrovia e, sobretudo, nas proximidades das áreas de bota-fora para reaproveitamento de material foi observada a presença de comunidades tradicionais, especialmente assentamentos rurais e Comunidades Remanescentes Quilombolas. Por estarem próximas às áreas de interferência dos serviços de dragagem e derrocamento, tais comunidades podem sofrer com possíveis implicações e mudanças no modo de vida durante a execução destes serviços.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> </ul>
	A03	B2			
	A10	C2			
	A21	B2			
	A28	C2			
	A37	C2			
	A41	B2			
	A48	C2			
	A50	C2			
	A09	B2			
Biótico	A01	C4	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	A redução de espécies de biota consiste na perda de indivíduos de espécies da biota aquática por conta de alterações nas condições necessárias para a sobrevivência destes. Potenciais eventos de contaminação que alterem a qualidade dos sedimentos e da água do mar podem implicar na redução da abundância e biodiversidade aquática.  Este é um impacto negativo para as relações ecológicas do rio Parnaíba e na manutenção dos processos ecológicos fundamentais. Além da importância ecológica, a ictiofauna da região é utilizada como recurso pesqueiro, especialmente pela pesca artesanal, tanto na modalidade de subsistência, ou seja, sendo incluída na alimentação de ribeirinhos como também na modalidade comercial através da venda dos recursos pesqueiros nos centros urbanos localizados as margens do rio Parnaíba.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> <li>Vazamento de óleos e poluentes pelas dragas e outros equipamentos.</li> </ul>
	A03	C4			
	A10	C4			
	A21	C4			
	A28	C4			
	A37	C4			
	A41	C4			
	A48	C4			
	A50	C4			
	A09	C4			
	A01	C3	Perturbação e/ou Afugentamento de biota aquática	A perturbação de espécies de fauna aquática se dá em casos de perturbação e distúrbio do ambiente marinho, podendo ocorrer em função da geração de ruídos no meio aquático e diminuição da qualidade da água por conta da constante movimentação e passagem de equipamentos que podem resultar na contaminação das águas e sedimentos. Tais interferências são intrínsecas à execução dos serviços de dragagem e derrocamento e, por isso, devem resultar na perturbação e/ou afugentamento da biota aquática do rio Parnaíba.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> <li>Vazamento de óleos e poluentes pelas dragas e outros equipamentos.</li> </ul>
	A03	C3			
	A10	C3			
	A21	C3			
	A28	C3			
	A37	C3			
	A41	C3			
	A48	C3			
	A50	C3			
	A09	C3			
	A01	C4	Interferência em APP	Nos serviços de dragagem e derrocamento do rio Parnaíba em seu trecho navegável, serão utilizadas dragas de sucção e recalque, ou seja, dragas que inibem a possibilidade de armazenamento de material na embarcação. Neste sentido, conforme já discutido, os serviços de sucção e recalque acontecerão simultaneamente, sendo necessária a alocação de material dragado ao longo da extensão do trecho navegável de hidrovia, haja vista que a tubulação de recalque possui limitação de 1.000m. Entende-se, portanto, que poderá ocorrer interferências em Área de Proteção Permanente (APP), conforme diretrizes do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651 de 2012) devido a necessidade de disposição do material dragado em áreas de bota-fora nas margens do rio Parnaíba. Tal interferência poderá incorrer também na perda de indivíduos de flora.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li> </ul>
	A03	C4			
	A10	C4			
	A21	C4			
	A28	C4			
	A37	C4			
	A41	C4			
	A48	C4			
	A50	C4			
	A09	C4			

Elaboração própria.

Tabela 54. Matriz de impactos dos serviços de dragagem e derrocamento no trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI, com especificações das áreas de bota-fora para reaproveitamento propostas.

Meio	Área	Significância	Impacto	Justificativa	Atividades Associadas
Físico	A09	E4	Diminuição da qualidade das águas superficiais e subterrâneas	A contaminação de águas superficiais no rio Parnaíba pode ocorrer por conta da suspensão e/ou disponibilização de sedimentos na coluna d’água, caso estes apresentem níveis de contaminação de metais pesados ou compostos orgânicos, os quais reduzem a qualidade das águas superficiais. Além disso, a perda da qualidade da água do rio está atrelada ao aumento da turbidez, devido aos serviços de sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem, que podem favorecer a formação de plumas de dispersão de sedimentos.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Vazamento de óleos e poluentes pelas dragas.</li><li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li><li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li><li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li><li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li></ul>
	A17	E4			
	A24	E4			
	A37	E4			
	A43	E4			
	A57	E4			
	A62	E4			
	A72	E4			
	A09	C3	Aumento dos níveis de pressão sonora terrestre e aquática	Os serviços de dragagem e derrocamento podem contribuir para o aumento dos níveis de pressão sonora no entorno das obras, uma vez que farão uso de maquinários e equipamentos pesados. O serviço de derrocamento, especificamente, pode comprometer intrinsecamente esta componente, devido a necessidade de realização de escavação mecânica para desintegração das rochas presentes na via navegável.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li><li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li><li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li><li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li></ul>
	A17	C3			
	A24	C3			
	A37	C3			
	A43	C3			
	A57	C3			
	A62	C3			
	A72	C3			
	A09	C3	Diminuição da qualidade dos sedimentos e do solo	Este impacto se relaciona diretamente com as atividades de dragagem do rio Parnaíba, que por conta da retirada e deposição de material de fundo podem suspender poluentes aderidos aos sedimentos e afetar sua qualidade.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li><li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li><li>Disposição de resíduos sólidos pelos serviços de dragagem nas áreas de bota-fora.</li><li>Vazamento de óleos e poluentes pelas dragas e outros equipamentos.</li></ul>
	A17	C3			
	A24	C3			
	A37	C3			
	A43	C3			
	A57	C3			
	A62	C3			
	A72	C3			
	A09	D4	Alterações morfológicas e hidrodinâmicas do rio	Por serem atividades que devem alterar a morfologia do leito do rio, por meio da retirada de sedimentos e derrocamento de rochas, pode haver modificações nas características físicas do curso hídrico, especialmente em relação aos aspectos hidrodinâmicos, como velocidade de corrente, temperatura, salinidade etc. Também podem ocorrer alterações diretas na morfologia do rio, devido a necessidade de aumento na largura em determinados trechos, além da possibilidade de retificação de trechos com elevada sinuosidade.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li><li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li></ul> Retificação e/ou ampliação da largura do rio.
	A17	D4			
	A24	D4			
A37	D4				
A43	D4				
A57	D4				
A62	D4				
A72	D4				
A09	C3	Diminuição da qualidade do ar	A constante movimentação de equipamentos de dragagem e derrocamento e veículos de apoio (para transporte dos equipamentos e mão de obra) tem potencial para reduzir a qualidade do ar na região	<b>Na implantação e operação:</b>	
A17	C3				

Meio	Área	Significância	Impacto	Justificativa	Atividades Associadas
	A24	C3		do trecho navegável, uma vez que estes se utilizam de combustíveis fosseis para condução de suas atividades. A queima destes combustíveis emite gases e fumaça, que podem ser prejudiciais à saúde.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentação de veículos pesados nas vias terrestres para transporte dos equipamentos de dragagem e mão de obra.</li> <li>Movimentação dos equipamentos de dragagem e derrocamento no trecho navegável da hidrovía.</li> </ul>
	A37	C3			
	A43	C3			
	A57	C3			
	A62	C3			
	A72	C3			
Socioeconômico	A09	C2	Início e/ou potencialização de processos de alteração da paisagem	A potencialidade de alteração da paisagem na região do trecho navegável pode ocorrer uma vez que haverá a presença de equipamentos e maquinários pesados circulando nas vias terrestres para movimentação dos equipamentos e circulação de equipamentos para execução dos serviços complementares, que irão interferir no cenário ambiental do local. Também há potencial alteração nas margens e meandros do rio Parnaíba devido a necessidade de ampliação da largura e/ou redução na sinuosidade do rio para que esta proporcione condições de navegação favoráveis.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> </ul>
	A17	C2			
	A24	C2			
	A37	C2			
	A43	C2			
	A57	C2			
	A62	C2			
	A72	C2		Além disso, por serem utilizadas dragas de sucção e recalque, sem possibilidade de armazenamento de material dragado, a disposição do material deve ocorrer ao longo da extensão do trecho navegável do rio, implicando em alterações nas feições próximas ao rio Parnaíba.	
	A09	B2	Aumento do risco de acidentes navais	A circulação de veículos pesados e equipamentos de dragagem e derrocamento, além de embarcações de apoio irá ser intensificada na região do trecho navegável, sendo que o aumento no fluxo pode acarretar maior risco de acidentes no meio aquático, visto que a região já apresenta tráfego de embarcações de pequeno a médio porte, voltadas para transporte da população ribeirinha, prática de pesca artesanal e travessia de veículos entre Maranhão e Piauí.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentação dos equipamentos de dragagem e derrocamento no trecho.</li> </ul>
	A17	B2			
	A24	B2			
	A37	B2			
	A43	B2			
	A57	B2			
	A62	B2			
	A72	B2			
	A09	B2	Aumento do fluxo hidroviário	Durante a execução dos serviços complementares, o aumento no fluxo hidroviário se dará exclusivamente pela movimentação dos equipamentos de dragagem e derrocamento, além de possíveis embarcações de apoio.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Movimentação dos equipamentos de dragagem e derrocamento no trecho.</li> </ul>
	A17	B2			
	A24	B2			
	A37	B2			
	A43	B2			
	A57	B2			
	A62	B2			
	A72	B2			
	A09	E3	Melhoria nas condições de navegabilidade	A partir da execução dos serviços complementares (dragagem e derrocamento), espera-se que ocorra a melhoria na navegabilidade do rio Parnaíba, uma vez que o calado operacional deverá aumentar permitindo, assim, o tráfego de embarcações para transporte de cargas. Tal melhoria permite o aumento da competitividade do estado do Piauí, em âmbito regional e nacional, com geração de receitas advindas das operações hidroviárias.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> </ul>
	A17	E3			
	A24	E3			
	A37	E3			
	A43	E3			
	A57	E3			
	A62	E3			
	A72	E3			
	A09	C2	Redução nos índices de desemprego e	A execução dos serviços de dragagem e derrocamento resultarão em recolhimento de impostos, como o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços (ICMS) e o Imposto Sobre Serviço (ISS) durante os meses de execução. Além disso, com a operação da hidrovía, espera-se que a coleta	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> </ul>
	A17	C2			
	A24	C2			



Meio	Área	Significância	Impacto	Justificativa	Atividades Associadas
	A37	C2	incremento da economia regional	de impostos aumente, devido aos ganhos econômicos atrelados à movimentação de cargas e mercadorias pela hidrovía, em direção ao Porto de Luís Correia. A redução dos índices de desemprego se dá, uma vez que haverá necessidade de contratação de mão de obra para execução dos serviços de dragagem e derrocamento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> </ul>
	A43	C2			
	A57	C2			
	A62	C2			
	A72	C2	Interferência na pesca artesanal local e nas atividades náuticas turísticas ou de lazer	Conforme discutido no presente relatório e no Produto 12 – Levantamento de Dados Físicos, a hidrovía do rio Parnaíba é amplamente utilizada para fins de pesca artesanal, seja para fins de subsistência e/ou fins comerciais. Além disso, o rio também é utilizado pela população local para lazer da população ribeirinha. Sendo assim, com o início dos serviços de dragagem e derrocamento, as atividades de pesca artesanal e lazer/turismo podem ser impactadas devido a sua dependência da qualidade da água, que influencia nos recursos pesqueiros e, também, das condições favoráveis a captura de pescados. A diminuição da área de pesca, o aumento da pressão sonora no ambiente e o afugentamento da biota aquática, entre outros irão interferir na capacidade de pesca artesanal local.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> <li>Vazamento de óleos e poluentes pelas dragas e outros equipamentos.</li> </ul>
	A09	D3			
	A17	C3			
	A24	D3			
	A37	D3			
	A43	D3			
	A57	D3			
	A62	C3	Perda de patrimônio arqueológico e/ou espeleológico	Foi possível verificar na caracterização ambiental dos serviços de dragagem e derrocamento que há presença de patrimônio arqueológico, por meio da ocorrência de sítios arqueológicos nas proximidades das áreas de bota-fora, os quais podem estar sujeitos às alterações, especialmente pela ruptura mecânica de rochas, podendo gerar perda, total ou parcial, de patrimônio arqueológico e/ou espeleológico.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> </ul>
	A72	C3			
	A09	B1			
	A17	B1			
	A24	B1			
	A37	B1			
	A43	B1			
	A57	B1	Ganhos econômicos pelo uso de material dragado para fins benéficos	Conforme discutido no presente relatório, foi proposto o uso do material dragado e derrocado do trecho navegável do rio Parnaíba para fins benéficos (caso as características químicas, físicas e toxicológicas permitam), seja pelo uso como material para as obras de implantação dos terminais fluviais de Teresina e Uruçuí, assim como para estabilização das margens erodidas do rio Parnaíba em locais estratégicos. A utilização do material dragado e/ou derrocado proporcionará ganhos econômicos, uma vez que limitará a necessidade de aquisição de materiais para execução das obras de engenharia dos terminais fluviais. Ademais, os ganhos incorrem também sobre a componente ambiental, uma vez que reduz danos ambientais associados à disposição em solo ou água.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora</li> </ul>
	A62	B1			
	A72	C1			
	A09	D2			
	A17	D2			
	A24	D2			
	A37	D2			
	A43	D2	Interferências sobre comunidades tradicionais	Na região do trecho navegável da hidrovía e, sobretudo, nas proximidades das áreas de bota-fora para reaproveitamento de material foi observada a presença de comunidades tradicionais, especialmente assentamentos rurais e Comunidades Remanescentes Quilombolas. Por estarem próximas às áreas de interferência dos serviços de dragagem e derrocamento, tais comunidades podem sofrer com possíveis implicações e mudanças no modo de vida durante a execução destes serviços.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> </ul>
	A57	D2			
	A62	D2			
	A72	D2			
	A09	B2			
	A17	C2			
	A24	D2			
Biótico	A37	D2	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	A redução de espécies de biota consiste na perda de indivíduos de espécies da biota aquática por conta de alterações nas condições necessárias para a sobrevivência destes. Potenciais eventos de contaminação que alterem a qualidade dos sedimentos e da água do mar podem implicar na redução da abundância e biodiversidade aquática.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> </ul>
	A43	C2			
	A57	C2			
	A62	C2			
	A72	C2			
	A09	C4	Redução de abundância e biodiversidade (biota aquática)	A redução de espécies de biota consiste na perda de indivíduos de espécies da biota aquática por conta de alterações nas condições necessárias para a sobrevivência destes. Potenciais eventos de contaminação que alterem a qualidade dos sedimentos e da água do mar podem implicar na redução da abundância e biodiversidade aquática.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> </ul>
	A17	C4			
	A24	C4			
	A37	C4			
	A43	C4			
	A57	C4			

Meio	Área	Significância	Impacto	Justificativa	Atividades Associadas
	A62	C4		Este é um impacto negativo para as relações ecológicas do rio Parnaíba e na manutenção dos processos ecológicos fundamentais. Além da importância ecológica, a ictiofauna da região é utilizada como recurso pesqueiro, especialmente pela pesca artesanal, tanto na modalidade de subsistência, ou seja, sendo incluída na alimentação de ribeirinhos como também na modalidade comercial através da venda dos recursos pesqueiros nos centros urbanos localizados as margens do rio Parnaíba.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vazamento de óleos e poluentes pelas dragas e outros equipamentos.</li> </ul>
	A72	C4			
	A09	C3	Perturbação e/ou Afugentamento de biota aquática	A perturbação de espécies de fauna aquática se dá em casos de perturbação e distúrbio do ambiente marinho, podendo ocorrer em função da geração de ruídos no meio aquático e diminuição da qualidade da água por conta da constante movimentação e passagem de equipamentos que podem resultar na contaminação das águas e sedimentos. Tais interferências são intrínsecas à execução dos serviços de dragagem e derrocamento e, por isso, devem resultar na perturbação e/ou afugentamento da biota aquática do rio Parnaíba.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sucção de sedimentos pelo equipamento de dragagem.</li> <li>Ruptura mecânica de rochas pelo equipamento de derrocamento.</li> <li>Retificação e/ou ampliação da largura do rio.</li> <li>Vazamento de óleos e poluentes pelas dragas e outros equipamentos.</li> </ul>
	A17	C3			
	A24	C3			
	A37	C3			
	A43	C3			
	A57	C3			
	A62	C3			
	A72	C3			
	A09	C4	Interferência em APP	Nos serviços de dragagem e derrocamento do rio Parnaíba em seu trecho navegável, serão utilizadas dragas de sucção e recalque, ou seja, dragas que inibem a possibilidade de armazenamento de material na embarcação. Neste sentido, conforme já discutido, os serviços de sucção e recalque acontecerão simultaneamente, sendo necessária a alocação de material dragado ao longo da extensão do trecho navegável de hidrovia, haja vista que a tubulação de recalque possui limitação de 1.000m. Entende-se, portanto, que poderá ocorrer interferências em Área de Proteção Permanente (APP), conforme diretrizes do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651 de 2012) devido a necessidade de disposição do material dragado em áreas de bota-fora nas margens do rio Parnaíba. Tal interferência poderá incorrer também na perda de indivíduos de flora.	<b>Na implantação e operação:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Recalque de sedimentos pelo equipamento de dragagem nas áreas de bota-fora.</li> <li>Disposição dos materiais rochosos nas áreas de bota-fora.</li> </ul>
	A17	C4			
	A24	C4			
	A37	C4			
	A43	C4			
	A57	C4			
	A62	C4			
	A72	C4			

Elaboração própria.

### 4.3. Cota de dragagem

Para definição da cota de dragagem é necessário considerar os seguintes fatores:

- CRM é o calado máximo recomendado;
- MPO é a menor profundidade observada;
- FAQ é a folga abaixo da quilha;
- HM é a altura de maré.

A cota de dragagem é, então, estabelecida como:

$$CMR = MPO + HM - FAQ$$

$$MPO_{DRAGAGEM} = CMR - HM + FAQ_{NÃO\ ROCHOSO}$$

$$MPO_{DRAGAGEM} = 2,10 - 0,00 + 0,20$$

$$MPO_{DRAGAGEM} = 2,30 \text{ metros}$$

### 4.4. Tipos de dragas disponíveis

As dragas usadas em projetos de navegação são geralmente classificadas em hidráulicas ou mecânicas, pois são as que realizam a escavação e a remoção.

As dragas hidráulicas e mecânicas permitiram a transformação de rios em vias navegáveis, permitindo o transporte de comércio e pessoas onde a passagem de água era historicamente indisponível.

A dragagem hidráulica tem contribuído muito para essa transformação, proporcionando o movimento de grandes quantidades de material dragado em períodos de tempo relativamente curtos.

#### 4.4.1. Draga Autotransportadora de Sucção e Arrasto (Trailing Suction Hopper Dredger -TSHD)

A draga de sucção em arrasto (TSHD), une dragagem, transporte e descarga em um único equipamento. Este equipamento realiza a sucção do material e a deposição em uma cisterna para que seja realizado o transporte até o local de descarte.



O procedimento de dragagem é realizado por meio de um ou dois braços de sucção, com pontas de arrasto que são baixadas lateralmente à embarcação para coletar o solo do fundo do mar. Esse tipo de draga é indicada para diversos tipos de solos, amplamente empregadas em aprofundamento e manutenção de cursos d'água, canais de navegação, acessos aquaviários, recuperação de terras, construção e manutenção de portos.

**Figura 72. Dragagem autotransportadora de sucção e arrasto**



Fonte: ALLONDA (2024)

#### *4.4.2. Dragagem cortadora / Sucção e Recalque (Cutter Suction Dredge CSD)*

Também conhecidas como dragas de sucção e corte ou draga de sucção e recalque, as CSD combinam os dois princípios básicos de dragagem: escavação e sucção. Seu funcionamento se dá através de uma ferramenta rotativa de corte, cujo formato é diferente e variável conforme o tipo de material a ser dragado. Assim, o solo é desalojado para que possa ser transportado pelo tubo de sucção.

Por isso, pode ser utilizada com todos os tipos de solo, desde areia e cascalho até materiais compactos e duros, como argila, rocha macia e camadas finas de rocha dura, dependendo da sua capacidade operacional. Portanto, é uma draga que pode ser aplicada em um amplo leque de projetos de dragagem, como: recuperação de terras, construção de portos e manutenção de hidrovias, mineração, reservatórios, dragagem ambiental, aterro hidráulico e engordamento de margens.

Para isso, existem CSD de porte menor, com capacidade mais reduzida de corte, e de maior porte, com extrema força em seus cortadores. É importante se atentar, portanto:

- Solos mais duros, por exemplo, são mais difíceis de serem desagregados, necessitando de maior peso e potência maior de corte.
- Solos plásticos tendem a tapar a boca de sucção, impactando, assim, o tempo do processo de dragagem.

As CSD são projetadas para operar em condições de águas desabrigadas, e sem incidência de ondas. Suas características são:

- Dragagem hidráulica com bombas centrífugas e uma cabeça de corte rotativa.
- Draga estacionária: portanto, necessitam de um equipamento auxiliar para seu trabalho (workboat).
- Sistema de dragagem preciso, com bom controle na posição vertical e horizontal.
- Adequada para quase qualquer tipo de solo, incluindo argila e rocha macia.
- Transporte do material dragado se dá por tubulações até o ponto de descarte.

#### 4.4.3. Draga escavadeira (*Backhoe BHE*)

O processo de dragagem com backhoe é constituído por um conjunto de equipamentos, com exceção de projetos muito específicos. Ele é constituído de balsa com spuds e uma escavadeira conectada a uma plataforma giratória.

É uma draga estacionária e pode lidar com qualquer tipo de solo: arenosos, argilosos (compactada ou plástica) e materiais que contenham seixos ou rocha fragmentada. A depender do equipamento, a capacidade da concha pode alcançar até 40m<sup>3</sup>, e portanto, ser capaz de dragar matacão e blocos de rocha, sendo a embarcação indicada para projetos que exigem grande força hidráulica.

A dragagem é realizada com precisão extrema. Por isso, são comumente utilizadas em projetos cujo procedimento é realizado próximo a estruturas sólidas. O material dragado é transportado por batelões.

Apesar de possuir sistema de propulsão, ele só é utilizado para reposicionamento, ou seja, é uma draga estacionária.

A draga Backhoe funciona como uma escavadeira, puxando o material para uma caçamba que, depois, é içada até o nível da água. Em seguida, o material retirado é depositado em um batelão. Durante a escavação, o centro de gravidade se desloca para

frente, quando a caçamba entra no solo. Assim, as dragas Backhoe são ancoradas e mantidas em posição usando um sistema composto por três spuds. Esse sistema mantém a draga no lugar e também é usado para mover a draga para trás após um corte completo.

**Figura 73. Conjunto de equipamentos de dragagem, sendo escavadeira e batelão com autopropulsão**



Fonte: Portos e Navios (2019)

#### *4.4.4. Draga de injeção de água (Water Injection Dredger - WID)*

A operação do sistema de dragagem por injeção de água, ou Water injection dredging (WID), se dá para operação de um conjunto de bomba / fluidização montado para injetar grandes volumes de água diretamente nos vazios de sedimentos a pressões relativamente baixas.

O conjunto bomba / cabeça de injeção é montado em uma barça projetada para ter autopropulsão. Dada a penetração suficiente, este processo de injeção pode aumentar o volume dos poros e a pressão da água dos poros de modo que uma perda de contato grão a grão seja alcançada. Esse estado de fluidização cria uma mistura de água-sedimento de baixa viscosidade.

A corrente de densidade gerada pela operação de dragagem com WID transporta material para águas mais profundas, onde pode assentar e sedimentar sem impedir a



navegação ou onde pode ser levado para ainda mais longe por correntes ambientais mais fortes.

**Figura 74. Sistema de dragagem por injeção de água Water Injection Dredger – WID**



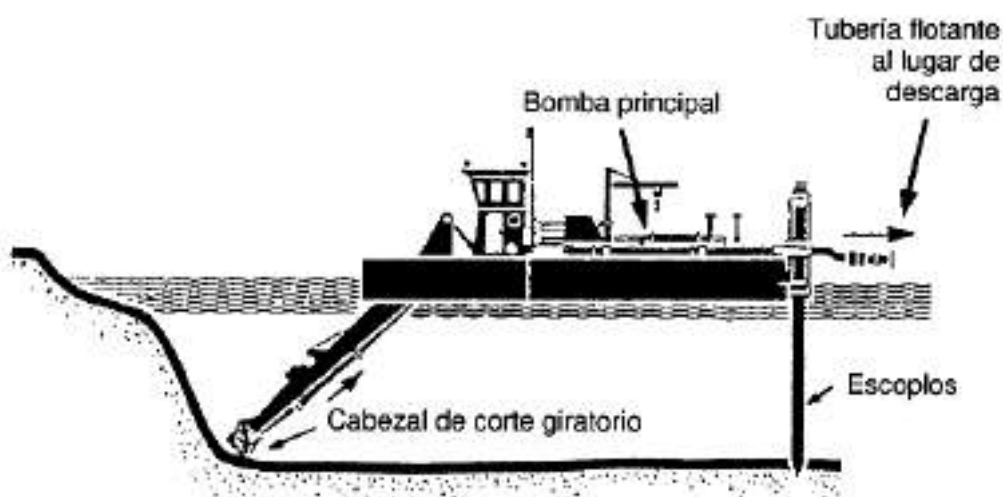
Fonte: ECT Marine (2024)

#### *4.4.5. Draga considerada para o projeto*

De acordo com os levantamentos realizados, observou-se que os materiais existentes apresentam características adequadas à utilização de dragas de sucção e recalque.

Considerando os parâmetros da USACE (2016) para o projeto em questão, como baixa profundidade de dragagem, ambiente físico, tipo de material (areias) não contaminado, produção de dragagem, disponibilidade de equipamentos no mercado da região, sugere-se a utilização de draga cortadora / sucção e recalque (*Cutter Suction Dredge – CSD*). A Figura 75 apresenta um esquema de funcionamento da dragagem do projeto.

**Figura 75. Croqui de draga de sucção e recalque**



Fonte: Dragagem Sul (2011)

#### 4.5. Volume de dragagem

Com base na batimetria realizada no rio Parnaíba e nas definições do canal de navegação (largura, talude e profundidade), foram determinados os volumes necessários para as obras de dragagem e derrocagem. As plantas com as profundidades dos trechos do rio estão apresentadas no Anexo I, enquanto que as duas tabelas seguintes trazem os volumes por segmento, sendo a primeira tabela relativa ao trecho entre Uruçuí e Teresina e a segunda entre Teresina e Luís Correia.

**Tabela 55. Volumes de dragagem do rio Parnaíba: Uruçuí - Teresina**

Segmento	Seções	Volume
1	14+40 A 57+50	69.772,92
2	67+60 A 90+70	59.630,81
3	100+70 A 362+00	551.114,91
4	372+00 A 2066+30	620.988,24
5	2066+00 A 3613+20	649.203,73
6	3623+23 A 3659+10	38.844,36
7	3669+11 A 3691+52	70.081,59
8	3701+61 A 3781+22	104.507,06
9	3791+29 A 4065+38	290.829,39
10	4075+38 A 4120+16	79.190,36
11	4130+17 A 4174+42	88.517,39
12	4184+43 A 4289+85	360.290,30
13	4298+80 A 4372+77	133.945,69
14	4382+78 A 4413+46	147.218,31

Segmento	Seções	Volume
15	4422+47 A 4533+12	284.308,17
16	4543+18 A 4596+36	134.352,33
17	4606+35 A 4673+85	210.053,09
18	4683+80 A 4743+60	167.581,76
19	4753+42 A 4823+43	252.639,07
20	4833+42 A 4881+66	95.581,84
21	4891+60 A 4937+22	76.418,54
22	4947+10 A 4981+53	45.920,32
23	4991+29 A 5005+82	14.621,62
24	5015+80 A 5044+90	105.956,47
25	5054+90 A 5067+95	9.186,03
26	5077+97 A 5097+85	70.778,83
27	5107+75 A 5219+00	396.614,37
Total		5.128.147,50

Fonte: Elaboração própria

**Tabela 56. Volumes de dragagem do rio Parnaíba: Teresina – Luís Correia**

Segmento	Seções	Volume
1	00+00 A 163+00	73.795,81
2	164+00 A 341+00	55.695,46
3	342+00 A 603+00	82.240,80
4	604+00 A 809+00	98.809,39
5	810+00 A 1158+00	58.576,12
6	1159+00 A 1468+00	181.726,78
7	1469+00 A 1788+00	288.495,50
8	1789+00 A 2051+00	162.459,34
9	2052+00 A 2159+00	336.943,95
10	2060+00 A 2370+00	564.565,85
11	2371+00 A 2427+00	196.586,71
12	2428+00 A 2765+00	562.477,46
13	2766+00 A 3081+00	590.535,50
14	3082+00 A 3228+00	257.241,08
15	3229+00 A 3340+00	199.692,59
16	3341+00 A 3385+00	153.483,52
17	3386+00 A 3456+00	212.165,78
18	3457+00 A 3618+00	560.793,18
19	3619+00 A 3763+00	352.328,61
20	3764+00 A 3905+00	79.007,65



Segmento	Seções	Volume
21	3906+00 A 3995+00	377,51
Total		5.067.998,59

Fonte: Elaboração própria

Assim, o volume total estimado de dragagem é de 10.196.146,09 m<sup>3</sup>.

#### 4.6. Nível de redução das estações dos trechos a serem dragados

Serão adotados os níveis do dia das estações fluviométricas de cada trecho, aplicando os valores de redução estabelecidos no cálculo da TR=10 das estações apresentadas na Tabela 57.

**Tabela 57. Estações fluviométricas consideradas**

Estações fluviométricas	Acima do zero da régua
Ribeiro Gonçalves – PI	2,75 metros
Fazenda Bandeira (Uruçuí – PI)	3,05 metros
Sítio Velho (Uruçuí – PI)	2,01 metros
Benedito Leite – MA (CHESF)	1,59 metros
Barão de Grajaú – MA	2,88 metros
Fazenda Veneza (Palmeirais – PI)	1,36 metros
Teresina – PI	2,36 metros

Fonte: Ministério dos Transportes (2014)

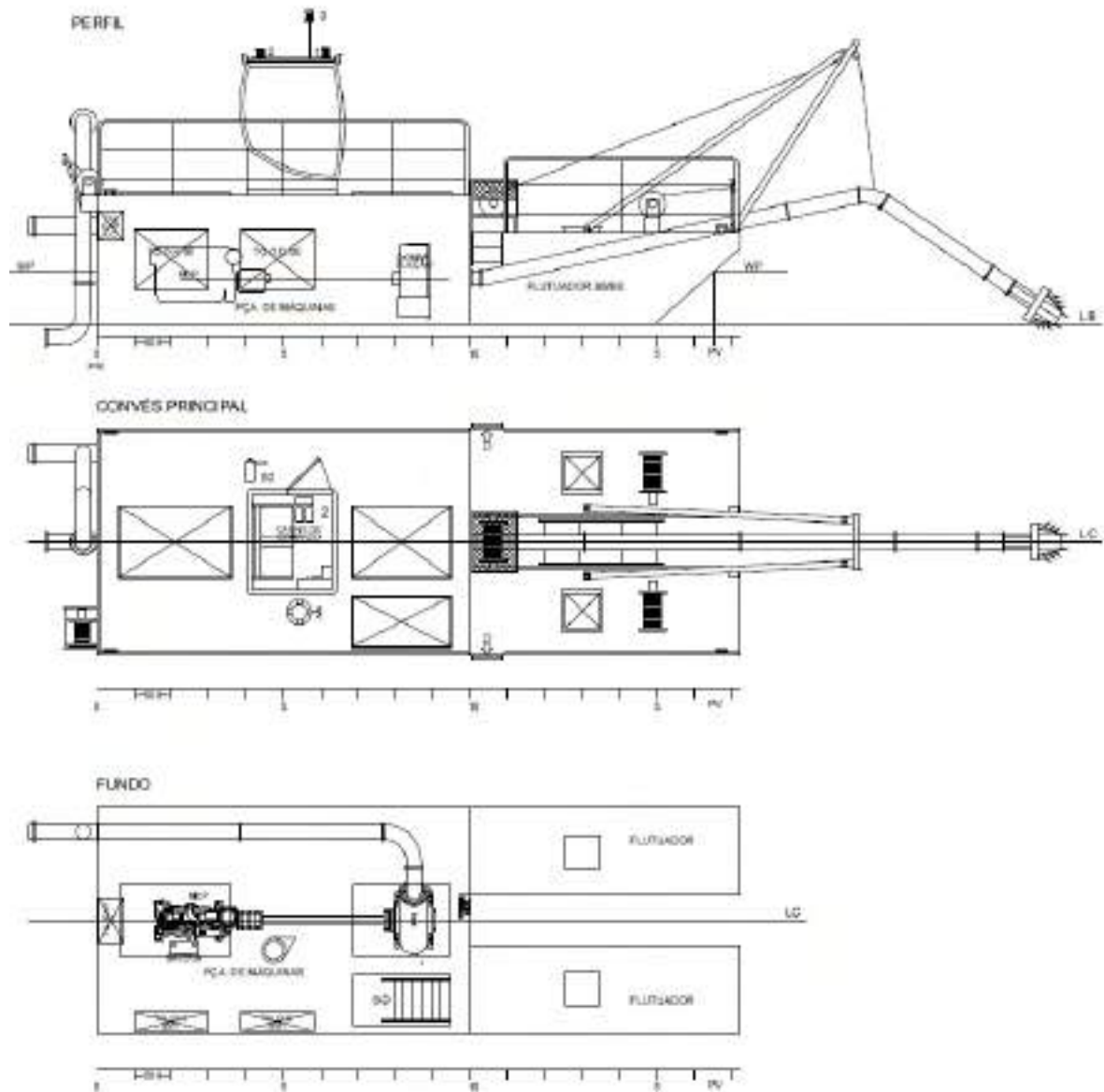
#### 4.7. Tempo de execução

Para as avaliações da produtividade da dragagem, considerou-se que cada frente de trabalho será constituída por:

- 3 (três) dragas cutter/sucção e recalque, com produtividade equivalente a bomba de 294 kW e cortador de 30 kW, uma vez que a área a ser dragada possui baixa profundidade, sendo, portanto, compatível com equipamento (draga) de baixo calado.
- Estrutura de administração local;
- Serviços permanentes de levantamentos hidrográficos (LH), categoria B, para fins de assessoria na execução da dragagem, sendo uma equipe para cada frente de trabalho;

- 6.500m (seis mil e quinhentos) metros de tubulação compatível em PEAD, flutuante com acessórios para acoplamentos e fundeio, para cada draga;
- Embarcação empurradora multipropósito com guincho hidráulico.

**Figura 76. Draga de Sucção e recalque**



Fonte: Proa Engenharia (2020)

O regime de trabalho adotado é de 18 horas por dia e 6 dias por semana, como mostram os dados da Tabela 58.

**Tabela 58. Regime do trabalho adotado em relação ao tempo**

Atividade	Horas/mês
Disponibilizando: 6 dias/semana x 18	468 horas/mês

Atividade	Horas/mês
horas/dia x 4,33 semanas/mês	
Operação = 60% de disponibilidade	281 horas/mês
Manobra, manutenção e abastecimento = 35% do tempo	187 horas/mês

Fonte: Elaboração própria (2024)

**Tabela 59. Operação de dragagem em relação ao tempo e tipo de solo**

Tipos de solo	Areias
Distância média de recalque	$(1.300+2.100)/2 = 1.700\text{m}$
Horas disponíveis para operação/mês	281h
Produção da draga/hora	$102,60\text{m}^3$
Produção “in situ”/mês	$28.810,08^3$

Fonte: Elaboração própria (2024)

A estimativa da produção da draga/hora foi extraída no SICRO/PI, sendo que o valor adotado foi a mediana ( $102,60\text{m}^3/\text{h}$ ) dos valores apresentados para os vários tipos de draga.

Considerando que produção in situ foi estimada em  $28.810,08 \text{ m}^3/\text{mês}$  para cada draga, tem-se a produção mensal com três dragas em cada frente de trabalho igual a  $86.430,24 \text{ m}^3/\text{mês}$  e anualmente,  $1.037.162,88 \text{ m}^3$ , totalizando, para as três frentes de trabalho,  $259.290,72 \text{ m}^3$  mensal e  $3.111.488,64 \text{ m}^3$  anual.

Para a mobilização, considerou-se um prazo de 03 (três) meses, e para a desmobilização também 03 (três) meses.

Como o volume total estimado de dragagem é de  $10.196.146,09 \text{ m}^3$ , tem-se um prazo total de execução das obras de 46 meses:

$$\frac{10.196.146,09}{259.290,72} = 39,3 \text{ meses} + 6 \text{ meses} = 46$$

Assim, o prazo adotado para a realização das obras é de 3 anos e 10 meses.

É importante mencionar que não foi considerada eventual ocorrência de assoreamento durante a obra, levando-se em consideração que toda a dragagem deverá ser entregue 100% na cota, e a medição final será por conta de levantamento hidrográfico de ordem especial, categoria A.



## **4.8. Custos das dragagens**

### *4.8.1. Premissas e definições dos custos*

Para a composição dos custos com dragagens, como premissa, não foram considerados custos com eventuais ocorrências de assoreamento durante a obra, sendo que esse item deverá estar incluso no preço ofertado, levando em consideração que toda a dragagem deverá ser entregue 100% na cota de projeto.

#### **4.8.1.1. Administração local da obra**

Para a administração local da obra, considerou-se que cada frente de trabalho será mobilizada conforme andamento físico da obra e disposta junto as áreas de despejo de dragagem, sendo mobilizada e desmobilizada tantas vezes quantas forem necessárias.

Os serviços de draga de sucção e recalque, embarcação empurradora, flutuador, mangote e tubulação de PEAD não foram considerados no item de administração local, para evitar duplicidade de custos.

Nas composições do SICRO, também não há valor de mão de obra. Portanto, considerou-se draguistas no item de administração local.

As diretrizes para estimar o custo de administração local da obra, vem do Acórdão nº 2.622/2013-TCU-Plenário, cujo extrato encontra-se apresentado a seguir:

“(...) 9.3.2. oriente os órgãos e entidades da Administração Pública Federal a:

9.3.2.1. discriminar os custos de administração local, canteiro de obras e mobilização e desmobilização na planilha orçamentária de custos diretos, por serem passíveis de identificação, mensuração e discriminação, bem como sujeitos a controle, medição e pagamento individualizado por parte da Administração Pública, em atendimento ao princípio constitucional da transparência dos gastos públicos, à jurisprudência do TCU e com fundamento no art. 30, § 6º, e no art. 40, inciso XIII, da Lei n. 8.666/1993 e no art. 17 do Decreto n. 7.983/2013;

9.3.2.2. estabelecer, nos editais de licitação, critério objetivo de medição para a administração local, estipulando pagamentos proporcionais à execução financeira da obra, abstendo-se de utilizar critério de pagamento para esse item como um valor mensal fixo, evitando-se, assim, desembolsos indevidos de administração local em virtude de atrasos ou de prorrogações injustificadas do prazo de execução contratual, com fundamento no art. 37, inciso XXI, da

Constituição Federal e nos arts. 55, inciso III, e 92, da Lei n. 8.666/1993.”(...)

Como define o DNIT/SC (2017), as diretrizes para a composição desse item são as seguintes:

“A administração local compreende o conjunto de gastos com pessoal, materiais e equipamentos incorridos pelo executor no local do empreendimento e indispensáveis ao apoio e à condução da obra. É exercida normalmente por pessoal técnico e administrativo, tais como: engenheiro supervisor, engenheiros setoriais, gestores administrativos, equipes de medicina e segurança no trabalho, etc.

Além da gerência técnica e administrativa da obra, inclui-se na administração local as equipes responsáveis pelo controle de produção das frentes de serviços, pelo **controle tecnológico da obra** e pelos serviços gerais de apoio.

Para o desenvolvimento destas atividades de controle tecnológico e de produção torna-se necessária a previsão de vagas para as seguintes categorias profissionais, a saber: mestres de obras, encarregados gerais, encarregados de turma, técnicos especializados, auxiliares técnicos e administrativos, apontadores, motoristas e equipes de escritório.

As equipes de topografia e de laboratório também são imprescindíveis à administração local e encontram-se vinculadas diretamente à obra. Já a mão de obra ordinária, associada a execução direta dos serviços, encontra-se incluída nas composições de custos unitários dos serviços.

Além dos custos referentes à mão de obra, a administração local deve ainda prever uma série de despesas que ocorrem no andamento das obras e que são suportados diretamente pelo executor, tais como:

- a) Materiais de consumo e de expediente: Cópias xerográficas e heliográficas; Fotografias; Materiais de escritório.
- b) Operação de veículos para transporte de pessoal;
- c) Custos das concessionárias: Água; Esgoto; Luz e energia; Comunicações (correios, telefonia e internet).
- d) Aluguéis;
- e) Segurança e vigilância;

f) Outras despesas similares vinculadas às obras.

O custo da administração local depende da estrutura organizacional que o executor planejar para a condução de cada obra e de sua respectiva lotação de pessoal. A modelagem da administração local deve levar em conta as peculiaridades inerentes a cada obra, o que permite o dimensionamento da estrutura organizacional necessária à obtenção das produções esperadas e ao cumprimento dos prazos estabelecidos.

A concepção dessa organização, bem como da lotação dos recursos humanos requeridos, consiste em tarefa de planejamento específica do executor da obra. Dessa forma, caberá ao engenheiro de custos realizar exame detalhado da questão, com vistas a estabelecer bases para estimar os custos envolvidos.

A montagem da estrutura administrativa local de cada obra deve ser realizada em função do desdobramento de cada atividade básica, definindo-se os cargos e as funções a serem ocupadas. Nesse desdobramento, devem ser analisadas as características da obra, a estratégia adotada para sua execução, o cronograma físico e a distribuição geográfica das frentes de trabalho.

As variações da estrutura organizacional entre obras distintas provem da maior ou menor complexidade das atividades, bem como da possibilidade de atribuí-las de forma mais ou menos agregada às funções criadas para exercê-las.

Entretanto, levando-se em consideração as peculiaridades inerentes a cada tipo e porte de obra de infraestrutura de transportes, torna-se possível definir uma estrutura organizacional de referência para bem administrá-la, compostas por:

Mão de obra:

- Equipe gerencial técnica;
- Equipe gerencial administrativa;
- Equipe de medicina e segurança do trabalho;
- Manutenção do canteiro de obras e acampamentos;
- Equipe de produção em campo;



- Equipe de frente de serviço;

- Equipe de controle tecnológico.

Veículos;

Equipamentos;

Despesas diversas.

No que se refere à mão de obra, importa destacar que para cada equipe proposta existe um parâmetro específico para realizar o seu dimensionamento.

As equipes das gerências técnica e administrativa são definidas em função do porte e da natureza das obras e não se encontram sujeitas a variações advindas das quantidades de serviços.

As equipes de medicina e segurança do trabalho são proporcionais à quantidade de profissionais no momento de pico do empreendimento, obtida por meio de histograma de mão de obra ou da determinação da quantidade média de funcionários e de modelos de curva de agregação de recursos, conforme metodologia detalhada no Volume 07 do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Canteiro de Obras.

As equipes de produção em campo encontram-se ligadas diretamente à execução de grupos de serviços específicos, sendo necessárias apenas no período em que as respectivas atividades são realizadas.

Já as equipes responsáveis pelas frentes de acompanhamento e pelo controle tecnológico dos serviços mantêm proporcionalidade com a quantidade e as características dos serviços a serem executados no empreendimento.

Consoante o estabelecimento desses conceitos, a mão de obra constituinte da administração local pode ser dimensionada em função de parcelas classificadas por suas atribuições no âmbito da obra, a saber:

Parcela Fixa:

- Gerência Técnica;

- Gerência Administrativa.

Parcela Vinculada:

- Encarregados de Produção;

- Topografia;

- Setor de Medicina e Segurança do Trabalho.

Parcela Variável:

- Frentes de Serviço;

- Controle Tecnológico;

- Manejo Florestal.

Manutenção do Canteiro de Obras e Acampamentos

O custo de referência da administração local **pode ser obtido em função do somatório das parcelas de mão de obra, acrescidos dos respectivos veículos, equipamentos e despesas diversas, conforme metodologia proposta.**

As parcelas fixas e vinculadas e de manutenção do canteiro de obras são dimensionadas por mês e consequentemente associadas ao cronograma físico do empreendimento. Já a parcela variável é concebida em função de equipes, cada uma responsável por atividade específica no desenvolvimento da obra.

Importa destacar que os conceitos propostos para a definição dos custos de referência da administração local apresentam lastro técnico e constituem ferramenta inteligível de dimensionamento, estendendo sua aplicação para o campo do planejamento e proporcionando à Administração Pública maior capacidade de controle e gerenciamento na aplicação de recursos em obras de infraestrutura.

Entretanto, é imprescindível que os cronogramas físicos propostos para os projetos de infraestrutura e as respectivas ordens de início dos serviços levem em consideração as informações climáticas locais. Dessa forma, a mobilização das obras deve ser realizada preferencialmente após os períodos chuvosos, evitando assim a remuneração ociosa da mão de obra e dos equipamentos e

consequentemente acarretando atrasos e eventuais prejuízos financeiros.

Detalhadas as parcelas fixas, vinculadas e variáveis da mão de obra que compõem o custo de referência da administração local de uma obra, torna-se possível ao gestor público intervir em situações diversas de paralisação do empreendimento, garantindo assim a preservação do erário e os interesses da Administração Pública.

Nos casos onde couber, a parcela variável da administração local, associada às frentes de serviço e ao controle tecnológico, poderia até ser desmobilizada durante o período de paralisação, enquanto que uma fração da parcela fixa poderia ser mantida, a critério da fiscalização de obra. Encerrada a paralisação, seria realizada uma nova mobilização de pessoal.

Além disso, a exclusão da administração local da parcela de bonificação e despesas indiretas e o consequente detalhamento analítico desse custo indireto como item de planilha impedem que o eventual acréscimo ou supressão de serviços ou quantidades advindas de revisões de projeto em fase de obras venham a onerar desnecessariamente os contratos.

Além da relevância para a Administração Pública, a presente metodologia para definição de custos de referência para administração local também pode ser aplicada a outros entes envolvidos nas obras de infraestrutura de transportes, sejam eles as empresas contratadas para execução e supervisão dos serviços ou pelos órgãos responsáveis pela fiscalização e controle.

Foram analisadas também as premissas extraídas de TCU (2014):

A administração local também é um componente do custo direto da obra e compreende a estrutura administrativa de condução e apoio à execução da construção, composta de pessoal de direção técnica, pessoal de escritório e de segurança (vigias, porteiros, seguranças, etc.) bem como, materiais de consumo, equipamentos de escritório e de fiscalização.

Vale comentar que despesas relativas à administração local de obras, pelo fato de poderem ser quantificadas e discriminadas por meio de contabilização de seus componentes, devem constar na planilha orçamentária da respectiva obra como custo direto. A mesma afirmativa pode ser realizada para despesas de mobilização/desmobilização e de instalação e manutenção de



canteiro. Essa prática vem sendo recomendada pelo TCU e visa a maior transparência na elaboração do orçamento da obra.

A Administração Local compreende os custos das seguintes parcelas e atividades, dentre outras que se mostrarem necessárias:

- chefia e coordenação da obra;
- equipe de produção da obra;
- departamento de engenharia e planejamento de obra;
- manutenção do canteiro de obras;
- gestão da qualidade e produtividade;
- gestão de materiais;
- gestão de recursos humanos;
- gastos com energia, água, gás, telefonia e internet;
- consumos de material de escritório e de higiene/limpeza;
- medicina e segurança do trabalho;
- laboratórios e controle tecnológico dos materiais;
- acompanhamento topográfico;
- mobiliário em geral (mesas, cadeiras, armários, estantes etc.);
- equipamentos de informática;
- eletrodomésticos e utensílios;
- veículos de transporte de apoio e para transporte dos trabalhadores;
- treinamentos;

- outros equipamentos de apoio que não estejam especificamente alocados para nenhum serviço.

A administração local sofre influência de uma série de fatores, como por exemplo:

- prazo e cronograma da obra, pois várias parcelas da administração local são custos fixos, portanto, quanto maior o prazo da obra maior o custo com a administração local;
- tipo de obra e dos serviços a serem executados, que exigirão uma composição diferente de profissionais que acompanham a obra;
- local da obra;
- contingente de trabalhadores, o que impacta na estimativa dos custos com alimentação, transporte, ferramentas e equipamentos de proteção individual e coletivo dos empregados;
- turnos de trabalho (impacto no contingente de trabalhadores);
- jornada diária de trabalho (impacto no contingente de trabalhadores);
- valor e complexidade da obra, que pode exigir maior grau de supervisão e controle da administração da obra;
- legislação dos sistemas CONFEA/CAU, para definição de quais especialidades serão requeridas e os respectivos prazos de permanência para cada tipo de obra;
- normas do Ministério do Trabalho (em especial NR-18, NR-6, NR-7, NR-12 e NR-4);
- disposições existentes nas convenções coletivas de trabalho dos trabalhadores da construção civil no local da obra;
- exigências ambientais diversas;
- restrições legais de trabalhos em determinados horários ou restrições logísticas de acesso ao canteiro de obras.

É importante também observar que a administração local depende da estrutura organizacional que o construtor vier a montar para a condução de cada obra e de sua respectiva lotação de pessoal. Não existe modelo rígido para esta estrutura, mas deve-se observar a legislação profissional do Sistema Confea e as normas relativas à higiene e segurança do trabalho. As peculiaridades inerentes a cada obra determinarão a estrutura organizacional necessária para bem administrá-la. A concepção dessa organização, bem como da lotação em termos de recursos humanos requeridos, é tarefa de planejamento, específica do executor da obra.

Caberá ao orçamentista realizar um ensaio sobre a questão, com vistas a estabelecer bases para estimar os custos envolvidos na administração local. Devem ser consideradas as características da obra, a estratégia adotada para sua execução, o cronograma, bem como a dispersão geográfica das frentes de trabalho.

#### **4.8.1.2. Medição dos serviços de administração local**

A medição dos serviços de administração local da obra se dará proporcional ao avanço físico da dragagem, cujo cálculo de volume (m<sup>3</sup>) será medido por diferença de perfis batimétricos, para a cota de dragagem definida em projeto (trechos efetivamente prontos e concluídos) em concordância com o teor do Acórdão a seguir:

Acórdão nº 2622/2013-TCU-Plenário “9.3.2. oriente os órgãos e entidades da Administração Pública Federal a: 9.3.2.2. estabelecer, nos editais de licitação, critério objetivo de medição para a administração local, estipulando pagamentos proporcionais à execução financeira da obra, abstendo-se de utilizar critério de pagamento para esse item como um valor mensal fixo, evitando-se, assim, desembolsos indevidos de administração local em virtude de atrasos ou de prorrogações injustificadas do prazo de execução contratual, com fundamento no art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal e nos arts. 55, inciso III, e 92, da Lei n. 8.666/1993.”

#### **4.8.1.3. Tempo operativo**

Para os equipamentos, a estimativa se deu seguindo as definições de DNIT (2003):

Tempo operativo é aquele em que o equipamento está dedicado ao serviço, na frente de trabalho, com seus motores ou acionadores ligados, quando for o caso, ou em condições de trabalho, quando se tratar de equipamento não propelido mecanicamente. O equipamento operativo comporta duas situações: produtivo e em espera.



No seu tempo produtivo, o equipamento está efetivamente executando alguma das tarefas a ele inerentes. De acordo com o interesse do levantamento que se pretende realizar, essas diferentes tarefas podem ser discriminadas como fases do serviço a serem apropriadas. Quando em espera, o equipamento está aguardando que algum outro componente da patrulha complete sua parte, de modo a abrir frente para que ele possa atuar. Tais esperas têm sua origem em desequilíbrios internos, e resultam de se juntar numa mesma patrulha equipamentos com capacidades e níveis de produtividades diferentes, de tal sorte que o ritmo do mais lento condiciona a produção do conjunto. Aplica-se este conceito apenas quando as esperas forem de curta duração que não justifiquem desligamento de motores. Durante as esperas, assim caracterizadas, os motores estarão funcionando em marcha lenta ou os equipamentos realizando pequenos deslocamentos para melhor se posicionarem.

Os tempos improdutivos, por sua vez, comportam paradas de mais longa duração, em que os equipamentos continuam vinculados ao serviço e seus operadores permanecem mobilizados, mesmo que seus motores tenham sido desligados. Tais paradas podem ter as mais diversas razões como, por exemplo, chuva, falta de material, necessidades do operador, quebra ou falha do equipamento em questão ou de algum outro componente da patrulha, reabastecimento de combustível etc. A fim de não complicar desnecessariamente a apropriação, é preciso avaliar quais deles se deseja individualizar e quais os que podem ser tratados em conjunto sob a rubrica de outros ou de diversos.

#### **4.8.1.4. Mobilização e desmobilização**

Seguindo as definições de DNIT (2003):

A mobilização e desmobilização são constituídas pelo conjunto de providências e operações que o Executor dos serviços tem que efetivar a fim de levar seus recursos, em pessoal e equipamento, até o local da obra e, inversamente, para fazê-los retornar ao seu ponto de origem, ao término dos trabalhos. No momento em que se necessita desses valores, para incluí-los no orçamento, uma série de parâmetros relativos às circunstâncias reais em que se darão a mobilização e a desmobilização são ainda desconhecidas, pois dependem de particularidades inerentes à empresa que vier a se encarregar dos serviços. Esse obstáculo só poderá ser contornado através da admissão de algumas hipóteses que supram a deficiência apontada. Sendo a mobilização e a desmobilização essencialmente operações de transportes, a principal fonte de incerteza, para cálculo de seu custos, é o desconhecimento dos pontos de origem (mobilização) e destino (desmobilização) a partir dos quais elas se darão e,

consequentemente, dos meios de transporte e das rotas disponíveis para executá-las. Em condições reais, uma empresa contratada mobiliza seu pessoal a partir de sua sede ou escritórios regionais, desloca-o de outra obra e admite algumas categorias profissionais no próprio local da obra. O equipamento, também, pode ter diversas origens, tais como pátios e oficinas da empresa, outras obras que a empresa tenha realizado ou que estejam realizando, ou pátios de fabricantes/representantes, quando se tratar de equipamento novo, adquirido especialmente para determinada obra. Por outro lado, ao liberar o equipamento de uma obra, o Executor buscará sempre deslocá-lo diretamente para outra, se possível, na própria região. É mesmo usual que as empresas constituam pátios de equipamentos em locais próximos às obras concluídas, a fim de guardar o equipamento, durante algum tempo, antes de sua remobilização para uma nova obra. Assim sendo, para efeito de orçamento, pode-se considerar que a desmobilização de equipamento é, na realidade, a mobilização de uma nova obra e, como tal, seus custos não devem ser imputados à primeira, sob pena de dupla contagem.

Em termos de mobilização e desmobilização, foram consideradas as seguintes premissas:

- A draga será desmontada, transportada por modal rodoviário e remontada em Teresina/PI.
- A tubulação de PEAD será carregada, transportada e descarregada em Teresina/PI.
- A equipe será mobilizada por modal aéreo.
- Foi considerado o estado de São Paulo como referência para estimar os custos de mobilização e desmobilização.

#### *4.8.2. Dimensionamento da administração local*

Todo conjunto de pessoal, equipamentos e serviços especificados, e seu correspondente material de consumo, deverão acompanhar o andamento da obra e sequência executiva, de modo que os escritórios e canteiro de obra avancem e se localizem junto as áreas de despejo de dragagem, à medida que a obra avançar.

##### **4.8.2.1. Aluguéis**

Foram considerados apenas aluguéis para hospedagem da equipe de trabalho, não sendo considerado aluguel de canteiro de obras, pois adotou-se como premissa que o canteiro de obras para apoio a dragagem da hidrovía será localizado junto as áreas de despejo. Para determinar esse custo, utilizou-se pesquisas na internet, tendo sido

adotado o valor de R\$25,00/m<sup>2</sup> de aluguel, para 600m<sup>2</sup> de alojamento para equipe de trabalho.

#### **4.8.2.2. Equipamentos**

Para estimativa do CAPEX, foram considerados os seguintes equipamentos por frente de trabalho:

- Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 Kw: 02 unidades. Função: transporte de pessoal e apoio logístico.
- Veículo leve - 53 kW: 01 unidades. Função: transporte de pessoal e apoio logístico.
- Embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico - 30 kW: 03 unidades. Função: transporte de pessoal e apoio logístico. Apoiar as atividades de deslocamento da tubulação de recalque, das boias de sinalização náutica. Apoio de mergulhadores que atualizarão na limpeza e desobstrução da tubulação de sucção e hélice.
- Escavadeira hidráulica sobre esteiras para rocha com caçamba com capacidade de 1,56 m<sup>3</sup> - 118 Kw: 02 unidades. Função: Execução e manutenção do dique nas áreas de despejo de material de dragagem, sendo transportada entre áreas de despejo, tantas vezes quanto necessárias. Movimentação dos itens em geral do canteiro de obras.
- Caminhão plataforma 8 x 2, PBTC 36.000 kg e distância entre eixos 4,8 m - 210 kW: 01 unidade. Função: Transporte de equipamentos entre canteiros de obras.
- Guindaste móvel sobre esteiras com capacidade de 40 t - 186 kW. Função: Transporte de equipamentos entre canteiros de obras, e movimentação de contêineres escritório no canteiro de obras. Movimentação da tubulação de PEAD, carga e descarga de materiais e equipamentos.
- Carregadeira de pneus com capacidade de 3,40 m<sup>3</sup> - 195 kW. 02 unidades. Função: Execução e manutenção do dique nas áreas de despejo de material de dragagem, sendo transportada entre áreas de despejo, tantas vezes quanto necessárias.
- Grupo gerador - 3,2 kVA. 04 unidades. Função alimentação elétrica do canteiro de obras.



- Estação total eletrônica: 1 unidade.

Os coeficientes produtivos estimados, levando em consideração jornada de 18 horas/dia de trabalho, estão apresentados na Tabela 60.

**Tabela 60. Coeficientes dos equipamentos utilizados na dragagem**

Equipamento	Unidade	Coeficiente produtivo	Coeficiente improdutivo
Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	h	2/3	1/3
Veículo leve - 53 kW	h	2/3	1/3
Embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico - 30 kW	h	7/9	2/9
Escavadeira hidráulica sobre esteiras para rocha com caçamba com capacidade de 1,56 m <sup>3</sup> - 118 kW	h	5/9	4/9
Caminhão plataforma 8 x 2, PBTC 36.000 kg e distância entre eixos 4,8 m - 210 kW - motorista de caminhão	h	2/3	1/3
Guindaste móvel sobre esteiras com capacidade de 40 t - 186 kW	h	2/3	1/3
Carregadeira de pneus com capacidade de 3,40 m <sup>3</sup> - 195 kW	h	5/9	4/9
Grupo gerador - 3,2 kVA	h	8/9	1/9
Estação total eletrônica com alcance máximo de 3.000 m	h	4/9	5/9

Fonte: Elaboração própria. Dados do Sicro/PI

#### 4.8.2.3. Mão de Obra

A equipe de mão-de-obra abrange:

- 01 engenheiro chefe.
- 01 engenheiro supervisor.
- 02 engenheiros residentes.
- 03 auxiliares técnicos, sendo um para cada jornada de 6 horas.
- 03 pilotos fluviais, sendo um para cada embarcação de apoio.
- 01 topógrafo.

- 01 auxiliar de topografia.
- 03 motoristas de veículo leve.
- 01 motorista de caminhão.
- 05 operadores de equipamentos pesado.
- 02 encarregados administrativo.
- 01 encarregado geral.
- 04 montadores.
- 03 soldadores.
- 01 mergulhador raso auxiliar de superfície.
- 01 técnico de segurança do trabalho.
- 01 vigia.
- 01 técnico em meio ambiente.

#### *4.8.3. Serviços especializados*

Contempla os serviços de posicionamento e monitoramento próprio das atividades de dragagem:

- Levantamento batimétrico monofeixe longitudinal
- Levantamento batimétrico monofeixe transversal

Foi dimensionada uma equipe mensal para execução das sondagens para atender as frentes de trabalho.

Os levantamentos hidrográficos (LHs) deverão seguir as especificações das Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (NORMAM-25) e os padrões para levantamentos da Organização Hidrográfica Internacional (OHI), constantes da Publicação Especial S-44, em suas edições vigentes, para os LHs enquadrados como categoria "B".

A calibração (Patch Test), é um procedimento para verificação dos valores corretos para balanço (roll), caturro (pitch) e proa (yaw). Todos os levantamentos hidrográficos a serem realizados deverão ser calibrados de acordo com a norma vigente.

Para a sinalização náutica da atividade de dragagem, foi prevista o conjunto de 02 (dois) sinais náuticos móveis e luminosos (sinais especiais, amarelo) para cada draga de SR, conforme NORMAM 601/DHN.

Foi previsto apenas o custo de implantação, sendo que os demais deslocamentos das boias, acompanhando a atividade de dragagem, serão realizados pela estrutura de administração local da obra, tantas vezes quantas forem necessárias, até a conclusão da dragagem.

#### 4.8.4. Cálculo do BDI

Para cálculo da taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), foi utilizada a seguinte fórmula indicada no Acórdão 2.369/2011-TCU-Plenário:

$$BDI = \frac{(1 + (AC + S + R + G))(1 + DF)(1 + L)}{(1 - I)}$$

Onde:

AC: taxa representativa das despesas de rateio da Administração Central;

S: taxa representativa de Seguros

R: taxa representativa de Riscos

G: taxa representativa de Garantias


DF: taxa representativa das Despesas Financeiras

L: taxa representativa do Lucro

I: taxa representativa da incidência de Impostos.

Os valores referenciais das taxas componentes do BDI (Tabela 61) correspondem as médias indicadas no Acórdão nº 2.622/2013-TCU Plenário para o setor de obras portuárias, marítimas e fluviais.

**Tabela 61. BDI das obras de dragagem**

		PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DA TAXA DE BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS (BDI)	
Item	Variável	Descrição	Taxa
1	AC	ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	5,50%



<b>2</b>	<b>DF</b>	<b>DESPESAS FINANCEIRAS</b>	<b>1,50%</b>
<b>3</b>		<b>SEGURO, RISCOS, GARANTIA</b>	<b>1,29%</b>
3.1	S	SEGUROS	0,30%
3.2	R	RISCOS	0,78%
3.3	G	GARANTIA	0,21%
<b>4</b>	<b>I</b>	<b>IMPOSTOS</b>	<b>8,65%</b>
4.1		ISS	5,00%
4.2		PIS	0,65%
4.3		COFINS	3,00%
<b>5</b>	<b>L</b>	<b>LUCRO</b>	<b>9,30%</b>
	<b>BDI</b>	<b>BDI ADOTADO</b>	<b>29,69%</b>

Fonte: Elaboração própria

No caso do BDI para a mobilização e desmobilização, cabe citar o teor do Acórdão 2622/13, que recomenda a adoção de faixas referenciais de BDI diferenciado especificamente para o fornecimento de materiais e equipamentos relevantes de natureza específica, como é o caso da mobilização e desmobilização de obras de dragagem. Assim, os valores adotados estão apresentados na tabela que segue.

Tabela 62. BDI da mobilização e desmobilização


		PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DA TAXA DE BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS (BDI) – MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	
Item	Variável	Descrição	Taxa
<b>1</b>	<b>AC</b>	<b>ADMINISTRAÇÃO CENTRAL</b>	<b>8,00%</b>
<b>2</b>	<b>DF</b>	<b>DESPESAS FINANCEIRAS</b>	<b>1,50%</b>
<b>3</b>		<b>SEGURO, RISCOS, GARANTIA</b>	<b>0,88%</b>
3.1	S	SEGUROS	0,24%
3.2	R	RISCOS	0,43%
3.3	G	GARANTIA	0,21%
<b>4</b>	<b>I</b>	<b>IMPOSTOS</b>	<b>3,65%</b>
4.1		ISS	0,00%
4.2		PIS	0,65%
4.3		COFINS	3,00%
<b>5</b>	<b>L</b>	<b>LUCRO</b>	<b>4,00%</b>
	<b>BDI</b>	<b>BDI ADOTADO</b>	<b>19,29%</b>

Fonte: Elaboração própria

#### *4.8.5. Custos de investimentos (CAPEX)*

Para as obras com dragagem, foi estimado o custo de R\$ 441.271.280,64, que corresponde a um custo unitário de R\$ 43,28 por metro cúbico, conforme apresentado na Tabela 63. Os custos tiveram como base de referência o SICRO/PI de Julho de 2023. As composições de preço unitário (CPU) de mobilização, desmobilização, boias de sinalização, de pessoal e equipamentos e de levantamentos hidrográficos são apresentados no Anexo J.

Tabela 63. Planilha de orçamento estimativo - dragagem

<div>  <div>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</div> </div>					
Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total
1	Serviços iniciais e de administração local				321.026.177,36
1.1	Mobilização - 1ª Frente de Obras	1	evento	1.852.573,89	1.852.573,89
1.2	Mobilização - 2ª Frente de Obras	1	evento	1.852.573,89	1.852.573,89
1.3	Mobilização - 3ª Frente de Obras	1	evento	1.852.573,89	1.852.573,89
1.4	Contêiner com 2 banheiros - L = 2,44 m e C = 6,09 m (1 TEU)	9	un.	110.997,79	998.980,07
1.5	Contêiner com revestimento térmico, janela e banheiro - L = 2,44 m e C = 12,90 m (2 TEU)	9	un.	139.753,52	1.257.781,71
1.6	Administração Local - 1ª Frente de Obras	40	Mês	2.334.639,07	93.385.562,97
1.7	Administração Local - 2ª Frente de Obras	40	Mês	2.334.639,07	93.385.562,97
1.8	Administração Local - 3ª Frente de Obras	40	Mês	2.334.639,07	93.385.562,97
1.9	Levantamentos Hidrográficos de Acompanhamento - Categoria B	40	Mês	680.062,83	27.202.513,29
1.10	Boias de balizamento da obra de dragagem (2 por draga)	18	un.	16.376,11	294.770,03
1.11	Desmobilização - 1ª Frente de Obras	1	evento	1.852.573,89	1.852.573,89
1.12	Desmobilização - 2ª Frente de Obras	1	evento	1.852.573,89	1.852.573,89
1.13	Desmobilização - 3ª Frente de Obras	1	evento	1.852.573,89	1.852.573,89
2	Execução de dragagem de implantação				120.245.103,27
2.1	Dragagem de areia fina com draga de sucção e recalque - bomba de 294 kW e cortador de 30 kW - distância de recalque de 1.900 a 2.100 m	3.398.715,36	m³	10,38	35.262.493,63





## PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total
2.2	Dragagem de areia média com draga de sucção e recalque - bomba de 294 kW e cortador de 30 kW - distância de recalque de 1.900 a 2.100 m	3.398.715,36	m³	11,41	38.788.742,99
2.3	Dragagem de areia grossa com draga de sucção e recalque - bomba de 294 kW e cortador de 30 kW - distância de recalque de 1.900 a 2.100 m	3.398.715,36	m³	13,59	46.193.866,65
<b>CT</b>	<b>Custo Total (R\$)</b>			<b>441.271.280,64</b>	
<b>CU</b>	<b>Custo unitário (R\$/m³)</b>			<b>43,28</b>	

Fonte: Elaboração própria

#### *4.8.6. Custos operacionais (OPEX)*

Como trata-se de uma dragagem de implantação, ou seja, não se tem conhecimento de como será o comportamento do rio após a obra, não há uma forma precisa de se estimar a taxa de assoreamento e consequentemente as necessidades de dragagens de manutenção.

Assim, atribuiu-se um valor anual com dragagens de manutenção correspondendo a 5% dos custos com a dragagem de implantação, sendo que esse valor poderá ser atualizado após os resultados dos levantamentos periódicos do Programa de monitoramento apresentado na seção 4.8.6.

Nesse contexto, o OPEX anual relacionado às dragagens é de R\$ 22.063.564,03.

#### **4.9. Programa de monitoramento do assoreamento**

Os custos de operação (OPEX) da dragagem são relacionados aos custos com as dragagens de manutenção que por sua vez, estão condicionadas às taxas de assoreamento. Como o Rio Parnaíba não sofreu nenhuma campanha de dragagem de implantação de grande porte até o momento, há a necessidade de obtenção de dados técnicos e hidrográficos, durante e pós dragagem de implantação da hidrovía no Rio Parnaíba e suas sub-bacias, visando aprofundar o conhecimento sobre o comportamento hidrodinâmico e subsidiar o planejamento das dragagens de manutenção.

Nesse contexto, o programa de monitoramento das profundidades e estabilidade dos taludes subaquáticos tem como objetivos:

- caracterização e identificação do comportamento das profundidades e taludes do canal de navegação, durante e pós dragagem de implantação, caracterizando assim sua hidrodinâmica nos diversos períodos do ano (estiagem, cheias, etc).
- Monitorar e futuramente estimar os aportes de sedimentos no canal de navegação implantado, provenientes da erosão de taludes e das descargas hidráulicas do rio Parnaíba e suas sub-bacias.
- Possibilitar o conhecimento e o comportamento hidrosedimentológico do Rio Parnaíba e seus afluentes (sub bacias), oportunizando a definição e proposição de um planejamento futuro de dragagens de manutenção, para manter o canal de navegação seguro e navegável.

#### 4.9.1. Metas

As metas do programa de monitoramento serão pelo menos:

- Monitorar o comportamento do leito do Rio Parnaíba e das cotas de navegação do canal de navegação;
- Identificar a ocorrência de assoreamento e estimar sua taxa anual/m<sup>3</sup> do canal Navegável;
- Monitorar o comportamento dos taludes subaquáticos e identificar o talude de equilíbrio;
- Obter de dados para planejamento futuro das campanhas de dragagem de manutenção e adequação do traçado geométrico, visando uma perenização do regime hídrico de manutenção da navegabilidade.

#### 4.9.2. Metodologia

Os levantamentos hidrográficos (LHs) deverão seguir as especificações das Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (NORMAM-501/DHN) e os padrões para levantamentos da Organização Hidrográfica Internacional (OHI), constantes da Publicação Especial S-44, em suas edições vigentes, para os LHs enquadrados como categoria "B".

A calibração (Patch Test), é um procedimento para verificação dos valores corretores para balanço (roll), caturro (pitch) e proa (yaw). Todos os levantamentos hidrográficos a serem realizados deverão ser calibrados, de modo a ser calibrados de acordo com a norma vigente.

#### 4.9.3. Periodicidade

Por tratar-se da dragagem de implantação de um canal de navegação fluvial, é necessário que se forme uma relevante série de dados estatísticos, para a compreensão do comportamento hidrosedimentológico.

Para tal, há necessidade da implantação de campanhas regulares de monitoramento e obtenção de dados. Com estas informações e por meio de modelos matemáticos, é possível estimar os volumes de sedimentação, áreas de maior deposição, e por meio de ações administrativas necessárias, otimizar a manutenção da navegabilidade.



Preliminarmente, sugere-se que após a implantação, para conhecimento do sítio, sejam realizadas campanhas de levantamentos hidrosedimentológico, três vezes ao ano, no período de 02 anos.


Recomenda-se, com a acuidade necessária que, durante o planejamento das campanhas, a previsibilidade de serem realizadas após o período de cheias/chuvas, que ao menos um dos levantamentos coincida no período anterior, e outro posterior, para conhecimento das ações da natureza.

Conforme os dados forem sendo obtidos e, após a sua análise técnica e científica, poderá ser alterado a periodicidade de campanha sugerida.

#### 4.9.4. Custos de investimentos (CAPEX)

Para cálculo da taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), foi utilizada a mesma equação apresentada na seção 4.8.4, com os indicadores apresentados na Tabela 64.


**Tabela 64. BDI do programa de monitoramento**

		PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DA TAXA DE BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS (BDI)	
Item	Variável	Descrição	Taxa
1	AC	ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	5,00%
2	DF	DESPESAS FINANCEIRAS	1,00%
3		SEGURO, RISCOS, GARANTIA	1,29%
3.1	S	SEGUROS	0,30%
3.2	R	RISCOS	0,78%
3.3	G	GARANTIA	0,21%
4	I	IMPOSTOS	8,65%
4.1		ISS	5,00%
4.2		PIS	0,65%
4.3		COFINS	3,00%
5	L	LUCRO	9,30%
	BDI	BDI ADOTADO	28,45%

Fonte: Elaboração própria

Dentro desse contexto, para o programa de monitoramento informado no período de 02 (dois) anos, ou seja, 06 (seis) campanhas, o custo estimado é de R\$ 5.280.074,46, sendo considerado que cada campanha de batimetria (monofeixe) ao longo de todo o canal navegável será realizada em três meses.

**Tabela 65. Planilha de orçamento estimativo – Programa de monitoramento**

		<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>			
Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total
1	<i>Programa de monitoramento</i>				5.280.074,46
1.1	Ano 1	9	mês	293.337,47	2.640.037,23
1.2	Ano 2	9	mês	293.337,47	2.640.037,23
<b>CT</b>	<b>Custo Total:</b>				<b>R\$ 5.280.074,46</b>

Fonte: Elaboração própria

A composição unitária das campanhas estão apresentadas no Anexo K.

## 5. ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DA DERROCAGEM

Nesse capítulo serão apresentadas as informações acerca da derrocagem a ser realizada na Hidrovia do Parnaíba, de forma que o canal esteja apto para ser navegável pela embarcação-tipo considerada.

### 5.1. Categorias do material

De forma geral, quando há necessidade de corte de materiais em obras de infraestrutura, é usual que eles sejam classificados de acordo com as seguintes definições:

- Materiais de 1ª Categoria: Compreendem os solos em geral, de natureza residual ou sedimentar e seixos rolados ou não com diâmetro máximo de 0,15 cm. Em geral todos os materiais são escavados por tratores escavo-transportadores de pneus, empurrados por tratores esteiras de peso compatível ou por escavadeiras hidráulicas. Sua escavação não exige o emprego de explosivo.
- Materiais de 2ª Categoria: Compreendem os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior ao da rocha sã, piçarras, isto é, material granular formado geralmente por fragmentos de rocha alterada ou fraturada: saibros, ou seja, material composto geralmente por areia e silte proveniente da alteração da rocha, argilas e rochas alteradas, cuja extração se processa por combinação de métodos que obriguem a utilização contínua e indispensável de equipamento de escarificação, constituído por trator de esteira escarificador de somente um dente - ripper, de dimensões adequadas. Pode, eventualmente, ser necessário o uso de explosivos. Estão incluídos nesta classificação os blocos de rocha com volume inferior a 2,0 m<sup>3</sup> e os matacões ou pedras de diâmetro médio compreendido entre 0,15 m e 1,0 m. Os materiais de 2ª categoria são classificados em: a) 2ª categoria com ripper: aplica-se quando houver predominância acentuada do emprego de ripper; b) 2ª categoria com explosivos: aplica-se quando houver predominância acentuada do emprego de explosivos.
- Materiais de 3ª Categoria: Compreendem a rocha sã, matacões maciços, blocos e rochas fraturadas de volume superior a 2,0 m<sup>3</sup> que só possam ser extraídos após a redução em blocos menores, exigindo o uso contínuo de explosivos, ou outros materiais e dispositivos para desagregação da rocha.

Com base com os dados coletados em campo e pesquisa a estudos pretéritos junto aos arquivos do DNIT (2014), que traz: “remoção de grande quantidade de materiais caracterizados como areias (materiais de pouca coesão) e arenitos em lajes aflorantes



ou subjacentes à seixos e calhaus”, foi considerado no presente projeto que o material pode ser classificado com 2ª Categoria.

No entanto, não há como descartar a possibilidade de que abaixo da camada superficial de material de 2ª categoria, possa haver algum tipo de afloramento rochoso, com presença de material mais duro, classificado como de 3ª categoria, uma vez que incertezas são inevitáveis em projetos de engenharia. Neste sentido, Nelson Aoki, especialista em geotecnia, dispõe:

“A engenharia não é uma ciência exata. Ela usa a matemática, que é exata, mas a engenharia, especialmente a geotécnica, lida com variabilidades, com uma série de fatores. Por conta disso, não pode ser considerada exata e os riscos precisam ser levados em conta (ABMS, 2011)”.

Nesse contexto, cabe citar que dada a grande extensão da área a ser derrocada, faz-se necessário levantar a hipótese de que, nem todo o volume possa ser totalmente derrocado a frio para a cota de projeto de 2,50m. Para melhor gerenciamento das incertezas do projeto e levando em consideração as boas práticas de engenharia, faz-se necessário prever que poderá haver a necessidade de derrocagem de material de 3ª categoria, sendo necessário executar perfuração e detonação. Assim, como premissa, foi adotado que 90% do material derrocado será de 2ª categoria e 10% de 3ª categoria.

A título de projeto executivo, o volume de derrocagem poderá ser classificado e quantificado com maior precisão, e, consequentemente, reduzir o grau de incerteza.

## 5.2. Volume de derrocagem

O volume total de derrocagem de acordo com os levantamentos batimétricos é de 1.131.077,39 m<sup>3</sup>, como pode ser observado na Tabela 67 e na Tabela 67.

**Tabela 66. Volumes de derrocagem do rio Parnaíba: Uruçuí - Teresina**

Segmento	Seções	Volume
1	04+30 A 14+40	90.578,83
2	57+50 A 67+60	31.768,60
3	90+70 A 100+70	17.463,41
4	362+00 A 372+00	35.020,47
5	3613+20 A 3623+23	23.426,51
6	3659+10 A 3669+11	19.164,44
7	3691+52 A 3701+61	24.066,45

Segmento	Seções	Volume
8	3781+22 A 3791+29	11.781,43
9	4065+38 A 4075+38	40.860,65
10	4120+16 A 4130+17	14.460,45
11	4174+42 A 4184+43	38.075,07
12	4289+85 A 4298+80	48.169,16
13	4372+77 A 4382+78	64.743,29
14	4413+46 A 4422+47	63.124,80
15	4533+12 A 4543+18	46.804,10
16	4596+36 A 4606+35	34.716,32
17	4673+85 A 4683+80	38.606,92
18	4743+60 A 4753+42	34.774,49
19	4823+43 A 4833+42	50.013,19
20	4881+66 A 4891+60	17.905,77
21	4937+22 A 4947+10	36.145,15
22	4981+53 A 4991+29	7.501,62
23	5005+82 A 5015+80	46.978,97
24	5044+90 A 5054+90	8.889,49
25	5067+95 A 5077+97	20.679,66
26	5097+85 A 5107+75	22.894,79
<b>TOTAL</b>		<b>888.614,03</b>

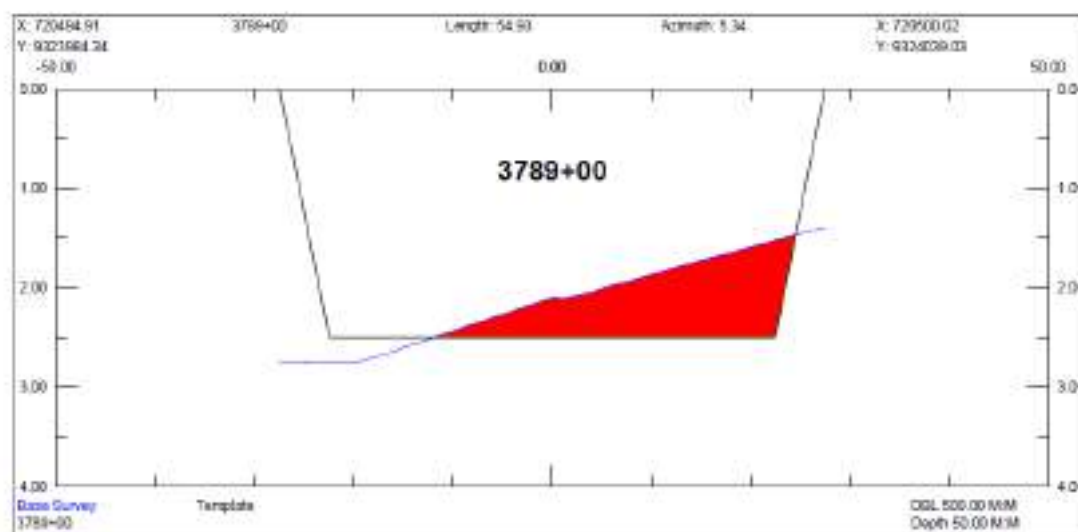
Fonte: Elaboração própria

**Tabela 67. Volume de derrocagem do rio Parnaíba: Teresina – Luís Correia**

Segmento	Seções	Volume
1	3651+00 A 3654+00	22.761,98
2	3484+00 A 3489+00	45.827,60
3	3410+00 A 3413+00	25.657,21
4	3361+00 A 3366+00	29.267,05
5	3247+00 A 3250+00	32.793,72
6	3098+00 A 3101+00	17.923,64
7	2441+00 A 2444+00	27.131,42
8	2382+00 A 2385+00	28.123,72
9	2168+00 A 2171+00	12.977,02
<b>TOTAL</b>		<b>242.463,36</b>

Fonte: Elaboração própria

A Figura 77 traz um exemplo das seções plotadas e utilizadas para o cálculo do volume de derrocagem, sendo que o material completo se encontra no Anexo L.

**Figura 77. Seção de cálculo de volume de derrocagem**

Fonte: Elaboração própria

Conforme mencionado, o material foi classificado como de 2ª categoria, sendo considerado também um percentual de 10% como de 3ª categoria.

**Tabela 68. Volume de derrocagem por categoria do material**

Classificação	Volume	%	Observação
2ª Categoria	1.017.969,65	90%	Sem necessidade de perfuração e detonação
3ª Categoria	113.107,74	10%	Com necessidade de perfuração e detonação

Fonte: Elaboração própria

### 5.3. Equipamentos a serem utilizados

Para derrocagem dos arenitos, que foram considerados friáveis, foi excluído o emprego de explosivos, sendo indicado o derrocamento por meios mecânicos com o emprego de retroscavadeiras hidráulicas, equipadas com rompedor e embarcadas em pontão flutuante, com o transporte do material derrocado feito por pontões de convés corrido (chatas), assistidos por rebocadores, para locais adequados ao despejo no próprio leito do rio.

Assim, a frente de trabalho será composta pelo seguinte conjunto de equipamentos:

- Para os serviços de fragmentação:
  - Escavadeira hidráulica com martelo hidráulico de 1.700 kg - 103 kW



- Plataforma flutuante de 12 x 24 x 1,8 m com capacidade de 150 t
- Embarcação empurradora multipropósito com guindaste hidráulico de 74 kN.m - 165 kW
- Compressor de ar portátil de 42,48 l/s (90 PCM) - 18,50 kW
- Guincho pneumático com capacidade de 2,5 t
- Para os serviços de carga, transporte e descarga:
  - Guindaste móvel sobre esteiras com clamshell de 4,6 m<sup>3</sup> - 403 kW
  - Plataforma flutuante de 12 x 24 x 1,8 m com capacidade de 150 t
  - Embarcação empurradora multipropósito com guindaste hidráulico de 74 kN.m - 165 kW
  - Compressor de ar portátil de 42,48 l/s (90 PCM) - 18,50 kW
  - Guincho pneumático com capacidade de 2,5 t
  - Carregadeira de pneus para rocha com capacidade de 1,72 m<sup>3</sup> - 113 kW

As imagens seguintes trazem exemplos dos equipamentos mencionados.

**Figura 78. Escavadeira hidráulica com martelo hidráulico**



Fonte: Scave (2024)

**Figura 79. Escavadeira hidráulica operando em cima de flutuante**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 80. Conjunto flutuante, guindaste e carregadeira**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 81. Conjunto de equipamentos de derrocagem e embarcações de apoio**



Fonte: Elaboração própria



**Figura 82. Carga de material derrocado, com guindaste e clam shell**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 83. Vista de material derrocado no flutuante**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 84. Sinalização náutica de obra de derrocagem**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 85. Área de despejo de material derrocado, junto as margens**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 86. Guincho pneumático**



Fonte: Elaboração própria

**Figura 87. Escavação de material derrocado**



Fonte: Elaboração própria



## 5.4. Cota de derrocagem

Para definição da cota de derrocagem é necessário considerar os seguintes fatores:

- CRM é o calado máximo recomendado;
- MPO é a menor profundidade observada;
- FAQ é a folga abaixo da quilha;
- HM é a altura de maré.

A cota de derrocagem é, então, estabelecida como:

$$CMR = MPO + HM - FAQ$$

$$MPO_{DERROCAGEM} = CMR - HM + FAQ_{ROCHOSO}$$

$$MPO_{DERROCAGEM} = 2,10 - 0,00 + 0,40$$

$$MPO_{DERROCAGEM} = 2,50 \text{ metros}$$

## 5.5. Tempo de execução

O regime de trabalho adotado é de 18 horas por dia e 6 dias por semana, como mostram os dados da Tabela 58.

**Tabela 69. Regime do trabalho adotado em relação ao tempo - Derrocagem**

Atividade	Horas/mês
Disponibilizando: 6 dias/semana x 18 horas/dia x 4,33 semanas/mês	468 horas/mês
Operando = metade da disponibilidade	234 horas/mês
Manobrando = metade da disponibilidade	234 horas/mês
Manutenção e abastecimento: 1 dia/semana x 24 horas/dia x 4,33 semanas/mês	104 horas/mês

Fonte: Elaboração própria (2024)

**Tabela 70. Operação de dragagem em relação ao tempo e tipo de solo**

Tipos de solo	Arenito
Distância média de recalque	500 m
Horas disponíveis para operação/mês	234h

Horas de manobras e posicionamento/mês	234h
Hora de manutenção e abastecimento/mês	104h
Produção “in situ” /hora	166,2m³/h
Eficiência do equipamento	75%
Produção “in situ” /mês	29.168,10m³

Fonte: Elaboração própria (2024)

Com o volume total estimado de derrocagem sendo de 1.131.077,39 m³, tem-se que:

$$\frac{1.131.077,39}{29.168,10} = 39 \text{ meses}$$

Para a mobilização, considerou-se um prazo de 02 (dois) meses, e para a desmobilização também 02 (dois) meses, tendo assim um prazo total da obra de 43 meses, ou 3 anos e 7 meses.

## 5.6. Nível de redução das estações dos trechos a serem derrocados

Serão adotados os níveis do dia das estações fluviométricas de cada trecho, aplicando os valores de redução estabelecidos no cálculo da TR=10 das estações apresentadas anteriormente na Tabela 57.

## 5.7. Sinalização empregada nas áreas de derrocamento

Para a sinalização náutica para a atividade de derrocagem, foi previsto 02 (dois) conjuntos de 02 (dois) sinais náuticos móveis e luminosos (sinais especiais, amarelo) para cada frente de trabalho (fragmentação e carga, transporte e descarga), totalizando 04 (quatro) sinais náuticos, conforme NORMAM 601/DHN.

Foi previsto apenas um custo de implantação, sendo que a operação e manutenção das boias, demais deslocamentos das boias, acompanhando a atividade de derrocagem, serão movimentadas pela estrutura de administração local da obra, tantas vezes quantas forem necessárias, até a conclusão das obras.

## 5.8. Áreas de despejo de material derrocado

Por razões práticas e preservando a morfologia do rio, recomenda-se que o despejo dos materiais derrocados seja realizado no leito do próprio rio, junto às margens, em remansos e/ou braços mortos sempre à jusante, engordando ilhas quando houver.

Os locais de despejo devem estar distanciados até 500 metros no leito do rio, adequadamente escolhidos, para evitar o retorno dos materiais para as áreas dos serviços. Uma vez que até a presente data não há processo de licenciamento ambiental em tramitação para a execução dessa derrocagem, a orientação é que o material será despejado em local definido, previamente aprovado e devidamente licenciado pelo órgão ambiental responsável.

O excesso de material oriundo da derrocagem poderá ser depositado provisoriamente para posterior encaminhamento para aterro de terrenos públicos ou obras públicas, devidamente legalizado e aprovado por órgãos competentes. Após estarem secos poderão ser transferidos, por caminhões basculantes, carregados com escavadeira hidráulica ou retroescavadeira para outras áreas licenciadas, até outro local. Entulhos jamais poderão ser depositados ou deixados em vias urbanas e sim em local licenciado.

Conforme determinação do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), os trabalhos de movimentação de terras e de desmonte de material in natura, que se fizerem necessários a obras gerais de terraplanagem e de edificações, desde que não haja comercialização das terras e dos materiais resultantes dos referidos trabalhos, não estão sujeitos aos preceitos do Código de Mineração.

No entanto, outras áreas de despejo de derrocagem poderão ser adotadas, após o devido processo de licenciamento ambiental, a ser definindo, cumprindo os requisitos para a obtenção da Licença Ambiental Prévia e Licença Ambiental de Instalação.

## **5.9. Custos das derrocagens**

### *5.9.1. Premissas e definições dos custos*

#### **5.9.1.1. Administração local da obra**

Para a administração local da obra, considerou-se uma frente de trabalho, mobilizada conforme andamento físico da obra e disposta junto as áreas de despejo de dragagem, sendo mobilizada e desmobilizada tantas vezes quantas forem necessárias.

Esses serão os custos a serem estimados para o Item de Administração Local da Obra de Derrocagem da Hidrovia, com base no Sistema Oficial de Preços do DNIT, o SICRO Piauí. As diretrizes para a estimar o custo de administração local da obra, vem do Acórdão nº 2.622/2013-TCU-Plenário, cujo extrato encontra-se apresentado a seguir:

“(...) 9.3.2. oriente os órgãos e entidades da Administração Pública Federal a:



9.3.2.1. discriminar os custos de administração local, canteiro de obras e mobilização e desmobilização na planilha orçamentária de custos diretos, por serem passíveis de identificação, mensuração e discriminação, bem como sujeitos a controle, medição e pagamento individualizado por parte da Administração Pública, em atendimento ao princípio constitucional da transparência dos gastos públicos, à jurisprudência do TCU e com fundamento no art. 30, § 6º, e no art. 40, inciso XIII, da Lei n. 8.666/1993 e no art. 17 do Decreto n. 7.983/2013;

9.3.2.2. estabelecer, nos editais de licitação, critério objetivo de medição para a administração local, estipulando pagamentos proporcionais à execução financeira da obra, abstendo-se de utilizar critério de pagamento para esse item como um valor mensal fixo, evitando-se, assim, desembolsos indevidos de administração local em virtude de atrasos ou de prorrogações injustificadas do prazo de execução contratual, com fundamento no art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal e nos arts. 55, inciso III, e 92, da Lei n. 8.666/1993.”(...)

Como define o DNIT/SC (2017), as diretrizes para a composição desse item são as seguintes:

“A administração local compreende o conjunto de gastos com pessoal, materiais e equipamentos incorridos pelo executor no local do empreendimento e indispensáveis ao apoio e à condução da obra. É exercida normalmente por pessoal técnico e administrativo, tais como: engenheiro supervisor, engenheiros setoriais, gestores administrativos, equipes de medicina e segurança no trabalho, etc.

Além da gerência técnica e administrativa da obra, inclui-se na administração local as equipes responsáveis pelo controle de produção das frentes de serviços, pelo controle tecnológico da obra e pelos serviços gerais de apoio.

Para o desenvolvimento destas atividades de controle tecnológico e de produção torna-se necessária a previsão de vagas para as seguintes categorias profissionais, a saber: mestres de obras, encarregados gerais, encarregados de turma, técnicos especializados, auxiliares técnicos e administrativos, apontadores, motoristas e equipes de escritório.

As equipes de topografia e de laboratório também são imprescindíveis à administração local e encontram-se vinculadas diretamente à obra. Já a mão de obra ordinária, associada a execução direta dos serviços, encontra-se incluída nas composições de custos unitários dos serviços.

Além dos custos referentes à mão de obra, a administração local deve ainda prever uma série de despesas que ocorrem no andamento das obras e que são suportados diretamente pelo executor, tais como:

a) Materiais de consumo e de expediente: Cópias xerográficas e heliográficas; Fotografias; Materiais de escritório.

b) Operação de veículos para transporte de pessoal;

c) Custos das concessionárias: Água; Esgoto; Luz e energia; Comunicações (correios, telefonia e internet).

d) Aluguéis;

e) Segurança e vigilância;

f) Outras despesas similares vinculadas às obras.

O custo da administração local depende da estrutura organizacional que o executor planejar para a condução de cada obra e de sua respectiva lotação de pessoal. A modelagem da administração local deve levar em conta as peculiaridades inerentes a cada obra, o que permite o dimensionamento da estrutura organizacional necessária à obtenção das produções esperadas e ao cumprimento dos prazos estabelecidos.

A concepção dessa organização, bem como da lotação dos recursos humanos requeridos, consiste em tarefa de planejamento específica do executor da obra. Dessa forma, caberá ao engenheiro de custos realizar exame detalhado da questão, com vistas a estabelecer bases para estimar os custos envolvidos.

A montagem da estrutura administrativa local de cada obra deve ser realizada em função do desdobramento de cada atividade básica, definindo-se os cargos e as funções a serem ocupadas. Nesse desdobramento, devem ser analisadas as características da obra, a estratégia adotada para sua execução, o cronograma físico e a distribuição geográfica das frentes de trabalho.

As variações da estrutura organizacional entre obras distintas provem da maior ou menor complexidade das atividades, bem como da possibilidade de atribuí-las de forma mais ou menos agregada às funções criadas para exercê-las.

Entretanto, levando-se em consideração as peculiaridades inerentes a cada tipo e porte de obra de infraestrutura de transportes, torna-se possível definir uma estrutura organizacional de referência para bem administrá-la, compostas por:

Mão de obra:

- Equipe gerencial técnica;
- Equipe gerencial administrativa;
- Equipe de medicina e segurança do trabalho;
- Manutenção do canteiro de obras e acampamentos;
- Equipe de produção em campo;
- Equipe de frente de serviço;
- Equipe de controle tecnológico.

Veículos;

Equipamentos;

Despesas diversas.

No que se refere à mão de obra, importa destacar que para cada equipe proposta existe um parâmetro específico para realizar o seu dimensionamento.

As equipes das gerências técnica e administrativa são definidas em função do porte e da natureza das obras e não se encontram sujeitas a variações advindas das quantidades de serviços.

As equipes de medicina e segurança do trabalho são proporcionais à quantidade de profissionais no momento de pico do empreendimento, obtida por meio de histograma de mão de obra ou da determinação da quantidade média de funcionários e de modelos de curva de agregação de recursos, conforme metodologia detalhada no Volume 07 do Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes - Canteiro de Obras.



As equipes de produção em campo encontram-se ligadas diretamente à execução de grupos de serviços específicos, sendo necessárias apenas no período em que as respectivas atividades são realizadas.

Já as equipes responsáveis pelas frentes de acompanhamento e pelo controle tecnológico dos serviços mantêm proporcionalidade com a quantidade e as características dos serviços a serem executados no empreendimento.

Consoante o estabelecimento desses conceitos, a mão de obra constituinte da administração local pode ser dimensionada em função de parcelas classificadas por suas atribuições no âmbito da obra, a saber:

Parcela Fixa:

- Gerência Técnica;
- Gerência Administrativa.

Parcela Vinculada:

- Encarregados de Produção;
- Topografia;
- Setor de Medicina e Segurança do Trabalho.

Parcela Variável:

- Frentes de Serviço;
- Controle Tecnológico;
- Manejo Florestal.

Manutenção do Canteiro de Obras e Acampamentos

O custo de referência da administração local **pode ser obtido em função do somatório das parcelas de mão de obra, acrescidos dos respectivos veículos, equipamentos e despesas diversas, conforme metodologia proposta.**

As parcelas fixas e vinculadas e de manutenção do canteiro de obras são dimensionadas por mês e consequentemente associadas ao cronograma físico do empreendimento. Já a parcela variável é concebida em função de equipes, cada uma responsável por atividade específica no desenvolvimento da obra.

Importa destacar que os conceitos propostos para a definição dos custos de referência da administração local apresentam lastro técnico e constituem ferramenta inteligível de dimensionamento, estendendo sua aplicação para o campo do planejamento e proporcionando à Administração Pública maior capacidade de controle e gerenciamento na aplicação de recursos em obras de infraestrutura.

Entretanto, é imprescindível que os cronogramas físicos propostos para os projetos de infraestrutura e as respectivas ordens de início dos serviços levem em consideração as informações climáticas locais. Dessa forma, a mobilização das obras deve ser realizada preferencialmente após os períodos chuvosos, evitando assim a remuneração ociosa da mão de obra e dos equipamentos e consequentemente acarretando atrasos e eventuais prejuízos financeiros.

Detalhadas as parcelas fixas, vinculadas e variáveis da mão de obra que compõem o custo de referência da administração local de uma obra, torna-se possível ao gestor público intervir em situações diversas de paralisação do empreendimento, garantindo assim a preservação do erário e os interesses da Administração Pública.

Nos casos onde couber, a parcela variável da administração local, associada às frentes de serviço e ao controle tecnológico, poderia até ser desmobilizada durante o período de paralisação, enquanto que uma fração da parcela fixa poderia ser mantida, a critério da fiscalização de obra. Encerrada a paralisação, seria realizada uma nova mobilização de pessoal.

Além disso, a exclusão da administração local da parcela de bonificação e despesas indiretas e o consequente detalhamento analítico desse custo indireto como item de planilha impedem que o eventual acréscimo ou supressão de serviços ou quantidades advindas de revisões de projeto em fase de obras venham a onerar desnecessariamente os contratos.

Além da relevância para a Administração Pública, a presente metodologia para definição de custos de referência para administração local também pode ser aplicada a outros entes envolvidos nas obras de infraestrutura de transportes, sejam eles as empresas contratadas

para execução e supervisão dos serviços ou pelos órgãos responsáveis pela fiscalização e controle.

Foram analisadas também as premissas extraídas de TCU (2014):

A administração local também é um componente do custo direto da obra e compreende a estrutura administrativa de condução e apoio à execução da construção, composta de pessoal de direção técnica, pessoal de escritório e de segurança (vigias, porteiros, seguranças, etc.) bem como, materiais de consumo, equipamentos de escritório e de fiscalização.

Vale comentar que despesas relativas à administração local de obras, pelo fato de poderem ser quantificadas e discriminadas por meio de contabilização de seus componentes, devem constar na planilha orçamentária da respectiva obra como custo direto. A mesma afirmativa pode ser realizada para despesas de mobilização/desmobilização e de instalação e manutenção de canteiro. Essa prática vem sendo recomendada pelo TCU e visa a maior transparência na elaboração do orçamento da obra.

A Administração Local compreende os custos das seguintes parcelas e atividades, dentre outras que se mostrarem necessárias:

- chefia e coordenação da obra;
- equipe de produção da obra;
- departamento de engenharia e planejamento de obra;
- manutenção do canteiro de obras;
- gestão da qualidade e produtividade;
- gestão de materiais;
- gestão de recursos humanos;
- gastos com energia, água, gás, telefonia e internet;
- consumos de material de escritório e de higiene/limpeza;
- medicina e segurança do trabalho;



- laboratórios e controle tecnológico dos materiais;
- acompanhamento topográfico;
- mobiliário em geral (mesas, cadeiras, armários, estantes etc.);
- equipamentos de informática;
- eletrodomésticos e utensílios;
- veículos de transporte de apoio e para transporte dos trabalhadores;
- treinamentos;
- outros equipamentos de apoio que não estejam especificamente alocados para nenhum serviço.

A administração local sofre influência de uma série de fatores, como por exemplo:

- prazo e cronograma da obra, pois várias parcelas da administração local são custos fixos, portanto, quanto maior o prazo da obra maior o custo com a administração local;
- tipo de obra e dos serviços a serem executados, que exigirão uma composição diferente de profissionais que acompanham a obra;
- local da obra;
- contingente de trabalhadores, o que impacta na estimativa dos custos com alimentação, transporte, ferramentas e equipamentos de proteção individual e coletivo dos empregados;
- turnos de trabalho (impacto no contingente de trabalhadores);
- jornada diária de trabalho (impacto no contingente de trabalhadores);

- valor e complexidade da obra, que pode exigir maior grau de supervisão e controle da administração da obra;
- legislação dos sistemas CONFEA/CAU, para definição de quais especialidades serão requeridas e os respectivos prazos de permanência para cada tipo de obra;
- normas do Ministério do Trabalho (em especial NR-18, NR-6, NR-7, NR-12 e NR-4);
- disposições existentes nas convenções coletivas de trabalho dos trabalhadores da construção civil no local da obra;
- exigências ambientais diversas;
- restrições legais de trabalhos em determinados horários ou restrições logísticas de acesso ao canteiro de obras.

É importante também observar que a administração local depende da estrutura organizacional que o construtor vier a montar para a condução de cada obra e de sua respectiva lotação de pessoal. Não existe modelo rígido para esta estrutura, mas deve-se observar a legislação profissional do Sistema Confea e as normas relativas à higiene e segurança do trabalho. As peculiaridades inerentes a cada obra determinarão a estrutura organizacional necessária para bem administrá-la. A concepção dessa organização, bem como da lotação em termos de recursos humanos requeridos, é tarefa de planejamento, específica do executor da obra.

Caberá ao orçamentista realizar um ensaio sobre a questão, com vistas a estabelecer bases para estimar os custos envolvidos na administração local. Devem ser consideradas as características da obra, a estratégia adotada para sua execução, o cronograma, bem como a dispersão geográfica das frentes de trabalho.

#### **5.9.1.2. Medição dos serviços de administração local**

A medição dos serviços de administração local da obra se dará proporcional ao avanço físico da derrocagem, cujo cálculo de volume (m<sup>3</sup>) será medido por diferença de perfis batimétricos, para a cota de derrocagem definida em projeto (trechos efetivamente prontos e concluídos) em concordância com o teor do Acórdão a seguir:

Acórdão nº 2622/2013-TCU-Plenário “9.3.2. oriente os órgãos e entidades da Administração Pública Federal a: 9.3.2.2. estabelecer, nos editais de licitação, critério objetivo de medição para a administração

local, estipulando pagamentos proporcionais à execução financeira da obra, abstendo-se de utilizar critério de pagamento para esse item como um valor mensal fixo, evitando-se, assim, desembolsos indevidos de administração local em virtude de atrasos ou de prorrogações injustificadas do prazo de execução contratual, com fundamento no art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal e nos arts. 55, inciso III, e 92, da Lei n. 8.666/1993.”

### **5.9.1.3. Tempo operativo**

Para os equipamentos, a estimativa se deu seguindo as definições de DNIT (2003):

Tempo operativo é aquele em que o equipamento está dedicado ao serviço, na frente de trabalho, com seus motores ou acionadores ligados, quando for o caso, ou em condições de trabalho, quando se tratar de equipamento não propelido mecanicamente. O equipamento operativo comporta duas situações: produtivo e em espera.

No seu tempo produtivo, o equipamento está efetivamente executando alguma das tarefas a ele inerentes. De acordo com o interesse do levantamento que se pretende realizar, essas diferentes tarefas podem ser discriminadas como fases do serviço a serem apropriadas. Quando em espera, o equipamento está aguardando que algum outro componente da patrulha complete sua parte, de modo a abrir frente para que ele possa atuar. Tais esperas têm sua origem em desequilíbrios internos, e resultam de se juntar numa mesma patrulha equipamentos com capacidades e níveis de produtividades diferentes, de tal sorte que o ritmo do mais lento condiciona a produção do conjunto. Aplica-se este conceito apenas quando as esperas forem de curta duração que não justifiquem desligamento de motores. Durante as esperas, assim caracterizadas, os motores estarão funcionando em marcha lenta ou os equipamentos realizando pequenos deslocamentos para melhor se posicionarem.

Os tempos improdutivos, por sua vez, comportam paradas de mais longa duração, em que os equipamentos continuam vinculados ao serviço e seus operadores permanecem mobilizados, mesmo que seus motores tenham sido desligados. Tais paradas podem ter as mais diversas razões como, por exemplo, chuva, falta de material, necessidades do operador, quebra ou falha do equipamento em questão ou de algum outro componente da patrulha, reabastecimento de combustível etc. A fim de não complicar desnecessariamente a apropriação, é preciso avaliar quais deles se deseja individualizar e quais os que podem ser tratados em conjunto sob a rubrica de outros ou de diversos.



#### **5.9.1.4. Mobilização e desmobilização**

Seguindo as definições de DNIT (2003):

A mobilização e desmobilização são constituídas pelo conjunto de providências e operações que o Executor dos serviços tem que efetivar a fim de levar seus recursos, em pessoal e equipamento, até o local da obra e, inversamente, para fazê-los retornar ao seu ponto de origem, ao término dos trabalhos. No momento em que se necessita desses valores, para incluí-los no orçamento, uma série de parâmetros relativos às circunstâncias reais em que se darão a mobilização e a desmobilização são ainda desconhecidas, pois dependem de particularidades inerentes à empresa que vier a se encarregar dos serviços. Esse obstáculo só poderá ser contornado através da admissão de algumas hipóteses que supram a deficiência apontada. Sendo a mobilização e a desmobilização essencialmente operações de transportes, a principal fonte de incerteza, para cálculo de seu custos, é o desconhecimento dos pontos de origem (mobilização) e destino (desmobilização) a partir dos quais elas se darão e, conseqüentemente, dos meios de transporte e das rotas disponíveis para executá-las. Em condições reais, uma empresa contratada mobiliza seu pessoal a partir de sua sede ou escritórios regionais, desloca-o de outra obra e admite algumas categorias profissionais no próprio local da obra. O equipamento, também, pode ter diversas origens, tais como pátios e oficinas da empresa, outras obras que a empresa tenha realizado ou que estejam realizando, ou pátios de fabricantes/representantes, quando se tratar de equipamento novo, adquirido especialmente para determinada obra. Por outro lado, ao liberar o equipamento de uma obra, o Executor buscará sempre deslocá-lo diretamente para outra, se possível, na própria região. É mesmo usual que as empresas constituam pátios de equipamentos em locais próximos às obras concluídas, a fim de guardar o equipamento, durante algum tempo, antes de sua remobilização para uma nova obra. Assim sendo, para efeito de orçamento, pode-se considerar que a desmobilização de equipamento é, na realidade, a mobilização de uma nova obra e, como tal, seus custos não devem ser imputados à primeira, sob pena de dupla contagem.

Foi considerado que os equipamentos serão desmontados no local de origem, transportados por modal rodoviário e remontados em Teresina/PI, como referência, mesmo sabendo que o serviço não se dará em Teresina.

A equipe será mobilizada por modal aéreo. Como referência, considerou-se o Estado de São Paulo para estimar os custos de mobilização e desmobilização, devendo ser levando em consideração, no projeto executivo as efetivas origens e destinos.

### *5.9.2. Dimensionamento da Administração Local*

Todo conjunto de pessoal, equipamentos e serviços especificados, e seu correspondente material de consumo, deverão acompanhar o andamento da obra e sequência executiva, de modo que os escritórios e canteiro de obra avancem e se localizem junto as áreas de despejo de dragagem, à medida que a obra avançar.

#### **5.9.2.1. Aluguéis**

Foram consideradas apenas aluguéis para hospedagem da equipe de trabalho, não sendo consideradas aluguel de canteiro de obras, pois parte-se da premissa que o canteiro de obras para apoio à derrocagem da hidrovía será localizado junto as áreas de despejo, a serem definidas posteriormente e que serão os custos por conta do contratante. Simples pesquisa na internet mostra enorme variação de preços de aluguéis. Considerou-se o valor de R\$25,00/m<sup>2</sup> de aluguel, para 200m<sup>2</sup> de alojamento para equipe de trabalho.

#### **5.9.2.2. Equipamentos**

Para estimativa do CAPEX, foram considerados os seguintes equipamentos por frente de trabalho:

- Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 Kw: 01 unidade. Função: transporte de pessoal e apoio logístico.
- Veículo leve - 53 kW: 02 unidades. Função: transporte de pessoal e apoio logístico.
- Embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico - 30 kW: 02 unidades. Função: transporte de pessoal e apoio logístico. Apoiar as atividades de embarque e desembarque da tripulação, deslocamento das boias de sinalização náutica. Apoio a manutenção e abastecimento.
- Guindaste móvel sobre esteiras com capacidade de 40 t - 186 kW. Função: movimentação de equipamentos de canteiro de obras em geral, carga e descarga dos contêineres escritório e banheiro.
- Caminhão plataforma 8 x 2, PBTC 36.000 kg e distância entre eixos 4,8 m - 210 kW - motorista de caminhão. 01 unidade. Função: Transporte de equipamentos e contêineres escritório e banheiro entre canteiros de obras.
- Grupo gerador - 3,2 kVA. 02 unidades. Função alimentação elétrica do canteiro de obras.
- Estação total eletrônica com alcance máximo de 3.000 m: Topografia para acompanhamento total das obras.

Os coeficientes produtivos estimados, levando em consideração jornada de 18 horas/dia de trabalho, estão apresentados na Tabela 60.

**Tabela 71. Coeficientes dos equipamentos utilizados na dragagem**

Equipamento	Unidade	Coeficiente produtivo	Coeficiente improdutivo
Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	h	2/3	1/3
Veículo leve - 53 kW	h	2/3	1/3
Embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico - 30 kW	h	7/9	2/9
Caminhão plataforma 8 x 2, PBTC 36.000 kg e distância entre eixos 4,8 m - 210 kW - motorista de caminhão	h	2/3	1/3
Guindaste móvel sobre esteiras com capacidade de 40 t - 186 kW	h	2/3	1/3
Grupo gerador - 3,2 kVA	h	8/9	1/9
Estação total eletrônica com alcance máximo de 3.000 m	h	4/9	5/9

Fonte: Elaboração própria.

### 5.9.2.3. Mão de Obra

A equipe de mão-de-obra abrange:

- 01 engenheiro chefe.
- 01 engenheiro supervisor.
- 01 engenheiro residente.
- 01 auxiliar técnico.
- 02 pilotos fluviais.
- 01 topógrafo.
- 01 auxiliar de topografia.
- 03 motoristas de veículo leve.
- 01 motorista de caminhão.
- 01 operador de equipamento pesado.



- 01 encarregador administrativo.
- 01 encarregador geral.
- 02 montadores.
- 02 soldadores.
- 01 técnico de segurança do trabalho.
- 01 técnico em meio ambiente.

#### *5.9.3. Serviços especializados*

Contempla os serviços de posicionamento e monitoramento próprio das atividades de derrocagem:

- Levantamento batimétrico monofeixe longitudinal
- Levantamento batimétrico monofeixe transversal

Foi dimensionada uma equipe mensal para execução das sondagens para atender a frente de trabalho.


Os levantamentos hidrográficos (LHs) deverão seguir as especificações das Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (NORMAM-501/DHN) e os padrões para levantamentos da Organização Hidrográfica Internacional (OHI), constantes da Publicação Especial S-44, em suas edições vigentes, para os LHs enquadrados como categoria "B".

A calibração (Patch Test), é um procedimento para verificação dos valores corretores para balanço (roll), caturro (pitch) e proa (yaw). Todos os levantamentos hidrográficos a serem realizados deverão ser calibrados, de modo a ser calibrados de acordo com a norma vigente.

#### *5.9.4. Cálculo do BDI*

Para cálculo da taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), foi utilizada a mesma equação apresentada na seção 4.8.4, com os indicadores apresentados na 0.

**Tabela 72. BDI das obras de derrocagem**

		PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DA TAXA DE BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS (BDI)	
Item	Variável	Descrição	Taxa
1	AC	ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	5,50%
2	DF	DESPESAS FINANCEIRAS	1,00%
3		SEGURO, RISCOS, GARANTIA	1,29%
3.1	S	SEGUROS	0,30%
3.2	R	RISCOS	0,78%
3.3	G	GARANTIA	0,21%
4	I	IMPOSTOS	8,65%
4.1		ISS	5,00%
4.2		PIS	0,65%
4.3		COFINS	3,00%
5	L	LUCRO	9,30%
	BDI	BDI ADOTADO	29,05%

Fonte: Elaboração própria

No caso do BDI para a mobilização e desmobilização, cabe citar o teor do Acórdão 2622/13, que recomenda a adoção de faixas referenciais de BDI diferenciado especificamente para o fornecimento de materiais e equipamentos relevantes de natureza específica, como é o caso da mobilização e desmobilização de obras de dragagem. Assim, os valores adotados estão apresentados na tabela que segue.

Tabela 73. BDI da mobilização e desmobilização

		PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DA TAXA DE BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS (BDI) – MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	
Item	Variável	Descrição	Taxa
1	AC	ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	8,00%
2	DF	DESPESAS FINANCEIRAS	1,50%
3		SEGURO, RISCOS, GARANTIA	0,88%
3.1	S	SEGUROS	0,24%
3.2	R	RISCOS	0,43%
3.3	G	GARANTIA	0,21%
4	I	IMPOSTOS	3,65%
4.1		ISS	0,00%
4.2		PIS	0,65%
4.3		COFINS	3,00%
5	L	LUCRO	4,00%

---


	<b>BDI</b>	<b>BDI ADOTADO</b>	<b>19,29%</b>
--	------------	--------------------	---------------

Fonte: Elaboração própria

#### 5.9.5. Custos de investimentos (CAPEX)

Para as obras com derrocagem, foi estimado o custo de R\$ 243.119.216,85, que corresponde a um custo unitário de R\$ 214,94 por metro cúbico, conforme apresentado na Tabela 74. Os custos tiveram como base de referência o SICRO/PI de Julho de 2023. As composições de preço unitário (CPU) de mobilização, desmobilização, boias de sinalização, de pessoal e equipamentos, de levantamentos hidrográficos, de fragmentação e de transporte do material são apresentados no Anexo M.

**Tabela 74. Planilha de orçamento estimativo - derrocagem**

		<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>			
Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total
<b>1</b>	<i>Serviços iniciais e de administração local</i>				<b>54.270.954,68</b>
1.1	Mobilização	1	evento	833.336,31	833.336,31
1.2	Contêiner com 2 banheiros - L = 2,44 m e C = 6,09 m (1 TEU)	3	un.	110.451,00	331.352,99
1.3	Contêiner com revestimento térmico, janela e banheiro - L = 2,44 m e C = 12,90 m (2 TEU)	3	un.	139.065,08	417.195,25
1.4	Administração Local	39	mês	1.076.355,76	41.977.874,46
1.5	Levantamentos Hidrográficos de Acompanhamento - Categoria B	39	mês	251.607,12	9.812.677,59
1.6	Boias de balizamento da obra de derrocagem	4	un.	16.295,44	65.181,77
1.7	Desmobilização	1	evento	833.336,31	833.336,31
<b>2</b>	<i>Execução de derrocagem</i>				<b>188.848.262,17</b>
2.1	Fragmentação de material de 2ª categoria	1.017.969,65	m³	70,05	71.310.381,50
2.2	Derrocagem subaquática de material de 3ª categoria - malha de 1,5 m² - perfuração e detonação - plataforma flutuante com uma torre de perfuração	113.107,74	m³	247,60	28.005.306,60
2.3	Carga, transporte e descarga de material derrocado	1.131.077,39	m³	79,16	89.532.574,06
<b>CT</b>	<b>Custo Total (R\$)</b>				<b>243.119.216,85</b>
<b>CU</b>	<b>Custo unitário (R\$/m³)</b>				<b>214,94</b>

Fonte: Elaboração própria

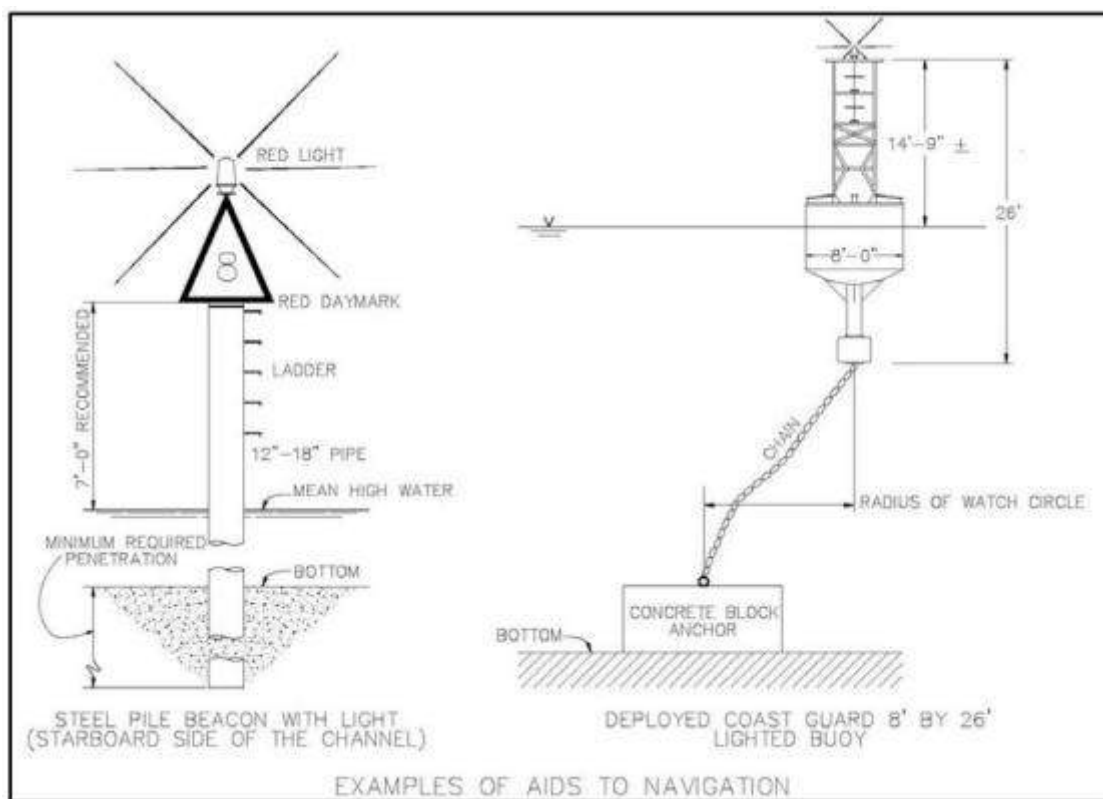


## 6. PROJETO DE BALIZAMENTO E SINALIZAÇÃO

O projeto de balizamento e sinalização baseia-se nas Recomendações da IALA (International Association of Lighthouse Authorities), dimensionada conforme NORMAM-601/ DHN (antiga NORMAM-17/DHN) estabelecido pela Autoridade Marítima. O Brasil, como país membro da Associação Internacional de Autoridades em Auxílios à Navegação Marítima e Faróis (AISM/IALA) adotou, para as Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), por meio do Decreto nº 92.267/86 o Sistema de Balizamento Marítimo - Região "B". Esse sistema obedece à "Direção Convencional do Balizamento". As pranchas com o balizamento e sinalização da hidrovia estão apresentadas no Anexo N.

Como premissa, foi considerado que a embarcação-tipo de projeto será dotada de outros auxílios à navegação, como Radar e sistema de informação náutica *Automatic Identification System* (AIS), para poder recolher os dados náuticos das embarcações. A Figura 88 representa um modelo de auxílio a navegação.

**Figura 88. Auxílios a navegação**



Fonte: US Army Corps of Engineers (2006)

Sendo assim, a finalidade dos auxílios à navegação a serem estabelecidos é a de facilitar a identificação perfeita do canal de acesso, garantido a segurança da navegação noturna e diurna para as embarcações que operem na hidrovia.

## 6.1. Divisão da sinalização náutica

O projeto de balizamento será dividido em dois trechos, sendo:

- Trecho 1: Município de Ilha Grande-PI até a jusante da eclusa de Boa Esperança, município de Guadalupe-PI, de fundo predominantemente arenoso, sinuoso e estreito, terá balizamento por Faroletes (placas de sinalização) fixadas nas margens e boia em trechos mais profundos
- Trecho 2: Montante da eclusa de Boa Esperança, de Guadalupe-PI a Uruçuí-PI/Benedito Leite-MA, prevê balizamento com boias flutuantes e placas.

**Figura 89. Trechos 1 e 2 da hidrovia**



Fonte: Elaboração própria (2023)

As pontes receberão balizamento específico padronizado, e o vertedouro da barragem de Boa Esperança receberá balizamento de segurança adequado. As distâncias percorridas serão indicadas por placas de quilometragem fixadas nas margens.

## 6.2. Tipos de sinais náuticos a serem empregados

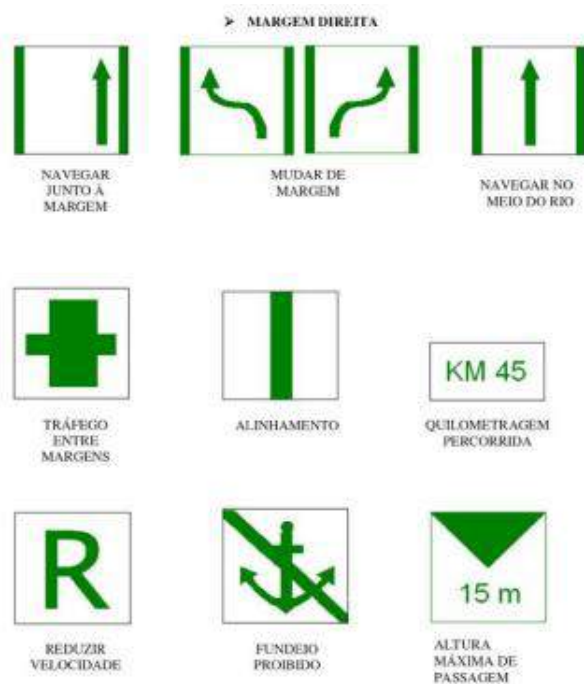
O projeto prevê a adoção de faroletes (placas de sinalização náutica) nas cores verde e encarnada, conforme modelos da NORMAM-601/ DHN (antiga NORMAM-17/DHN).

Para auxiliar a navegação noturna, os painéis serão brancos com símbolos nas cores verde ou encarnada, empregados como sinalização noturna, pois, quando iluminados pela embarcação, além de indicar a ação a empreender, também permitem ao navegante identificar a margem na qual estão instalados.

Os sinais foram alocados em planta de acordo com as recomendações e podem ser observados no Anexo N. Estão previstos no total 278 faroletes e 86 boias georreferenciados em coordenadas expressas no Anexo N.

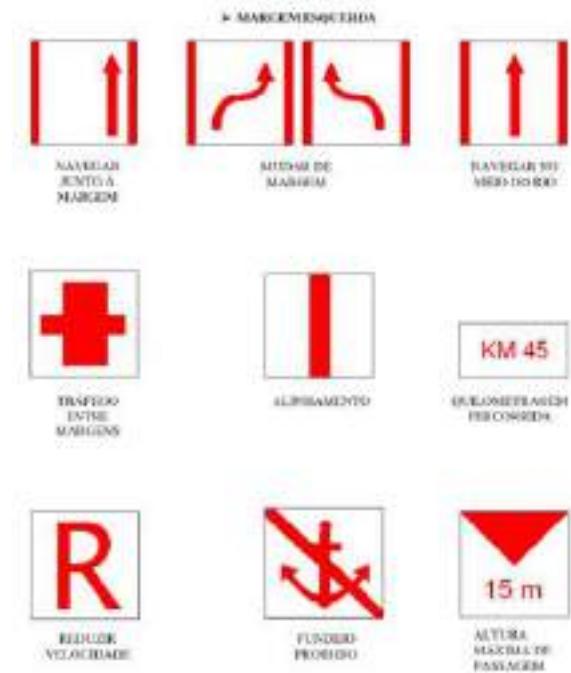
Ainda na fase de dragagem, o projeto conta com duas boias cegas amarelas por draga. A Figura 13 e Figura 14 apresentam os padrões de sinalizações para margens conforme Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil.

**Figura 90. Padrão de sinalização para margem direita**



Fonte: Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil (2023)

**Figura 91. Padrão de sinalização para margem esquerda**



Fonte: Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil (2023)

Conforme NORMAM 601/DHN, destinado a garantir a segurança de pontes e de embarcações que por sob elas trafeguem, será alocada sinalização especial em razão da possibilidade de ocorrência de colisão com os seus pilares ou pela limitação da altura do seu vão livre e/ou das profundidades existentes.

Para o projeto, definiu-se o melhor ponto de passagem tendo em vista a geometria do canal de navegação, bem como o maior vão (distância horizontal entre pilares) e maior altura livre (distância vertical). Todos os melhores pontos de passagem estão indicados no traçado geométrico. Foi considerado o calado aéreo máximo igual a 6,00m.

**Tabela 75. Relação de pontes e dimensões do retângulo de navegação**

Ponte	Município	A - Vão (m)	B - Altura (m)
Ponte 01	Buriti dos Lopes	70,0	18,9
Ponte 02	Luzilândia	30,0	16,2
Ponte 03	Teresina	56,0	12,8
Ponte 04	Teresina	36,0	14,5
Ponte 05	Teresina	110,0	22,0
Ponte 06	Floriano	64,0	16,0
Ponte 07	Uruçuí	30,0	11,0

Fonte: Elaboração própria (2024)



Será adotada sinalização noturna com boias luminosas localizadas ao lado dos pilares da ponte, sendo:

- O alcance luminoso adotado é de duas milhas náuticas, instaladas de modo a serem visíveis em todos os setores e direções de importância para o navegante e não podem ser obstruídas por partes da estrutura da ponte.

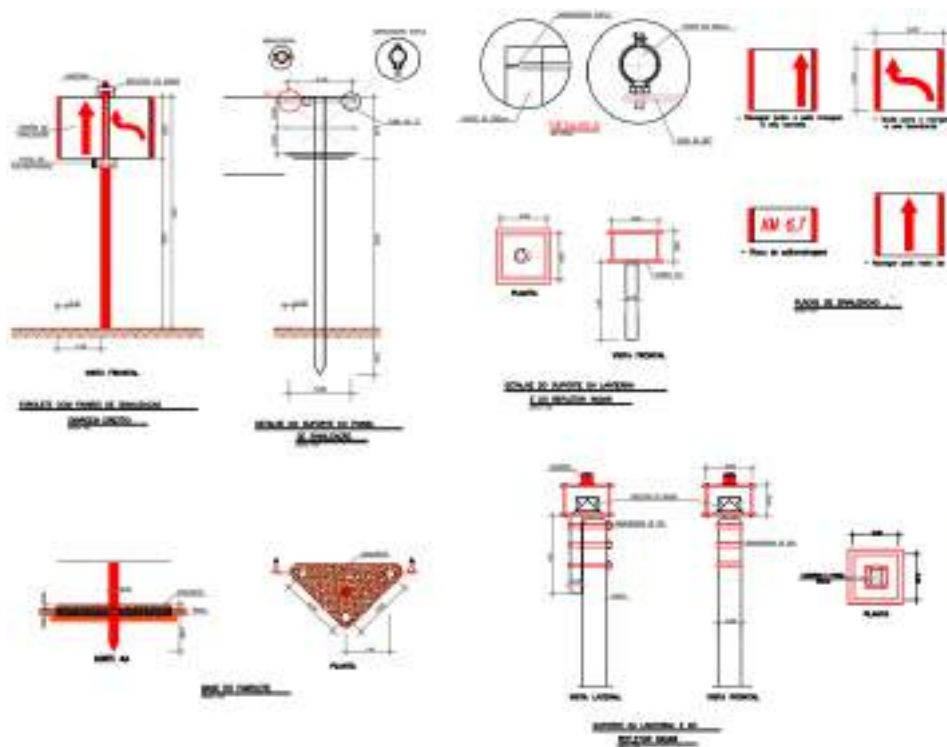
Os faroletes de sinalização (placas) a serem implantados nas margens, serão constituídos por postes de concreto, com 5,0 m de altura, cravados no solo, com bloco/base de concreto armado formando, em planta, um triângulo retângulo, com o ângulo reto de frente para o rio e o lado maior paralelo ao eixo do canal de navegação. As placas serão fixadas ao poste frontal por abraçadeira. Serão também de chapa de aço galvanizado a fogo, pintadas com duas demãos de primer anticorrosivo e em seguida por duas demãos de esmaltada sintética brilhante, nas cores indicadas na planta de localização, com as letras e os números pintados com tinta ou fita retrorreflexiva preta.




2,0 m de altura, nas cores convencionais (brancos com símbolos nas cores verde ou encarnada) com a simbologia pintada em cor preta com tinta retrorreflexiva e receberá duas camadas anteriores de primer anticorrosivo. A fixação será com parafusos com porca de aço inoxidável na estrutura em treliça.

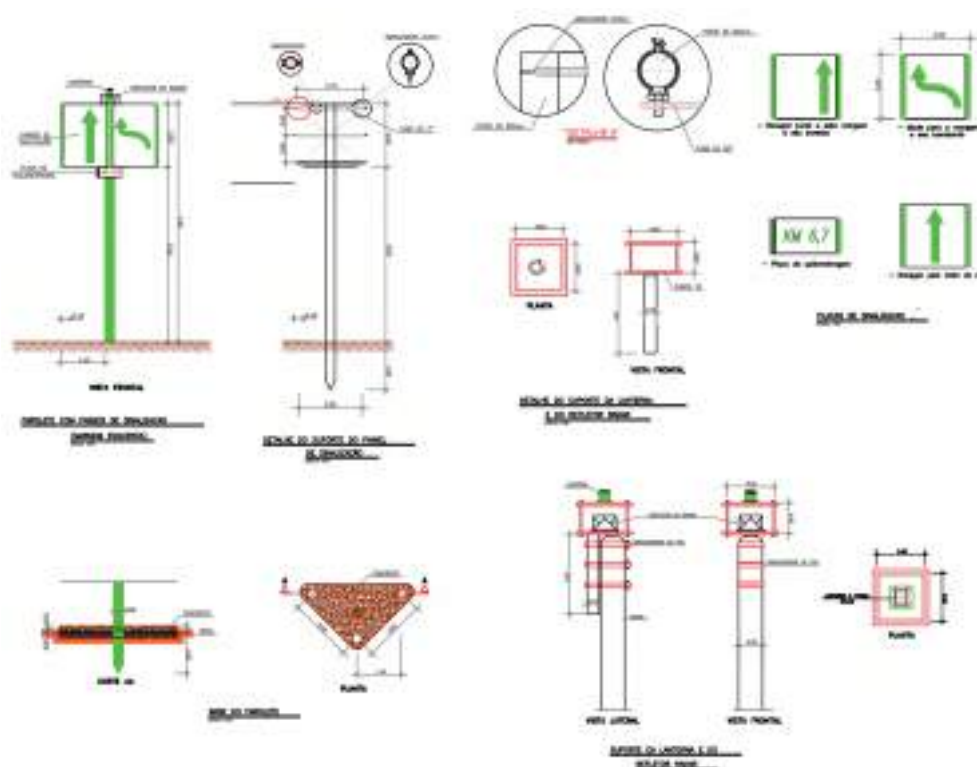
Todo o conjunto de suporte dos painéis, inclusive os postes de concreto, serão pintados nas cores convencionais, ou seja, verde na margem direita do rio e encarnada na margem esquerda. O refletor de radar será instalado na parte superior do farolete. A base do suporte será de concreto moldado em loco, diretamente no solo, com 15 cm de espessura sobre uma camada de 20 cm de espessura. O posto deverá ser de concreto armado pré-moldado, de seção circular com 5 m de comprimento. na parte superior do poste frontal será fixado por abraçadeira de aço carbono, um suporte para o refletor de radar, formado por um tubo de aço, galvanizado a fogo, vertical, soldado a duas placas de aço.

**Figura 93. Sinalização náutica complementar (margem direita)**



Fonte: Elaboração própria (2024)

**Figura 94. Sinalização náutica complementar (margem esquerda)**



Fonte: Elaboração própria (2024)

Já as boias serão luminosas (sinais flutuantes) também para auxiliar a navegação noturna, e serão verdes na margem direita do rio e encarnadas na margem esquerda. As boias serão estabelecidas de acordo com a direção convencional do balizamento, enquadradas segundo a NORMAM-601/DHN, como sinal lateral de bombordo na cor verde, para ser deixado por bombordo pelo navegante e sinal lateral de boreste na cor encarnada, para ser deixado por boreste pelo navegante. Material: polietileno de alta densidade, flutuante cilíndrico D = 1,43m - com lastro.

As poitas deverão ser de concreto armado, com 1.500Kg. A confecção da poita leva emprego de cimento, areia média limpa e pedra britada nº 3 na proporção 1:3:3, com vergalhão de 25 mm na armação. Emprega-se corrente da base da poita até a parte superior da forma, deixando sobra para formação da alça para conexão da linha de fundeio.

Assim, o sistema de fundeio de cada boia está descrito na Tabela 76.

**Tabela 76. Características do material de fundeio**

Componente	Comprimento	Característica
Corrente	2,5m x 3 = 7m	¾ pol

Componente	Comprimento	Característica
Manilha	4 (p/bóia)	¾ pol
Anilho	1 (p/bóia)	¾ pol
Tornel	1 (p/bóia)	¾ pol
Poita	1 (p/bóia)	1500 kg

Fonte: Elaboração própria (2024)

O equipamento luminoso das boias será constituído por uma lanterna blindada, com “LEDs” nas cores convencionais, ou seja, verde quando o sinal estiver localizado na margem direita e encarnada, na margem esquerda. As lanternas terão alcance de 2,0 milhas náuticas e período de 3s, e serão do tipo monobloco blindado incluindo bateria de longa duração, painel solar e fotocélula de controle de acendimento, além de equipamento eletrônico de lampejo com regulação externa para atender todos os padrões adotados pelo CHM, com padrão similar ao especificado na Tabela 77:

**Tabela 77. Características das lanternas**


Alcance noturno nominal	18 candelas / 2 milhas
Cores	Encarnado ou verde
Divergência horizontal	360º
Divergência vertical	10º para 90% da intensidade 15º para 50% da intensidade
Autonomia	72 horas
Tempo de insolação mínimo	8 horas
Vida útil dos LEDs	100.000 horas
Painel solar	Tipo monocristalino
Bateria	NIMH
Temperatura	-40º a +80º
Dimensões	Altura 190 mm
Pesos	1,3 kg

Fonte: Elaboração própria (2024)

#### 6.4. Custos estimados de investimentos (CAPEX)

Para cálculo da taxa de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), foi utilizada a mesma equação apresentada na seção 4.8.4, com os indicadores apresentados na Tabela 78.

**Tabela 78. BDI das obras de balizamento e sinalização**

	PLANILHA DE COMPOSIÇÃO DA TAXA DE BENEFÍCIOS E DESPESAS INDIRETAS (BDI)
---	---




Item	Variável	Descrição	Taxa
1	AC	ADMINISTRAÇÃO CENTRAL	5,50%
2	DF	DESPESAS FINANCEIRAS	1,00%
3		SEGURO, RISCOS, GARANTIA	1,16%
3.1	S	SEGUROS	0,30%
3.2	R	RISCOS	0,65%
3.3	G	GARANTIA	0,21%
4	I	IMPOSTOS	6,65%
4.1		ISS	3,00%
4.2		PIS	0,65%
4.3		COFINS	3,00%
5	L	LUCRO	9,50%
	BDI	BDI ADOTADO	26,36%

Fonte: Elaboração própria

Para o balizamento e sinalização na hidrovia, foram previstos 272 placas e 91 boias, que representam um custo estimado de R\$ 10.250.103,83. Os custos unitários estão expostos no Anexo O.

**Tabela 79. Planilha de orçamento estimativo – balizamento e sinalização**

		<b>PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO</b>			
Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Valor unitário	Valor total
1	<i>Serviços iniciais e de administração local</i>	24	mês	264.729,01	6.353.496,20
2	<i>Placas de sinalização de margens</i>	272	un.	7.448,68	2.026.040,88
2.1	Placa de marco quilométrico em aço -película retrorrefletiva fornecimento e implantação	4	m²	704,31	2.817,26
2.2	Bloco para assentamento em Concreto FCK=25MPa	1	m³	824,33	824,33
2.3	Concretagem do bloco	1	m³	825,24	825,24
2.4	Implantação de placa de sinalização náutica em margem - equipamentos e mão de obra - com embarcação	1	un.	687,18	687,18
2.5	Poste de concreto armado, seção circular, h=8m, fornecimento	1	un.	1.672,61	1.672,61
2.6	Assentamento de poste de concreto	1	un.	581,60	581,60
2.7	Pintura do poste de concreto (verde ou encarnado)-2 demãos	3	m²	13,48	40,45
3	<i>Boias de sinalização náutica</i>	91	un.	20.555,68	1.870.566,75
3.1	Poita de concreto com 1.500 kg para boia de sinalização náutica	1	un.	609,05	609,05
3.2	Fornecimento e instalação de lanterna de sinalização náutica 2 MN	1	un.	6.039,99	6.039,99
3.3	Fornecimento e instalação de conjunto de acessórios para sistema de fundeio de boia de sinalização náutica	1	un.	783,11	783,11

3.4	Fornecimento e instalação de corrente 3/4" para sistema de fundeio de boia de sinalização náutica	7,5	m	320,08	2.400,60
3.5	Confecção de corpo de boia flutuante cilíndrico D = 1,43m - com lastro	1	un.	7.721,85	7.721,85
3.6	Confecção de mangrullo (H = 1,50m)	1	un.	1.748,64	1.748,64
3.7	Lançamento de boia de sinalização náutica com sistema de fundeio	1	un.	1.252,44	1.252,44
<b>CT</b>	<b>Custo Total:</b>				<b>R\$ 10.250.103,83</b>

Fonte: Elaboração própria

## **6.5. Custos operacionais (OPEX)**

Os custos operacionais referentes a manutenção do balizamento e sinalização foram estimados, tendo sido considerada a utilização de três equipes para toda a hidrovia. O BDI utilizado é o mesmo do CAPEX de balizamento e sinalização, de 26,36%, sendo que a composição dos custos unitários está apresentada no Anexo P. O custo anual é de R\$ 4.933.299,01, e o custo total considerando o horizonte de operação (21 anos) é de R\$ 103.599.279,13.



## 7. CUSTOS AMBIENTAIS

As bases de custos utilizadas são as mesmas empregadas à época dos estudos de viabilidade da Hidrovia do Parnaíba, no contexto do Projeto Integrador Intermodal do Piauí, a Tabela de Preços de Consultoria do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), referente ao mês de julho de 2023 (DNIT, 2023a) e o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) para a região Nordeste do Brasil (DNIT, 2023b), do mesmo mês e ano e um BDI de 44,85% (DNIT, 2023c).

### 7.1. Custos de investimentos (CAPEX)

Para ações de meio ambiente, foi prevista a realização de licenciamento ambiental prévio e de instalação dos trechos avaliados que, somados, atingem R\$ 31.474.915,55 em custos, aplicando-se uma taxa de 15% para considerar possíveis externalidades associadas à levantamentos de campo e estudos complementares que possam ser solicitados por órgãos intervenientes no processo. Subseções posteriores descrevem a composição de custos para cada trecho avaliado da hidrovia.

A elaboração dos estudos, bem como a condução das ações de supervisão das obras considerou a alocação de frentes de trabalho específicas para cada trecho, dada a dimensão da hidrovia e a complexidade do processo de licenciamento. A Tabela 80 apresenta os custos resumidos de meio ambiente.

**Tabela 80. CAPEX Resumido – Meio Ambiente.**

Composição	Total com BDI (R\$)
Estudos ambientais (Trecho 5)	R\$ 11.609.571,73
Estudo ambientais (Trecho 6)	R\$ 12.299.425,53
Compensação ambiental	R\$ 3.499.603,38
Total Licenciamento (+15%)	R\$ 31.474.915,55
Projeto de Revitalização	R\$ 115.000.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 146.474.915,55</b>

Elaboração própria.

Para fins de licenciamento, considerou-se que a componente dos estudos ambientais e supervisão de obra do trecho 4 da Hidrovia, entre Uruçuí e Guadalupe, será englobado nos outros trechos (5 e 6), entre Guadalupe e Teresina e Teresina e Luís Correia, já que não são previstas obras de dragagem e derrocagem neste trecho.

As taxas de licenciamento ambiental e compensação ambiental também estão embutidas no CAPEX resumido, conforme se vê na Tabela 81. Neste caso, devido à sua

complexidade e às obras de dragagem e derrocagem, é prevista compensação ambiental segundo preconiza a Decreto nº 6848 de 14 de maio de 2009 e Decreto nº 4.340 de 22 de agosto de 2002 (BRASIL, 2022, 2009). A título de estimativa, o grau de impacto foi estimado em 0,5% do valor de investimento do trecho.

**Tabela 81. Taxas de licenciamento ambiental e compensação ambiental.**

Modalidade	TOTAL (R\$)
Licença Prévia - LP	R\$ 2.160,00
Licença de Instalação LI	R\$ 3.240,00
Licença de Operação - LO	R\$ 4.320,00
Compensação ambiental	R\$ 3.499.603,38
<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>R\$ 3.509.323,38</b>

Fonte: Brasil (2002, 2009) e Piauí (2015, 2022).

#### 7.1.1. Trecho 5

Quanto aos estudos, estimou-se a realização de EIA/RIMA pelo período mínimo de 01 (um) ano, ou 248 dias úteis, com equipe técnica responsável pela coleta e discussão de dados dos meios físico, biótico e antrópico. Além disso, foram previstas análises de qualidade da água e sedimentos em 20 pontos estratégicos da hidrovia. A Tabela 82 ilustra dos custos estimados para estudos ambientais no trecho 5.

**Tabela 82. Elaboração de EIA/RIMA – trecho 5.**

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias/ meses	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade ou amostra)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>2.1. ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA/RIMA)</b>										
<b>2.1.1 Mão de obra</b>										
2.1.1.1	P8061	Engenheiro coordenador	hora	1	2	248	31.759,96	180,45	R\$ 89.505,34	R\$ 129.648,49
2.1.1.2	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	2	8	248	21.261,51	120,80	R\$ 479.350,41	R\$ 694.339,06
2.1.1.3	P8143	Técnico ambiental	hora	2	8	248	5.987,81	34,02	R\$ 134.997,90	R\$ 195.544,46
2.1.1.4	P8033	Biólogo pleno	hora	2	8	124	8.630,85	49,04	R\$ 97.293,22	R\$ 140.929,23
2.1.1.5	P8190	Arqueólogo pleno	hora	1	8	124	8.201,00	46,60	R\$ 46.223,82	R\$ 66.955,20
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 847.370,68</b>	<b>R\$ 1.227.416,44</b>
<b>2.2.1 Serviços</b>										
2.2.1.1	Cotação	Análise de qualidade da água - CONAMA 357/2005	-	20	Semestral	2	-	2558,50	R\$ 51.170,00	R\$ 74.119,75
2.2.1.3	Cotação	Análise de sedimentos - CONAMA 454/2012	-	20	Semestral	2	-	1671,00	R\$ 33.420,00	R\$ 48.408,87
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 84.590,00</b>	<b>R\$ 122.528,62</b>
<b>2.2 Equipamentos</b>										
2.2.1	E8891	Veículo leve picape 4x4 - 147 kW (sem motorista)	hora	1	8	20	-	80,19	R\$ 12.830,40	R\$ 18.584,83
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 12.830,40</b>	<b>R\$ 18.584,83</b>
<b>TOTAL GERAL DO EIA/RIMA</b>									<b>R\$ 944.791,08</b>	<b>R\$ 1.368.529,88</b>

Fonte: DNIT (2023a, 2023b e 2023c).

Já na fase de instalação, tem-se a alocação de equipe para a supervisão ambiental das obras, através da elaboração e implantação do Plano Básico Ambiental (PBA). Nessa fase, a equipe é mais numerosa e deve acompanhar o andamento das obras do empreendimento e executar todos os planos e programas exigidos pelo órgão ambiental no âmbito da Licença de Instalação (LI). Para isso, foram alocados profissionais dos meios físico, biótico e antrópico para acompanhamento ao longo de 03 (três) anos de obras, ou seja, 744 dias úteis. A Tabela 83 ilustra os custos estimados supervisão ambiental no trecho 5.



**Tabela 83. Elaboração de PBA e Supervisão Ambiental – trecho 5.**

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias/ meses	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade ou amostra)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>3.1. IMPLEMENTAÇÃO DO PBA E SUPERVISÃO AMBIENTAL</b>										
<b>3.1.1 Mão de obra</b>										
3.1.1.1	P8033	Biólogo pleno	hora	4	8	744	8.630,85	49,04	R\$ 1.167.518,62	R\$ 1.691.150,72
3.1.1.2	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	4	8	744	21.261,51	120,80	R\$ 2.876.102,44	R\$ 4.166.034,39
3.1.1.3	P8143	Técnico ambiental	hora	8	8	744	5.987,81	34,02	R\$ 1.619.974,78	R\$ 2.346.533,47
3.1.1.4	P8190	Arqueólogo pleno	hora	4	8	744	8.201,00	46,60	R\$ 1.109.371,64	R\$ 1.606.924,82
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 6.772.967,48</b>	<b>R\$ 9.810.643,39</b>
<b>3.2.1 Serviços</b>										
3.2.1.1	Cotação	Análise de qualidade da água - CONAMA 357/2005	-	40	trimestral	4	-	2558,50	R\$ 102.340,00	R\$ 148.239,49
3.2.1.2	Cotação	Análise de efluentes - CONAMA 430/2011	-	40	trimestral	4	-	1274,29	R\$ 50.971,50	R\$ 73.832,22
3.2.1.3	Cotação	Análise de sedimentos - CONAMA 454/2012	-	40	trimestral	4	-	1671,00	R\$ 66.840,00	R\$ 96.817,74
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 220.151,50</b>	<b>R\$ 318.889,45</b>
<b>3.3.1 Equipamentos</b>										
3.3.1.1	E8891	Veículo leve picape 4x4 - 147 kW (sem motorista)	hora	4	8	30	-	80,19	R\$ 76.982,40	R\$ 111.509,01
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 76.982,40</b>	<b>R\$ 111.509,01</b>
<b>TOTAL GERAL PBA (R\$)</b>									<b>R\$ 7.070.101,38</b>	<b>R\$ 10.241.041,84</b>

Fonte: DNIT (2023a, 2023b e 2023c).

### 7.1.2. Trecho 6

Para os estudos ambientais, adotou-se as mesmas premissas do trecho 5, porém, ajustando-se o dimensionamento da equipe, uma vez que o trecho possui maior volume de obras de dragagem e derrocagem. A Tabela 84 ilustra dos custos estimados para estudos ambientais no trecho 6.

**Tabela 84. Elaboração de EIA/RIMA – trecho 6.**

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias/ meses	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade ou amostra)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>2.1. ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA/RIMA)</b>										
<b>2.1.1 Mão de obra</b>										
2.1.1.1	P8061	Engenheiro coordenador	hora	1	2	248	31.759,96	180,45	R\$ 89.505,34	R\$ 129.648,49
2.1.1.2	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	3	8	248	21.261,51	120,80	R\$ 719.025,61	R\$ 1.041.508,60
2.1.1.3	P8143	Técnico ambiental	hora	4	8	248	5.987,81	34,02	R\$ 269.995,80	R\$ 391.088,91
2.1.1.4	P8033	Biólogo pleno	hora	3	8	124	8.630,85	49,04	R\$ 145.939,83	R\$ 211.393,84
2.1.1.5	P8190	Arqueólogo pleno	hora	2	8	124	8.201,00	46,60	R\$ 92.447,64	R\$ 133.910,40
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 1.316.914,21</b>	<b>R\$ 1.907.550,24</b>
<b>2.2.1 Serviços</b>										
2.2.1.1	Cotação	Análise de qualidade da água - CONAMA 357/2005	-	20	Semestral	2	-	2558,50	R\$ 51.170,00	R\$ 74.119,75
2.2.1.3	Cotação	Análise de sedimentos - CONAMA 454/2012	-	20	Semestral	2	-	1671,00	R\$ 33.420,00	R\$ 48.408,87
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 84.590,00</b>	<b>R\$ 122.528,62</b>
<b>2.2 Equipamentos</b>										
2.2.1	E8891	Veículo leve picape 4x4 - 147 kW (sem motorista)	hora	1	8	20	-	80,19	R\$ 12.830,40	R\$ 18.584,83
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 12.830,40</b>	<b>R\$ 18.584,83</b>
<b>TOTAL GERAL DO EIA/RIMA</b>									<b>R\$ 1.414.334,61</b>	<b>R\$ 2.048.663,69</b>

Fonte: DNIT (2023a) e DNIT (2023b).

No trecho 6 também foi prevista equipe de supervisão ambiental das obras de dragagem e implantação/realização do PBA, contando com profissionais dos meios físico, biótico e antrópico para acompanhamento da obra ao longo de 03 (anos), ou 744 dias úteis. A Tabela 85 ilustra dos custos estimados para estudos ambientais no trecho 6.



**Tabela 85. Elaboração de PBA e Supervisão Ambiental – trecho 6.**

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias/ meses	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade ou amostra)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>3.1. IMPLEMENTAÇÃO DO PBA E SUPERVISÃO AMBIENTAL</b>										
<b>3.1.1 Mão de obra</b>										
3.1.1.1	P8033	Biólogo pleno	hora	4	8	744	8.630,85	49,04	R\$ 1.167.518,62	R\$ 1.691.150,72
3.1.1.2	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	4	8	744	21.261,51	120,80	R\$ 2.876.102,44	R\$ 4.166.034,39
3.1.1.3	P8143	Técnico ambiental	hora	8	8	744	5.987,81	34,02	R\$ 1.619.974,78	R\$ 2.346.533,47
3.1.1.4	P8190	Arqueólogo pleno	hora	4	8	744	8.201,00	46,60	R\$ 1.109.371,64	R\$ 1.606.924,82
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 6.772.967,48</b>	<b>R\$ 9.810.643,39</b>
<b>3.2.1 Serviços</b>										
3.2.1.1	Cotação	Análise de qualidade da água - CONAMA 357/2005	-	40	trimestral	4	-	2558,50	R\$ 102.340,00	R\$ 148.239,49
3.2.1.2	Cotação	Análise de efluentes - CONAMA 430/2011	-	40	trimestral	4	-	1274,29	R\$ 50.971,50	R\$ 73.832,22
3.2.1.3	Cotação	Análise de sedimentos - CONAMA 454/2012	-	40	trimestral	4	-	1671,00	R\$ 66.840,00	R\$ 96.817,74
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 220.151,50</b>	<b>R\$ 318.889,45</b>

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias/ meses	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade ou amostra)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
3.3.1 Equipamentos										
3.3.1.1	E8891	Veículo leve picape 4x4 - 147 kW (sem motorista)	hora	4	8	30	-	80,19	R\$ 76.982,40	R\$ 111.509,01
SUBTOTAL									R\$ 76.982,40	R\$ 111.509,01
TOTAL GERAL PBA (R\$)									R\$ 7.070.101,38	R\$ 10.241.041,84

Fonte: DNIT (2023a) e DNIT (2023b).

### 7.1.3. Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba

Além dos custos de licenciamento da hidrovia tem-se as ações previstas no Projeto de Revitalização da Bacia do Parnaíba, o qual prevê uma série de ações e atividades que deverão ser incorporadas no CAPEX e modelagem econômico-financeira da concessão. A implantação do projeto tem prazo estimado de 02 (dois) anos. Os custos por eixo temático são resumidos na Tabela 86.

**Tabela 86. Resumo de custos de implantação do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba.**

Eixo temático	Unitário	Total Projeto (R\$)
Educação ambiental	R\$ 1.881.319,07	R\$ 3.762.638,13
Recuperação de nascentes	R\$ 539.195,35	R\$ 7.009.539,55
Esgotamento sanitário	R\$ 19.913,80	R\$ 4.829.012,15
Abastecimento de água	R\$ 78.333,82	R\$ 8.773.387,74
Qualidade da água	R\$ 422.007,66	R\$ 844.015,31
Regularização/fiscalização	R\$ 92.602,00	R\$ 926.019,97
Gerenciamento de dragagens/derrocamento	R\$ 3.531.426,94	R\$ 3.531.426,94
Recomposição florestal	R\$ 79.389.126,11	R\$ 79.389.126,11
<b>TOTAL (R\$)</b>		R\$ 109.065.165,91
<b>TOTAL (R\$) + 5%</b>		R\$ 115.000.000,00

Elaboração própria.

O detalhamento da composição de custos para cada eixo temático pode ser consultado nos cadernos específicos do Projeto de Revitalização.

## 7.2. Custos operacionais (OPEX)

A Tabela 87 apresenta o resumo do OPEX Ambiental da Hidrovia do Parnaíba. Ao todo, estima-se que, em média, os custos de meio ambiente representarão um montante de R\$ 26.210.209,25 anuais, decorrente das ações previstas de licenciamento ambiental, condução de programas ambientais e ações previstas para manutenção do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba ao longo dos 21 anos úteis de concessão.

**Tabela 87. Resumo dos custos operacionais ambientais.**

Item	Total com BDI (R\$)
Licenciamento ambiental	R\$ 499.885,32
Programas Ambientais	R\$ 45.679.139,69
Projeto de Revitalização	R\$ 504.235.369,14
<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>R\$ 550.414.394,15</b>

Elaboração própria.

### 7.2.1. Licenciamento ambiental

Para estimativa dos custos relacionados ao licenciamento ambiental do empreendimento considerou-se um valor de renovação da Licença de Operação (LO) de R\$ 4.320,00 com prazo máximo de renovação de 10 anos, sendo assim, durante a vida útil do empreendimento serão necessárias a efetivação de três renovações da LO, culminando num montante de R\$ 12.960,00.

Também se estimou os custos relativos ao pagamento da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA), gerida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA). Anualmente, deverão ser empregados R\$ 23.186,92 para pagamento da TCFA, atingindo um montante de R\$ 486.925,32 ao longo da vida útil do empreendimento. A Tabela 88 resume os custos atrelados ao licenciamento ambiental da hidrovia.

**Tabela 88. Resumo dos custos atrelados ao licenciamento ambiental da hidrovia.**

Descrição	Valor	TOTAL (R\$)
Valor da LO	-	R\$ 4.320,00
Prazo máx. de renovação da LO (anos)	10	-
Número de renovações da LO (vida útil)	3	R\$ 12.960,00
TCFA (anos)	-	R\$ 23.186,92
TCFA (vida útil)	-	R\$ 486.925,32
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>		R\$ 27.506,92
<b>TOTAL VIDA ÚTIL</b>		R\$ 499.885,32

Elaboração própria.

Assim, se estima que serão desembolsados para o licenciamento ambiental do empreendimento ao ano R\$ 27.506,92 enquanto o total para a vida útil deve atingir R\$ 499.885, 32.

### 7.2.2. Planos e programas ambientais

A Tabela 89 resume os planos e programas ambientais propostos para execução durante a operação da hidrovia juntamente com os custos associados a cada um anualmente (custo unitário) e ao longo da vida útil do empreendimento. Ao todo, serão executados 07 (sete) planos e programas ambientais. Nos subitens a seguir são especificadas as premissas adotadas para estimativa dos custos com cada plano e programa.



**Tabela 89. Resumo dos custos e investimentos a serem alocados para execução dos planos e programas ambientais.**

Planos e Programas	Total unitário (R\$)		Total vida útil (R\$)	
	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
1. Programa De Gestão Ambiental	975.942,11	1.413.652,15	R\$ 20.494.784,37	R\$ 29.686.695,16
2. Programa De Monitoramento Da Qualidade Da Água E Sedimentos	244.385,02	353.991,70	R\$ 5.132.085,38	R\$ 7.433.825,68
3. Programa De Gerenciamento Dos Resíduos Sólidos (PGRS)	24.469,11	35.443,51	R\$ 122.345,55	R\$ 177.217,53
4. Programa De Prevenção De Riscos/ Plano De Ação Emergência	30.619,40	44.352,21	R\$ 153.097,02	R\$ 221.761,04
5. Programa De Monitoramento Dos Processos Erosivos	112.351,74	162.741,49	R\$ 2.359.386,49	R\$ 3.417.571,33
6. Programa De Educação Ambiental E Comunicação Social	R\$ 27.607,36	R\$ 39.989,26	R\$ 138.036,78	R\$ 199.946,28
7. Programa De Monitoramento Da Dragagem	R\$ 149.321,06	R\$ 216.291,56	R\$ 3.135.742,28	R\$ 4.542.122,69
<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>R\$ 1.592.202,72</b>	<b>R\$ 2.293.968,79</b>	<b>R\$ 32.035.363,19</b>	<b>R\$ 46.179.025,01</b>

Elaboração própria.

#### **7.2.2.1. Programa de Gestão Ambiental**

Para o programa de gestão ambiental considerou-se a atuação de 2 (dois) engenheiros ambientais e 5 (cinco) técnicos ambientais, os quais devem despender esforços durante todo o ano, somando 248 dias úteis de trabalho. Além disso, incluiu-se também custo para aluguel de veículo, o qual poderá ser utilizado em vistorias de campo pela equipe.

A Tabela 90 resume os custos envolvidos para execução do programa de gestão ambiental. Ao ano, estima-se custo com BDI de R\$ 1.413.652,15 ao ano e R\$ 29.686.695,16 ao longo da vida útil da hidrovia. A equipe ficará responsável por fiscalizar e controlar todas as condicionantes e planos e programas ambientais ao longo da vida útil do empreendimento.

**Tabela 90. Custos e investimentos para execução do Programa de Gestão Ambiental.**

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias/coletas por ano	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1.1 Mão de obra</b>										
1.1.1	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	2	8	248	21.261,51	120,80	R\$ 479.350,41	R\$ 694.339,06
1.1.2	P8143	Técnico ambiental	hora	5	8	248	5.987,81	34,02	R\$ 337.494,75	R\$ 488.861,14
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 816.845,15</b>	<b>R\$ 1.183.200,20</b>
<b>1.2 Equipamentos</b>										
1.2.1	E8891	Veículo leve picape 4x4 - 147 kW (sem motorista)	hora	1	8	248	-	80,19	R\$ 159.096,96	R\$ 230.451,95
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 159.096,96</b>	<b>R\$ 230.451,95</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 975.942,11</b>	<b>R\$ 1.413.652,15</b>
<b>TOTAL VIDA ÚTIL</b>									<b>R\$ 20.494.784,37</b>	<b>R\$ 29.686.695,16</b>

Fonte: DNIT (2023).  
Elaboração própria.

#### **7.2.2.2. Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos**

Para o programa de monitoramento da qualidade da água e sedimentos, considerou-se a atuação de 1 (um) engenheiro ambiental pleno e 1 (um) técnico ambiental, os quais devem despender esforços durante todo o ano, somando 40 dias úteis de trabalho. Além disso, incluiu-se também custo para aluguel de veículo, o qual poderá ser utilizado em vistorias de campo pela equipe e as cotações de análise de qualidade da água e de qualidade de sedimentos, conforme resoluções Conama 357/2005 e 454/2012 respectivamente.

A Tabela 91 resume os custos envolvidos para execução do programa de monitoramento da qualidade da água e de sedimentos. Ao ano, estima-se custo com BDI de R\$ 353.991,70 ao ano e R\$ 7.433.825,68 ao longo da vida útil da hidrovia.



**Tabela 91. Custos e investimentos para execução do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos.**

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias/coletas por ano	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA E SEDIMENTOS</b>										
<b>2.1 Mão de obra</b>										
2.1.1	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	1	8	40	21.261,51	120,80	R\$ 38.657,29	R\$ 55.995,09
2.1.2	P8143	Técnico ambiental	hora	1	8	40	5.987,81	34,02	R\$ 10.886,93	R\$ 15.769,71
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 49.544,22</b>	<b>R\$ 71.764,80</b>
<b>2.2 Equipamentos</b>										
2.2.1	E8891	Veículo leve picape 4x4 - 147 kW (sem motorista)	hora	1	8	40	-	80,19	R\$ 25.660,80	R\$ 37.169,67
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 25.660,80</b>	<b>R\$ 37.169,67</b>
<b>2.3 Serviços</b>										
2.3.1	Cotação	Análise de qualidade da água - CONAMA 357/2005	amostra	40	Semestral	2	-	2558,50	R\$ 102.340,00	R\$ 148.239,49
2.3.2	Cotação	Análise de qualidade dos sedimentos - CONAMA 454/2012	amostra	40	Semestral	2	-	1671,00	R\$ 66.840,00	R\$ 96.817,74
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 169.180,00</b>	<b>R\$ 245.057,23</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 244.385,02</b>	<b>R\$ 353.991,70</b>
<b>TOTAL VIDA ÚTIL</b>									<b>R\$ 5.132.085,38</b>	<b>R\$ 7.433.825,68</b>

Fonte: DNIT (2023).

Elaboração própria.

### **7.2.2.3. Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos**

A Tabela 92 resume os profissionais e equipamentos que deverão ser empregados no Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Hidrovia, o qual objetiva a elaboração e atualização do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS). Considerou-se a atuação de 1 (um) engenheiro ambiental durante 22 dias úteis, além da alocação de veículo por 5 (cinco) dias úteis para utilização em levantamento de campo. Ao todo, foram previstas renovações com a equipe responsável pela elaboração do PGRS, totalizando durante a vida útil da hidrovia 5 (cinco) renovações de contrato para possíveis atualizações.

Estima-se que anualmente o empreendimento deverá desembolsar R\$ 35.443,51, totalizando R\$ 177.217,53 ao longo da vida útil da hidrovia, ambos os valores considerando os custos já com BDI.

**Tabela 92. Custos e investimentos para execução do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos.**

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/dia	Nº dias/coletas por ano	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>3. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (PGRS)</b>										
<b>3.1 Mão de obra</b>										
3.1.1	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	1	8	22	21.261,51	120,80	R\$ 21.261,51	R\$ 30.797,30
<b>SUBTOTAL</b>									R\$ 21.261,51	R\$ 30.797,30
<b>3.2 Equipamentos</b>										
3.2.1	E8891	Veículo leve picape 4x4 - 147 kW (sem motorista)	hora	1	8	5	-	80,19	R\$ 3.207,60	R\$ 4.646,21
<b>SUBTOTAL</b>									R\$ 3.207,60	R\$ 4.646,21
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									R\$ 24.469,11	R\$ 35.443,51
<b>TOTAL VIDA ÚTIL</b>									R\$ 122.345,55	R\$ 177.217,53

Fonte: DNIT (2023).  
Elaboração própria.

#### **7.2.2.4. Programa de Prevenção de Riscos/Plano de Ação de Emergência**

Os custos e investimentos referentes ao Programa de Riscos/Plano de Ação de Emergência constam resumidos na Tabela 93. Alocou-se equipe formada por 1 (um) engenheiro de segurança do trabalho e 1 (um) técnico de segurança do trabalho, os quais serão responsáveis pela elaboração de Plano de Emergência.

De modo similar ao PGRS, foram previstas renovações de contrato com a equipe para possíveis alterações e/ou atualizações do respectivo plano, somando 5 (cinco) renovações durante a vida útil da hidrovia. Estima-se que sejam investidos anualmente e ao longo da vida útil do empreendimento, R\$ 44.352,21 e R\$ 221.761,04, respectivamente.



**Tabela 93. Custos e investimentos para execução do Programa de Prevenção de Riscos/Plano de Ação de Emergência.**

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias/coletas por ano	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>4. PROGRAMA DE PREVENÇÃO DE RISCOS/ PLANO DE AÇÃO EMERGÊNCIA</b>										
<b>4.1 Mão de obra</b>										
4.1.1	P9864	Engenheiro de segurança do trabalho	hora	1	8	20	21.076,52	119,75	R\$ 19.160,47	R\$ 27.753,94
4.1.2	P8151	Técnico de segurança do trabalho	hora	1	8	20	9.076,47	51,57	R\$ 8.251,34	R\$ 11.952,06
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 27.411,80</b>	<b>R\$ 39.706,00</b>
<b>4.2 Equipamentos</b>										
4.2.1	E8891	Veículo leve picape 4x4 - 147 kW (sem motorista)	hora	1	8	5	-	80,19	R\$ 3.207,60	R\$ 4.646,21
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 3.207,60</b>	<b>R\$ 4.646,21</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 30.619,40</b>	<b>R\$ 44.352,21</b>
<b>TOTAL VIDA ÚTIL</b>									<b>R\$ 153.097,02</b>	<b>R\$ 221.761,04</b>

Fonte: DNIT (2023).

Elaboração própria.

#### **7.2.2.5. Programa de Monitoramento dos Processos Erosivos**

O Programa de Monitoramento de Processos Erosivos contempla a alocação de profissionais do meio físico para fiscalização da ocorrência de processos erosivos nas margens da hidrovia. Ao todo foram alocados dois profissionais que realizarão a inspeção visual, por via terrestre e aquática, ao longo de 40 dias por ano. Deverá ser dada a prioridade à locais em que já há processos erosivos pronunciados na hidrovia. A Tabela 94 apresenta o resumo dos custos.

**Tabela 94. Custos e investimento referentes ao programa de monitoramento de processos erosivos.**

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias/coletas por ano	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DOS PROCESSOS EROSIVOS</b>										
<b>5.1 Mão de obra</b>										
5.1.1	P8181	Engenheiro agrimensor pleno	hora	1	8	40	21.647,07	122,99	R\$ 39.358,31	R\$ 57.010,51
5.1.2	P8080	Geólogo júnior	hora	1	8	40	19.021,88	108,08	R\$ 34.585,24	R\$ 50.096,71
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 73.943,55</b>	<b>R\$ 107.107,23</b>
<b>5.2 Equipamentos</b>										
5.2.1	E8891	Veículo leve picape 4x4 - 147 kW (sem motorista)	hora	1	8	40	-	80,19	R\$ 25.660,80	R\$ 37.169,67
5.2.2	E9536	Embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico - 30 kW	hora	1	8	40	-	39,84	R\$ 12.747,39	R\$ 18.464,60
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 38.408,19</b>	<b>R\$ 55.634,27</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 112.351,74</b>	<b>R\$ 162.741,49</b>
<b>TOTAL VIDA ÚTIL</b>									<b>R\$ 2.359.386,49</b>	<b>R\$ 3.417.571,33</b>

Fonte: DNIT (2023).  
Elaboração própria.

#### **7.2.2.6. Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social**

Para o programa de educação ambiental e comunicação social, considerou-se a atuação de 1 (um) engenheiro ambiental pleno, 1 (um) jornalista pleno e 1 (um) pedagogo pleno, os quais devem despender esforços durante todo o ano, somando 15 dias úteis de trabalho. Além disso, incluiu-se também custo para aluguel de veículo, o qual poderá ser utilizado para realização dos programas contemplados. A equipe deverá elaborar e implementar o plano, que será realizado pela equipe de gestão ambiental. Este deverá ser revisado/revisto à cada 5 anos.

A Tabela 95 resume os custos envolvidos para execução do programa de monitoramento da qualidade da água e de sedimentos. Ao ano, estima-se custo com BDI de R\$ 39.989,26 ao ano e R\$ 199.946,28 ao longo da vida útil da hidrovía.



**Tabela 95. Custos e investimento referentes aos programas de educação ambiental e comunicação social.**

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias/coletas por ano	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>6. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E COMUNICAÇÃO SOCIAL</b>										
<b>6.1 Mão de obra</b>										
6.1.1	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	1	8	15	21.261,51	120,80	R\$ 14.496,48	R\$ 20.998,16
6.1.2	P8093	Jornalista Pleno	hora	1	8	15	7.684,77	43,66	R\$ 5.239,62	R\$ 7.589,58
6.1.3	P8130	Pedagogo pleno	hora	1	8	15	6.840,03	38,86	R\$ 4.663,66	R\$ 6.755,31
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 24.399,76</b>	<b>R\$ 35.343,05</b>
<b>6.2 Equipamentos</b>										
6.2.1	E8891	Veículo leve picape 4x4 - 147 kW (sem motorista)	hora	1	8	5	-	80,19	R\$ 3.207,60	R\$ 4.646,21
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 3.207,60</b>	<b>R\$ 4.646,21</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 27.607,36</b>	<b>R\$ 39.989,26</b>
<b>TOTAL VIDA ÚTIL</b>									<b>R\$ 138.036,78</b>	<b>R\$ 199.946,28</b>

Fonte: DNIT (2023).  
Elaboração própria.

#### **7.2.2.7. Programa de Monitoramento de Dragagem**

O programa de monitoramento ambiental de dragagem contempla a alocação de profissionais para realizar o acompanhamento de possíveis dragagens de manutenção que venham a ocorrer ao longo do ano e na vida útil da concessão da hidrovia. Estes profissionais acompanharão os serviços de dragagem de forma embarcada, avaliando a evolução das plumas de sedimento *in loco*. Ao todo foram previstos 60 dias ao ano de monitoramento. A Tabela 96 apresenta o resumo dos custos e investimentos deste programa.

**Tabela 96. Resumo de custos de investimentos do programa de monitoramento de dragagens.**

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias/coletas por ano	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>7. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA DRAGAGEM</b>										
<b>7.1 Mão de obra</b>										
7.1.1	P8118	Oceanógrafo pleno	hora	1	8	60	11.946,72	67,88	R\$ 32.581,96	R\$ 47.194,97
7.1.2	P8081	Geólogo pleno	hora	1	8	60	21.679,83	123,18	R\$ 59.126,81	R\$ 85.645,18
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 91.708,77</b>	<b>R\$ 132.840,16</b>
<b>7.2 Equipamentos</b>										
7.2.1	E8891	Veículo leve picape 4x4 - 147 kW (sem motorista)	hora	1	8	60		80,19	R\$ 38.491,20	R\$ 55.754,50
7.2.2	E9536	Embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico - 30 kW	hora	1	8	60		39,84	R\$ 19.121,09	R\$ 27.696,90
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 57.612,29</b>	<b>R\$ 83.451,40</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 149.321,06</b>	<b>R\$ 216.291,56</b>
<b>TOTAL VIDA ÚTIL</b>									<b>R\$ 3.135.742,28</b>	<b>R\$ 4.542.122,69</b>

Fonte: DNIT (2023). Elaboração própria.

### 7.2.3. Projeto de revitalização da Bacia do Rio Parnaíba

A Tabela 97 apresenta o resumo dos custos operacionais do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba. Ao longo da vida útil da concessão é prevista a manutenção das ações já previstas na implantação do projeto e a sua expansão gradativa dependendo do eixo temático. As premissas adotadas encontram-se na Tabela 98 junto do OPEX anual médio para cada eixo temático. Vale ressaltar que os custos adotados tem como base os já delineados na fase de CAPEX do projeto detalhados nos cadernos específicos do Projeto de Revitalização

**Tabela 97. Resumo dos custos operacionais do projeto de revitalização.**

Eixo	Total vida útil (R\$)
Educação ambiental	R\$ 39.507.700,40
Recuperação de nascentes	R\$ 19.491.911,90
Esgotamento sanitário	R\$ 20.909.490,50
Abastecimento de água	R\$ 16.450.102,20
Qualidade da água	R\$ 8.862.160,79
Regularização/fiscalização	R\$ 31.114.270,98
Gerenciamento de dragagens/derrocamento	R\$ 74.159.965,76
Recomposição florestal	R\$ 293.739.766,61
<b>TOTAL CONCESSÃO (R\$)</b>	<b>R\$ 504.235.369,14</b>
<b>MÉDIA ANUAL (R\$)</b>	<b>R\$ 24.011.208,05</b>

Elaboração própria.



**Tabela 98. Premissas adotadas para expansão do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba.**

Eixo	Premissa	Custo anual médio (R\$)
Educação ambiental	- Manutenção das ações de educação ambiental em todos os 24 municípios previstos no projeto.	R\$ 1.881.319,07
Recuperação de nascentes	- 10% do custo de recuperação para manutenção; - Realização de ações de conscientização ambiental; - Recuperação de mais 05 (cinco) nascentes a partir do ano 5 de concessão; - Recuperação de mais 05 (cinco) nascentes a partir do ano 10 de concessão; - Recuperação de mais 05 (cinco) nascentes a partir do ano 15 de concessão.	R\$ 928.186,28
Esgotamento sanitário	- Construção de 50 fossas sépticas por ano, contemplando todos os 24 municípios da área de influência.	R\$ 995.690,02
Abastecimento de água	- Construção de 10 cisternas por ano.	R\$ 783.338,20
Qualidade da água	- Manutenção dos pontos de monitoramento ao longo de toda a concessão.	R\$ 422.007,66
Regularização/fiscalização	- Ampliação das ações de regularização/fiscalização para todos os 24 municípios da área de influência.	R\$ 1.481.631,95
Gerenciamento de dragagens/derrocamento	- Manutenção das ações de gerenciamento ao longo de toda a concessão.	R\$ 3.531.426,94
Recomposição florestal	- 10% do custo de recuperação para manutenção; - Realização de ações de conscientização ambiental; - Mais 470 hectares de recuperação entre anos 11 e 15 de concessão.	R\$ 13.987.607,93
<b>TOTAL ANUAL (R\$)</b>		<b>R\$ 24.011.208,05</b>

Elaboração própria.

## 8. CUSTOS TOTAIS DO EMPREENDIMENTO

Com base nos custos informados, o custo total do empreendimento é de R\$ 846.395.591,33, conforme pode ser observado na tabela seguinte.

**Tabela 99. Custos totais da hidrovía**

		PLANILHA DE ORÇAMENTO ESTIMATIVO	
Item	Descrição	Tempo de execução (meses)	Custo (R\$)
1	Dragagens	46	441.271.280,64
2	Derrocagens	43	243.119.216,85
3	Balizamento e sinalização	24	10.250.103,83
4	Programa de monitoramento	24	5.280.074,46
5	Custos ambientais	46	146.474.915,55
<b>CT</b>	<b>Custo Total:</b>		<b>846.395.591,33</b>

Fonte: Elaboração própria

### 8.1. Cronograma de obras e de desembolso

O prazo total de implantação do empreendimento é de 66 meses, sendo que o período para as obras da hidrovía é de 43 meses, data no qual as operações poderão ter início. O restante do prazo corresponde a desmobilização das equipes e início do programa de monitoramento. O Anexo Q traz o cronograma físico financeiro do empreendimento.

### 8.2. Custos operacionais

Os custos operacionais aqui mencionados referem-se aos custos necessários para manutenção das operações na hidrovía. Assim, o valor total do OPEX refere-se aos seguintes custos:

- Dragagens de manutenção;
- Monitoramento, manutenção e recuperação do balizamento e sinalização;
- Programas ambientais;
- Administração da hidrovía.

Os valores totais para o horizonte de planejamento da hidrovía, ou seja, de 21 anos de operação (o prazo total é 25 anos, considerando 4 anos de obras) estão apresentados na Tabela 100, sendo que o Anexo R traz os valores específicos, apresentados anualmente.

**Tabela 100. Custos operacionais totais para a hidrovía**

		CUSTOS OPERACIONAIS	
Item	Descrição	Custo Total (R\$)*	Custo Anual Médio (R\$)
1	Dragagens de manutenção	463.334.844,67	22.063.564,03
2	Balizamento e sinalização	103.599.279,13	4.933.299,01
3	Custos ambientais	550.414.394,15	26.210.209,25
4	Administração da hidrovía	239.741.411,49	11.416.257,69
<b>CT</b>	<b>Custo Total</b>	<b>1.357.089.929,44</b>	<b>64.623.329,98</b>
<i>*Referentes a todo o período da concessão</i>			

Os custos com as dragagens de manutenção, com manutenção do balizamento e sinalização e ambientais já foram apresentados nas seções 4.8.6 e 6.5, respectivamente, sendo que os demais são apresentados nas duas seções seguintes.

#### 8.2.1. Administração da hidrovía

Para a administração da hidrovía, considerou-se três unidades locais, sendo cada uma composta pelo seguinte quadro de profissionais:

- 01 Engenheiro supervisor;
- 01 Técnico de meio ambiente;
- 01 Engenheiro auxiliar;
- 02 pilotos fluviais;
- 02 motoristas de veículos leves;
- 05 auxiliares administrativos;
- 01 Faxineiro.

Além dos custos com mão de obra, considerou-se os custos com equipamentos e material de consumo e aluguel do espaço. O valor de BDI é o mesmo considerado e apresentado na seção 6.4.

A composição unitária está apresentada no Anexo S, sendo que a Tabela 101 traz os custos totais de forma mensal e anual para a administração da hidrovía.

**Tabela 101. Custos mensais e anual para a administração da hidrovia**

Unidade local	Custo mensal (R\$)	Custo anual (R\$)
1	317.118,27	3.805.419,23
2	317.118,27	3.805.419,23
3	317.118,27	3.805.419,23
Total	951.354,81	11.416.257,69

Fonte: Elaboração própria



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento apresentou o projeto da Hidrovia do Rio Parnaíba, que contempla uma extensão de 949 quilômetros, entre o município de Uruçuí e o Porto de Luís Correia.

## REFERÊNCIAS

Abbas, M., Adil, M., Ehtisham-Ul-Haque, S., Munir, B., Yameen, M., Ghaffar, A., Shar, G., Tahir, M., & Iqbal, M. (2018). *Vibrio fischeri* bioluminescence inhibition assay for ecotoxicity assessment: A review. ***The Science of the total environment***, 626, 1295-1309 . <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.066>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Série Histórica por Estação**. 2023. Disponível em: <https://dadosabertos.ana.gov.br/documents/fb3426be2d4a4f9abfa90fb87b30bd4f/explora>. Acesso em: 31 out. 2023

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Sistema de Informações Hidrológicas - Hidroweb**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 26 jun. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Base de outorgas emitidas**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/outorga/base-de-outorgas-emitidas>. Acesso em: 27 jun. 2024.

ALLONDA. **Draga: conheça diferentes equipamentos**. Disponível em: <https://allonda.com/blog/gestao-de-residuo/draga-conheca-diferentes-equipamentos/>. Acesso em: janeiro de 2024

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15350:2020. **Ecotoxicologia aquática** — Toxicidade crônica — Método de ensaio com ouriço-do-mar (*Echinometra lucunter*). Rio de Janeiro, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15411-3:2012. **Ecotoxicologia aquática** — Determinação do efeito inibitório de amostras de água sobre a luz emitida por *Vibrio fischeri* (Ensaio de bactéria luminescente) — Parte 3: Método de ensaio com amostras de sedimento. Rio de Janeiro, 2012.

Associação Mundial de Infraestrutura de Transporte Aquaviário - PIANC. **Harbour Approach Channels Designs Guideline** – Report nº 121 – 2014. 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Resolução CONAMA nº 420 de 28, de dezembro de 2009. Brasília, **Diário Oficial da União**, Nº249, de 30 dez. 2009. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=111046>. Acesso em: 08 jan. 2024

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 4.340 de 22 de Agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 23 ago. 2002. 2002. Disponível em:

[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4340.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4340.htm). Acesso em: 02 dez. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 6.848 de 14 de maio de 2009. Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto no 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 15 maio de 2009. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6848.htm#art2](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Decreto/D6848.htm#art2). Acesso em: 02 dez. 2021.

BRASIL. Presidência da República. Resolução CONAMA nº 454 de 1 de novembro de 2012. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Disponível em: [https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/legislacao/22\\_CONAMA\\_454\\_2012.pdf](https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/legislacao/22_CONAMA_454_2012.pdf). Acesso em: 21 nov. 2023.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. ACÓRDÃO 2369/2011 – PLENÁRIO. Relator: MARCOS BEMQUERER. T.C.U., Sala das Sessões, em 31 de agosto de 2011. Disponível em: [https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/\\*/NUMACORDAO%253A2369%2520ANOACORDAO%253A2011%2520DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0/sinonimos%253Dfalse](https://pesquisa.apps.tcu.gov.br/documento/acordao-completo/*/NUMACORDAO%253A2369%2520ANOACORDAO%253A2011%2520DTRELEVANCIA%2520desc%252C%2520NUMACORDAOINT%2520desc/0/sinonimos%253Dfalse). Acesso em: 05 dez. 2023.

De Paula Filho, F. J., Marins, R. V., Santos, D. V., Pereira Junio, R. F., Menezes, J. M. C., da Gastão, F. G. C., ... Teixeira, R. N. P. (2021). *Assessment of heavy metals in sediments of the Parnaíba River Delta in the semi-arid coast of Brazil*. **Environmental Earth Sciences**, 80(4). doi:10.1007/s12665-021-09456-2

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) - A. **Tabela de Preços de Consultoria** - julho 2023. [S. L.], 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva/tabela-de-precos-de-consultoria-resolucao-no-11-2020/tabela-de-consultoria/2023/julho/julho-2023>. Acesso em: 06 nov. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT) - B. **Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO): Nordeste - PIAUI** - julho 2023. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro\\_antiga/nordeste/piaui/2023/julho/julho-2023](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro_antiga/nordeste/piaui/2023/julho/julho-2023). Acesso em: 06 nov. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Tabela de Preços de Consultoria** - Resolução nº 11/2020: Outubro 2021. [S. L.], 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva/tabela-de-precos-de-consultoria-resolucao-no-11-2020/tabela-de-consultoria/2021/outubro/outubro-2021>

[consultoria-resolucao-no-11-2020/bdi-tabela-de-consultoria/anexo-bdi-tabela-de-precos-de-consultoria\\_202](#). Acesso em: 18 out. 2023.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Atlas Aquaviário**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/atlas-aquaviario/>. Acesso em: 19 set. 2023.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Estudos De Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental – EVTEA** e os Projetos Básico e Executivo de Engenharia, de Sinalização, de margem, de Balizamento, de Dragagem e Derrocamento da Hidrovia Do Rio Parnaíba. 2014.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Custos Rodoviários**. Volume 1. Metodologia e conceitos. 2003. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/sicro2/manual-de-custos-rodoviaros/ManualdeCustosSicro2Vol.1MetodologiaeConceitos.pdf> Acesso em: fevereiro de 2024

ECT Marine. **Water Injection Dredger**. Disponível em: <https://www.ectmarine.com/water-injection-dredger/> Acesso em: janeiro de 2024

EMBRAPA. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 1996. 84 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330369>. Acesso em: 27 jun. 2024.

FAZCOMEX. **Entenda o que é o calado do navio**. 2023. Disponível em: <https://www.fazcomex.com.br/comex/calado-do-navio-o-que-e/>. Acesso em: 01 dez. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Banco de Dados Meteorológicos do INMET (BDMEP)**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/#>. Acesso em: 26 jun. 2024.

Islam, S., Ahmed, K., Raknuzzaman, M., Mamun, H., & Islam, M. (2015). Heavy metal pollution in surface water and sediment: A preliminary assessment of an urban river in a developing country. **Ecological Indicators**, 48, 282-291. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2014.08.016>.

Japan International Cooperation Agency – JICA. Final Report – **The feasibility study on the navigation of the Parnaíba River Basin**. 1995.



---

Marinha do Brasil. **NORMAM-17/DPC**. 2021. Disponível em: [https://www.marinha.mil.br/dhn/sites/www.marinha.mil.br.dhn/files/normam/NORMAM-17-REV5\\_0.pdf](https://www.marinha.mil.br/dhn/sites/www.marinha.mil.br.dhn/files/normam/NORMAM-17-REV5_0.pdf). Acesso em: 21 set. 2023.

Marinha do Brasil. **NORMAM-33/DPC** – Normas da Autoridade Marítima para Implantação e Operação de Sistemas para Determinação de Folga Dinâmica Abaixo da. 2021. Disponível em: [https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/Normam33\\_0.pdf](https://www.marinha.mil.br/dpc/sites/www.marinha.mil.br.dpc/files/Normam33_0.pdf). Acesso em: 01 dez. 2023.

Ministério dos Transportes. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Sistema de Custos**. SICRO. Piauí. Julho de 2023. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro\\_antiga/nordeste/piaui/2023/julho/julho-2023](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro_antiga/nordeste/piaui/2023/julho/julho-2023) Acesso em: janeiro de 2024

Porto e Navios. **Draga ‘Backhoe’ opera 24 horas no Porto de Itajaí**. 04/07/2019. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/draga-backhoe-opera-24-horas-no-porto-de-itajai> Acesso em: fevereiro de 2024

RAMOS, Isaac. **O que é o Bow Thruster?**. Disponível em: [https://www.linkedin.com/posts/isaacramosserafim\\_o-que-%C3%A9-o-bow-thruster-um-bow-thruster-activity-7098767797635158016-KSPk/?originalSubdomain=pt](https://www.linkedin.com/posts/isaacramosserafim_o-que-%C3%A9-o-bow-thruster-um-bow-thruster-activity-7098767797635158016-KSPk/?originalSubdomain=pt) Acesso em: janeiro de 2024

RIBEIRO, E. S. **Diretrizes para a Determinação do Comboio Tipo de uma Via Navegável**. Tese de Doutorado – Pós-Graduação em Ciências, Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica: São Paulo, 2021.

SAATY, T. L. (2005). Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks. Pittsburgh: **RWS Publications**.

SAATY, T. L. How to make a decision: the analytic hierarchy process. **European Journal Of Operational Research**, [S.L.], v. 48, n. 1, p. 9-26, set. 1990. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217\(90\)90057-j](http://dx.doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-j).

SANTOS, J. T. A. N. CARDOSO, P. MOITA, M. H. V. **Análise envoltória de dados como mecanismos de avaliação e monitoramento do desempenho do programa de manutenção de hidrovias interiores**. 2012. Sociedade Brasileira de Planejamento dos Transportes, Revista de Literatura dos Transportes, p, vol. 5, n. 4, pp. 88-102. Disponível

em: <https://www.scielo.br/j/jtl/a/7G9WncFc5xMqMKrvy8jwVzL/?format=pdf&lang=pt>.  
Acesso em: 18 set. 2023.

SCAVE. **Escavadeira com martelo hidráulico.** Disponível em:  
<https://scave.com.br/project/escavadeira-com-martelo-hidraulico/> Acesso em:  
fevereiro de 2024

SILVA, P. J. **Canais navegáveis, parâmetros e critérios de dimensionamento.** 9º seminário de Transporte e Desenvolvimento Hidroviário Interior. 2015. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/282443781\\_CANAIS\\_NAVEGAVEIS\\_PARAMETROS\\_E\\_CRITERIOS\\_DE\\_DIMENSIONAMENTO](https://www.researchgate.net/publication/282443781_CANAIS_NAVEGAVEIS_PARAMETROS_E_CRITERIOS_DE_DIMENSIONAMENTO). Acesso em: 30 nov. 23.

TCU. Tribunal de Contas da União. **Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas.** Disponível em:  
[https://portal.tcu.gov.br/data/files/BF/21/7F/EE/965EC710D79E7EB7F18818A8/Orientacoes\\_elaboracao\\_planilhas\\_orcamentarias\\_obras\\_publicas.PDF](https://portal.tcu.gov.br/data/files/BF/21/7F/EE/965EC710D79E7EB7F18818A8/Orientacoes_elaboracao_planilhas_orcamentarias_obras_publicas.PDF) Acesso em: janeiro de 2024

United States Army Corps of Engineers – USACE. **Hydraulic Design of Deep-Draft Navigation Projects** - EM 1110-2-1613. 2006. Disponível em: [https://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerManuals/EM\\_1110-2-1613.pdf](https://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerManuals/EM_1110-2-1613.pdf). Acesso em: 30 nov. 2023.

Zhang, G., Bai, J., Xiao, R., Zhao, Q., Jia, J., Cui, B., & Liu, X. (2017). Heavy metal fractions and ecological risk assessment in sediments from urban, rural and reclamation-affected rivers of the Pearl River Estuary, China. **Chemosphere**, 184, 278-288 . <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.05.155>.

## LISTA DE SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EVTEA	Estudos de Viabilidade Técnica, Econômico-Financeira e Ambiental
FTL	Ferrovia Transnordestina Logística
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
MPA	Ministério de Portos e Aeroportos
MT	Ministério dos Transportes
SEMAR Piauí	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Piauí
TR	Termo de Referência
UHE	Usina Hidrelétrica
ZPE	Zona de Processamento de Exportação

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção de soja e milho nos Estados do MA, TO, PI e BA (MATOPIBA). .....	11
Figura 2. Localização dos pontos de medição da velocidade da corrente na hidrovia do rio Parnaíba. ....	16
Figura 3. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre o Terminal de Uruçuí (T07) e Uruçuí. ....	24
Figura 4. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Uruçuí e Porto Alegre do Piauí. ....	25
Figura 5. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Porto Alegre do Piauí e Guadalupe. ....	26
Figura 6. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Guadalupe e Floriano. ....	27
Figura 7. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Floriano e Amarante. ....	28
Figura 8. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Amarante e Palmeirais. ....	29
Figura 9. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Palmeirais até Nazária. ....	30
Figura 10. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Nazária e Teresina. ....	31
Figura 11. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Teresina e União. ....	32
Figura 12. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre União e Duque Bacelar. ....	33
Figura 13. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Duque Bacelar e Milagres do Maranhão. ....	34
Figura 14. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Milagres do Maranhão e Magalhães de Almeida. ....	35
Figura 15. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Magalhães de Almeida e Buriti dos Lopes. ....	36
Figura 16. Batimetria da hidrovia referente ao trecho entre Buriti dos Lopes e Ilha Grande. ....	37
Figura 17. Cotograma histórico para a estação de Uruçuí no período entre 1984 e 2021, Barão Grajaú no período entre 1983 e 2021 e Palmerais no período entre 1984 e 1996. ....	39
Figura 18. Comboio-tipo adotado .....	42
Figura 19. Representação 3D da embarcação-tipo .....	42
Figura 20. Definição de via navegável e canal .....	59
Figura 21. Seções transversais simétricas de canais de navegação .....	60



Figura 22. Dimensionamento da largura da hidrovia.....	63
Figura 23. Curvas em um canal.....	64
Figura 24. Conceitos relacionados ao calado e FAQ do navio.....	67
Figura 25. Fatores associados a profundidade do canal de acesso.....	68
Figura 26. Seções do canal de navegação. ....	71
Figura 27. Alternativas de traçado da hidrovia para chegada no Porto de Luís Correia.	73
Figura 28. Desenho do canal na Alternativa 1.....	77
Figura 29. Desenho do canal na Alternativa 2.....	78
Figura 30. Profundidades do rio Parnaíba (na seca) .....	80
Figura 31. Profundidades do rio Igaraçu (na cheia) .....	81
Figura 32. Curvas acentuadas na bifurcação do Parnaíba com o Igaraçu .....	82
Figura 33. Pontos de monitoramento de sedimentos. ....	91
Figura 34. Regime de chuvas observados na Estação A308-Parnaíba. ....	92
Figura 35. Regime de chuvas observado na Estação A318-Teresina. ....	92
Figura 36. Regime de chuvas observado na Estação A346-Uruçuí. ....	93
Figura 37. Regime de vazões observados na Estação nº 34219080.....	94
Figura 38. Exemplo de embarcação utilizada ao longo da amostragem.....	100
Figura 39. Amostrador do tipo Van Veen. ....	101
Figura 40. Frascos e recipientes de armazenamento.....	102
Figura 41. Ficha de cadeia de custódia.....	102
Figura 42. Ficha de recebimento. ....	103
Figura 43. Concentrações de alumínio, ferro, manganês e vanádio nas amostras de sedimento.....	108
Figura 44. Concentrações de Arsênio, Bário, Chumbo e Cobalto. ....	109
Figura 45. Concentrações de Cobre, Cromo, Fósforo, Níquel e Zinco. ....	110
Figura 46. Concentrações de Nitrogênio Kjeldahl e nítrico.....	111
Figura 47. Localização dos pontos com toxicidade medida. ....	114
Figura 48. Proposição inicial das áreas de bota-fora para reaproveitamento de material dragado advindo da execução dos serviços de dragagem e derrocamento no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI.....	118

Figura 49. Proposição inicial das áreas de bota-fora para reaproveitamento de material dragado advindo da execução dos serviços de dragagem e derrocamento no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI.....	119
Figura 50. Áreas selecionadas de bota-fora para reaproveitamento de material dragado advindo dos serviços de dragagem e derrocamento no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI.....	132
Figura 51. Áreas selecionadas de bota-fora para reaproveitamento de material dragado advindo dos serviços de dragagem e derrocamento no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI.....	133
Figura 52. Áreas prioritárias para uso benéfico de material dragado através da estabilização das margens no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI. ....	136
Figura 53. Áreas prioritárias para uso benéfico de material dragado através da estabilização das margens no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI. ....	137
Figura 54. Geologia do trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento de material dragado das obras de dragagem e derrocamento da hidrovía.....	140
Figura 55. Geologia do trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento de material dragado das obras de dragagem e derrocamento da hidrovía.....	141
Figura 56. Pedologia do trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento de material dragado das obras de dragagem e derrocamento da hidrovía.....	143
Figura 57. Pedologia do trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI, com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento de material dragado das obras de dragagem e derrocamento da hidrovía.....	144
Figura 58. Processos minerários presentes no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI. ....	147
Figura 59. Processos minerários presentes no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI.....	148
Figura 60. Usos identificados para os processos minerários presentes no rio Parnaíba (Uruçuí/PI – Luís Correia/PI).....	149

Figura 61. Substâncias identificadas para os processos minerários presentes no rio Parnaíba (Uruçuí/PI – Luís Correia/PI).....	149
Figura 62. Áreas protegidas entre o segmento de Uruçuí/PI – Teresina/PI, com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento de material dragado. ....	152
Figura 63. Áreas protegidas entre o segmento de Teresina/PI – Luís Correia/PI, com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento de material dragado. ....	153
Figura 64. Mapeamento dos pontos de pesca e embarcações no trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento de material dragado. ....	158
Figura 65. Mapeamento dos pontos de pesca e embarcações no trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI, com destaque para as áreas de bota-fora de reaproveitamento de material dragado. ....	159
Figura 66. Pesca no rio Parnaíba: em A) ponto de pesca com anzol, B) local para descanso dos pescadores, em C) criadouro em ripa de madeira e em D) individuo pescando no rio com canoa.....	161
Figura 67. Embarcações avistadas no rio Parnaíba: em A) e B) embarcações de madeira, em c) embarcação motorizada e em D) embarcações de médio porte atracadas próximas ao centro urbano. ....	162
Figura 68. Uso do solo nas proximidades do trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, com destaque para as áreas de disposição de material dragado com fins de reaproveitamento.....	164
Figura 69. Uso do solo nas proximidades do trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI, com destaque para as áreas de disposição de material dragado com fins de reaproveitamento.....	165
Figura 70. Patrimônio arqueológico e espeleológico no trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, com destaque para as áreas de bota-fora para reaproveitamento de material dragado. ....	173
Figura 71. Patrimônio arqueológico e espeleológico no trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI, com destaque para as áreas de bota-fora para reaproveitamento de material dragado.....	174
Figura 72. Dragagem autotransportadora de sucção e arrasto .....	191

Figura 73. Conjunto de equipamentos de dragagem, sendo escavadeira e batelão com autopropulsão .....	193
Figura 74. Sistema de dragagem por injeção de água Water Injection Dredger – WID .....	194
Figura 75. Croqui de draga de sucção e recalque .....	195
Figura 76. Draga de Sucção e recalque.....	198
Figura 77. Seção de cálculo de volume de derrocagem .....	226
Figura 78. Escavadeira hidráulica com martelo hidráulico .....	228
Figura 79. Escavadeira hidráulica operando em cima de flutuante .....	228
Figura 80. Conjunto flutuante, guindaste e carregadeira .....	229
Figura 81. Conjunto de equipamentos de derrocagem e embarcações de apoio .....	229
Figura 82. Carga de material derrocado, com guindaste e clam shell .....	230
Figura 83. Vista de material derrocado no flutuante .....	230
Figura 84. Sinalização náutica de obra de derrocagem.....	231
Figura 85. Área de despejo de material derrocado, junto as margens .....	231
Figura 86. Guincho pneumático .....	232
Figura 87. Escavação de material derrocado .....	232
Figura 88. Auxílios a navegação.....	252
Figura 89. Trechos 1 e 2 da hidrovia.....	253
Figura 90. Padrão de sinalização para margem direita .....	254
Figura 91. Padrão de sinalização para margem esquerda .....	255
Figura 92. Retângulo de Navegação e Canal de Navegação .....	256
Figura 93. Sinalização náutica complementar (margem direita) .....	257
Figura 94. Sinalização náutica complementar (margem esquerda).....	258



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Detalhamento dos pontos de medição de velocidade da corrente. ....	17
Tabela 2. Resumo dos resultados obtidos para as velocidades de corrente no rio Parnaíba. ....	18
Tabela 3. Estações fluviométricas selecionadas. ....	38
Tabela 4. Dimensão e características da embarcação-tipo adotada .....	41
Tabela 5. Valores de largura da faixa de manobra em função da condição de manobrabilidade .....	61
Tabela 6. Coeficientes de largura adicional para compensação de variáveis ambientais .....	61
Tabela 7. Larguras mínimas de um canal em função da boca da embarcação e condições de cruzamento. ....	63
Tabela 8. Determinação do raio da curva em função do ângulo de curvatura. ....	65
Tabela 9. Inclinação lateral recomendada por tipo de solo .....	69
Tabela 10. Classes de importância a serem atribuídas na avaliação AHP. ....	74
Tabela 11. Exemplo da matriz de comparação. ....	74
Tabela 12. Critérios e valoração - Engenharia. ....	75
Tabela 13. Ponderação qualitativa dos critérios entre alternativas- Engenharia. ....	76
Tabela 14. Indicadores finais de priorização dos critérios - Engenharia. ....	76
Tabela 15. Estimativa de tempos de navegação por alternativa .....	83
Tabela 16. Critérios e valoração - Socioambiental. ....	84
Tabela 17. Categorização dos critérios para aplicação do método AHP - Socioambiental. ....	84
Tabela 18. Ponderação qualitativa dos critérios entre alternativas - Socioambiental. .	85
Tabela 19. Indicadores finais de priorização dos critérios - Socioambiental. ....	85
Tabela 20. Classificação do porte dos municípios .....	86
Tabela 21. Índice de prioridade final dos métodos AHP aplicados. ....	87
Tabela 22. Período de coleta de amostras de sedimento. ....	89
Tabela 23. Parâmetros avaliados no levantamento de sedimentos. ....	95
Tabela 24. Características dos testes de ecotoxicidade do sedimento. ....	98
Tabela 25. Resultados da análise granulométrica das amostras de sedimento. ....	104
Tabela 26. Valores de comparação para parâmetros físico-químicos. ....	105

---

Tabela 27. Coeficientes ecotoxicológicos determinados para cada amostra de sedimento.....	112
Tabela 28. Critérios utilizados na aplicação do método AHP para seleção de áreas de bota-fora para fins benéficos. ....	120
Tabela 29. Matriz de comparação par a par.....	121
Tabela 30. Resumo das bases de dados geoespaciais e valoração adotada para cada um dos critérios. ....	122
Tabela 31. Faixas de distâncias adotadas para os trechos no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI.....	123
Tabela 32. Faixas de distâncias adotadas para os trechos no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI.....	123
Tabela 33. Resumo dos resultados da aplicação do método AHP para seleção das áreas de bota-fora no segmento entre Uruçuí/PI e Teresina/PI. ....	125
Tabela 34. Resumo dos resultados da aplicação do método AHP para seleção das áreas de bota-fora no segmento entre Teresina/PI e Luís Correia/PI. ....	127
Tabela 35. Localização dos pontos de alocação de material dragado para fins benéficos. ....	131
Tabela 36. Possibilidades de usos benéficos para materiais dragados.....	134
Tabela 37. Características das áreas prioritárias para estabilização.....	138
Tabela 38. Fase dos processos minerários presentes no rio Parnaíba no trecho de Uruçuí/PI – Teresina/PI.....	150
Tabela 39. Fase dos processos minerários presentes no rio Parnaíba no trecho de Teresina/PI – Luís Correia/PI. ....	150
Tabela 40. Detalhamento das Comunidades Remanescentes próximas às áreas de bota-fora para reaproveitamento.....	154
Tabela 41. Detalhamento dos assentamentos rurais localizados nas proximidades das áreas de bota-fora para reaproveitamento do material dragado – segmento entre Uruçuí/PI e Teresina/PI.....	155
Tabela 42. Detalhamento dos assentamentos rurais localizados nas proximidades das áreas de bota-fora para reaproveitamento do material dragado – segmento entre Teresina/PI e Luís Correia/PI. ....	155

Tabela 43. Instrumentos normativos de ordenamento no trecho da hidrovía entre Uruçuí/PI – Luís Correia/PI. ....	166
Tabela 44. Zoneamento urbano do município de Floriano/PI. ....	167
Tabela 45. Macrozoneamento e zoneamento do município de Uruçuí.....	168
Tabela 46. Zoneamento urbano do município de União/PI. ....	170
Tabela 47. Detalhamento dos sítios arqueológicos próximos ao bota-fora A57, em Teresina .....	175
Tabela 48. Critérios associados às pontuações dos impactos ambientais.....	177
Tabela 49. Pontuações associadas a probabilidade de ocorrência do impacto ambiental. ....	177
Tabela 50. Matriz de risco. ....	177
Tabela 51. Matriz de riscos e impactos mais significantes para os serviços de dragagem e derrocamento por área de bota-fora para reaproveitamento de material (trecho Uruçuí/PI – Teresina/PI). ....	178
Tabela 52. Matriz de riscos e impactos mais significantes para os serviços de dragagem e derrocamento por área de bota-fora para reaproveitamento de material (trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI). ....	180
Tabela 53. Matriz de impactos dos serviços de dragagem e derrocamento no trecho entre Uruçuí/PI – Teresina/PI, com especificações das áreas de bota-fora para reaproveitamento propostas. ....	182
Tabela 54. Matriz de impactos dos serviços de dragagem e derrocamento no trecho entre Teresina/PI – Luís Correia/PI, com especificações das áreas de bota-fora para reaproveitamento propostas. ....	186
Tabela 55. Volumes de dragagem do rio Parnaíba: Uruçuí - Teresina .....	195
Tabela 56. Volumes de dragagem do rio Parnaíba: Teresina – Luís Correia .....	196
Tabela 57. Estações fluviométricas consideradas .....	197
Tabela 58. Regime do trabalho adotado em relação ao tempo.....	198
Tabela 59. Operação de dragagem em relação ao tempo e tipo de solo .....	199
Tabela 60. Coeficientes dos equipamentos utilizados na dragagem .....	212
Tabela 61. BDI das obras de dragagem .....	214
Tabela 62. BDI da mobilização e desmobilização .....	215
Tabela 63. Planilha de orçamento estimativo - dragagem.....	217

Tabela 64. BDI do programa de monitoramento .....	221
Tabela 65. Planilha de orçamento estimativo – Programa de monitoramento.....	222
Tabela 66. Volumes de derrocagem do rio Parnaíba: Uruçuí - Teresina .....	224
Tabela 67. Volume de derrocagem do rio Parnaíba: Teresina – Luís Correia .....	225
Tabela 68. Volume de derrocagem por categoria do material .....	226
Tabela 69. Regime do trabalho adotado em relação ao tempo - Derrocagem .....	233
Tabela 70. Operação de dragagem em relação ao tempo e tipo de solo .....	233
Tabela 71. Coeficientes dos equipamentos utilizados na dragagem .....	247
Tabela 72. BDI das obras de derrocagem .....	248
Tabela 73. BDI da mobilização e desmobilização .....	249
Tabela 74. Planilha de orçamento estimativo - derrocagem .....	251
Tabela 75. Relação de pontes e dimensões do retângulo de navegação .....	255
Tabela 76. Características do material de fundeio .....	258
Tabela 77. Características das lanternas .....	259
Tabela 78. BDI das obras de balizamento e sinalização .....	259
Tabela 79. Planilha de orçamento estimativo – balizamento e sinalização.....	261
Tabela 80. CAPEX Resumido – Meio Ambiente.....	264
Tabela 81. Taxas de licenciamento ambiental e compensação ambiental.....	265
Tabela 82. Elaboração de EIA/RIMA – trecho 5. ....	266
Tabela 83. Elaboração de PBA e Supervisão Ambiental – trecho 5. ....	268
Tabela 84. Elaboração de EIA/RIMA – trecho 6. ....	270
Tabela 85. Elaboração de PBA e Supervisão Ambiental – trecho 6. ....	272
Tabela 86. Resumo de custos de implantação do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba.....	274
Tabela 87. Resumo dos custos operacionais ambientais.....	274
Tabela 88. Resumo dos custos atrelados ao licenciamento ambiental da hidrovia. ....	275
Tabela 89. Resumo dos custos e investimentos a serem alocados para execução dos planos e programas ambientais. ....	276
Tabela 90. Custos e investimentos para execução do Programa de Gestão Ambiental. ....	278
Tabela 91. Custos e investimentos para execução do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Sedimentos. ....	280



Tabela 92. Custos e investimentos para execução do Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. ....	282
Tabela 93. Custos e investimentos para execução do Programa de Prevenção de Riscos/Plano de Ação de Emergência.....	284
Tabela 94. Custos e investimento referentes ao programa de monitoramento de processos erosivos.....	286
Tabela 95. Custos e investimento referentes aos programas de educação ambiental e comunicação social.....	288
Tabela 96. Resumo de custos de investimentos do programa de monitoramento de dragagens. ....	290
Tabela 97. Resumo dos custos operacionais do projeto de revitalização. ....	291
Tabela 98. Premissas adotadas para expansão do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba.....	292
Tabela 99. Custos totais da hidrovia .....	293
Tabela 100. Custos operacionais totais para a hidrovia.....	294
Tabela 101. Custos mensais e anual para a administração da hidrovia.....	295

## **ANEXO A: VELOCIDADE DAS CORRENTES**

## **ANEXO B: LEVANTAMENTOS BATIMÉTRICOS**

## **ANEXO C: PROJETO GEOMÉTRICO DO CANAL**



## **ANEXO D: COMBOIO-TIPO DO PROJETO**

## **ANEXO E: CURVAS COM RAIOS REDUZIDOS NO RIO IGARAÇU**

## ANEXO F: FICHAS DE CUSTÓDIA

## **ANEXO G: FICHAS DE RECEBIMENTO**



## ANEXO H: LAUDOS

## **ANEXO I: PROJETO DE DRAGAGEM**

## **ANEXO J: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS - DRAGAGEM**

## **ANEXO K: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS – PROGRAMA DE MONITORAMENTO**



## **ANEXO L: PROJETO DE DERROCAGEM**

## **ANEXO M: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS - DERROCAGEM**

## **ANEXO N: PROJETO DE BALIZAMENTO E SINALIZAÇÃO**

## **ANEXO O: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS - BALIZAMENTO E SINALIZAÇÃO**



**ANEXO P: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS –  
BALIZAMENTO E SINALIZAÇÃO**

**ANEXO Q: CRONOGRAMA FÍSICO FINANCEIRO DO  
EMPREENDIMENTO**

## **ANEXO R: CRONOGRAMA ANUAL DOS CUSTOS OPERACIONAIS**

**ANEXO S: COMPOSIÇÃO DOS CUSTOS OPERACIONAIS –  
ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA**