

**APÊNDICE I – EIXOS TEMÁTICOS SOCIOAMBIENTAIS**



# PROJETO DO GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ PARA REVITALIZAÇÃO AMPLA DO RIO PARNAÍBA

Aplicação de Recursos da Lei  
14.182/2021 previstos para a Bacia  
do São Francisco e Parnaíba

## EIXO 1: EDUCAÇÃO AMBIENTAL

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVO .....	4
3. JUSTIFICATIVA.....	5
4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL.....	6
5. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL .....	10
5.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA E PÚBLICO-ALVO .....	10
5.2. AÇÕES EDUCATIVAS.....	18
5.3. MATERIAL EDUCATIVO .....	21
5.4. COMUNICAÇÃO SOCIAL .....	22
6. INDICADORES E METAS .....	24
7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO .....	25
7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR.....	25
7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	26
8. REFERÊNCIAS.....	29
9. LISTA DE FIGURAS.....	31
10. LISTA DE TABELAS .....	32
11. LISTA DE SIGLAS.....	33



## 1. INTRODUÇÃO

A educação ambiental é definida pela Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 em seu Art. 1º como (BRASIL, 1999):

*Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999)."*

No âmbito dos recursos hídricos, a educação ambiental é parte integrante dos processos de formação dos stakeholders envolvidos e tem papel crucial na promoção da conservação e revitalização de recursos hídricos pois aumenta a conscientização ambiental, o conhecimento e o engajamento da comunidade envolvida e usuária dos recursos hídricos nas ações e práticas de gestão da água. Um melhor entendimento dos fatores que causam variações na qualidade da água, por exemplo, tende a causar maior reflexão nos indivíduos sobre suas ações individuais para mitigação de impactos em recursos hídricos (NATION et al., 2020).

Além disso, a educação ambiental quando aplicada a recursos hídricos promove, dentre outros fatores, a conservação de recursos por meio do engajamento entre stakeholders e aumento da responsabilidade socioambiental dos envolvidos, gerando um senso de pertencimento e de compromisso para com o meio ambiente e a água (ARDOIN; BOWERS; GAILLARD, 2020). Portanto, pode-se dizer que a participação e o engajamento da sociedade/comunidade se tornam fundamentais para o sucesso da implementação de medidas de gestão de recursos hídricos (VON KORFF et al., 2012; DUNGUMARO; MADULU, 2003).

Nesse contexto, e em aderência às políticas setoriais de meio ambiente e arcabouço legal e normativo voltado à preservação e revitalização de recursos hídricos, o eixo de educação ambiental do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba será a principal ferramenta de difusão de conhecimento e engajamento da sociedade para com os desafios a serem enfrentadas para a sua revitalização e conservação. Mais do que isso, através dele serão concentrados os esforços para conscientização da população acerca das ações realizadas ao longo dos outros 08 (oito) eixos temáticos do projeto, apresentando o cumprimento das metas estabelecidas e as informações inerentes a cada um deles.



## 2. OBJETIVO

O presente documento tem como objetivo discutir e detalhar as ações de educação ambiental e comunicação social previstas no Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba e a finalidade de promover a elaboração, acompanhamento e divulgação das ações de recuperação e revitalização ambiental da bacia do Rio Parnaíba para promoção do engajamento com a sociedade e a prestação de contas das ações realizadas, de forma transparente e eficaz.

Partindo-se desses objetivos, as metodologias empregadas neste documento partem do uso de dados secundários obtidos em bases de dados oficiais e consolidados e nas experiências e percepções colhidas em campo pela equipe técnica do Consórcio Intermodal Piauí, responsável pelos estudos de viabilidade do Projeto Integrador Intermodal do Piauí, para delinear as ações de educação ambiental e comunicação a serem aplicadas na bacia.

### 3. JUSTIFICATIVA

A priorização dos recursos financeiros e ações a serem realizadas no âmbito do projeto, além de se sustentar nas prerrogativas da Lei nº 14.182/2021 e Decreto nº 10.838/2021, pauta-se pelas seguintes justificativas:

- Conscientização sobre o uso sustentável das águas da bacia hidrográfica: por meio da educação ambiental, leva-se a informação necessária para que se construa o entendimento de que a água é um recurso finito e fundamental para manutenção e prosperidade da vida no planeta. Através da exposição e ensino de técnicas e práticas sustentáveis nas diferentes esferas socioeconômicas, pode-se racionalizar o consumo e promover uma melhor gestão da água;
- Proteção e recuperação de nascentes, mata ciliar e áreas de recarga: a educação ambiental, promovendo o engajamento e conscientização junto à sociedade da importância das APPs, áreas de nascente e recarga, pode formar a consciência coletiva de que essas áreas são cruciais para a produção e manutenção da água na bacia;
- Participação comunitária e governamental na gestão de recursos hídricos: o incentivo à participação comunitária na gestão dos recursos hídricos da bacia tende a trazer à tona problemáticas cotidianas da bacia ao centro do debate, possibilitando que gestores públicos tomem decisões mais informadas sobre o direcionamento de esforços e recursos para promoção da revitalização e conservação da bacia hidrográfica como um todo;
- Fomento à prática de hábitos e atividades socioeconômicas sustentáveis: a promoção de alterações em práticas comportamentais, tanto individuais quanto coletivas, por meio de ações focadas em grupos de diferentes usuários dos recursos hídricos (sociedade civil, empresas e poder público) também pode beneficiar a gestão da água na bacia, seja pelo seu uso mais racional ou pela mitigação/diminuição da emissão de cargas poluidoras;
- Consolidação de legislação e políticas públicas específicas: o engajamento e formação da comunidade na temática de gestão da água gerará maior demanda e discussões a respeito do tema nos fóruns de discussões, governamentais ou não, voltados ao ordenamento e gestão de usos da água na bacia, como os Comitês de Bacia, Planos de Recursos Hídricos e outros.

#### 4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL

O eixo de educação ambiental do Projeto da Bacia do Rio Parnaíba possui aderência à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Plano de Ações do Plano Nacional de Recursos Hídricos ciclo 2022-2024, Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH) e Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí (PERH) (BRASIL, 1997, 2022, 2022; PIAUÍ, 2010), segundo apresenta a Tabela 1.

Ademais, também se adequa ao Decreto nº 10.835/2021, no seu Art. 3 (BRASIL, 2021):

*“Art. 3º São diretrizes para o planejamento e o desenvolvimento de ações de revitalização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas:*

*[...]*

*V - o combate à poluição dos recursos hídricos;*

*[...]*

*VII - a promoção das condições necessárias para disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos;*

*[...]*

*IX - a disseminação da informação, do conhecimento e das boas práticas de conservação da água e do solo para influenciar costumes, valores, atitudes e hábitos dos cidadãos e da sociedade em relação à importância dos recursos hídricos (BRASIL, 2021).”*



Tabela 1: Aderência do eixo de educação ambiental às políticas setoriais de recursos hídricos.

PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos	PNRBH	PERH
<p>Art.3º Diretrizes gerais:</p> <p>II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;</p> <p>III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;</p> <p>IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;</p> <p>V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;</p>	<p>Subprograma 1.4: Comunicação, Capacitação e Educação Ambiental para a Gestão de Recursos Hídricos</p>	<p>AT1.2: Componente de planejamento, monitoramento, gestão da informação e difusão de conhecimento</p> <p>AT2.2: Componente de Educação Ambiental</p>	<p>13.6.2 Programa de Educação Ambiental</p>

Fonte: Brasil (1997, 2022, 2022) e Piauí (2010).  
Elaboração própria.

Conforme mostra a Tabela 1, os Planos de Ações do Plano Nacional de Recursos Hídricos, PNRBH e PERH citam diretamente a educação ambiental como um de seus pilares. Sendo assim, abaixo segue um breve resumo de como esses instrumentos abordam a temática, em aderência com a proposta a ser apresentada no decorrer deste documento (BRASIL, 2022, 2022; PIAUI, 2010):

- Plano Nacional de Recursos Hídricos:
  - Subprograma 1.4:
    - Ação 1: elaborar plano de ações para a implementação de iniciativas de educação ambiental e capacitação em bacias compartilhadas, de forma integrada com a União, estados e municípios;
    - Ação 2: fomentar o planejamento e à implementação de 27 programações estaduais e distrital de capacitação para a gestão de recursos hídricos;
    - Ação 3: fomentar a incorporação da educação ambiental, com foco na temática da água, na educação formal, a partir do desenvolvimento de materiais pedagógicos e soluções educacionais sobre gestão de recursos hídricos voltados para a formação de professores, de gestores públicos e da comunidade escolar.
    - Ação 4: fomentar ações de ensino, pesquisa e extensão por meio de programas específicos aplicados à gestão e regulação de recursos hídricos, ciências ambientais e segurança de barragens;
    - Ação 5: Criar mecanismos para o fortalecimento da comunicação no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH e deste com a sociedade.
- PNRBH:
  - AT1.2 - Componente de planejamento, monitoramento, gestão da informação e difusão de conhecimento:
    - Ação: apoio e difusão de projetos de pesquisa e extensão voltados à revitalização de bacias hidrográficas incorporando SbN e a temática ambiental.
  - AT2.2 - Componente de Educação Ambiental:
    - Capacitação em boas práticas ambientais, privilegiando conservação do solo e da água, proteção de nascentes e recuperação de áreas de preservação permanente;
    - Elaboração de cartilhas com conceitos, orientações e exemplos voltadas à conservação da água e do solo e temas emergentes nas áreas prioritárias;
    - Apoiar estudos visando o desenvolvimento de iniciativas inovadoras em Educação Ambiental voltadas para a revitalização de bacias.
- PERH:
  - 13.6.2 Programa de Educação Ambiental:
    - Elaboração do Diagnóstico da Área do Estudo e do Programa de Educação Ambiental;
    - Sensibilização do Público-alvo;
    - Capacitação de produtores rurais nas práticas de uso e manejo conservacionista do solo da água e da vegetação;
    - Capacitação de professores e de multiplicadores ambientais;
    - Execução de palestras junto a escolas, agentes econômicos e setor saúde;

- Elaboração e Impressão de Cartilhas Educativas;
- Comunicação e mídia.



## 5. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Conforme já discutido, a educação ambiental possui poder de influenciar de forma substancial a forma como a sociedade enxerga os recursos hídricos na bacia da qual vivem e se inserem.

Sendo assim, tendo como objetivo a ampliação da conscientização ambiental da comunidade que vive e usufrui do Rio Parnaíba e, futuramente, da sua hidrovia, serão previstas atividades pedagógicas, palestras, elaboração e divulgação de material educativo afim de capacitar e informar os indivíduos, associações e órgãos públicos e privados sobre temas relacionados à conservação de recursos hídricos na Bacia do Rio Parnaíba. Os próximos capítulos detalharão a área de influência, público-alvo e as ações que vem ser realizadas.

### 5.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA E PÚBLICO-ALVO

A área de influência do Programa de Educação Ambiental, conforme definida no Caderno de Metodologias, contemplará os 24 municípios banhados diretamente pelo Rio Parnaíba, no trecho considerado viável para navegação no Projeto Integrador Intermodal do Piauí, contando-se com municípios tidos como “sede”, ou seja, centralizadores de ações e da logística para realização das atividades em cada Território de Desenvolvimento e outros tidos como “itinerantes”, nos quais as ações ocorrerão em forma de rodízio, para que todos sejam contemplados. A Figura 1 apresenta os municípios sede e itinerantes em cada Território de Desenvolvimento.

PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA  
PEA - Área de Influência

R. Lauro Linhares, 2123 - Sala 508  
Trindade, Florianópolis - SC, 88036-003  
(48) 99931.0580  
contato@ecprojetos.com.br

Av. Engenheiro Luís Carlos Berrini, 1748  
Brooklin, São Paulo - SP, 04571-000  
(11) 5501.0415  
contato@lawrs.com.br

Map showing the influence area (PEA) of the Parnaíba River Basin. The map displays the river network, major cities, and the influence area boundary. The map is oriented with North at the top. The map includes a legend, a scale bar, and a table of municipalities and their types.

Município	Tipo
Uruçuí	Sede
Teresina	Sede
Floriano	Sede
Parnaíba	Sede
Matias Olímpio	Itinerante
Campo Largo do Piauí	Itinerante
Madeiro	Itinerante
Guadalupe	Itinerante
Porto Alegre do Piauí	Itinerante
Amarante	Itinerante
Palmeirais	Itinerante
Antônio Almeida	Itinerante
União	Itinerante
Miguel Alves	Itinerante
Joca Marques	Itinerante
Luzilândia	Itinerante
Jerumenha	Itinerante
Nazária	Itinerante
Porto	Itinerante
Luís Correia	Itinerante
Ilha Grande	Itinerante
Murici dos Portelas	Itinerante
Joaquim Pires	Itinerante
Buriti dos Lopes	Itinerante

Convenções Cartográficas	Referências Cartográficas	Localização Regional	Projeto: PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA	
<div><div><div><div><div></div><div>Cidades</div></div><div><div></div><div>Afluentes</div></div><div><div></div><div>Hidrovia Uruçuí/Luís Correia</div></div><div><div></div><div>Bacias do Piauí</div></div><div><div></div><div>Municípios - MA</div></div><div><div></div><div>Unidades da Federação</div></div></div><div><div><div></div><div>Piauí</div></div><div><div></div><div>Área de influência:</div></div><div><div></div><div>Itinerante</div></div><div><div></div><div>Sede</div></div></div></div><div>Unidades da Federação (IBGE, 2021); Massas d'água (IBGE, 2021); Municípios (IBGE, 2021); Hidrovia (PIAUI, 2023);</div><div><div><div></div><div>Projeção transversa de Mercator</div><div>Datum: SIRGAS 2000</div></div><div><div>0</div><div>25</div><div>50 km</div></div></div><div><div><div><div><div></div><div>PA</div></div><div><div></div><div>MA</div></div><div><div></div><div>CE</div></div><div><div></div><div>RN</div></div><div><div></div><div>PB</div></div><div><div></div><div>PE</div></div><div><div></div><div>BA</div></div><div><div></div><div>TO</div></div></div><div><div><div></div><div>Luís Correia</div></div><div><div></div><div>Teresina</div></div><div><div></div><div>Uruçuí</div></div><div><div></div><div>Guadalupe</div></div></div></div></div><tr><td></td><td></td><td></td><td><div>Projeto: PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA</div><div>Título: PEA - Área de Influência</div><div><div>Elaboração: Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6</div><div>Responsável: Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6</div></div><div><div>Data de elaboração: 17/06/2024</div><div>Data de revisão: 17/06/2024</div></div><div><div>Revisão: 00</div><div>Nº OS: 11/2023</div><div>Folha: A3</div></div><div><div>Contratada: RSA</div><div>Contratante: GOVERNO DO PIAUÍ</div></div></td></tr></div>				<div>Projeto: PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA</div> <div>Título: PEA - Área de Influência</div> <div><div>Elaboração: Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6</div><div>Responsável: Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6</div></div> <div><div>Data de elaboração: 17/06/2024</div><div>Data de revisão: 17/06/2024</div></div> <div><div>Revisão: 00</div><div>Nº OS: 11/2023</div><div>Folha: A3</div></div> <div><div>Contratada: RSA</div><div>Contratante: GOVERNO DO PIAUÍ</div></div>
			<div>Projeto: PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA</div> <div>Título: PEA - Área de Influência</div> <div><div>Elaboração: Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6</div><div>Responsável: Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6</div></div> <div><div>Data de elaboração: 17/06/2024</div><div>Data de revisão: 17/06/2024</div></div> <div><div>Revisão: 00</div><div>Nº OS: 11/2023</div><div>Folha: A3</div></div> <div><div>Contratada: RSA</div><div>Contratante: GOVERNO DO PIAUÍ</div></div>	

O público-alvo das ações de educação ambiental voltadas à revitalização e conservação dos recursos hídricos da bacia deve se concentrar nas vertentes elencadas na Figura 2, buscando-se a integração entre os diferentes usuários e agentes decisórios no processo de gestão das águas na Bacia do Rio Parnaíba e o delineamento de ações/atividades que tenham aderência com as atividades exercidas por cada um, considerando-se a realidade da bacia hidrográfica. Esses agentes, além de participar das ações, podem ser multiplicadores de divulgação das atividades e temáticas, trazendo maior reconhecimento ao programa de educação ambiental e contribuindo assim para sua eficácia.

Figura 2: Público-alvo das ações de educação ambiental para gestão de recursos hídricos.



Elaboração própria.

Como sociedade civil, entende-se que devem ser contemplados usuários diretos e indiretos das águas do Rio Parnaíba, seja para consumo, por meio de rede de abastecimento urbano, poços de captação ou água da chuva, ou para subsistência como pescadores, ribeirinhos e assentados rurais. Além disso, devem ser convidados a participar das ações, as entidades representativas dos direitos humanos e ambientais e representantes dos fóruns de discussão para gestão da água, como o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba.

No setor produtivo, dá-se destaque à necessidade de articulação e parceria com as entidades representativas das empresas/indústrias de diversas tipologias de atividades econômicas exercidas nos Territórios de Desenvolvimento dos municípios selecionados (Tabela 2), como elencado abaixo:

- Federação das Indústrias do Estado do Piauí (FIEPI);
- Confederação Nacional do Comércio (FECOMERCIO-PI);
- Câmaras de Dirigentes Lojistas (CDL);
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae-PI).

Tabela 2: Municípios selecionados e vocação econômica.

Território	Municípios	Vocação econômica
Planície Litorânea	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilha Grande;</li> <li>• Parnaíba;</li> <li>• Buriti dos Lopes;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agroindústria – laticínios, processamento de frutas;</li> <li>• Artesanato;</li> </ul>



Território	Municípios	Vocação econômica
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Murici dos Portelas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bovinocultura – leite;</li> <li>• Comércio e Serviços;</li> <li>• Energia Eólica;</li> <li>• Fruticultura irrigada;</li> <li>• Gás e petróleo;</li> <li>• Ovinocaprinocultura;</li> <li>• Pesca, piscicultura e aquicultura;</li> <li>• Polo de educação superior;</li> <li>• Turismo – sol e praia, aventura, cultura, ecológico (Delta do Parnaíba), eventos, histórico e rural;</li> <li>• Zona de processamento para exportação (ZPE).</li> </ul>
Cocais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Joaquim Pires;</li> <li>• Luzilândia;</li> <li>• Joca Marques;</li> <li>• Esperantina;</li> <li>• Madeiro;</li> <li>• Matias Olímpio;</li> <li>• Campo Largo do Piauí;</li> <li>• Porto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agroindústria – aguardente de cana, cajuína, óleos vegetais;</li> <li>• Artesanato – alumínio, joias, palha, tecelagem;</li> <li>• Avicultura;</li> <li>• Bovinocultura – corte, leite;</li> <li>• Cajucultura;</li> <li>• Energia eólica e solar;</li> <li>• Extrativismo – babaçu, carnaúba, jaborandi;</li> <li>• Horticultura;</li> <li>• Indústria do vestuário;</li> <li>• Mineração – argila, opala, pedras e rochas ornamentais;</li> <li>• Ovinocaprinocultura;</li> <li>• Piscicultura;</li> <li>• Suinocultura;</li> <li>• Turismo – arqueológico (Parque Nacional de Sete Cidades, ecoturismo, de eventos e rural).</li> </ul>
Entre Rios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miguel Alves;</li> <li>• União;</li> <li>• Teresina;</li> <li>• Nazária;</li> <li>• Palmerais;</li> <li>• Amarante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agroindústria – aguardente de cana, cajuína, doces, laticínios, óleos vegetais;</li> <li>• Agronegócio – soja;</li> <li>• Artesanato;</li> <li>• Bovinocultura – corte;</li> <li>• Cana-de-açúcar: açúcar e etanol;</li> <li>• Comércio e serviço – polos de saúde e de educação superior;</li> <li>• Energia hidráulica e bioenergia;</li> <li>• Extrativismo – babaçu, carnaúba;</li> <li>• Hortifruticultura;</li> <li>• Indústria – alimentos e bebidas, cerâmica, móveis, química, vestuário;</li> <li>• Inovação tecnológica;</li> </ul>

Território	Municípios	Vocação econômica
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piscicultura;</li> <li>• Suinocultura;</li> <li>• Turismo – cultura, ecoturismo, histórico, negócios e eventos, rural.</li> </ul>
Vale dos Rios Piauí e Itaueira	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Floriano.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apicultura;</li> <li>• Avicultura;</li> <li>• Bovinocultura – corte;</li> <li>• Cajucultura;</li> <li>• Caprinovinocultura;</li> <li>• Comércio e serviços;</li> <li>• Energia hidráulica, sola e bioenergia;</li> <li>• Fruticultura irrigada;</li> <li>• Gás e petróleo;</li> <li>• Indústria – química e farmacêutica;</li> <li>• Polos de saúde e educação superior;</li> <li>• Turismo – cultura e de eventos.</li> </ul>
Tabuleiros do Alto Parnaíba	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jerumenha;</li> <li>• Guadalupe;</li> <li>• Porto Alegre do Piauí;</li> <li>• Antônio Almeida;</li> <li>• Uruçuí.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agronegócio – algodão, milho, soja;</li> <li>• Bovinocultura – corte;</li> <li>• Comércio e serviços;</li> <li>• Energia eólica, solar;</li> <li>• Extrativismo – buriti;</li> <li>• Fruticultura irrigada;</li> <li>• Gás e petróleo;</li> <li>• Mineração – calcário;</li> <li>• Piscicultura.</li> </ul>

Elaboração própria.

Além disso, o poder público também terá fator fundamental na realização das ações de educação, tanto como promotor e parceiro dessas atividades, quanto como divulgador e agente do processo decisório da gestão de recursos hídricos, posição esta que já é de sua prerrogativa. Nesse sentido, citam-se na Figura 3, órgãos e/ou entidades governamentais que poderão ser convidadas a realizar e participar das ações de educação ambiental nas esferas Federal, Estadual e Municipal.

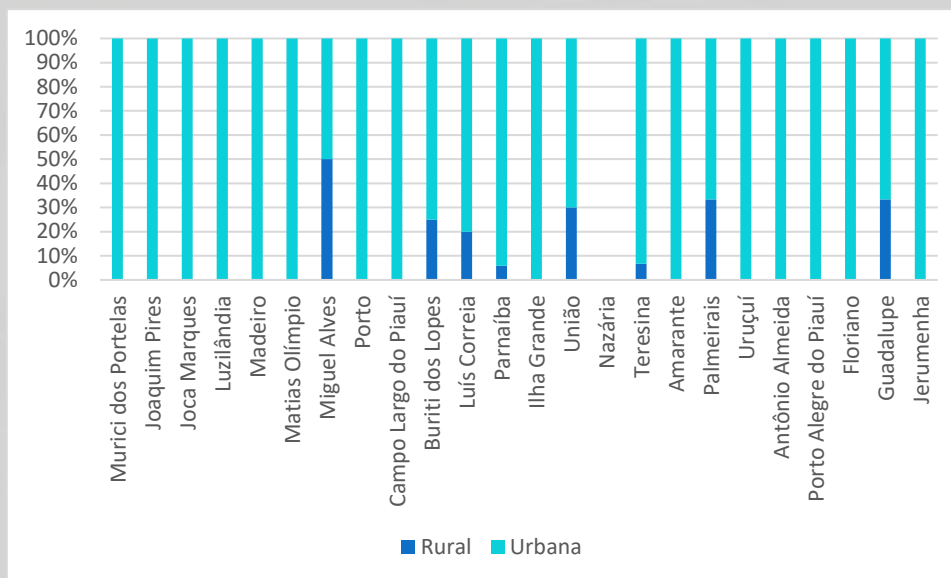
Figura 3: Público-alvo das ações de educação ambiental na vertente – Poder Público.

Federal	Estadual	Municipal
<ul style="list-style-type: none"> <li>•CODEVASF</li> <li>•MDIR</li> <li>•MMA</li> <li>•IBAMA</li> <li>•ICMBio</li> <li>•ANA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•AGESPISA</li> <li>•EMATER-PI</li> <li>•IDEPI</li> <li>•INTERPI</li> <li>•INVESTE PIAUI</li> <li>•SEDUC</li> <li>•SESAPI</li> <li>•SEMAR</li> <li>•SETUR</li> <li>•SUPARC</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Prefeituras</li> <li>•Secretarias de meio ambiente</li> <li>•Secretarias de educação</li> <li>•Secretarias de saúde</li> <li>•Fundações municipais de meio ambiente</li> </ul>

Elaboração própria.

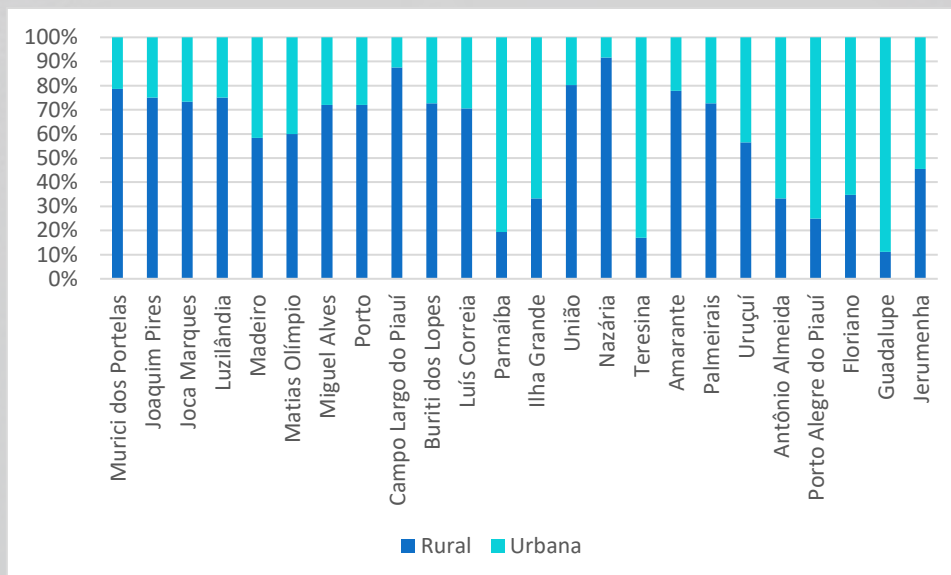
Quanto às instalações físicas para a realização das ações de educação ambiental, sugere-se a utilização de escolas da rede pública estadual para atividades em áreas urbanas e das redes públicas municipais para atividades em áreas rurais, devido às diferenças observadas na distribuição desses espaços nos municípios (Figura 4 e Figura 5). A escolha por escolas ocorre por já serem espaços consolidados de educação e compartilhamento de conhecimento e porque podem se tornar centros de disseminação do conhecimento das ações do projeto para diversas faixas etárias de pessoas.

Figura 4: Distribuição percentual de escolas da rede pública estadual em área rural e urbana.



Fonte: INEP (2019).  
Elaboração própria.

Figura 5: Distribuição percentual de escolas da rede pública municipal em área rural e urbana.



Fonte: INEP (2019).  
Elaboração própria.



A Figura 6 apresenta o mapeamento das escolas da rede pública estadual presentes nos municípios selecionados. A Tabela 3 ilustra o número de escolas elegíveis para receber eventos de educação ambiental do Projeto de Revitalização da Bacia do Parnaíba por município.

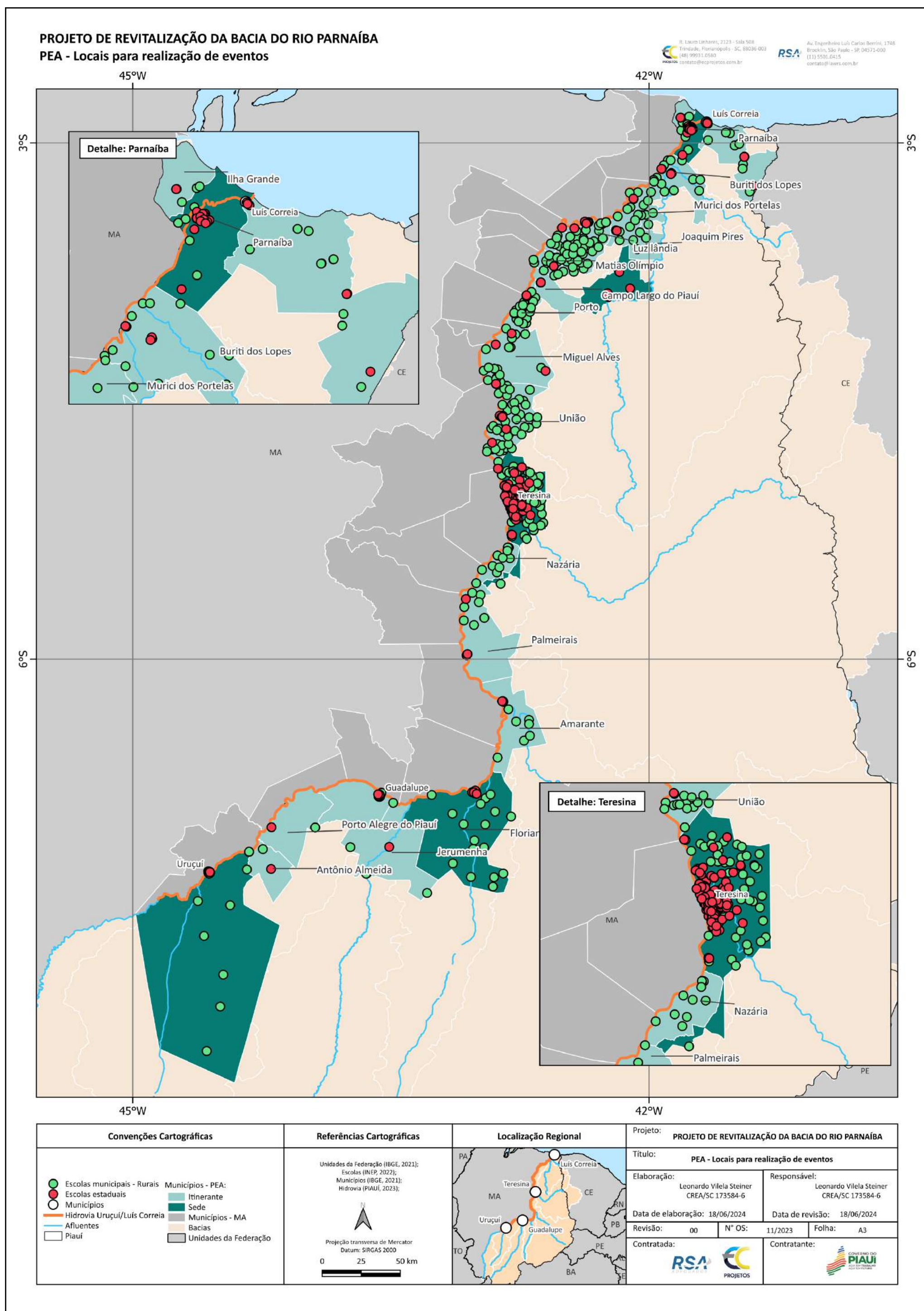
Tabela 3: Número de escolas elegíveis para realização de ações de educação ambiental em meio rural e urbano.

<b>Município</b>	<b>Municipal - Rural</b>	<b>Estadual - Urbana</b>
Murici dos Portelas	11	1
Joaquim Pires	12	2
Joca Marques	11	1
Luzilândia	33	6
Madeiro	7	1
Matias Olímpio	12	2
Miguel Alves	18	2
Porto	18	2
Campo Largo do Piauí	21	1
Buriti dos Lopes	16	3
Luís Correia	12	4
Parnaíba	6	16
Ilha Grande	3	2
União	57	7
Nazária	11	0
Teresina	54	140
Amarante	7	3
Palmeirais	8	2
Uruçuí	13	5
Antônio Almeida	2	1
Porto Alegre do Piauí	1	1
Floriano	17	10
Guadalupe	1	2
Jerumenha	5	1

Fonte: INEP (2019).

Elaboração própria.

Figura 6: Possíveis locais para realização de atividades de educação ambiental.





## 5.2. AÇÕES EDUCATIVAS

As ações educativas consistirão na realização de palestras, oficinas, dinâmicas de grupo, debates e ações demais pontuais de conscientização ambiental nos municípios contemplados, as quais abordarão temáticas, preferencialmente, relacionadas à vocação econômica e perfil socioeconômico do próprio município e/ou território de desenvolvimento. A Tabela 4 ilustra possíveis temáticas sugeridas para a realização de ações com a sociedade civil e setor público. Já a Tabela 5 apresenta proposta de temáticas e ações setorizadas por território de desenvolvimento, para o setor produtivo.

Tabela 4: Temáticas sugeridas para ações junto à sociedade civil e setor público.

Público-alvo	Temáticas sugeridas
Sociedade civil	<ul style="list-style-type: none"><li>• Uso Consciente da Água:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Práticas de economia de água em casa;</li><li>○ Reutilização de água e captação de água da chuva.</li></ul></li><li>• Gestão de Resíduos e Reciclagem:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Separação correta do lixo;</li><li>○ Compostagem doméstica.</li></ul></li><li>• Proteção de Nascentes e Cursos d'Água:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Importância das nascentes e como protegê-las;</li><li>○ Práticas de plantio de árvores nativas nas margens dos rios.</li></ul></li><li>• Educação sobre Poluição e Seus Impactos:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Efeitos da poluição na água e na saúde;</li><li>○ Ações para reduzir a poluição local.</li></ul></li><li>• Participação Comunitária e Voluntariado:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Organização de mutirões de limpeza de rios e áreas verdes;</li><li>○ Envolvimento em projetos de monitoramento e conservação da água.</li></ul></li></ul>
Setor público	<ul style="list-style-type: none"><li>• Divulgação e Cumprimento da Legislação Ambiental:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Divulgação das leis municipais, estaduais e federais relativas à proteção dos recursos hídricos;</li><li>○ Incentivo à Fiscalização Comunitária.</li></ul></li><li>• Planejamento Urbano e Uso do Solo:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Informação sobre Zoneamento Ambiental: Esclarecer sobre as zonas de proteção e as restrições de uso do solo para evitar a degradação ambiental.</li><li>○ Campanhas de Sensibilização: Promover a conscientização sobre o impacto do uso do solo na qualidade dos recursos hídricos.</li></ul></li><li>• Educação Ambiental e Envolvimento Comunitário:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Incentivar a implementação de programas de educação ambiental nas escolas, informando sobre os benefícios e como implementá-los;</li><li>○ Informar a comunidade sobre os processos de participação pública na elaboração e implementação de políticas ambientais, e como se envolver.</li></ul></li></ul>

Elaboração própria.

Tabela 5: Temáticas sugeridas para ações junto aos setores produtivos, de acordo com a vocação de cada território de desenvolvimento.

Território	Temáticas sugeridas
Planície Litorânea	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conservação da Qualidade da Água para a Pesca:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Práticas de pesca sustentável;</li><li>○ Práticas de monitoramento da qualidade da água.</li></ul></li><li>• Práticas Sustentáveis na Produção de Leite:</li></ul>

Território	Temáticas sugeridas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Manejo adequado de dejetos animais;</li> <li>○ Uso eficiente da água na pecuária.</li> <li>• Agricultura Sustentável e Conservação do Solo na Produção de Frutas: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Agroecologia e manejo integrado de pragas;</li> <li>○ Práticas de captação e uso de água da chuva.</li> </ul> </li> <li>• Turismo Sustentável e Educação Ambiental: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Desenvolvimento de ecoturismo;</li> <li>○ Campanhas de sensibilização para turistas.</li> </ul> </li> <li>• Participação Comunitária e Gestão Integrada dos Recursos Hídricos: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fóruns e debates comunitários;</li> <li>○ Práticas de revitalização e reflorestamento comunitário.</li> </ul> </li> </ul>
Cocais	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Boas Práticas na Agroindústria: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Uso Responsável de Agroquímicos;</li> <li>○ Gestão de Resíduos Industriais.</li> </ul> </li> <li>• Sustentabilidade na Pesca: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Pesca Sustentável;</li> <li>○ Proteção de Áreas de Reprodução.</li> </ul> </li> <li>• Manejo Ambiental na Suinocultura: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tratamento de Dejetos;</li> <li>○ Uso Sustentável da Água.</li> </ul> </li> <li>• Restauração de Áreas Degradadas: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reflorestamento de Margens de Rios;</li> <li>○ Recuperação de Áreas Contaminadas.</li> </ul> </li> <li>• Educação Ambiental e Engajamento Comunitário: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Campanhas de Sensibilização;</li> <li>○ Participação em Programas de Monitoramento.</li> </ul> </li> </ul>
Entre Rios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestão Sustentável na Produção de Cana: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Manejo de Agroquímicos e Fertilizantes;</li> <li>○ Práticas de Conservação do Solo.</li> </ul> </li> <li>• Práticas Sustentáveis na Pecuária de Corte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Gestão de Dejetos Animais: Educar sobre métodos de manejo de dejetos para evitar a poluição dos corpos hídricos.</li> <li>○ Uso Eficiente da Água: Informar sobre técnicas para o uso eficiente e sustentável da água na criação de gado.</li> </ul> </li> <li>• Impacto Ambiental do Comércio e Serviços: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Redução e Gestão de Resíduos;</li> <li>○ Consumo Consciente e Sustentável.</li> </ul> </li> <li>• Proteção e Recuperação de Nascentes e Cursos d'Água <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Conservação de Nascentes;</li> <li>○ Programas de Reflorestamento.</li> </ul> </li> <li>• Educação e Envolvimento Comunitário: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Campanhas de Conscientização Ambiental;</li> </ul> </li> </ul>



<b>Território</b>	<b>Temáticas sugeridas</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Participação em Comitês de Bacia.</li> </ul>
Vale dos Rios Piauí e Itaueira	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo Sustentável dos Recursos Naturais: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Conservação de Áreas de Preservação Permanente (APPs);</li> <li>○ Práticas de Agricultura Sustentável.</li> </ul> </li> <li>• Uso Responsável da Água: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Eficiência no Uso da Água na Agricultura;</li> <li>○ Proteção de Mananciais e Cursos d'Água.</li> </ul> </li> <li>• Boas Práticas na Apicultura: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Manejo Sustentável das Colmeias;</li> <li>○ Conservação da Biodiversidade.</li> </ul> </li> <li>• Gestão Ambiental na Cajucultura: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Práticas de Cultivo Sustentável.</li> <li>○ Recuperação de Áreas Degradadas.</li> </ul> </li> <li>• Desenvolvimento Comunitário Sustentável: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Capacitação em Sustentabilidade;</li> <li>○ Engajamento Comunitário.</li> </ul> </li> </ul>
Tabuleiros do Alto Parnaíba	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manejo Sustentável de agroquímicos: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Uso Responsável de Agrotóxicos;</li> <li>○ Alternativas Agroecológicas.</li> </ul> </li> <li>• Conservação do Solo e Recursos Hídricos: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Práticas de Conservação do Solo;</li> <li>○ Manejo de Águas Pluviais.</li> </ul> </li> <li>• Preservação de Áreas de Proteção Permanente (APPs): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Proteção de Matas Ciliares;</li> <li>○ Reflorestamento de Margens de Rios.</li> </ul> </li> <li>• Boas Práticas na Produção de Frutas: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Manejo Integrado de Pragas e Doenças;</li> <li>○ Conservação da Biodiversidade.</li> </ul> </li> <li>• Educação Ambiental e Engajamento Comunitário: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Programas Educativos nas Escolas;</li> <li>○ Participação em Iniciativas de Gestão Compartilhada.</li> </ul> </li> </ul>

Elaboração própria.

As atividades propostas, sempre que possível, serão coordenadas e condicionadas às datas comemorativas de meio ambiente, segundo os exemplos ilustrados na Tabela 6. Acredita-se que, aproveitando-se esses momentos, maior conscientização ambiental pode ser atingida, além da possibilidade maior engajamento e participação por parte do público-alvo e entidades parceiras.

Tabela 6: Datas comemorativas alusivas ao meio ambiente.

<b>Mês</b>	<b>Data</b>	<b>Comemoração</b>
Janeiro	26	Dia Mundial da Educação Ambiental
Fevereiro	06	Dia do Agente de Defesa Ambiental
Março	16	Dia Nacional da Conscientização sobre Mudanças Climáticas
	21	Dia Mundial Florestal
	22	Dia Mundial da Água

Mês	Data	Comemoração
Abril	15	Dia da Conservação do solo
	22	Dia da Terra
	28	Dia do Bioma da Caatinga
Maio	08	Dia Mundial das Aves Migratórias
	17	Dia Mundial da Reciclagem
	31	Semana Nacional do Meio Ambiente
Junho	05	
	03	Dia Nacional da Educação Ambiental
	05	Dia Mundial do Meio Ambiente
Julho	28	Dia Nacional de Conservação da Natureza
Agosto	28	Aniversário do ICMBIO
Setembro	11	Dia Nacional do Cerrado
	19	Dia Mundial pela Limpeza das Praias e Rios
	21	Dia da Árvore
	22	Dia da Defesa da Fauna
Outubro	15	Dia do Consumo Consciente
Novembro	07	Dia da Floresta e do Clima
Dezembro	29	Dia Mundial da Biodiversidade

Elaboração própria.

### 5.3. MATERIAL EDUCATIVO

As ações de educação ambiental contarão com o fornecimento de material informativo e de apoio para melhor visualização e fixação das orientações e dinâmicas realizadas. Este material, deverá possuir consonância e aderência ao público-alvo proposto no capítulo 5.1 e as temáticas elencadas na Tabela 4 e Tabela 5 e consistirá em:

- Cartilhas educativas, em meio físico e virtual;
- Folhetos e panfletos;
- Posters e infográficos;
- Vídeos e animações;
- Campanhas de mídia e rede sociais;
- Jogos educativos;
- Workshops e palestras.

A Figura 7 apresenta exemplos de material educativo que podem ser produzidos no decorrer do programa de educação ambiental.

Figura 7: Exemplos de material educativo a ser produzido no contexto do programa.



Fonte: Ceará (2019) e CBH Rio das Velhas (2016).

#### 5.4. COMUNICAÇÃO SOCIAL

A comunicação e divulgação das ações, seu acompanhamento e atendimento de metas será realizada por meio da criação de canais de comunicação do Projeto de Revitalização do Rio Parnaíba com seu público-alvo: sociedade civil, setor produtivo e setor público. Os canais, podem ser:

- Mídias sociais:
  - Uso de plataformas como Facebook, Instagram, Twitter, LinkedIn e YouTube para compartilhar conteúdos educativos, vídeos, infográficos, campanhas interativas, enquetes.
- Website:
  - Desenvolvimento de website específico, a ser hospedado no domínio da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH). Nele serão concentradas a publicação de relatórios de acompanhamento das atividades, disponibilização de materiais informativos em meio digital, calendário de eventos e outros.
- Newsletters e lista e e-mail:
  - Criação e envio de boletins informativos às entidades pertencentes ao público-alvo do programa, contemplando atualizações periódicas do programa, realização de eventos e chamadas para realização de ações educativas.
- Materiais impressos:
  - Cartilhas, folhetos, panfletos e posters para divulgação dos eventos presenciais nas sedes e municípios itinerantes.
- Rádio e TV:

- Criação de parcerias com rádios locais e comunitárias para difusão de peças informativas e institucionais do programa.
- Parcerias:
  - Desenvolvimento de parcerias com instituições de ensino e pesquisa para divulgação e realização de ações de educação ambiental, como: Universidade Federal do Piauí (UFPI), Universidade Estadual do Piauí (UESPI), Instituto Federal do Piauí (IFPI) e Universidade Federal do Delta do Parnaíba (UFDPar);
  - Parcerias com entidades representantes dos setores produtivos: FIEPI, FECOMERCIO, CDL e outras.

As ações de comunicação social deverão ser documentadas e apresentadas em relatórios de monitoramento e acompanhamento para serem divulgadas tanto em mídias sociais quanto no website do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba.



## 6. INDICADORES E METAS

Definir indicadores ambientais é crucial para a gestão sustentável dos recursos naturais, pois permite medir, avaliar e monitorar o estado do meio ambiente de forma precisa e relevante. Esses indicadores ajudam a identificar tendências, avaliar o impacto das atividades humanas e implementar políticas que promovam a sustentabilidade. Além disso, são fundamentais para a transparência e prestação de contas, permitindo que governos, empresas e organizações demonstrem seu comprometimento com a proteção ambiental e engajem a sociedade na conservação dos recursos naturais.

A norma ABNT NBR ISO 14031:2014, intitulada "Gestão ambiental - Avaliação de desempenho ambiental - Diretrizes," oferece uma estrutura para a avaliação do desempenho ambiental das organizações. Ela destaca a importância de desenvolver indicadores específicos, relevantes e confiáveis que possibilitem o monitoramento e a melhoria contínua das práticas ambientais. Nela, são apresentados três tipos de indicadores (ABNT, 2015):

- Indicadores de Condição Ambiental (ICA);
- Indicadores de Desempenho Operacional (IDO);
- Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG).

A Tabela 7 ilustra os indicadores e metas do programa de educação ambiental do Projeto de Revitalização do Rio Parnaíba.

Tabela 7: Indicadores e metas do programa de educação ambiental.

Tipo	Indicador	Unidade	Meta
IDO	% de material educativo distribuído	%	Distribuição de 100% do material previsto nas ações educativas
	Número total de participantes	Participantes	Atingir a marca de 2000 participantes em eventos de educação ambiental no segundo ano de implantação
	Engajamento em redes sociais	Seguidores	Atingir a marca de mil seguidores nas redes sociais no primeiro ano de implementação do projeto (twitter, facebook e instagram)
IDG	% de ações realizadas junto ao público-alvo	%	Realização de 100% das ações previstas
	% de palestras realizadas	%	Realização de 100% das palestras
	% de participação em eventos	%	Ao menos 80% de ocupação/presença em eventos de educação ambiental

Fonte: ABNT (2015).

Elaboração própria.

## 7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO

### 7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR

O orçamento preliminar para a execução do Programa de Educação Ambiental considera a realização das ações ambientais nos municípios sede e itinerantes ao longo dos 02 (dois) anos de implantação do projeto. Os orçamentos para realização das ações utilizaram como bases de custos as planilhas de composição do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), referentes a janeiro/2024 e aplicáveis ao estado do Piauí (DNIT, 2024a) e a Tabela de Preços de Consultoria (DNIT, 2024b).

O dimensionamento de equipes considerou a alocação de profissionais com áreas de formação correlatas às atividades a serem exercidas e abrangeu também a demanda por recursos como veículos, embarcações e material de apoio. Além disso aplicou-se no valor total de custos, para considerar possíveis despesas indiretas, um BDI de 44,58%, referente ao mês de maio/2024 (DNIT, 2024c). De acordo com essas premissas, a Tabela 8 apresenta o resumo dos custos unitários para realização de ação em município sede. Já a Tabela 9 apresenta os custos para realização de ações itinerantes.

Tabela 8: Composição de custos para realização em municípios sede.

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1.1 Mão de obra</b>										
1.1.1	P8044	Coordenador ambiental	hora	1	8	5	34.958,28	198,63	R\$ 7.945,06	R\$ 11.488,56
1.1.2	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	1	8	5	25.146,99	142,88	R\$ 5.715,23	R\$ 8.264,22
1.1.3	P8143	Técnico Ambiental	hora	1	8	5	6.150,89	34,95	R\$ 1.397,93	R\$ 2.021,41
1.1.4	P8130	Pedagogo pleno	hora	1	8	3	6.705,55	38,10	R\$ 914,39	R\$ 1.322,21
1.1.5	P8113	Motorista de veículo leve	hora	1	8	3	4.745,01	26,96	R\$ 647,05	R\$ 935,63
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 16.619,66</b>	<b>R\$ 24.032,03</b>
<b>1.2 Equipamentos e Materiais</b>										
1.2.1	E9684	Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	hora	1	8	3	-	54,66	R\$ 1.311,81	R\$ 1.896,88
1.2.3	Projeto Poti	Material de apoio para os cursos (cartilhas, canetas, mochilas, Bloco de anotações)	unidade	100	1	1	-	80,00	R\$ 8.000,00	R\$ 11.568,00
1.2.4	Projeto Poti	Cartilhas de educação ambiental	unidade	100	1	1	-	15,00	R\$ 1.500,00	R\$ 2.169,00
1.2.5	Projeto Poti	Folders de sensibilização	unidade	100	1	1	-	2,00	R\$ 200,00	R\$ 289,20
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 11.011,81</b>	<b>R\$ 15.923,08</b>
<b>1.3 Outras despesas</b>										
1.3.1	Estimativa	Diária (hospedagem + alimentação)	unidade	3	1	6	-	360,00	R\$ 6.480,00	R\$ 9.370,08
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 6.480,00</b>	<b>R\$ 9.370,08</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 34.111,47</b>	<b>R\$ 49.325,18</b>

Fonte: DNIT (2024a, 2024b, 2024c).

Elaboração própria.

Tabela 9: Composição de custos para realização em municípios itinerantes.

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1.1 Mão de obra</b>										
1.1.1	P8044	Coordenador ambiental	hora	1	8	5	34.958,28	198,63	R\$ 7.945,06	R\$ 11.488,56
1.1.2	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	1	8	5	25.146,99	142,88	R\$ 5.715,23	R\$ 8.264,22
1.1.3	P8143	Técnico Ambiental	hora	1	8	5	6.150,89	34,95	R\$ 1.397,93	R\$ 2.021,41
1.1.4	P8130	Pedagogo pleno	hora	1	8	3	6.705,55	38,10	R\$ 914,39	R\$ 1.322,21
1.1.5	P8113	Motorista de veículo leve	hora	1	8	3	4.745,01	26,96	R\$ 647,05	R\$ 935,63
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 16.619,66</b>	<b>R\$ 24.032,03</b>
<b>1.2 Equipamentos e Materiais</b>										

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
1.2.1	E9684	Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	hora	1	8	3	-	54,66	R\$ 1.311,81	R\$ 1.896,88
1.2.4	Projeto Poti	Cartilhas de educação ambiental	unidade	50	1	1	-	15,00	R\$ 750,00	R\$ 1.084,50
1.2.5	Projeto Poti	Folders de sensibilização	unidade	50	1	1	-	2,00	R\$ 100,00	R\$ 144,60
<b>SUBTOTAL</b>									R\$ 2.161,81	R\$ 3.125,98
<b>1.3 Outras despesas</b>										
1.3.1	Estimativa	Diária (hospedagem + alimentação)	unidade	3	1	6	-	360,00	R\$ 6.480,00	R\$ 9.370,08
<b>SUBTOTAL</b>									R\$ 6.480,00	R\$ 9.370,08
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									R\$ 25.261,47	R\$ 36.528,08

Fonte: DNIT (2024a, 2024b, 2024c).

Elaboração própria.

Cada ação orçada prevê a alocação de 05 (cinco) profissionais envolvidos na preparação e execução das atividades, que demandarão 05 (cinco) e 03 (três) dias, respectivamente. As ações também preveem a distribuição de material informativo em formato físico e locação de veículo de apoio para deslocamentos entre os municípios.

Ao todo, prevê-se a realização das ações nos cinco territórios de desenvolvimento ao longo do ano, de forma semestral, nos cinco municípios sede e 19 itinerantes. A Tabela 10 apresenta os custos totais por semestre, anual e do projeto.

Tabela 10: Custos totais do programa de educação ambiental.

Território	Municípios Sede	Municípios Itinerantes	Total Geral (R\$)
Planície Litorânea	1	3	4
Cocais	1	7	8
Entre rios	1	5	6
Vale dos Rios Piauí e Itaueira	1	0	1
Tabuleiros do Alto Parnaíba	1	4	5
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>19</b>	<b>24</b>
<b>TOTAL SEMESTRE (R\$)</b>	<b>R\$ 246.625,92</b>	<b>R\$ 694.033,61</b>	<b>R\$ 940.659,53</b>
<b>TOTAL ANUAL (R\$)</b>	<b>R\$ 493.251,85</b>	<b>R\$ 1.388.067,22</b>	<b>R\$ 1.881.319,07</b>
<b>TOTAL PROJETO (R\$)</b>	<b>R\$ 986.503,69</b>	<b>R\$ 2.776.134,44</b>	<b>R\$ 3.762.638,13</b>

Elaboração própria.

## 7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

A Tabela 11 apresenta o cronograma de implantação do Programa de Educação Ambiental do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba. Cada ciclo de ações de educação durará 72 dias por semestre, ou seja, 144 dias ao ano.

Tabela 11: Cronograma de implementação das ações de educação ambiental.

ID	Atividade/Ação	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	Ações de educação – SEDE																								
1.1	Planície Litorânea																								
1.1.1	Parnaíba																								
1.2	Cocais																								
1.2.1	Esperantina																								
1.3	Entre rios																								
1.3.1	Teresina																								
1.4	Vale dos Rios Piauí e Itaueira																								
1.4.1	Floriano																								
1.5	Tabuleiros do Alto Parnaíba																								
1.5.1	Uruçuí																								
2	Ações de Educação – Itinerante																								
2.1	Planície Litorânea																								
2.1.1	Ilha Grande																								
2.1.2	Buriti dos Lopes																								
2.1.3	Murici dos Portelas																								
2.2	Cocais																								
2.2.1	Joaquim Pires																								
2.2.2	Luzilândia																								
2.2.3	Joca Marques																								
2.2.4	Madeiro																								
2.2.5	Matias Olímpio																								
2.2.6	Campo Largo do Piauí																								
2.2.7	Porto																								
2.3	Entre rios																								
2.3.1	Miguel Alves																								
2.3.2	União																								
2.3.3	Nazária																								



ID	Atividade/Ação	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2.3.4	Palmeirais																								
2.3.5	Amarante																								
2.4	Tabuleiros do Alto Parnaíba																								
2.4.1	Jerumenha																								
2.4.2	Guadalupe																								
2.4.3	Porto Alegre do Piauí																								
2.4.4	Antônio Almeida																								

Elaboração própria.

## 8. REFERÊNCIAS

ARDOIN, Nicole M.; BOWERS, Alison W.; GAILLARD, Estelle. Environmental education outcomes for conservation: a systematic review. **Biological Conservation**, [S.L.], v. 241, p. 108224, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14031: Gestão ambiental - Avaliação de desempenho ambiental - Diretrizes**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=3687>. Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.838, de 13 de outubro de 2021. Regulamenta a Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021, que dispõe sobre a desestatização da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - Eletrobras. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 out. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.838-de-13-de-outubro-de-2021-352798047>. Acesso em: 15 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm). Acesso em: 15 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Seção 1, p. 1. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L9795.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9795.htm). Acesso em: 17 jun. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Plano Nacional de Recursos Hídricos: Plano de Ações. Brasília, DF, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh\\_2022\\_para\\_baixar\\_e\\_imprimir.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf). Acesso em: 15 jun. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Plano Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas - Tomo I. Brasília, DF, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/bacias-hidrograficas/TOMO\\_1doPNRBH.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/bacias-hidrograficas/TOMO_1doPNRBH.pdf). Acesso em: 15 jun. 2024.

BRASIL. **Catálogo de Escolas**. 2019. Ministério da Educação. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/aceso-a-informacao/dados-abertos/inep-data/catalogo-de-escolas>. Acesso em: 18 jun. 2024.

CBH RIO DAS VELHAS. **Cartilha**: unidade territorial estratégica nascentes. [S. L.], 2016. 12 p. Disponível em: [https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/arquivos/uploads/2016/04/01\\_cartilha\\_ute\\_nascentes\\_2016\\_04\\_13\\_isuuu.pdf](https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/arquivos/uploads/2016/04/01_cartilha_ute_nascentes_2016_04_13_isuuu.pdf). Acesso em: 18 jun. 2024.

CEARÁ. Secretaria de Desenvolvimento Agrário. **Soluções ambientais:** água. [S. L.], 2019. 13 p. Disponível em: <https://www.sda.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/60/2019/08/Soluc%CC%A7o%CC%83es-Ambientais-A%CC%81gua.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **BDI - Maio/2024.** 2024c. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/bdi/bdi-tabela-de-precos-de-consultoria/AnexoBDITabeladePreosdeConsultoria\\_2024SELIC1050.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/bdi/bdi-tabela-de-precos-de-consultoria/AnexoBDITabeladePreosdeConsultoria_2024SELIC1050.pdf). Acesso em: 18 jun. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Sistema de Custos Referencias de Obras (SICRO):** janeiro/2024. Janeiro/2024. 2024a. 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/nordeste](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro_antiga/nordeste/nordeste). Acesso em: 18 jun. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Tabela de Preços de Consultoria:** janeiro/2024. Janeiro/2024. 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/tabela-de-precos-de-consultoria-1>. Acesso em: 18 jun. 2024.

DUNGUMARO, Esther W.; MADULU, Ndalakwa F. Public participation in integrated water resources management: the case of tanzania. **Physics And Chemistry Of The Earth, Parts A/B/C**, [S.L.], v. 28, n. 20-27, p. 1009-1014, jan. 2003. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2003.08.042>.

NATIO, M. *et al.* Improving Water Resilience Through Environmental Education. **Journal Of Sustainability Education**, [S.L.], v. 20, p. 1-17, 2020. Disponível em: <https://www.susted.com/wordpress/wp-content/uploads/2020/03/Nation-JSE-March-2020-Water-Issue-PDF.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2024.

PIAUÍ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí. Teresina: SEMAR, 2010. Disponível em: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bra183822.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

VON KORFF, Yorck; DANIELL, Katherine A.; MOELLENKAMP, Sabine; BOTS, Pieter; BIJLSMA, Rianne M. Implementing Participatory Water Management: recent advances in theory, practice, and evaluation. **Ecology And Society**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 1-14, 2012. Resilience Alliance, Inc. <http://dx.doi.org/10.5751/es-04733-170130>.

## 9. LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Municípios sede e itinerantes para a realização de ações de educação ambiental. ....	11
Figura 2: Público-alvo das ações de educação ambiental para gestão de recursos hídricos. ....	12
Figura 3: Público-alvo das ações de educação ambiental na vertente – Poder Público. ....	14
Figura 4: Distribuição percentual de escolas da rede pública estadual em área rural e urbana. ....	15
Figura 5: Distribuição percentual de escolas da rede pública municipal em área rural e urbana. ....	15
Figura 6: Possíveis locais para realização de atividades de educação ambiental. ....	17
Figura 7: Exemplos de material educativo a ser produzido no contexto do programa. ....	22



## 10. LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Aderência do eixo de educação ambiental às políticas setoriais de recursos hídricos. ....	7
Tabela 2: Municípios selecionados e vocação econômica. ....	12
Tabela 3: Número de escolas elegíveis para realização de ações de educação ambiental em meio rural e urbano. ....	16
Tabela 4: Temáticas sugeridas para ações junto à sociedade civil e setor público. ....	18
Tabela 5: Temáticas sugeridas para ações junto aos setores produtivos, de acordo com a vocação de cada território de desenvolvimento.....	18
Tabela 6: Datas comemorativas alusivas ao meio ambiente. ....	20
Tabela 7: Indicadores e metas do programa de educação ambiental. ....	24
Tabela 8: Composição de custos para realização em municípios sede.....	25
Tabela 9: Composição de custos para realização em municípios itinerantes. ....	25
Tabela 10: Custos totais do programa de educação ambiental. ....	26
Tabela 11: Cronograma de implementação das ações de educação ambiental. ....	27

## 11. LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico  
ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários  
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
APP – Área de Preservação Permanente  
CDL – Câmara de Dirigentes Lojistas  
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
FECOMERCIO-PI - Confederação Nacional do Comércio  
FIEPI - Federação das Indústrias do Estado do Piauí  
IFPI – Instituto Federal do Piauí  
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos  
PNRBH – Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas  
PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí  
Sebrae-PI – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas  
SICRO – Sistema de Custos Referenciais de Obras  
UESPI – Universidade Estadual do Piauí  
UFPI – Universidade Federal do Piauí  
UFDPa – Universidade Federal do Delta do Parnaíba  
ICA – Indicadores de Condição Ambiental  
IDO – Indicadores de Desempenho Operacional  
IDG – Indicadores de Desempenho Gerencial





# PROJETO DO GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ PARA REVITALIZAÇÃO AMPLA DO RIO PARNAÍBA

Aplicação de Recursos da Lei  
14.182/2021 previstos para a Bacia  
do São Francisco e Parnaíba

## EIXO 2: REVITALIZAÇÃO DE NASCENTES

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVO .....	4
3. JUSTIFICATIVA .....	5
4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL .....	6
5. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE NASCENTES .....	8
5.1. NASCENTES CONTEMPLADAS .....	8
5.2. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL PRELIMINAR .....	10
5.2.1. Pedologia .....	10
5.2.2. Vegetação .....	12
5.2.3. Fatores associados à degradação .....	16
5.3. Síntese da Caracterização Ambiental .....	27
5.4. PLANO DE AÇÕES .....	29
5.4.1. Plantio de mudas .....	32
6. INDICADORES E METAS .....	34
7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO .....	35
7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR .....	35
7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	39
8. REFERÊNCIAS .....	41
9. LISTA DE FIGURAS .....	46
10. LISTA DE TABELAS .....	47
11. LISTA DE SIGLAS .....	48
12. ANEXOS .....	49



## 1. INTRODUÇÃO

A região hidrográfica do rio Parnaíba, alvo deste Plano de Recuperação de Nascentes, apresenta grande relevância hidrológica no contexto territorial do Nordeste, se fundamentando como a segunda principal bacia hidrográfica da região em termos de disponibilidade hídrica, atrás apenas da bacia do rio São Francisco (ANA, 2013). O principal curso de água, o rio Parnaíba, possui 1.400 km de extensão sob condições perenes, com suas nascentes mais relevantes alocadas na Chapada das Mangabeiras, ao sul do Piauí (LIMA; LIMA; AUGUSTIN, 2017).

Não obstante, sua relevância transpassa a componente ambiental atingindo o meio socioeconômico, uma vez que a bacia abrange uma área de 331 mil km<sup>2</sup>, englobando 282 municípios com uma população estimada de 5.108.444 pessoas (CODEVASF, 2021). Ainda no contexto econômico, o rio Parnaíba apresenta grande potencial para navegação, especialmente para o transporte de grãos sólidos, como a soja (BRASIL, 2018).

Apesar de sua importância em diferentes aspectos, conforme mencionado anteriormente, a bacia hidrográfica do rio Parnaíba sofre com ameaças de degradação, sobretudo, em relação à expansão agrícola, especialmente na região do MATOPIBA, entre Bahia, Piauí, Tocantins e Maranhão (MAPBIOMAS, 2024). Tal conformação culminou com o cerrado encabeçando o pódio de desmatamento dos biomas brasileiros pela primeira vez, ultrapassando a Amazônia (MAPBIOMAS, 2024).

Além da expansão agropecuária como vetor de degradação, a bacia hidrográfica do rio Parnaíba apresenta propensão à poluição hídrica e assoreamento por conta da descarga de efluentes sanitários e resíduos sólidos em seus cursos hídricos, já que uma parcela considerável de habitantes reside dentro dos limites da bacia hidrográfica (PAULA FILHO, 2014).

De modo a reverter e/ou minimizar possíveis interferências antrópicas nas intermediações das nascentes do rio Parnaíba, garantindo-se a qualidade e quantidade de recursos hídricos na bacia, propõe-se a elaboração e execução de Plano de Recuperação de Nascentes da Bacia do Rio Parnaíba, uma vez que tais áreas são fundamentais para garantir a segurança hídrica da bacia em termos quanti-qualitativos.

## 2. OBJETIVO

O presente documento apresenta como objetivo principal a proposição de ações para a conservação e recuperação de nascentes da bacia do rio Parnaíba, de modo que corrobore para a garantia da manutenção quali-quantitativa dos recursos hídricos. Os seguintes objetivos específicos são elencados:

- Propor a seleção de nascentes para serem alvo de plano de recuperação;
- Realizar caracterização ambiental preliminar das nascentes contempladas;
- Propor plano de ações para implantação, manutenção e monitoramento das nascentes, envolvendo a definição de métodos e atividades de acordo com as peculiaridades de cada uma das nascentes;
- Estabelecer metas e indicadores para acompanhamento do plano de recuperação de nascentes.

### 3. JUSTIFICATIVA

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi instituída pela Lei nº 9433 de 1997, conhecida como Lei das Águas (BRASIL, 1997). Neste instrumento legal são definidos os fundamentos, objetivos, diretrizes gerais de ação e instrumentos para a gestão dos recursos hídricos nacionais (BRASIL, 1997). Em seu Art. 2º é definido como um dos objetivos, assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (BRASIL, 1997).

Sabe-se que as nascentes são importantes fontes de água no contexto da bacia hidrográfica, uma vez que originam os cursos de água, sendo capazes de abastecer os rios abundantemente, especialmente em períodos de seca (CODESVASF, 2016). É comum, também, que as nascentes se estabeleçam como principal fonte de água em algumas propriedades rurais (CODESVASF, 2016). Ou seja, as nascentes são importantes elementos na gestão de recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, apresentando relevância local e regional, uma vez que são capazes de assegurar a disponibilidade de água, quando bem conservadas, conforme preconizado pela Lei das Águas.

Não obstante, por conta do papel fundamental das nascentes, a Lei Federal nº 12.651 de 2012 (Novo Código Florestal) estabelece que num raio de 50m as nascentes sejam protegidas, sendo enquadradas como Áreas de Proteção Permanente (APP) (BRASIL, 2012). As APPs são áreas que devem ser protegidas, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (BRASIL, 2012).

Apesar da vigência da Lei 12.651 de 2012, observa-se, ainda, intenso processo de exploração dos recursos naturais em áreas de proteção permanente, incluindo na bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, através da retirada de cobertura vegetal nativa e intensificação da ocorrência de processos erosivos. Assim, a recuperação e proteção das nascentes integram ações extremamente prioritárias para a manutenção da saúde hídrica da bacia do rio Parnaíba.

Além disso, cabe mencionar a interface entre o Plano de Recuperação atualmente proposto e o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas, desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) (BRASIL, 2022a). No texto-base do programa são definidas áreas prioritárias nacionais, das quais cabe destacar as sub-regiões hidrográficas do Baixo e Alto Parnaíba como extremamente prioritárias e a sub-região do Médio Parnaíba como muito prioritário em nível nacional (BRASIL, 2022a).

Ademais, o Programa estabelece ações diretamente associadas à recuperação de nascentes, trazendo ações específicas para restauração da cobertura vegetal em APPs, além da conservação e recuperação de nascentes e áreas de recarga, ambas ações associadas à Área Temática (AT) nº 3 – Proteção e Uso Sustentável dos Recursos Naturais (BRASIL, 2022a).

À vista do exposto, verifica-se que há alinhamento direto entre o Plano de Recuperação proposto e os instrumentos legais vigentes no Brasil, atestando a relevância da proposição e execução de ações para recuperação e proteção de nascentes, as quais buscam promover o desenvolvimento sustentável no âmbito ambiental, social e econômico.

#### 4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL

As principais políticas setoriais que apresentam aderência ao Plano de Recuperação de Nascentes constam elencadas na Tabela 1, juntamente com seus elementos que transpassam de alguma maneira a temática abordada neste documento. Dentre os instrumentos legais e políticas de abrangência nacional, destacam-se a PNRH, estabelecida pela Lei nº 9.433 de 1997, também chamada de Lei das Águas (BRASIL, 1997), o Plano de Ações do Plano Nacional de Recursos Hídricos e o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH).

No Plano Nacional de Recursos Hídricos são elencados subprogramas que apresentam temáticas intervenientes às ações propostas neste documento, como o monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos e a revitalização de bacias hidrográficas. No primeiro subprograma são propostas ações de fortalecimento e aperfeiçoamento de monitoramento da qualidade da água e implementação de monitoramento específico em bacias de especial interesse enquanto no segundo subprograma, há menções ao incentivo de iniciativas de revitalização de bacias e implementação de ações de conservação da água e solo (BRASIL, 2022b).

Tabela 1: aderência do Eixo 2 – Recuperação de Nascentes às políticas setoriais de recursos hídricos.

PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos	PNRBH	PERH Piauí	PERH Maranhão	PERH Ceará
II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;	Subprograma 3.3 – Monitoramento Quali-Quantitativo dos Recursos Hídricos	AT3 – Proteção e Uso Sustentável dos Recursos Naturais	13.6.1 - Reflorestamento das Matas Ciliares e Recuperação de Áreas Degradadas	Programa 18: Restauração Ambiental de Nascentes e Matas Ciliares	Subprograma de Preservação, Conservação e Recuperação das Áreas Degradadas e em Processo de Desertificação, das Margens dos Rios, Açudes e Lagoas
III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;	Subprograma 4.2 – Revitalização de Bacias Hidrográficas	AT5 – Economias Sustentáveis			

Fonte: Brasil (1997, 2022a, 2022b), Piauí (2010), Maranhão (2020) e Ceará (2009).

Elaboração própria.

No contexto estadual, destacam-se os Planos Estaduais de Recursos Hídricos, especialmente o do Estado do Piauí, o qual traz ações para recuperação de áreas degradadas em Programa específico (PIAUI, 2010). Contudo, é relevante também mencionar os Planos dos Estados do Maranhão e Ceará, uma vez que algumas das nascentes alocam-se nestas unidades federativas.

No Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão é proposto programa para restauração ambiental de nascentes e matas ciliares com subprograma específico, onde são definidas ações como diagnóstico de nascentes, elaboração de projetos, capacitação de produtores locais e monitoramento das intervenções (MARANHÃO, 2020). Já no Ceará há proposição de incentivos à preservação, conservação e recuperação de áreas degradadas (CEARÁ, 2009).



É relevante também mencionar a Lei nº 14.182 de 2021, na qual é estabelecida a desestatização da Eletrobras (BRASIL, 2021a). Nesta lei é determinada como condição para desestatização o repasse de recursos financeiros para desenvolvimento de projetos voltados para a revitalização dos recursos hídricos do rio São Francisco e do rio Parnaíba (BRASIL, 2021a). Ademais, também se cita o Decreto 10.838 de 2021, onde são determinadas diretrizes para o planejamento e o desenvolvimento de ações de revitalização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas em seu Art. 3º (BRASIL, 2021b).

Dentre as diretrizes, dá-se especial destaque aos incisos que apresentam interface com o eixo de recuperação de nascentes, quais sejam: favorecimento da infiltração de água no solo, redução do carreamento de sólidos pelo escoamento superficial e a promoção das condições necessárias para disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos (BRASIL, 2021b).

Demais aspectos legais relevantes para o presente documento são a Lei nº 12.651 de 2012, conhecida como Novo Código Florestal, na qual as nascentes são definidas como APP (BRASIL, 2012), Lei dos Crimes Ambientais – Lei nº 9.605 de 1998 (BRASIL, 1998) e as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA):

- Resolução nº 429 de 2011: Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs (BRASIL, 2011).;
- Resolução nº 303 de 2022: Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2022);
- Resolução nº 369 de 2006: Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (BRASIL, 2006).

## 5. PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DE NASCENTES

### 5.1. NASCENTES CONTEMPLADAS

Para seleção das nascentes considerou-se os principais afluentes das sub-bacias que compõem a região hidrográfica do Parnaíba. Além disso, dentre as nascentes dos tributários que deságuam nos rios principais, priorizou-se, sempre que possível, localidades com nascentes com algum grau de perturbação e/ou degradação, por meio da utilização de dados geográficos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em relação às áreas de desmatamento nos biomas de cerrado e caatinga (INPE, 2022).

Além dos metadados do INPE, considerou-se informações secundárias fornecidas pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a qual possui base de dados georreferenciada em relação às nascentes, cursos hídricos e Unidades de Planejamento Hídrico (UPH) que compõem as sub-bacias do Parnaíba (ANA, 2023).

Foram selecionadas ao todo, 13 nascentes alocadas nas sub-bacias: Gurguéia, Itaueira, Canindé, Poti, Difusas Alto Parnaíba, Difusas da Barragem da Boa Esperança, Difusas do Litoral, Difusas do Médio, Difusas do Baixo, Balsas e Uruçuí-Preto. A Figura 1 exibe a localização das nascentes mencionadas enquanto a Tabela 2 exibe as coordenadas em grau decimal para as áreas selecionadas.



Figura 1: Localização das nascentes contempladas no Plano de Recuperação.

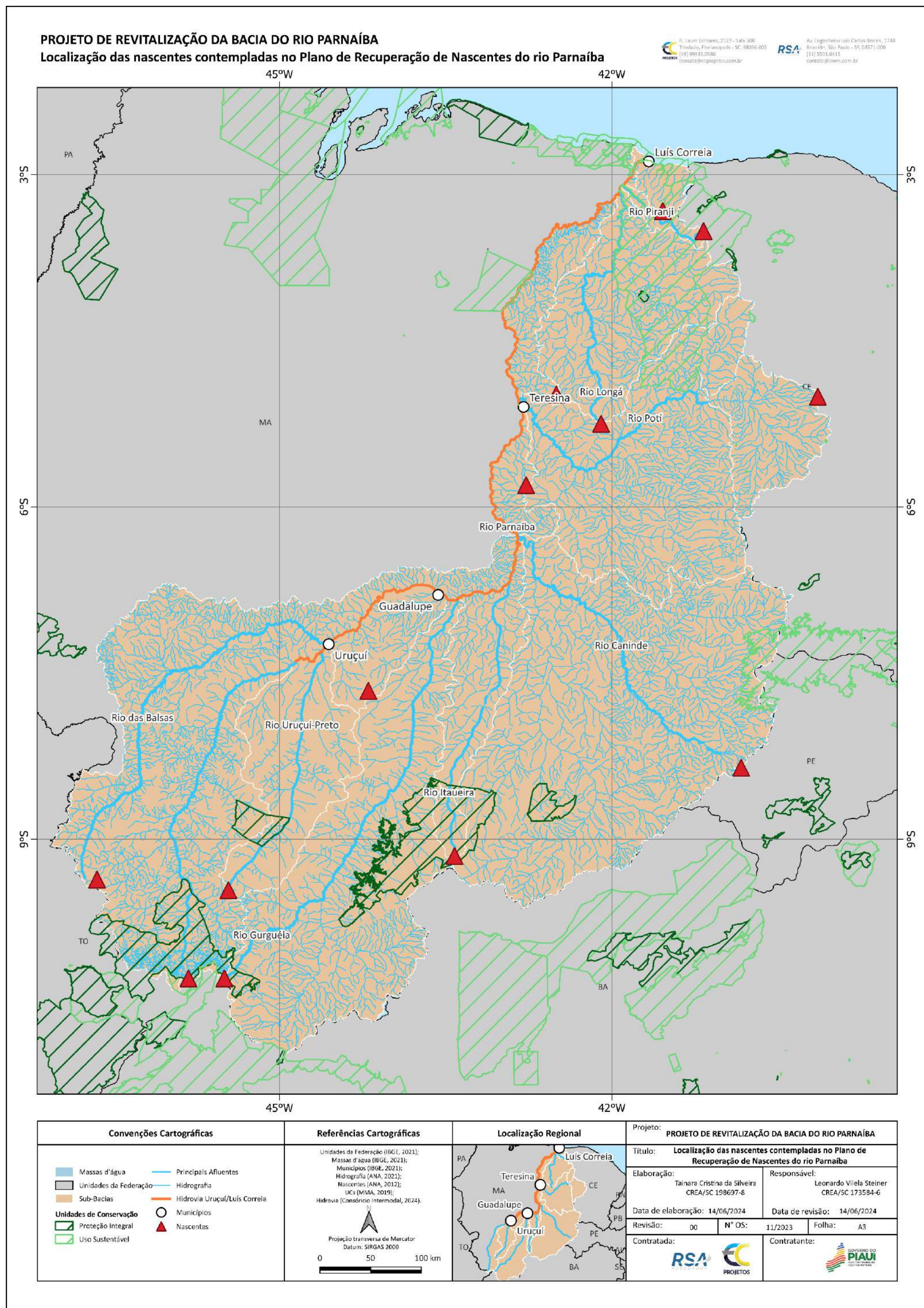




Tabela 2: Coordenadas em grau decimal das nascentes selecionadas para recuperação.

Nascentes	SIRGAS 2000		Localização
	X (°)	Y (°)	
Uruçuí-Preto	-45,461	-9,460	Gilbués/PI
Gurguéia	-45,497	-10,256	São Gonçalo do Gurguéia/PI
Itaueira	-43,420	-9,150	Caracol/PI
Canindé	-40,833	-8,354	Acauã/PI
Piranji	-41,172	-3,509	Viçosa do Ceará/CE
Alto Longá	-42,097	-5,249	Alto Longá/PI
Poti	-40,140	-5,004	Tamboril/CE
Difusas do Alto Parnaíba	-45,822	-10,256	Barreiras do Piauí/PI
Difusas da Boa Esperança	-44,198	-7,660	Uruçuí/PI
Difusas Litoral	-41,540	-3,328	Cocal/PI
Difusas Médio	-42,773	-5,802	São Pedro do Piauí/PI
Difusas Baixo	-42,501	-4,986	Altos/PI
Balsas	-46,648	-9,364	Balsas/MA

Elaboração própria.

A maioria das nascentes localizam-se no Estado do Piauí (76,9%), enquanto o restante se distribui entre o Ceará (15,4%) e Maranhão (7,7%). Como pode-se observar (Figura 1), algumas das nascentes localizam-se em unidades de conservação, como é o caso das nascentes do rio Parnaíba, rio Gurguéia e rio Itaueira (MMA, 2019).

## 5.2. CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL PRELIMINAR

### 5.2.1. Pedologia

Os tipos de solo presentes na bacia do Parnaíba foram obtidos através de dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que disponibiliza carta com as classes de solo presentes no Brasil com escala 1:5.000.000. A Figura 2 exibe os solos existentes na bacia do rio Parnaíba enquanto a Tabela 3 resume as informações pedológicas atreladas as nascentes avaliadas no Plano de Recuperação.







A maior parte das nascentes localizam-se em latossolos (38,5%), os quais se comportam como solos não-hidromórficos, minerais e profundos (EMBRAPA, 2021a). Demais características englobam alta permeabilidade à água, tendência de formação de crostas superficiais e baixa fertilidade (EMBRAPA, 2021a).

Outro solo amplamente observado nas áreas de nascentes foram os neossolos. Estes solos são constituídos por material mineral o orgânico, variando de solos rasos até profundos e de baixa a alta permeabilidade (EMBRAPA, 2021b). Quando eutróficos, podem apresentar alta fertilidade (EMBRAPA, 2021b).

Tabela 3: Tipologia de solos presentes nas nascentes contempladas no Plano de Recuperação.

Nascentes	Tipo de Solo	Fertilidade
Difusas Litoral	Argissolo	Necessita de correções
Canindé	Argissolo	
Uruçuí-Preto	Latossolo	
Difusas da Boa Esperança	Latossolo	
Itaueira	Latossolo	
Difusas Médio	Latossolo	
Balsas	Latossolo	
Difusas Baixo	Plintossolo	Não necessita de correções
Gurguéia	Neossolo	
Piranji	Neossolo	
Alto Longá	Neossolo	
Difusas do Alto Parnaíba	Neossolo	
Poti	Luvissolo	

Fonte: EMBRAPA (2009).

Elaboração própria.

Demais solos observados foram os argissolos (15,4%), os quais são medianamente profundos a profundos, moderadamente drenados e de baixa fertilidade, principalmente em solos distróficos ou álicos (EMBRAPA, 2021c). Na nascente da sub-bacia das Difusas do Baixo Parnaíba observou-se plintossolo, o qual é atrelado à baixa fertilidade e necessidade de correção de acidez e dos teores nocivos de alumínio (EMBRAPA, 2021d).

Por fim, na sub-bacia do rio Poti verificou-se a presença de luvisolos, que variam de bem a imperfeitamente drenados, sendo normalmente pouco profundos e com alta fertilidade natural (eutróficos) (EMBRAPA, 2021e).

### 5.2.2. Vegetação

A bacia do rio Parnaíba encontra-se localizada entre os biomas caatinga, cerrado e áreas de transição (ecótonos), conforme pode-se observar na Figura 3. Especificamente em relação as nascentes, verifica-se que as nascentes dos rios Itaueira, Canindé, Poti, Piranji e Difusas Litorâneas encontram-se dentro dos limites da caatinga enquanto as demais nascentes localizam-se no cerrado (IBGE, 2019).







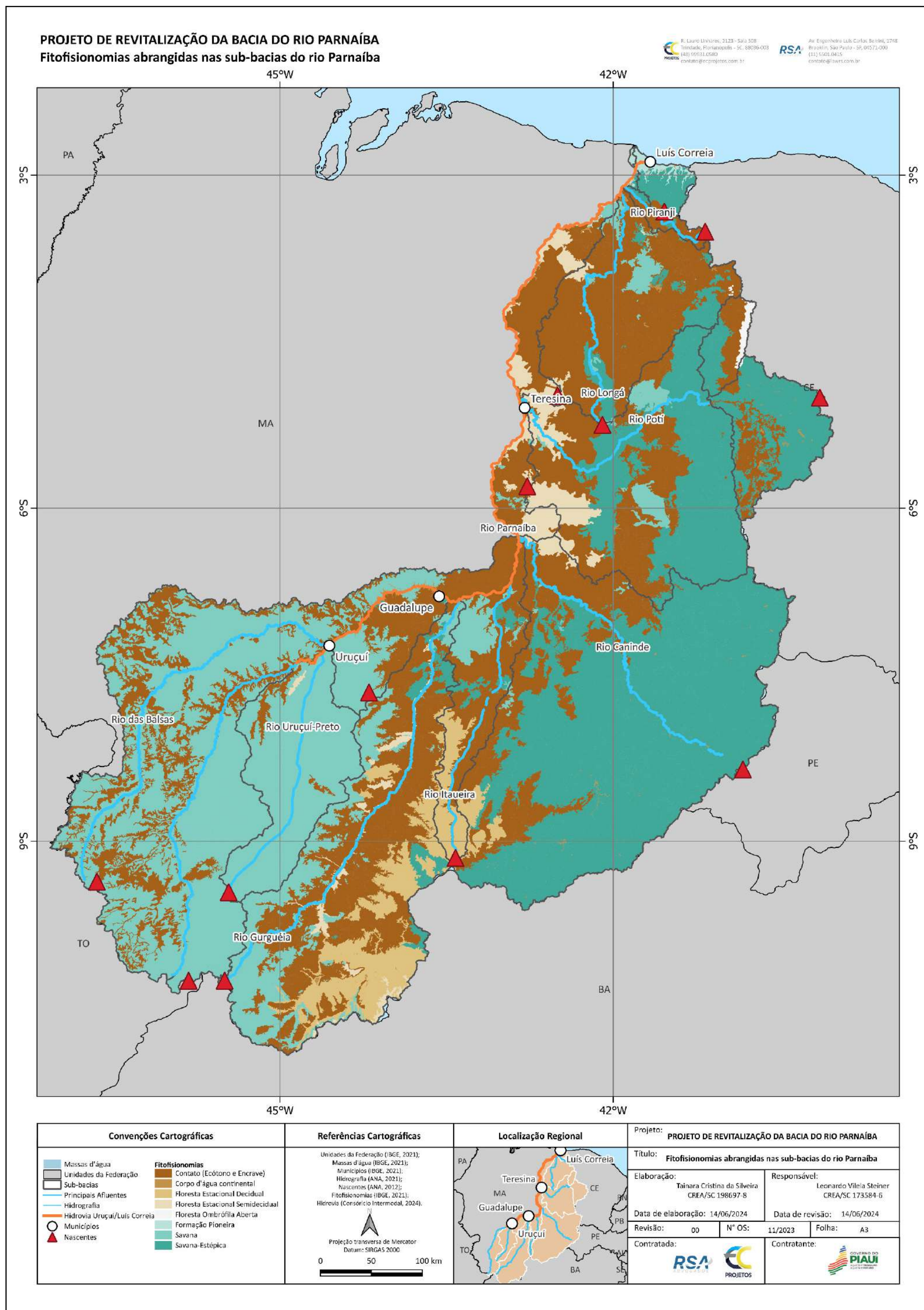
A caatinga é um bioma encontrado em regiões de clima tropical semiárido, com vegetação de folhas grossas e espinhos que fornecem adaptações em decorrência da pouca disponibilidade de água, a qual é conhecida como xerófilas (SOUZA et. al, 2017). Em relação ao cerrado, este constitui-se por estratos descontínuos, com elementos arbustivos e arbóreos, com troncos tortuosos, cascas espessas, folhas coriáceas e dossel quase sempre assimétrico (PIAUÍ, 2010).

Já as zonas de ecótono são caracterizadas pela presença de mata de cocais, entre os biomas cerrado e caatinga, apresentando ampla presença de palmeiras (árvores da família Arecaceae), como babaçu (*Attalea speciosa*), carnaúba (*Copernicia prunifera*) e buriti (*Mauritia Flexuosa*) (SANTOS-FILHO et al., 2013).

Quanto às fitofisionomias observadas, a região nordestina apresenta composição florística variada, com área superúmida a úmida na costa florestal atlântica, território árido interiorano da savana estépica (caatingas do sertão), até trechos subúmidos, situados entre extremos climáticos com florística típica (IBGE, 2012). A Figura 4 exibe as fitofisionomias observadas na bacia do rio Parnaíba, de acordo com informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021).



Figura 4: Fitofisionomias presentes na bacia do rio Parnaíba, com destaque para as nascentes contempladas pelo Plano de Recuperação.



Em relação às áreas das nascentes, os rios das sub-bacias Gurguéia, Uruçuí-Preto, Alto Parnaíba, Balsas e Difusas da Barragem Boa Esperança encontram-se nas savanas. Já as nascentes das sub-bacias do rio Canindé, Poti e Difusas Litorâneas estão alocadas em áreas de savana-estépica. Demais nascentes localizam-se nas Florestas Estacionais Deciduais (Nascente Itaueira), Florestas Estacionais Semideciduais (Nascente das Difusas do Baixo Parnaíba) e zonas de ecótonos (Nascentes do Piranji, Longá e Difusas do Médio Parnaíba).

A Tabela 4 resume as informações relacionadas aos biomas e fitofisionomias observadas nas intermediações das nascentes.

Tabela 4: Biomas e fitofisionomias presentes nas nascentes contempladas no Plano de Recuperação.

Nascentes	Bioma	Vegetação
Uruçuí-Preto	Cerrado	Savana
Gurguéia	Cerrado	Savana
Itaueira	Caatinga	Floresta Estacional Decidual
Canindé	Caatinga	Savana-Estépica
Piranji	Caatinga	Contato
Alto Longá	Cerrado	Contato
Poti	Caatinga	Savana Estépica
Difusas do Alto Parnaíba	Cerrado	Savana
Difusas da Boa Esperança	Cerrado	Savana
Difusas Litoral	Caatinga	Savana-Estépica
Difusas Médio	Cerrado	Contato
Difusas Baixo	Cerrado	Floresta Estacional Semidecidual
Balsas	Cerrado	Savana

Fonte: IBGE (2019) e IBGE (2021).

As savanas são vegetações xeromorfas, presentes em solos lixiviados aluminizados (IBGE, 2012). Nas nascentes avaliadas, a savana é subdividida no grupo de savana arborizada, também conhecida como campo cerrado (IBGE, 2012). Se caracteriza por apresentar uma fisionomia nanofanerofítica rala e outra hemicriptofítica graminoide contínua, sujeito ao fogo anual (IBGE, 2012).

Quanto às savanas-estépicas, essas englobam tipologias vegetais campestres, com estrato lenhoso decidual e espinhoso, distribuídas em diferentes quadrantes do território nacional (IBGE, 2012). Em relação as fitofisionomias de contato, estas caracterizam-se pelo encontro dos biomas cerrado e caatinga, conforme mencionado anteriormente.

Por fim, as florestas estacionais presentes na região da sub-bacia Difusas do Baixo Parnaíba e Itaueira, se estabelecem como manchas ou ilhas naturais em formações savânicas do bioma Cerrado (FELFILI, 2003). Por estarem presentes em ambientes com menor umidade, são conhecidas como “mata seca”, com perda de folhas no período seco (RUGGIERO, 2012).

### 5.2.3. Fatores associados à degradação

#### 5.2.3.1. VULNERABILIDADE À EROSÃO

A Figura 5 exibe a vulnerabilidade à erosão na bacia do rio Parnaíba enquanto a Figura 6 exibe o detalhamento para as nascentes avaliadas. A vulnerabilidade foi obtida através de estudo realizado pelo Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos no Brasil (PronaSolos), que



consideraram o grau de vulnerabilidade dos solos aos processos erosivos quanto ao nível de exposição em função da cobertura vegetal natural ou do uso agropecuário (EMBRAPA, 2020a).

Pode-se verificar que a maior parte das nascentes estão alocadas em áreas com vulnerabilidade moderada à erosão (38,5%), seguida da vulnerabilidade baixa (30,8%), muito baixa (23,1%) e muito alta (7,7%) (EMBRAPA, 2020b). A Tabela 5 exhibe as classes de vulnerabilidade à erosão para cada uma das nascentes contempladas no Plano de Recuperação.



Figura 5: Vulnerabilidade à erosão da bacia do rio Parnaíba.

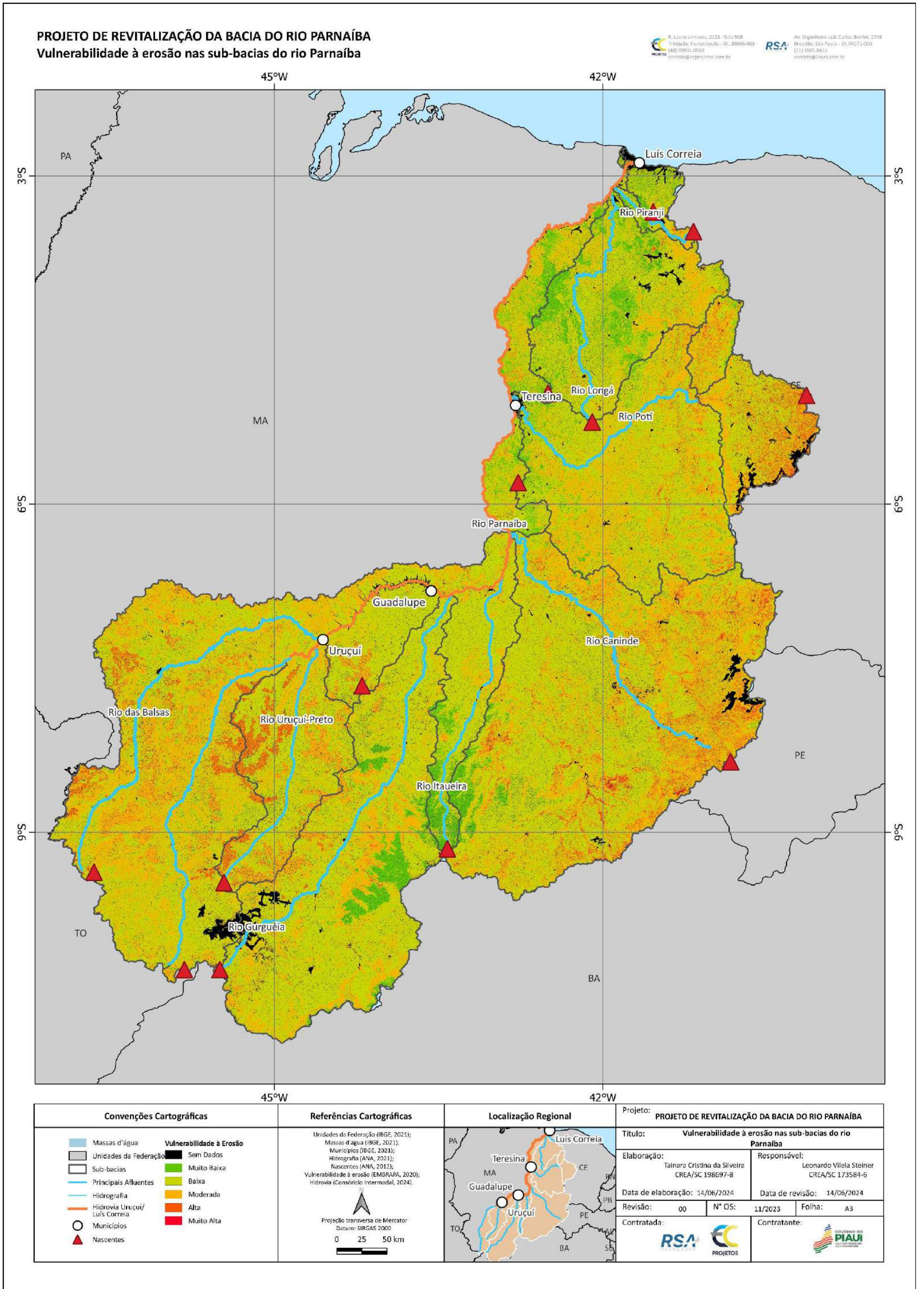




Figura 6: Vulnerabilidade à erosão das nascentes contempladas no Plano de Recuperação – detalhamento.

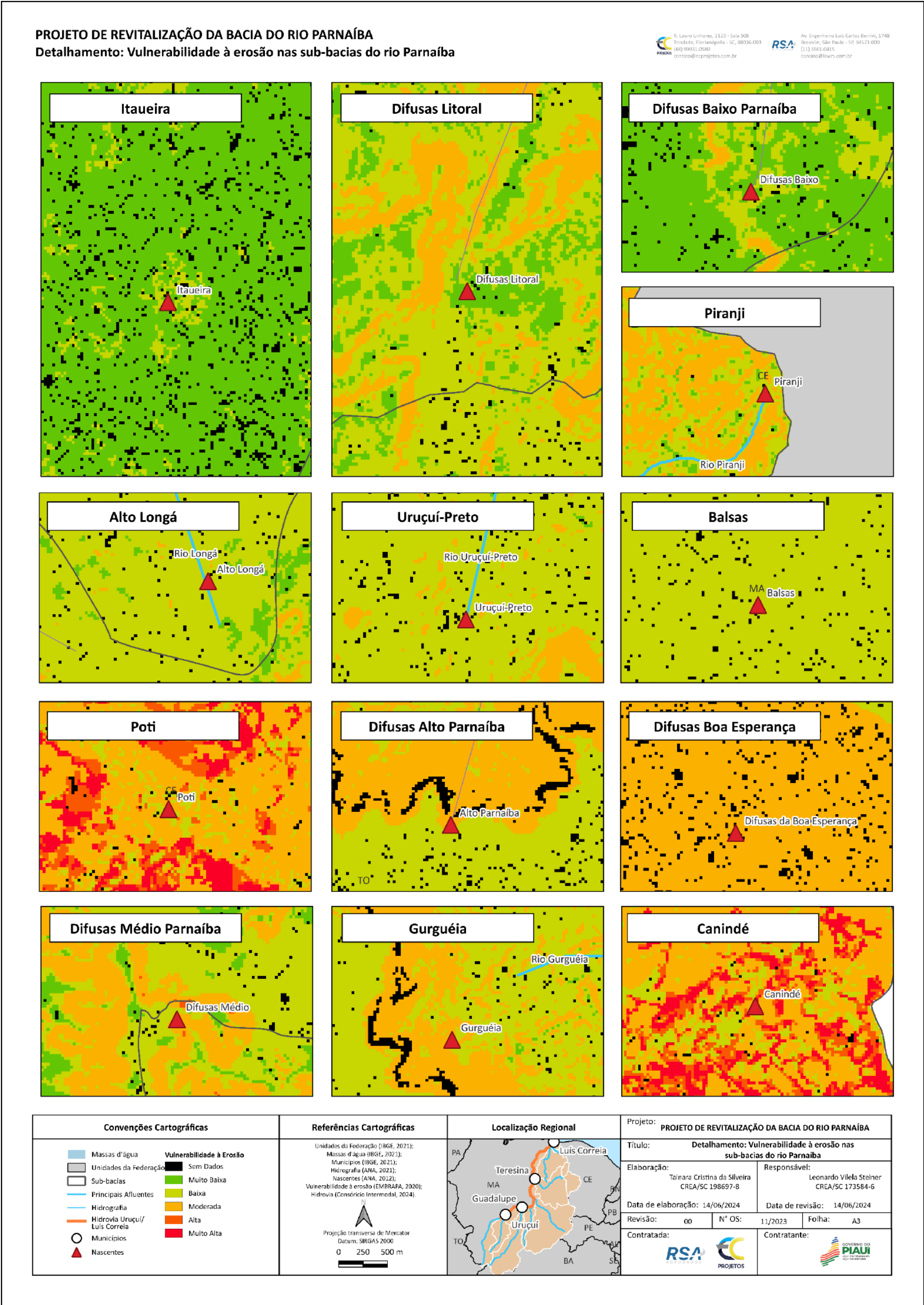


Tabela 5: Vulnerabilidade à erosão das nascentes contempladas pelo Plano de Recuperação.

Nascentes	Vulnerabilidade à erosão
Itaueira	Muito Baixa
Difusas Litoral	Muito Baixa
Difusas Baixo	Muito Baixa
Piranji	Baixa
Alto Longá	Baixa
Uruçuí-Preto	Baixa
Balsas	Baixa
Poti	Moderada
Difusas do Alto Parnaíba	Moderada
Difusas da Boa Esperança	Moderada
Difusas Médio	Moderada
Gurguéia	Moderada
Canindé	Muito Alta

Fonte: EMBRAPA (2020b).

#### 5.2.3.2. SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO NATIVA

A avaliação quanto à supressão de vegetação nas proximidades das nascentes selecionadas foi realizada através do banco de dados do INPE, instituto que disponibiliza informações relacionadas ao desmatamento e/ou supressão de vegetação nativa nos biomas brasileiros (INPE, 2022).

O recurso contém polígonos que identificam áreas de incremento anual da supressão da vegetação nativa no bioma Caatinga e Cerrado, entre os anos de 2004 e 2022. Foi elaborado a partir da interpretação visual de imagens Landsat-8/OLI na composição R(5)G(6)B(4), com resolução de 30m e em escala de trabalho de 1:75.000 (INPE, 2022).

O resultado do mapeamento de supressão de vegetação nativa na bacia do rio Parnaíba pode ser visto na Figura 7 enquanto na Figura 8 são exibidas em detalhes as proximidades das nascentes.







Figura 8: Supressão de vegetação nativa das nascentes contempladas no Plano de Recuperação – detalhamento.

PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA  
Detalhamento: Supressão de vegetação nas sub-bacias do rio Parnaíba

R. Lauro Linhares, 2125 - Sala 506  
Trindade, Florianópolis - SC, 88036-003  
(48) 99931.0580  
contato@recupprojatos.com.br

RSA  
Av. Engenheiro Luis Carlos Ferroni, 1748  
Brooklin, São Paulo - SP, 04571-000  
(11) 5501.0415  
contato@rsa.com.br



Convenções Cartográficas	Referências Cartográficas	Localização Regional	Projeto: PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA			
<div><div><div>Massas d'água</div><div>Unidades da Federação</div><div>Sub-Bacias</div><div>Supressão de Vegetação Nativa</div><div>Unidades de Conservação</div><div><div><div></div></div>Proteção Integral</div><div><div></div></div>Uso Sustentável</div></div> <div><div>Principais Afluentes</div><div>Hidrografia</div><div>Hidrovia Uruçuí/Luís Correia</div><div>Municípios</div><div>Nascentes</div></div>	UFs e Massas de água (IBGE, 2021); Unidades de Conservação (MMA, 2019); Municípios (IBGE, 2021); Hidrografia (ANA, 2021); Nascentes (ANA, 2012); Supressão Vegetal (INPE, 2022); Hidrovia (Consórcio Intermodal, 2024). <div><div></div><div>Projeção transversa de Mercator</div><div>Datum: SIRGAS 2000</div><div>0100200 m</div></div>		<div>Título:Detalhamento: Supressão de vegetação nas sub-bacias do rio Parnaíba</div> <div><div>Elaboração:Tainara Cristina da Silveira CREA/SC 198697-8</div><div>Responsável:Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6</div></div> <div><div>Data de elaboração:14/06/2024</div><div>Data de revisão:14/06/2024</div></div> <div><div>Revisão:00</div><div>Nº OS:11/2023</div><div>Folha:A3</div></div> <div><div>Contratada:<div><div>RSA</div><div>PROJETOS</div></div></div><div>Contratante:<div><div>GOVERNO DO PIAUÍ</div><div>GOVERNADOR: RUI COSTA</div></div></div></div>			



A Tabela 6 resume as informações quando às áreas de degradação presentes nas Áreas de Proteção Permanente (APP) das nascentes ou em suas proximidades. Pode-se verificar que a maior parte das nascentes apresentaram algum nível de intervenção quanto à supressão de vegetação nativa (46,2%) (INPE, 2022).

O percentual de nascentes sem interferência foi de 30,8%, sendo que esse resultado é decorrente da implantação de Unidades de Conservação (UCs) do grupo de Proteção Integral (PI), as quais só permitem o uso dos recursos indiretamente, conforme Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) – Lei nº 9985 de 2000 (BRASIL, 2000).

Tabela 6: Supressão de vegetação nativa nas APPs das nascentes contempladas pelo Plano de Recuperação.

Nascentes	Interferência quanto à supressão de vegetação nativa	Observações
Difusas da Boa Esperança	Interferência na APP	Interferência em 7688 m <sup>2</sup> de APP
Piranji	Interferência na APP	Interferência em 6844 m <sup>2</sup> de APP
Difusas Baixo	Interferência na APP	Interferência em 6838 m <sup>2</sup> de APP
Difusas Litoral	Interferência na APP	Interferência em 5082 m <sup>2</sup> de APP
Poti	Interferência na APP	Interferência em 451 m <sup>2</sup> de APP
Difusas Médio	Interferência na APP	Interferência em 226 m <sup>2</sup> de APP
Alto Longá	Interferência limítrofe	APP distante 74m de áreas de supressão de vegetação.
Canindé	Interferência limítrofe	APP distante 88m de áreas de supressão de vegetação.
Balsas	Interferência limítrofe	APP distante 210m de áreas de supressão de vegetação.
Uruçuí-Preto	Sem Interferência	-
Itaueira	Sem interferência	Presente na UC de proteção integral – Parque Nacional da Serra das Confusões
Difusas do Alto Parnaíba	Sem interferência	Presente na UC de proteção integral – Parque Nacional das Nascentes do rio Parnaíba
Gurguéia	Sem interferência	Presente na UC de proteção integral – Parque Nacional das Nascentes do rio Parnaíba

Fonte: INPE (2022).

Cabe destacar que as nascentes das sub-bacias Difusas do Litoral e Piranji apresentaram interferência direta nas APPs de nascentes mesmo estando alocadas em UCs de Uso Sustentável (US) (Área de Proteção Ambiental Serra da Ibiapaba). Neste grupo de unidades, é permitido o uso de recursos naturais, desde que compatibilizado com a conservação da natureza (BRASIL, 2000).

#### 5.2.3.3. QUEIMADAS

O INPE disponibiliza dados atualizados de focos de queimada no território nacional, por meio do Programa Queimadas, os quais são registrados através de dez satélites que possuem sensores óticos operando na faixa termal-média de 4um, com resolução da imagem (pixel), que varia de 375 m x 375 m até 5 km x 4 km, dependendo do satélite (INPE, 2024a).

A Figura 9 exibe os dados consolidados de focos de queimadas entre junho de 2023 e junho de 2024 para a bacia do rio Parnaíba. Já na Figura 10 pode-se observar o detalhamento das nascentes em relação à proximidade com focos de queimadas. Cabe destacar que a detecção de um foco não necessariamente indica a ocorrência de uma queimada, uma vez que um foco indica a existência de fogo em um elemento de pixel, conforme informações do INPE (INPE, 2024a)



[illegible]





Pode-se verificar que 61,5% das nascentes apresentaram focos de queimadas em suas proximidades: Difusas do Litoral, Difusas do Baixo Parnaíba, Piranji, Uruçuí-Preto, Balsa, Poti, Difusas da Boa Esperança e Gurguéia (INPE, 2024b). A Tabela 7 resume as informações relacionadas à detecção de focos de queimadas nas intermediações das nascentes contempladas no Plano de Recuperação.

Tabela 7: Detecção focos de queimadas nas proximidades das nascentes contempladas no Plano de Recuperação.

Nascentes	Detecção de Focos de Queimada
Difusas da Boa Esperança	Com detecção
Piranji	Com detecção
Difusas Baixo	Com detecção
Difusas Litoral	Com detecção
Poti	Com detecção
Balsas	Com detecção
Uruçuí-Preto	Com detecção
Gurguéia	Com detecção
Difusas Médio	Sem detecção
Alto Longá	Sem detecção
Canindé	Sem detecção
Itaueira	Sem detecção
Difusas do Alto Parnaíba	Sem detecção

Fonte: INPE (2024b).

Localmente, as queimadas podem causar perdas na fauna e flora, empobrecer o solo, reduzir a infiltração de água e acarretar perdas econômicas e humanas (INPE, 2024a). No contexto regional, corroboram para a poluição atmosférica que, por sua vez, ocasionam prejuízos à saúde de pessoas e ao transporte aéreo (INPE, 2024a).

O cerrado, atualmente o bioma mais ameaçado do país, sofre com a pressão da expansão agrícola e pecuarista, onde é comum o emprego do fogo para manejo de pastagens (MAPBIOMAS, 2024, SANTOS; PEREIRA; ROCHA, 2014). Na região do MATOPIBA foram registradas queimadas de maior proporção entre os anos de 2002 e 2012, as quais ocorreram especialmente nos meses secos, onde há maior acúmulo de biomassa e condições meteorológicas favoráveis à propagação do fogo (SANTOS; PEREIRA; ROCHA, 2014).

5.3. SÍNTESE DA CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL

A Tabela 8 resume as informações discutidas no capítulo de caracterização ambiental preliminar considerando as nascentes avaliadas, para características particulares de cada nascente, como os fatores de degradação observados, fitofisionomias e características pedológicas existentes. A adoção de uma abordagem integrada permite a identificação de potenciais necessidades de cada área, fomentando a proposição de ações e atividades específicas e homogêneas para a adequada recuperação da APP das nascentes.

Tabela 8: Síntese de informações discutidas na caracterização ambiental preliminar.

Nascentes	Bioma	Solo	Supressão Vegetal	Vulnerabilidade à erosão	Focos de queimadas	Presença de UCs
Uruçuí-Preto	Cerrado	Latossolo	Não apresenta supressão	Baixa	Com detecção	-
Gurguéia	Cerrado	Neossolo	Não apresenta supressão	Moderada	Com detecção	PI
Itaueira	Caatinga	Latossolo	Não apresenta supressão	Muito baixa	Sem detecção	PI
Canindé	Caatinga	Argissolo	Não apresenta supressão	Muito alta	Sem detecção	-
Piranji	Caatinga	Neossolo	Apresenta supressão	Baixa	Com detecção	US
Alto Longá	Cerrado	Neossolo	Não apresenta supressão	Baixa	Sem detecção	-
Poti	Caatinga	Luvisolo	Apresenta supressão	Moderada	Com detecção	-
Difusas do Alto Parnaíba	Cerrado	Neossolo	Não apresenta supressão	Moderada	Sem detecção	PI
Difusas da Boa Esperança	Cerrado	Latossolo	Apresenta supressão	Moderada	Com detecção	-
Difusas do Litoral	Caatinga	Argissolo	Apresenta supressão	Muito baixa	Com detecção	US
Difusas Médio Parnaíba	Cerrado	Latossolo	Apresenta supressão	Moderada	Sem detecção	-
Difusas Baixo Parnaíba	Cerrado	Plintossolo	Apresenta supressão	Muito baixa	Com detecção	-
Balsas	Cerrado	Latossolo	Não apresenta supressão	Baixa	Com detecção	-

Elaboração própria.



#### 5.4. PLANO DE AÇÕES

Após a elaboração da caracterização ambiental preliminar, com a situação atual das nascentes e atividade antrópicas causadoras de degradação nas Áreas de Proteção Permanente (APP) de nascentes, realizada no item 5.2, o presente item apresenta o plano de ações, o qual visa propor medidas de proteção, recuperação e conservação das nascentes da bacia do rio Parnaíba.

O plano de ações deve promover o planejamento e gestão dos recursos hídricos, o uso e manejo do solo, promover a recuperação da fauna e flora nas intermediações de nascentes e conscientização dos proprietários rurais quanto à conservação das áreas de proteção permanente.

A Tabela 9 exibe o plano de ações para cada uma das 13 nascentes contempladas neste plano de recuperação, as ações foram propostas considerando a mitigação e/ou reparação completa dos impactos ocasionados por ação antrópica nas imediações das áreas de proteção das nascentes, para isso, levou-se em conta as especificidades de cada uma das áreas, conforme caracterização ambiental realizada.

Para as nascentes alocadas em unidades de conservação do grupo proteção integral (Gurguéia, Alto Parnaíba e Itaueira) considerou-se que as APPs mantêm suas características originais e, portanto, encontram-se conservadas, logo, deverão ser alvo de ações não estruturantes, como mobilização dos entes intervenientes e monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos da área.

Em relação as nascentes posicionadas em unidades de conservação do grupo uso sustentável (Piranji e Difusas do Litoral), propõe-se a execução de ações não estruturantes e estruturantes, uma vez que as APPs não apresentam cobertura vegetal nativa, alocando-se em área degradadas, conforme informações do INPE. Além disso, cabe destacar que para todas as nascentes alvo de proposição de plantio de mudas deverá ser realizado o controle de queimadas, mesmo que não tenham sido detectados focos de queimadas por satélite, conforme recomendações do manual da EMBRAPA (EMBRAPA, 2021f).

As intervenções relacionadas ao controle de processos erosivos foram propostas apenas para as nascentes que apresentam vulnerabilidade à erosão entre a escala moderada a muito alta enquanto a correção do solo foi proposta exclusivamente para os grupos pedológicos argissolo, latossolo e plintossolo, conforme discussão elaborada anteriormente.

Especificamente em relação à nascente do rio Canindé e Balsas, apesar de não estarem englobadas em áreas degradadas, conforme informações do INPE, propõe-se a execução de ações estruturantes, uma vez que a APP não apresenta cobertura vegetal, de acordo com imagens de satélite do Google, datadas de 2024.

Por fim, as nascentes do rio Uruçuí-Preto e Alto Longá não apresentam supressão vegetal, contudo, estão localizadas em áreas com pressão antrópica, uma vez que há proximidade com acessos terrestres e áreas de expansão agrícola, especialmente no rio Uruçuí-Preto. Logo, propõe-se que, no mínimo, sejam realizadas ações de mobilização de proprietários rurais, cercamento e identificação das áreas de nascentes.

Tabela 9: Plano de ações proposto para as nascentes contempladas pelo Plano de Recuperação.

[illegible]

Item	Ações	Descrição	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13
		cercas, o qual será realizada de modo manual com o uso de enxada. A indicação dos aceiros consta em anexo.													
2.10	Controle de espécies invasoras	O controle de plantas invasoras deve ser efetuado, uma vez que estas podem afetar o desenvolvimento das plantas para recomposição florestal por meio da competição (EMBRAPA, 2021f). A remoção das espécies invasoras deverá ser executada de modo manual, através da roçada.													
2.11	Eliminação ou mitigação de processos erosivos	A ocorrência de processos erosivos se dá por meio da retirada da cobertura vegetal, que acaba por expor o solo à erosão eólica ou hídrica (EMBRAPA, 2021f). Nas APPs de nascentes desprovidas de cobertura vegetal e que apresentem vulnerabilidade à erosão moderada a muito alta, deverá ser feito uso de biomanta vegetal de fibra de coco com gramatura de 500g/m² para proteção do solo e repovoamento da vegetação, a qual é utilizada com sucesso na recuperação de áreas degradadas. A biomanta apresenta lenta decomposição, protege o solo diminuindo a evaporação, aumentando a retenção de umidade, protegendo e aumentando a atividade microbiana do solo e, consequentemente, criando as condições favoráveis ao desenvolvimento vegetal (EMBRAPA, 2021g).													
2.12	Correção da fertilidade do solo	O solo pode ter fertilidade recuperada através da aplicação de fertilizantes ou adubos verdes, que adicionam matéria orgânica e nitrogênio ao solo, aumentam a atividade biológica e recuperam nutrientes lixiviados para as camadas mais profundas (EMBRAPA, 2021f). Para o presente projeto, prevê-se a utilização de adubos por conta da maior facilidade de obtenção.													
3.	<b>Manutenção</b>														
3.1	Implantação de placas informativas	Manutenção de 20% da placa informativa.													
3.2	Cercamento da área de nascente	Manutenção de 20% do cercamento da nascente.													
3.3	Replântio de mudas	Replântio de 10% de mudas.													
3.4	Implantação de aceiramento (controle de queimadas)	Manutenção de 50% do aceiramento.													
4.	<b>Monitoramento</b>														
4.1	Avaliação quali-quantitativa da água	Realização de análises de qualidade da água, conforme Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 357 de 2005 (BRASIL, 2005). As análises devem englobar os parâmetros elencados na Tabela I e Tabela II da referida resolução, onde são especificados valores de referência para corpos d'água classe I (BRASIL, 2005). A periodicidade da avaliação deverá ser semestral.  A nascente também deverá ser monitorada em termos quantitativos por meio da utilização de medidor de vazão doppler (ADCP). A periodicidade da medição deverá ser bimestral.													
4.2	Acompanhamento das ações e elaboração de relatórios técnicos	A equipe técnica responsável pelo projeto de recuperação deverá realizar o acompanhamento das ações por 2 anos. O acompanhamento se dará por meio de visitas <i>in loco</i> com frequência anual e deverá englobar registros descritivos e fotográficos do andamento das ações, com proposição de atividades de manutenção, caso necessário. Os resultados deverão ser compilados num relatório técnico de campo.													

Elaboração própria.

N1 – Nascente do Uruçuí-Preto.  
N2 – Nascente do Gurguéia.  
N3 – Nascente do Itaueira.  
N4 – Nascente do Canindé.  
N5 – Nascente do Piranji.  
N6 – Nascente do Alto Longá.  
N7 – Nascente do Poti.

N8 – Nascente das Difusas do Alto Parnaíba.  
N9 – Nascente das Difusas da Boa Esperança.  
N10 – Nascente das Difusas do Litoral.  
N11 – Nascente das Difusas do Médio Parnaíba.  
N12 – Nascente das Difusas do Baixo Parnaíba.  
N13 – Nascente do Balsas.



#### 5.4.1. Plantio de mudas

O método para recomposição florestal das APPs de nascentes carentes de cobertura vegetal deverá ser o plantio de mudas em linha, as quais neste método são produzidas em viveiros (EMBRAPA, 2021f). O espaçamento adotado deve ser 2m x 2m (2.500 plantas/hectare), conforme exibido em planta em anexo. O plantio das mudas deve ser executado no período chuvoso, favorecendo a sobrevivência das mudas e reduzindo a necessidade de regas (PIAUÍ, 2024).

No plantio também deve ser considerado a intercalação entre espécies pioneiras e não pioneiras, favorecendo a sucessão ecológica das espécies (PIAUÍ, 2024). Ademais, recomenda-se que as mudas utilizadas apresentem adequadas condições de sanidade e altura mínima de 30cm (PIAUÍ, 2024). Durante o plantio, deve-se retirar os sacos que envolvem os torrões das mudas, sem destruí-los, posicionar a muda na cova já com adubo (caso necessário) e cobrir o torrão compactando a terra ao redor (PIAUÍ, 2024).

Caso não seja registrado evento de precipitação, deve-se realizar a rega das mudas semanalmente, durante o primeiro mês de plantio e a cada duas semanas no segundo mês de plantio (PIAUÍ, 2024). Também se recomenda que as plantas sejam atadas em varetas-guia, como as de bambu, as quais fornecem orientação no crescimento da espécie e auxilia na identificação das mudas no campo (PIAUÍ, 2024).

A Tabela 10 exibe as espécies indicadas para cada um dos biomas que têm interface com as nascentes contempladas neste Plano de Recuperação. Ambos os biomas apresentam grande variedade de espécies, sendo que o cerrado se constitui como um mosaico de diferentes fitofisionomias, que variam conforme proximidade com corpos hídricos (PIAUÍ, 2024).

De acordo com informações de Piauí (2024), há registros de cerca de 1.102 espécies de árvores e arbustos na vegetação de caatinga, sendo 318 endêmicas. No plantio de mudas deve se considerar a combinação de espécies, a qual pode recorrer a diferentes considerações, quais sejam (PIAUÍ, 2024):

- Proporcionar adequado estágio sucessivos das espécies.
- Proporção de espécies nos diferentes estágios sucessivos.
- Espaçamento e densidade dos indivíduos no plantio.
- Estratégia para plantio das espécies.

Tabela 10: Espécies indicadas para plantio nos biomas cerrado e caatinga.

Bioma	Espécies Herbáceas	Espécies Arbóreas e Arbustivas
Caatinga	Catingueira ( <i>Caesalpinia pyramidalis</i> Tul.) Angico ( <i>Anadenanthera colubrina</i> cebil) Jurema Preta ( <i>Mimosa hostilis</i> Mart Benth) Jurema ( <i>Piptadenia stipulaceae</i> ) Faveleira ou mandioca-brava ( <i>Cnidoscolus quercifolius</i> ) Pinhão bravo ( <i>Jatropha mollissima</i> ) Burra leiteira ( <i>Sapium glandulatum</i> ) Mororó ( <i>Bauhinia cheilantha</i> Bong Steud) Mandacaru ( <i>Cereus jamacaru</i> DC) Xique-xique ( <i>Pilosocereus gounellei</i> )	Elvira ( <i>Delilia biflora</i> Kuntze) Glória da manhã ( <i>Evolvulus filipes</i> Mart) Malva ( <i>Herissantia crista</i> ) Vassoura ( <i>Sidatrum multiflorum</i> ) Mombaça ( <i>Panicum maximum</i> Jacq.) Erva daninha ( <i>Panicum trichoides</i> ) Maria gorda ( <i>Talinum paniculatum</i> ) Subarbusto ( <i>Heliotropium angiospermum</i> Murray)
Cerrado	-	Pequi ( <i>Caryocar Brasiliense</i> )

Bioma	Espécies Herbáceas	Espécies Arbóreas e Arbustivas
		Buriti ( <i>Mauritia flexuosa</i> ) Mangaba ( <i>Hancornia speciosa</i> ) Bacupari ( <i>Salacia elliptica</i> ) Baru ( <i>Dipteryx alata</i> ) Aroeira ( <i>Myracrodruon urundeuva</i> ) Cagaita ( <i>Eugenia dysenterica</i> ) Babaçu ( <i>Attalea speciosa</i> ) Murici ( <i>Byrsonima crassifolia</i> ) Bacuri ( <i>Platonia insignis</i> ) Jatobá ( <i>Hymenaea courbaril</i> ) Gueroba/Guariroba ( <i>Syagrus oleracea</i> )

Fonte: Piauí (2024).

Na seleção e composição de espécies também é relevante se considerar os grupos ecológicos, garantindo que as espécies pioneiras sejam priorizadas sob as demais, com as espécies secundárias aparecendo em seguida (PIAUÍ, 2024).

## 6. INDICADORES E METAS

Especificamente para avaliação das ações propostas, indica-se a utilização de Indicadores de Condição Ambiental (ICA), Indicadores de Desempenho Operacional (IDO) e Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG), conforme especificação da ISO 14.031 (ABNT, 2015). Os indicadores foram concebidos para abranger tanto as ações estruturantes como não estruturantes englobando todas as nascentes contempladas pelo Plano de Recuperação. A Tabela 11 exibe os indicadores de cada categoria bem como suas respectivas metas.

Tabela 11: Indicadores e metas propostas para o Eixo 2 – Recuperação de Nascentes.

Tipo	Indicador	Unidade	Meta
ICA	% de sobrevivência de mudas plantadas	%	Garantir a sobrevivência de ao menos 90% das mudas plantadas.
	% de riqueza de espécies nativas	%	Obter entre 30-40% da riqueza de espécies nativas com relação aos ecossistemas de referência
	% de cobertura de dossel	%	Atingir ao menos 20% da área de cada nascente coberta por dossel
IDO	% de mudas replantadas	%	Realizar o replantio de 100% das plantas indicadas.
	% de cerca implementada	%	Implementar 100% do cercamento das áreas de nascentes.
	% de aceiramento implementado	%	Implementar 100% do aceiramento nas áreas de nascentes.
	% placas informativas instaladas	%	Instalar 100% das placas informativas nas nascentes contempladas.
	% de nascentes monitoradas em relação a qualidade e quantidade de água	%	Realizar o monitoramento quali-quantitativo de 100% das nascentes contempladas.
IDG	% de mobilizações realizadas	%	Realizar 100% das mobilizações previstas na fase de planejamento do projeto.
	% de visitas técnicas realizadas	%	Realizar 100% das visitas técnicas <i>in loco</i> para validação e estaqueamento das áreas das nascentes.
	% de planos/projetos atualizados	%	Atualizar 100% dos planos/projetos propostos para as nascentes com ações estruturantes previstas.
	% de relatórios técnicos elaborados	%	Elaborar 100% dos relatórios técnicos de monitoramento previstos para as nascentes contempladas.

Elaboração própria.



## 7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO

### 7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR

O orçamento preliminar tem como objetivos apresentar a estimativa de custos e investimentos necessários para a viabilização do plano de ações proposto para o Plano de Recuperação de Nascentes da Bacia do Rio Parnaíba. Com base nessa premissa, realizou-se a composição de preços e custos tendo-se como referência a Tabela de Preços de Consultoria do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), referente ao mês de janeiro de 2024 (DNIT, 2024a) e o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) para a região Nordeste do Brasil (DNIT, 2024b), do mesmo mês e ano.

Outros custos e serviços que não estejam contemplados nessas referências foram estimados com base em cotações obtidas junto à fornecedores e/ou experiências pregressas da empresa consultora em projetos semelhantes. Além disso, também foram adotados valores obtidos através de editais e licitações públicas, bem como custos empregados em planos e projetos de recuperação de nascentes. Além disso, foram estimados os valores com e sem aplicação de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), o qual foi obtido através de referência do DNIT do ano de 2024, sendo adotado em 44,6%.

As seguintes premissas foram consideradas para a proposição dos custos e investimentos unitários:

- Cercamento de todo o perímetro da nascente, num raio de 50m.
- Plantio de mudas, adubação, controle de espécies invasoras e proteção contra processos erosivos em 50% da área da nascente.
- Manutenção das cercas e placas em 20% e manutenção do aceiramento em 50%.

A Tabela 12 exibe os custos e investimentos necessários para a etapa de planejamento do plano de recuperação de nascentes enquanto a Tabela 13 exibe o orçamento necessário para implantação, manutenção e monitoramento das ações propostas. Cabe destacar que os custos são unitários, ou seja, para cada nascente. A Tabela 14 exibe o total de investimento para o Eixo 2: Recuperação de Nascentes, considerando as 13 bacias alvo.

Tabela 12: Eixo 2 – Recuperação de Nascentes: custos e investimentos na fase de planejamento para uma nascente.

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1. Planejamento</b>										
<b>1.1 Mão de obra</b>										
1.1.1	P8044	Coordenador ambiental	hora	1	8	15	34.958,28	198,63	R\$ 23.835,19	R\$ 34.465,69
1.1.2	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	1	8	15	25.146,99	142,88	R\$ 17.145,68	R\$ 24.792,65
1.1.3	P8033	Biólogo pleno	hora	1	8	15	8.763,07	49,79	R\$ 5.974,82	R\$ 8.639,59
1.1.4	P8143	Técnico Ambiental	hora	1	8	15	6.150,89	34,95	R\$ 4.193,79	R\$ 6.064,22
1.1.5	P8113	Motorista de veículo leve	hora	1	8	10	4.745,01	26,96	R\$ 2.156,82	R\$ 3.118,77
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 53.306,30</b>	<b>R\$ 77.080,91</b>
<b>1.2 Equipamentos</b>										
1.2.1	E9684	Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	hora	1	8	10	-	54,66	R\$ 4.372,70	R\$ 6.322,93
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 4.372,70</b>	<b>R\$ 6.322,93</b>
<b>1.3 Outras despesas</b>										
1.3.1	-	Diária (hospedagem + alimentação)	3	1	1	10	-	360	R\$ 3.600,00	R\$ 5.205,60
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 3.600,00</b>	<b>R\$ 5.205,60</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 61.279,00</b>	<b>R\$ 88.609,44</b>

Fonte: DNIT (2024a, 2024b).

Tabela 13: Eixo 2 – Recuperação de Nascentes: custos e investimentos na fase de implantação, manutenção e monitoramento para uma nascente.

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>2. Implantação, Manutenção e Monitoramento</b>										
<b>2.1 Mão de obra</b>										
2.1.1	P8044	Coordenador ambiental	hora	1	8	40	34.958,28	198,63	R\$ 63.560,51	R\$ 91.908,50
2.1.2	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	1	8	40	25.146,99	142,88	R\$ 45.721,80	R\$ 66.113,72
2.1.3	P8033	Biólogo pleno	hora	1	8	40	8.763,07	49,79	R\$ 15.932,85	R\$ 23.038,91
2.1.4	P8143	Técnico Ambiental	hora	2	8	40	6.150,89	34,95	R\$ 22.366,87	R\$ 32.342,50
2.1.5	P8113	Motorista de veículo leve	hora	1	8	20	4.745,01	26,96	R\$ 4.313,65	R\$ 6.237,53
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 151.895,68</b>	<b>R\$ 219.641,16</b>
<b>2.2 Equipamentos</b>										
2.2.1	E9684	Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	hora	1	8	20	-	54,66	R\$ 8.745,41	R\$ 12.645,86
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 8.745,41</b>	<b>R\$ 12.645,86</b>
<b>2.3 Serviços</b>										
2.3.1	Cotação	Análise de qualidade da água - CONAMA 357/2005	amostra	4	Trimestral	-	-	2558,5	R\$ 10.234,00	R\$ 14.798,36
2.3.2	1817723	Levantamento hidrométrico com ADCP em rios com velocidade de corrente acima de 1,5 m/s	km	12	Mensal	-	-	45,60	R\$ 547,20	R\$ 791,25
2.3.3	Projeto Rio Doce (2021)	Validação de áreas	hectare	0,785	-	-	-	840,00	R\$ 659,40	R\$ 953,49
2.3.4	Projeto Rio Doce (2021)	Elaboração de Projeto Individual por Propriedade	hectare	0,785	-	-	-	153,60	R\$ 120,58	R\$ 174,35
2.3.5	Projeto Rio Doce (2021)	Estaqueamento de áreas válidas	hectare	0,785	-	-	-	360,00	R\$ 282,60	R\$ 408,64
2.3.6	4915740	Limpeza - roçada manual	hectare	0,785	-	-	-	1684,56	R\$ 1.322,38	R\$ 1.912,16
2.3.7	5213868	Placa – Fornecimento e implantação de suporte metálico galvanizado– 2,00m x 1,00m (unidade)	unidade	1	-	-	-	1062,19	R\$ 1.062,19	R\$ 1.535,93
2.3.8	3713613	Cerca com 4 fios de arame liso galvanizado e mourão de madeira a cada 2,5 m e esticador a cada 50 m	m	314	-	-	-	19,01	R\$ 5.969,14	R\$ 8.631,38
2.3.9	4413989	Plantio de mudas arbóreas com porte de 30 a 80 cm em covas de 0,60 x 0,60 x 0,60 m - 50% da área	unidade	981,25	-	-	-	35,38	R\$ 34.716,63	R\$ 50.200,24
2.3.10	4915744	Implantação de aceiramento (controle de queimadas) - Capina Manual	m²	628	-	-	-	0,67	R\$ 420,76	R\$ 608,42
2.3.11	98520	Aplicação de adubo no solo – 50% da área	m²	3925	-	-	-	6,16	R\$ 24.178,00	R\$ 34.961,39
2.3.12	4413989	Replanteio 10%- Plantio de mudas arbóreas com porte de 30 a 80 cm em covas de 0,60 x 0,60 x 0,60 m	unidade	98,13	-	-	-	35,38	R\$ 3.471,66	R\$ 5.020,02
2.3.13	3713613	Manutenção cercamento 20% - Cerca com 4 fios de arame liso galvanizado e mourão de madeira a cada 2,5 m e esticador a cada 50 m	m	62,8	-	-	-	19,01	R\$ 1.193,83	R\$ 1.726,28



Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
2.3.14	5213868	Manutenção placas 20 % - Placa – Fornecimento e implantação de suporte metálico galvanizado– 2,00m x 1,00m (unidade)	unidade	0,2	-	-	-	1062,19	R\$ 212,44	R\$ 307,19
2.3.15	4915744	Manutenção aceiramento 50% - Capina Manual	m²	314	-	-	-	0,67	R\$ 210,38	R\$ 304,21
2.3.16	5501700	Controle de espécies invasoras - Desmatamento, destocamento e limpeza de área com árvores de diâmetro até 0,15 m - 50% da área	m²	3925	-	-	-	0,52	R\$ 2.041,00	R\$ 2.951,29
2.3.17	4413014	Recuperação ambiental de pedreiras ou áreas degradadas com biomanta vegetal de fibras de coco - 50% da área	m²	3925	-	-	-	15,93	R\$ 62.525,25	R\$ 90.411,51
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 149.167,43</b>	<b>R\$ 215.696,10</b>
<b>2.4 Outras despesas</b>										
2.3.1	Cotação	Diária (hospedagem + alimentação)	3	1	1	5	-	360	R\$ 1.800,00	R\$ 2.602,80
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 1.800,00</b>	<b>R\$ 2.602,80</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 311.608,52</b>	<b>R\$ 450.585,92</b>

Fonte: DNIT (2024a, 2024b) e Fundação Renova (2021).

Elaboração própria.

Tabela 14: Eixo 2 – Recuperação de Nascentes: total estimado para o eixo.

Atividade	Total unitário (R\$)	Total unitário com BDI (R\$)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
1. Planejamento	R\$ 61.279,00	R\$ 88.609,44	R\$ 735.348,02	R\$ 1.151.922,67
2. Implantação, Manutenção e Monitoramento	R\$ 311.608,52	R\$ 450.585,92	R\$ 3.739.302,23	R\$ 5.857.616,94
<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>R\$ 372.887,52</b>	<b>R\$ 539.195,35</b>	<b>R\$ 4.474.650,25</b>	<b>R\$ 7.009.539,61</b>

Fonte: DNIT (2024a, 2024b).

Elaboração própria.

O orçamento preliminar considerou a implantação de todas as ações propostas no Plano de Ações para todas as 13 nascentes avaliadas. Sendo assim, na etapa de validação das áreas pela equipe técnica deverá ser confirmado o estado de degradação das nascentes e, caso não haja necessidade de intervenções estruturantes, deverão ser sugeridas outras nascentes para serem alvo de recuperação, desde que estas localizem-se dentro das bacias hidrográficas avaliadas.

Essa avaliação é especialmente relevante nas nascentes alocadas em Unidades de Conservação e, portanto, exigirá que a equipe técnica responsável busque apoio junto aos órgãos gestores para seleção de nascentes que apresentem grau de perturbação ou degradação, de modo que os recursos investidos nas nascentes permaneçam na bacia hidrográfica e, preferencialmente, também dentro dos limites territoriais das áreas protegidas.

Caso não sejam identificadas nascentes com perturbação e/ou degradação na área da UC, os recursos podem ser direcionados à outra nascente, de igual relevância, alocada o mais próximo possível e localizada nos limites da bacia hidrográfica alvo.

## 7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O cronograma proposto para implantação do Plano de Ações consta na Tabela 15. Considerou-se a execução do monitoramento quali-quantitativo dos recursos hídricos das nascentes desde a fase inicial do projeto. O total estimado para o planejamento foi de 2 meses, uma vez que deve envolver a mobilização de diversas entidades e proprietários rurais, podendo demandar a realização de eventos presenciais.

Para a implantação das ações foram propostos o total de 10 meses, com manutenção a partir do segundo ano, totalizando 2 meses de esforços. Também se prevê duas visitas técnicas de acompanhamento do projeto com elaboração de relatório, alocadas no segundo ano de projeto.

Tabela 15: cronograma de execução do plano de recuperação das nascentes do Parnaíba.

ID	Atividade/Ação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>1</b>	<b>Planejamento</b>																								
1.1	Mobilização de entidades e proprietários envolvidos																								
<b>2</b>	<b>Implantação</b>																								
2.1	Validação de áreas																								
2.2	Estaqueamento de áreas válidas																								
2.3	Atualização do Plano de Recuperação																								
2.4	Implantação de placas																								
2.5	Limpeza do terreno																								
2.6	Cercamento da área de nascente																								
2.7	Plantio de mudas																								
2.8	Implantação de aceiramento (controle de queimadas)																								
2.9	Controle de espécies invasoras																								
2.10	Eliminação ou mitigação de processos erosivos																								
2.11	Correção da fertilidade do solo																								
<b>3</b>	<b>Manutenção</b>																								
3.1	Implantação de placas informativas																								
3.2	Cercamento da área de nascente																								
3.3	Replanteio de mudas																								
3.4	Implantação de aceiramento (controle de queimadas)																								
<b>4</b>	<b>Monitoramento</b>																								
4.1	Avaliação da qualidade da água																								
4.2	Medição da vazão																								
4.3	Acompanhamento das ações e elaboração de relatórios técnicos																								

Elaboração própria.



## 8. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO (ANA). A Evolução da Gestão dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília, DF, 2002. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – Informe 2013**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes/conjuntura-dos-recursos-hidricos>. Acesso em: 13 jun. 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO (ANA). **Metadados SNIRH**. 2023. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/home>. Acesso em: 14 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14.031**: Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – diretrizes. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2015. 44 p

BRASIL. Decreto nº 10.8038 de 18 de outubro de 2021. Regulamenta os art. 6º e art. 8º da Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021, para dispor sobre os programas de revitalização dos recursos hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio São Francisco e do Rio Parnaíba e daquelas na área de influência dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Furnas. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/Decreto/D10838.htm#art1](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Decreto/D10838.htm#art1). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. **Hidrovia do Parnaíba**. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/old/hidrovia-do-parnaiba>. Acesso em: 13 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 13 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.1482 de 12 de julho de 2021. Dispõe sobre a desestatização da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras); altera as Leis nºs 5.899, de 5 de julho de 1973, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.848, de 15 de março de 2004, 13.182, de 3 de novembro de 2015, 13.203, de 8 de dezembro de 2015, 14.118, de 13 de janeiro de 2021, 9.648, de 27 de maio de 1998, e 9.074, de 7 de julho de 1995; e revoga dispositivos da Lei nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2021a. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/Lei/L14182.htm#art8](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Lei/L14182.htm#art8). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1998. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9985 de 18 de julho de 2000.

Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2000. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm). Acesso em: 14 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MDR). **Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas**. Brasília, 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/bacias-hidrograficas/revitalizacao-de-bacias>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. **Plano Nacional de Recursos Hídricos - Plano de Ação**. Brasília, DF, 2022b. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh\\_2022\\_para\\_baixar\\_e\\_imprimir.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2002. Disponível em:

[https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2002\\_Res\\_CONAMA\\_303.pdf](https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2002_Res_CONAMA_303.pdf). Acesso em: 16 jun de 2024.

BRASIL. Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2005. Disponível em:

[https://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=450](https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450). Acesso em: 15 jun 2024.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 369 de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2006. Disponível em:

[https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2006\\_Res\\_CONAMA\\_369.pdf](https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2006_Res_CONAMA_369.pdf). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 429 de 28 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2011. Disponível em:

[https://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/documentos/pagina/resolucao\\_conama\\_429-11.pdf](https://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/documentos/pagina/resolucao_conama_429-11.pdf). Acesso em: 16 jun. 2024.

CEARÁ. **Plano Estratégico dos Recursos Hídricos do Ceará**. Fortaleza, Ceará, 2009. 408 p.

Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/wp-content/uploads/2018/09/Plano-Estrat%C3%A9gico-dos-Recursos-H%C3%ADricos-do-Cear%C3%A1.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2024.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). **Parnaíba**. 2021. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/parnaiba>. Acesso em: 13 jun 2024.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). **Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes da Bacia do rio Parnaíba**. Editora IABS,

Brasília-DF, Brasil - 2016. 174p. Disponível em:

<https://bb.ibict.br/bitstream/1/689/1/PlanoNascentePARNAIBA.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO): Nordeste - PIAUI - janeiro 2024. 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/2024/janeiro/janeiro-2024](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/2024/janeiro/janeiro-2024).

Acesso em: 06 maio. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Tabela de Preços de Consultoria - janeiro 2024. [S. L.], 2024. Disponível em:

<https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/tabela-de-precos-de-consultoria-1/relatorios/2024/janeiro/janeiro-2024>. Acesso em: 06 maio 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECÁRIA (EMBRAPA). **Mapa de Solos**. 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/513286/mapa-de-solos-do-brasil-legenda-atualizada>. Acesso em: 14 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Aceiros evitam propagação de fogo em pastagens**. 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/18031879/aceiros-evitam-propagacao-de-fogo-em-pastagens>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Argissolos**. 2021c. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/solos/argissolos>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Fibra de Coco na Proteção do Solo e na Recuperação de Áreas Degradadas**. 2021g. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/coco/pos-producao/coprodutos/casca-fibras-e-po/fibra-de-coco-na-protecao-do-solo-e-na-recuperacao-de-areas-degradadas>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Latossolos**. 2021a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/solo/tipos-de-solo/latossolos>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Luvisolos**. 2021e. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/luvisolos>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Neossolos**. 2021b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/neossolos>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Pesquisadores geram mapas de suscetibilidade e vulnerabilidade dos solos brasileiros à erosão hídrica**. 2020a. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/58207136/pesquisadores-geram-mapas-de-suscetibilidade-e-vulnerabilidade-dos-solos-brasileiros-a-erosao-hidrica>. Acesso em: 14 jun. 2024.



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Plintossolos**. 2021d. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/plintossolos>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Roteiro para elaboração de um projeto de recomposição de áreas degradadas ou alteradas**. 2021f. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1137596/roteiro-para-elaboracao-de-um-projeto-de-recomposicao-de-areas-degradadas-ou-alteradas>. Acesso em: 15 jun. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Mapa de Vulnerabilidade**. 2020b. Disponível em: <https://geoinfo.dados.embrapa.br/catalogue/#/dataset/2997>. Acesso em: 14 jun. 2024.

FELFILI, J. M.; REZENDE R. P. Conceitos e Métodos em Fitossociologia. Brasília (DF): Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal. 2003. 68p.

FUNDAÇÃO RENOVA. **PG-26- PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DA ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E DE RECARGA HÍDRICA DEGRADADAS DA BACIA DO RIO DOCE**. Setembro de 2021. Disponível em: <https://gis.fundacaorenova.org/assets/programas/descricao/PG26.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Biomass**. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15842-biomass.html>. Acesso em: 14 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Vegetação**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/22453-cartas-1-250-000.html>. Acesso em: 14 jun. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Downloads**. 2022. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/downloads/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Banco de Dados de Queimadas**. 2024b. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/queimadas/bdqueimadas/>. Acesso em: 15 jun. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Perguntas Frequentes - Programa Queimadas**. 2024a. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/queimadas/porta/fag/index.html>. Acesso em: 15 jun. 2024.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé; LIMA, Almir Bezerra; AUGUSTIN, Cristina Helena Ribeiro Rocha. Nascentes do Rio Parnaíba: usos e conservação da terra e da água. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 594-605, 2017. Disponível em: <https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/1829>. Acesso em: 13 jun. 2024.

MAPBIOMAS. **RAD 2023: MATOPIBA passa a Amazonia e assume a liderança do desmatamento no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/05/28/matopiba-passa-a-amazonia-e-assume-a-lideranca-do-desmatamento-no-brasil/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

MARANHÃO. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Maranhão. **Relatório Executivo**. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais -SEMA –São Luís: SEMA, 2020. Disponível em: <https://www.sema.ma.gov.br/programas-ou-campanhas/manuais-e-publicacoes>. Acesso em: 16 jun. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE E MUDANÇAS CLIMÁTICAS (MMA). **Download de dados geográficos**. 2019. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em 14 jun. 2024.

PAULA FILHO, F. J. **Avaliação integrada da Bacia de drenagem do Rio Parnaíba através de fatores de emissão de cargas de nitrogênio e fósforo e índices de qualidade de águas**. 2014. 192 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/17677>. Acesso em: 13 jun. 2024.

PIAUÍ. **Relatório Técnico RT-3 - TOMO II: Plano de Conservação de Nascentes e Rios**. Teresina. 2024. 87 p.

PIAUI. SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PIAUÍ (SEMARH). Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí. Teresina, PI, 2010. 198 p. Disponível em: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bra183822.pdf>. Acesso em: 06 set. 2023

RUGGIERO, P. G. et al. 2002. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, southeastern Brazil. Plant Ecology, Dordrecht: Kluwer Iwalter.

SANTOS, Paula Resende; PEREIRA, Gabriel; ROCHA, Leonardo Cristian. Análise da distribuição espacial dos focos de queimadas para o bioma Cerrado (2002-2012). **Caderno de Geografia**, v. 24, n. 1, p. 133-142, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3332/333231477011.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

SANTOS-FILHO, Francisco Soares; JÚNIOR, Eduardo Bezerra Almeida; SOARES, Caio Jefiter Reis Santos. Cocaís: zona ecotonal natural ou artificial?. **Revista Equador**, v. 2, n. 1, p. 02-13, 2013. Disponível em: <https://revistas.ufpi.br/index.php/equador/article/view/1043>. Acesso em: 25 set. 2023.

SOUZA, Mailson Pereira de; COUTINHO, Joxleide Mendes da Costa Pires; SILVA, Leovandes Soares da; AMORIM, Felipe Silva; ALVES, Allyson Rocha. Composição e estrutura da vegetação de caatinga no sul do Piauí, Brasil. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 210, 17 jun. 2017. Grupo Verde de Agroecologia e Abelhas. <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i2.4588>

## 9. LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização das nascentes contempladas no Plano de Recuperação. ....	9
Figura 2: Tipos de solos presentes na bacia do rio Parnaíba, com destaque para as nascentes contempladas no Plano de Recuperação. ....	11
Figura 3: Biomas abrangidos nas sub-bacias do rio Parnaíba, com destaque para as nascentes contempladas no Plano de Recuperação. ....	13
Figura 4: Fitofisionomias presentes na bacia do rio Parnaíba, com destaque para as nascentes contempladas pelo Plano de Recuperação. ....	15
Figura 5: Vulnerabilidade à erosão da bacia do rio Parnaíba. ....	18
Figura 6: Vulnerabilidade à erosão das nascentes contempladas no Plano de Recuperação – detalhamento. ....	19
Figura 7: Supressão de vegetação nativa na bacia do rio Parnaíba. ....	21
Figura 8: Supressão de vegetação nativa das nascentes contempladas no Plano de Recuperação – detalhamento. ....	22
Figura 9: Focos de queimadas identificadas entre junho de 2023 e junho de 2024 na bacia do rio Parnaíba. ....	25
Figura 10: Focos de queimadas identificadas entre junho de 2023 e junho de 2024 nas nascentes contempladas no Plano de Recuperação – detalhamento. ....	26



## 10. LISTA DE TABELAS

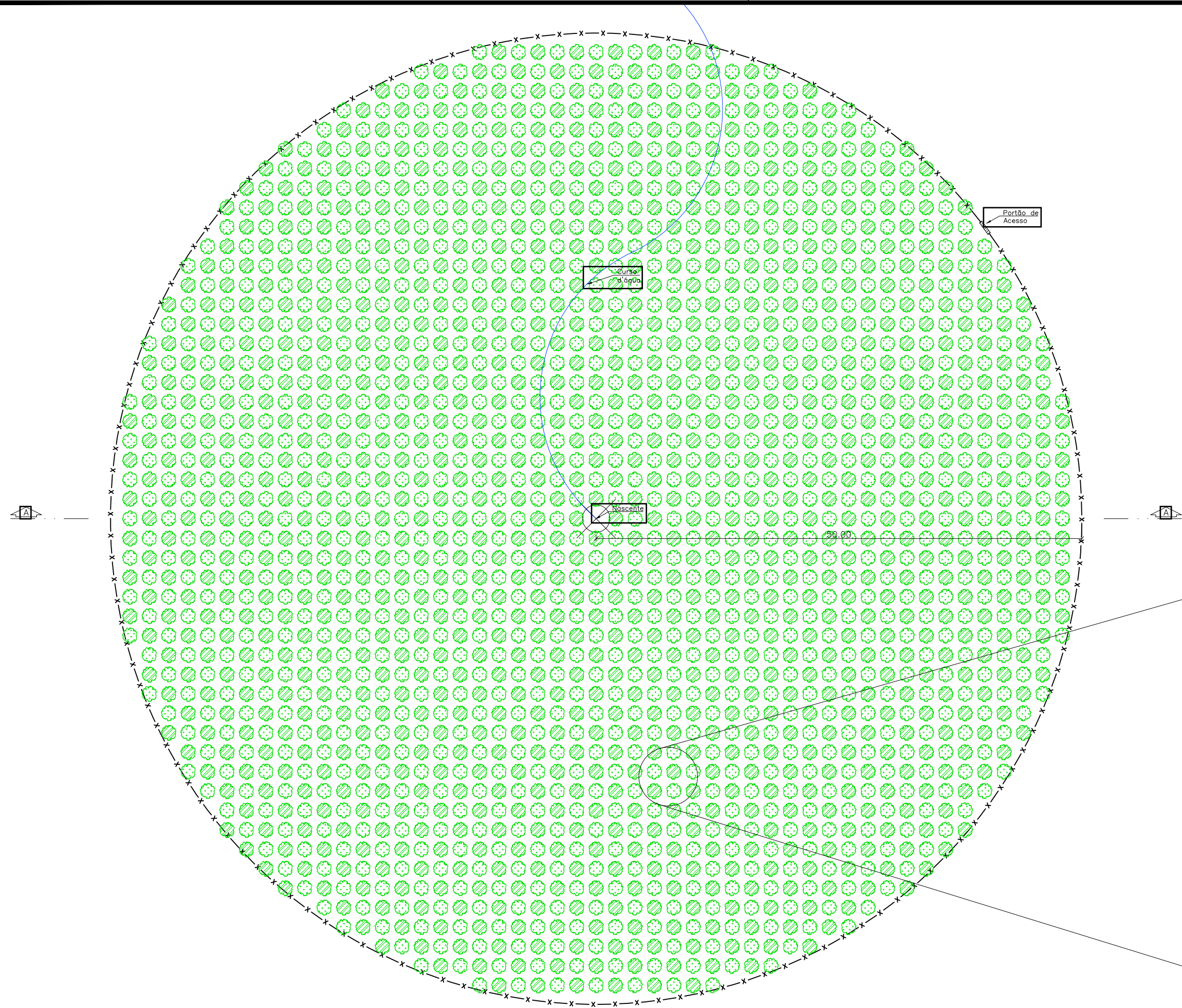
Tabela 1: aderência do Eixo 2 – Recuperação de Nascentes às políticas setoriais de recursos hídricos. ....	6
Tabela 2: Coordenadas em grau decimal das nascentes selecionadas para recuperação.....	10
Tabela 3: Tipologia de solos presentes nas nascentes contempladas no Plano de Recuperação. ....	12
Tabela 4: Biomas e fitofisionomias presentes nas nascentes contempladas no Plano de Recuperação. ....	16
Tabela 5: Vulnerabilidade à erosão das nascentes contempladas pelo Plano de Recuperação. ....	20
Tabela 6: Supressão de vegetação nativa nas APPs das nascentes contempladas pelo Plano de Recuperação.....	23
Tabela 7: Detecção focos de queimadas nas proximidades das nascentes contempladas no Plano de Recuperação.....	27
Tabela 8: Síntese de informações discutidas na caracterização ambiental preliminar. ....	28
Tabela 9: Plano de ações proposto para as nascentes contempladas pelo Plano de Recuperação. .	30
Tabela 10: Espécies indicadas para plantio nos biomas cerrado e caatinga. ....	32
Tabela 11: Indicadores e metas propostas para o Eixo 2 – Recuperação de Nascentes. ....	34
Tabela 12: Eixo 2 – Recuperação de Nascentes: custos e investimentos na fase de planejamento para uma nascente. ....	36
Tabela 13: Eixo 2 – Recuperação de Nascentes: custos e investimentos na fase de implantação, manutenção e monitoramento para uma nascente. ....	37
Tabela 14: Eixo 2 – Recuperação de Nascentes: total estimado para o eixo. ....	39
Tabela 15: cronograma de execução do plano de recuperação das nascentes do Parnaíba.....	40

## 11. LISTA DE SIGLAS

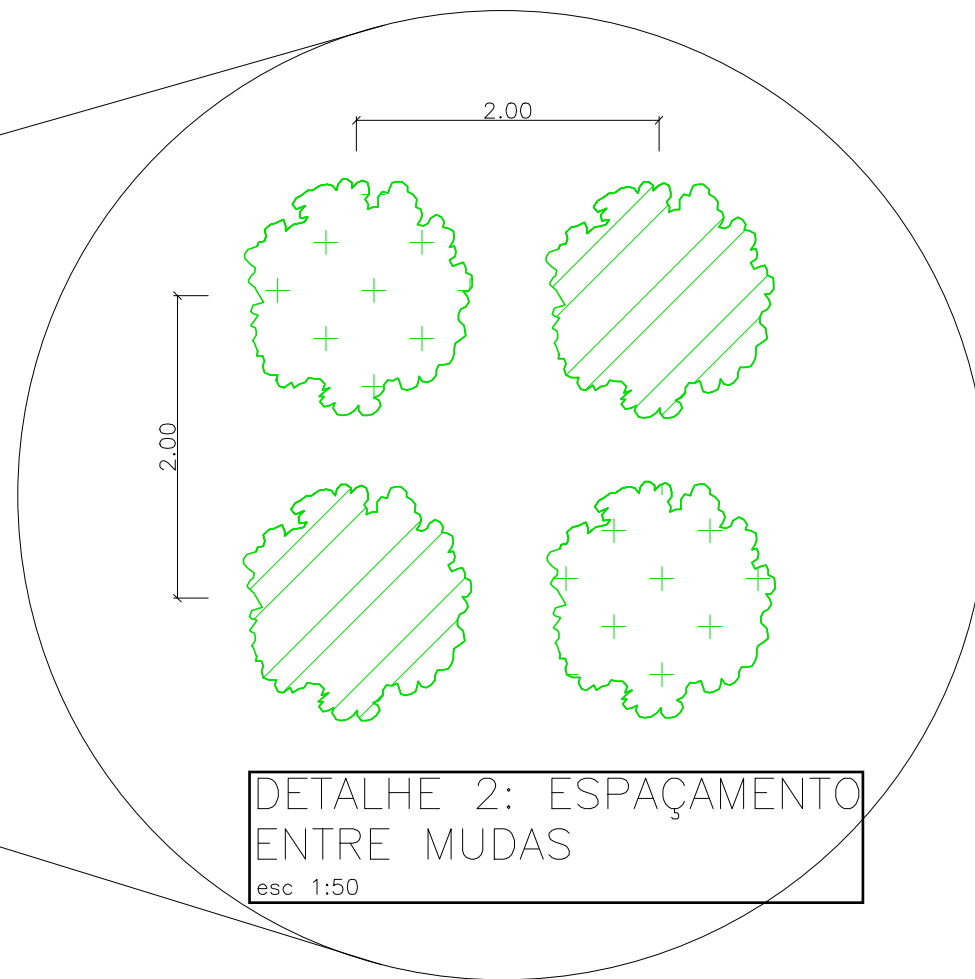
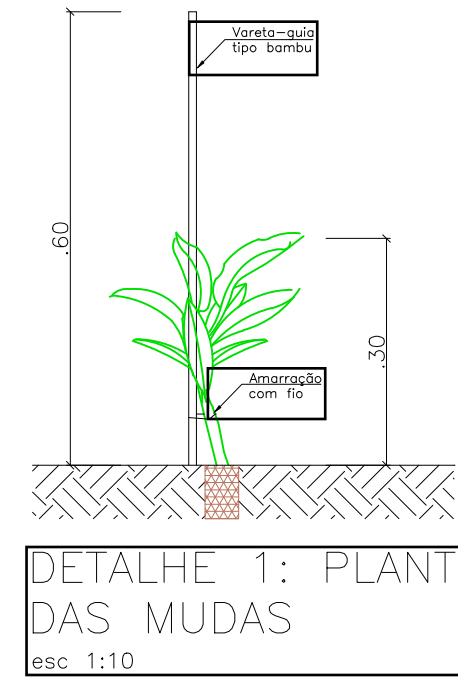
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico  
APP – Área de Preservação Permanente  
AT - Área Temática  
BDI - Benefícios e Despesas Indiretas  
CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba  
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente  
DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICA - Indicadores de Condição Ambiental  
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade  
IDG - Indicadores de Desempenho Gerencial  
IDO - Indicadores de Desempenho Operacional  
INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional  
PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos  
PI – Proteção Integral  
PNRBH - Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas  
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos  
SICRO - Sistema de Custos Referenciais de Obras  
SIG - Sistema de Informações Geográficas  
SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação  
UC - Unidades de Conservação  
UPH - Unidades de Planejamento Hídrico  
US - Uso Sustentável

## 12. ANEXOS

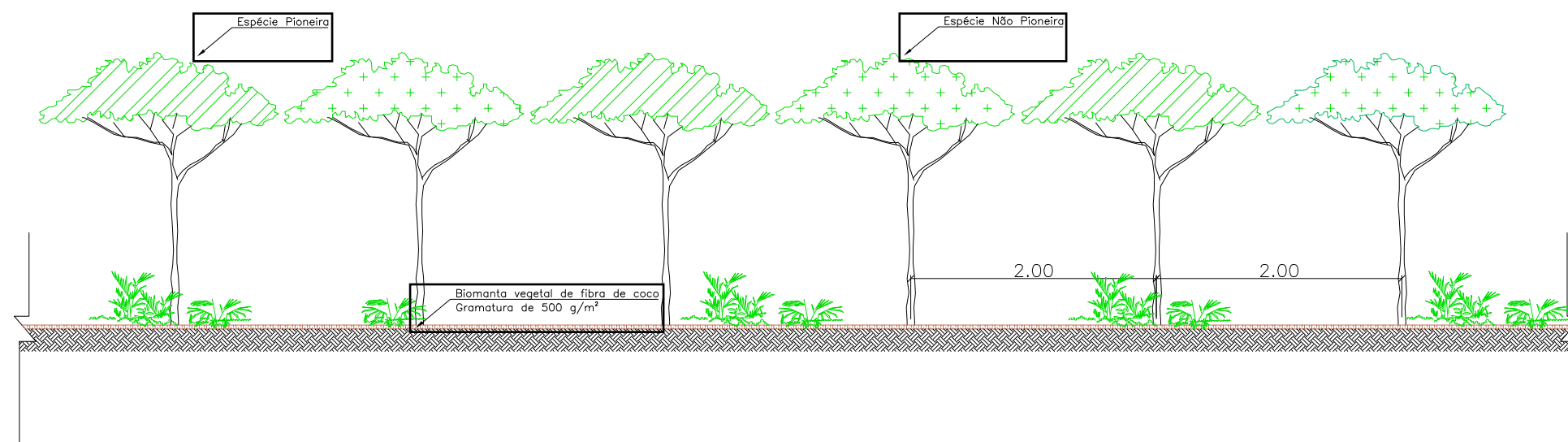




PLANTA BAIXA: PLANTIO DE MUDAS EM LINHA – APP DE NASCENTE  
esc 1:400

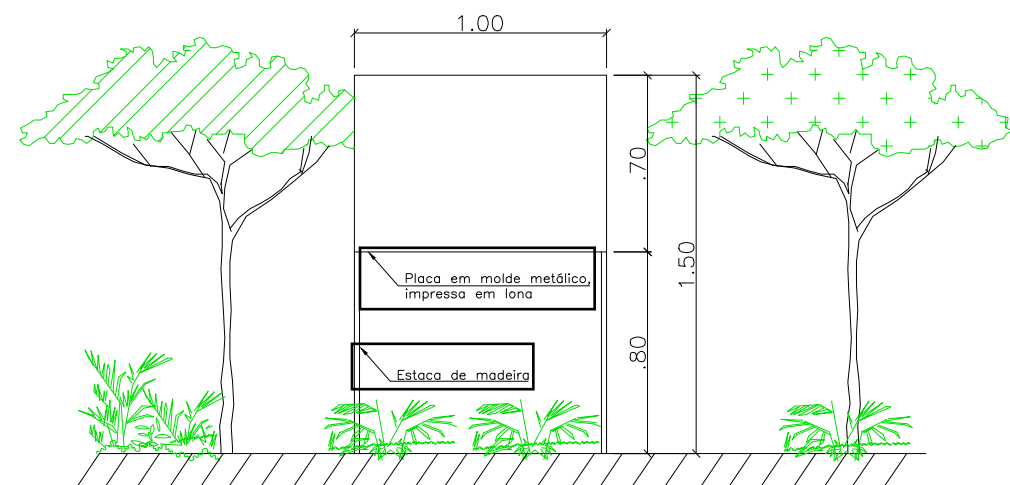


Legenda/Simbologia	
	Espécie Pioneira
	Espécie Não Pioneira
	Biomanta Vegetal
	Torrão de Terra – Mudas
	Terreno em corte
	Cercamento
	Terreno
	Detalhes
	Vegetação
	Vareta
	Hidrografia
	Portão

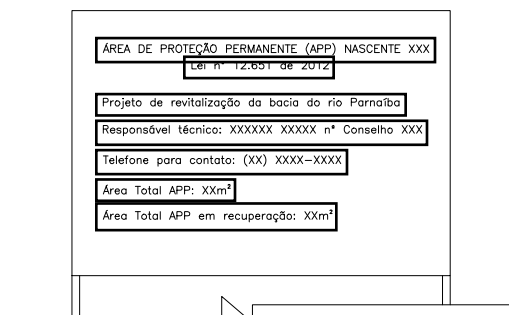


CORTE AA: PLANTIO DE MUDAS EM LINHA – APP NASCENTE  
esc 1:50

NOTAS:			
1) O espaçamento adotado foi de 2m x 2m (2500 plantas/ha), conforme Detalhe 2.			
2) O plantio de mudas deverá ser executado, preferencialmente, no período chuvoso, favorecendo a sobrevivência das mudas e reduzindo a necessidade de regas.			
3) As espécies pioneiras e não pioneiras devem ser intercaladas, conforme consta na planta baixa.			
4) As mudas selecionadas para plantio devem advir de viveiros, apresentando boas condições de sanidade e altura mínima de 0,30 cm, amarradas junto às varetas-guia tipo bambu, conforme Detalhe 1.			
5) As espécies selecionadas devem compor a vegetação nativa dos biomas cerrado ou caatinga, dependendo da localização da nascente.			
6) O detalhamento do portão de acesso consta na Plancha 03/03.			
PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA			
TÍTULO: EIXO 2: RECUPERAÇÃO DE NASCENTES		DATA DE ELABORAÇÃO: 17/06/2024	PRANCHAS: 01/03
DESENHO: PLANTIO DE MUDAS EM LINHA	FASE DO PROJETO: ANTEPROJETO	DATA DE REVISÃO: 17/06/2024	ESCALA: Indicada
CONTRATADA: EC PROJETOS E RSA AVOGADOS	CONTRATANTE: GOVERNO DO PIAUÍ	CONTRATO/OS: N°010/2022	FOLHAS: 00
ELABORAÇÃO: TAINARA CRISTINA DA SILVEIRA	SUPERVISÃO: LEONARDO VILELA STEINER	APRÓVAÇÃO: LEONARDO VILELA STEINER	N° ART: 173564-0

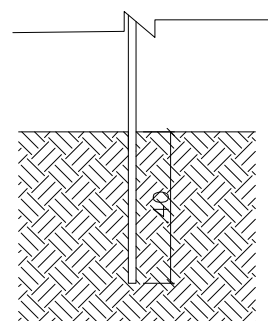


VISTA FRONTAL DAS PLACAS  
INFORMATIVAS DE APP NASCENTES  
esc 1:30

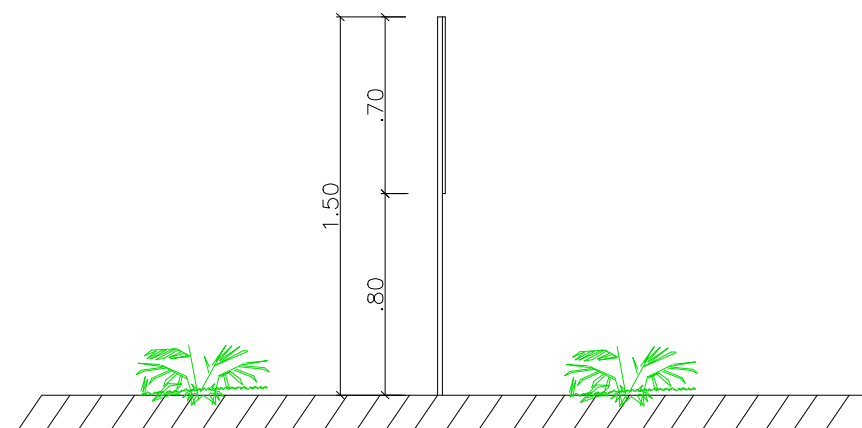


DETALHE 1: INFORMAÇÕES  
CONSTANTES NA PLACA  
esc 1:20

Legenda/Simbologia	
	Espécie Pioneira
	Espécie Não Pioneira
	Terreno em vista
	Terreno
	Detalhes
	Vegetação
	Madeira



DETALHE 2: INSTALAÇÃO  
DA PLACA NO SOLO  
esc 1:20



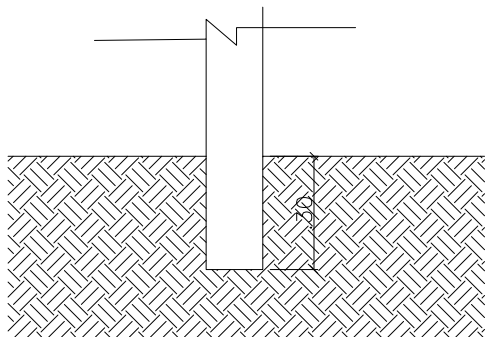
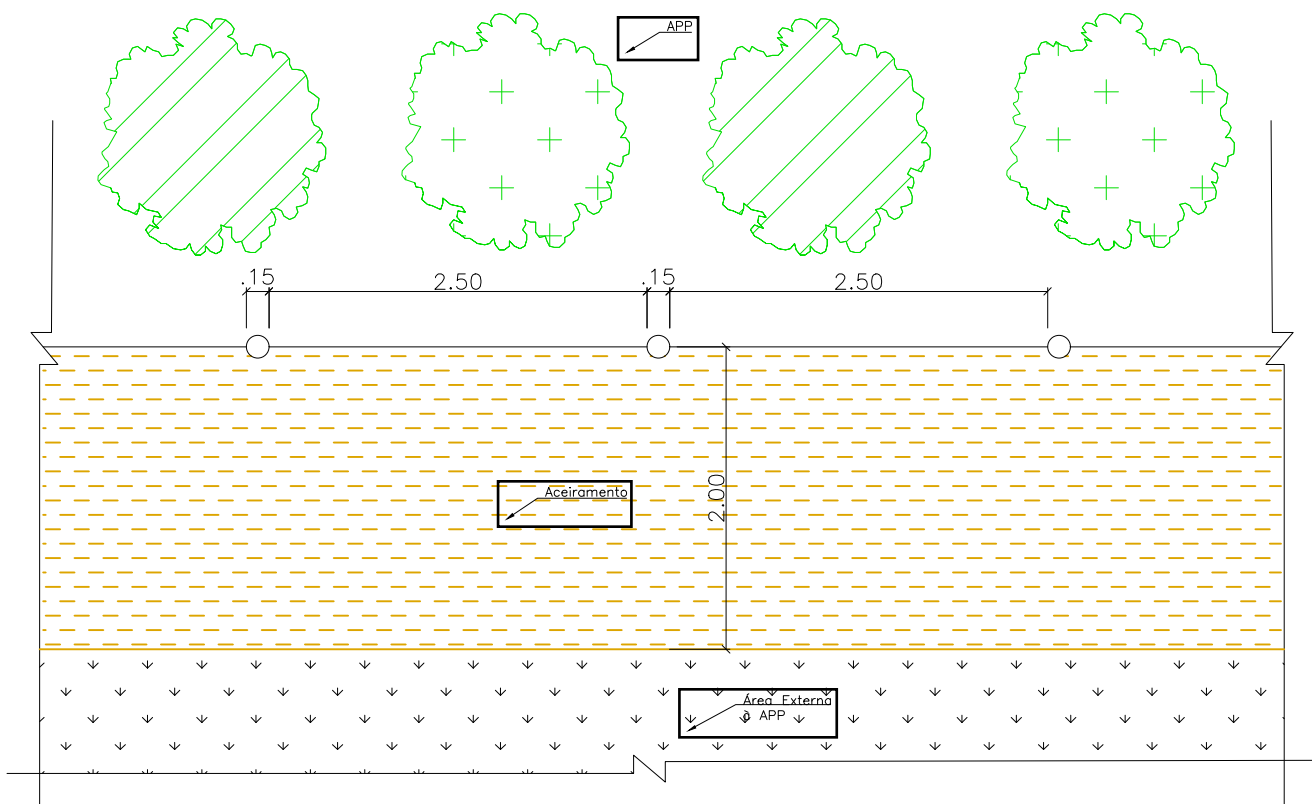
VISTA LATERAL DAS PLACAS  
INFORMATIVAS DE APP NASCENTES  
esc 1:30

NOTAS:									
1) A instalação da placas poderá ser manual, com auxílio de cavadeira.									
2) O furo para instalação da estaca de madeira deverá ser no mínimo de 0.40cm, conforme exige o Detalhe 2.									
3) A placa tem dimensões de 1.00m x 0.70m, devendo conter, no mínimo, as informações elencadas no Detalhe 1.									
<div><div><div></div><div></div></div><div>PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA</div></div>									
TÍTULO:	EIXO 2: RECUPERAÇÃO DE NASCENTES	DATA DE ELABORAÇÃO:	17/06/2024	PRANCHA:	02/03				
DESENHO:	PLACAS INFORMATIVAS	FASE DO PROJETO:	ANTEPROJETO	DATA DE REVISÃO:	17/06/2024	ESCALA:	Indicada		
CONTRATADA:	EC PROJETOS E RSA AVOGADOS	CONTRATANTE:	GOVERNO DO PIAUI	CONTRATO/OS:	N°010/2022	REVISÃO:	00	FOLHA:	A3
ELABORAÇÃO:	TAINARA CRISTINA DA SILVEIRA	SUPERVISÃO:	LEONARDO VILELA STEINER	APROVAÇÃO:	LEONARDO VILELA STEINER	N° ART:			
	CREA/SC 198697-8		CREA/SC 173584-8		CREA/SC 173584-8				



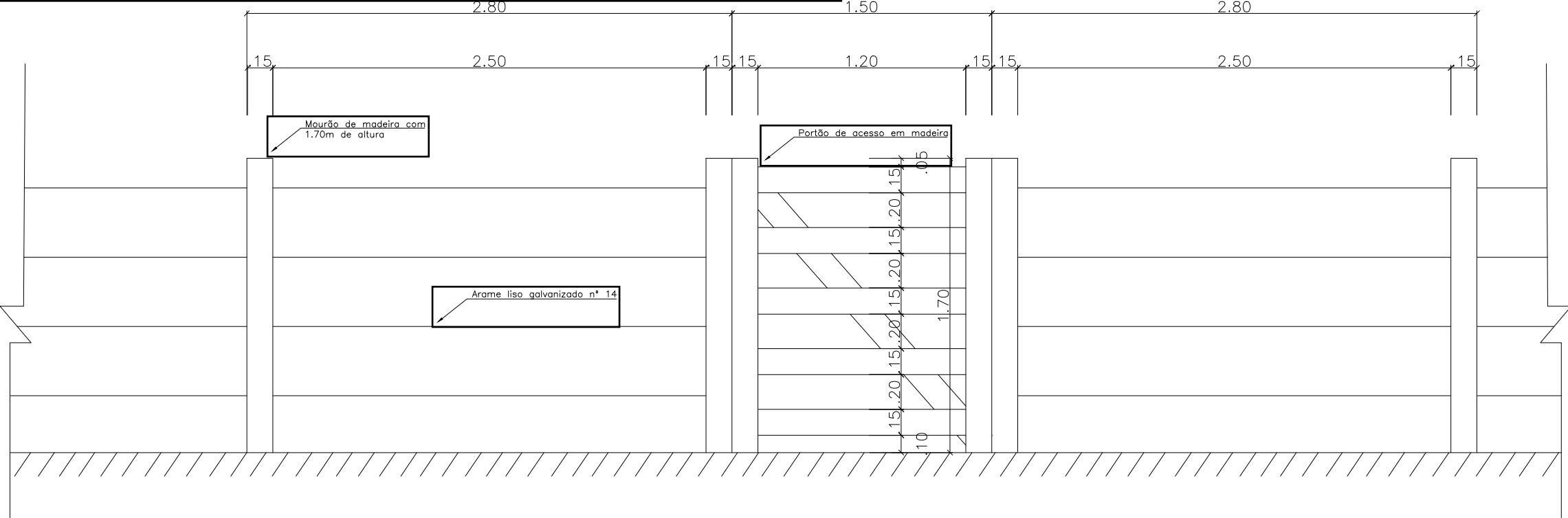
Legenda/Simbologia

- Espécie Pioneira
- Espécie Não Pioneira
- Aceiramento em vista
- Terreno Externo à APP em vista
- Terreno em vista
- Terreno
- Detalhes
- Vegetação
- Mourão
- Arame
- Portão

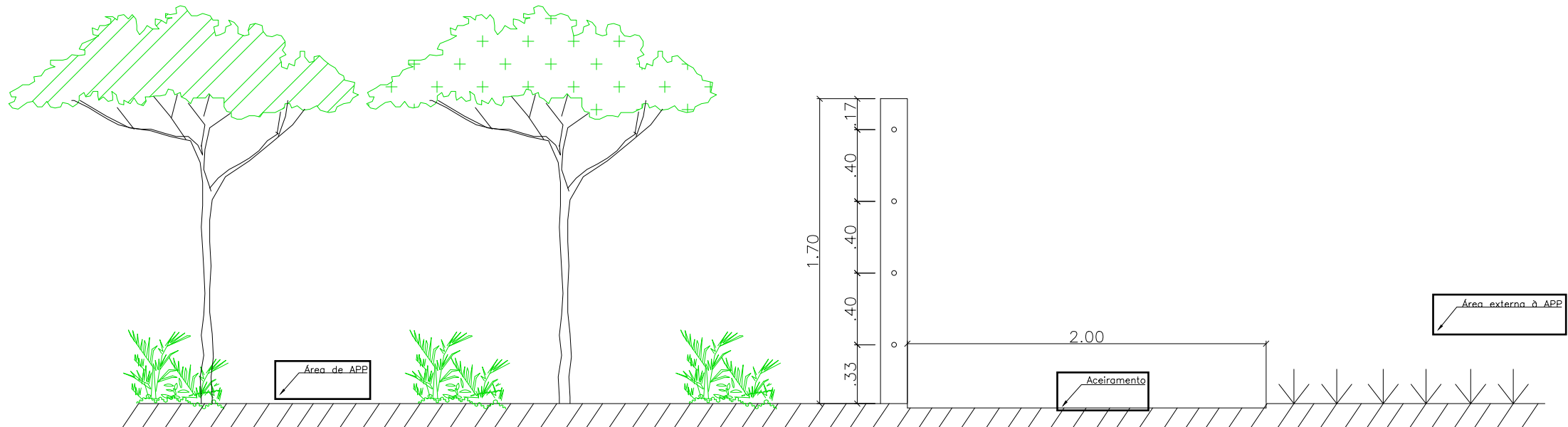


DETALHE 2: INSTALAÇÃO DO MOURÃO NO SOLO  
esc 1:20

VISTA SUPERIOR DO CERCAMENTO DE APP NASCENTES  
esc 1:50



VISTA FRONTAL DO CERCAMENTO DE APP NASCENTES  
esc 1:30



VISTA LATERAL DO CERCAMENTO DE APP NASCENTES  
esc 1:30

NOTAS:

1) A cerca deverá ser de mourões de madeira, distanciados à cada 2,5m, com quatro linhas de arame liso galvanizado em toda sua extensão.  
2) O aceiramento deve apresentar largura mínima de 2m, de modo a impedir o avanço de queimadas na APP da nascente em processo de recuperação.  
3) O aceiramento pode ser realizado de modo manual, com auxílio de enxada.  
3) Deverá ser implementado um portão de acesso à APP de nascente, com dimensões de 1,20m x 1,70m, podendo ser executado em madeira.

PROJETOS		PRONCHA	
TÍTULO: EIXO 2: RECUPERAÇÃO DE NASCENTES		DATA DE ELABORAÇÃO: 17/06/2024	03/03
DESENHO:	FASE DO PROJETO: ANTEPROJETO	DATA DE REVISÃO: 17/06/2024	ESCALA: Indicada
CONTRATADA: EC PROJETOS E RSA AVOGADOS	CONTRATANTE: GOVERNO DO PIAUÍ	CONTRATO/OS: N° 010/2022	FOLHA: 00
ELABORAÇÃO: TAINARA CRISTINA DA SILVEIRA	SUPERVISÃO: LEONARDO VILELA STEINER	APRÓVAÇÃO: LEONARDO VILELA STEINER	N° ART: 173564-0





# PROJETO DO GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ PARA REVITALIZAÇÃO AMPLA DO RIO PARNAÍBA

Aplicação de Recursos da Lei  
14.182/2021 previstos para a Bacia  
do São Francisco e Parnaíba

## EIXO 3: ESGOTAMENTO SANITÁRIO

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVO .....	4
3. JUSTIFICATIVA .....	5
4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL .....	6
5. PROJETO DE SOLUÇÕES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO LOTE .....	8
5.1. PÚBLICO-ALVO .....	8
5.2. LOCALIDADES CONTEMPLADAS .....	8
5.3. SOLUÇÃO ADOTADA .....	13
5.4. DIMENSIONAMENTO .....	13
5.4.1. Parâmetros do Projeto .....	13
5.4.2. Memorial de cálculo .....	14
6. INDICADORES E METAS .....	20
7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO .....	21
7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR .....	21
7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	27
8. REFERÊNCIAS .....	29
9. LISTA DE FIGURAS .....	32
10. LISTA DE TABELAS .....	33
11. LISTA DE SIGLAS .....	34
12. ANEXOS .....	35



## 1. INTRODUÇÃO

O lançamento de efluentes diretamente em corpos hídricos, sem tratamento prévio, culmina na adição de substâncias indesejadas ou formas de energia que, diretamente ou indiretamente, alteram a natureza do corpo d'água, afetando negativamente seus usos de água (VON SPERLING, 2007). Ou seja, a disposição irregular de efluentes ocasionam a poluição das águas, reduzindo a qualidade da água (VON SPERLING, 2007).

No Brasil, dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) mostram que 56,0% da população total é atendida com rede de esgotamento sanitário enquanto no Piauí, esse mesmo índice cai para 19,4% (BRASIL, 2022a). Já dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes ao último censo demográfico, mostram que do total populacional, 64,69% e 18,53%, no Brasil e Piauí, respectivamente, estão conectados à rede de esgoto (IBGE, 2022).

Mesmo se considerando a instalação de soluções individuais, como tanques sépticos, estes não chegam a atingir 30% da população do Estado, conforme informações do Atlas de Esgoto da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (ANA, 2013). Tais métricas expõem a realidade da população piauiense tal como da bacia do rio Parnaíba, a qual insere-se 75% no território do Piauí (BRASIL, 2024).

Apenas na bacia do rio Parnaíba residem cerca de cinco milhões de habitantes, distribuídos entre 292 municípios nos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará (CODEVASF, 2021). Boa parte dessa população não dispõe de tratamento de esgoto, conforme corroborado com os dados discutidos anteriormente, cenário que expõe a bacia à diversas problemáticas ambientais (PIAUI, 2010).

Dentre os efeitos negativos ocasionados pelo lançamento irregular de efluentes, especialmente os domésticos, citam-se a redução de oxigênio na água e, por consequência, a perda de organismos aquáticos, a eutrofização dos corpos hídricos, a transmissão de doenças, além de impactos econômicos pela inviabilização do uso da água em atividades econômicas como irrigação, dessedentação e até mesmo, para o lazer (GOEL, 2006).

Diante do exposto, propõe-se com este eixo de revitalização, a instalação de soluções individuais para tratamento de esgoto em pequenas comunidades rurais, especialmente assentamentos, alocados na bacia do rio Parnaíba, de modo a melhorar a saúde hídrica da bacia e a qualidade de vida dos habitantes.



## 2. OBJETIVO

O presente documento apresenta como objetivo principal a proposição e dimensionamento de soluções individuais para tratamento de esgoto em comunidades rurais da bacia do rio Parnaíba, visando contribuir para a democratização e universalização do saneamento básico, melhora nas condições ambientais da bacia e maximização da qualidade de vida. Os seguintes objetivos específicos são elencados:

- Determinar as localidades contempladas para instalação de soluções individuais de tratamento de esgoto;
- Realizar o dimensionamento das soluções individuais de tratamento;
- Apresentar os projetos, em nível de anteprojeto, das instalações propostas;
- Estabelecer metas e indicadores para acompanhamento do Eixo de Esgotamento Sanitário, referente à Plano de Revitalização da Bacia do rio Parnaíba.

### 3. JUSTIFICATIVA

Na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecida pela Lei nº 9.433 de 1997, também conhecida como Lei das Águas, a água é tratada como um bem de domínio público, sendo considerado um recurso natural limitado e dotado de valor econômico (BRASIL, 1997). Além disso, outro importante fundamento elencado menciona que a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas (BRASIL, 1997).

Outros aspectos que são aderentes ao objetivo do presente documento constam estabelecidos no Art. 2º, como a garantia de disponibilidade de água, à atual e às futuras gerações, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, além do incentivo e promoção, a captação a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (BRASIL, 1997).

Além da PNRH, cita-se também a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), estipulada pela Lei nº 11.445 de 2007 (BRASIL, 2007) e atualizada recentemente pelo marco legal do saneamento básico, Lei 14.026 de 2020 (BRASIL, 2020). Neste instrumento legal são definidos como princípios fundamentais, dentre outros, a universalização do acesso e efetiva prestação do serviço e a implantação de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos de forma adequada à saúde pública, à conservação dos recursos naturais e à proteção do meio ambiente (BRASIL, 2007).

Além disso, cabe mencionar a interface entre o Eixo 5 – Esgotamento Sanitário, atualmente proposto e o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas, desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) (BRASIL, 2022b). No texto-base do programa são definidas áreas prioritárias nacionais, das quais cabe destacar as sub-regiões hidrográficas do Baixo e Alto Parnaíba como extremamente prioritárias e a sub-região do Médio Parnaíba como muito prioritário em nível nacional (BRASIL, 2022b).

Nesse Programa também são estabelecidas atividades diretamente associadas à implantação de sistemas de saneamento básico, através de ações como: implementação de sistemas simplificados de tratamento de esgotos domésticos unifamiliares e/ou condominiais em articulação com o Programa Saneamento Brasil Rural (PSBR), tendo como estratégia a adoção de soluções descentralizadas para atendimento de pequenas comunidades e proprietários rurais (BRASIL, 2022b).

Por fim, também cabe mencionar na esfera estadual, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), no qual são propostas ações para eliminação de fontes de degradação dos recursos hídricos relacionadas ao lançamento de efluentes sanitários através da promoção de coleta e tratamento adequados nos núcleos urbanos integrantes do território estadual (PIAUÍ, 2010).

Diante do exposto, é possível identificar alinhamento entre as políticas públicas federais e estaduais, além de programas como o de Revitalização de Bacias em escala nacional e as ações aqui propostas, as quais voltam-se para a instalação de sistemas individuais de tratamento de esgoto em comunidades rurais, de modo que se assegure a qualidade de vida da população e se aprimore a qualidade da água do rio Parnaíba e afluentes.

#### 4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL

As principais políticas setoriais que apresentam aderência ao Eixo 3 – Esgotamento Sanitário constam elencadas na Tabela 1, juntamente com seus elementos que transpassam de alguma maneira a temática abordada neste documento. Dentre os instrumentos legais e políticas de abrangência nacional, destacam-se a PNRH, estabelecida pela Lei nº 9.433 de 1997, também chamada de Lei das Águas (BRASIL, 1997), o Plano de Ações do Plano Nacional de Recursos Hídricos e o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH).

No Plano Nacional de Recursos Hídricos são elencadas atividades que apresentam temáticas intervenientes às ações propostas neste documento como (BRASIL, 2022c):

- Apoiar a elaboração de programas estaduais de revitalização de bacias hidrográficas.
- Fornecer apoio técnico e/ou financeiro aos estados e Distrito Federal para o desenvolvimento de ações de conservação de água e solo, incluindo a capacitação, planejamento, fortalecimento institucional e ações de campo, com a participação dos comitês de bacias hidrográficas e alinhados aos Planos de Recursos Hídricos.
- Implementar ações de conservação de água e solo em Microrregiões Hidrográficas.

Tabela 1: aderência do Eixo 3 – Esgotamento Sanitário às políticas setoriais de recursos hídricos.

PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos	PNRBH	PERH Piauí
I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade	Subprograma 4.2 - Revitalização de Bacias Hidrográficas	AT4 - Saneamento, Controle de Poluição e Obras Hídricas	13.4.1 Programa de Disciplinamento da Coleta e Tratamento de Efluentes Sanitários
II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;			

Fonte: Brasil (1997, 2022b, 2022c), Piauí (2010).

Elaboração própria.

No contexto estadual, destaca-se o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí, o qual propõe ações para redução da poluição hídrica por conta do lançamento irregular de efluentes sanitários, por meio da instalação de soluções de coleta e tratamento de esgoto, além da difusão de informações junto às comunidades rurais acerca da reutilização de esgoto tratado (PIAÚÍ, 2010).

É relevante também mencionar a Lei nº 14.182 de 2021, na qual é estabelecida a desestatização da Eletrobras (BRASIL, 2021a). Nesta lei é determinada como condição para desestatização o repasse de verba para desenvolvimento de projetos voltados para a revitalização dos recursos hídricos do rio São Francisco e do rio Parnaíba (BRASIL, 2021a). Ademais, também se cita o Decreto 10.838 de 2021, onde são determinadas diretrizes para o planejamento e o desenvolvimento de ações de revitalização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas em seu Art. 3º (BRASIL, 2021b).

Dentre as diretrizes, dá-se especial destaque aos incisos que apresentam interface com o eixo de recuperação de nascentes, quais sejam: o combate à poluição dos recursos hídricos e a promoção



das condições necessárias para disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos (BRASIL, 2021b).

Além da legislação e políticas setoriais citadas anteriormente, dá-se destaque também à Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), definida pela Lei nº 11.445 de 2007 (BRASIL, 2007) e atualizada pelo marco legal do saneamento básico (BRASIL, 2020). Também cabe mencionar o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), no qual são propostos programas para fortalecimento do saneamento básico, como Programa 2: Saneamento Rural, no qual são definidas medidas estruturais relativas ao incremento e melhoria de infraestrutura para o eixo de esgotamento sanitário, com a implantação de soluções (BRASIL, 2019).

## 5. PROJETO DE SOLUÇÕES DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NO LOTE

### 5.1. PÚBLICO-ALVO

O público-alvo das ações para melhoria da infraestrutura de esgotamento sanitário, através da implantação e operação de soluções individuais, são as comunidades rurais, em especial os assentamentos rurais criados por meio do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e o Instituto de Terras do Piauí (INTERPI). Os assentamentos rurais selecionados estão localizados nos seguintes municípios: Campo Largo do Piauí, Porto, Miguel Alves, Jerumenha e Antônio Almeida, conforme definições estipuladas no Caderno de Metodologias.

### 5.2. LOCALIDADES CONTEMPLADAS

As localidades selecionadas localizam-se nas municipalidades de Campo Largo do Piauí, Porto, Miguel Alves, Jerumenha e Antônio Almeida, as quais apresentam, no total, 34 assentamentos rurais, conforme informações do INCRA (2024). A Figura 1 exibe a localização dos municípios selecionados, bem como o detalhamento dos assentamentos rurais presentes dentro dos limites dos municípios.

Pode-se verificar que a maior parte dos assentamentos se localizam no município de Miguel Alves, onde foram identificados 16 assentamentos rurais (47,1%), seguido de Porto com quatro (11,8%), Campo Largo do Piauí com três (8,8%) e Jerumenha com dois (5,9%). Outros municípios que tiveram aparição, pois apresentam assentamentos rurais dividindo território com os municípios alvo deste eixo foram: Barras, Landri Sales, Nossa Senhora dos Remédios, Lagoa Alegre e União.



**PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA**  
**Localidades Contempladas pelo Eixo 3 - Esgotamento Sanitário**

R. Lauro Linhares, 2323 - Sala 508  
 Trindade, Florianópolis - SC, 88036-003  
 (48) 99931-0580  
 contato@ocprojetos.com.br

RSA  
 Av. Engenheiro Luís Carlos Berrini, 1748  
 Brooklin, São Paulo - SP, 04571-000  
 (11) 5501-0425  
 contato@rsa.com.br

Convenções Cartográficas	Referências Cartográficas	Localização Regional	Projeto: PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA			
<div> <div>Massas d'água</div> <div>Unidades da Federação</div> <div>Principais Afluentes</div> <div>Hidrovia Uruçuí/ Luís Correia</div> <div>Municípios</div> </div> <div> <div>Sub-Bacias</div> <div>Assentamentos Rurais</div> <div>Municípios Contemplados</div> <div>Municípios Hidrovia - PI</div> <div>Assentamentos Rurais</div> </div>	Unidades da Federação (IBGE, 2021); Massas d'água (IBGE, 2021); Municípios (IBGE, 2021); Hidrografia (ANA, 2021); Assentamentos Rurais (INCRA, 2024); Hidrovia (Consórcio Intermodal, 2024).		Título: Localidades Contempladas pelo Eixo 3 - Esgotamento Sanitário			
			Elaboração: Tainara Cristina da Silveira CREA/SC 198697-8	Responsável: Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6		
			Data de elaboração: 19/06/2024	Data de revisão: 19/06/2024		
			Revisão: 00	Nº OS: 11/2023	Folha: A3	
			Contratada: RSA	Contratante: GOVERNO DO PIAUÍ		



Já na Tabela 2 constam resumidas as informações acerca dos possíveis assentamentos rurais alvo do presente projeto. Existem ao todo, 2.777 famílias alocadas nos assentamentos rurais, sendo que a seleção definitiva deverá se dar após visita técnica e criação de canal de contato com as entidades responsáveis pelo assentamento. Sempre que possível, se dará preferência para as famílias de baixa renda, alocadas próximas as margens do rio Parnaíba.

Tabela 2: Assentamentos rurais interceptando as municipalidades selecionadas para serem alvo do projeto relativo ao Eixo 3 - Esgotamento Sanitário.

Código	UF	Nome Projeto	Município	Área (ha)	Nº famílias	Data Criação	Forma Obtenção
PI0139000	PI	PA BELEZA	Antônio Almeida	11.107.399	44	31/03/2000	Desapropriação
PI0257000	PI	PE BOSQUE-I-II	Barras	9.355.989	21	04/08/2003	Reconhecimento
PI0247000	PI	PE JUNCO/TRINDADE	Barras	9.622.134	18	30/12/2002	Reconhecimento
PI0020000	PI	PE BOA ÁGUA	Barras	950.000	23	27/04/1993	Reconhecimento
PI0035000	PI	PA KÁGADOS	Campo Largo Do Piauí	7.264.674	70	31/08/1995	Desapropriação
PI0110000	PI	PA ÁRVORE VERDE	Campo Largo Do Piauí	7.502.690	56	01/12/1998	Desapropriação
PI0111000	PI	PA CARNAÚBA	Campo Largo Do Piauí	6.345.608	42	01/12/1998	Desapropriação
PI0161000	PI	PA RIACHO DO MATO	Jerumenha	46.500.000	125	19/12/2000	Desapropriação
PI0116000	PI	PA MOBRASA	Jerumenha	181.950.000	84	31/12/1998	Desapropriação
PI0402000	PI	PA RECANTO DOS OSSOS/PALMEIRA	Lagoa Alegre	22.556.175	82	01/03/2006	Desapropriação
PI0046000	PI	PA VEREDAS	Landri Sales	120.668.000	199	02/10/1996	Desapropriação
PI0082000	PI	PA FAZENDA LEMBRANÇA	Miguel Alves	14.200.000	44	10/12/1997	Desapropriação
PI0399000	PI	PA ÍNDIO MANDU-LADINO	Miguel Alves	45.108.600	111	28/12/2005	Desapropriação
PI0225000	PI	PA TODOS OS SANTOS	Miguel Alves	28.935.203	72	12/06/2002	Desapropriação
PI0802000	PI	PA MARACÁ	Miguel Alves	6.707.484	21	20/11/2008	Desapropriação
PI0011000	PI	PA FAZENDA TAPUIO	Miguel Alves	25.109.013	120	11/07/1991	Desapropriação
PI0083000	PI	PA CENTRO DO DESIGNO	Miguel Alves	67.038.840	425	10/12/1997	Desapropriação
PI0124000	PI	PA MATÕES	Miguel Alves	9.476.500	48	31/12/1998	Desapropriação
PI0405000	PI	PA MARINHO/BANDEIRA	Miguel Alves	7.933.924	24	22/03/2006	Desapropriação
PI0334000	PI	PA BONFIM/JENIPAPEIRO	Miguel Alves	15.583.571	48	27/07/2005	Desapropriação
PI0938000	PI	PA LAGINHA APOLINARIO	Miguel Alves	10.945.811	33	30/11/2010	Desapropriação
PI0937000	PI	PA VIDA NOVA	Miguel Alves	47.068.126	119	13/12/2010	Desapropriação
PI0157000	PI	PE SÃO CRISTÓVÃO	Miguel Alves	12.890.687	26	15/12/2000	Reconhecimento
PI0163000	PI	PE TAMANDUÁ	Miguel Alves	36.455.984	88	15/12/2000	Reconhecimento
PI0160000	PI	PCA SANTA CRUZ	Miguel Alves	4.877.000	27	15/12/2000	Reconhecimento
PI0123000	PI	PCA ALAZÃO	Miguel Alves	1.050.000	19	31/12/1998	Reconhecimento
PI0291000	PI	PE SÃO JOSÉ DOS MONTEIROS	Miguel Alves	20.027.393	42	06/10/2004	Reconhecimento
PI0133000	PI	PA VOTORANTIN	Nossa Senhora Dos Remédios	39.566.560	285	07/12/1999	Desapropriação

Código	UF	Nome Projeto	Município	Área (ha)	Nº famílias	Data Criação	Forma Obtenção
PI0293000	PI	PE BOCA DA MATA	Nossa Senhora Dos Remédios	9.735.701	25	07/10/2004	Reconhecimento
PI0907000	PI	PA SALINAS E ESTIVA	Porto	10.728.132	34	05/05/2009	Desapropriação
PI0050000	PI	PA LAGOA DO CAZUZA	Porto	5.424.032	27	28/02/1997	Desapropriação
PI0279000	PI	PA CANTINHO / LAGOA DO BOI	Porto	11.465.119	49	27/09/2004	Compra e Venda
PI0424000	PI	PE LAGOA DO CAMPO LARGO	Porto	9.070.153	206	24/10/2006	Reconhecimento
PI0406000	PI	PA BARRA DOS KÁGADOS SAMBAÍBA	União	35.864.925	120	22/03/2006	Desapropriação

Fonte: INCRA (2024).  
Elaboração própria.



### 5.3. SOLUÇÃO ADOTADA

Com o intuito de promover a regularização do esgotamento sanitário de pequenas comunidades rurais, foram considerados métodos de tratamento aplicáveis no lote, com a conformação indicada na Figura 2. As etapas de tratamento englobam: tratamento preliminar, tratamento secundário e a disposição final do efluente tratado, que neste caso se dará por meio de sumidouro, ou seja, o efluente tratado será infiltrado no solo (ABNT, 2024).

Tais soluções são especialmente indicadas para localidades pouco adensadas, como as áreas rurais, apresentando vantagens como menor demanda financeira para implementação e operação, contribuição para a recarga aquífera, além de proporcionar maior flexibilidade em relação à expansão e adaptação, ao contrário dos sistemas centralizados (FIGUEIREDO, 2019).

Figura 2: Sistema de tratamento proposto para o Eixo 3 - Esgotamento Sanitário: solução em lote.



Adaptado de ABNT (2024).  
Elaboração própria.

Para a escolha do tipo de tratamento bem como do seu método construtivo, utilizou-se diversos estudos técnicos, livros e manuais acerca do assunto. A principal normativa utilizada foi a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 17076:2024, que estabelece os requisitos para projetos de sistema de tratamento de esgoto de menor porte (ABNT, 2024).

O emprego dos sistemas de tratamento indicados nessa norma se limita ao atendimento de empreendimentos residenciais e de outras atividades com vazão diária de esgoto de até 12.000 L/d e carga total até 3,80 kg DBO/d (ABNT, 2024). Ademais, a norma menciona que os locais indicados para a aplicação do sistema de tratamento de esgoto de menor porte se trata de áreas desprovidas de sistema de esgotamento sanitário e unidades de contribuição isolada, como comunidades isoladas.

### 5.4. DIMENSIONAMENTO

#### 5.4.1. Parâmetros do Projeto

Para o dimensionamento da solução proposta considerou-se que um sistema poderá atender uma família de até 05 (cinco) pessoas, alocadas em áreas rurais, totalizando o emprego de 250 (duzentos e cinquenta) sistemas de pequeno porte, distribuídos entre os municípios selecionados anteriormente.

Utilizando como referência do tipo de contribuição como áreas rurais, conforme apresentado na norma ABNT NBR 17076:2024, considerou-se a 100 L/pessoa dia de contribuição de efluente, uma produção de lodo fresco (Lf) igual a 1, contando assim, com uma contribuição diária de 500 L/família dia, sendo considerado para contribuições até 1.500 L/dia o valor do período de detenção (T) igual a 1 (ABNT, 2024).

Ademais, para a taxa de acumulação total de lodo (K), foi considerado que o intervalo de limpezas do sistema ocorrerá anualmente, além disso, para obtenção do valor da taxa de acumulação deve-se considerar a média da temperatura do mês mais frio. Diante disso, foi utilizando como referência o município do Estado do Piauí que apresenta sua menor temperatura, sendo este o município de Pedro II, registrando suas menores temperaturas no mês de março, com uma média de 21°C.

A Tabela 3 apresenta os dados considerados para o dimensionamento, conforme descrição acima apresentada.

Tabela 3: Informações obtidas para o dimensionamento do sistema.

Descrição	Quantidade	Unidade
Número de contribuintes (N)	05	peessoas
Contribuição de despejo (q)	100	litros
Período de detenção (T)	01	dias
Taxa de acumulação (K)	57	dias
Lodo fresco (Lf)	1	pessoa/dia
Intervalo entre as limpezas	1	anos

Fonte: (ABNT, 2024).

Elaboração própria.

#### 5.4.2. Memorial de cálculo

##### 5.4.2.1. CAIXA DE GORDURA

Para o dimensionamento da caixa de gordura, utilizou-se as diretrizes presentes na norma NBR 8160:1999, na qual indica-se que as caixas de gordura devem ser divididas em duas câmaras, uma receptora e outra vertedora, separadas por um septo não removível (ABNT, 1999). O tipo de caixa de gordura utilizada será Caixa de Gordura Simples (CGS), com as seguintes dimensões apresentadas na Tabela 4. A Figura 3 exibe o detalhamento da caixa de gordura proposta.

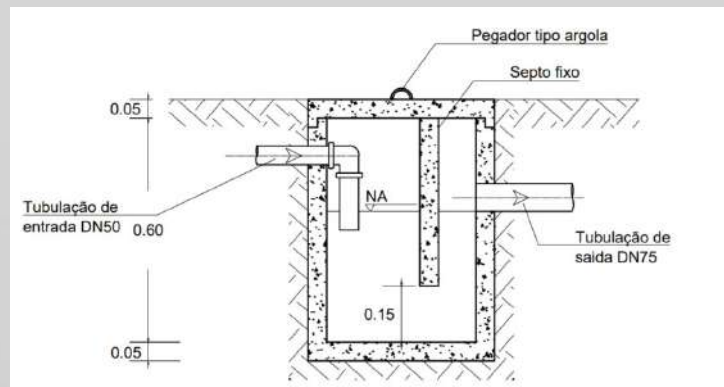
Tabela 4: Geometria da caixa de gordura.

Descrição	Dimensão	Unidade
Diâmetro interno	0,40	metros
Altura calculada	0,25	metros
Altura adotada (comercial)	0,63	metros
Parte submersa do septo	0,40	metros
Capacidade de retenção	31	litros

Fonte: (ABNT, 1999).

Elaboração própria.

Figura 3: Caixa de gordura proposta.



Elaboração própria.

Cabe mencionar que o diâmetro nominal da tubulação de saída será construído com Diâmetro Nominal (DN) 75 mm, conforme determinado pela norma de referência (ABNT, 1999). Já para a entrada do sistema, adotou-se um DN50mm, que receberá contribuições da cozinha.

#### 5.4.2.2. TANQUE SÉPTICO

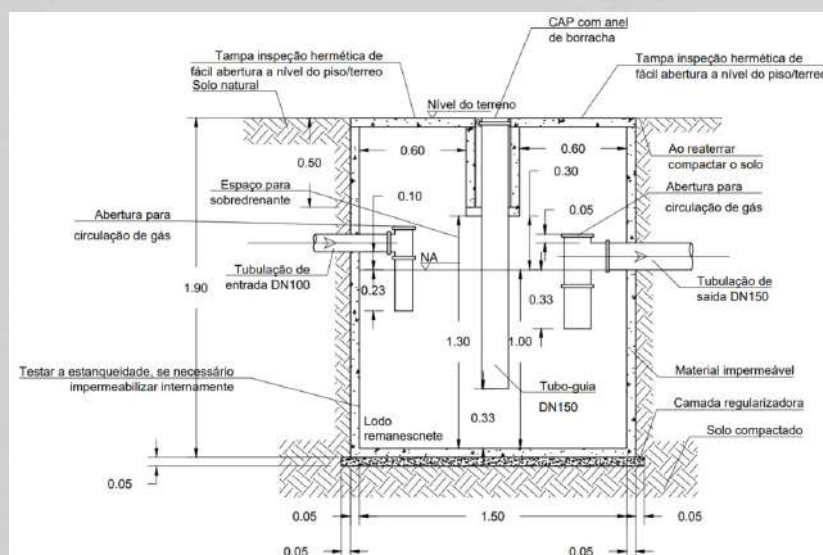
Para o dimensionamento do tanque séptico, utilizou-se a norma NBR 17076:2024, na qual define-se o volume necessário para o tanque séptico através da Equação 1 (ABNT, 2024):

$$V = 100 + N \times (q \times T + K \times Lf) \text{ (Equação 1)}$$

Onde: N = Número de pessoas; q = Contribuição de efluente (esgoto); T = Período de detenção; K = Taxa de acumulação de lodo digerido; Lf = Contribuição de lodo fresco; V é o volume do tanque em m<sup>3</sup>.

Ao final, obteve-se o volume de 1.785 L, ou 1,785 m<sup>3</sup> de efluentes gerados. A partir do volume, adotou-se tanque cilíndrico, onde de acordo com a norma, tanques com volume útil até 6m<sup>3</sup> podem ter altura variando entre 1,2 m e 2,20 m, adotando-se a profundidade útil de 1,0 m (ABNT, 2024). Já para o diâmetro, adotou-se 1,50 m, sendo este o mínimo para atender o volume necessário para um tanque 1.785 L. A Figura 4 exibe o detalhamento do tanque séptico proposto para o presente projeto.

Figura 4: Tanque séptico proposto.





Elaboração própria.

Ademais, a norma informa que entre a extremidade superior dos dispositivos de entrada e saída, deve ser preservada uma distância mínima entre o nível de água e o plano inferior da laje de cobertura seja maior ou igual a 0,30 m. Além disso, a altura da chaminé de inspeção deve ser de no máximo 0,50 m. Diante das recomendações, adotou-se uma altura útil de 1,30 m para o tanque séptico (ABNT, 2024). Em relação ao diâmetro nominal das tubulações, para a entrada a norma recomenda um DN150mm, que receberá contribuições do banheiro e área de serviço juntamente com as contribuições da caixa de gordura por meio de uma conexão de redução de 50mm para 150mm (ABNT, 2024).

#### 5.4.2.3. FILTRO ANAERÓBIO

O dimensionamento do filtro anaeróbio levou como referência as informações presentes na norma NBR 17076:2024, onde indica que o volume necessário para o filtro anaeróbio pode ser determinado pela Equação 2 (ABNT, 2024):

$$Vu = Iv \times N \times q \times T \text{ (Equação 2)}$$

Onde:  $Iv$  = Taxa de compensação do volume ocupado pelo material do meio suporte, dependendo do índice de vazios, sendo que na indefinição da taxa para o material, deve-se adotar 1,6;  $N$  = é o número de contribuintes;  $q$  = Contribuição de efluente (esgoto);  $T$  = Período de detenção.

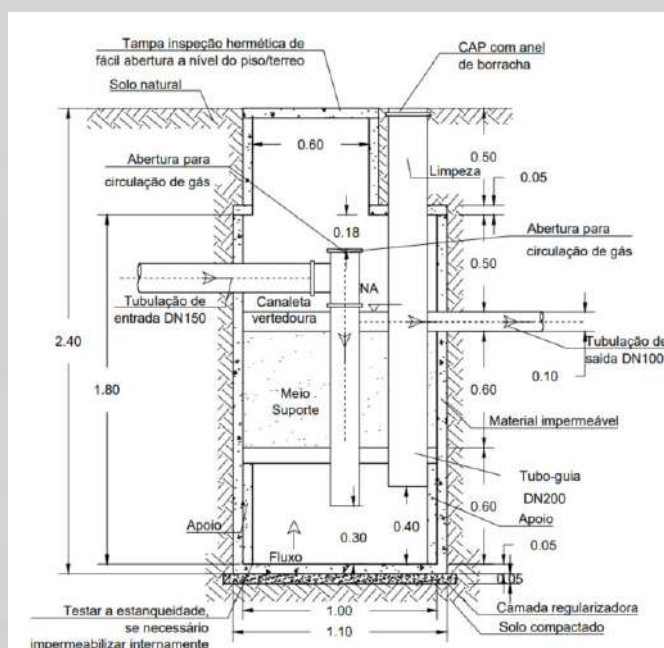
Adotando-se para a taxa de compensação o valor de 1,6 obteve-se o volume útil de 800 L, contudo, a norma indica que o volume útil mínimo de um filtro anaeróbio deve ser de 1.000 L e, portanto, adotou-se filtro com volume de 1.000 L (ABNT, 2024). A estrutura dimensionada é cilíndrica, onde para a determinação da altura foi utilizada a Equação 3 (ABNT, 2024):

$$H = h + h1 + h2 \text{ (Equação 3)}$$

Onde:  $h$  = é a altura útil do filtro anaeróbio (m);  $h1$  = é a altura da calha coletora (m);  $h2$  = é a altura sobressalente (variável) (m).

Cabe mencionar que a altura útil do filtro anaeróbio, somando a altura do fundo falso e do meio suporte, deve ser maior ou igual a 1,20 m e a altura do fundo falso deve ser menor ou igual a 0,6 m. Diante disso, adotou-se a altura útil do filtro anaeróbio igual a 1,2 m (fundo falso igual a 0,2 m), altura da calha coletora de 0,1 m e altura sobressalente de 0,5, contando assim, com o resultado para a altura total de 1,8 m (ABNT, 2024). A Figura 5 exibe o detalhamento do filtro anaeróbio proposto para o presente projeto.

Figura 5: Filtro anaeróbio proposto.



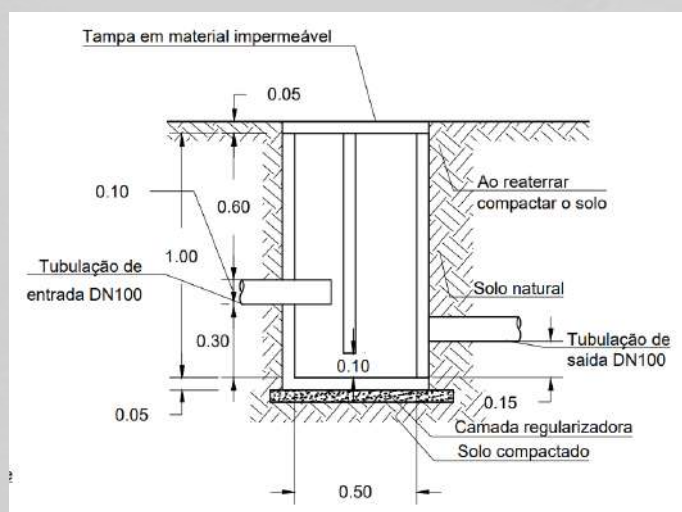
Elaboração própria.

Para atender o volume de 1.000 L seria necessário adotar o diâmetro de 0,84 m, no entanto, considerando valores comerciais, adotou-se o diâmetro nominal de 1,0 m, atendendo assim um volume de até 1,41 m<sup>3</sup> (ABNT, 2024). No que se refere as tubulações, a tubulação de entrada conta com um DN 100mm e a de saída igual a 150mm, conforme apresentando na norma vigente (ABNT, 2024).

#### 5.4.2.4. CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO

A distribuição do esgoto aos sumidouros deverá ser realizada por meio de caixa distribuidora de vazão, com diâmetro nominal de 0,6m contando com tubulação de entrada e saída de DN100mm (ABNT, 2024). A Figura 6 exibe o detalhamento da caixa de distribuição proposta para o presente projeto.

Figura 6: Caixa de distribuição proposta.



Elaboração própria.

#### 5.4.2.5. SUMIDOURO

Para o dimensionamento do sumidouro deve-se calcular a área para absorção do líquido ( $m^2$ ), dada pela equação 4 (ABNT, 2024):

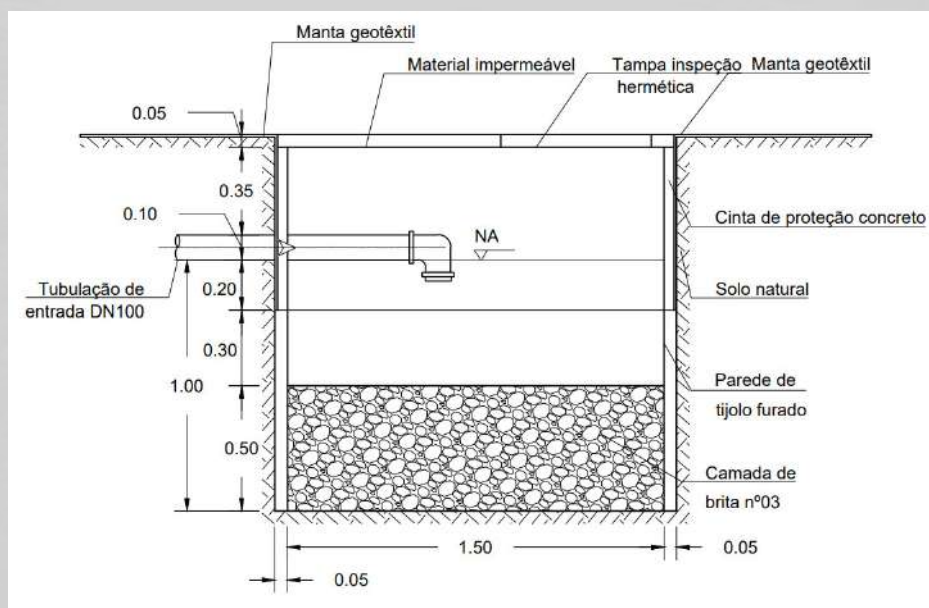
$$A = Q_{\text{projeto}} \div Tx.\text{inf} \text{ (Equação 4)}$$

Onde:  $Q_{\text{projeto}}$  = vazão de projeto ( $m^3/\text{hab.dia}$ );  $Tx.\text{inf}$  = é a taxa máxima de aplicação diária ( $m^3/m^2.\text{dia}$ ).

A taxa máxima de aplicação diária é dada pela taxa de percolação onde para locais que apresentam solos com argilas arenosas e/ou siltosas conta com taxa máxima de aplicação diária igual a  $0,09 m^3/m^2.\text{dia}$  e uma taxa de percolação de  $200\text{min}/m$ , como é o caso dos municípios de Antônio Almeida, Miguel Alves e Porto. Para areias bem selecionadas e limpas a taxa máxima de aplicação diária é igual a  $0,053 m^3/m^2.\text{dia}$  e uma taxa de percolação de  $600\text{min}/m$ , como é o caso dos municípios de Campo Largo do Piauí e Jerumenha (ABNT, 2024). Para o primeiro caso obteve-se uma área de  $5,56 m^2$  e para o segundo de  $9,43 m^2$  (ABNT, 2024).

A norma estabelece que para taxas de percolação inferiores a  $500 \text{ min}/m$  deve-se adotar uma camada filtrante envolvente no sumidouro com solo, com espessura mínima de  $0,50m$ , sendo construído assim, 02 (dois) tipos de sumidouros (ABNT, 2024). O primeiro tipo (Figura 7) conta com o diâmetro e altura comercial de  $1,5 \times 1,0 m$ . Já o segundo (Figura 8) conta com o diâmetro e altura comercial de  $2,0 \times 1,0 m$ .

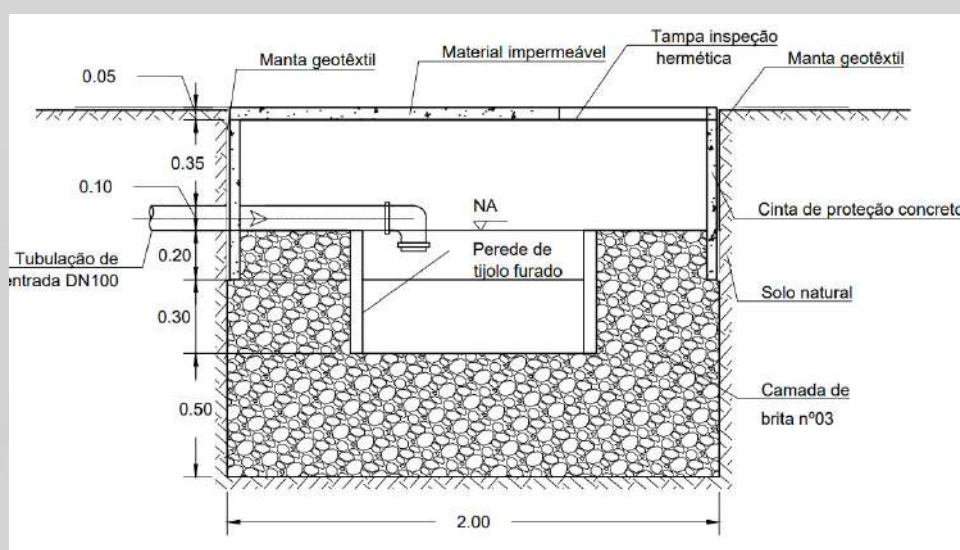
Figura 7: Sumidouro TIPO I proposto.



Elaboração própria.



Figura 8: Sumidouro TIPO II proposto.



Elaboração própria.

Cabe mencionar que a norma salienta que devem ser construídos dois sumidouros, com alternância do uso. Cada sumidouro deve contar com 100% da capacidade total necessária (ABNT, 2024).

## 6. INDICADORES E METAS

Especificamente para avaliação das ações propostas, indica-se a utilização de Indicadores de Condição Ambiental (ICA), Indicadores de Desempenho Operacional (IDO) e Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG), conforme especificação da ISO 14.031 (ABNT, 2015). Os indicadores foram concebidos para abranger as ações estruturantes propostas neste documento. A Tabela 5 exibe os indicadores de cada categoria bem como suas respectivas metas.

Tabela 5: Indicadores e metas propostos para o Eixo 3 – Esgotamento Sanitário.

Tipo	Indicador	Unidade	Meta
IDO	Número de soluções individuais construídas	Número	Construir 25 soluções individuais ao ano
	Número de famílias contempladas	Número	Atingir, no mínimo, 25 famílias ao ano.
	% de investimento	%	Investir, no mínimo, 40% dos recursos no primeiro ano.

Elaboração própria.

## 7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO

### 7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR

O orçamento preliminar tem como objetivos apresentar a estimativa de custos e investimentos necessários para a viabilização da construção de sistemas de esgotamento sanitário no lote. Com base nessa premissa, realizou-se a composição de preços e custos tendo-se como referência a Tabela de Preços de Consultoria do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), referente ao mês de janeiro de 2024 (DNIT, 2024a) e o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) para a região Nordeste do Brasil (DNIT, 2024b), do mesmo mês e ano.

Outros custos e serviços que não estejam contemplados nessas referências foram estimados com base em cotações obtidas junto à fornecedores e/ou experiências pregressas da empresa consultora em projetos semelhantes. Além disso, também foram adotados valores obtidos através de editais e licitações públicas, bem como custos empregados em projetos semelhantes. Além disso, foram estimados os valores com e sem aplicação de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), o qual foi obtido através de referência do DNIT do ano de 2024, sendo adotado em 44,6%.

A Tabela 6 exibe os custos e investimentos necessários para a implantação de um sistema de pequeno porte com sumidouro Tipo I enquanto a Tabela 7 exibe os investimentos para um sistema com sumidouro Tipo II. Por fim, a Tabela 8 exibe o total de investimentos previstos para o Eixo 3 – Esgotamento Sanitário, considerando a construção de 50 sistemas por município, totalizando 250 sistemas.



Tabela 6: Eixo 3 – Esgotamento sanitário: custos e investimentos para implantação de sistema tanque séptico, filtro anaeróbio, caixa de distribuição e sumidouro – TIPO I.

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1. Construção de sistema sanitário no lote – TIPO I</b>										
<b>1.1 Mão de obra</b>										
<b>1.1.1 Tanque séptico</b>										
1.1.1.1	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	Hora	1	8	3	4.574,24	25,99	R\$ 623,76	R\$ 901,96
1.1.1.2	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	hora	2	8	3	3.632,64	20,64	R\$ 990,72	R\$ 1.432,58
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 1.614,48</b>	<b>R\$ 2.334,54</b>
<b>1.1.2 Filtro anaeróbio</b>										
1.1.2.1	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	Hora	1	8	3	4.574,24	25,99	R\$ 623,76	R\$ 901,96
1.1.2.2	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	hora	2	8	3	3.632,64	20,64	R\$ 990,72	R\$ 1.432,58
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 1.614,48</b>	<b>R\$ 2.334,54</b>
<b>1.1.3 Caixa de distribuição e 02 Poços sumidouro (1,50 x 1,00)</b>										
1.1.3.1	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	Hora	1	8	3	4.574,24	25,99	R\$ 623,76	R\$ 901,96
1.1.3.2	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	hora	2	8	3	3.632,64	20,64	R\$ 990,72	R\$ 1.432,58
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 1.614,48</b>	<b>R\$ 2.334,54</b>
<b>1.2 Equipamentos</b>										
2.2.1	E9093	Veículo leve - 53 kW (sem motorista)	Unidade	1	-	9	1.159,33	6,59	R\$ 59,28	R\$ 85,72
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 59,28</b>	<b>R\$ 85,72</b>
<b>1.3 Serviços</b>										
<b>1.3.1 Serviços - Tanque séptico</b>										
1.3.1.1	98524	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA. AF_03/2024	m²	2,25	-	-	4,40	4,40	R\$ 9,90	R\$ 14,32
1.3.1.2	101620	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, COM CAMADA DE AREIA, LANÇAMENTO MANUAL. AF_08/2020	m³	0,09	-	-	16,97	188,58	R\$ 16,97	R\$ 24,54
1.3.1.3	104737	REATERRO MANUAL DE VALAS, COM PLACA VIBRATÓRIA. AF_08/2023	m³	2,25	-	-	46,67	20,74	R\$ 46,67	R\$ 67,48
1.3.1.4	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	m³	2,25	-	-	81,65	81,65	R\$ 183,71	R\$ 265,65
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 257,25</b>	<b>R\$ 371,98</b>
<b>1.3.2 Serviços – Filtro anaeróbio</b>										
1.3.2.1	98524	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA. AF_03/2024	m²	1,44	-	-	4,40	4,40	R\$ 6,34	R\$ 9,16
1.3.2.2	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	m³	1,44	-	-	81,65	81,65	R\$ 117,58	R\$ 170,01

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
1.3.2.3	101620	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, COM CAMADA DE AREIA, LANÇAMENTO MANUAL. AF_08/2020	m³	0,06	-	-	11,31	188,58	R\$ 11,31	R\$ 16,36
1.3.2.4	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	m³	2,5	-	-	81,65	81,65	R\$ 204,13	R\$ 295,16
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 339,35</b>	<b>R\$ 490,70</b>
<b>1.3.3 Serviços - Caixa de distribuição e 02 Poços sumidouro (1,50 x 1,00)</b>										
1.3.3.1	98524	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA. AF_03/2024	m²	2,25	-	-	4,40	4,40	R\$ 9,90	R\$ 14,32
1.3.3.2	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	m³	2,25	-	-	81,65	81,65	R\$ 183,71	R\$ 265,65
1.3.3.3	101620	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, COM CAMADA DE AREIA, LANÇAMENTO MANUAL. AF_08/2020	m³	0,12	-	-	22,63	188,58	R\$ 22,63	R\$ 32,72
1.3.3.4	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	m³	3,6	-	-	81,65	81,65	R\$ 293,94	R\$ 425,04
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 510,18</b>	<b>R\$ 737,72</b>
<b>1.4 Materiais</b>										
<b>1.4.1 Materiais gerais</b>										
1.4.1.1	9841	TUBO PVC, SERIE R, DN 100 MM, PARA ESGOTO OU AGUAS PLUVIAIS PREDIAL (NBR 5688)	m	10	-	-	24,50	24,50	R\$ 245,00	R\$ 354,27
1.4.1.2	20179	TE, PVC, SERIE R, 100 X 100 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	unitário	3	-	-	38,21	38,21	R\$ 114,63	R\$ 165,75
1.4.1.3	3520	JOELHO PVC, SOLDABEL, PB, 90 GRAUS, DN 100 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	m	2	-	-	7,25	7,25	R\$ 14,50	R\$ 20,97
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 374,13</b>	<b>R\$ 540,99</b>
<b>1.4.2 Materiais Tanque séptico</b>										
1.4.2.1	41610	ANEL DE CONCRETO ARMADO COM FUNDO, PARA FOSSA E POCO 1,50 X *0,50* M	unitário	1	-	-	755,26	755,26	R\$ 755,26	R\$ 1.092,11
1.4.2.2	12563	ANEL EM CONCRETO ARMADO, LISO, PARA, POCOS DE VISITA, POCOS DE INSPECAO, FOSSAS SEPTICAS E SUMIDOUROS, SEM FUNDO, DIAMETRO INTERNO DE 1,50 M E ALTURA DE 0,50 M	unitário	1	-	-	441,31	441,31	R\$ 441,31	R\$ 638,13
1.4.2.3	41616	TAMPA DE CONCRETO ARMADO PARA FOSSA, D = 1,50 M, E = 0,05 M	unitário	1	-	-	375,09	375,09	R\$ 375,09	R\$ 542,38
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 1.571,66</b>	<b>R\$ 2.272,62</b>
<b>1.4.3 Materiais Filtro anaeróbio</b>										
1.4.3.1	41610	ANEL DE CONCRETO ARMADO COM FUNDO, PARA FOSSA E POCO 1,50 X *0,50* M	unitário	1	-	-	755,26	755,26	R\$ 755,26	R\$ 1.092,11
1.4.3.2	100475	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA MÉDIA ÚMIDA) COM ADIÇÃO DE IMPERMEABILIZANTE, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	unitário	1	-	-	898,85	898,85	R\$ 898,85	R\$ 1.299,74
1.4.3.3	12563	ANEL EM CONCRETO ARMADO, LISO, PARA, POCOS DE VISITA, POCOS DE INSPECAO, FOSSAS SEPTICAS E SUMIDOUROS, SEM FUNDO, DIAMETRO INTERNO DE 1,50 M E ALTURA DE 0,50 M	unitário	1	-	-	441,31	441,31	R\$ 441,31	R\$ 638,13
1.4.3.4	41616	TAMPA DE CONCRETO ARMADO PARA FOSSA, D = 1,50 M, E = 0,05 M	unitário	1	-	-	375,09	375,09	R\$ 375,09	R\$ 542,38

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
1.4.3.5	4723	PEDRA BRITADA N. 4 (50 A 76 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	m³	2,5	-	-	225,90	225,90	R\$ 564,75	R\$ 816,63
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 3.035,26</b>	<b>R\$ 4.388,99</b>
<b>1.4.4 Materiais Caixa de distribuição e 02 Poços sumidouro (1,50 x 1,00)</b>										
1.4.4.1	41629	CAIXA DE CONCRETO ARMADO PRE-MOLDADO, COM FUNDO E TAMPA, DIMENSOES DE 0,60 X 0,60 X 0,50 M	unitário	1	-	-	444,10	444,10	R\$ 444,10	R\$ 642,17
1.4.4.2	41616	TAMPA DE CONCRETO ARMADO PARA FOSSA, D = 1,50 M, E = 0,05 M	unitário	1	-	-	375,09	375,09	R\$ 375,09	R\$ 542,38
1.4.4.3	7270	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 4 FUROS NA HORIZONTAL DE 9 X 9 X 19 CM (L X A X C)	unitário	915	-	-	0,89	0,89	R\$ 814,35	R\$ 1.177,55
1.4.4.4	4723	PEDRA BRITADA N. 4 (50 A 76 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	m³	2,03	-	-	225,90	225,90	R\$ 458,58	R\$ 663,10
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 2.092,12</b>	<b>R\$ 3.025,20</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 13.082,67</b>	<b>R\$ 18.917,55</b>

Fonte: DNIT (2024a, 2024b).

Elaboração própria.

Tabela 7: Eixo 3 – Esgotamento sanitário: custos e investimentos para implantação de sistema tanque séptico, filtro anaeróbio, caixa de distribuição e sumidouro – TIPO II.

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1. Construção de sistema sanitário no lote – TIPO II</b>										
<b>1.1 Mão de obra</b>										
<b>1.1.1 Tanque séptico</b>										
1.1.1.1	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	Hora	1	8	3	4.574,24	25,99	R\$ 623,76	R\$ 901,96
1.1.1.2	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	hora	2	8	3	3.632,64	20,64	R\$ 990,72	R\$ 1.432,58
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 1.614,48</b>	<b>R\$ 2.334,54</b>
<b>1.1.2 Filtro anaeróbio</b>										
1.1.2.1	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	Hora	1	8	3	4.574,24	25,99	R\$ 623,76	R\$ 901,96
1.1.2.2	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	hora	2	8	3	3.632,64	20,64	R\$ 990,72	R\$ 1.432,58
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 1.614,48</b>	<b>R\$ 2.334,54</b>
<b>1.1.3 Caixa de distribuição e 02 Poços sumidouro (2,00 x 1,00)</b>										
1.1.3.1	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	Hora	1	8	3	4.574,24	25,99	R\$ 623,76	R\$ 901,96
1.1.3.2	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	hora	2	8	3	3.632,64	20,64	R\$ 990,72	R\$ 1.432,58
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 1.614,48</b>	<b>R\$ 2.334,54</b>
<b>1.2 Equipamentos</b>										
2.2.1	E9093	Veículo leve - 53 kW (sem motorista)	Unidade	1	-	9	1.159,33	6,59	R\$ 59,28	R\$ 85,72
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 59,28</b>	<b>R\$ 85,72</b>
<b>1.3 Serviços</b>										



Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1.3.1 Serviços - Tanque séptico</b>										
1.3.1.1	98524	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA. AF_03/2024	m²	2,25	-	-	4,40	4,40	R\$ 9,90	R\$ 14,32
1.3.1.2	101620	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, COM CAMADA DE AREIA, LANÇAMENTO MANUAL. AF_08/2020	m³	0,09	-	-	16,97	188,58	R\$ 16,97	R\$ 24,54
1.3.1.3	104737	REATERRO MANUAL DE VALAS, COM PLACA VIBRATÓRIA. AF_08/2023	m³	2,25	-	-	46,67	20,74	R\$ 46,67	R\$ 67,48
1.3.1.4	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	m³	2,25	-	-	81,65	81,65	R\$ 183,71	R\$ 265,65
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 257,25</b>	<b>R\$ 371,98</b>
<b>1.3.2 Serviços – Filtro anaeróbio</b>										
1.3.2.1	98524	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA. AF_03/2024	m²	1,44	-	-	4,40	4,40	R\$ 6,34	R\$ 9,16
1.3.2.2	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	m³	1,44	-	-	81,65	81,65	R\$ 117,58	R\$ 170,01
1.3.2.3	101620	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, COM CAMADA DE AREIA, LANÇAMENTO MANUAL. AF_08/2020	m³	0,06	-	-	11,31	188,58	R\$ 11,31	R\$ 16,36
1.3.2.4	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	m³	2,5	-	-	81,65	81,65	R\$ 204,13	R\$ 295,16
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 339,35</b>	<b>R\$ 490,70</b>
<b>1.3.3 Serviços - Caixa de distribuição e 02 Poços sumidouro (2,00 x 1,00)</b>										
1.3.3.1	98524	LIMPEZA MANUAL DE VEGETAÇÃO EM TERRENO COM ENXADA. AF_03/2024	m²	2,25	-	-	4,40	4,40	R\$ 9,90	R\$ 14,32
1.3.3.2	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	m³	2,25	-	-	81,65	81,65	R\$ 183,71	R\$ 265,65
1.3.3.3	101620	PREPARO DE FUNDO DE VALA COM LARGURA MAIOR OU IGUAL A 1,5 M E MENOR QUE 2,5 M, COM CAMADA DE AREIA, LANÇAMENTO MANUAL. AF_08/2020	m³	0,12	-	-	22,63	188,58	R\$ 22,63	R\$ 32,72
1.3.3.4	93358	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	m³	3,6	-	-	81,65	81,65	R\$ 293,94	R\$ 425,04
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 510,18</b>	<b>R\$ 737,72</b>
<b>1.4 Materiais</b>										
<b>1.4.1 Materiais gerais</b>										
1.4.1.1	9841	TUBO PVC, SERIE R, DN 100 MM, PARA ESGOTO OU ÁGUAS PLUVIAIS PREDIAL (NBR 5688)	m	10	-	-	24,50	24,50	R\$ 245,00	R\$ 354,27
1.4.1.2	20179	TE, PVC, SERIE R, 100 X 100 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	unitário	3	-	-	38,21	38,21	R\$ 114,63	R\$ 165,75
1.4.1.3	3520	JOELHO PVC, SOLDAVEL, PB, 90 GRAUS, DN 100 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	m	2	-	-	7,25	7,25	R\$ 14,50	R\$ 20,97
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 374,13</b>	<b>R\$ 540,99</b>
<b>1.4.2 Materiais Tanque séptico</b>										

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
1.4.2.1	41610	ANEL DE CONCRETO ARMADO COM FUNDO, PARA FOSSA E POCO 1,50 X *0,50* M	unitário	1	-	-	755,26	755,26	R\$ 755,26	R\$ 1.092,11
1.4.2.2	12563	ANEL EM CONCRETO ARMADO, LISO, PARA POÇOS DE VISITA, POCOS DE INSPECAO, FOSSAS SEPTICAS E SUMIDOUROS, SEM FUNDO, DIAMETRO INTERNO DE 1,50 M E ALTURA DE 0,50 M	unitário	1	-	-	441,31	441,31	R\$ 441,31	R\$ 638,13
1.4.2.3	41616	TAMPA DE CONCRETO ARMADO PARA FOSSA, D = 1,50 M, E = 0,05 M	unitário	1	-	-	375,09	375,09	R\$ 375,09	R\$ 542,38
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 1.571,66</b>	<b>R\$ 2.272,62</b>
<b>1.4.3 Materiais Filtro anaeróbio</b>										
1.4.3.1	41610	ANEL DE CONCRETO ARMADO COM FUNDO, PARA FOSSA E POCO 1,50 X *0,50* M	unitário	1	-	-	755,26	755,26	R\$ 755,26	R\$ 1.092,11
1.4.3.2	100475	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (EM VOLUME DE CIMENTO E AREIA MÉDIA ÚMIDA) COM ADIÇÃO DE IMPERMEABILIZANTE, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_08/2019	unitário	1	-	-	898,85	898,85	R\$ 898,85	R\$ 1.299,74
1.4.3.3	12563	ANEL EM CONCRETO ARMADO, LISO, PARA POÇOS DE VISITA, POCOS DE INSPECAO, FOSSAS SEPTICAS E SUMIDOUROS, SEM FUNDO, DIAMETRO INTERNO DE 1,50 M E ALTURA DE 0,50 M	unitário	1	-	-	441,31	441,31	R\$ 441,31	R\$ 638,13
1.4.3.4	41616	TAMPA DE CONCRETO ARMADO PARA FOSSA, D = 1,50 M, E = 0,05 M	unitário	1	-	-	375,09	375,09	R\$ 375,09	R\$ 542,38
1.4.3.5	4723	PEDRA BRITADA N. 4 (50 A 76 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	m³	2,5	-	-	225,90	225,90	R\$ 564,75	R\$ 816,63
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 3.035,26</b>	<b>R\$ 4.388,99</b>
<b>1.4.4 Materiais Caixa de distribuição e 02 Poços sumidouro (2,00 x 1,00)</b>										
1.4.4.1	41629	CAIXA DE CONCRETO ARMADO PRÉ-MOLDADO, COM FUNDO E TAMPA, DIMENSOES DE 0,60 X 0,60 X 0,50 M	unitário	1	-	-	444,10	444,10	R\$ 444,10	R\$ 642,17
1.4.4.2	41616	TAMPA DE CONCRETO ARMADO PARA FOSSA, D = 1,50 M, E = 0,05 M	unitário	1	-	-	745,83	745,83	R\$ 745,83	R\$ 1.078,47
1.4.4.3	7270	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 4 FUROS NA HORIZONTAL DE 9 X 9 X 19 CM (L X A X C)	unitário	1143,75	-	-	0,89	0,89	R\$ 1.017,94	R\$ 1.471,94
1.4.4.4	4723	PEDRA BRITADA N. 4 (50 A 76 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	m³	2,5375	-	-	225,90	225,90	R\$ 573,22	R\$ 828,88
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 2.781,09</b>	<b>R\$ 4.021,45</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 13.771,65</b>	<b>R\$ 19.913,80</b>

Fonte: DNIT (2024a, 2024b).

Elaboração própria.

Tabela 8: Eixo 4 – Esgotamento Sanitário: total estimado para o eixo.

Atividade	Total por sistema (R\$)	Total por sistema com BDI (R\$)
1. Construção de esgotamento sanitário para 3 municípios Tipo I (150 unidades)	R\$ 1.962.401,18	R\$ 2.837.632,10
2. Construção de esgotamento sanitário para 2 municípios Tipo II (100 unidades)	R\$ 1.377.164,63	R\$ 1.991.380,05
<b>TOTAL (Sistema tipo I + Sistema tipo II)</b>	<b>R\$ 3.339.565,80</b>	<b>R\$ 4.829.012,15</b>

Fonte: DNIT (2024a, 2024b).  
Elaboração própria.

7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O cronograma para o Eixo 3 – Esgotamento Sanitário consta na Tabela 9 de forma detalhada, segmentando-se as ações em duas etapas principais: planejamento e implantação, sendo que a primeira atividade deve englobar a mobilização dos trabalhadores envolvidos enquanto na segunda etapa será realizada a validação e demarcação de áreas, além da construção das estruturas em si.



Tabela 9: cronograma de execução dos sistemas de esgotamento sanitário em lote.

ID	Atividade/Ação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>1</b>	<b>Planejamento</b>																								
1.1	Mobilização dos profissionais envolvidos e planejamento da obra																								
<b>2</b>	<b>Implantação</b>																								
2.1	Validação da área a ser implantado o sistema																								
2.2	Demarcação do local																								
2.3	Escavações																								
2.4	Instalação das estruturas em concreto pré-moldado e tubulações																								

Elaboração própria.

## 8. REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 17076:2024. **Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte** - Requisitos. Primeira edição 26.04.2024.

ABNT. NBR 8160: **Sistemas prediais de esgoto sanitário** – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Atlas Esgotos - Despoluição das Bacias Hidrográficas**. 2013. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoia1ZiQWZWUtYmRkYS00YjM0LWFhMjltMTMyOTQ0NDIjNGQyIiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGltNDY5YS04YjRkLTkyN2ZiZDFiYWY4OCJ9>. Acesso em: 19 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14.031**: Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – diretrizes. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2015. 44 p

BRASIL. **Comite da Bacia Hidrográfica (CBH) do Rio Parnaíba**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/cbh-parnaiba>. Acesso em: 19 jun. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.8038 de 18 de outubro de 2021. Regulamenta os art. 6º e art. 8º da Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021, para dispor sobre os programas de revitalização dos recursos hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio São Francisco e do Rio Parnaíba e daquelas na área de influência dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Furnas. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/Decreto/D10838.htm#art1](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Decreto/D10838.htm#art1). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm). Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo coDiário Oficial da União. Brasília, DF. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm). Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.1482 de 12 de julho de 2021. Dispõe sobre a desestatização da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras); altera as Leis nºs 5.899, de 5 de julho de 1973, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.848, de 15 de março de 2004, 13.182, de 3 de

novembro de 2015, 13.203, de 8 de dezembro de 2015, 14.118, de 13 de janeiro de 2021, 9.648, de 27 de maio de 1998, e 9.074, de 7 de julho de 1995; e revoga dispositivos da Lei nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/Lei/L14182.htm#art8](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Lei/L14182.htm#art8). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MDR). **Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas**. Brasília, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/bacias-hidrograficas/revitalizacao-de-bacias>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. **Plano Nacional de Recursos Hídricos - Plano de Ação**. Brasília, DF, 2022c. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh\\_2022\\_para\\_baixar\\_e\\_imprimir.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Plano **Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)**. 2019. Disponível em: [https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/arquivos/Versao\\_Conselhos\\_Resolucao\\_Alta\\_Capa\\_Atualizada.pdf](https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/arquivos/Versao_Conselhos_Resolucao_Alta_Capa_Atualizada.pdf). Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Painel do Setor**. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel>. Acesso em: 18 jun. 2024.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). **Parnaíba**. 2021. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/parnaiba>. Acesso em: 13 jun 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO): Nordeste - PIAUI - janeiro 2024. 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/piauui/2024/janeiro/janeiro-2024](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro_antiga/nordeste/piauui/2024/janeiro/janeiro-2024). Acesso em: 06 maio. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Tabela de Preços de Consultoria - janeiro 2024. [S. L.], 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/tabela-de-precos-de-consultoria-1/relatorios/2024/janeiro/janeiro-2024>. Acesso em: 06 maio 2024.

FIGUEIREDO, Isabel Campos Salles. **Tratamento de esgoto na zona rural: diagnóstico participativo e aplicação de tecnologias alternativas**. Campinas, SP, 2019. Disponível em: <https://www.fecfau.unicamp.br/~saneamentorural/wp-content/uploads/2017/11/2019-Figueiredo-tese.pdf>. Acesso em: 19 jun, 2024.



GOEL, P. K. **Water pollution: causes, effects and control**. New age international, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Censo Demográfico de 2022**. Rio de Janeiro, RJ, 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Acervo Fundiário**. 2024. Disponível em: <https://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: 18 jun. 2024.

PIAUI. SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PIAUÍ (SEMARH). Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí. Teresina, PI, 2010. 198 p. Disponível em: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bra183822.pdf>. Acesso em: 06 set. 2023

VON SPERLING, Marcos. Wastewater Characteristics, Treatment and Disposal - Volume One. Department of Sanitary and Environmental Engineering Federal University of Minas Gerais, Brazil. **IWA PublishinG**, 2007. 292 p.

## 9. LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização das localidades contempladas pelo Eixo 3 – Esgotamento Sanitário. ....	9
Figura 2: Sistema de tratamento proposto para o Eixo 3 - Esgotamento Sanitário: solução em lote. .....	13
Figura 3: Caixa de gordura proposta. ....	15
Figura 4: Tanque séptico proposto. ....	15
Figura 5: Filtro anaeróbio proposto. ....	17
Figura 6: Caixa de distribuição proposta. ....	17
Figura 7: Sumidouro TIPO I proposto. ....	18
Figura 8: Sumidouro TIPO II proposto. ....	19

## 10. LISTA DE TABELAS

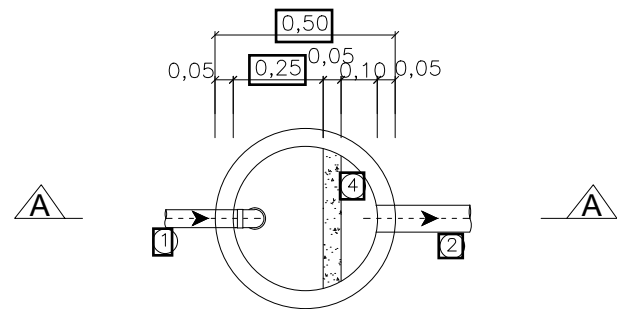
Tabela 1: aderência do Eixo 3 – Esgotamento Sanitário às políticas setoriais de recursos hídricos....	6
Tabela 2: Assentamentos rurais interceptando as municipalidades selecionadas para serem alvo do projeto relativo ao Eixo 3 - Esgotamento Sanitário.....	11
Tabela 3: Informações obtidas para o dimensionamento do sistema. ....	14
Tabela 4: Geometria da caixa de gordura. ....	14
Tabela 5: Indicadores e metas propostos para o Eixo 3 – Esgotamento Sanitário. ....	20
Tabela 6: Eixo 3 – Esgotamento sanitário: custos e investimentos para implantação de sistema tanque séptico, filtro anaeróbio, caixa de distribuição e sumidouro – TIPO I. ....	22
Tabela 7: Eixo 3 – Esgotamento sanitário: custos e investimentos para implantação de sistema tanque séptico, filtro anaeróbio, caixa de distribuição e sumidouro – TIPO II. ....	24
Tabela 8: Eixo 4 – Esgotamento Sanitário: total estimado para o eixo. ....	27
Tabela 9: cronograma de execução dos sistemas de esgotamento sanitário em lote.....	28



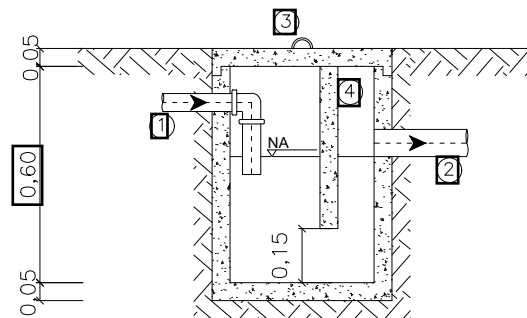
## 11. LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico  
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico  
CGS - Caixa de Gordura Simples  
CODEVASF - Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba  
DN - Diâmetro Nominal  
DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICA - Indicadores de Condição Ambiental  
IDG - Indicadores de Desempenho Gerencial  
IDO - Indicadores de Desempenho Operacional  
INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
INTERPI - Instituto de Terras do Piauí  
MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional  
PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos  
PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico  
PNRBH - Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas  
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos  
PNSB - Política Nacional de Saneamento Básico  
PSBR - Programa Saneamento Brasil Rural  
SICRO - Sistema de Custos Referenciais de Obras  
SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

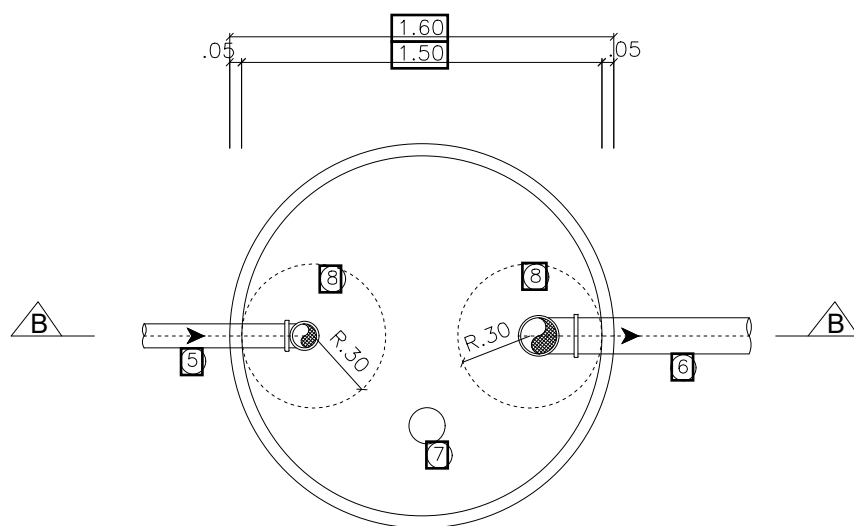
## 12. ANEXOS



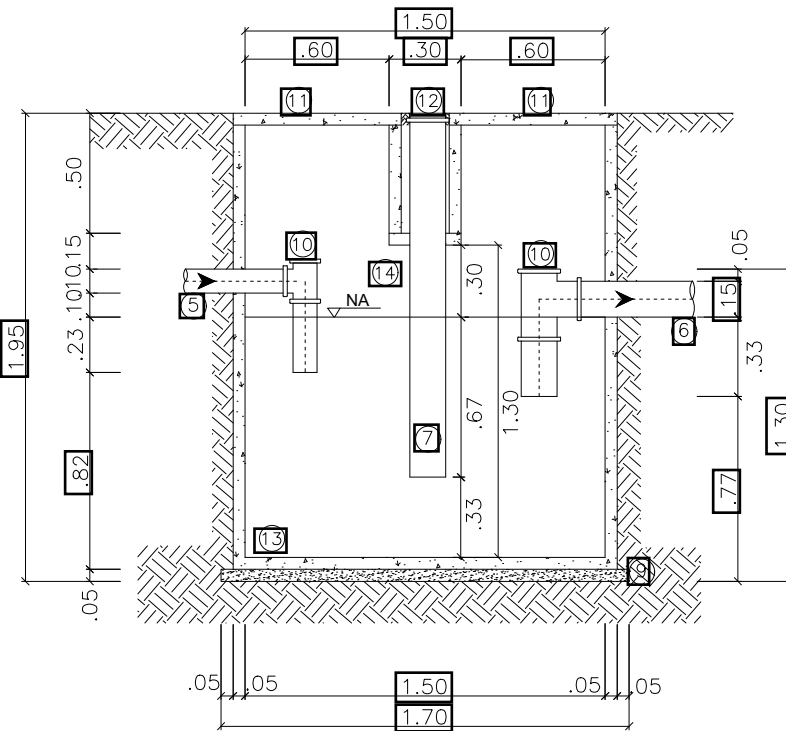
1 Planta baixa - Caixa de gordura  
Simples  
Esc. 1:20



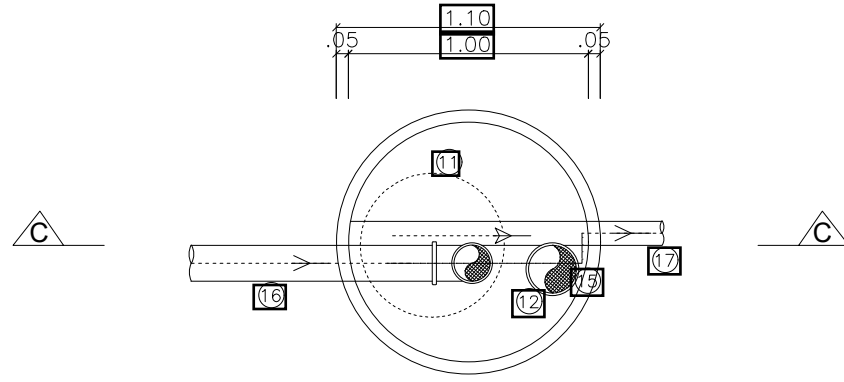
2 Corte AA - Caixa de gordura  
Simples  
Esc. 1:20



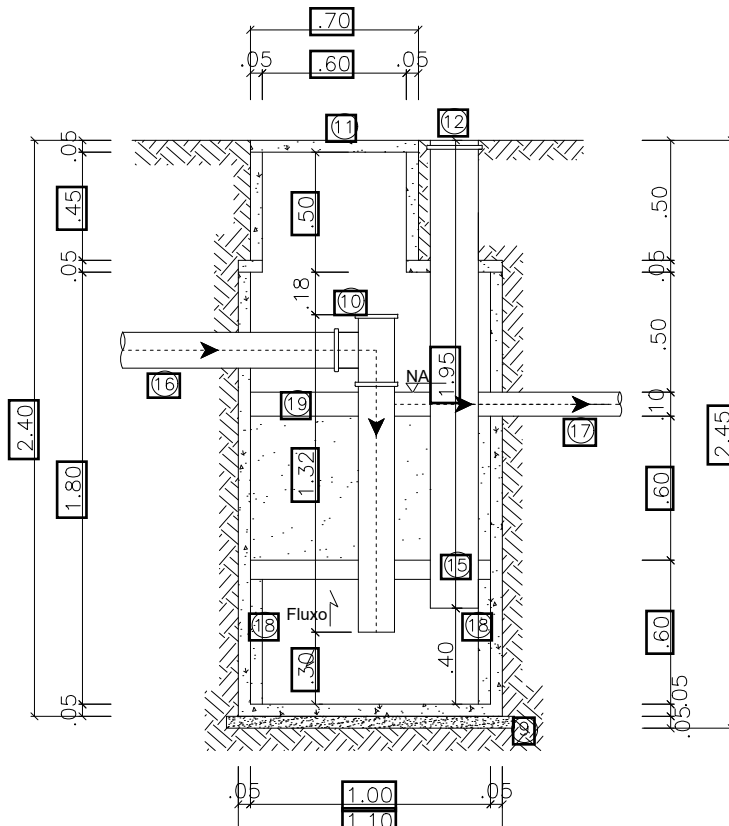
3 Planta baixa - Tanque séptico  
Esc. 1:30



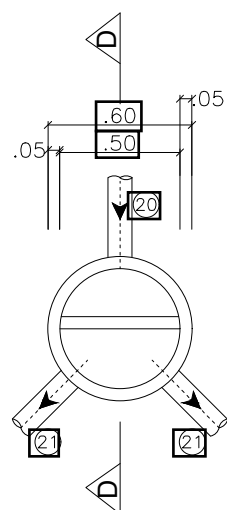
4 Corte BB - Tanque séptico  
Esc. 1:30



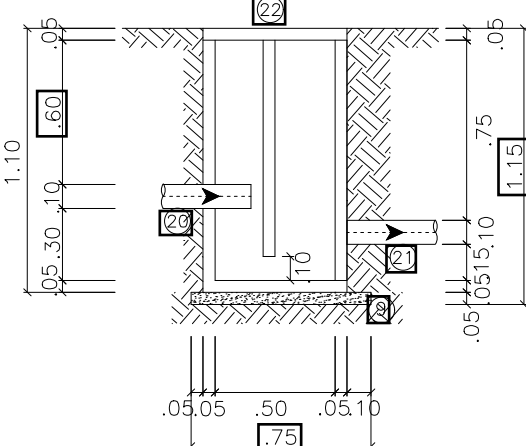
5 Planta baixa - Filtro anaeróbio  
Esc. 1:30



6 Corte CC - Filtro anaeróbio  
Esc. 1:30



7 Planta baixa - Caixa de distribuição  
Esc. 1:30



8 Corte DD - Caixa de distribuição  
Esc. 1:30

#### Legenda/Simbologia

- Solo
- Camada de brita nº03
- Meio suporte
- Concreto

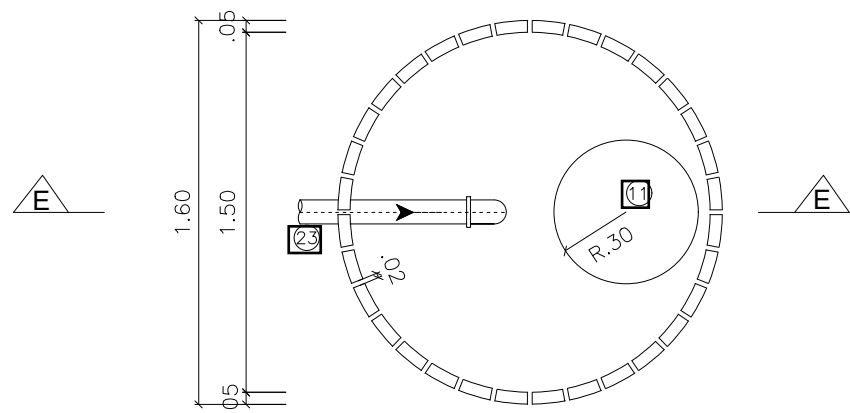
- 1 Tubulação de entrada da caixa de gordura - Ø50mm
- 2 Tubulação de saída da caixa de gordura - Ø75mm
- 3 Pegador tipo argola
- 4 Septo fixo
- 5 Tubulação de entrada do tanque séptico - Ø100mm
- 6 Tubulação de saída do tanque séptico - Ø150mm
- 7 Tubo-guia - Ø150mm
- 8 Projeção inspeção
- 9 Camada regularizada
- 10 Abertura para circulação de gás
- 11 Tampa de inspeção hermética de fácil abertura
- 12 CAP com anel de borracha
- 13 Lodo remanescente
- 14 Espaço para sobrenadante
- 15 Tubo-guia - Ø200mm
- 16 Tubulação de entrada do filtro - Ø150mm
- 17 Tubulação de saída do filtro - Ø100mm
- 18 Apoio
- 19 Canaleta vertedoura
- 20 Tubulação de entrada caixa distribuição - Ø100mm
- 21 Tubulação de saída caixa distribuição - Ø100mm
- 22 Tampa em material impermeável
- 23 Tubulação de entrada sumidouro - Ø100mm
- 24 Manta geotêxtil com 0.01m de espessura
- 25 Cinta de proteção de concreto

#### NOTAS:

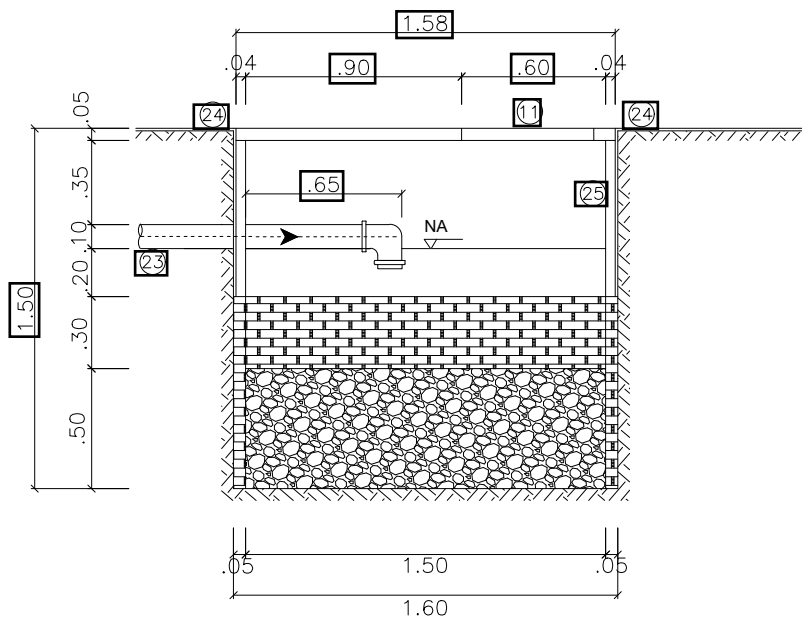
- Dimensões representadas em metros.
- A estanqueidade das estruturas deve ser testada e, caso necessário, deverá ser realizada a impermeabilização interna.

PROJETOS		PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA			
RSA	TÍTULO:	EIXO 3: ESGOTAMENTO SANITÁRIO	DATA DE ELABORAÇÃO:	13/06/2024	PRANCHA:
	DESENHO:	CAIXA DE GORDURA	DATA DE REVISÃO:	13/06/2024	01/03
GOVERNO DO PIAUÍ	CONTRATADA:	EC PROJETOS E RSA AVOGADOS	CONTRATANTE:	GOVERNO DO PIAUÍ	ESCALA:
	ELABORAÇÃO:	AMANDA MEDEIROS DE SOUZA	SUPERVISÃO:	LEONARDO STEINER	Indicada
		CONTRATO/OS:	Nº010/2022	REVISÃO:	00
		APPROVAÇÃO:	LEONARDO STEINER	Nº ART:	A2

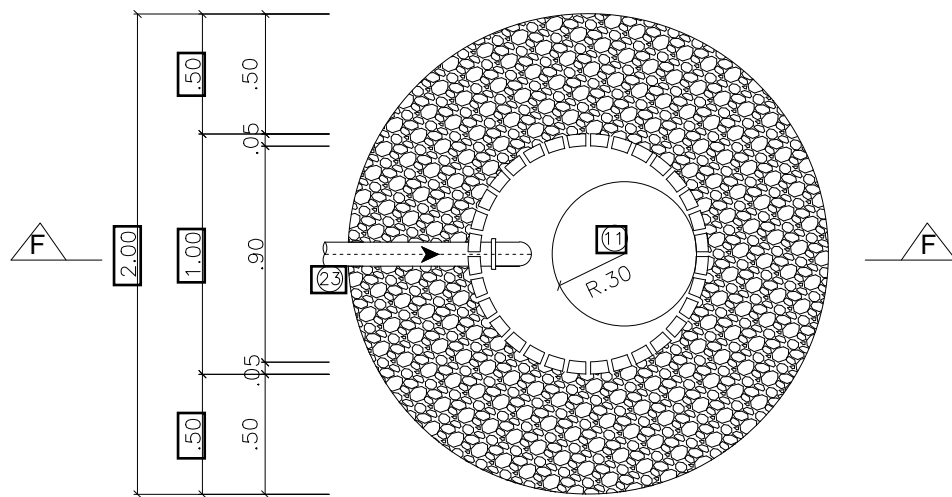




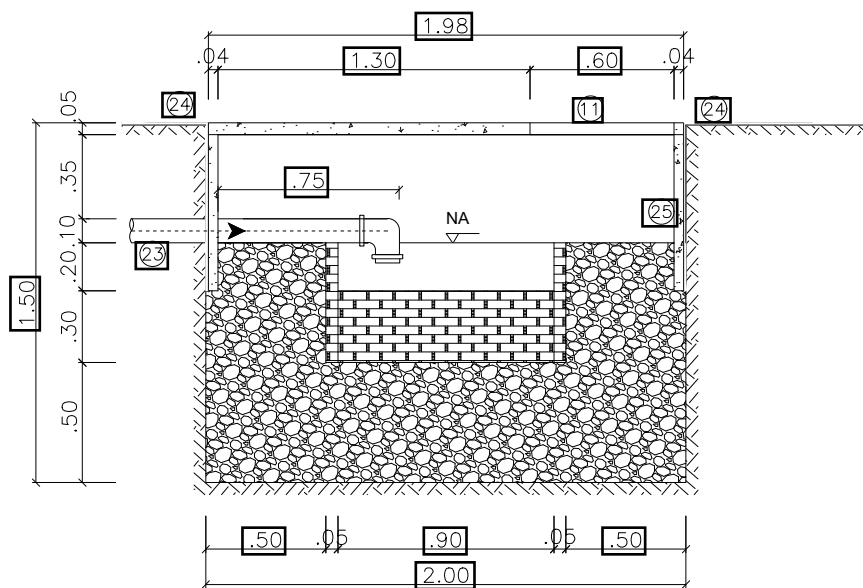
9 Planta baixa - Sumidouro - TIPO I  
Esc. 1:30



10 Corte EE - Sumidouro - TIPO I  
Esc. 1:30



11 Planta baixa - Sumidouro - TIPO II  
Esc. 1:30



12 Corte FF - Sumidouro - TIPO II  
Esc. 1:30

#### Legenda/Simbologia

- 1) Tubulação de entrada da caixa de gordura – Ø50mm
- 2) Tubulação de saída da caixa de gordura – Ø75mm
- 3) Pegador tipo argola
- 4) Septo fixo
- 5) Tubulação de entrada do tanque séptico – Ø100mm
- 6) Tubulação de saída do tanque séptico – Ø150mm
- 7) Tubo-guia – Ø150mm
- 8) Projeção inspeção
- 9) Camada regularizada
- 10) Abertura para circulação de gás
- 11) Tampa de inspeção hermética de fácil abertura
- 12) CAP com anel de borracha
- 13) Lado remanescente
- 14) Espaço para sobrenadante
- 15) Tubo-guia – Ø200mm
- 16) Tubulação de entrada do filtro – Ø150mm
- 17) Tubulação de saída do filtro – Ø100mm
- 18) Apoio
- 19) Canaleta vertedoura
- 20) Tubulação de entrada caixa distribuição – Ø100mm
- 21) Tubulação de saída caixa distribuição – Ø100mm
- 22) Tampa em material impermeável
- 23) Tubulação de entrada sumidouro – Ø100mm
- 24) Manta geotêxtil com 0.01m de espessura
- 25) Cinta de proteção de concreto

#### NOTAS:

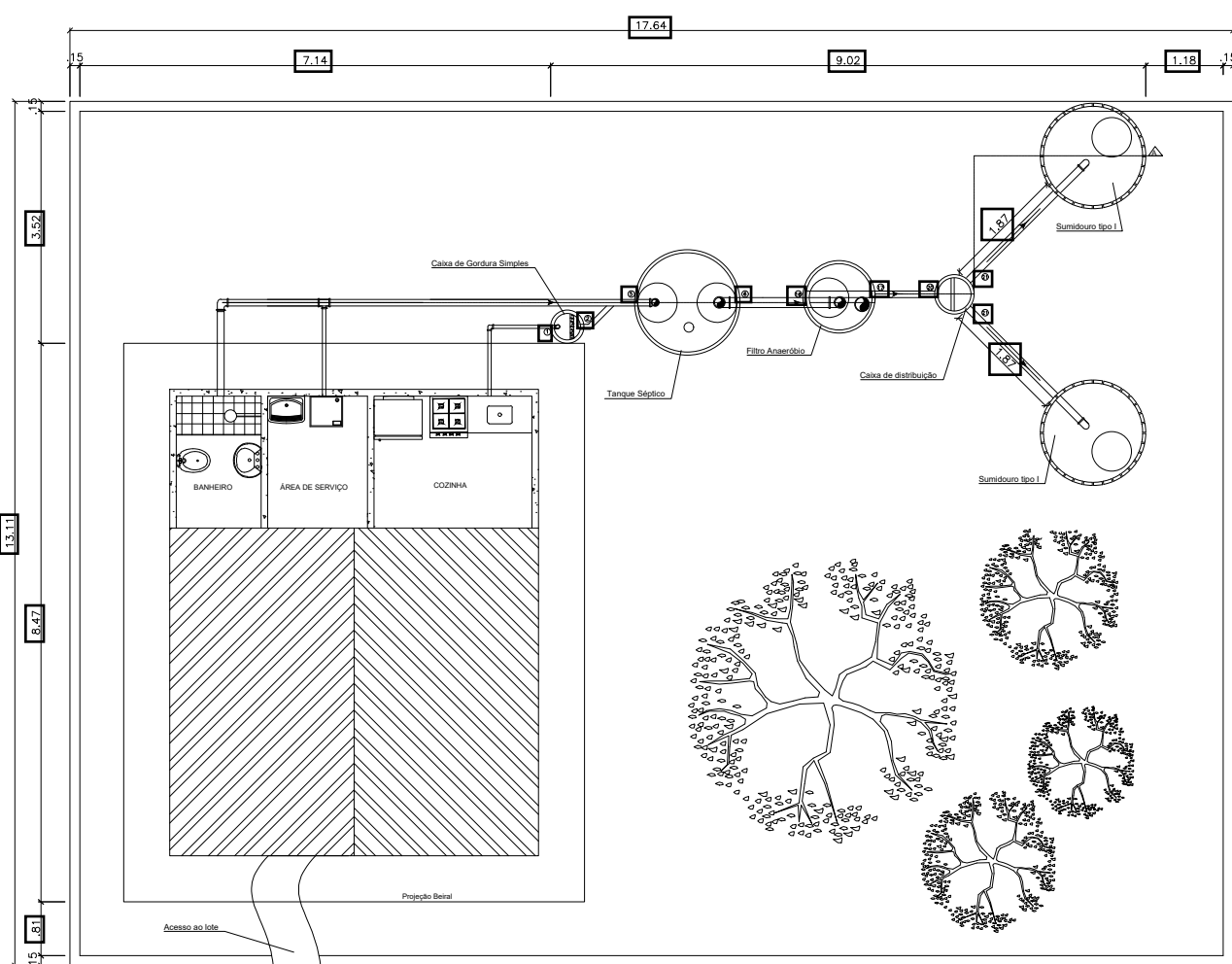
- Sumidouro TIPO I empregado em solos com taxa de percolação 200 min/m.
- Sumidouro TIPO II empregado em solos com taxa de percolação 600 min/m.
- Dimensões representadas em metros.



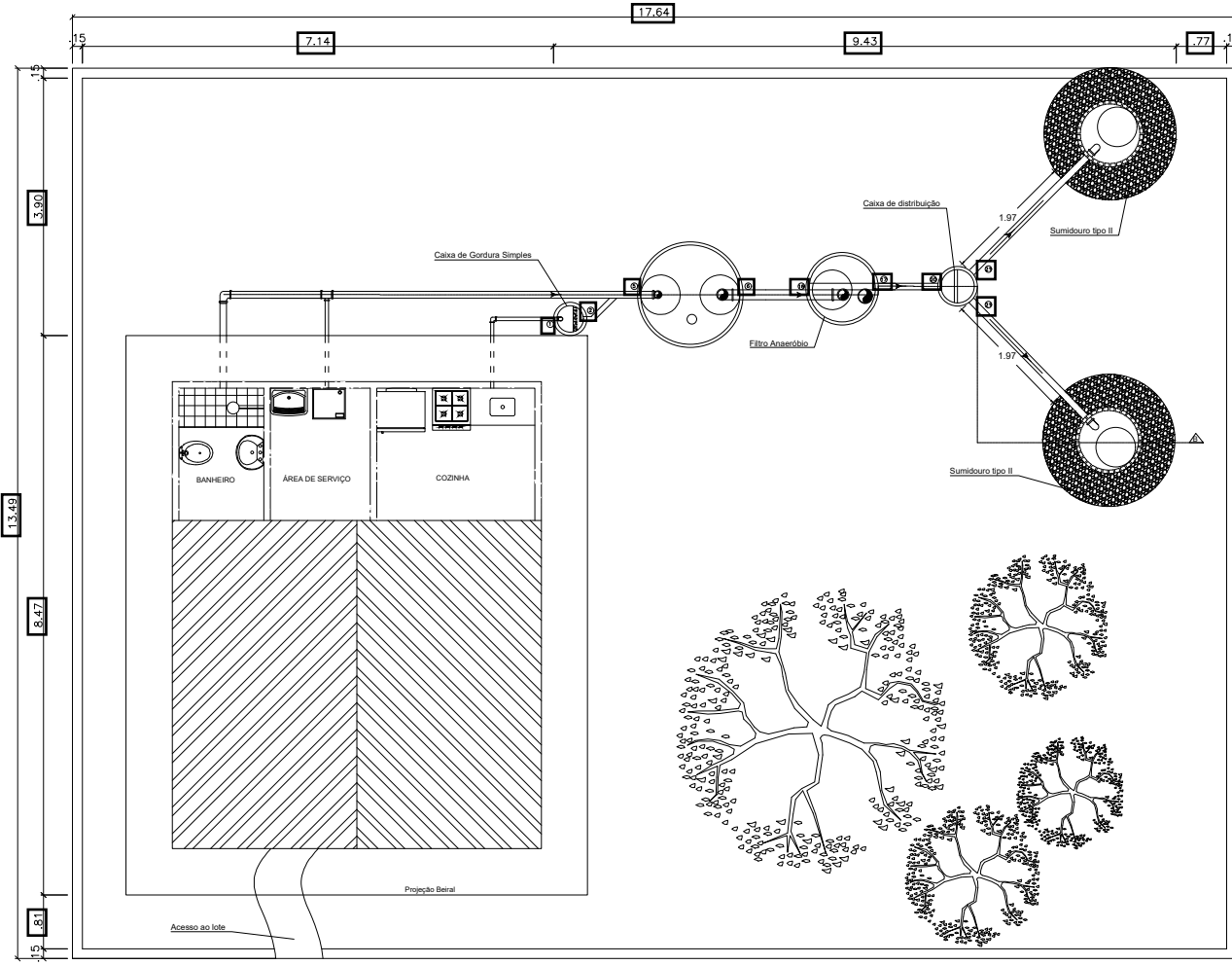
PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA

TÍTULO:	EIXO 3: ESGOTAMENTO SANITÁRIO	DATA DE ELABORAÇÃO:	13/06/2024	PRONCHIA:	02/03
DESENHO:	SISTEMA: SUMIDOURO TIPO I E TIPO II	DATA DE REVISÃO:	13/06/2024	ESCALA:	Indicada
CONTRATADA:	EC PROJETOS E RSA AVOGADOS	CONTRATANTE:	GOVERNO DO PIAUÍ	CONTRATO/OS:	Nº010/2022
ELABORAÇÃO:	AMANDA MEDEIROS DE SOUZA	SUPERVISÃO:	LEONARDO STEINER	REVISÃO:	Nº010/2022
				Nº ART:	A2

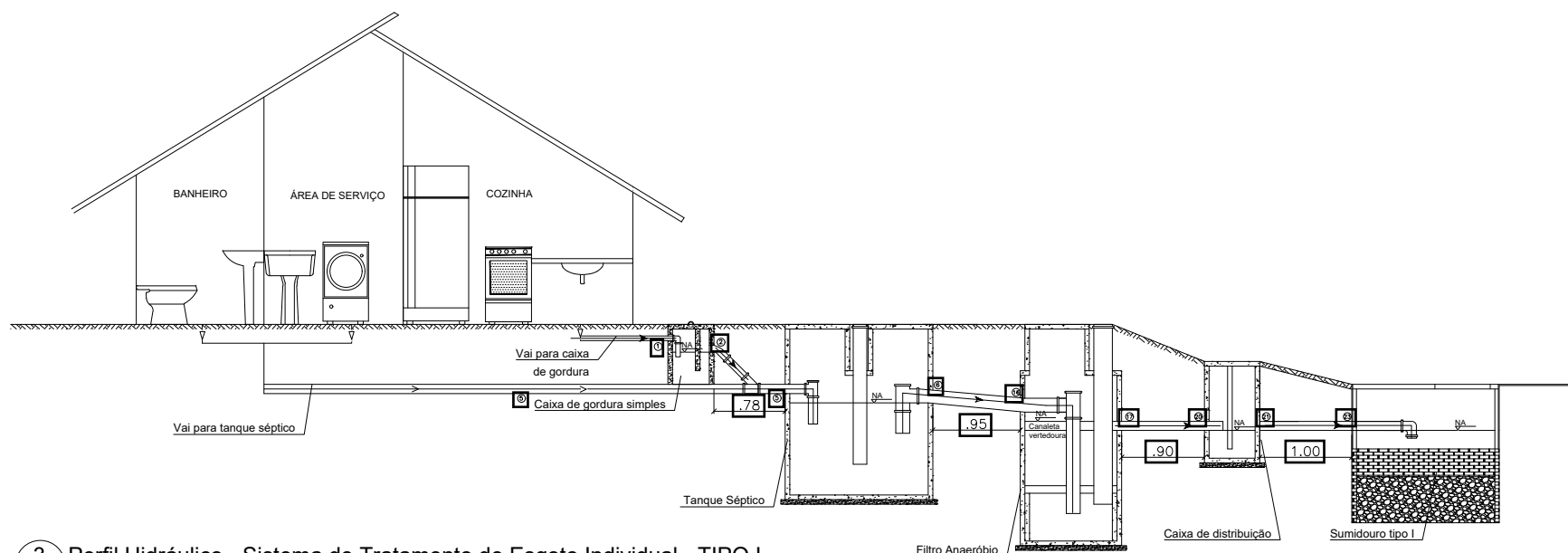




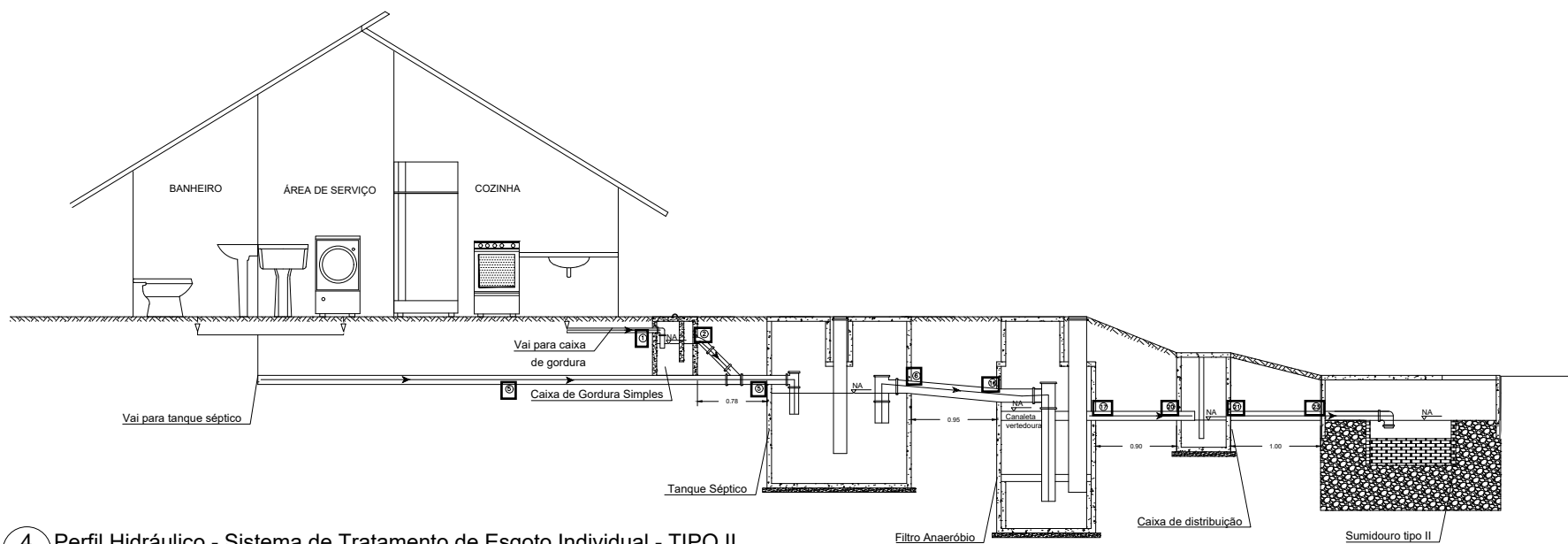
1 Planta de Localização - TIPO I  
Esc. 1:75



2 Planta de Localização - TIPO II  
Esc. 1:75



3 Perfil Hidráulico - Sistema de Tratamento de Esgoto Individual - TIPO I  
Esc. 1:50



4 Perfil Hidráulico - Sistema de Tratamento de Esgoto Individual - TIPO II  
Esc. 1:50

Legenda/Simbologia

- Solo
- Camada de brita nº03
- Meio suporte
- Concreto
- Telhado

- 1 Tubulação de entrada da caixa de gordura - Ø50mm
- 2 Tubulação de saída da caixa de gordura - Ø75mm
- 3 Pegador tipo argola
- 4 Septo fixo
- 5 Tubulação de entrada do tanque séptico - Ø100mm
- 6 Tubulação de saída do tanque séptico - Ø150mm
- 7 Tubo-guia - Ø150mm
- 8 Projetoção inspeção
- 9 Camada regularizada
- 10 Abertura para circulação de gás
- 11 Tampa de inspeção hermética de fácil abertura
- 12 CAP com anel de borracha
- 13 Lodo remanescente
- 14 Espaço para sobrenadante
- 15 Tubo-guia - Ø200mm
- 16 Tubulação de entrada do filtro - Ø150mm
- 17 Tubulação de saída do filtro - Ø100mm
- 18 Apoio
- 19 Concreto vertedouro
- 20 Tubulação de entrada caixa distribuição - Ø100mm
- 21 Tubulação de saída caixa distribuição - Ø150mm
- 22 Tampa em material impermeável
- 23 Tubulação de entrada sumidouro - Ø100mm
- 24 Mantas geotêxtil com 1,0m de espessura
- 25 Cinta de proteção de concreto

NOTAS

- Sumidouro TIPO I empregado em solos com taxa de percolação 200 min/cm
- Sumidouro TIPO II empregado em solos com taxa de percolação 100 min/cm
- Dimensões representadas em metros

PROJETOS	PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA			
	TÍTULO	PROJETO 3: ESGOTAMENTO SANITÁRIO	DATA DE ELABORAÇÃO	13/06/2024
RSA	PROJETO	PLANTA DE LOCAÇÃO	DATA DE REVISÃO	13/06/2024
	CONTRATANTE	GOVERNO DO PIAUÍ	CONTRATADO	GOVERNO DO PIAUÍ
GOVERNO DO PIAUÍ	ELABORADO	AVANHA MEDEIROS DE SOUZA	PROJETO	CONTRATADO
	SUPLENTE	AVANHA MEDEIROS DE SOUZA	PROJETO	CONTRATADO





# PROJETO DO GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ PARA REVITALIZAÇÃO AMPLA DO RIO PARNAÍBA

Aplicação de Recursos da Lei  
14.182/2021 previstos para a Bacia  
do São Francisco e Parnaíba

## EIXO 4: QUALIDADE DA ÁGUA



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVO .....	4
3. JUSTIFICATIVA.....	5
4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL.....	6
5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PARNAÍBA.....	8
5.1. CAMPANHAS DE MONITORAMENTO .....	8
5.2. PARÂMETROS .....	10
5.3. COLETA, PRESERVAÇÃO E TRANSPORTE DE AMOSTRAS.....	15
5.4. RELATÓRIOS DE ACOMPANHAMENTO .....	15
6. INDICADORES E METAS .....	17
7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO .....	18
7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR.....	18
7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	19
8. REFERÊNCIAS.....	21
9. LISTA DE FIGURAS.....	23
10. LISTA DE TABELAS .....	24
11. LISTA DE SIGLAS.....	25

## 1. INTRODUÇÃO

O Projeto de Revitalização da Bacia Hidrográfica do Parnaíba é um vetor importante para a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos da região do Rio Parnaíba e, através de uma abordagem integrada, pode-se restaurar a qualidade da água, proteger a biodiversidade e promover o uso sustentável dos recursos hídricos.

Neste contexto, o monitoramento da qualidade da água é uma componente importante do projeto. Ao acompanhar de perto os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, pode-se avaliar a eficácia das ações de restauração e conservação implementadas, identificar problemas emergentes e tendências ao longo do tempo, e subsidiar a tomada de decisões para a gestão sustentável das (COSTA et al., 2018).

O programa será estruturado em torno de uma rede de pontos de amostragem estrategicamente distribuídos ao longo da Hidrovia do Parnaíba, entre Uruçuí e o Porto de Luís Correia, onde serão realizadas coletas periódicas de amostras de água para análise de parâmetros relevantes. Os dados coletados serão sistematicamente armazenados, analisados e interpretados e os resultados serão então divulgados e utilizados para orientar as ações de revitalização, garantindo a melhoria contínua da qualidade da água.

Através deste programa de monitoramento, espera-se contribuir de forma significativa para a recuperação e a conservação dos recursos hídricos da região, em benefício das comunidades locais, dos ecossistemas e dos setores produtivos do Estado do Piauí que utilizam da água do Parnaíba para suas atividades econômicas.

## 2. OBJETIVO

Os principais objetivos do programa de monitoramento da qualidade da água são:

- Estabelecer uma linha de base sobre a qualidade da água na bacia do Rio Parnaíba;
- Acompanhar a evolução dos indicadores de qualidade ao longo do projeto, como recomendado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA);
- Detectar precocemente quaisquer alterações ou ameaças à saúde dos ecossistemas aquáticos;
- Fornecer subsídios técnicos para a tomada de decisões e o aprimoramento das ações de revitalização e gestão dos recursos hídricos na bacia;
- Servir de controle ambiental para as próprias obras de implantação da Hidrovia do Parnaíba.



### 3. JUSTIFICATIVA

A elaboração e implantação do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água no contexto do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba se justifica pelos seguintes aspectos:

- **Proteção da Saúde Humana e Animal:** a manutenção de níveis satisfatórios de qualidade da água é fundamental para a saúde humana e animal, uma vez que contaminação da água pode levar a doenças e mortes em humanos e animais, como destacado pela Organização Mundial da Saúde (OMS);
- **Conservação da Biodiversidade:** a contaminação da água pode afetar negativamente a vida aquática e a biodiversidade. O monitoramento da qualidade da água é crucial para garantir que os ecossistemas aquáticos sejam protegidos e que a biodiversidade seja preservada;
- **Suporte à Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos:** o monitoramento da qualidade da água é fundamental para a gestão sustentável dos recursos hídricos. A qualidade da água é um indicador importante para avaliar a eficácia das ações de gestão e para identificar problemas emergentes (SOUZA et al., 2017). O programa de monitoramento da qualidade da água fornece subsídios técnicos para a tomada de decisões e o aprimoramento das ações de gestão;
- **Apoio à Revitalização de Bacias:** a qualidade da água pode ser um fator decisivo na avaliação da implantação e posterior eficiência de ações de revitalização de bacias hidrográficas.
- **Redução de Custos e Melhoria da Eficiência:** a identificação precoce de problemas relacionados à qualidade da água em cursos hídricos e a tomada de decisões informadas podem evitar gastos desnecessários e melhorar a eficiência das ações de gestão.

#### 4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL

O eixo de qualidade da água do Projeto da Bacia do Rio Parnaíba possui aderência à Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Plano de Ações do Plano Nacional de Recursos Hídricos ciclo 2022-2024, Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH) e Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí (PERH) (BRASIL, 1997, 2022, 2022; PIAUÍ, 2010), segundo apresenta a Tabela 1.

Ademais, também se adequa ao Decreto nº 10.835/2021, no seu Art. 3 (BRASIL, 2021):

*“Art. 3º São diretrizes para o planejamento e o desenvolvimento de ações de revitalização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas:*

*[...]*

*V - o combate à poluição dos recursos hídricos;*

*[...]*

*VII - a promoção das condições necessárias para disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos (BRASIL, 2021).”*

Tabela 1: aderência do Eixo 4 – qualidade da água às políticas setoriais de recursos hídricos.

PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos	PNRBH	PERH
Art.3º Diretrizes gerais:  II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;  III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;  IV - a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional;  V - a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo;	Subprograma 3.3 – Monitoramento Quali-Quantitativo dos Recursos Hídricos.	AT1.2: Componente de planejamento, monitoramento, gestão da informação e difusão de conhecimento	13.6.5 - Programa de Monitoramento e Fiscalização

Fonte: Brasil (1997, 2022, 2022) e Piauí (2010).

Elaboração própria.

Conforme mostra a Tabela 1, os Planos de Ações do Plano Nacional de Recursos Hídricos, PNRBH e PERH citam diretamente a qualidade da água como um de seus pilares. Sendo assim, abaixo segue

um breve resumo de como esses instrumentos abordam a temática, em aderência com a proposta a ser apresentada no decorrer deste documento (BRASIL, 2022, 2022; PIAUI, 2010):

- Plano Nacional de Recursos Hídricos:
  - Subprograma 3.3:
    - Ação: Fortalecer e aperfeiçoar o monitoramento da qualidade da água e implementação da RNQA e das redes estaduais de qualidade de água.
- PNRBH:
  - AT1.2 - Componente de planejamento, monitoramento, gestão da informação e difusão de conhecimento:
    - Ação 1: Monitoramento de parâmetros físicos relacionados à água (quantidade e qualidade, superficial e subterrânea);
    - Ação 2: Implementar monitoramento específico em bacias de especial interesse para a gestão de recursos hídricos e de sistemas hídricos locais.
- PERH:
  - 13.6.5 - Programa de Monitoramento e Fiscalização:
    - Ação: realização de amostragem em 46 pontos estratégicos na Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, em reservatórios.



## 5. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO PARNAÍBA

O programa de monitoramento da qualidade da água do Rio Parnaíba proporcionará uma visão detalhada dos principais parâmetros de qualidade da água da legislação ambiental vigente, servindo de subsídio não só para o monitoramento de serviços de dragagem e derrocamento da hidrovia, mas também como *background* para acompanhamento de flutuações sazonais, quedas de qualidade e futuro enquadramento das águas por parte do CBH Parnaíba.

Os capítulos subsequentes detalharão as principais diretrizes do programa, como: área de influência e pontos de monitoramento, parâmetros a serem avaliados, aspectos de coleta e preservação de amostras e o acompanhamento dos resultados.

### 5.1. CAMPANHAS DE MONITORAMENTO

As campanhas de monitoramento serão realizadas semestralmente, observando-se os períodos de estação seca e chuvosa, e no traçado navegável da hidrovia, entre os municípios de Uruçuí e Porto de Luís Correia em 40 pontos de monitoramento, em localização aproximada daqueles já coletados para o monitoramento da qualidade dos sedimentos da via navegável, realizada no Projeto Integrador Intermodal do Piauí. A alocação desses pontos é importante pois propiciará um histórico da qualidade da água na hidrovia, uma vez que parte deles também será utilizada para análise de águas e sedimentos no decorrer da etapa de supervisão ambiental das obras de dragagem e derrocamento, detalhadas no Eixo 7 – Dragagem e Derrocagem.

A realização das coletas prevista, inclusive, deverá ocorrer de forma alternada aos serviços de dragagem, para servir de comparação com a análise de qualidade da água que será realizada no decorrer das obras.

Nesse sentido, a Figura 1 apresenta a distribuição dos pontos a serem analisados. Já a Tabela 2 mostra as coordenadas de cada um dos pontos de monitoramento. Os pontos foram alocados tendo-se as seguintes premissas:

- Proximidade com outorgas de uso de água, com base nos dados disponibilizados pela ANA (2023);
- Proximidade com grandes utilizadores de recursos hídricos (agroindústrias, campos de irrigação, municípios, dentre outros);
- Pontos já alocados no Projeto Integrador Intermodal do Piauí, para análise de sedimentos, e em água doce, excluindo-se os em mar, ou seja, nos canais de acesso dos berços e porto.

Figura 1: Pontos de monitoramento de qualidade da água.

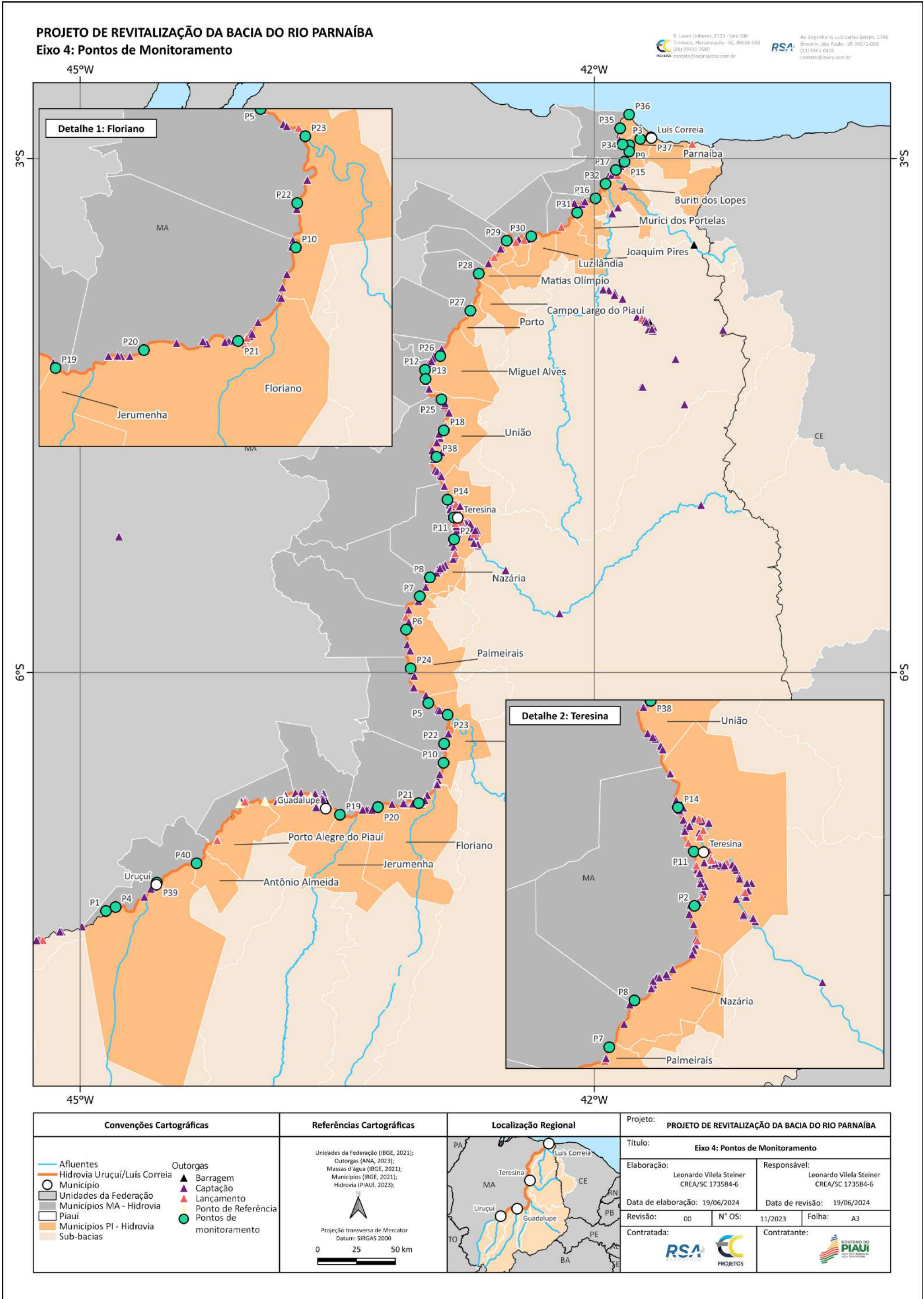


Tabela 2: Coordenadas aproximadas dos pontos de monitoramento.

Ponto	X (°)	Y (°)	Ponto	X (°)	Y (°)
P1	-44,850	-7,392	P21	-43,025	-6,763
P2	-42,818	-5,223	P22	-42,876	-6,415
P3	-41,732	-2,885	P23	-42,856	-6,247
P4	-44,794	-7,369	P24	-43,072	-5,976
P5	-42,969	-6,178	P25	-42,892	-4,406
P6	-43,098	-5,750	P26	-42,898	-4,153
P7	-43,018	-5,555	P27	-42,723	-3,888
P8	-42,959	-5,445	P28	-42,674	-3,671
P9	-41,795	-2,923	P29	-42,511	-3,480
P10	-42,880	-6,527	P30	-42,368	-3,453
P11	-42,819	-5,095	P31	-42,100	-3,315
P12	-42,988	-4,233	P32	-41,934	-3,147
P13	-42,984	-4,286	P33	-41,796	-2,958
P14	-42,857	-4,991	P34	-41,835	-2,918
P15	-41,824	-3,018	P35	-41,849	-2,823
P16	-41,992	-3,232	P36	-41,797	-2,743
P17	-41,874	-3,067	P37	-41,669	-2,876
P18	-42,878	-4,586	P38	-42,921	-4,741
P19	-43,485	-6,830	P39	-44,553	-7,226
P20	-43,262	-6,786	P40	-44,322	-7,114

Elaboração própria.

## 5.2. PARÂMETROS

Os parâmetros a serem coletados e avaliados são os constantes na Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005 para rios de água doce classe 2, resumidos na Tabela 3 (BRASIL, 2005).

Tabela 3: Parâmetros de qualidade da água superficial – Conama nº 357/2005.

Grupo	Parâmetros	Valor máximo	Unidade
Físico-Químico	pH	6 a 9	
	Coliformes Termotolerantes	1000	UFC/100ml
	Cor verdadeira	75	mg/L
	Turbidez	100	UNT
	DBO	5	mg/L
	Oxigênio dissolvido	5	mg/L
	Clorofila a	30	µg/L
	Cianobactérias	50.000	cel/mL
	Sólidos Dissolvidos Totais	500	mg/L
Inorgânicos	Alumínio dissolvido	0,1	mg/L
	Antimônio	0,005	mg/L
	Arsênio total	0,01	mg/L
	Bário total	0,7	mg/L
	Berílio total	0,04	mg/L
	Boro total	0,5	mg/L
	Cadmio total	0,001	mg/L
	Chumbo total	0,01	mg/L
	Cianeto livre	0,005	mg/L



Grupo	Parâmetros	Valor máximo	Unidade
	Cloreto total	250	mg/L
	Cloro residual total (combinado + livre)	0,01	mg/L
	Cobalto total	0,05	mg/L
	Cobre dissolvido	0,009	mg/L
	Cromo total	0,05	mg/L
	Ferro dissolvido	0,3	mg/L
	Fluoreto total	1,4	mg/L
	Fósforo total (ambiente lântico)	0,03	mg/L
	Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,05	mg/L
	Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1	mg/L
	Lítio total	2,5	mg/L
	Manganês total	0,1	mg/L
	Mercúrio total	0,0002	mg/L
	Níquel total	0,025	mg/L
	Nitrato	10	mg/L
	Nitrito	1	mg/L
	Nitrogênio amoniacal total $\text{pH} \leq 7,5$	3,7	mg/L
	Nitrogênio amoniacal total $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$	2	mg/L
	Nitrogênio amoniacal total $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$	1	mg/L
	Nitrogênio amoniacal total $\text{pH} > 8,5$	0,5	mg/L
	Prata total	0,01	mg/L
	Selênio total	0,01	mg/L
	Sulfato total	250	mg/L
	Sulfeto ( $\text{H}_2\text{S}$ não dissociado)	0,002	mg/L
	Uranio total	0,02	mg/L
	Vanádio total	0,1	mg/L
	Zinco total	0,18	mg/L
Orgânicos	Acrilamida	0,5	$\mu\text{g/L}$
	Alacloro	20	$\mu\text{g/L}$
	Aldrin + Dieldrin	0,005	$\mu\text{g/L}$
	Atrazina	2	$\mu\text{g/L}$
	Benzeno	0,005	mg/L
	Benzidina	0,001	$\mu\text{g/L}$
	Benzo(a)antraceno	0,05	$\mu\text{g/L}$
	Benzo(a)pireno	0,05	$\mu\text{g/L}$
	Benzo(b)fluoranteno	0,05	$\mu\text{g/L}$
	Benzo(k)fluoranteno	0,05	$\mu\text{g/L}$
	Carbaril	0,02	$\mu\text{g/L}$
	Clordano (cis + trans)	0,04	$\mu\text{g/L}$
	2-Clorofenol	0,1	$\mu\text{g/L}$
	Criseno	0,05	$\mu\text{g/L}$

Grupo	Parâmetros	Valor máximo	Unidade
	2,4-D	4	µg/L
	Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1	µg/L
	Dibenzo(a,h)antraceno	0,05	µg/L
	1,2-Dicloroetano	0,01	µg/L
	1,1-Dicloroetano	0,003	mg/L
	2,4-Diclorofenol	0,3	µg/L
	Diclorometano	0,02	mg/L
	DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002	µg/L
	Dodecacloro pentaciclododecano	0,001	µg/L
	Endossulfan (C1 + O + sulfato)	0,056	µg/L
	Endrin	0,004	µg/L
	Estireno	0,02	mg/L
	Etilbenzeno	90	µg/L
	Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	mg/L
	Glifosato	65	µg/L
	Gution	0,005	µg/L
	Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01	µg/L
	Hexaclorobenzeno	0,006	µg/L
	Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05	µg/L
	Lindano (γ-HCH)	0,02	µg/L
	Malation	0,1	µg/L
	Metolacloro	10	µg/L
	Metoxicloro	0,03	µg/L
	Paration	0,04	µg/L
	PCBs - Bifenilas policloradas	0,001	µg/L
	Pentaclorofenol	0,009	mg/L
	Simazina	2	µg/L
	Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5	mg/L
	2,4,5-T	2	µg/L
	Tetracloreto de carbono	0,002	mg/L
	Tetracloroetano	0,01	mg/L
	Tolueno	2	µg/L
	Toxafeno	0,01	µg/L
	2,4,5-TP	10	µg/L
	Tributilestanho	0,063	µg/L
	Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02	mg/L
	Tricloroetano	0,03	mg/L
	2,4,6-Triclorofenol	0,01	mg/L
	Trifluralina	0,2	µg/L
	Xileno	300	µg/L

Fonte: Brasil (2005).

Elaboração própria.

Além da coleta de amostras, a aferição de parâmetros in loco também deverá ser realizada, por meio de utilização de sonda multiparâmetros, que deverá coletar dados em tempo real de:

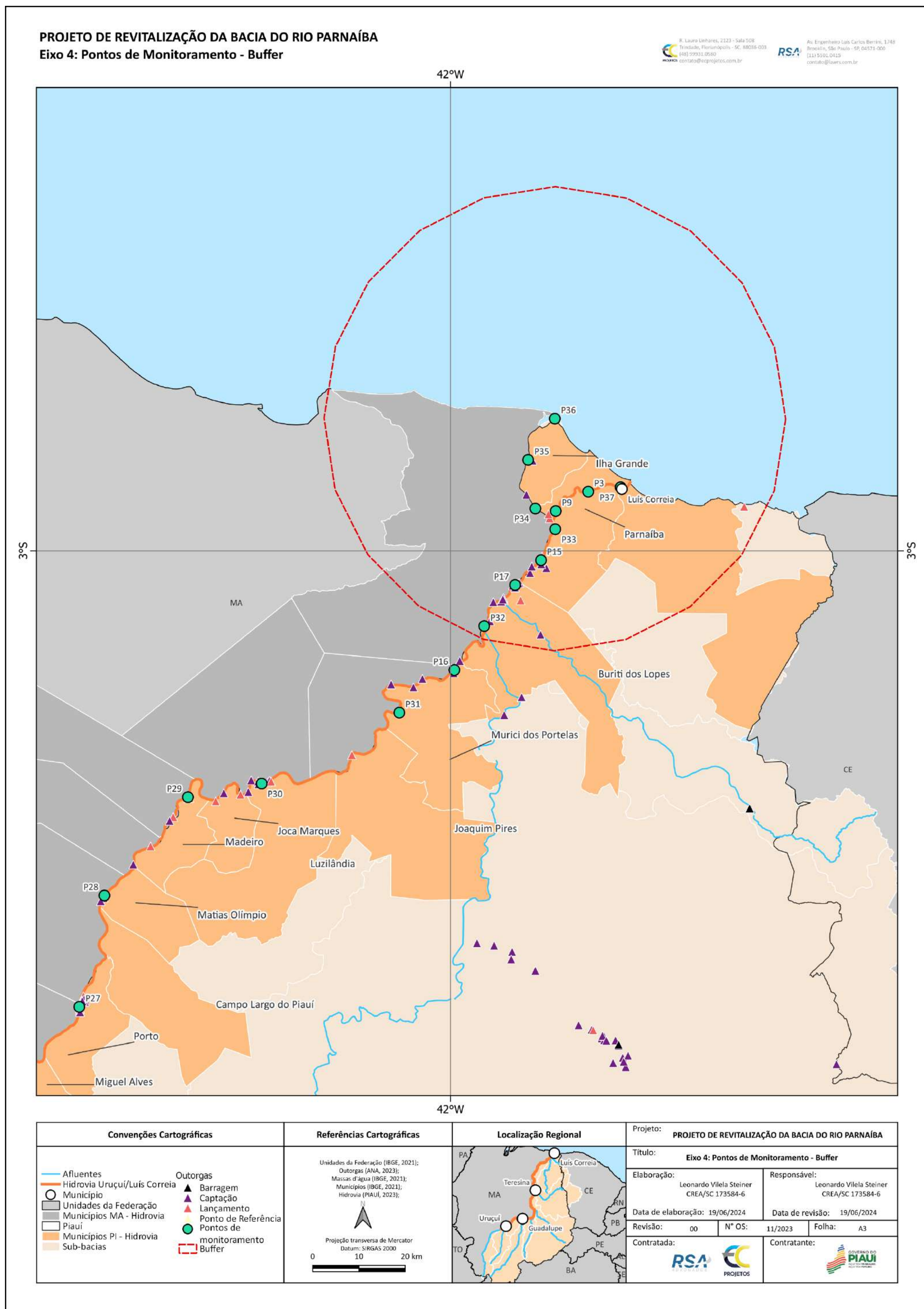
- pH;

- Temperatura;
- Potencial oxirreductor;
- Condutividade elétrica;
- Salinidade;
- Sólidos dissolvidos totais;
- Oxigênio dissolvido;
- Turbidez.

A coleta de dados de salinidade é especialmente importante para monitoramento de possível efeito de salinização pela entrada de cunha salina no canal dragado da Hidrovia do Rio Parnaíba. Para coleta inicial de dados e acompanhamento da ocorrência ou não deste efeito, parte dos 40 pontos de monitoramento foram alocados num raio de 50 km da foz do Rio Parnaíba (Figura 2), já que nesse espaço amostral há captação de água para produção de frutas e outras culturas que necessitam de irrigação. Além disso, há presença de captações para consumo humano.



Figura 2: Buffer de avaliação e monitoramento de salinidade.



### 5.3. COLETA, PRESERVAÇÃO E TRANSPORTE DE AMOSTRAS

A coleta e preservação das amostras considerará as diretrizes contidas no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (BRASIL, 2011). O planejamento de campo e a logística de coleta será definida em conjunto entre o laboratório contratado e a equipe gestora do Projeto Integrador Intermodal do Parnaíba. Esse planejamento, será pautado na definição das atividades de coleta, preservação, manuseio e transporte das amostras, e elencará (BRASIL, 2011): recursos humanos, materiais e financeiros, frascaria, sondas e demais itens decorrentes da logística de coleta.

Em campo, ficará à cargo da equipe de coleta, produzir relatórios e material comprobatório de coleta em cadeia de custódia, contendo minimamente:

- Data e hora de coleta.
- Nome e cargo do responsável pela coleta.
- Posição geográfica do ponto de coleta.
- Identificação do ponto de coleta.
- Registro fotográfico do momento da coleta.
- Assinatura do técnico responsável pela coleta.
- Código da Amostra.
- Tipo de embalagem e preservação utilizada.
- Volume de amostra coletado.
- Métodos de análise previstos.

No decorrer das coletas, a equipe gestora do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba acompanhará os trabalhos e certificará o pleno atendimento das normativas e protocolos de coleta.

Após coleta e preservação adequada das amostras, o transporte das amostras deve respeitar o prazo de validade de amostra mais restritivo dos parâmetros avaliados. Caso o laboratório contratado encontre-se localizado em município fora do Estado do Piauí, este deverá garantir que o transporte das amostras manterá a preservação das condições do material coletado em campo de forma que não haja variações significativas.

Quaisquer alterações em logística, planejamento e pontos de coleta deverão ser validadas entre laboratório e equipe gestora.

### 5.4. RELATÓRIOS DE ACOMPANHAMENTO

Os resultados das amostragens realizadas no decorrer do ano serão apresentados e discutidos em dois (02) relatórios semestrais e um (01) relatório consolidado a serem elaborados após as coletas realizadas no primeiro e segundo semestres de cada ano. Os relatórios terão como conteúdo mínimo:

- Objetivos e justificativa: objetivos gerais, específicos e justificativas da necessidade de elaboração do relatório de qualidade da água, corroborando-o com o programa de monitoramento da qualidade da água;
- Legislação e outros requisitos: descrição das normas e legislações utilizadas como base para discussão dos dados de qualidade da água;
- Materiais e métodos:
  - Descrição dos parâmetros e métodos de análise selecionados para a aferição da qualidade da água, citando-se a legislação pertinente;

- Descrição os pontos de monitoramento utilizados para a aferição da qualidade da água e a justificativa para a sua seleção.;
- Descrição quanto à periodicidade e publicidade dos resultados, coleta, preservação e transporte de amostras corroborando e citando o programa de qualidade da água;
- Discussão dos métodos de análise, limites de detecção e limites de quantificação.
- Resultados e discussões:
  - Apresentação das datas e horários das coletas e registros fotográficos da realização das amostragens;
  - Apresentação e discussão de gráficos e tabelas com os resultados das análises.;
  - Discussão de parâmetros que porventura não atenderam a legislação, indicando-se quais ações que serão tomadas para resolver possíveis inconsistências, com os devidos registros (documentais e fotográficos);
  - Cálculo, apresentação dos resultados e discussão dos indicadores de desempenho ambiental previstos no programa de monitoramento da qualidade da água.
- Conclusões e recomendações
  - Apresentar conclusões sobre os resultados e recomendações de ações que serão tomadas para corrigir possíveis inconsistências que ainda possam estar ocorrendo até o fechamento do relatório.



## 6. INDICADORES E METAS

Definir indicadores ambientais é crucial para a gestão sustentável dos recursos naturais, pois permite medir, avaliar e monitorar o estado do meio ambiente de forma precisa e relevante. Esses indicadores ajudam a identificar tendências, avaliar o impacto das atividades humanas e implementar políticas que promovam a sustentabilidade. Além disso, são fundamentais para a transparência e prestação de contas, permitindo que governos, empresas e organizações demonstrem seu comprometimento com a proteção ambiental e engajem a sociedade na conservação dos recursos naturais.

A norma ABNT NBR ISO 14031:2014, intitulada "Gestão ambiental - Avaliação de desempenho ambiental - Diretrizes," oferece uma estrutura para a avaliação do desempenho ambiental das organizações. Ela destaca a importância de desenvolver indicadores específicos, relevantes e confiáveis que possibilitem o monitoramento e a melhoria contínua das práticas ambientais. Nela, são apresentados três tipos de indicadores (ABNT, 2015):

- Indicadores de Condição Ambiental (ICA);
- Indicadores de Desempenho Operacional (IDO);
- Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG).

A Tabela 4 ilustra os indicadores e metas do programa de monitoramento de qualidade da água do Projeto de Revitalização do Rio Parnaíba.

Tabela 4: Indicadores e metas do programa de monitoramento de qualidade da água.

Tipo	Indicador	Unidade	Meta
ICA	Salinidade nos pontos P33, P15, P17 e P32	ppm	Salinidade < 0,5 ppm
	Índice de Qualidade da Água (IQA) <sup>1</sup>	-	IQA entre 52 e 100 (ótima ou boa)
	Índice de Contaminação por Tóxicos (ICT) <sup>2</sup>	-	ICT = 1,2 x P (baixo)
	Índice de Estado Trófico (IET) <sup>3</sup>	-	IET entre 47 e 59 (ultraoligotrófico e mesotrófico)
	Índice de Proteção de Vida Aquática (IVA) <sup>4</sup>	-	IVE entre 0 e 4,5 (regular a ótimo)
IDG	% de parâmetros abaixo do valor máximo previsto em legislação	%	100% dos parâmetros dentro da legislação
	% de realização de campanhas de monitoramento	%	100% das campanhas realizadas
	% número de relatórios elaborados	%	100% dos relatórios elaborados

Fonte: ABNT (2015), <sup>1234</sup>ANA (2024).

Elaboração própria.

## 7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO

### 7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR

O orçamento preliminar para a execução do Programa de Educação Ambiental considera a realização das ações ambientais nos municípios sede e itinerantes ao longo dos 02 (dois) anos de implantação do projeto. Os orçamentos para realização das ações utilizaram como bases de custos as planilhas de composição do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), referentes a janeiro/2024 e aplicáveis ao estado do Piauí (DNIT, 2024a) e a Tabela de Preços de Consultoria (DNIT, 2024b).

O dimensionamento de equipes considerou a alocação de profissionais com áreas de formação correlatas às atividades a serem exercidas e abrangeu também a demanda por recursos como veículos, embarcações e material de apoio. Além disso aplicou-se no valor total de custos, para considerar possíveis despesas indiretas, um BDI de 44,58%, referente ao mês de maio/2024 (DNIT, 2024c). De acordo com essas premissas, a Tabela 5 apresenta o resumo dos custos unitários para realização de monitoramento de qualidade da água. Já a Tabela 6 apresenta os custos totais resumidos por ano e ao fim do projeto.

Tabela 5: Composição de custos anual para realização de monitoramento da qualidade da água.

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/un)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1.1 Mão de obra</b>										
1.1.1	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	1	8	40	25.146,99	142,88	R\$ 45.721,80	R\$ 66.113,72
1.1.2	P8143	Técnico ambiental	hora	1	8	40	6.150,89	34,95	R\$ 11.183,44	R\$ 16.171,25
SUBTOTAL									R\$ 56.905,24	R\$ 82.284,97
<b>1.2 Equipamentos e Materiais</b>										
1.2.1	E9684	Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	hora	1	8	40	-	R\$ 54,66	R\$ 17.490,82	R\$ 25.291,72
1.2.2	E9536	Embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico - 30 kW	hora	1	8	40		R\$ 39,90	R\$ 12.768,80	R\$ 18.463,68
SUBTOTAL									R\$ 30.259,62	R\$ 43.755,40
<b>1.3 Outras despesas</b>										
1.3.1	Cotação	Análise de qualidade da água - CONAMA 357/2005	amostra	40	Semestral	2	-	2558,50	R\$ 204.680,00	R\$ 295.967,28
SUBTOTAL									R\$ 204.680,00	R\$ 295.967,28
TOTAL UNITÁRIO									R\$ 291.844,85	R\$ 422.007,66

Fonte: DNIT (2024a, 2024b, 2024c).

Elaboração própria.

Tabela 6: Resumo dos custos totais de monitoramento.

Atividade	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
Avaliação da qualidade da água superficial	R\$ 291.844,85	R\$ 422.007,66
<b>TOTAL (R\$) ANUAL</b>	<b>R\$ 291.844,85</b>	<b>R\$ 422.007,66</b>
<b>TOTAL (R\$) PROJETO</b>	<b>R\$ 583.689,70</b>	<b>R\$ 844.015,31</b>

Fonte: DNIT (2024a, 2024b, 2024c).

Elaboração própria.

Cada monitoramento contará com dois profissionais que realizam a coleta e elaboram os relatórios semestrais de monitoramento em dois períodos de 20 dias cada, totalizando 40 dias. As amostras serão coletadas semestralmente nos 40 pontos elencados neste programa, totalizando 80 amostras ao ano e 160 ao fim do projeto.

## 7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

A Tabela 7 apresenta o cronograma de implantação do Programa de Monitoramento da Qualidade da Água do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba. Ao todo, serão realizadas 04 (quatro) campanhas de monitoramento ao longo de todo o projeto, sendo duas por ano, uma na estação chuvosa (março) e outra na estação seca (agosto).



Tabela 7: Cronograma de implementação das ações de monitoramento da qualidade da água.

ID	Atividade/Ação	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1.	Monitoramento da qualidade da água																								
2.	Relatório semestral de monitoramento																								
3.	Relatório anual de monitoramento																								

Elaboração própria.

## 8. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Outorgas emitidas**. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/outorga/outorgas-emitidas>. Acesso em: 19 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14031: Gestão ambiental - Avaliação de desempenho ambiental - Diretrizes**. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=3687>. Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 19 jun. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.838, de 13 de outubro de 2021. Regulamenta a Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021, que dispõe sobre a desestatização da Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - Eletrobras. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 out. 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.838-de-13-de-outubro-de-2021-352798047>. Acesso em: 15 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm). Acesso em: 15 jun. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Plano Nacional de Recursos Hídricos: Plano de Ações. Brasília, DF, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh\\_2022\\_para\\_baixar\\_e\\_imprimir.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf). Acesso em: 15 jun. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Plano Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas - Tomo I. Brasília, DF, 2022. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/bacias-hidrograficas/TOMO\\_I\\_doPNRBH.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/bacias-hidrograficas/TOMO_I_doPNRBH.pdf). Acesso em: 15 jun. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2021/10/Guia-nacional-de-coleta-e-preservacao-de-amostras-2012.pdf>. Acesso em: 15 março 2022.

COSTA, M. H., et al. (2018). Gestão sustentável dos recursos hídricos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 23(3), 1-12.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **BDI - Maio/2024.** 2024c. Disponível em: [https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/bdi/bdi-tabela-de-precos-de-consultoria/AnexoBDITabeladePreosdeConsultoria\\_2024SELIC1050.pdf](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/bdi/bdi-tabela-de-precos-de-consultoria/AnexoBDITabeladePreosdeConsultoria_2024SELIC1050.pdf). Acesso em: 18 jun. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Sistema de Custos Referencias de Obras (SICRO):** janeiro/2024. Janeiro/2024. 2024a. 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/nordeste](https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/sistemas-de-custos/sicro_antiga/nordeste/nordeste). Acesso em: 18 jun. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Tabela de Preços de Consultoria:** janeiro/2024. Janeiro/2024. 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/tabela-de-precos-de-consultoria-1>. Acesso em: 18 jun. 2024.

PIAUÍ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí. Teresina: SEMAR, 2010. Disponível em: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bra183822.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

SOUZA, Marielle Medeiros de; GASTALDINI, Maria do Carmo Cauduro. Avaliação da qualidade da água em bacias hidrográficas com diferentes impactos antrópicos. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 263-274, set. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522014019000001097>.



## 9. LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Pontos de monitoramento de qualidade da água. ....	9
Figura 2: Buffer de avaliação e monitoramento de salinidade. ....	14

## 10. LISTA DE TABELAS

Tabela 1: aderência do Eixo 4 – qualidade da água às políticas setoriais de recursos hídricos.....	6
Tabela 2: Coordenadas aproximadas dos pontos de monitoramento.....	10
Tabela 3: Parâmetros de qualidade da água superficial – Conama nº 357/2005.....	10
Tabela 4: Indicadores e metas do programa de monitoramento de qualidade da água.....	17
Tabela 5: Composição de custos anual para realização de monitoramento da qualidade da água. .	18
Tabela 6: Resumo dos custos totais de monitoramento.....	18
Tabela 7: Cronograma de implementação das ações de monitoramento da qualidade da água. ....	20

## 11. LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico  
ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários  
ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
APP – Área de Preservação Permanente  
CDL – Câmara de Dirigentes Lojistas  
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
FECOMERCIO-PI - Confederação Nacional do Comércio  
FIEPI - Federação das Indústrias do Estado do Piauí  
IFPI – Instituto Federal do Piauí  
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos  
PNRBH – Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas  
PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí  
Sebrae-PI – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas  
SICRO – Sistema de Custos Referenciais de Obras  
UESPI – Universidade Estadual do Piauí  
UFPI – Universidade Federal do Piauí  
UFDPar – Universidade Federal do Delta do Parnaíba  
ICA – Indicadores de Condição Ambiental  
IDO – Indicadores de Desempenho Operacional  
IDG – Indicadores de Desempenho Gerencial





# PROJETO DO GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ PARA REVITALIZAÇÃO AMPLA DO RIO PARNAÍBA

Aplicação de Recursos da Lei  
14.182/2021 previstos para a Bacia  
do São Francisco e Parnaíba

## EIXO 5: ABASTECIMENTO DE ÁGUA

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	3
2.	OBJETIVO .....	4
3.	JUSTIFICATIVA.....	5
4.	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL.....	6
5.	PROJETO DE SOLUÇÕES DE ARMAZENAMENTO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	8
5.1.	PÚBLICO-ALVO.....	8
5.2.	LOCALIDADES CONTEMPLADAS .....	8
5.3.	DIMENSIONAMENTO .....	13
5.4.	SOLUÇÃO ADOTADA .....	13
6.	INDICADORES E METAS .....	17
7.	PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO .....	18
7.1.	ORÇAMENTO PRELIMINAR.....	18
7.2.	CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	21
8.	REFERÊNCIAS.....	23
9.	LISTA DE FIGURAS.....	26
10.	LISTA DE TABELAS .....	27
11.	LISTA DE SIGLAS.....	28
12.	ANEXOS .....	29



## 1. INTRODUÇÃO

Considerada um recurso finito e dotado de valor econômico, a água desempenha papel essencial na qualidade da vida da população e no desenvolvimento de atividades econômicas, sendo sua importância reconhecida desde os primórdios das civilizações (DE PADUÁ, 2006). Atualmente, sua relevância permanece nas sociedades modernas, contudo, devido ao crescimento populacional, poluição de mananciais e o avanço das mudanças climáticas, a disponibilidade de água vem sofrendo alterações, expondo uma grande vulnerabilidade (BEZERRA; PERTEL; MACÊDO, 2019).

No Brasil, segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), 84,9% da população total têm acesso ao abastecimento de água por meio de rede (BRASIL, 2022a). Já no Piauí, esse mesmo índice cai para 72,8% (BRASIL, 2022a), evidenciando uma maior fragilidade dos sistemas de abastecimento de água do estado, quando se comparado com o restante do país.

O alcance desse índice no estado do Piauí, se dá, em grande parte, devido à elevada disponibilidade hídrica fornecida pelo rio Parnaíba e seus afluentes, perenes ou intermitentes, capazes de abastecer os cinco milhões de habitantes que residem na bacia hidrográfica (BRASIL, 2024). Mesmo em áreas localizadas na porção semiárida da bacia, estruturas como barragens e açudes garantem o abastecimento de água às populações locais (BRASIL, 2023).

No entanto, apesar das evidentes externalidades positivas desencadeadas pela bacia do Rio Parnaíba, verifica-se o avanço de fatores prejudiciais aos recursos hídricos, tanto na esfera qualitativa como quantitativa (BRASIL, 2024), implicando em riscos ao abastecimento das populações, especialmente das comunidades tradicionais.

Dentre os fatores prejudiciais, cita-se o avanço da fronteira agrícola na região do MATOPIBA, a qual se tornou um grande foco de desmatamento (MAPBIOMAS, 2024), expondo o cerrado como o bioma brasileiro mais ameaçado atualmente. Além de mudanças no regime hídrico da bacia, alavancadas pela ocorrência de secas rigorosas, as quais vêm expandindo as áreas semiáridas da bacia e, portanto, aumentando o risco de desertificação nas regiões do rio principal e afluentes (BRASIL, 2024).

À vista do exposto, verifica-se que as populações residentes da bacia do rio Parnaíba, especialmente de assentamentos rurais, por apresentarem maiores fatores impeditivos (ex. isolamento de comunidades, falta de investimento) (SIMONATO et al., 2019), estão expostas à insegurança hídrica, prejudicando o acesso à água, o qual é tido como direito humano, conforme estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) (ONU, 2010).

Assim, propõe-se com o presente relatório, a instalação de soluções de armazenamento de água para atendimento de populações rurais, especialmente alocadas em assentamentos rurais da bacia do rio Parnaíba, de modo que se fomente e democratize o acesso à água, contribuindo para a qualidade de vida e desenvolvimento de atividades econômicas nestas localidades.



## 2. OBJETIVO

O presente documento apresenta como objetivo principal a proposição e dimensionamento de soluções para armazenamento e abastecimento de água da chuva em comunidades rurais da bacia do rio Parnaíba, visando contribuir para a democratização e universalização do acesso à água em localidades com a ocorrência de insegurança hídrica. Os seguintes objetivos específicos são elencados:

- Determinar as localidades contempladas para instalação de soluções de armazenamento de água;
- Realizar o dimensionamento das soluções de armazenamento propostas (cisternas);
- Apresentar os projetos, em nível de anteprojeto, das instalações propostas;
- Estabelecer metas e indicadores para acompanhamento do Eixo de Abastecimento de Água, referente à Plano de Revitalização da Bacia do rio Parnaíba.

### 3. JUSTIFICATIVA

Na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecida pela Lei nº 9.433 de 1997, também conhecida como Lei das Águas, a água é tratada como um bem de domínio público, sendo considerado um recurso natural limitado e dotado de valor econômico (BRASIL, 1997). Além disso, outro importante fundamento elencado é o uso prioritário dos recursos hídricos para abastecimento de água voltado à consumo humano, especialmente em situações de escassez (BRASIL, 1997).

Outros aspectos que são aderentes ao objetivo do presente documento constam estabelecidos no Art. 2º, como a garantia de disponibilidade de água, à atual e às futuras gerações, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, além do incentivo e promoção, a captação a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (BRASIL, 1997).

Outra política pública federal que apresenta interface com o presente relatório é a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), estipulada pela Lei nº 11.445 de 2007 (BRASIL, 2007) e atualizada recentemente pelo marco legal do saneamento básico, Lei 14.026 de 2020 (BRASIL, 2020). Neste instrumento legal são definidos como princípios fundamentais, dentre outros, a universalização do acesso e efetiva prestação do serviço e estímulo ao aproveitamento das águas das chuvas (BRASIL, 2007).

Além disso, cabe mencionar a interface entre o Eixo 5 – Abastecimento de Água, atualmente proposto e o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas, desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) (BRASIL, 2022b). No texto-base do programa são definidas áreas prioritárias nacionais, das quais cabe destacar as sub-regiões hidrográficas do Baixo e Alto Parnaíba como extremamente prioritárias e a sub-região do Médio Parnaíba como muito prioritário em nível nacional (BRASIL, 2022b).

Ademais, o Programa estabelece atividades diretamente associadas à implantação de sistemas de saneamento básico, através de ações como, incentivo ao uso de cisternas para aproveitamento de água das chuvas, em articulação com os Programas Água Doce e Cisternas e implementação de sistemas simplificados de abastecimento de água para uso unifamiliar e/ou condominial (BRASIL, 2022b).

Por fim, também cabe mencionar na esfera estadual, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), no qual são propostas ações para ampliação da oferta hídrica no Piauí (ex. implantação de açudes, perfuração de poços, ampliação de adutoras para abastecimento de água, dentre outras) (PIAUI, 2010).

Diante do exposto, é possível identificar alinhamento entre as políticas públicas federais e estaduais, além de programas como o de Revitalização de Bacias em escala nacional e as ações aqui propostas, as quais voltam-se para a instalação de cisternas para captação de água da chuva para abastecimento de água em comunidades rurais, de modo que se assegure o acesso à água, especialmente no período de seca da bacia hidrográfica.

#### 4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL

Dentre os principais instrumentos legais que apresentam aderência ao Eixo 5 – Abastecimento de Água constam elencadas na Tabela 1, juntamente com seus elementos que transpassam de alguma maneira a temática abordada neste documento. Dentre os instrumentos legais e políticas de abrangência nacional, destacam-se a PNRH, estabelecida pela Lei nº 9.433 de 1997, também chamada de Lei das Águas (BRASIL, 1997), o Plano de Ações do Plano Nacional de Recursos Hídricos e o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH).

Especificamente em relação ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, este elenca em seu Programa 3 - Gestão da Qualidade e da Quantidade dos Recursos Hídricos, a promoção de ações integradas de gestão e investimento em infraestrutura para a garantir da oferta e uso eficiente da água, melhorando a segurança hídrica das bacias hidrográficas, através do Subprograma 3.5 Oferta e Uso Eficiente da Água (BRASIL, 2022c). Como atividades, o Subprograma menciona o desenvolvimento de ações para promoção do uso racional sustentável da água, reciclagem, reúso, redução de perdas e aproveitamento de águas das chuvas (BRASIL, 2022c).

Tabela 1: aderência do Eixo 5 – Abastecimento de Água às políticas setoriais de recursos hídricos.

PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos	PNRBH	PERH
I - Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;	Subprograma 3.5. Oferta e Uso Eficiente da Água	AT4 - Saneamento, Controle de Poluição e Obras Hídricas	13.3 - Programa de Ampliação da Oferta Hídrica
IV - Incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.			

Fonte: Brasil (1997, 2022b 2022c) e Piauí (2010).

Elaboração própria.

No contexto do presente documento, também é importante destacar a Lei nº 14.182 de 2021, na qual é estabelecida a desestatização da Eletrobras (BRASIL, 2021a). Este instrumento legal apresenta os requisitos para desestatização da Eletrobras, estabelecendo o repasse de verba para desenvolvimento de projetos voltados para a revitalização dos recursos hídricos do rio São Francisco e do rio Parnaíba como condição para desestatização (BRASIL, 2021a).

Também se cita o Decreto 10.838 de 2021, onde são determinadas diretrizes para o planejamento e o desenvolvimento de ações de revitalização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas em seu Art. 3º (BRASIL, 2021b). Dentre as diretrizes que transpassam a temática aqui estudada, citam-se: a recarga de aquíferos adequada e a promoção das condições necessárias para disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos (BRASIL, 2021b).

Por se tratar de projeto envolvendo o aproveitamento de águas pluviais, admite-se que a pressão de retirada de água pelos usos consuntivos na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, seja superficial ou subterrânea, possa ser minimizada ou reduzida, corroborando para a revitalização da bacia, conforme preconizado pela Lei 14.182.



Além da legislação e políticas setoriais citadas anteriormente, dá-se destaque também à Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB), definida pela Lei nº 11.445 de 2007 (BRASIL, 2007) e atualizada pelo marco legal do saneamento básico (BRASIL, 2020). Também cabe mencionar o Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), no qual são propostos programas para fortalecimento do saneamento básico, como Programa 2: Saneamento Rural, no qual são definidas medidas estruturais relativas ao incremento e melhoria de infraestrutura para o eixo de abastecimento de água (BRASIL, 2019a).

## 5. PROJETO DE SOLUÇÕES DE ARMAZENAMENTO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA

### 5.1. PÚBLICO-ALVO

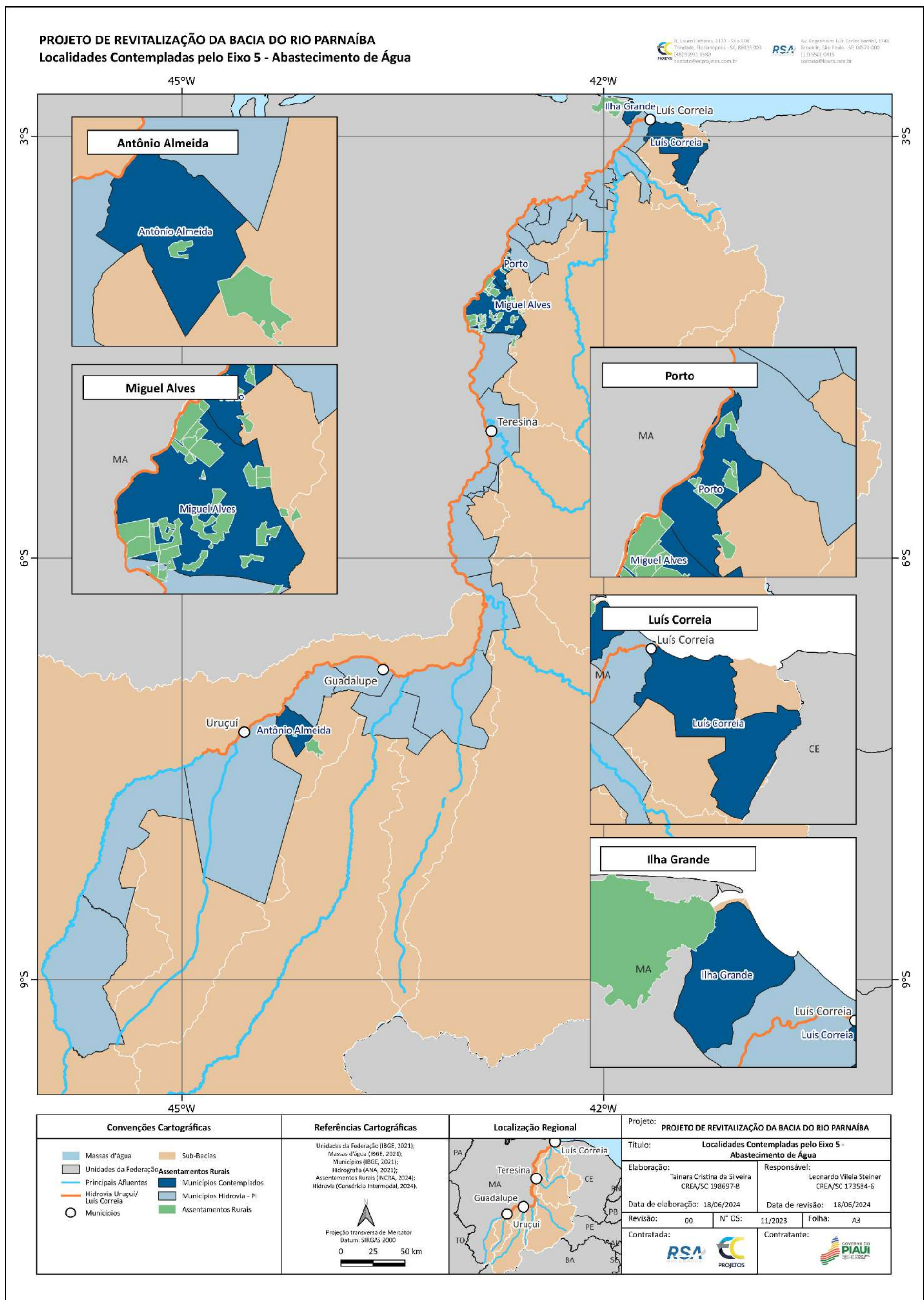
O público-alvo das ações para melhoria da infraestrutura de armazenamento de água, através da implantação e operação de cisternas, são as comunidades rurais e ribeirinhas, em especial os assentamentos rurais criados por meio do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) e o Instituto de Terras do Piauí (INTERPI). Os assentamentos rurais selecionados estão localizados nos seguintes municípios: Porto, Ilha Grande, Luís Correia, Miguel Alves e Antônio Almeida, conforme definições estipuladas no Caderno de Metodologias.

### 5.2. LOCALIDADES CONTEMPLADAS

As localidades selecionadas dizem respeito as municipalidades de Porto, Ilha Grande, Luís Correia, Miguel Alves e Antônio Almeida, as quais contam, ao todo, com 29 assentamentos rurais, conforme informações do INCRA (2024). A Figura 1 exibe a localização dos municípios selecionados, bem como o detalhamento dos assentamentos rurais presentes dentro dos limites dos municípios.

Pode-se verificar que a maior parte dos assentamentos se localizam no município de Miguel Alves, onde foram identificados 16 assentamentos rurais (55,2%), seguido de Porto com quatro (13,8%) e Antônio Almeida e Ilha Grande ambos com um assentamento (3,4%). Outros municípios que tiveram aparição, pois apresentam assentamentos rurais dividindo território com os municípios alvo deste eixo foram: Barras, Landri Sales, Nossa Senhora dos Remédios, Lagoa Alegre e União.

Figura 1: Localização das localidades contempladas pelo Eixo 5 – Abastecimento de Água.





Já na Tabela 2 constam resumidas as informações acerca dos possíveis assentamentos rurais alvo do presente projeto. Existem ao todo, 4.605 famílias alocadas nos assentamentos rurais, das quais 3.574 devem ser contempladas com a instalação de cisternas. A seleção definitiva deverá se dar após visita técnica e criação de canal de contato com as entidades responsáveis pelo assentamento. Sempre que possível, se dará preferência para as famílias de baixa renda, em localidades atingidas por secas ou falta de água regular.

Especificamente em relação ao município de Luís Correia, devido à sua baixa cobertura de abastecimento de água, o município foi elencado como um dos prioritários, contudo, não apresenta assentamentos rurais delimitados. Neste sentido, exclusivamente neste município o público-alvo deverá ser as comunidades tradicionais ribeirinhas e/ou pescadores artesanais de baixa renda.

Tabela 2: Assentamentos rurais interceptando as municipalidades selecionadas para serem alvo do projeto relativo ao Eixo 5 – Abastecimento de Água.

<b>Código</b>	<b>UF</b>	<b>Nome Projeto</b>	<b>Município</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Nº Famílias</b>	<b>Data de criação</b>
PI0139000	PI	PA BELEZA	Antônio Almeida	11.107.399	44	31/03/2000
PI0257000	PI	PE BOSQUE-I-II	Barras	9.355.989	21	04/08/2003
PI0247000	PI	PE JUNCO/TRINDADE	Barras	9.622.134	18	30/12/2002
PI0020000	PI	PE BOA ÁGUA	Barras	950.000	23	27/04/1993
PI0367000	PI	RESEX - MARINHA DO DELTA DO PARNAÍBA	Ilha Grande	270.213.800	2490	10/11/2005
PI0402000	PI	PA RECANTO DOS OSSOS/PALMEIRA	Lagoa Alegre	22.556.175	82	01/03/2006
PI0046000	PI	PA VEREDAS	Landri Sales	120.668.000	199	02/10/1996
PI0082000	PI	PA FAZENDA LEMBRANÇA	Miguel Alves	14.200.000	44	10/12/1997
PI0399000	PI	PA ÍNDIO MANDU-LADINO	Miguel Alves	45.108.600	111	28/12/2005
PI0225000	PI	PA TODOS OS SANTOS	Miguel Alves	28.935.203	72	12/06/2002
PI0802000	PI	PA MARACÁ	Miguel Alves	6.707.484	21	20/11/2008
PI0011000	PI	PA FAZENDA TAPUIO	Miguel Alves	25.109.013	120	11/07/1991
PI0083000	PI	PA CENTRO DO DESIGNO	Miguel Alves	67.038.840	425	10/12/1997
PI0124000	PI	PA MATÕES	Miguel Alves	9.476.500	48	31/12/1998
PI0405000	PI	PA MARINHO/BANDEIRA	Miguel Alves	7.933.924	24	22/03/2006
PI0334000	PI	PA BONFIM/JENIPAPEIRO	Miguel Alves	15.583.571	48	27/07/2005
PI0938000	PI	PA LAGINHA APOLINARIO	Miguel Alves	10.945.811	33	30/11/2010
PI0937000	PI	PA VIDA NOVA	Miguel Alves	47.068.126	119	13/12/2010
PI0157000	PI	PE SÃO CRISTÓVÃO	Miguel Alves	12.890.687	26	15/12/2000
PI0163000	PI	PE TAMANDUÁ	Miguel Alves	36.455.984	88	15/12/2000
PI0160000	PI	PCA SANTA CRUZ	Miguel Alves	4.877.000	27	15/12/2000
PI0123000	PI	PCA ALAZÃO	Miguel Alves	1.050.000	19	31/12/1998
PI0291000	PI	PE SÃO JOSÉ DOS MONTEIROS	Miguel Alves	20.027.393	42	06/10/2004
PI0293000	PI	PE BOCA DA MATA	Nossa Senhora Dos Remédios	9.735.701	25	07/10/2004
PI0907000	PI	PA SALINAS E ESTIVA	Porto	10.728.132	34	05/05/2009
PI0050000	PI	PA LAGOA DO CAZUZA	Porto	5.424.032	27	28/02/1997
PI0279000	PI	PA CANTINHO / LAGOA DO BOI	Porto	11.465.119	49	27/09/2004
PI0424000	PI	PE LAGOA DO CAMPO LARGO	Porto	9.070.153	206	24/10/2006
PI0406000	PI	PA BARRA DOS KÁGADOS SAMBAÍBA	União	35.864.925	120	22/03/2006

Fonte: INCRA (2024).  
Elaboração própria.



### 5.3. DIMENSIONAMENTO

Para o dimensionamento da demanda hídrica, foram consideradas as famílias assentadas nos 05 (cinco) municípios com maior percentual de assentamentos rurais do Estado do Piauí, utilizando esses dados como um plano amostral representativo. Essas áreas foram selecionadas por apresentarem a maior concentração de famílias em assentamentos por município, assegurando uma análise precisa e abrangente da distribuição e das condições dessas famílias nas regiões de interesse.

No dimensionamento adotou-se o consumo de 135,8 litros por habitante por dia, para uma família de 04 (quatro) pessoas, com reservação de água para 3 dias, conforme preconiza a NBR 5626/20 (ABNT, 2020). A recomendação consta no item 6.5.6.3 da norma, onde tem-se que o volume máximo do reservatório deve ser suficiente para atender os moradores da residência por até três dias, salvo casos em que seja feito um tratamento auxiliar para garantir a potabilidade da água (ABNT, 2020).

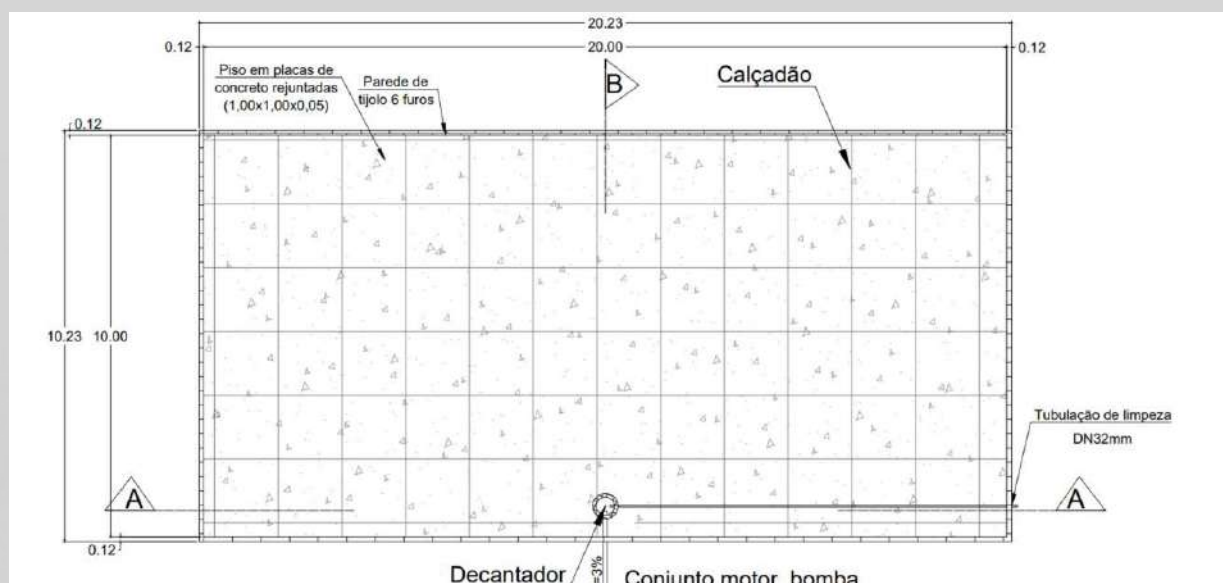
Assim, espera-se que o consumo de água de uma família com quatro pessoas durante três dias alcance 1.629,6 litros. Ao todo, uma cisterna com capacidade de armazenamento de 52.000 litros atenderá cerca de 32 famílias (ABNT, 2020). O total de cisternas a serem implementadas deve ser de 112, atendendo assim, 3.574 famílias alocadas nos assentamentos rurais.

### 5.4. SOLUÇÃO ADOTADA

Com o objetivo de proporcionar acesso à água para famílias de baixa renda residentes na zona rural, foi utilizada a tecnologia de implantação de cisternas feitas a partir de placas, com capacidade de reservação de 52 mil litros e uma área de captação de água da chuva de 200 m<sup>2</sup> (BRASIL, 2023). Como base para a proposição e dimensionamento das cisternas, utilizou-se como referência o Projeto Cisternas do Governo Federal, o qual já está bem consolidado na região semiárida do país, uma vez que já está estabelecido como política pública desde 2003 (BRASIL, 2019b).

A Tabela 3 apresenta as dimensões da área de captação de água da chuva e da caixa coletora e decantação. A área de captação, também chamada de calçadão (Figura 2), deve ser construída em um plano mais elevado que a cisterna, contando com uma pequena declividade com o intuito de conduzir a água para a caixa de decantação e em seguida para a cisterna (BRASIL, 2023). A delimitação da área é feita por um meio fio a partir de uma parede de tijolos e uma laje de concreto com 5 mm de espessura, recomenda-se que a declividade do terreno não ultrapasse o valor de 5%, a fim de evitar a qualidade e a durabilidade da área de captação da água da chuva (BRASIL, 2023).

Figura 2: Detalhamento do calçadão e decantador do sistema de armazenamento de água.



Elaboração própria.

A caixa coletora e decantação terá duas saídas: uma rente ao fundo com cano de 32 mm, com função de esgotar a água remanescente, para evitar a proliferação de insetos e resíduos da limpeza do decantador e a outra saída será inserida a 0,20 metros do fundo e encaminhará a água para a cisterna, por meio de um cano de PVC de 100 mm com inclinação de 3% (Tabela 3)(BRASIL, 2023).

Tabela 3: Dimensões da área de captação da água da chuva e caixa coletora/decantação.

Área de captação da água da chuva		
Descrição	Dimensão	Unidade
Altura	0,45	metros
Largura	10,00	metros
Comprimento	20,00	metros
Caixa coletora/decantação		
Descrição	Dimensão	Unidade
Altura	0,45	metros
Diâmetro	0,35	metros

Fonte: (BRASIL, 2023).

Elaboração própria.

Na Tabela 4 são apresentadas as dimensões da cisterna, que será composta por placas de concreto feitas *in loco*. É importante destacar que a cisterna deverá ser concretada e fechada, protegida contra a evaporação e contaminações causadas por dejetos de animais ou por materiais trazidos pelo vento (BRASIL, 2023). Para as paredes serão necessárias a confecção de 140 placas e para a cobertura 32 placas, conforme dimensões apresentadas. Além disso, para sucção da água será necessário a implantação de um conjunto motor bomba, recalcando a água a partir de uma tubulação com DN 32mm. A Figura 3 exibe a cisterna proposta no presente projeto.

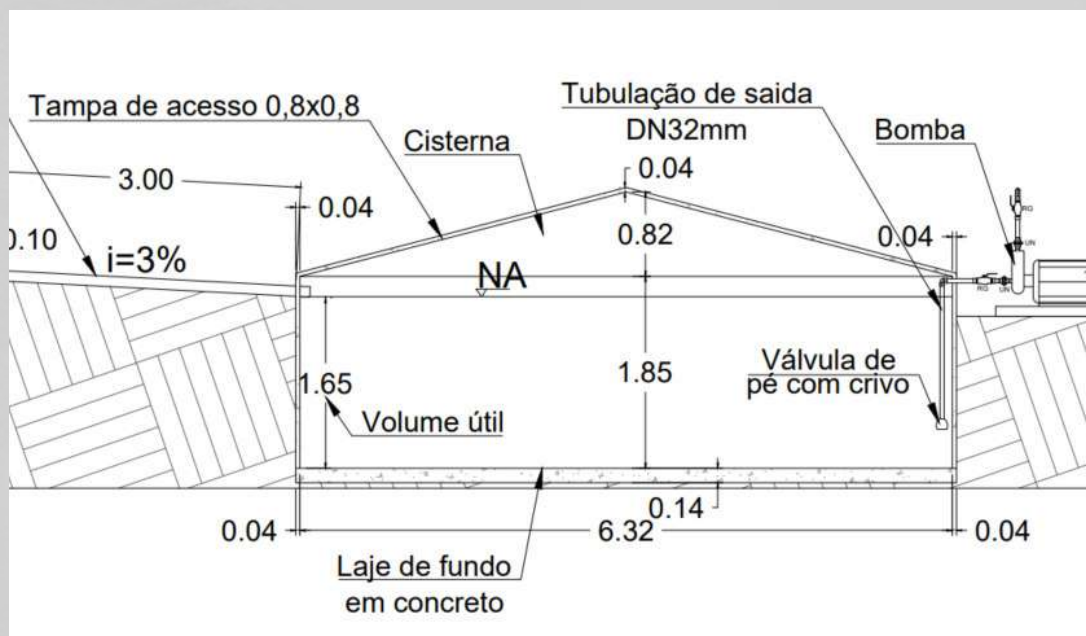
Tabela 4: Dimensões da cisterna, placas da parede e placas do teto.

Cisterna		
Descrição	Dimensão	Unidade
Diâmetro útil	6,32	metros
Altura útil	1,66	metros
Espessura	0,04	metros
Altura da tampa	0,86	metros
Diâmetro total	6,40	metros
Altura total	2,66	metros
Espessura laje de fundo	0,14	metros
Placas da parede		
Descrição	Dimensão	Unidade
Altura de cada placa	0,60	metros
Largura	0,43	metros
Espessura	0,04	metros
Placas do teto		
Descrição	Dimensão	Unidade
Largura	0,61	metros
Largura Inclinação	3,12	metros
Comprimento	3,13	metros
Espessura	0,04	metros

Fonte: (BRASIL, 2023).

Elaboração própria.

Figura 3: Dimensões da cisterna proposta.



Elaboração própria.

De acordo com o art. 32 da Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021, é obrigatória a manutenção do cloro residual livre nas redes de abastecimento de água (BRASIL, 2021c). Diante disso, para o tratamento da água, deverá ser considerada a utilização de pastilhas de hipoclorito de sódio (10%), sendo necessária a utilização de 01 pastilha para o tratamento de 1.000 litros de água.



Assim, serão necessárias 52 pastilhas para tratar a água da cisterna proposta. Ademais, deve-se considerar também um tempo mínimo de espera para utilização da solução de 30 minutos (BRASIL, 2017).

Para identificação da cisterna deverá ser implantada uma placa de identificação, apresentando a capacidade de reservação, o respectivo município e estado em que está situada juntamente com o nome da comunidade, conforme exhibe a Figura 4 (BRASIL, 2023).

Figura 4: Modelo de placa a ser adotada para instalação junto à cisterna de armazenamento de água pluvial.

<b>CISTERNA</b>	 GOVERNO DO <b>PIAUI</b> AQUI TEM TRABALHO. AQUI TEM FUTURO.
Capacidade de armazenamento:	
<b>52.000 litros</b>	
Município/UF:	Comunidade:
_____	_____

Elaboração própria.

As pranchas com o detalhamento das cisternas (plantas, cortes e fachadas) encontram-se anexas a este documento.

## 6. INDICADORES E METAS

Especificamente para avaliação das ações propostas, indica-se a utilização de Indicadores de Condição Ambiental (ICA), Indicadores de Desempenho Operacional (IDO) e Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG), conforme especificação da ISO 14.031 (ABNT, 2015). Os indicadores foram concebidos para abranger as ações estruturantes propostas neste documento. A Tabela 5 exibe os indicadores de cada categoria bem como suas respectivas metas.

Tabela 5: Metas e indicadores propostos para o Eixo 5 – Abastecimento de Água.

Tipo	Indicador	Unidade	Meta
IDO	Número de cisternas construídas	Número	Construir 56 cisternas no primeiro ano.
	Número de famílias contempladas	Número	Atingir, no mínimo, 1787 famílias ao ano.
	% de investimento	%	Investir, no mínimo, 40% dos recursos no primeiro ano de projeto.
	Volume médio armazenado por cisterna	m <sup>3</sup>	Atingir 52 m <sup>3</sup> de média de água armazenada por cisterna.

Elaboração própria.

## 7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO

### 7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR

O orçamento preliminar tem como objetivos apresentar a estimativa de custos e investimentos necessários para a viabilização da construção das cisternas de armazenamento de água. Com base nessa premissa, realizou-se a composição de preços e custos tendo-se como referência a Tabela de Preços de Consultoria do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), referente ao mês de janeiro de 2024 (DNIT, 2024a) e o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) para a região Nordeste do Brasil (DNIT, 2024b), do mesmo mês e ano.

Outros custos e serviços que não estejam contemplados nessas referências foram estimados com base em cotações obtidas junto à fornecedores e/ou experiências pregressas da empresa consultora em projetos semelhantes. Além disso, também foram adotados valores obtidos através de editais e licitações públicas, bem como custos empregados projetos semelhantes, como o Projeto Cisternas do Governo Federal (BRASIL, 2019b). Além disso, foram estimados os valores com e sem aplicação de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), o qual foi obtido através de referência do DNIT do ano de 2024, sendo adotado em 44,6%.

A Tabela 6 exibe os custos e investimentos necessários para a implantação de uma cisterna unitária enquanto a Tabela 7 exibe o total de investimentos previstos para o Eixo 5 – Abastecimento de Água, considerando a construção de 112 cisternas.



Tabela 6: Eixo 5 – Abastecimento de água: custos e investimentos para implantação das cisternas de armazenamento de águas pluviais.

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1. Construção de cisterna 52 M³</b>										
<b>1.1 Mão de obra</b>										
1.1.1	P8044	Coordenador ambiental	hora	1	8	12	34.958,28	198,63	R\$ 19.068,15	R\$ 27.572,55
1.1.2	P9952	Pedreiro - mensalista	hora	4	8	12	4.570,71	25,97	R\$ 9.972,46	R\$ 14.420,18
1.1.3	P8147	Técnico de obras	hora	1	8	12	6.747,72	38,34	R\$ 3.680,57	R\$ 5.322,11
1.1.4	P8113	Motorista de veículo leve	hora	1	8	12	4.745,01	26,96	R\$ 2.588,19	R\$ 3.742,52
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 35.309,37</b>	<b>R\$ 51.057,35</b>
<b>1.2 Equipamentos</b>										
2.2.1	E9684	Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	hora	1	8	12	-	54,66	R\$ 5.247,24	R\$ 7.587,52
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 5.247,24</b>	<b>R\$ 7.587,52</b>
<b>1.3 Serviços</b>										
<b>1.3.1 Serviços Preliminares</b>										
1.3.1.2	48000412	Análise de qualidade da água - CONAMA 357/2005	m²	300	-	-	-	4,04	R\$ 1.212,00	R\$ 1.752,55
1.3.1.2	5212559	Placa de regulamentação para sinalização de obras montada em suporte metálico móvel, R2 lado 1,00 m - utilização de 600 ciclos - fornecimento, 01 implantação e 01 retirada diária	un.dia	14	-	-	-	3,24	R\$ 45,36	R\$ 65,59
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 1.257,36</b>	<b>R\$ 1.818,14</b>
<b>1.4 Materiais</b>										
<b>1.4.1 Cisterna 52m³</b>										
1.4.1.1	32	ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	Kg	36	-	-	-	8,82	R\$ 317,52	R\$ 459,13
1.4.1.2	34	ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	Kg	90	-	-	-	8,36	R\$ 752,40	R\$ 1.087,97
1.4.1.3	43132	ARAME RECOZIDO 16 BWG, D = 1,65 MM (0,016 KG/M) OU 18 BWG, D = 1,25 MM (0,01 KG/M)	Kg	1	-	-	-	22,37	R\$ 22,37	R\$ 32,35
1.4.1.4	43130	ARAME GALVANIZADO 12 BWG, D = 2,76 MM (0,048 KG/M) OU 14 BWG, D = 2,11 MM (0,026 KG/M)	Kg	40	-	-	-	22,37	R\$ 894,80	R\$ 1.293,88
1.4.1.5	367	AREIA GROSSA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR	m³	22	-	-	-	86,11	R\$ 1.894,42	R\$ 2.739,33
1.4.1.6	1200	CAP PVC, SOLDAVEL, DN 100 MM, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL	m	1	-	-	-	8,43	R\$ 8,43	R\$ 12,19
1.4.1.7	20157	JOELHO, PVC SERIE R, 90 GRAUS, DN 100 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	un.	2	-	-	-	16,94	R\$ 33,88	R\$ 48,99
1.4.1.8	4721	PEDRA BRITADA N. 1 (9,5 a 19 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR	m³	4,5	-	-	-	241,23	R\$ 1.085,54	R\$ 1.569,68
1.4.1.9	5090	CADEADO SIMPLES, CORPO EM LATAO MACICO, COM LARGURA DE 25 MM E ALTURA DE APROX 25 MM, HASTE CEMENTADA (NAO LONGA), EM ACO TEMPERADO COM DIAMETRO DE APROX 5,0 MM, INCLUINDO 2 CHAVES	un.	1	-	-	-	20,25	R\$ 20,25	R\$ 29,28
1.4.1.10	7271	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 8 FUROS NA HORIZONTAL, DE 9 X 19 X 19 CM (L X A X C)	un.	1000	-	-	-	0,77	R\$ 770,00	R\$ 1.113,42

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
1.4.1.11	123	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA NORMAL PARA ARGAMASSAS E CONCRETOS SEM ARMACAO, LÍQUIDO E ISENTO DE CLORETOS	L	12	-	-	-	11,01	R\$ 132,12	R\$ 191,05
1.4.1.12	9836	TUBO PVC SERIE NORMAL, DN 100 MM, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	m	12	-	-	-	13,01	R\$ 156,12	R\$ 225,75
1.4.1.13	9869	TUBO PVC, SOLDAVEL, DE 32 MM, ÁGUA FRIA (NBR-5648)	m	3	-	-	-	8,52	R\$ 25,56	R\$ 36,96
1.4.1.14	1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	Kg	4500	-	-	-	1,02	R\$ 4.590,00	R\$ 6.637,14
1.4.1.15	11161	CAL HIDRATADA PARA PINTURA	Kg	20	-	-	-	1,89	R\$ 37,80	R\$ 54,66
1.4.1.16	20065	TUBO PVC SERIE NORMAL, DN 150 MM, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	m	3	-	-	-	34,01	R\$ 102,03	R\$ 147,54
1.4.1.17	731	BOMBA CENTRIFUGA MOTOR ELETRICO MONOFASICO 0,49 HP BOCAIS 1" X 3/4", DIAMETRO DO ROTOR 110 MM, HM/Q: 6 M / 8,3 M3/H A 20 M / 1,2 M3/H	un.	1	-	-	-	1017,04	R\$ 1.017,04	R\$ 1.470,64
SUBTOTAL									R\$ 11.860,28	R\$ 17.149,96
1.4.2 Suporte de caixa d'água										
1.4.2.1	7271	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 8 FUROS NA HORIZONTAL, DE 9 X 19 X 19 CM (L X A X C)	un.	100	-	-	-	0,77	R\$ 77,00	R\$ 111,34
1.4.2.1	1379	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	kg	25	-	-	-	1,02	R\$ 25,50	R\$ 36,87
1.4.2.1	1106	CAL HIDRATADA CH-I PARA ARGAMASSAS	kg	25	-	-	-	1,13	R\$ 28,25	R\$ 40,85
1.4.2.1	370	AREIA MEDIA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR	m³	0,5	-	-	-	85,00	R\$ 42,50	R\$ 61,46
SUBTOTAL									R\$ 173,25	R\$ 250,52
1.4.3 Tratamento de água										
1.4.3.1	Cotação	CLORIN 10.000   CLORO EM PASTILHAS PARA TRATAMENTO DE ÁGUA	un.	2	-	-	-	162,63	R\$ 325,26	R\$ 430,33
SUBTOTAL									R\$ 325,26	R\$ 430,33
TOTAL UNITÁRIO									R\$ 54.172,77	R\$ 78.333,82

Fonte: DNIT (2024a, 2024b).  
Elaboração própria.

Tabela 7: Eixo 5 – Abastecimento de Água: total estimado para o eixo.

Atividade	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
Construção de 112 cisternas de 52 m <sup>3</sup>	R\$ 6.067.349,75	R\$ 8.773.387,74
<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>R\$ 6.067.349,75</b>	<b>R\$ 8.773.387,74</b>

Fonte: DNIT (2024a, 2024b).

Elaboração própria.

## 7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O cronograma proposto para implantação da cisterna consta na Tabela 8. Considerou-se uma fase de planejamento, a qual envolverá a mobilização dos trabalhadores e, na sequência, inicia-se a implantação das estruturas: área de captação da água da chuva, decantador e cisterna de água. O total estimado para a execução das 112 cisternas é de 02 (dois) anos, sendo considerada também a manutenção, ou seja, tratamento da água por meio de cloração à cada 6 (seis) meses.



Tabela 8: cronograma de execução das cisternas para abastecimento de água.

ID	Atividade/Ação	Meses																							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>1</b>	<b>Planejamento</b>																								
1.1	Mobilização dos profissionais envolvidos e planejamento da obra																								
<b>2</b>	<b>Implantação</b>																								
2.1	Validação da área a ser instalada a obra																								
2.2	Demarcação dos locais																								
2.3	Escavações (calçadão e reservatório enterrado)																								
2.4	Construção das estruturas em concreto																								
2.5	Instalação das estruturas (placas do reservatório, tubulações, piso do calçadão e conjunto moto-bomba)																								
2.6	Implantação de placas de identificação																								
<b>3</b>	<b>Manutenção</b>																								
3.1	Cloração do reservatório (potabilidade)																								

Elaboração própria.

## 8. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 1998. 41 p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14.031**: Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – diretrizes. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2015. 44 p

BEZERRA, Saulo de Tarso Marques; PERTEL, Monica; MACÊDO, José Eloim Silva de. Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro. **Ambiente construído**, v. 19, p. 249-258, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/cbQSDcPdLYSzvqGBrPXtPCD/?lang=pt>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Agência gov. **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba é instalado**. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202311/comite-da-bacia-hidrografica-do-rio-parnaiba-e-instalado-e-elege-sua-diretoria-ate-2025>. Acesso em: 18 jun 2024.

BRASIL. Anexo da Instrução Normativa SESAN nº 10, de 03 de março de 2023. **Diário Oficial da União 07 de março de 2023**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=442978>. Acesso em: 19 jun. 2024.

BRASIL. **Bacia do rio Parnaíba**. 2024. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/conversaodemultas/parnaiba.html>. Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.8038 de 18 de outubro de 2021. Regulamenta os art. 6º e art. 8º da Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021, para dispor sobre os programas de revitalização dos recursos hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio São Francisco e do Rio Parnaíba e daquelas na área de influência dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Furnas. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/Decreto/D10838.htm#art1](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Decreto/D10838.htm#art1). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Fundação Nacional da Saúde (FUNASA). **Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/Superintendência Estadual do Pará**. Brasília, DF, 2017. 54 p. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38937/Manual+da+SALTA-z+WEB.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm). Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.026 de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de

Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2020/Lei/L14026.htm). Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.1482 de 12 de julho de 2021. Dispõe sobre a desestatização da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras); altera as Leis nºs 5.899, de 5 de julho de 1973, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.848, de 15 de março de 2004, 13.182, de 3 de novembro de 2015, 13.203, de 8 de dezembro de 2015, 14.118, de 13 de janeiro de 2021, 9.648, de 27 de maio de 1998, e 9.074, de 7 de julho de 1995; e revoga dispositivos da Lei nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/Lei/L14182.htm#art8](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Lei/L14182.htm#art8). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MDR). **Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas**. Brasília, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/bacias-hidrograficas/revitalizacao-de-bacias>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). **Programa Cisternas**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/mds/pt-br/acoes-e-programas/inclusao-produtiva-rural/aceso-a-agua-1/programa-cisternas>. Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. **Plano Nacional de Recursos Hídricos - Plano de Ação**. Brasília, DF, 2022c. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh\\_2022\\_para\\_baixar\\_e\\_imprimir.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Plano **Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB)**. 2019a. Disponível em: [https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/arquivos/Versao\\_Conselhos\\_Resoluo\\_Alta\\_Capa\\_Atualizada.pdf](https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/plano-nacional-de-saneamento-basico-plansab/arquivos/Versao_Conselhos_Resoluo_Alta_Capa_Atualizada.pdf). Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. Portaria GM/MS nº888, de 04 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.



**Diário Oficial da União**, 07 de Maio de 2021c. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 19 jun. 2024.

BRASIL. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Painel do Setor**. 2022a. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel>. Acesso em: 18 jun. 2024.

DE PÁDUA, Valter Lúcio. **Abastecimento de água para consumo humano**. Editora UFMG, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO): Nordeste - PIAUI - janeiro 2024. 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/2024/janeiro/janeiro-2024](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/2024/janeiro/janeiro-2024). Acesso em: 06 maio. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Tabela de Preços de Consultoria - janeiro 2024. [S. L.], 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/tabela-de-precos-de-consultoria-1/relatorios/2024/janeiro/janeiro-2024>. Acesso em: 06 maio 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Acervo Fundiário**. 2024. Disponível em: <https://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/acv.php>. Acesso em: 18 jun. 2024.

MAPBIOMAS. **RAD 2023: MATOPIBA passa a Amazonia e assume a liderança do desmatamento no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/05/28/matopiba-passa-a-amazonia-e-assume-a-lideranca-do-desmatamento-no-brasil/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Resolução 64/292 de 2010. **The human right to water and sanitation**. Disponível em: <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/n09/479/35/pdf/n0947935.pdf?token=00JI81LAK88bBpb549&fe=true>. Acesso em: 18 jun. 2024.

PIAUI. SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PIAUÍ (SEMARH). Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí. Teresina, PI, 2010. 198 p. Disponível em: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bra183822.pdf>. Acesso em: 06 set. 2023.

SIMONATO, Danitielle Cineli et al. Saneamento rural e percepção ambiental em um assentamento rural—São Paulo—Brasil. **Retratos de Assentamentos**, v. 22, n. 2, p. 264-280, 2019. Disponível em: <https://www.retratosdeassentamentos.com/index.php/retratos/article/view/336>. Acesso em: 18 jun. 2024.

## 9. LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização das localidades contempladas pelo Eixo 5 – Abastecimento de Água. ....	9
Figura 2: Detalhamento do calçadão e decantador do sistema de armazenamento de água. ....	14
Figura 3: Dimensões da cisterna proposta. ....	15
Figura 4: Modelo de placa a ser adotada para instalação junto à cisterna de armazenamento de água pluvial. ....	16

## 10. LISTA DE TABELAS

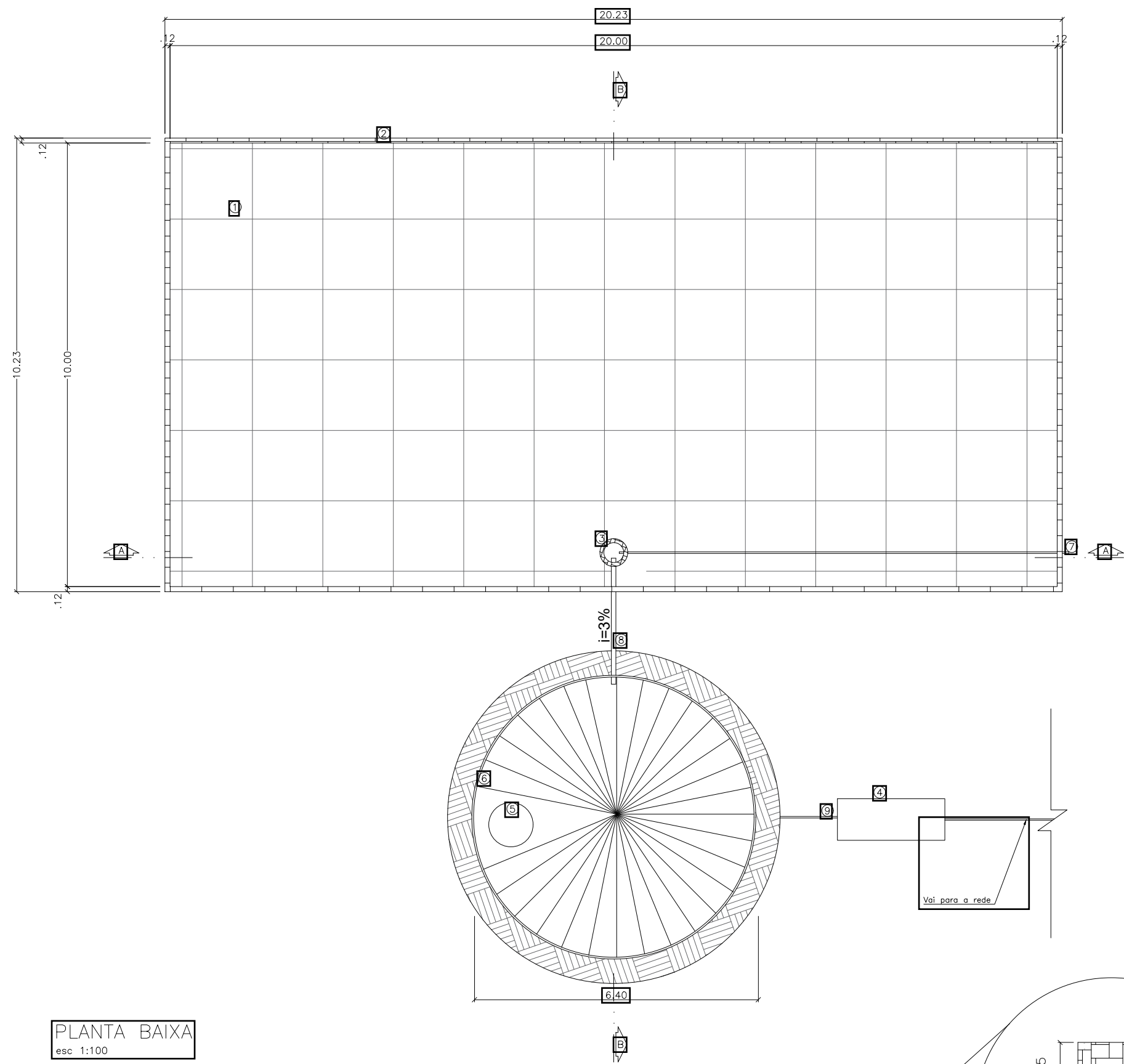
Tabela 1: aderência do Eixo 5 – Abastecimento de Água às políticas setoriais de recursos hídricos. .6	
Tabela 2: Assentamentos rurais interceptando as municipalidades selecionadas para serem alvo do projeto relativo ao Eixo 5 – Abastecimento de Água. ....11	
Tabela 3: Dimensões da área de captação da água da chuva e caixa coletora/decantação.....14	
Tabela 4: Dimensões da cisterna, placas da parede e placas do teto. ....15	
Tabela 5: Metas e indicadores propostos para o Eixo 5 – Abastecimento de Água. ....17	
Tabela 6: Eixo 5 – Abastecimento de água: custos e investimentos para implantação das cisternas de armazenamento de águas pluviais.....19	
Tabela 7: Eixo 5 – Abastecimento de Água: total estimado para o eixo. ....21	
Tabela 8: cronograma de execução das cisternas para abastecimento de água. ....22	



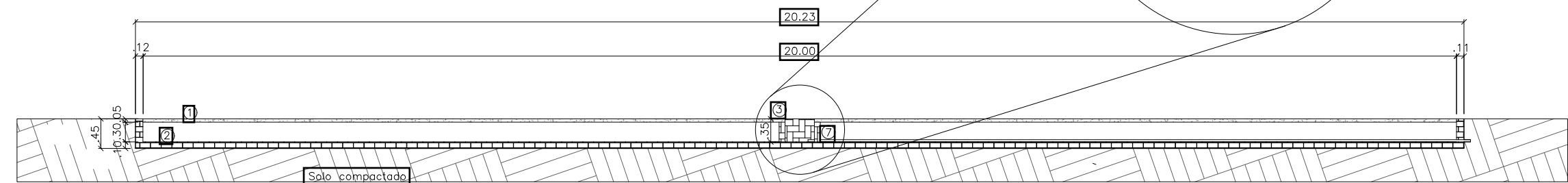
## 11. LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico  
ONU - Organização das Nações Unidas  
PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos  
PNSB - Política Nacional de Saneamento Básico  
MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional  
PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos  
PNRBH - Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas  
PLANSAB - Plano Nacional de Saneamento Básico  
INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
INTERPI - Instituto de Terras do Piauí  
ICA - Indicadores de Condição Ambiental  
IDO - Indicadores de Desempenho Operacional  
IDG - Indicadores de Desempenho Gerencial  
DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
SICRO - Sistema de Custos Referenciais de Obras  
BDI - Benefícios e Despesas Indiretas

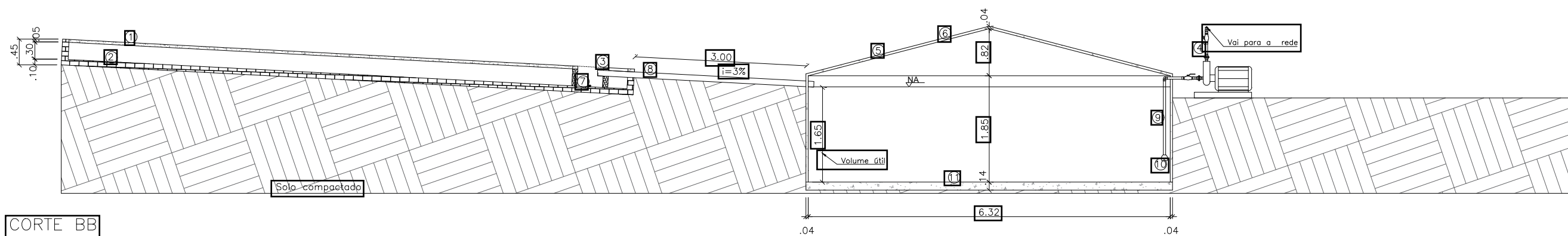
## 12. ANEXOS



PLANTA BAIXA  
esc 1:100



CORTE AA  
esc 1:75



CORTE BB  
esc 1:75

#### Legenda/Simbologia

- Concreto
- Tijolo 6 furos
- Piso calçada

- 1 Calçada com piso em placas de concreto rejuntadas (1,00x1,00x0,05)
- 2 Parede de tijolo 6 furos
- 3 Decantador
- 4 Conjunto motor bomba
- 5 Tampa de acesso 0,8x0,8
- 6 Cisterna
- 7 Tubulação de limpeza DN32mm
- 8 Tubulação de entrada DN100mm
- 9 Tubulação de saída DN32mm
- 10 Válvula de pé com crivo
- 11 Laje de fundo em concreto

#### NOTAS:

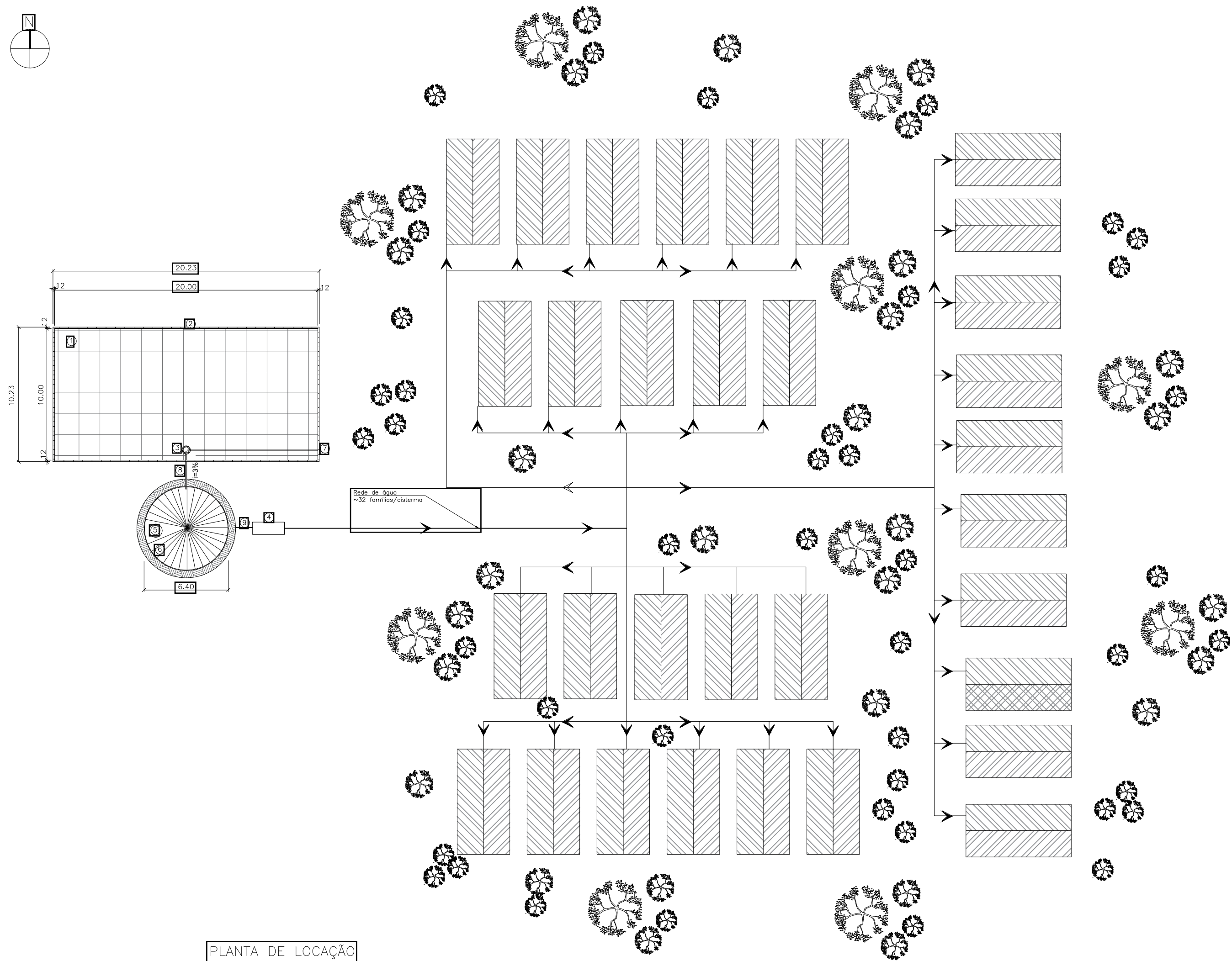
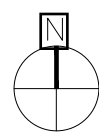
- Cisterna dimensionada para atender cerca de 32 famílias.
- Tratamento deve ser realizado com pastilhas de hipoclorito de sódio (10%), utilizando 1.040 litros de produto.
- Tratamento deve ser realizado a cada 6 meses.
- Dimensões representadas em metros.



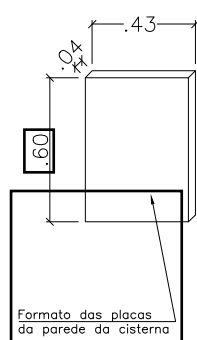
#### PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA

TÍTULO:	EIXO 4- ABASTECIMENTO DE ÁGUA	DATA DE ELABORAÇÃO:	18/06/2024	PRINCHA:	01/02
DESENHO:	PROJETO TIPO CISTERNA	FASE DO PROJETO:	ANTEPROJETO	DATA DE REVISÃO:	18/06/2024
CONTRATADA:	EC PROJETO E RSA AVOGADOS	CONTRATANTE:	GOVERNO DO PIAUI	CONTRATO/OS:	Nº010/2022
ELABORAÇÃO:	AMANDA MEDEIROS DE SOUZA	SUPERVISÃO:	LEONARDO STEINER	REVISÃO:	00
				FOLHA:	A2
				Nº ART:	

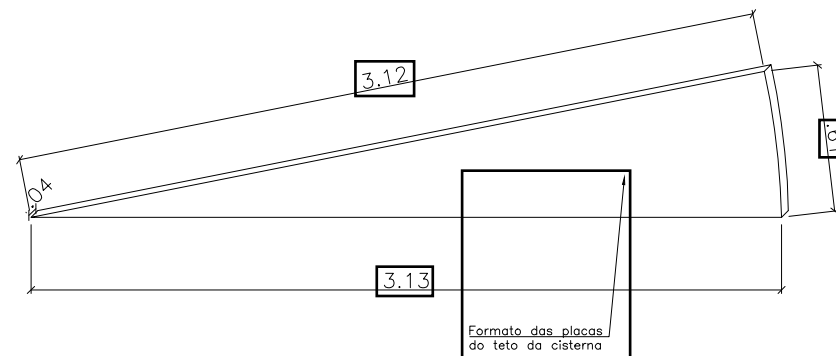




PLANTA DE LOCAÇÃO  
esc 1:250



DETALHES  
esc 1:30



CISTERNA

GOVERNO DO  
PIAUÍ

GOVERNO DO  
PIAUÍ

Capacidade de armazenamento:

52.000 litros

Município/UF: Comunidade:

PLACA DE IDENTIFICAÇÃO  
esc 1:10

#### Legenda/Simbologia

- Solo em vista
- Solo em corte
- Concreto
- Tijolo 6 furos
- Piso calçadão
- Telhado

- 1 Calçadão com piso em placas de concreto rejuntadas (1,00x1,00x0,05)
- 2 Parede de tijolo 6 furos
- 3 Decantador
- 4 Conjunto motor bomba
- 5 Tampa de acesso 0,8x0,8
- 6 Cisterna
- 7 Tubulação de limpeza DN32mm
- 8 Tubulação de entrada DN100mm
- 9 Tubulação de saída DN32mm
- 10 Válvula de pé com crivo
- 11 Laje de fundo em concreto

#### NOTAS:

- Cisterna dimensionada para atender cerca de 32 famílias.
- Tratamento deve ser realizado com pastilhas de hipoclorito de sódio (10%), utilizando 1.040 litros de produto.
- Tratamento deve ser realizado a cada 6 meses.
- 32 placas de concreto no teto da cisterna.
- 140 placas de concreto nas paredes da cisterna.
- Dimensões representadas em metros.

PROJETOS		PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA			
RSA	TÍTULO:	EIXO 4: ABASTECIMENTO DE ÁGUA		DATA DE ELABORAÇÃO:	FRANCHA:
	DESENHO:	PROJETO TIPO CISTERNA		18/06/2024	02/02
GOVERNO DO PIAUÍ	CONTRATADA:	EC PROJETOS E RSA AVOGADOS		DATA DE REVISÃO:	ESCALA:
	ELABORAÇÃO:	AMANDA MEDEIROS DE SOUZA		18/06/2024	Indicada
GOVERNO DO PIAUÍ	CONTRATANTE:	GOVERNO DO PIAUÍ		CONTRATO/OS:	FOLHA:
	SUPERVISÃO:	LEONARDO STEINER		Nº010/2022	00
GOVERNO DO PIAUÍ	APPROVAÇÃO:	LEONARDO STEINER		Nº ART:	A2
	APPROVAÇÃO:	LEONARDO STEINER		Nº ART:	A2





# PROJETO DO GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ PARA REVITALIZAÇÃO AMPLA DO RIO PARNAÍBA

Aplicação de Recursos da Lei  
14.182/2021 previstos para a Bacia  
do São Francisco e Parnaíba

## EIXO 6: REGULARIZAÇÃO E FISCALIZAÇÃO

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVO .....	4
3. JUSTIFICATIVA .....	5
4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL .....	6
5. PROGRAMA DE FISCALIZAÇÃO E REGULARIZAÇÃO DE USOS DA ÁGUA E DE SEDIMENTOS .....	8
5.1. PÚBLICO-ALVO .....	8
5.2. CAMPANHAS DE FISCALIZAÇÃO E REGULARIZAÇÃO .....	9
5.2.1. Planejamento .....	9
5.2.2. Vistorias de Campo .....	10
5.2.3. Monitoramento .....	12
6. INDICADORES E METAS .....	14
7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO .....	15
7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR .....	15
7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	16
8. REFERÊNCIAS .....	18
9. LISTA DE TABELAS .....	20
10. LISTA DE SIGLAS .....	21



## 1. INTRODUÇÃO

O rio Parnaíba, principal afluente da bacia hidrográfica homônima, foi alvo de estudos constituintes do Projeto Integrador Intermodal do Piauí, no qual foi possível a realização de levantamento de dados ambientais para caracterização do rio e de suas margens. O levantamento embarcado ocorreu em setembro de 2023, abrangendo 15 dias de esforços e 1500km de rio percorrido, incluindo a navegação do rio Balsas e o rio Parnaíba (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023).

Incluídos no Produto 12 - Relatório de Levantamento dos Dados Ambientais, os resultados pertinentes ao eixo de regularização e fiscalização, nesse caso as observações relacionadas à captação de água, dragagem de sedimentos e lançamento de efluentes, mostram que em toda sua extensão o rio Parnaíba apresenta a ocorrência de captações de água, totalizando 678 pontos (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023). As captações observadas variam de pequeno porte, para o abastecimento de residências ribeirinhas até captações de médio a grande porte para irrigação ou abastecimento de água pelas concessionárias de água (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023).

Em relação à dragagem de sedimentos foram totalizados 65 pontos de observação, presentes principalmente nas proximidades dos centros urbanos do trecho sul, entre Amarante e Luís Correia (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023). Assim como na captação de água, foram verificados diferentes portes de dragas em ambas as margens do rio Parnaíba, as quais dispõem de área terrestre para armazenamento de material dragado (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023). Quanto ao lançamento de efluentes, foram verificados 56 pontos, os quais concentram-se nas áreas urbanas dos municípios (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023).

Os resultados mostram que há uma demanda pelos diferentes usos da água no rio Parnaíba que, em conjunto com alterações nos padrões do uso do solo e as mudanças climáticas, vêm expondo os recursos hídricos a uma grande vulnerabilidade relacionada à oferta de água (BEZERRA; PERTEL; MACÊDO, 2019), especialmente em áreas do semiárido, como é o caso da bacia do rio Parnaíba.

Por se tratar de um recurso finito, as águas devem ser alvo de uma gestão sistemática, na qual o controle dos usos da água desempenha papel crucial (BRASIL, 1997). O Brasil definiu por meio da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei Federal nº 9.433 de 1997, a outorga do uso da água como um de seus instrumentos (BRASIL, 1997). O principal objetivo da outorga é assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (BRASIL, 1997). Sendo, também, utilizada na busca pela minimização dos conflitos entre os diversos setores usuários (ESPÍRITO SANTO, 2024).

Por se tratar de um rio que banha dois estados, o órgão gestor responsável é a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a qual disponibiliza informações referentes às outorgas emitidas sob sua responsabilidade (ANA, 2024). Ao comparar-se os resultados observados para o rio Parnaíba e as outorgas emitidas pela ANA, verifica-se um desequilíbrio com excedente de pontos de captação e lançamento de efluentes, indicando possivelmente que os usuários não dispõem das permissões necessárias, ou seja, estão sendo realizadas de forma irregular.

Assim, demonstra-se que é imprescindível que sejam realizadas as devidas fiscalizações e regularizações relacionadas às captações de água, dragagens de sedimentos, lançamento de efluentes e qualquer outro uso que altere as condições quali-quantitativas das águas do rio Parnaíba. Já que tais atividades podem impactar diretamente e negativamente na revitalização da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, à medida que sejam permitidas e não fiscalizadas as captações de água e dragagens irregulares, bem como os usos da água e sedimentos especificados.

## 2. OBJETIVO

O objetivo do presente documento é discutir e detalhar as ações de regularização e fiscalização previstas no Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba, que visa a fiscalizar possíveis usos irregulares e/ou não autorizados de água e sedimentos dos rios da bacia. Estas ações têm como foco municípios com maior indicador de priorização, objetivando inibir/coibir a ocorrência de serviços de captação e dragagem nestas regiões. Como objetivos específicos, definiu-se os seguintes:

- Mapear e identificar áreas de atividade irregular;
- Criar mapa georreferenciado com a localização precisa dessas atividades nos municípios de Floriano, Joca Marques, Nazária, Amarante e Luzilândia;
- Estabelecer um sistema de monitoramento contínuo, por meio de monitoramento dos processos de regularização e das Campanhas de Fiscalização;
- Implementar uma plataforma digital de denúncia anônima para que a população possa reportar atividades irregulares;
- Capacitar e aumentar o efetivo da equipe de fiscalização ambiental, fornecendo treinamentos específicos sobre técnicas de captação e dragagem.

### 3. JUSTIFICATIVA

As atividades alvo de regularização e fiscalização do presente relatório configuram crimes perante a legislação nacional, tanto através da Lei 8.176 de 1991 (BRASIL, 1991), a qual menciona que a exploração de matéria-prima pertencentes à União constitui crime contra o patrimônio como pela Lei nº 9.605 de 1998, conhecida como Lei dos Crimes Ambientais (BRASIL, 1998). Nesta última lei, especificamente no Art. 55 define-se como crime ambiental a pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida (BRASIL, 1998).

Neste sentido, verifica-se que a regularização e fiscalização de atividades sem a devida autorização faz-se necessária ao cumprimento da lei, de modo a regularizar as infrações observadas. Além disso, tais atividades podem auxiliar na melhoria da manutenção hídrica das bacias hidrográficas, estando em conformidade com os conceitos estabelecidos na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433 de 1997 (BRASIL, 1997).

Dentre os conceitos da Lei das Águas, menciona-se a garantia de disponibilidade hídrica à atual e às futuras gerações, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, a utilização racional da água, já que se trata de um recurso finito e dotado de valor econômico e a priorização dos usos múltiplos da água (BRASIL, 1977). Além disso, O Plano Nacional de Recursos Hídricos, um dos instrumentos da Lei das Águas determina programa de ação específico para implementação de outorgas dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos (BRASIL, 2022a).

Ademais, as ações propostas para a bacia do rio Parnaíba justificam-se, uma vez que toda a região hidrográfica se encontra como área prioritária para direcionamento de ações voltadas para a revitalização, conforme texto-base do Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH), desenvolvido pelo Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) (BRASIL, 2022b). O PNRBH define que as sub-regiões hidrográficas do Baixo e Alto Parnaíba são extremamente prioritárias e a sub-região do Médio Parnaíba como sendo muito prioritária em nível nacional (BRASIL, 2022b).

Neste Programa também são determinadas ações para o fortalecimento dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, através do aperfeiçoamento dos instrumentos de gestão nacionais e estaduais em recursos hídricos (outorga, cobrança, sistemas de informação, enquadramento, monitoramento, alocação negociada de água etc.) (BRASIL, 2022b).

Desta forma, entende-se que a execução do Eixo de Regularização e Fiscalização de Usos de Água e de Sedimentos, voltado à mitigação e/ou eliminação de captações irregulares faz-se necessária, uma vez que deve corroborar para a implementação das legislações vigentes. Além disso, a implantação de atividades fiscalizadoras deve corroborar para o cenário de revitalização da bacia, uma vez que atividades de extração, captação e lançamento de efluentes, se não reguladas e monitoradas, podem acarretar prejuízos tanto à operacionalidade da via de navegação fluvial quanto à qualidade e quantidade de água disponível.



#### 4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL

O eixo de Regularização e Fiscalização do Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba possui aderência à diversas legislações e resoluções, citadas ao longo deste documento, como decretos-lei de regulação de atividades como a mineração. Porém, destacam-se a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (BRASIL, 1997), o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH) (BRASIL, 2022b) e o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí (PERH) (PIAUÍ, 2010). A Tabela 1 apresenta tais legislações juntamente com as interfaces.

Tabela 1: Legislações com aderência do Eixo 6 – Regularização e Fiscalização.

PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos	PNRBH	PERH
I - a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade.	Subprograma 2.1. Outorga dos Direitos de Uso de Recursos Hídricos	AT1 - Planejamento e Informação	13.6.5 - Programa de Monitoramento e Fiscalização
II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País.	Subprograma 2.2. Cadastro e Fiscalização de Usos de Recursos Hídricos		

Fonte: Brasil (1997, 2022a, 2022b) e Piauí (2010).

Elaboração própria.

A PNRH e a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí (PERH) (PIAUÍ, 2000), definem como instrumento a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos. Tanto na Política Estadual como na Política Nacional (BRASIL, 1997), o processo de outorga tem a finalidade de controlar quantitativa e qualitativamente os usos da água. As situações em que os usos da água estão sujeitos à outorga pelo Poder Público, definidos pelo Art.10 da Política Estadual de Recursos Hídricos do Governo do Piauí (PIAUÍ, 2000) são:

- I. Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo;
- II. Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- III. Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- IV. Aproveitamento de potenciais hidrelétricos;
- V. Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Vale ressaltar que, a Política ainda define os usos que independem de outorga pelo Poder Público, que podem ser (PIAUÍ, 2000):

- I. O uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais;

- II. As derivações, captações e lançamentos considerados de pouca expressão;
- III. As acumulações de volumes de água considerados de pouca expressão.

Em relação às dragagens e qualquer outro tipo de extração de sedimentos do leito do Rio Parnaíba para os diversos fins, como uso na mineração, indústria civil, dentre outros, também devem ser fiscalizadas, nos moldes do disposto no Art.10 da PERH, citada anteriormente. Quanto à mineração, deve-se atentar ao Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, que dispõe o Código de Minas, em que são determinados os regimes de aproveitamento das substâncias minerais e a classificação das minas, bem como outros aspectos a serem fiscalizados (BRASIL, 1967).

No que tange as legislações, é relevante também mencionar a Lei nº 14.182 de 2021, na qual é estabelecida a desestatização da Eletrobras (BRASIL, 2021a). Nesta lei é determinada como condição para desestatização o repasse de recursos financeiros para desenvolvimento de projetos voltados para a revitalização dos recursos hídricos do rio São Francisco e do rio Parnaíba. Ademais, também se cita o Decreto 10.838 de 2021, onde são determinadas diretrizes para o planejamento e o desenvolvimento de ações de revitalização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas em seu Art. 3º (BRASIL, 2021b).

Dentre as diretrizes das leis acima, cabe destacar os incisos que apresentam a interface com o eixo de regularização e fiscalização, quais sejam: o uso consciente e o combate ao desperdício no uso da água, a recarga de aquíferos adequada, o combate à poluição dos recursos hídricos, a promoção das condições necessárias para disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos e a disseminação da informação, do conhecimento e das boas práticas de conservação da água e do solo para influenciar costumes, valores, atitudes e hábitos dos cidadãos e da sociedade em relação à importância dos recursos hídricos (BRASIL, 2021b).

Demais aspectos legais relevantes para o presente documento são a Lei 8.176 de 1991 (BRASIL, 1991), onde são definidos os crimes contra a ordem econômica e a Lei dos Crimes Ambientais – Lei nº 9.605 de 1998 (BRASIL, 1998).

## 5. PROGRAMA DE FISCALIZAÇÃO E REGULARIZAÇÃO DE USOS DA ÁGUA E DE SEDIMENTOS

### 5.1. PÚBLICO-ALVO

O público-alvo das ações de regularização e fiscalização devem ser os usuários de água localizados nos municípios de Teresina, Luzilândia, Floriano, Amarante e Joca Marques, selecionados conforme consta no relatório de metodologia. Assim, o público-alvo nos municípios assistidos são agentes que têm interesse ou que são afetados pelas atividades no Rio Parnaíba, quais sejam:

- Comunidade local e população ribeirinha, os quais, segundo levantamento *in loco*, utilizam-se do rio para captação de água, subsistência e transporte, sendo estes afetados diretamente pelos processos foco deste eixo.
- Agricultores e pecuaristas, dos quais o primeiro grupo possui maior incidência de uso de captações de grande porte e o segundo tem interesse tanto na qualidade da água quanto em sua quantidade.
- Pescadores, os quais tem interesse na utilização de embarcações, que necessitam, além da qualidade da água, de condições de navegabilidade para suas embarcações, mesmo que de pequeno porte.
- Empresas e indústrias, que captam água do rio para utilizar em seus processos produtivos ou realizam a extração de sedimentos do leito do Rio Parnaíba.

Além disso, é importante que o governo e as agências reguladoras, em conjunto com as Organizações Não Governamentais (ONGs) e o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba, sejam alcançados pelas ações deste Eixo de Regularização e Fiscalização, pois estes são agentes na implementação, na fiscalização e divulgação das ações de revitalização da Bacia do Rio Parnaíba.



## 5.2. CAMPANHAS DE FISCALIZAÇÃO E REGULARIZAÇÃO

As campanhas de fiscalização têm o objetivo de inspecionar os usos de água e sedimentos, por meio de dragagem, no Rio Parnaíba, visando a promoção da revitalização da bacia do rio Parnaíba, além de proporcionar a melhora na navegabilidade deste curso hídrico. O funcionamento da hidrovia demanda que as atividades de captação de recursos hídricos e minerais estejam regularizadas, para que não configurem interferências quali-quantitativas da água.

A Agência Nacional de Águas e Recursos Hídricos e Saneamento Básico (ANA) disponibilizou o Manual de Fiscalização de Usos de Recursos Hídricos (ANA, 2021), que foi utilizado como documento balizador para a criação das campanhas de fiscalização deste projeto. Este documento visa estabelecer o cumprimento, principalmente, da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), e deve servir de guia para a realização das atividades do Programa de Fiscalização e Regularização de Usos de Água e Sedimentos.

O Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba, parte integrante do Projeto Integrador Intermodal do Piauí, contará com três etapas: planejamento, execução (vistorias de campo) e monitoramento deverão ocorrer anualmente, no período de dois anos.

### 5.2.1. Planejamento

A fase de Planejamento tem como objetivo a criação de uma rota com os pontos críticos e de maior importância de inspeção em cada região definida como alvo das Campanhas de Fiscalização, definidas no item 5.1. A Tabela 2 resume as atividades previstas para a fase de planejamento das campanhas de regularização e fiscalização.

Tabela 2: Atividades previstas para a fase de planejamento.

Atividade	Descrição
Levantamento de dados	Para o levantamento dos dados, devem ser coletadas informações advindas da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) e ANA, relativas as outorgas concedidas e requeridas para o uso de água nas regiões definidas. Devem ser selecionados os usuários que possuem captações de recursos expressivas e captações que tenham relação com a mineração, para inclusão na rota de vistoria. A coleta dos dados de processos de mineração também pode ser realizada pelo Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), da Agência Nacional de Mineração (ANM), periodicamente, de forma que se possa acompanhar atualizações de processos minerários na Bacia do Rio Parnaíba. Ainda, devem ser checadas se existem demandas de fiscalização existentes naquela região, que podem ser advindas de denúncias aos órgãos municipais e estaduais, ou organizações locais.
Mapeamento visual	A região deve ser sobrevoada com o uso de um drone, na extensão que seja possível o uso deste recurso, para a identificação prévia de pontos de captação de água ou dragagem possivelmente irregulares e/ou que não possuem registro. A utilização destes recursos requer autorização prévia do órgão de administração do espaço aéreo local, que deve ser previamente providenciada.

Atividade	Descrição
Análise de Imagens de Satélite e Georreferenciamento	As imagens de satélite da região devem ser avaliadas em conjunto com ferramentas de georreferenciamento para auxílio no mapeamento dos pontos a serem vistoriados, principalmente em relação a pontos de captação e/ou mineração irregulares.
Análise da Sazonalidade	Deve ser avaliada a melhor época do ano para a realização da vistoria <i>in loco</i> , tendo em vistas as variações de vazão e volume de água no Rio Parnaíba, derivadas da sazonalidade da região.
Priorização das fiscalizações	Priorizar as fiscalizações entre os municípios contemplados com este Programa, descritos em 5.1.
Definição de equipe e equipamentos	Após definidos os objetos de fiscalização e priorizadas as demandas, deve-se partir para a definição da equipe e dos equipamentos necessários, como GPS, drones, medidores, veículos terrestres e aquáticos etc.
Criação da rota	Uma rota de vistoria em campo deve ser criada a partir da compilação e análise dos dados captados nesta fase. A rota deve contemplar as principais propriedades que devem ser vistoriadas, por grau de criticidade.

Elaboração própria.

#### 5.2.2. Vistorias de Campo

A segunda fase da fiscalização/regularização são as vistorias em campo, que devem seguir as rotas estabelecidas no planejamento previamente realizado. Nesta fase devem ser obtidas informações junto aos usuários mapeados, avaliando-se as operações realizadas de modo a se identificar possíveis irregularidades. As atividades previstas para a fase de vistoria de campo constam resumidas na Tabela 4.

Tabela 3: Atividades previstas para a fase de vistorias de campo.

Atividade	Descrição das Atividades
Apresentação, identificação e coleta de dados	A equipe deve se apresentar e realizar a identificação do usuário de água ou responsável técnico pela captação. Captar os dados cadastrais do usuário e as coordenadas geográficas da propriedade. No caso de sedimentos, deve-se registrar a quantidade de unidades produtivas (lavra ou pesquisa), os registros necessários para o desenvolvimento do processo minerário, de acordo com a fase em que se encontram, como segue no Código de Minas.
Avaliação da operação	<p>Realizar vistoria nas dependências do local fiscalizado, objetivando confrontar as informações documentadas nos processos de licença com as atividades desempenhadas no local.</p> <p>Usuário de água: analisar a operação realizada na propriedade, se é de captação de recursos hídricos ou lançamento de efluentes no corpo hídrico. Registrar o tipo de operação realizada, a finalidade do uso dos recursos hídricos e os equipamentos utilizados pelo usuário através de fotografias e preenchimento de formulário padronizado. Realizar a medição da vazão captada ou lançada pelo usuário e registrar no formulário, requisitando laudos de qualidade de efluentes, caso necessário. Na sequência, deve-se identificar a existência de reservatórios de água e, quando presentes, a capacidade deles.</p> <p>Extração de sedimentos: analisar a operação realizada, volumes dragados, tipos de dragas empregadas, quantidade de equipamentos, finalidade do recurso extraído, movimentação de veículos durante a vistoria, dentre outros aspectos pertinentes. Deve-se tomar notas de todas as observações, promover evidências com fotografias e preencher formulário padronizado.</p>
Instrução ao usuário	<p>Caso alguma irregularidade seja identificada, instruir o usuário sobre o procedimento de regularização do uso de recursos hídricos, junto à ANA e para sedimentos junto à ANM.</p> <p>Apresentar ao usuário o Termo de Compromisso em Regularização, explicando sobre o propósito do projeto e a importância da regularização. Os agentes de campo devem solicitar a assinatura do Termo, para oficialização do compromisso com as atividades que lhe foram orientadas dentro do prazo das 02 (duas) primeiras campanhas de fiscalização.</p>

Elaboração própria.



Durante a vistoria de extração de sedimentos nas dependências do local fiscalizado, deve-se observar possíveis sinais de impacto ambiental negativo como erosão das margens, turbidez na água e alterações no leito, como assoreamento do rio na região. Além disso, devem ser realizadas entrevistas com operadores e demais responsáveis para confrontar informações quanto aos procedimentos adotados, como também devem ser solicitados e analisados documentos como diários de bordo, relatórios de monitoramento e notas fiscais de comercialização dos sedimentos, caso aplicável, entre outros.

Em casos de incertezas acerca da composição dos sedimentos, que pode alterar a finalidade do uso, caso possuam valor agregado alto, deve-se recolher e identificar amostras destes para averiguação laboratorial e/ou granulométrica. Ainda, durante a vistoria, deve-se observar as medidas de mitigação de impactos ambientais negativos, como barreiras de contenção e práticas de reabilitação das áreas afetadas, avaliando se as condicionantes para o licenciamento estão sendo atendidas.

Por fim, a segunda e a terceira campanhas terão caráter de monitoramento e fiscalização do processo de regularização das atividades já registradas na primeira campanha. Os agentes de campo deverão realizar o contato com os responsáveis pelas propriedades para averiguar se a(s) irregularidade(s) na captação permanecem ou se houve alterações dos níveis de exploração de recursos, bem como o andamento do processo de regularização e possíveis dificuldades encontradas. Caso o processo de regularização não tenha iniciado, deve ser emitida uma advertência aos usuários e tomado nota das razões por este atraso para posteriores tratativas.

### 5.2.3. Monitoramento

O monitoramento das atividades de fiscalização e regularização consistirá em duas atividades principais, quais sejam:

- Análise de dados e composição de relatório técnico;
- Acompanhamento das irregularidades identificadas por meio de duas vistorias de campo.

Na primeira atividade, deverá ser realizada a análise e discussão dos dados captados durante as vistorias realizadas em campo, culminando na elaboração de relatórios técnicos. Para a composição do relatório, as propriedades visitadas devem ser segregadas entre propriedades que precisam ser regularizadas e propriedades que não precisam de regularização, segundo os requisitos estabelecidos nas legislações vigentes, citadas no capítulo 4. Além da classificação por regularidade em relação a outorga da água e de sedimentos, deve-se classificar as propriedades que serão monitoradas por grau de criticidade, tendo em vista a influência que a exploração irregular de recursos realizada naquele local pode ter na qualidade da água e nas condições de navegabilidade do Rio Parnaíba.

Os dados captados das propriedades que possuam a outorga da água e/ou de sedimentos devem ser comparados com os dados declarados no processo de outorga ou de licenciamento, que se encontra disponíveis para consulta no site da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Governo do Piauí (SEMARH) e ANA ou no SIGMINE, gerido pela ANM.

Na segunda atividade proposta para o monitoramento deverá ser realizado o acompanhamento das irregularidades identificadas durante o levantamento de campo (vistorias de campo). Quando os agentes de campo retornarem às propriedades, seguindo a rota de vistoria atualizada, devem reavaliar a situação da regularização do uso dos recursos (água e sedimentos).

A primeira visita de acompanhamento deve ter caráter orientativo, porém, deve ser emitida uma advertência para as propriedades que não iniciaram o processo de regularização após os prazos estabelecidos na notificação de, aproximadamente, 90 dias da primeira campanha de fiscalização. As equipes devem orientar os notificados sobre a importância da regularização no contexto da implantação da hidrovía e de como funciona o processo, em caso de não regularização, que será tratado pelos órgãos responsáveis.

No Manual de Fiscalização de Usos de Recursos Hídricos (ANA, 2021), são definidas as classificações das infrações em relação ao cumprimento da PNRH, as penalidades e previsões de valores de multas, que podem ser divulgados aos usuários. Quanto à mineração, no Decreto-lei Nº 0227 (BRASIL, 1967), define os critérios de imposição de multas, segundo a gravidade das infrações.

A segunda visita de acompanhamento possui o mesmo escopo descrito acima, no entanto, no caso de não cooperação do usuário em relação ao processo de regularização, a ocorrência deve ser encaminhada para tratativa dos órgãos competentes, como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos e a Agência Nacional de Mineração (ANM).

Concomitantemente à realização das visitas de acompanhamento deverão ser atualizados os dados de regularização dos usuários de água abrangidos na vistoria de campo, visando finalizar os processos que forem regularizados juntos as instituições responsáveis. As informações coletadas e atualizadas após a fase de monitoramento deverão ser adicionadas junto aos Relatórios Técnicos de cada campanha.

## 6. INDICADORES E METAS

A ABNT NBR ISO 14.031/2015 (ABNT, 2015) preconiza indicadores-chave para a Avaliação do Desempenho Ambiental (ADA), visando proporcionar uma gestão eficaz, que permita medir, avaliar e comunicar o seu desempenho ambiental, operacional e gerencial. Desta forma, é possível identificar seus aspectos ambientais, estabelecendo objetivos e metas para avaliar e melhorar seu desempenho, utilizando-se do ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir). Este acompanhamento é realizado por meio de três indicadores, quais sejam:

- Indicadores de Condição Ambiental (ICA);
- Indicadores de Desempenho Operacional (IDO);
- Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG).

Os Indicadores de Condição Ambiental (ICA) fornecem informações sobre as condições do meio ambiente, que pode ser impactado pela organização, auxiliando no entendimento dos impactos ambientais reais ou potenciais gerados. Já os Indicadores de Desempenho Operacional (IDO), conforme o próprio nome indica, fornecem informações sobre as operações. E, por fim, os Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG), fornecem informações sobre o empenho da gestão em influenciar o desempenho ambiental.

A Tabela 4 apresenta os indicadores e as metas específicas para cada um dos três indicadores supracitados.

Tabela 4: Metas e indicadores propostos para o Eixo 6 – Regularização e fiscalização.

Tipo	Indicador	Unidade	Meta
IDO	% de captações irregulares de recursos do rio	%	Regularizar 60% das irregularidades documentadas.
	Número de municípios abrangidos pela regularização e fiscalização	Número	Abranger atividades de fiscalização e regularização nos 5 (cinco) municípios alvo.
	% de propriedades regularizadas por município por campanha	%	Alcançar, no mínimo, 10% de regularização das propriedades em cada um dos 5 municípios em dois anos
	% de infrações ambientais denunciadas aos órgãos ambientais	%	Reportar 100% das irregularidades avistadas aos órgãos responsáveis, após a fase de monitoramento
	% de adesão ao Termo de Compromisso	%	Receber, no mínimo, 60% de assinaturas do Termo de Compromisso
IDG	% de visitas do primeiro acompanhamento	%	Realizar 100% das visitas determinadas para a primeira etapa de acompanhamento.
	% de visitas do segundo acompanhamento	%	Realizar 100% das visitas determinadas para a segunda etapa de acompanhamento .
	% de usuários vistoriados	%	Vistoriar 100% dos usuários mapeados e selecionados na etapa de planejamento.
	% de relatórios técnicos elaborados	%	Elaborar 100% dos relatórios técnicos de fiscalização e monitoramento previstos

Elaboração própria.



## 7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO

### 7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR

Para a composição de custos do orçamento preliminar para a execução do Programa de Regularização e Fiscalização, considerando ações nos municípios selecionados, apresentados em 5.1. Para tal, utilizou-se como base de custos as planilhas de composição do Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), referentes a maio/2024 e aplicáveis ao estado do Piauí e Maranhão (DNIT, 2024a) e a Tabela de Preços de Consultoria (DNIT, 2024b). Além disso, aplicou-se no valor total de custos, para considerar possíveis despesas indiretas, um Benefícios e Despesas Indiretas (BDI) de 44,6%, referente ao mês de maio/2024.

Desta forma, obteve-se que, para a equipe e os equipamentos considerados, incluindo outras despesas como hospedagem, tem-se a composição de custos apresentada na Tabela 5. Cada ação orçada prevê a alocação de uma equipe de 3 (três) pessoas, com duração de no máximo 10 dias em cada um dos territórios alvo. Os demais dias orçados de equipe são previstos para realização de planejamento de campo e elaboração de relatórios de fiscalização.

Tabela 5: Composição de custos para a realização das ações de regularização e fiscalização- unitário.

Item	CD	Discriminação	un	Nº	Horas/ dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1.1 Mão de obra</b>										
1.1.2	P8057	Engenheiro ambiental júnior	hora	1	8	30	22.599,25	128,40	R\$ 30.817,16	R\$ 44.561,61
1.1.3	P8143	Técnico Ambiental	hora	1	8	30	6.150,89	34,95	R\$ 8.387,58	R\$ 12.128,44
1.1.5	P8113	Motorista de veículo leve	hora	1	8	30	4.745,01	26,96	R\$ 6.470,47	R\$ 9.356,30
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 45.675,20</b>	<b>R\$ 66.046,35</b>
<b>1.2 Equipamentos e Materiais</b>										
1.2.1	E9684	Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	hora	1	8	10	-	54,66	R\$ 4.372,70	R\$ 6.322,93
1.2.2	E9536	Embarcação de transporte de pessoal e apoio logístico - 30 kW	hora	1	8	10	-	39,90	R\$ 3.192,20	R\$ 4.615,92
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 7.564,90</b>	<b>R\$ 10.938,85</b>
<b>1.3 Outras despesas</b>										
1.3.1	-	Diária (hospedagem + alimentação)	unidade	3	1	10	-	360,00	R\$ 10.800,00	R\$ 15.616,80
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 10.800,00</b>	<b>R\$ 15.616,80</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO (POR MUNICÍPIO)</b>									<b>R\$ 64.040,11</b>	<b>R\$ 92.602,00</b>

Fonte: DNIT (2024a, 2024b).

Elaboração própria.

A Tabela 6 apresenta o resumo de custos associados à realização das ações, considerando-se todos os 5 municípios contemplados e a duração do Projeto de Revitalização, de 2 anos.

Tabela 6: custos totais para a realização das ações nos cinco municípios selecionados.

Atividade	Total (R\$)	Total com BDI
Regularização e Fiscalização dos Usos da Água	R\$ 64.040,11	R\$ 92.602,00
<b>TOTAL (R\$) ANUAL</b>	<b>R\$ 64.040,11</b>	<b>R\$ 92.602,00</b>
<b>TOTAL (R\$) ANUAL GERAL</b>	<b>R\$ 320.200,54</b>	<b>R\$ 463.009,98</b>
<b>TOTAL (R\$) PROJETO</b>	<b>R\$ 640.401,09</b>	<b>R\$ 926.019,97</b>

Fonte: DNIT (2024a, 2024b).

Elaboração própria.

## 7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

O cronograma proposto para a execução do Eixo de Fiscalização e Regularização de Usos de Água e Sedimentos consta na Tabela 7. Considerou-se as etapas de Implantação (planejamento e vistorias em campo), Manutenção e Monitoramento. O tempo total estimado para o Programa foi de 2 anos, que consistem em 2 ciclos de campanhas de fiscalização.

A fase de planejamento possui tempo estimado de 2 meses. No primeiro ano esta fase contempla um mapeamento da região para seleção das regiões de prioridade de fiscalização. No segundo ano, esta fase deve ser realizada novamente com o intuito principal da identificação de uma nova demanda de regularização de usos de recursos hídricos e sedimentos.

A execução das vistorias em campo será dividida em 3 campanhas de fiscalização que serão realizadas nos 5 municípios selecionados. As campanhas de fiscalização deverão ocorrer nos meses de março, julho e novembro e durar 25 dias cada uma. Esta periodicidade foi definida tendo em vista a realização da fiscalização das captações de recursos do Rio Parnaíba tanto no período de cheia (janeiro e maio) quanto no período de seca (setembro), para entendimento da influência destas atividades na navegabilidade do Rio Parnaíba.

O percurso de vistoria deve se iniciar na cidade de Floriano, seguindo o percurso do Rio Parnaíba para as cidades de Amarante, Teresina, Joca Marques, e por fim Luzilândia. Cada município deve ser fiscalizado no período máximo de 10 dias.

Nos intervalos entre as campanhas de fiscalização devem ser realizadas as atividades de manutenção do Programa, que envolvem a realização de Relatórios Técnicos, Mapas, Acompanhamento e Tratativas junto a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e a Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos.

Tabela 7. Cronograma de execução do Programa de Regularização e Fiscalização.

ID	Atividade/Ação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>1</b>	<b>Planejamento</b>																								
1.1	Levantamento de dados																								
1.2	Mapeamento Visual (drone)																								
1.3	Análise de dados e Priorização																								
1.4	Criação da rota de vistoria																								
<b>2</b>	<b>Vistorias em Campo</b>																								
2.1	Campanha de Fiscalização em Floriano																								
2.2	Campanha de Fiscalização em Amarante																								
2.3	Campanha de Fiscalização em Teresina																								
2.4	Campanha de Fiscalização em Joca Marques																								
2.5	Campanha de Fiscalização em Luzilândia																								
<b>3</b>	<b>Monitoramento</b>																								
3.1	Elaboração de Relatório Técnico																								
3.2	Atualização do mapa da rota																								
3.3	Campanha de Fiscalização em Floriano																								
3.4	Campanha de Fiscalização em Amarante																								
3.5	Campanha de Fiscalização Teresina																								
3.6	Campanha de Fiscalização em Joca Marques																								
3.7	Campanha de Fiscalização Luzilândia																								
3.8	Atualização das informações e encaminhamento dos autos às instituições responsáveis																								

Elaboração própria.



## 8. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Manual de Fiscalização de Usos de Recursos Hídricos**. Brasília, DF: ANA, 2021, 72 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). Outorgas Emitidas. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/outorga/outorgas-emitidas>. Acesso em: 20 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14.031**: Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – diretrizes. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2015. 44 p

BEZERRA, Saulo de Tarso Marques; PERTEL, Monica; MACÊDO, José Eloim Silva de. Avaliação de desempenho dos sistemas de abastecimento de água do Agreste brasileiro. **Ambiente construído**, v. 19, p. 249-258, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ac/a/cbQSDcPdLYSvqGBrPXtPCD/?lang=pt>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.8038 de 18 de outubro de 2021. Regulamenta os art. 6º e art. 8º da Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021, para dispor sobre os programas de revitalização dos recursos hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio São Francisco e do Rio Parnaíba e daquelas na área de influência dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Furnas. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/Decreto/D10838.htm#art1](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Decreto/D10838.htm#art1). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. **Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/Del0227compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del0227compilado.htm). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.1482 de 12 de julho de 2021. Dispõe sobre a desestatização da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras); altera as Leis nºs 5.899, de 5 de julho de 1973, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.848, de 15 de março de 2004, 13.182, de 3 de novembro de 2015, 13.203, de 8 de dezembro de 2015, 14.118, de 13 de janeiro de 2021, 9.648, de 27 de maio de 1998, e 9.074, de 7 de julho de 1995; e revoga dispositivos da Lei nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/Lei/L14182.htm#art8](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Lei/L14182.htm#art8). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 8.176 de 8 de fevereiro de 1991. Define crimes contra a ordem econômica e cria o Sistema de Estoques de Combustíveis. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/8176.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/8176.htm). Acesso em: 20 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao

meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9605.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm). Acesso em: 20 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MDR). **Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas**. Brasília, 2022b. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/bacias-hidrograficas/revitalizacao-de-bacias>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. **Plano Nacional de Recursos Hídricos - Plano de Ação**. Brasília, DF, 2022a. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh\\_2022\\_para\\_baixar\\_e\\_imprimir.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/pnrh_2022_para_baixar_e_imprimir.pdf). Acesso em: 16 jun. 2024.

CONSÓRCIO INTERMODAL. Produto 12 - Relatório de Levantamento dos Dados Ambientais. 2023. 248 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO): Nordeste - PIAUI - janeiro 2024**. 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/2024/janeiro/janeiro-2024](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/2024/janeiro/janeiro-2024). Acesso em: 06 maio. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Tabela de Preços de Consultoria - janeiro 2024**. [S. L.], 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/tabela-de-precos-de-consultoria-1/relatorios/2024/janeiro/janeiro-2024>. Acesso em: 06 maio 2024.

ESPÍRITO SANTO. Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH). **O que é outorga?** 2024. Disponível em: <https://agerh.es.gov.br/o-que-e-outorga#:~:text=%C3%89%20o%20documento%20que%20assegura,de%20utilizar%20os%20recursos%20h%C3%ADricos.&text=A%20outorga%20%C3%A9%20um%20instrumento,justa%20e%20equilibrada%20desse%20recurso>. Acesso em: 20 jun. 2024.

PIAUI. **Lei nº 5.165 de 17 de outubro de 2000**. Dispõe sobre a política de recursos hídricos, institui o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Piauí. Teresina, PI. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=151141>. Acesso em: 19 jun.2024.

PIAUI. SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PIAUI (SEMARH). **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí**. Teresina, PI, 2010. 198 p. Disponível em: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bra183822.pdf>. Acesso em: 06 set. 2023

## 9. LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Legislações com aderência do Eixo 6 – Regularização e Fiscalização. ....	6
Tabela 2: Atividades previstas para a fase de planejamento. ....	9
Tabela 3: Atividades previstas para a fase de vistorias de campo. ....	11
Tabela 4: Metas e indicadores propostos para o Eixo 6 – Regularização e fiscalização.....	14
Tabela 5: Composição de custos para a realização das ações de regularização e fiscalização- unitário. ....	15
Tabela 6: custos totais para a realização das ações nos cinco municípios selecionados.....	15
Tabela 7. Cronograma de execução do Programa de Regularização e Fiscalização.....	17



## 10. LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AIA – Avaliação de Impactos Ambientais  
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico  
ANM – Agência Nacional de Mineração  
BDI - Benefícios e Despesas Indiretas  
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte  
ICA - Indicadores de Condição Ambiental  
IDG – Indicadores de Desempenho Gerencial  
IDO – Indicadores de Desempenho Operacional  
MDR - Ministério do Desenvolvimento Regional  
ONGs - Organizações Não Governamentais  
PERH – Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Piauí  
PNRBH – Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas  
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos  
SEMARH - Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
SICRO - Sistema de Custos Referenciais de Obras  
SIGMINE - Sistema de Informações Geográficas da Mineração





# PROJETO DO GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ PARA REVITALIZAÇÃO AMPLA DO RIO PARNAÍBA

Aplicação de Recursos da Lei  
14.182/2021 previstos para a Bacia  
do São Francisco e Parnaíba

## EIXO 7: DRAGAGEM E DERROCAGEM



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. OBJETIVO .....	4
2.1. OBJETIVO GERAL .....	4
3. JUSTIFICATIVA .....	5
4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL .....	6
5. LEVANTAMENTO DOS DADOS FÍSICOS .....	7
6. PROJETO GEOMÉTRICO E BALIZAMENTO DO CANAL NAVEGÁVEL .....	10
7. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE DRAGAGEM E DERROCAMENTO .....	20
7.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA .....	20
7.2. PROJETO DE DRAGAGEM E DERROCAGEM .....	22
7.2.1. Trechos considerados .....	22
7.2.2. Técnicas adotadas .....	22
7.2.3. Áreas de bota-fora para aproveitamento .....	23
7.2.4. Possibilidades de reaproveitamento .....	36
7.3. ACOMPANHAMENTO E SUPERVISÃO AMBIENTAL .....	41
7.3.1. Pré-dragagem e derrocagem .....	41
7.3.2. Dragagem e derrocagem .....	41
7.3.3. Monitoramento .....	47
8. INDICADORES E METAS .....	49
9. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO .....	50
9.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR .....	50
9.1.1. Licenciamento ambiental prévio e de instalação .....	50
9.1.2. Gerenciamento ambiental do material dragado/derrocado .....	54
9.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	54
10. REFERÊNCIAS .....	56
11. LISTA DE FIGURAS .....	61
12. LISTA DE TABELAS .....	62
13. LISTA DE SIGLAS .....	64



## 1. INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Parnaíba, embora apresente um nível de degradação relativamente menor em comparação a outras regiões do Brasil, como o rio São Francisco, já demonstra sinais de impactos negativos decorrentes do uso inadequado da água e do solo (CODEVASF, 2016). Este cenário é principalmente atribuído à alta carga de poluição hídrica, resultante do descarte excessivo de efluentes sanitários, resíduos sólidos urbanos e industriais em seus cursos d'água (CODEVASF, 2016). Além disso, a bacia tem sido afetada pela grande quantidade de sedimentos provenientes da remoção inadequada da cobertura vegetal nas áreas de contribuição de seus afluentes nos cursos Alto, Médio e Baixo Parnaíba. Esta prática aumenta a vulnerabilidade do solo à erosão, intensificando a produção de sedimentos que acabam por assorear o rio (CODEVASF, 2016).

Em relação ao principal rio presente na bacia, o rio Parnaíba, este tem sua origem na Chapada das Mangabeiras, a uma altitude de 700 metros, e percorre 1.344 km até desaguar no Oceano Atlântico (DNIT, 2021). O rio Parnaíba enfrenta desafios relacionados a navegação, com muitos trechos caracterizados por assoreamentos generalizados, corredeiras, afloramentos, rochosos e profundidades reduzidas (DNIT, 2021). Durante o período de cheias, que ocorre entre janeiro e julho, as águas transbordam inundando as várzeas e alimentando lagoas, enquanto o período de águas baixas se estende de agosto a dezembro (DNIT, 2021).

A fim de consolidar a navegabilidade e movimentação de cargas no Rio Parnaíba, segundo estudos do DNIT (2014), são necessárias intervenções de dragagem, derrocagem e balizamento adequado ao canal projetado. Para determinar o método de dragagem e derrocagem e volume a ser modificado é de suma importância avaliar dados físico-bióticos e socioeconômicos da bacia (LOPES, 2014).

O presente documento visa elucidar acerca dos usos do material extraído e impactos ambientais na região atendida pelo empreendimento. Para isso, serão apresentados levantamentos realizados pelo Projeto Integrador Intermodal do Piauí (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023) que servirão como base principal aos cálculos fundamentados nas normativas cabíveis.

## 2. OBJETIVO

### 2.1. OBJETIVO GERAL

O objeto do eixo do projeto é de descrever os serviços de dragagem, derrocagem e balizamento para implantação da hidrovia do Rio Parnaíba e consequente revitalização do rio, de forma a contribuir para a preservação dos recursos hídricos e manutenção da qualidade de vida das comunidades afetadas pelo projeto. Além disso, prevê-se a manutenção das condições de navegabilidade para navegação de cargas e passageiros na Hidrovia do Parnaíba, no seu trecho entre Uruçuí e Porto de Luís Correia e a possibilidade de reaproveitamento do material dragado para fins benéficos na própria hidrovia e municipalidades que a margeiam.

### 3. JUSTIFICATIVA

Tendo em vista atender às prerrogativas do Decreto nº 10.838/2021 (BRASIL, 2021a) e da Lei nº 14.182/2021 (BRASIL, 2021b), o eixo em análise se justifica por:

- Abranger toda a extensão da hidrovia, do município de Uruçuí/PI ao Porto e Luís Correia, e consequentemente promover melhorias e usos benéficos dos materiais dragados em 24 municípios banhados pelo rio;
- Fomentar a navegação e atividades econômicas, impactando em geração de emprego, produção agrícola local e influenciando no grau de instrução profissional da população;
- Conscientizar sobre o uso dos recursos naturais seguindo diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997);
- Contribuir positivamente para o controle da taxa de assoreamento, visto que estes processos tendem a aumentar enquanto houver uso indevido dos recursos hídricos e provocam a redução da velocidade da água e acúmulo de água em locais indesejados (CARVALHO *et al.*, 2000). Por se tratar de uma área com notável presença de erosão e sedimentação é de interesse social e econômico que haja este controle.



#### 4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL

Dentre os instrumentos legais e políticas de abrangência nacional, destacam-se a PNRH, estabelecida pela Lei nº 9.433 de 1997, também chamada de Lei das Águas (BRASIL, 1997) o Plano de Ações do Plano Nacional de Recursos Hídricos e o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997) institui a gestão integrada e descentralizada dos recursos hídricos, promovendo a utilização sustentável e a preservação dos mananciais, além de estabelecer diretrizes para a recuperação de bacias hidrográficas e a proteção dos corpos d'água.

O Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (BRASIL, 2022) promove ações integradas para a recuperação ambiental e a melhoria da qualidade de vida das populações locais, incentivando a recomposição florestal como uma estratégia para a revitalização das bacias hidrográficas.

Quanto ao Decreto nº 10.838 (BRASIL, 2021), o eixo se propõe a atender às diretrizes do Art.3º relacionada abaixo (BRASIL, 2021):

- Redução do carreamento de sólidos pelo escoamento superficial;
- Prevenção e a mitigação de regimes de escoamento superficial extremos;
- Adoção de análises territoriais e integrada.

Ademais, dentre os principais aspectos legais relevantes presentes nesse estudo estão:

- Resolução CONAMA nº357/2005, na qual dispõe sobre a classificação dos corpos de água e dá outras diretrizes ambientais (BRASIL, 2005).
- Resolução CONAMA 420/2009 que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas (BRASIL, 2009).
- Resolução CONAMA nº 428/2010, que dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências (BRASIL, 2010).
- Resolução CONAMA nº454/2012, que estabelece diretrizes gerais para o gerenciamento do material a ser dragado (BRASIL, 2012).

## 5. LEVANTAMENTO DOS DADOS FÍSICOS

A fim de conhecer o estado atual do rio em que se pretende implantar a hidrovía, o produto 12 (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023) apresenta levantamentos realizados visando incorporar, de modo multidisciplinar, integrado e sistêmico, fenômenos e processos associados às paisagens, caracterizados como reconhecimento geoecológico (OLIVEIRA, 2019). Entre os dias 21/08/2023 e 01/09/2023, ocorreu a inspeção de 1.245 km do rio Parnaíba e 252 km do rio Balsas.

O levantamento se deu por dois trechos sendo o “Norte” de Amarante/PI a Luís Correia/PI e o “Sul”, de Santa Filomena/PI a Amarante/PI. A composição das equipes envolvidas é relacionada na Tabela 1.

Tabela 1: Equipes envolvidas no levantamento de campo da hidrovía.

Informação	Equipe sul	Equipe norte
Profissionais	5	6
Formação e quantitativo de profissionais	Engenharia Sanitária e Ambiental (2) Engenharia Elétrica (1) Barqueiro (1) Motorista (1)	Engenharia Sanitária e Ambiental (2) Engenharia Civil (1) Barqueiro (1) Motorista (2)
Município inicial	Santa Filomena/PI	Amarante/PI
Município final	Amarante/PI	Parnaíba/PI
Trechos Termo de Referência (TR) abrangidos	Trecho 1 Trecho 2 Trecho 3 Trecho 4 Trecho 5 (Até Amarante)	Trecho 5 (A partir de Amarante) Trecho 6
Apoio terrestre	Sim	Sim

Fonte: Consórcio Intermodal (2023).

Da Figura 1 à Figura 7 estão dispostos os registros de dispositivos móveis e drone, realizados na visita *in loco*.

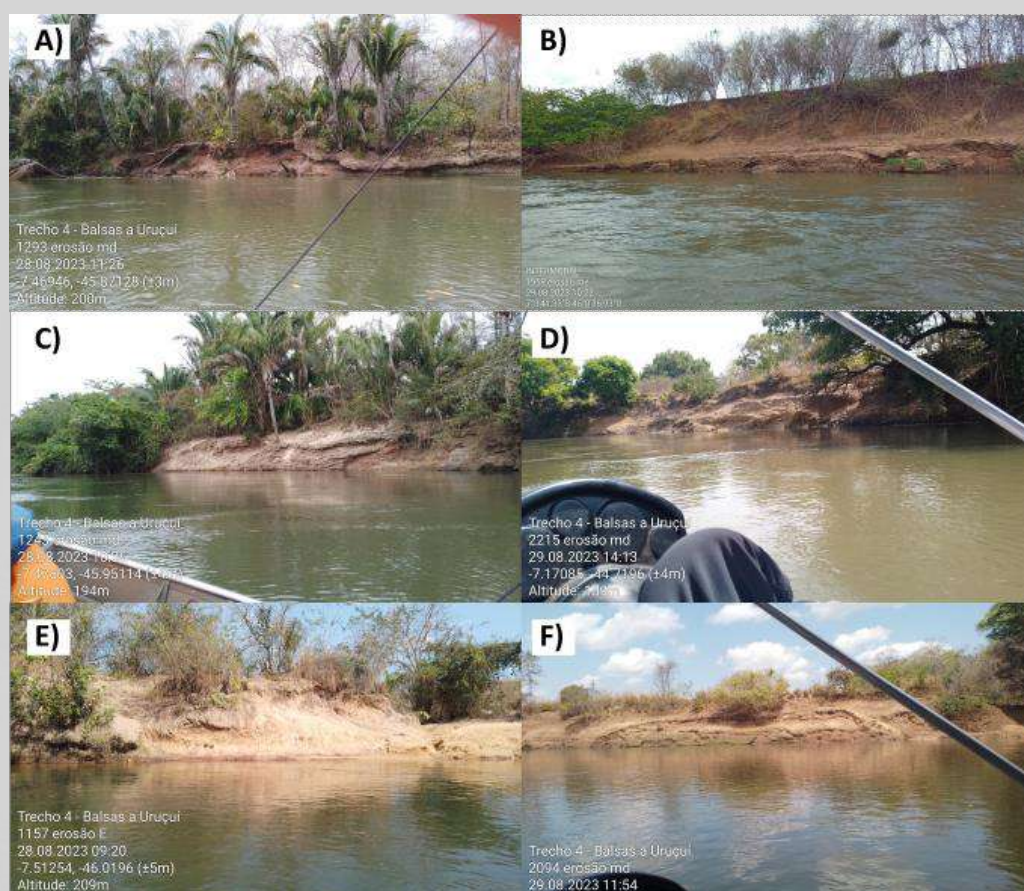
Figura 1: Registro de agricultura no rio.



Fonte: Consórcio Intermodal (2023).

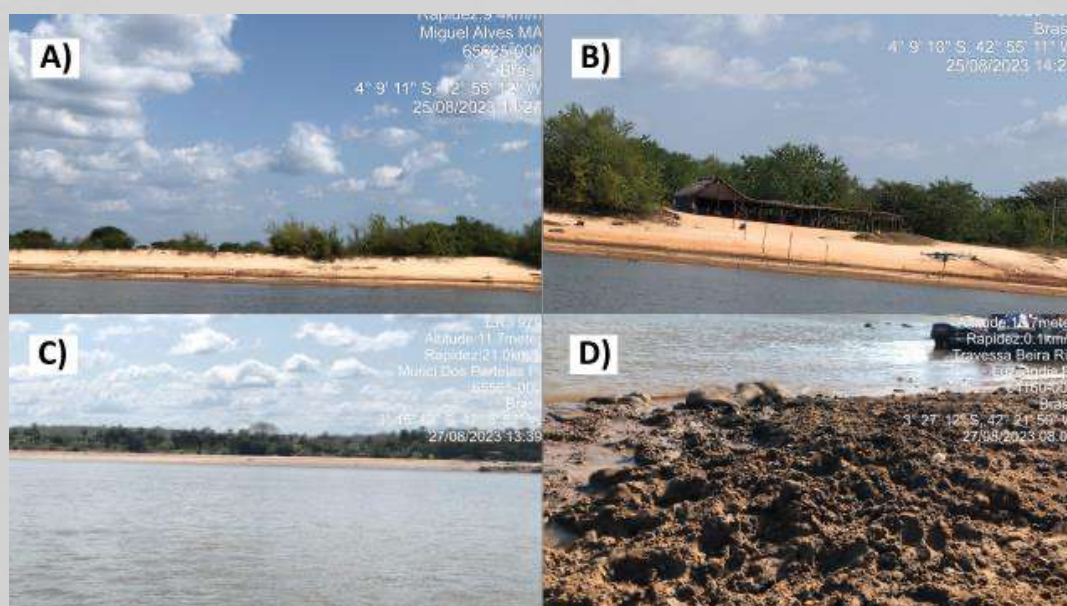


Figura 2: Registros de erosão nas margens.



Fonte: Consórcio Intermodal (2023).

Figura 3: Registros fotográficos das características geomorfológicas e pedológicas observadas.



Fonte: Consórcio Intermodal (2023).



Figura 4: Registros fotográficos de chapadas e paredões rochosos avistado.



Fonte: Consórcio Intermodal (2023).

Figura 5: Bancos de areia avistados.



Fonte: Consórcio Intermodal (2023).

Figura 6: Registro de dragagem no rio.



Fonte: Consórcio Intermodal (2023).

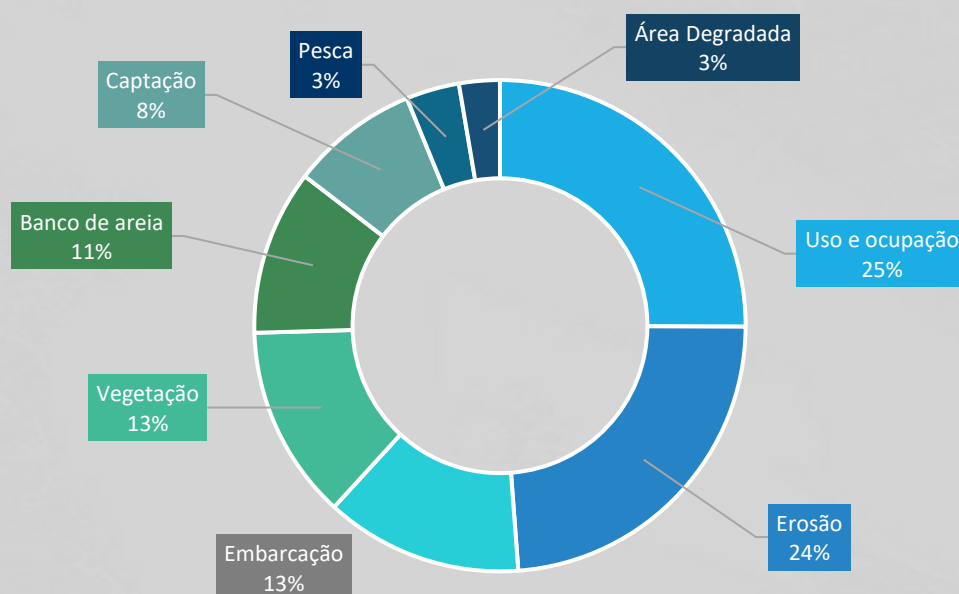
Figura 7: Área de lazer à margem do rio.



Fonte: Consórcio Intermodal (2023).

Dentre as 8437 observações anotadas, as mais frequentes foram: de uso e ocupação existentes (25%), de pontos de erosão (24%), seguidos da presença de embarcações e vegetação (13% cada), expressos na Figura 8.

Figura 8: Percentual de observações socioambientais mapeadas para a hidrovia.



Fonte: Elaboração própria (2023).

## 6. PROJETO GEOMÉTRICO E BALIZAMENTO DO CANAL NAVEGÁVEL

A partir do levantamento batimétrico apresentadas pelo DNIT (2014) foi elaborado projeto geométrico do canal navegável e balizamento compatível.

Uma vez constatada a limitação das dimensões de passagem da Eclusa da Usina Boa Esperança em Guadalupe e do tempo de operação (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023), foi determinado um sistema de transposição utilizando esteiras para atender à demanda de cargas projetada. Desta forma, o

projeto se desenvolve em dois trechos, um à jusante e outra à montante da eclusa, da seguinte forma:

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

Para definir os parâmetros básicos para o projeto geométrico é necessário ter conhecimento do comboio-tipo e suas características. Na Tabela 2, Fonte: Consórcio intermodal (2023).

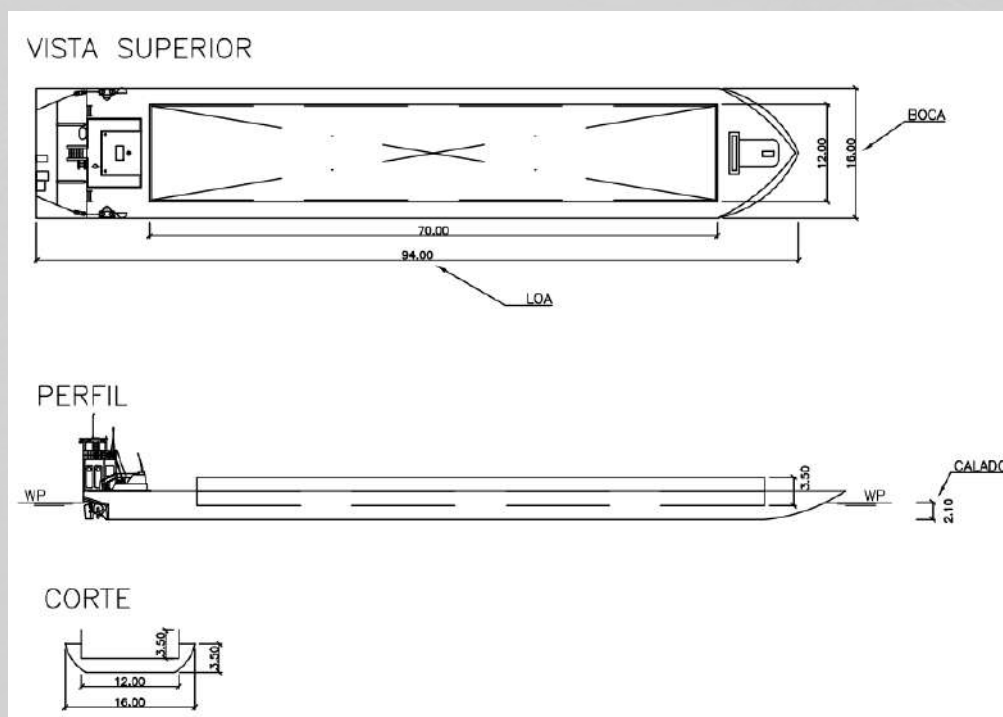
Figura 9 e Figura 10 são apresentadas as informações da embarcação adotada.

Tabela 2: Dimensões e Características Balsa Autopropelida.

<b>Comprimento</b>	<b>94 m</b>
Boca	16 m
Calado	2,1 m
Pontal	3,5 m
Velocidade Estimada	2 sistemas motores/hélices/lemes
Propulsão	9 nós (cruzeiro)
Tripulação Máxima	6 pessoas
Capacidade do Porão	2940 m <sup>3</sup> ou 2118 toneladas

Fonte: Consórcio intermodal (2023).

Figura 9: Comboio-tipo do projeto.



Fonte: Consórcio intermodal (2023).



Figura 10: Representação 3D da embarcação.



Fonte: Consórcio intermodal (2023).

A embarcação será projetada para apresentar boa manobrabilidade por ser autopropulsada e contará com uso de *bow truster*, dispositivo utilizado para auxiliar na manobra principalmente durante a atracação e em trechos mais estreitos (RAMOS, 2024). A utilização deste equipamento permite raios e dimensões menores na hidrovia.

O canal navegável foi dimensionado para atender a navegação *one-way*, visto que canais de uma via são recomendados para canais de pouco tráfego bidirecional simultâneo (PIANC, 2014). Assim, a inversão de curso deve ocorrer nas bacias de evolução previstas no projeto.

Segundo recomendações da PIANC (2014), a largura do canal foi definida em 45 m pela 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.

$\sum W_i$  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 ( $W_{BM}$ ) foi determinada em 1,3B (boca) visto que será uma hidrovia de manobrabilidade boa. Já para o somatório das larguras adicionais para compensação de variáveis ambientais ( $\sum W_i$ ), foram considerados os fatores de 1 a 9 da tabela 3.5 de PIANC (2014), apresentados abaixo.

Tabela 3: 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).
$W_4$	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 $\leq 1,25 \times T$ , 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.

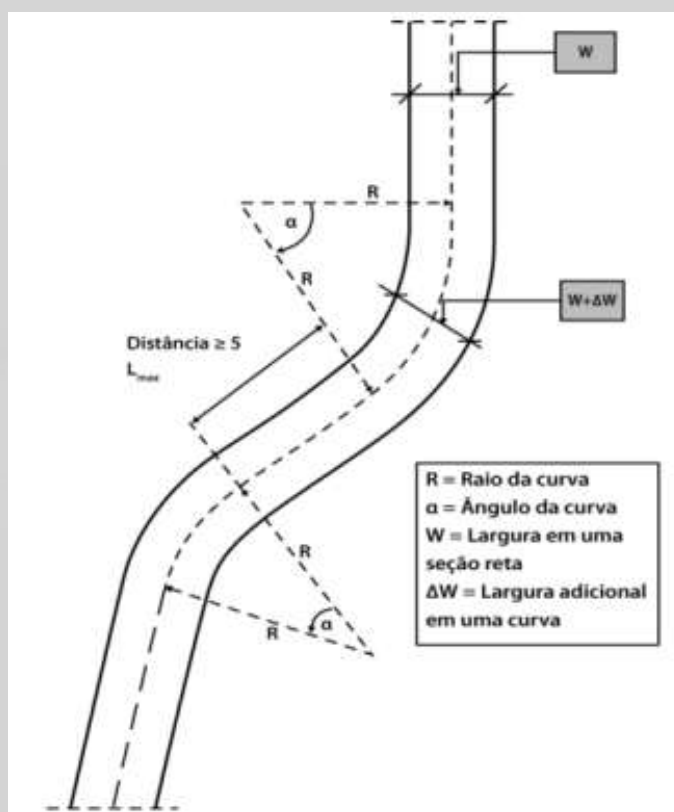
Fonte: Adaptado de PIANC (2014).

Elaboração própria.

Sobre as folgas laterais nas margens esquerda e direita, foram consideradas de mesmo valor, sendo que se trata de canal de baixa velocidade de navegação e talude inclinado, e com bancos de areia nas margens. Logo, o valor é de 0,3B, segundo PIANC (2014). O valor resultante também foi validado diante das recomendações da USACE (2016).

- Em se tratando dos trechos curvos da hidrovia, a PIANC (2014) determina que:
- Os raios de curvatura devem ser maiores que 10 vezes o comprimento do comboio;
- Curvas sucessivas devem ser espaçadas em 5 vezes o comprimento do maior navio projetado;
- Para curvas sucessivas para o mesmo lado, deve haver espaçamento de 3 vezes o comprimento do navio-tipo.

Figura 11: Curvas em um canal.



Fonte: PIANC (2014).

Tabela 4: 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: Consórcio intermodal (2023).

As bacias de evolução, posicionadas preferencialmente em frente a pontos de atracação, por recomendação do Report nº 121 da PIANC (2014), devem ter dimensão de 2 vezes o comprimento da embarcação tipo. Para este projeto, o diâmetro projetado é de 200 m.

Outro parâmetro a ser considerado para o dimensionamento do canal, é a profundidade de projeto. Para isso, é calculada a folga abaixo da quilha (FAQ), distância entre o ponto mais baixo da quilha da embarcação e o fundo do canal. Se caracteriza como uma margem de segurança para garantir a integridade da embarcação, evitando colisões ou encalhe (NORMAM, 2021). Com isso, após a verificação dos requisitos aplicáveis e estudos do DNIT (2014), a FAQ adotada é de 0,20 m.



**NÍVEL DA ÁGUA PROJETADO**

**NÍVEL DE REFERÊNCIA**

**VARIÇÃO DE MARÉ DURANTE O TRÂNSITO E A MANOBRA<sup>2</sup>**

**TOLERÂNCIA PARA CONDIÇÕES DESFAVORÁVEIS<sup>2</sup>**

**FATORES RELATIVOS AO NÍVEL DA ÁGUA**

**CALADO ESTATICO, INCLUINDO TRIM E LIST**

**TOLERÂNCIA PARA INCERTEZAS NO CALADO ESTATICO**

**ALTERAÇÕES NA DENSIDADE DA ÁGUA**

**SQUAT, INCLUINDO TRIM DINÂMICO**

**INCLINAÇÃO DINÂMICA DEVIDO AO VENTO E A GUINADAS**

**TOLERÂNCIA PARA A RESPOSTA A ONDAS**

**FATORES RELATIVOS AO NAVIO**

**FAQ LÍQUIDA**

**TOLERÂNCIA PARA INCERTEZAS NA PROFUNDIDADE (BATIMETRIA E CONDIÇÕES DOS SEDIMENTOS)**

**TOLERÂNCIA PARA ALTERAÇÕES NO FUNDO ENTRE DRAGAGENS**

**TOLERÂNCIA PARA INCERTEZA NA DRAGAGEM**

**FATORES RELATIVOS AO FUNDO**

**FOLGA BRUTA ABAIXO DA QUILHA (FAQ)**

**PROFUNDIDADE NOMINAL DO CANAL**

**PROFUNDIDADE DE DRAGAGEM DO CANAL**

<sup>2</sup> valores que podem ser positivos ou negativos

Ainda seguindo as recomendações da PIANC (2014), foram decididas as seguintes proporções para os taludes:

- 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).

**1. TALUDE DE DRAGAGEM NOS CANAIS E BACIAS DE EVOLUÇÃO**  
esc. 1:400

**2. TALUDE JUNTO AOS BERÇOS DE ATACADAÇÃO DOS TERMINAIS FLUVIAIS**  
esc. 1:400

**3. TALUDE DE DERROGAGEM**  
esc. 1:400

Diagram 1: TALUDE DE DRAGAGEM NOS CANAIS E BACIAS DE EVOLUÇÃO. Scale: 1:400. Slope: 1:3. Cota para dragagem: 2,30 m. Base: 45,00 m. SOLEIRA.

Diagram 2: TALUDE JUNTO AOS BERÇOS DE ATACADAÇÃO DOS TERMINAIS FLUVIAIS. Scale: 1:400. Base: 45,00 m. SOLEIRA.

Diagram 3: TALUDE DE DERROGAGEM. Scale: 1:400. Slope: 1:2. Cota para derrocagem: 2,50 m. Base: 45,00 m. SOLEIRA.



## PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA **BACIA DO RIO PARNAÍBA**

De acordo com o tipo de solo, visando a redução de manutenções e proteção das embarcações, o Ministério de Pesca e Oceanos do Canadá (2001) propõe inclinações laterais dispostas na Tabela 5.

Tabela 5: 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: Traduzido de Governo do Canadá (2001).

Elaboração própria (2024).

Visto que a operação será *one-way*, recomenda-se avaliação de sobrelargura e praças de transbordo a serem projetadas durante estudos de simulações náuticas e manobrabilidade. De toda forma, ainda que não haja necessidade, os cruzamentos devem ocorrer em trechos retilíneos, não deve haver ultrapassagens. Além disso, as embarcações devem ser dotadas de comunicação *Very High Frequency* (VHF), defensas a contrabordo e proa, e emitir sinal sonoro ao realizar manobras próximo a curvas. Todas essas medidas visam minimizar o risco de abalroamento.

Como os levantamentos ainda não permitem atender com precisão às normativas, todas as dimensões do canal e curvas também devem ser verificadas em projeto detalhado por meio de simulações náuticas e estudos de manobrabilidade aprofundados. Em casos em que haja necessidade de sobrelargura em curvas, deve ser prevista dragagem na margem mais côncava. Isto posto, a Tabela 6 resume todas as características do projeto geométrico.

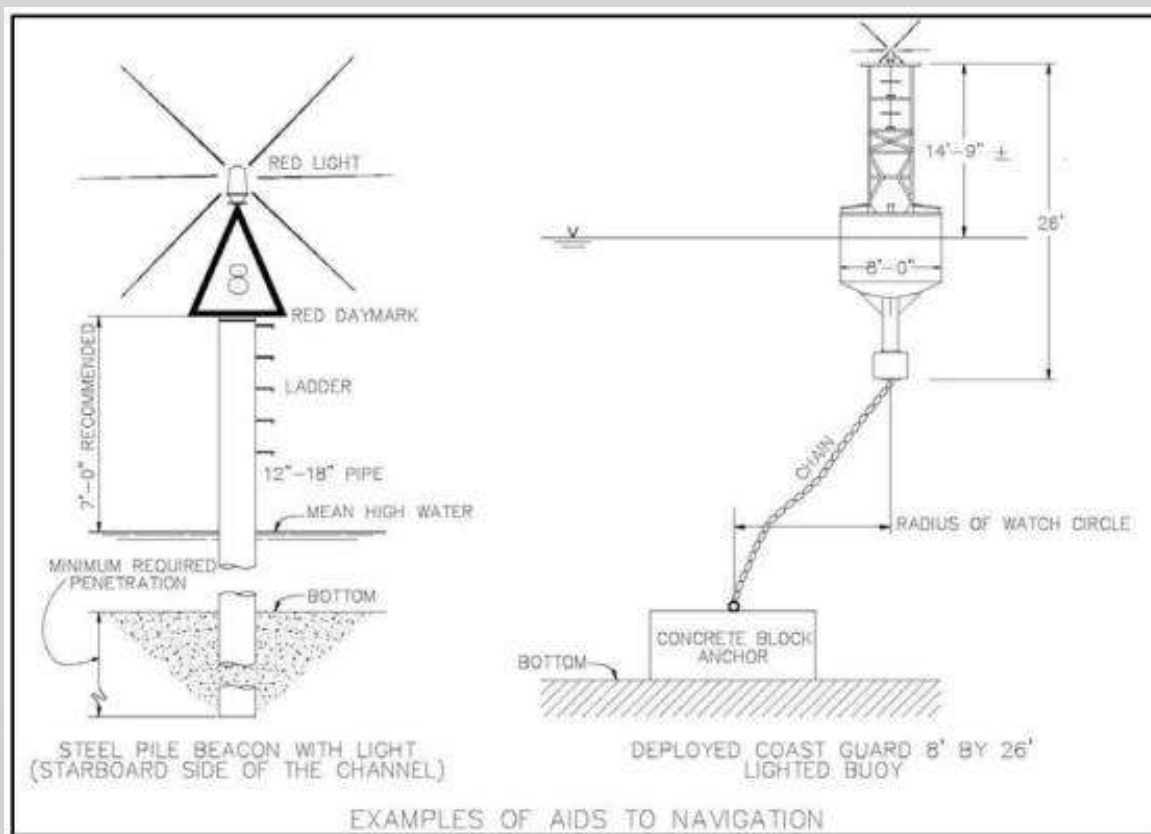
Tabela 6: Resumo do projeto geométrico.

Parâmetro	Projeto
Comboio-tipo	Barcaça autopropulsada (LOA 94 m; Boca: 16 m; Calado 2,1 m; Pontal: 3,5 m)
Largura – trecho retilíneo	45 m
Largura – trecho curvilíneo	Determinado em simulações náuticas
Diâmetro da bacia de evolução	200 m
FAQ	0,2 m
Taludes	dragagem = 1:3 (V:H); junto aos berços = 1:0 (V:H); derrocagem = 1:2 (V:H).
Sobrelarguras	Determinado em simulações náuticas

Fonte: Consórcio intermodal (2023).

Acerca do balizamento e sinalização da hidrovia, foi considerada como premissa do projeto a exigência do uso de Radar e sistema de informação náutica *Automatic Identification System* (AIS) pelas embarcações (Figura 14).

Figura 14: Auxílios à navegação.

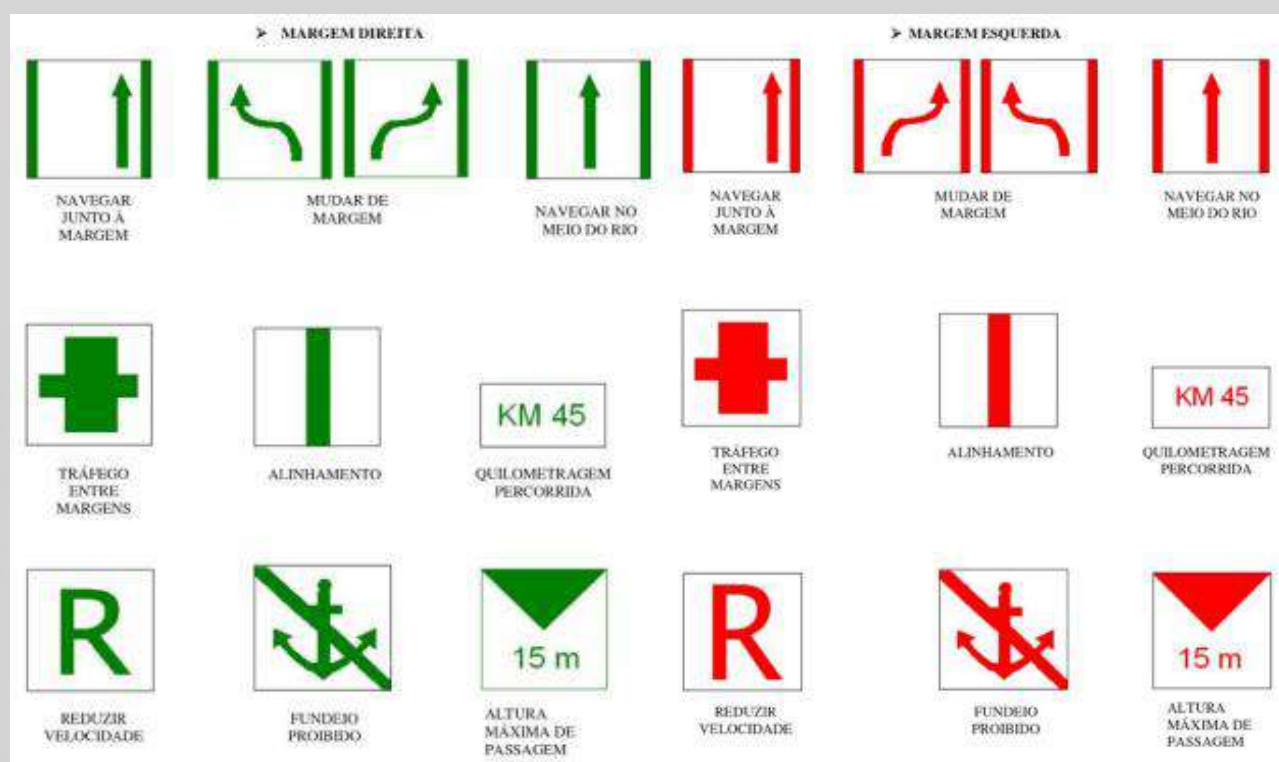


Fonte: US Army Corps of Engineers (2006).

Desta forma, a visibilidade é facilitada e a sinalização em sua maioria pode ser por meio de placas com tinta retrorreflexiva, na cor encarnada na margem direita e verde na margem esquerda, fixadas em postes de concreto de 5 m de altura. A Figura 15 apresenta os padrões utilizados e a Figura 16, os padrões construtivos.



Figura 15: Padrão de sinalização.



Fonte: Marinha do Brasil (2023).

[illegible]

Nos pontos em que há presença prévia de pontes, conforme NORMAM 601/DHN, é projetada sinalização específica indicando maior vão de passagem e marcação dos pilares, representada na Figura 17. A relação de pontes sobre a hidrovia é expressa na Tabela 7.



# PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA **BACIA DO RIO PARNAÍBA**

Tabela 7: 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).

Nos casos em que a profundidade do canal for maior estão previstas boias luminosas construídas e material de polietileno de alta densidade, da cor verde na margem esquerda (bombordo) e encarnada na margem direita (boreste).

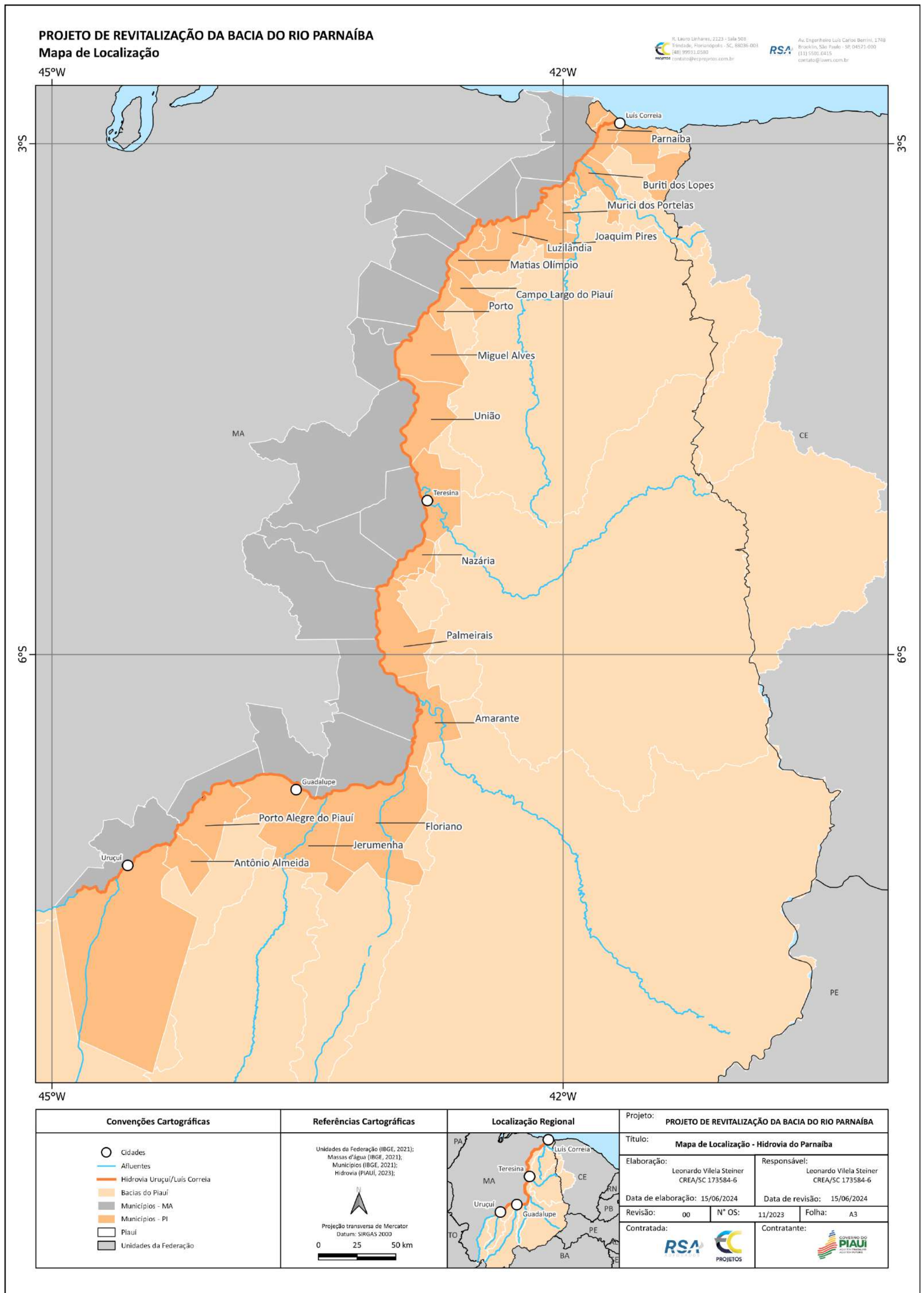
## 7. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE DRAGAGEM E DERROCAMENTO

### 7.1. ÁREA DE INFLUÊNCIA

Após seleção dos trechos viáveis, a hidrovia do Rio Parnaíba está projetada do município de Uruçuí/PI ao Porto de Luís Correia. Portanto, serão 24 municípios contemplados pelas obras de implantação, apresentados na Figura 18.



Figura 18: Mapa de localização.



## 7.2. PROJETO DE DRAGAGEM E DERROCAGEM

Segundo Simões (2009), o serviço de dragagem consiste na remoção de sedimentos de um corpo hídrico com a finalidade de melhorar a navegabilidade, a capacidade do volume de água ou para fins de construção. Já a derrocagem consiste na remoção de rochas e pode envolver o uso de explosivos e equipamentos mais robustos para a execução (NICO; AZEVEDO; TOMI, 2021).

Conforme as proporções da obra, estas atividades podem impactar de forma positiva ou negativa no meio onde são empregadas. Baseada em revisão bibliográfica, a Tabela 8 apresenta vantagens e desvantagens dos aspectos socioeconômicos e físico-biótico deste projeto.

Tabela 8: Quadro-resumo das vantagens e desvantagens provenientes de obras dragagem e derrocagem.

Meio	Vantagens	Desvantagens
<b>Socioeconômico</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Melhoria da navegabilidade do rio e, consequentemente, diminuição do custo operacional do transporte aquaviário e geração de receita;</li><li>• Diminuição de risco de enchentes;</li><li>• Reaproveitamento e usos benéficos para o material dragado;</li><li>• Diminuição de acidentes com embarcações;</li><li>• Estímulo à utilização de novos modais de transporte.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Necessidade contínua de dragagens de manutenção;</li><li>• Perturbação sonora.</li></ul>
<b>Físico-biótico</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Remoção de sedimento contaminado;</li><li>• Ampliação da capacidade hidráulica do sistema fluvial.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Alteração na hidrodinâmica do rio;</li><li>• Alteração da qualidade da água;</li><li>• Efeitos adversos na biota aquática;</li><li>• Alteração geomorfológica do meio.</li></ul>

Elaboração própria (2024).

### 7.2.1. Trechos considerados

Após a análise dos levantamentos realizados, foi constatado que os trechos a serem avaliados devem ser o que apresentem melhor navegabilidade sem grande quantitativo de dragagem e derrocagem. Também devem ser levados em consideração municípios do estado com alto potencial de movimentação de carga de graneis sólidos. Desta forma, os trechos selecionados foram 4, 5 e 6 da segmentação disposta nos estudos do DNIT (2014).

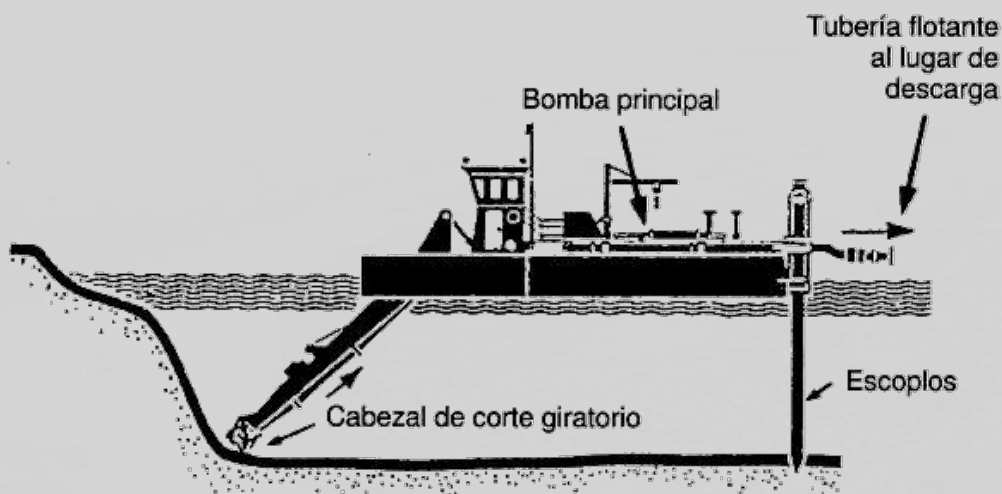
Apresentadas as características do canal navegável e selecionados os trechos, o volume total a ser dragado é de 19.634.268,00 m<sup>3</sup> e o volume derrocado de 3.870.061,00 m<sup>3</sup>.

### 7.2.2. Técnicas adotadas

O tipo de draga escolhida para o projeto é de sucção e corte, sucção e recalque, ou ainda *Cutter Suction Dredge* (CSD). O funcionamento do serviço de dragagem se dá através de uma ferramenta

rotativa de corte, que pode variar conforme tipo de material dragado, conectada a um tubo de sucção que permite direcionar o material para a área destinada.

Figura 19: Draga cortadora / sucção e recalque (Cutter Suction Dredge – CSD).



Fonte: Dragagem Sul (2011).

Suas características operacionais permitem atender uma grande variedade de tipos de solo, entre eles areia, cascalho, argila e rocha macia. Ainda, permite o reaproveitamento de material disposto em bora-fora. No caso da derrocagem, os equipamentos escolhidos foram retroescavadeiras hidráulicas que extraem o material por meio mecânico, uma vez que se notou a presença de arenito, considerado friável e que dispensa o uso de explosivos.

Figura 20: Escavadeira hidráulica com martelo hidráulico.



Fonte: Scave (2024).

### 7.2.3. Áreas de bota-fora para aproveitamento

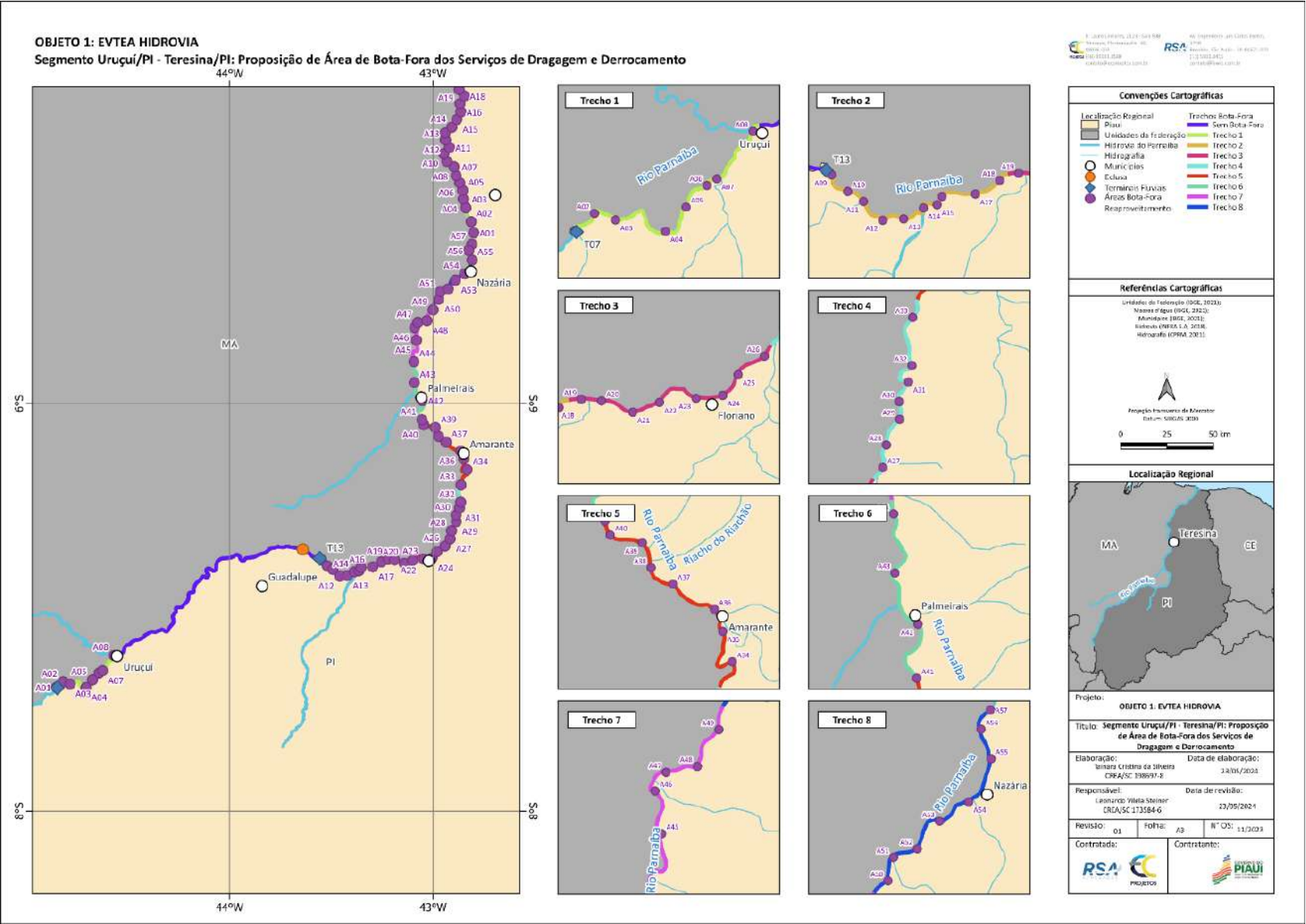
Uma vez que as dragas consideradas no projeto não dispõem de armazenamento de material, se faz necessário alocar áreas de bota fora em acordo com o alcance do tubo de sucção da draga às



margens do rio. A fim de possibilitar o uso benéfico do material dragado, o projeto deve se balizar pela resolução CONAMA nº 420 de 2009 (BRASIL, 2009).

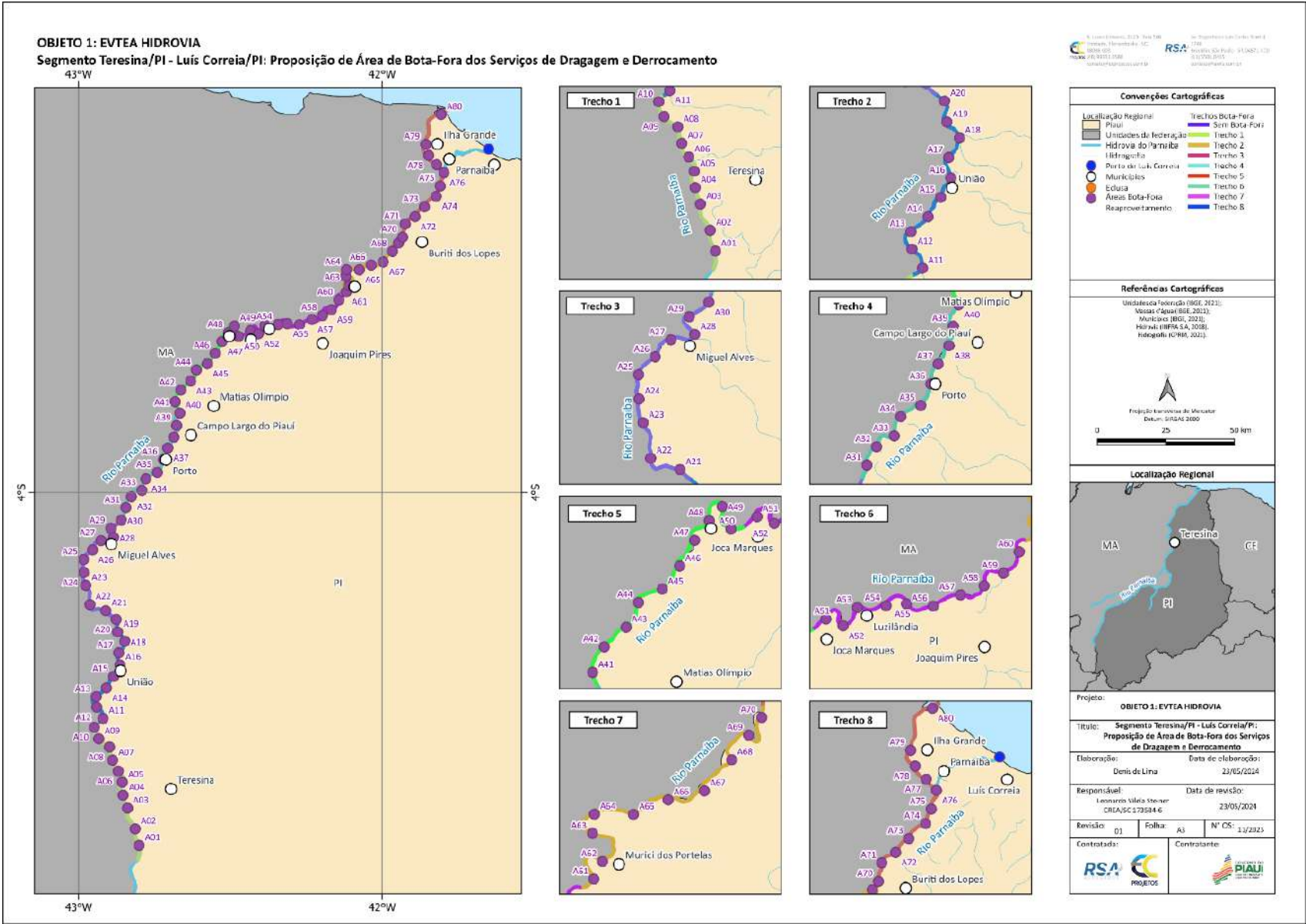
Desta forma, por meio de ferramenta de Sistema de Informação Geográfica (SIG), foi realizado mapeamento de 57 localidades no trecho entre Uruçuí/PI e Teresina/PI e outras 80 localidades entre o trecho de Teresina/PI – Luís Correia/PI, considerada a distância de 5km entre cada ponto.

Figura 21: Proposição inicial das áreas de bota-fora para reaproveitamento (Uruçuí/PI – Teresina/PI).



Fonte: Elaboração própria (2024).

Figura 22: Proposição inicial das áreas de bota-fora para reaproveitamento (Teresina/PI – Luís Correia/PI).



Fonte: Elaboração própria (2024).



Após o mapeamento de localidades potenciais, foi aplicado o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para seleção das áreas de bota-fora. Segundo Vargas (2010), o método tem como base o estabelecimento da hierarquia de critérios classificados por pesos, que posteriormente são submetidos a uma análise por comparação par a par.

Através da metodologia proposta por Saaty (2005), foram determinados pesos por uma matriz de comparação em escala de importância. Os critérios adotados neste projeto podem ser observados na Tabela 9 e a matriz de comparação para obtenção do vetor de prioridade na Tabela 10. O critério de maior peso foi direcionado para interceptação com áreas protegidas, seguido de uso do solo e proximidade com acessos.

Tabela 9: Critérios 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.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Tabela 10: Matriz de comparação par a par.

Critérios	Proximidade com Acessos	Interceptação com áreas protegidas	Vulnerabilidade a inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade a erosão	Prioridades
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

Fonte: Elaboração própria (2024).

Definido o vetor de prioridade, na Tabela 11 foram correlacionados dados geoespaciais com os critérios de avaliação das bases abaixo:

- 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 11: 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
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).

Fonte: Elaboração Própria (2024).

Para o critério de proximidade de acessos foram fixadas faixas de distâncias para cada trecho, que são apresentadas na Tabela 12 as distâncias do segmento Uruçuí/PI – Teresina/PI, e na Tabela 13 as do trecho Teresina/PI – Luís Correia/PI

Tabela 12: 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

Fonte: Elaboração própria (2024).

Tabela 13: 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
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

Fonte: Elaboração própria (2024).

No total, foram selecionadas 16 áreas de bota-fora com potencial de reaproveitamento, uma por sub-trecho, sendo priorizadas as localizações próximas aos terminais fluviais. Na Tabela 14 e na Tabela 15 são apresentados os resultados.

Tabela 14: 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



Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
	A24	Boa	Limítrofe (<3km)	Alta	Agricultura	Baixa	2,16
	A19	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11
	A20	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11
	A23	Boa	Limítrofe (<3km)	Alta	Floresta	Baixa	1,92
Trecho 4	A28	Regular	Não Intercepta	Média	Agricultura	Baixa	2,51
	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
Trecho 5	A34	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
	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
Trecho 6	A41	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
	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
Trecho 7	A48	Boa	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,43
	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

Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
	A46	Ruim	Limítrofe (<3km)	Média	Floresta	Baixa	1,68
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.

Fonte: Elaboração própria (2024).

Tabela 15: 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
	A05	Ruim	Não Intercepta	Média	Floresta	Baixa	2,11

Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
	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
	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

Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
	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
	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



Bota-Fora		Proximidade acessos	Áreas protegidas	Vulnerabilidade inundação	Uso Solo	Vulnerabilidade erosão	Total
	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.

Fonte: Elaboração própria (2024).

#### 7.2.4. Possibilidades de reaproveitamento

No processo de dragagem ou derrocagem de sedimentos, o volume extraído pode ser empregado em usos benéficos ambientais, sociais e econômicos, visto que estas ações têm potencial de reduzir danos ambientais por meio da disposição em solo ou água (BRASIL, 2012).

Após a aplicação do método AHP para escolha de áreas de bota-fora, foram relacionados na Tabela 16 os municípios com potenciais usos para reaproveitamento do material dragado e derrocado, entre Uruçuí/PI e Luís Correia/PI, priorizados no Caderno de Metodologia do projeto.

Tabela 16: Municípios avaliados nos Eixos 2, 4, 5 e 7 para priorização de ações de revitalização.

Município	Área (km²)	População (2022)
Teresina	1398,9	866.300
Parnaíba	413,68	162.159
Floriano	3403,9	62.036
União	1170,32	46.119
Miguel Alves	1390,97	32.150
Luís Correia	1074,01	30.641
Luzilândia	709,2	25.375
Uruçuí	8403,66	25.203
Buriti dos Lopes	686,87	19.654
Amarante	1150,51	17.234
Joaquim Pires	740,41	13.886
Palmeirais	1494,48	13.264
Porto	252,26	12.052
Matias Olímpio	223,78	10.641
Guadalupe	1029,12	10.270
Nazária	359,87	10.262
Murici dos Portelas	480,34	9.797
Ilha Grande	152,88	9.274
Madeiro	179,75	8.032
Campo Largo do Piauí	495,35	7.419
Joca Marques	165,17	5.394
Jerumenha	1868,45	4.497
Antônio Almeida	643,99	3.152
Porto Alegre do Piauí	1167,08	2.364

Fonte: Brasil (2024).

Elaboração própria.

Havendo áreas selecionadas, a Resolução CONAMA nº 454 de 2012 expõe formas de empregar o material dragado bem como parcerias que podem ser firmadas entre instituições públicas e privadas (BRASIL, 2012). A Tabela 17 relaciona os usos expressos na Resolução com a descrição de possíveis aplicações, segundo Castro e Almeida (2012).

Tabela 17: 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></ul>

Uso benéfico	Descrição
	<ul style="list-style-type: none"> <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).

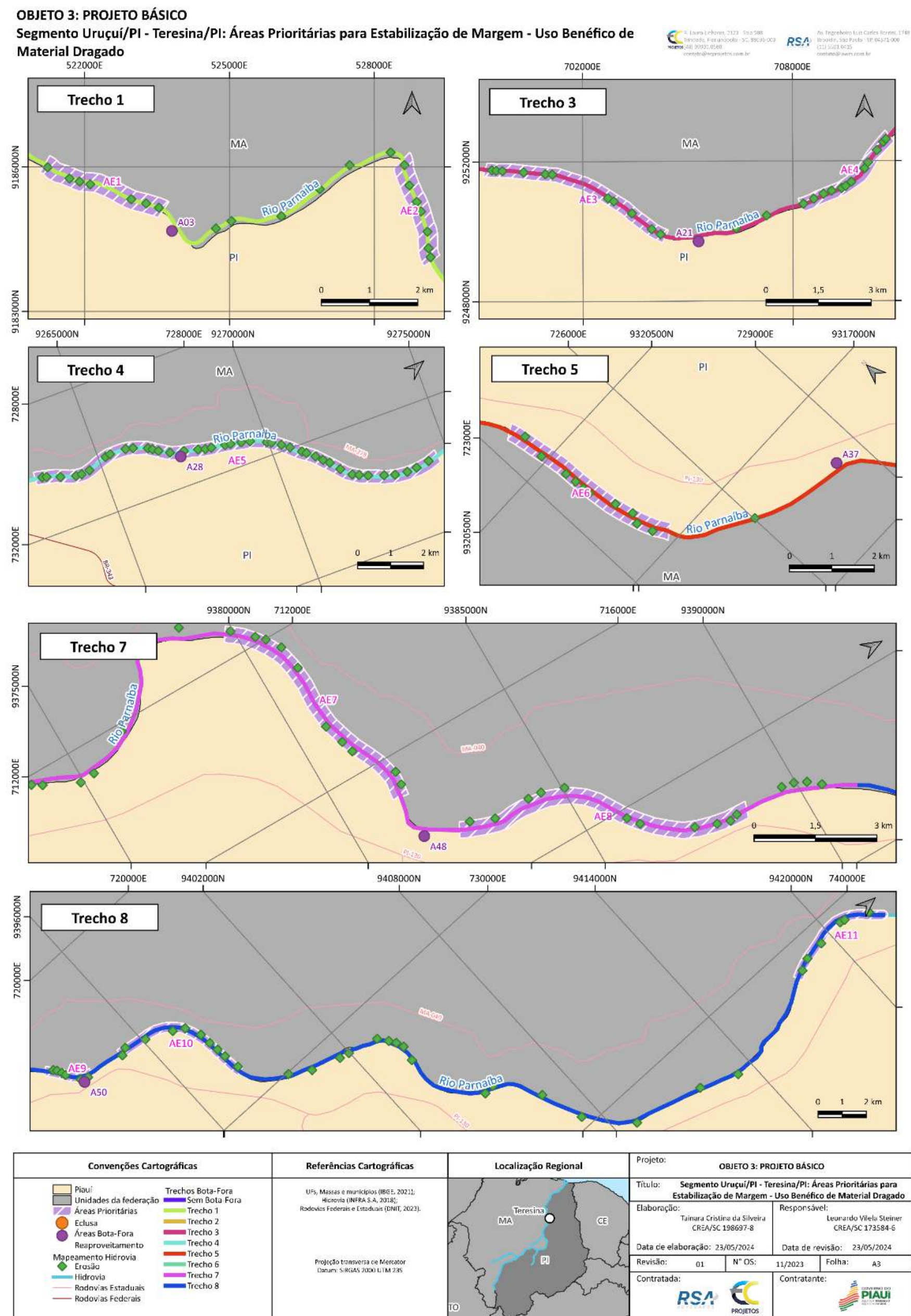
Apesar de ser uma medida benéfica, é de suma importância se atentar para o tratamento devido deste material. De acordo com o tipo de uso, devem ser feitas análises de sedimentos, sondagens, secagem, retirada de substâncias indesejadas ou adição de materiais que atinjam propriedades desejadas (BRASIL, 2012).

Neste projeto é recomendada a utilização do material nas obras civis e de atracação dos terminais fluviais, além das margens do próprio rio, principalmente para estabilidade de margens e taludes. A apresentam áreas prioritárias para uso benéfico relacionadas com pontos de erosão observados nos levantamentos do Produto 12 do Projeto Integrador Intermodal do Piauí (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023).

Figura 23 e a Figura 24 apresentam áreas prioritárias para uso benéfico relacionadas com pontos de erosão observados nos levantamentos do Produto 12 do Projeto Integrador Intermodal do Piauí (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2023).



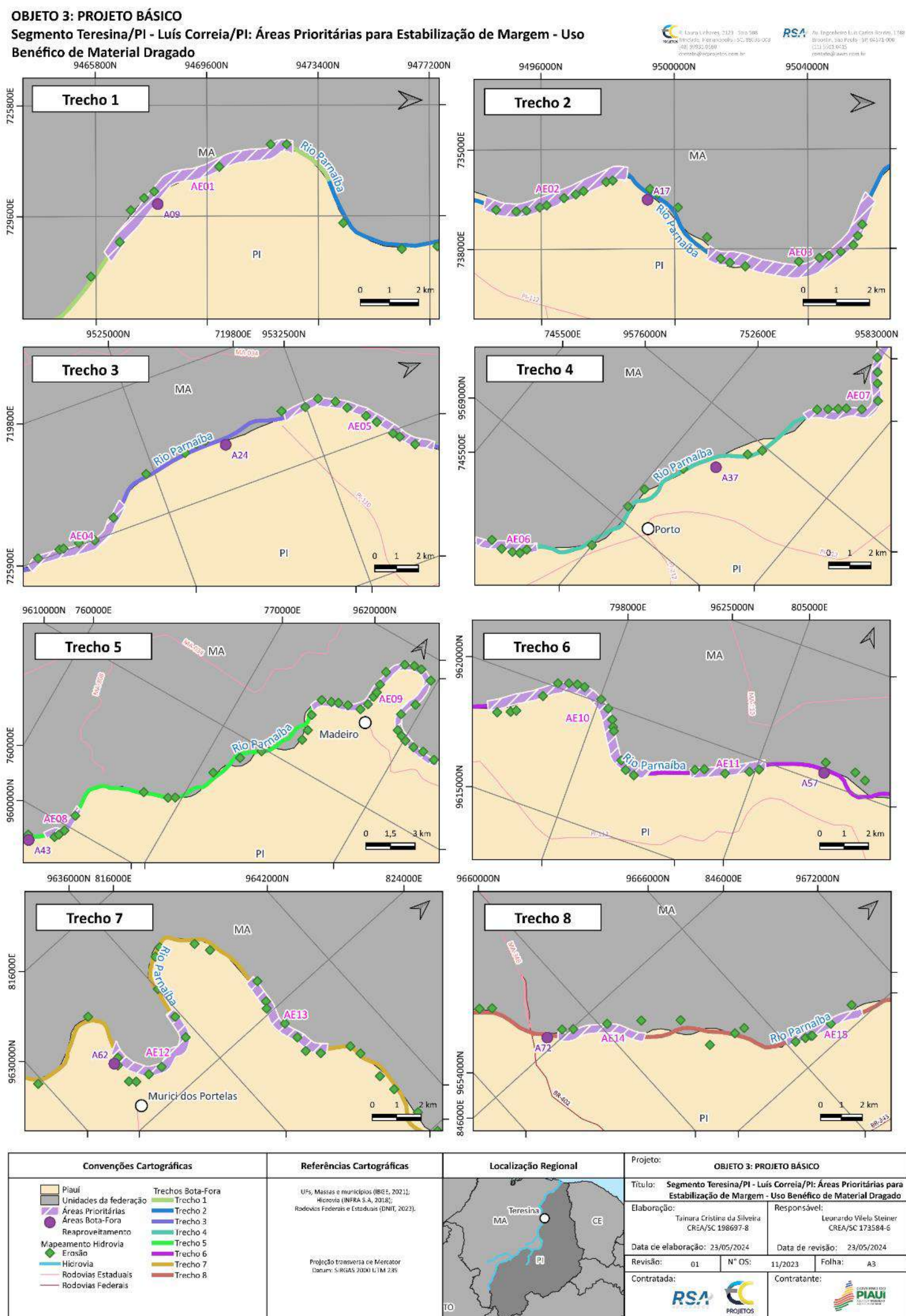
Figura 23: Áreas prioritárias para uso benéfico de material dragado através da estabilização das margens no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI.



Fonte: Elaboração própria (2024).



Figura 24: Áreas prioritárias para uso benéfico de material dragado através da estabilização das margens no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI.



Fonte: Elaboração própria (2024).

### 7.3. ACOMPANHAMENTO E SUPERVISÃO AMBIENTAL

#### 7.3.1. Pré-dragagem e derrocagem

##### 7.3.1.1. Levantamentos batimétricos

Por ser uma característica em constante alteração devido as altas taxas de assoreamento, o volume a ser dragado deve ser sempre verificado antes da execução dos serviços. É de extrema importância que sejam feitas campanhas periódicas de batimetria para obter taxas de assoreamento mais assertivas e orçamentos coerentes.

Dito isto, é recomendado que no mínimo ao iniciar e ao finalizar as obras, sejam feitos levantamentos batimétricos de todo o canal.

#### 7.3.2. Dragagem e derrocagem

##### 7.3.2.1. Monitoramento de qualidade da água

A Resolução CONAMA nº357/2005 (BRASIL, 2005) dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. A resolução ainda classifica os corpos hídricos brasileiros em treze classes, conforme a qualidade requerida para os seus usos preponderantes (BRASIL, 2005).

Análises da qualidade da água serão realizadas trimestralmente ao longo da hidrovía entre Uruçuí/PI e Porto de Luís Correia/PI, em 40 pontos de monitoramento. Esses pontos, localizados próximos aos usados no monitoramento de sedimentos do Projeto Integrador Intermodal do Piauí, ajudarão a criar um histórico da qualidade da água e do Eixo 4 – Qualidade da água.

Os parâmetros a serem coletados e avaliados são os definidos pelo Art. 15 da Resolução Conama nº 357 de 17 de março de 2005 para rios de água doce classe 2 (Tabela 18) (BRASIL, 2005).

Tabela 18: Parâmetros de qualidade da água superficial – Conama nº 357/2005.

Grupo	Parâmetros	Valor máximo	Unidade
Físico-Químico	pH	6 a 9	
	Coliformes Termotolerantes	1000	UFC/100ml
	Cor verdadeira	75	mg/L
	Turbidez	100	UNT
	DBO	5	mg/L
	Oxigênio dissolvido	5	mg/L
	Clorofila a	30	µg/L
	Cianobactérias	50.000	cel/mL
	Sólidos Dissolvidos Totais	500	mg/L
Inorgânicos	Alumínio dissolvido	0,1	mg/L
	Antimônio	0,005	mg/L
	Arsênio total	0,01	mg/L
	Bário total	0,7	mg/L
	Berílio total	0,04	mg/L
	Boro total	0,5	mg/L
	Cadmio total	0,001	mg/L
	Chumbo total	0,01	mg/L
	Cianeto livre	0,005	mg/L
	Cloreto total	250	mg/L

Grupo	Parâmetros	Valor máximo	Unidade
	Cloro residual total (combinado + livre)	0,01	mg/L
	Cobalto total	0,05	mg/L
	Cobre dissolvido	0,009	mg/L
	Cromo total	0,05	mg/L
	Ferro dissolvido	0,3	mg/L
	Fluoreto total	1,4	mg/L
	Fósforo total (ambiente lântico)	0,03	mg/L
	Fósforo total (ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico)	0,05	mg/L
	Fósforo total (ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários)	0,1	mg/L
	Lítio total	2,5	mg/L
	Manganês total	0,1	mg/L
	Mercúrio total	0,0002	mg/L
	Níquel total	0,025	mg/L
	Nitrato	10	mg/L
	Nitrito	1	mg/L
	Nitrogénio amoniacal total $\text{pH} \leq 7,5$	3,7	mg/L
	Nitrogénio amoniacal total $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$	2	mg/L
	Nitrogénio amoniacal total $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$	1	mg/L
	Nitrogénio amoniacal total $\text{pH} > 8,5$	0,5	mg/L
	Prata total	0,01	mg/L
	Selénio total	0,01	mg/L
	Sulfato total	250	mg/L
	Sulfeto ( $\text{H}_2\text{S}$ não dissociado)	0,002	mg/L
	Uranio total	0,02	mg/L
	Vanádio total	0,1	mg/L
	Zinco total	0,18	mg/L
Orgânicos	Acrilamida	0,5	$\mu\text{g/L}$
	Alacloro	20	$\mu\text{g/L}$
	Aldrin + Dieldrin	0,005	$\mu\text{g/L}$
	Atrazina	2	$\mu\text{g/L}$
	Benzeno	0,005	mg/L
	Benzydina	0,001	$\mu\text{g/L}$
	Benzo(a)antraceno	0,05	$\mu\text{g/L}$
	Benzo(a)pireno	0,05	$\mu\text{g/L}$
	Benzo(b)fluoranteno	0,05	$\mu\text{g/L}$
	Benzo(k)fluoranteno	0,05	$\mu\text{g/L}$
	Carbaril	0,02	$\mu\text{g/L}$
	Clordano (cis + trans)	0,04	$\mu\text{g/L}$
	2-Clorofenol	0,1	$\mu\text{g/L}$
	Criseno	0,05	$\mu\text{g/L}$
	2,4-D	4	$\mu\text{g/L}$



Grupo	Parâmetros	Valor máximo	Unidade
	Demeton (Demeton-O + Demeton-S)	0,1	µg/L
	Dibenzo(a,h)antraceno	0,05	µg/L
	1,2-Dicloroetano	0,01	µg/L
	1,1-Dicloroetano	0,003	mg/L
	2,4-Diclorofenol	0,3	µg/L
	Diclorometano	0,02	mg/L
	DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0,002	µg/L
	Dodecacloro pentaciclododecano	0,001	µg/L
	Endossulfan (C1 + 0 + sulfato)	0,056	µg/L
	Endrin	0,004	µg/L
	Estireno	0,02	mg/L
	Etilbenzeno	90	µg/L
	Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,003	mg/L
	Glifosato	65	µg/L
	Gution	0,005	µg/L
	Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01	µg/L
	Hexaclorobenzeno	0,006	µg/L
	Indeno(1,2,3-cd)pireno	0,05	µg/L
	Lindano (/HCH)	0,02	µg/L
	Malation	0,1	µg/L
	Metolacloro	10	µg/L
	Metoxicloro	0,03	µg/L
	Paration	0,04	µg/L
	PCBs - Bifenilas policloradas	0,001	µg/L
	Pentaclorofenol	0,009	mg/L
	Simazina	2	µg/L
	Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno	0,5	mg/L
	2,4,5-T	2	µg/L
	Tetracloroeto de carbono	0,002	mg/L
	Tetracloroetano	0,01	mg/L
	Tolueno	2	µg/L
	Toxafeno	0,01	µg/L
	2,4,5-TP	10	µg/L
	Tributilestanho	0,063	µg/L
	Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB)	0,02	mg/L
	Tricloroetano	0,03	mg/L
	2,4,6-Triclorofenol	0,01	mg/L
	Trifluralina	0,2	µg/L
	Xileno	300	µg/L

Fonte: Brasil (2005).

Elaboração própria.

#### 7.3.2.2. Monitoramento de qualidade de sedimentos

A Resolução CONAMA nº 454/2012 estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional e a sua disposição final, aplicando-se para fins de implantação, aprofundamento, manutenção ou ampliação de canais

hidroviários, da infraestrutura aquaviária dos portos, terminais e outras instalações portuárias, públicos e privados, civis e militares, bem como às dragagens para outros fins (BRASIL, 2012).

o Art. 3º da resolução estabelece que para caracterizar as intervenções e os processos de dragagem deverá ser apresentado ao órgão ambiental licenciador plano conceitual de dragagem, que conterá o seguinte conjunto de dados e informações (BRASIL, 2012):

- Levantamento batimétrico da área a ser dragada;
- Apresentação das cotas pretendidas e cotas de eventual projeto anterior;
- Delimitação da área a ser dragada com coordenadas georreferenciadas;
- Volume a ser dragado;
- Delimitação das áreas de disposição propostas, com suas coordenadas georreferenciadas;
- Cronograma de execução;
- Características dos equipamentos de dragagem.

O Art. 4º da resolução define que o material a ser dragado deverá ser caracterizado de acordo com as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais definidos nesta Resolução, ficando dispensando de caracterização ambiental prévia o material a ser dragado que atenda a pelo menos uma das seguintes condições (BRASIL, 2012):

- I. quando a dragagem ocorrer no atendimento a casos de emergência ou calamidade pública, decretadas ou declaradas oficialmente;
- II. proveniente de áreas com monitoramento regular do sedimento de acordo com os critérios definidos pelo órgão ambiental licenciador, com base nesta Resolução;
- III. proveniente de áreas que não apresentem histórico de contaminação, considerando o uso e ocupação do solo ou comprovados por dados representativos de caracterização do sedimento, a critério do órgão ambiental licenciador;
- IV. oriundo de "terras caídas"; ou
- V. oriundo de dragagem de manutenção e sujeito a programa de monitoramento da área a dragar, aprovado e acompanhado pelo órgão ambiental licenciador.

Conforme o Art. 6º a caracterização física do material a ser dragado será expressa pelo seu volume e classificação granulométrica, realizada de acordo com a 1ª Etapa do Item 2 do Anexo (BRASIL, 2012).

A classificação granulométrica deverá ser realizada comparando os resultados obtidos na análise granulométrica com os valores da Tabela 19.

Tabela 19. Classificação granulométrica dos sedimentos

Classificação	Phi ( $\phi$ )*	(mm)
Areia muito grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia média	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125 a 0,062
Silte	4 a 8	0,062 a 0,00349
Argila	8 a 12	0,00349 a 0,0002

Fonte: Brasil (2012).

Elaboração própria.

\* Phi ( $\phi$ ) corresponde à unidade de medida do diâmetro da partícula do sedimento, cuja equivalência em milímetros (mm) é apresentada na coluna 3 da Tabela 19.

A caracterização química do material a dragar deve determinar as concentrações das substâncias poluentes contidas na fração total da amostra. Para disposição em solo, a comparação dos resultados deve ser realizada com os valores nacionais estabelecidos para solos pela Resolução CONAMA no 420/2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas ou norma estadual vigente. Para disposição em águas sob jurisdição nacional, os resultados serão comparados com os níveis de classificação do material a ser dragado, previstos na Tabela 20.

Tabela 20: Níveis de classificação do material a ser dragado.

Poluentes		Níveis de classificação			
		Água doce		Água Salina-salobra	
		Nível 1	Nível 2	Nível 1	Nível 2
Metais Pesados e Arsênio (mg/kg)	Arsênio (As)	5,9 <sup>1</sup>	17 <sup>1</sup>	8,2 <sup>2</sup>	70 <sup>2</sup>
	Cádmio (Cd)	0,6 <sup>1</sup>	3,5 <sup>1</sup>	1,2 <sup>2</sup>	9,6 <sup>2</sup>
	Chumbo (Pb)	35 <sup>1</sup>	91,3 <sup>1</sup>	46,7 <sub>2</sub>	218 <sup>2</sup>
	Cobre (Cu)	35,7 <sup>1</sup>	197 <sup>1</sup>	34 <sup>2</sup>	270 <sup>2</sup>
	Cromo (Cr)	37,3 <sup>1</sup>	90 <sup>1</sup>	81 <sup>2</sup>	370 <sup>2</sup>
	Mercúrio (Hg)	0,17 <sup>1</sup>	0,486 <sup>1</sup>	0,15 <sub>2</sub>	0,71 <sup>2</sup>
	Níquel (Ni)	18 <sup>3</sup>	35,9 <sup>3</sup>	20,9 <sub>2</sub>	51,6 <sup>2</sup>
	Zinco (Zn)	123 <sup>1</sup>	315 <sup>1</sup>	150 <sup>2</sup>	410 <sup>2</sup>
Biocidas Organoclorados (µg/kg)	BHC (Alfa-BHC) (µg/kg)	-	-	0,32 <sub>3</sub>	0,99 <sup>3</sup>
	BHC (Beta-BHC)	-	-	0,32 <sub>3</sub>	0,99 <sup>3</sup>
	BHC (Delta-BHC)	-	-	0,32 <sub>3</sub>	0,99 <sup>3</sup>
	BHC (Gama-BHC / Lindano)	0,94 <sup>1</sup>	1,38 <sup>1</sup>	0,32 <sup>1</sup>	0,99 <sup>1</sup>
	Clordano (Alfa)	-	-	2,26 <sub>3</sub>	4,79 <sup>3</sup>
	Clordano (Gama)	-	-	2,26 <sub>3</sub>	4,79 <sup>3</sup>
	DDD	3,54 <sup>1</sup>	8,51 <sup>1</sup>	1,22 <sup>1</sup>	7,81 <sup>1</sup>
	DDE	1,42 <sup>1</sup>	6,75 <sup>1</sup>	2,07 <sup>1</sup>	374 <sup>1</sup>
	DDT	1,19 <sup>1</sup>	4,77 <sup>1</sup>	1,19 <sup>1</sup>	4,77 <sup>1</sup>
	Dieldrin	2,85 <sup>1</sup>	6,67 <sup>1</sup>	0,71 <sup>1</sup>	4,3 <sup>1</sup>
	Endrin	2,67 <sup>1</sup>	62,4 <sup>1</sup>	2,67 <sup>1</sup>	62,4 <sup>1</sup>
PCBs	Bifenilas Policloradas	34,1 <sup>1</sup>	277 <sup>1</sup>	22,7 <sup>1</sup>	180 <sup>2</sup>

Poluentes		Níveis de classificação				
		Água doce		Água Salina-salobra		
		Nível 1	Nível 2	Nível 1	Nível 2	
(µg/kg)	– Totais					
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HAPs (µg/kg)	Grupo A	Benzo(a)antraceno	31,7 <sub>1</sub>	385 <sup>1</sup>	74,8 <sup>1</sup>	693 <sup>1</sup>
		Benzo(a)pireno	31,9 <sub>1</sub>	782 <sup>1</sup>	88,8 <sup>1</sup>	763 <sup>1</sup>
		Criseno	57,1 <sub>1</sub>	862 <sup>1</sup>	108 <sup>1</sup>	846 <sup>1</sup>
		Dibenzo(a,h)antraceno	6,22 <sub>1</sub>	135 <sup>1</sup>	6,22 <sup>1</sup>	135 <sup>1</sup>
	Grupo B	Acenafteno	6,71 <sub>1</sub>	88,9 <sup>1</sup>	16 <sup>2</sup>	500 <sup>2</sup>
		Acenaftileno	5,87 <sub>1</sub>	128 <sup>1</sup>	44 <sup>2</sup>	640 <sup>2</sup>
		Antraceno	46,9 <sub>1</sub>	245 <sup>1</sup>	85,3 <sub>2</sub>	1100 <sub>2</sub>
		Fenantreno	41,9 <sub>1</sub>	515 <sup>1</sup>	240 <sup>2</sup>	1500 <sub>2</sub>
		Fluoranteno	111 <sup>1</sup>	2355 <sup>1</sup>	600 <sup>2</sup>	5100 <sub>2</sub>
		Fluoreno	21,2 <sub>1</sub>	144 <sup>1</sup>	19 <sup>2</sup>	540 <sup>2</sup>
		2- Metilnaftaleno	20,2 <sub>1</sub>	201 <sup>1</sup>	70 <sup>1</sup>	670 <sup>1</sup>
		Naftaleno	34,6 <sub>1</sub>	391 <sup>1</sup>	160 <sup>2</sup>	2100 <sub>2</sub>
		Pireno	53 <sup>1</sup>	875 <sup>1</sup>	665 <sup>2</sup>	2600 <sub>2</sub>
	Soma de HAPs		1000		3000	

Fonte: Brasil (2012).

Elaboração própria.

O Art. 11. Estabelece que a caracterização química do material a ser dragado deve incluir as determinações de carbono orgânico e nutrientes previstas na Tabela 21, para subsidiar o acompanhamento de processo de eutrofização em áreas selecionadas para disposição sujeitas a esse processo.

Tabela 21: Valores orientadores para carbono orgânico total e nutrientes.

Parâmetros	Valor Alerta
Carbono orgânico total (%)	10
Nitrogênio kjeldahl total (mg/kg)	4.800
Fósforo total (mg/kg)	2.000

Fonte: Brasil (2012).



Elaboração própria.

Tendo em vista as diretrizes estabelecidas pela Resolução CONAMA 454/2012 (BRASIL, 2012), as análises da qualidade de sedimentos serão realizadas trimestralmente ao longo da hidrovía entre Uruçuí/PI e Porto de Luís Correia/PI, nos mesmos 40 pontos de monitoramento previstos nas análises de qualidade da água.

#### 7.3.2.3. Análise de dispersão de pluma de sedimentos

A análise de dispersão de pluma de sedimentos é um processo essencial para avaliar os impactos ambientais de atividades que envolvem a movimentação de sedimentos, como dragagem, construção de barragens e outras intervenções em corpos d'água. As Resoluções CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) e 454/2012 (BRASIL, 2012) estabelecem normas e diretrizes que orientam as análises para garantir a proteção ambiental.

A Resolução 357/2005 (BRASIL, 2005) estabelece a classificação dos corpos de água, diretrizes ambientais para o seu enquadramento, condições e padrões de lançamento de efluentes e define os padrões de qualidade da água que devem ser mantidos. Já a Resolução 454/2012 (BRASIL, 2012) estabelece diretrizes para a dragagem e disposição de sedimentos em águas sob jurisdição nacional, incluindo a necessidade de estudos de impacto ambiental e monitoramento da qualidade da água.

A dispersão de poluentes será avaliada in loco, pelo uso de sonda multiparâmetros para aferição de parâmetros físico-químicos em tempo, listados na Tabela 22.

Tabela 22. Parâmetros de qualidade da água superficial – Conama nº 357/2005

Grupo	Parâmetros	Valor máximo	Unidade
Físico-Químico	pH	6 a 9	
	Cor verdadeira	75	mg/L
	Turbidez	100	UNT
	DBO	5	mg/L
	Sólidos Dissolvidos Totais	500	mg/L

Fonte: Brasil (2005).

Elaboração própria.

#### 7.3.3. Monitoramento

Durante a execução da obra, que deve ocorrer em 03 (três) anos, estima-se uma equipe de gerenciamento de obra a ser integrada por profissionais com experiência em obras portuárias ou hidroviárias, capazes de fiscalizar a/o:

- Capacidade técnica da equipe contratada;
- Qualidade adequada dos serviços de dragagem e derrocagem;
- Medições periódicas da evolução das obras;
- Cumprimento da produtividade projetada para o empreendimento;
- Destinação correta do material dragado;
- Rastreamento de usos benéficos dos materiais extraídos;
- Elaboração de relatórios periódicos; e
- Atendimento às normas cabíveis.

Quanto à qualidade dos serviços de dragagem e derrocagem, devem ser realizadas inspeções regulares, de modo a garantir que as obras estão sendo desenvolvidas conforme as especificações técnicas delineadas pelas normativas e legislações vigentes. Além disso, deve-se realizar medições periódicas e relatórios periódicos da evolução das obras, a fim de comparar com os prazos estipulados em cronograma.

Para entender se há o cumprimento da produtividade projetada para o empreendimento, devem ser criados indicadores-chave de desempenho (KPIs) a partir dos cronogramas traçados, a exemplo de volume de sedimentos dragados e número de horas de operação eficiente, para que, caso não sejam atingidas as metas, se viabilize a realização dos ajustes operacionais para a melhoria destes indicadores.

Outro ponto que merece destaque está relacionado à destinação correta do material dragado, que só será viável por meio do rastreamento dos usos benéficos estabelecidos para os sedimentos. Desta forma, é necessário que sejam registradas e documentadas todas as movimentações dos materiais dragados. Estes registros também apoiarão na medição do indicador de percentual de material dragado destinado a usos benéficos.

Finalizadas as obras previstas, deve ser seguido o “Programa de Monitoramento do Assoreamento” (CONSÓRCIO INTERMODAL, 2024) que tem como principais objetivos:

- Monitorar características geométricas do canal;
- Estimar e acompanhar taxa anual de assoreamento;
- Acompanhar a movimentação de taludes subaquáticos e definir talude de equilíbrio;
- Promover obtenção de dados para planejamento de futuras campanhas de dragagem e manutenção do canal navegável.

Este Programa prevê a utilização de levantamentos hidrográficos, em conformidade com o que preconizam as Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos (NORMAM-501/DHN), bem como os padrões para levantamentos da Organização Hidrográfica Internacional (OHI). Além disso, o Programa preconiza a periodicidade de tais levantamentos três vezes ao ano, em 2 anos, pois, por se tratar da implantação de um canal de navegação fluvial, é necessário que se forme uma relevante série de dados estatísticos acerca do comportamento hidrossedimentológico do curso hídrico.

## 8. INDICADORES E METAS

De acordo com a ABNT NBR ISO 14.031/201 (ABNT, 2015), para a garantia da eficiência do projeto através da medição ao longo da execução, indicadores de desempenho foram fixados, em que se destacam: Indicadores de Condição Ambiental (ICA), Indicadores de Desempenho Operacional (IDO) e Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG). Estes indicadores devem permitir o acompanhamento das ações, de forma que se possa medir, avaliar e comunicar o seu desempenho. Na Tabela 23, são apresentados indicadores e metas com base nestas premissas.

Tabela 23: Aderência do Eixo 7 – Dragagem e derrocagem.

Tipo	Indicador	Unidade	Meta
ICA	Níveis de turbidez, sólidos em suspensão e contaminantes	NTU	Manter os parâmetros de qualidade da água em conformidade com a legislação ambiental
	Concentração de metais pesados e outros poluentes nos sedimentos disposto	mg/kg	Garantir que a disposição de sedimentos dragados não cause contaminação em áreas sensíveis.
IDO	% de material dragado/derrocado	%	Dragagem e derrocagem de 100% do volume previsto
	% de material reaproveitado	%	40% do material dragado empregado em uso benéfico
IDG	Campanhas de batimetria	Campanhas	1 campanha antes de iniciar o serviço e 1 após a finalização
	Entrega de relatórios periódicos do desenvolvimento da obra	%	100% dos relatórios entregues

Fonte: Brasil (1997, 2022, 2022) e Piauí (2010).

Elaboração própria.

## 9. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO

### 9.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR

A Tabela 24 apresenta o orçamento estimativo do projeto conceitual de engenharia e custos ambientais para a implantação da Hidrovia do Parnaíba.

Tabela 24: Orçamento Preliminar de implantação da hidrovia.

Item	Quantidade	Custo total
Derrocagem	1.131.077,39	R\$ 243.119.216,85
Dragagem	10.196.146,09	R\$ 441.271.280,64
Sinalização/balizamento	-	R\$ 10.250.103,83
Custos ambientais	-	R\$ 146.474.915,55
Programa de monitoramento	-	R\$ 5.280.074,46
<b>TOTAL</b>		<b>R\$ 846.395.591,33</b>

Elaboração Própria (2024).

As próximas seções detalharão as composições de custos para a estimativa dos valores de investimento para a implantação da hidrovia.

#### 9.1.1. Licenciamento ambiental prévio e de instalação

Já 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.

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).

Tabela 25: 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
<b>Total Licenciamento (+15%)</b>	<b>R\$ 31.474.915,55</b>
<b>Projeto de Revitalização</b>	<b>R\$ 115.000.000,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 146.474.915,55</b>

Fonte: Piauí (2015, 2022).

##### 9.1.1.1. Trecho 5

A Tabela 26 apresenta os custos estimados de taxas de licenciamento e compensação ambiental no trecho 5. 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 26: Taxas de licenciamento ambiental – trecho 5.

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).

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 27 ilustra dos custos estimados para estudos ambientais no trecho 5.

Tabela 27: 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 dos 03 (três) anos de obras, ou seja, 744 dias úteis. A Tabela 28 ilustra dos custos estimados supervisão ambiental no trecho 5.

Tabela 28: 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>

DNIT (2023a, 2023b e 2023c).

## 9.1.1.2. Trecho 6

A Tabela 29 apresenta os custos estimados de taxas de licenciamento e compensação ambiental no trecho 6. Por contar com maior volume de dragagem e derrocamento, seus investimentos são maiores e, conseqüentemente o valor de compensação ambiental a ser desembolsado. A mesma premissa do trecho 5 foi adotada, considerando-se um grau de impacto de 0,5% do valor global de investimento do trecho.

Tabela 29: Taxas de licenciamento ambiental – trecho 6.

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\$ 3.550.449,47
<b>TOTAL (R\$)</b>	<b>R\$ 3.560.169,47</b>

Fonte: Brasil (2002, 2009) e Piauí (2015, 2022).

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 30 ilustra dos custos estimados para estudos ambientais no trecho 6.

Tabela 30: 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 seus 03 (anos), ou 744 dias úteis. A Tabela 31 ilustra dos custos estimados para estudos ambientais no trecho 6.

Tabela 31: 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 -	-	40	trimestral	4	-	1274,29	R\$ 50.971,50	R\$ 73.832,22

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\$)
		CONAMA 430/2011								
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) e DNIT (2023b).

### 9.1.2. Gerenciamento ambiental do material dragado/derrocado

A Tabela 32 ilustra dos custos estimados para gerenciamento ambiental do material dragado/derrocado. Estimou-se a alocação de uma equipe de profissionais dedicada exclusivamente à atuar no gerenciamento ambiental do material dragado/derrocado ao longo dos serviços de implantação da hidrovía, que levarão ao menos 03 (três) anos, ou 744 dias úteis. Os profissionais ficarão responsáveis por fiscalizar o transporte e destinação final do material, seja para usos benéficos ou para aterros sanitários devidamente credenciados.

Realizou-se a composição de preços e custos tendo-se como referência a Tabela de Preços de Consultoria do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), referente ao mês de janeiro de 2024 (DNIT, 2024a) e o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) para a região Nordeste do Brasil (DNIT, 2024b), do mesmo mês e ano. Além disso, foram estimados os valores com e sem aplicação de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), o qual foi obtido através de referência do DNIT do ano de 2024, sendo adotado em 44,6%.

Tabela 32: Dimensionamento de equipe para gerenciamento de material dragado/derrocado.

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1. GERENCIAMENTO DO MATERIAL DRAGADO/DERROCADO</b>										
<b>1.1 Mão de obra</b>										
1.1.2	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	2	8	744	25.146,99	142,88	R\$ 1.700.850,96	R\$ 2.459.430,49
1.1.3	P8143	Técnico Ambiental	hora	2	8	744	6.150,89	34,95	R\$ 416.023,83	R\$ 601.570,46
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 2.116.874,79</b>	<b>R\$ 3.061.000,95</b>
<b>1.2 Equipamentos e Materiais</b>										
1.2.1	E9684	Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	hora	1	8	744	-	54,66	R\$ 325.329,18	R\$ 470.425,99
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 325.329,18</b>	<b>R\$ 470.425,99</b>
<b>TOTAL UNITÁRIO</b>									<b>R\$ 2.442.203,97</b>	<b>R\$ 3.531.426,94</b>

Fonte: DNIT (2024a) e DNIT (2024b).

### 9.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

A Tabela 33 apresenta os serviços necessários para a implantação da hidrovía distribuídos em 03 (três) anos.



Tabela 33: Cronograma de execução.

ID	Atividade/Ação	Pré-instalação				Ano 1				Ano 2				Ano 3			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	Batimetria																
2	Dragagem																
3	Derrocagem																
4	Estudos ambientais (EIA/RIMA/EAS)																
5	Supervisão ambiental																
6	Gerenciamento de dragagem/derrocagem																
7	Sinalização/balizamento																

Elaboração própria.

## 10. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Vulnerabilidade à inundações da bacia do rio Parnaíba**. 2017. Disponível em:

<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/cfea8bc3-6faa-491f-92ea-b2ccb76298e9>. Acesso em: 22 nov. 2023.

Associação Mundial de Infraestrutura de Transporte Aquaviário - PIANC. **Harbour Approach Channels Designs Guideline – Report nº 121 – 2014**. 2014.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente N° 454, DE 1° DE NOVEMBRO DE 2012. Diário Oficial: 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**: Seção 1.

Disponível em:

[https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res\\_conama\\_454\\_2012\\_materialserdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2012/res_conama_454_2012_materialserdragadoemaguasjurisdicionaisbrasileiras.pdf). Acesso em: 19 jun. 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. 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. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

**Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em:

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 19 jun. 2024.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 28 dez. 2009. Disponível em:

<https://www legisweb.com.br/legislacao/?id=111046>

BRASIL. **Decreto nº 10.838, de 18 de outubro de 2021**. Regulamenta os art. 6º e art. 8º da Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021, para dispor sobre os programas de revitalização dos recursos hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio São Francisco e do Rio Parnaíba e daquelas na área de influência dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Furnas. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 19 out. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 92.267, de 3 de janeiro de 1986.** Aprova o Sistema de Balizamento Marítimo, Região "B", da Associação Internacional de Sinalização Náutica – IALA. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 189, 6 jan. 1986.

BRASIL. **Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021.** Dispõe sobre a desestatização da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras); altera as Leis nos 5.899, de 5 de julho de 1973, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.848, de 15 de março de 2004, 13.182, de 3 de novembro de 2015, 13.203, de 8 de dezembro de 2015, 14.118, de 13 de janeiro de 2021, 9.648, de 27 de maio de 1998, e 9.074, de 7 de julho de 1995; e revoga dispositivos da Lei nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961. Diário Oficial da União: Brasília, DF, p. 1, 13 jul. 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. Resolução CONAMA nº 428 de 17 de dezembro de 2010. Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências. **Diário Oficial da União.** Brasília. DF. 2010. Disponível em: [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=622](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=622). Acesso em: 22 nov. 2023.

CARVALHO, N. O., FILIZOLA-JÚNIOR, N. P., SANTOS, P. M. C., & LIMA, J. E. F. W. (2000). **Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios.** Brasília: ANEEL.

CASTRO, Silvia Machado de; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de. **Dragagem e conflitos ambientais em portos clássicos e modernos: uma revisão.** Sociedade & Natureza, v. 24, p. 519-533, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/rMwQSBnVcFmmm7CkJkVqShf/?lang=pt>. Acesso em: 22 nov. 2023.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA (CODEVASF). **Plano de Preservação e Recuperação de Nascentes da Bacia do rio Parnaíba.** Editora IABS, Brasília-DF, Brasil - 2016. 174p. Disponível em: <https://ibb.ibict.br/bitstream/1/689/1/PlanoNascentePARNAIBA.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). 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

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Rodovias Estaduais.** 2023. Disponível em: <https://servicos.dnit.gov.br/vgeo/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). **Rodovias Federais.** 2022. Disponível em: <https://servicos.dnit.gov.br/vgeo/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). 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). 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 - janeiro 2024. [S. L.], 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/tabela-de-precos-de-consultoria-1/relatorios/2024/janeiro/janeiro-2024>. Acesso em: 06 maio 2024.

b) DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO): Nordeste - PIAUI - janeiro 2024. 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/2024/janeiro/janeiro-2024](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/2024/janeiro/janeiro-2024). Acesso em: 06 maio. 2024.

DNIT. **Hidrovia do Parnaíba**. 2021 Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/old/hidrovia-do-parnaiba>. Acesso em: 20 jun. 2024.

DRAGAGEM SUL. **O que é Draga?**. 2011. Disponível em: <https://dragagem.sul.blogspot.com/2011/08/dragagem-conceitos-basicos.html>. Acesso em: 17 mai. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Mapa de suscetibilidade dos solos à erosão hídrica do Brasil (Primeira aproximação)**. 2020. Disponível em: <https://geoinfo.cnps.embrapa.br/documents/2916>. Acesso em: 22 nov. 2023.

FUNDAÇÃO CULTURAL DO PIAUÍ (FUNDAC). **Lista de Bens Tombados do Piauí**. 2022. Disponível em: <https://crcfundacpiaui.wordpress.com/2022/06/30/lista-de-bens-tombados-do-piaui/>. Acesso em: 22 nov. 2023.

GOVERNO DO CANADÁ. Ministério de Pesca e Oceanos do Canadá. **Marine Navigation Services: Safe Waterways**. 2001. Disponível em: <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/library-bibliotheque/40651265.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2024

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15 jun. 2024.

ICOLD, International Commission on Large Dams (1989). **Sedimentation control of reservoirs/Maitrise de l'alluvionnement des retenues**. Committee on Sedimentation of Reservoirs. Paris.



INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas**. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav/cadastro-nacional-de-informacoes-espeleologicas/canie>. Acesso em: 22 nov. 2023.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). **Lista dos Bens Tombados e Processos em Andamento (atualizado em agosto/2023)**. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/126>. Acesso em: 22 nov. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA (INCRA). **Exportar shapefile**. Disponível em: [https://certificacao.incra.gov.br/csv\\_shp/export\\_shp.py](https://certificacao.incra.gov.br/csv_shp/export_shp.py). Acesso em: 22 nov. 2023.

LOPES, Cícero Ricardo Batista. **A IMPORTÂNCIA DA DRAGAGEM NO CENÁRIO ECONÔMICO NACIONAL**. 2014. 51 f. Monografia (Especialização) - Curso de Aperfeiçoamento Para Oficiais de Náutica (Apnt), Centro de Instrução Almirante Graça Aranha, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://www.redebim.dphdm.mar.mil.br/vinculos/000002/0000029d.pdf>. Acesso em: 17 mai. 2024.

MAPBIOMAS. **Coleções Biomas**. 2023. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acesso em: 22 nov 2023.

MARINHA DO BRASIL. **NORMAM-224/DPC – Normas da Autoridade Marítima para Implantação e Operação de Sistemas para Determinação de Folga Dinâmica Abaixo da Quilha**. 2021. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/atos-normativos/dpc/normam/normam-224.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2023.

MARINHA DO BRASIL. **NORMAM-501/DHN – Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos**. 2023. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/normam-501.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2024.

MARINHA DO BRASIL. **NORMAM-601/DHN – Normas da Autoridade Marítima para Auxílios à Navegação**. 2023. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/camr/sites/www.marinha.mil.br.camr/files/NORMAM-601.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2024.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Dados Georreferenciados**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/dados-georreferenciados.html>. Acesso em: 22 nov. 2023.

NICO, Oswaldo Menta Simonsen; AZEVEDO, Ricardo Cabral de; TOMI, Giorgio de. **Remotely operated vehicle-based methodology for the reduction of costs and operational delays associated with rock dredging for channel deepening**. Holos, [S.L.], v. 1, p. 1-21, 15 jun. 2021. Instituto Federal de Educacao, Ciencia e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). <http://dx.doi.org/10.15628/holos.2021.9274>. Acesso em: 17 mai. 2024.

OLIVEIRA, G. de. **Geoecologia E Geodiversidade: Uma Aplicação Da Análise Integrada Da Paisagem Como Subsídio À Gestão De Áreas Protegidas**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 20, n. 72, p. 402–421, 2019. DOI: 10.14393/RCG207246507. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/46507>. Acesso em: 18 set. 2023.

PIAUÍ. SEMARH - Lei nº6.742, de 23 de dezembro de 2015. - Altera os dispositivos da Lei nº4.254, de 27 de dezembro de 1988, que disciplina a cobrança de Taxas Estaduais e dá outras providências. Disponível em:<http://www.semar.pi.gov.br/core/legislacao/#:~:text=Lei%20n%C2%BA%206.742%2C%20de%2023,Estaduais%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias>. Acesso em: 06 nov. 2023.

PIAUÍ. Decreto Nº21.733, de 28 de dezembro de 2022. Fixa o valor da Unidade Fiscal de Referência do Estado do Piauí - UFR-PI, para o exercício de 2023. Diário Oficial do Estado do Piauí, Nº246, de 28 de dezembro de 2022. Disponível em: [https://s3.glbimg.com/v1/AUTH\\_e4d2bfadf5b24cb1b522c328c495d86e/G1/G1%20PIAUI/DIARIO-OFICIAL-DO-ESTADO-DO-PIAUI-PUBLICACAO-N-246.pdf](https://s3.glbimg.com/v1/AUTH_e4d2bfadf5b24cb1b522c328c495d86e/G1/G1%20PIAUI/DIARIO-OFICIAL-DO-ESTADO-DO-PIAUI-PUBLICACAO-N-246.pdf). Acesso em: 04 dez. 2023.

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: 20 jan. 2024.

SCAVE. **Escavadeira com martelo hidráulico**. Disponível em: <https://scave.com.br/project/escavadeira-com-martelo-hidraulico/> Acesso em: 15 fev. 2024

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (SEMARH). **Unidades de Conservação Estaduais**. 2023.

SIMÕES, Mario Henrique. **SISTEMATIZAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS DE DRAGAGENS PORTUÁRIAS MARÍTIMAS NO BRASIL**. 2009. 141 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Hidráulica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-21122009-160107/publico/MarioHenriqueSimo09.pdf>. Acesso em: 16 mai. 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/E\\_M\\_1110-2-1613.pdf](https://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerManuals/E_M_1110-2-1613.pdf). Acesso em: 30 nov. 2023.

VARGAS, Ricardo Viana. **Utilizando a programação multicritério (Analytic Hierarchy Process-AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio**. In: PMI Global Congress. sn, 2010. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51153273/AHP\\_RICARDO\\_VARGAS-libre.pdf?1483384243=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUTILIZANDO\\_A\\_PROGRAMACAO\\_MULTICRITERIO\\_A.pdf&Expires=1700595376&Signature=P3IWH-0xxhf~XmAFSxfg6zbWa22yOdY~0TCB7CluYs](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/51153273/AHP_RICARDO_VARGAS-libre.pdf?1483384243=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DUTILIZANDO_A_PROGRAMACAO_MULTICRITERIO_A.pdf&Expires=1700595376&Signature=P3IWH-0xxhf~XmAFSxfg6zbWa22yOdY~0TCB7CluYs). Acesso em: 21 nov. 2023.

## 11. LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Registro de agricultura no rio.....	7
Figura 2: Registros de erosão nas margens.....	8
Figura 3: Registros fotográficos das características geomorfológicas e pedológicas observadas. ....	8
Figura 4: Registros fotográficos de chapadas e paredões rochosos avistado.....	9
Figura 5: Bancos de areia avistados.....	9
Figura 6: Registro de dragagem no rio.....	9
Figura 7: Área de lazer à margem do rio.....	10
Figura 8: Percentual de observações socioambientais mapeadas para a hidrovía.....	10
Figura 9: Comboio-tipo do projeto.....	11
Figura 10: Representação 3D da embarcação.....	12
Figura 11: Curvas em um canal.....	14
Figura 12: Fatores associados a profundidade do canal de acesso.....	15
Figura 13: Dimensões do canal.....	15
Figura 14: Auxílios à navegação.....	17
Figura 15: Padrão de sinalização.....	18
Figura 16: Padrão construtivo das placas de sinalização.....	19
Figura 17: Retângulo de Navegação e Canal de Navegação.....	19
Figura 18: Mapa de localização.....	21
Figura 19: Dragagem cortadora / sucção e recalque (Cutter Suction Dredge – CSD).....	23
Figura 20: Escavadeira hidráulica com martelo hidráulico.....	23
Figura 21: Proposição inicial das áreas de bota-fora para reaproveitamento (Uruçuí/PI – Teresina/PI). .....	25
Figura 22: Proposição inicial das áreas de bota-fora para reaproveitamento (Teresina/PI – Luís Correia/PI).....	26
Figura 23: Áreas prioritárias para uso benéfico de material dragado através da estabilização das margens no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI.....	39
Figura 24: Áreas prioritárias para uso benéfico de material dragado através da estabilização das margens no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI.....	40

## 12. LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Equipes envolvidas no levantamento de campo da hidrovia. ....	7
Tabela 2: Dimensões e Características Balsa Autopropelida.....	11
Tabela 3: Coeficientes de largura adicional para compensação de variáveis ambientais.....	13
Tabela 4: Determinação do raio da curva em função do ângulo de curvatura.....	14
Tabela 5: Inclinação lateral recomendada por tipo de solo. ....	16
Tabela 6: Resumo do projeto geométrico.....	16
Tabela 7: Relação de pontes e dimensões do retângulo de navegação.....	20
Tabela 8: Quadro-resumo das vantagens e desvantagens provenientes de obras dragagem e derrocagem. ....	22
Tabela 9: Critérios do método AHP para seleção de áreas de bota-fora para fins benéficos.....	27
Tabela 10: Matriz de comparação par a par.....	27
Tabela 11: Resumo das bases de dados geoespaciais e valoração adotada para cada um dos critérios. ....	28
Tabela 12: Faixas de distâncias adotadas para os trechos no segmento entre Uruçuí/PI – Teresina/PI. ....	29
Tabela 13: Faixas de distâncias adotadas para os trechos no segmento entre Teresina/PI – Luís Correia/PI. ....	29
Tabela 14: Resumo dos resultados da aplicação do método AHP para seleção das áreas de bota-fora no segmento entre Uruçuí/PI e Teresina/PI.....	30
Tabela 15: Resumo dos resultados da aplicação do método AHP para seleção das áreas de bota-fora no segmento entre Teresina/PI e Luís Correia/PI. ....	32
Tabela 16: Municípios avaliados nos Eixos 2, 4, 5 e 7 para priorização de ações de revitalização. ....	36
Tabela 17: Possibilidades de usos benéficos para materiais dragados. ....	36
Tabela 18: Parâmetros de qualidade da água superficial – Conama nº 357/2005.....	41
Tabela 19: Classificação granulométrica dos sedimentos.....	44
Tabela 20: Níveis de classificação do material a ser dragado. ....	45
Tabela 21: Valores orientadores para carbono orgânico total e nutrientes. ....	46
Tabela 22: Parâmetros de qualidade da água superficial – Conama nº 357/2005.....	47
Tabela 23: Aderência do Eixo 7 – Dragagem e derrocagem.....	49
Tabela 24: Orçamento Preliminar de implantação da hidrovia. ....	50
Tabela 25: CAPEX Resumido – Meio Ambiente.....	50
Tabela 26: Taxas de licenciamento ambiental – trecho 5. ....	51
Tabela 27: Elaboração de EIA/RIMA – trecho 5. ....	51



Tabela 28: Elaboração de PBA e Supervisão Ambiental – trecho 5. ....	52
Tabela 29: Taxas de licenciamento ambiental – trecho 6. ....	52
Tabela 30: Elaboração de EIA/RIMA – trecho 6. ....	53
Tabela 31: Elaboração de PBA e Supervisão Ambiental – trecho 6. ....	53
Tabela 32: Dimensionamento de equipe para gerenciamento de material dragado/derrocado.....	54
Tabela 33: Cronograma de execução. ....	55

### 13. LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
AHP – *Analytic Hierarchy Process* – Método de Análise Hierárquica  
AIS – *Automatic Identification System* – Sistema de identificação automática  
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico  
ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CSD – *Cutter Suction Dredge* – Draga de Sucção e Recalque  
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
FAQ – Folga abaixo da quilha  
FUNDAC – Fundação Cultural do Piauí  
IALA – International Association of Lighthouse Authorities – Associação Internacional de Sinalização Marítima  
ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade  
INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária  
IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
NORMAM – Normas da Autoridade Marítima  
PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos  
PIANC – Associação Mundial para a Infraestrutura do Transporte Aquaviário  
PNRBH – Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas  
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos  
SEMARH – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos  
SIG – Sistema de Informação Geográfica  
USACE – Corpo de Engenheiros do Exército Americano  
VHF – *Very High Frequency* – Frequência muito alta





# PROJETO DO GOVERNO DO ESTADO DO PIAUÍ PARA REVITALIZAÇÃO AMPLA DO RIO PARNAÍBA

Aplicação de Recursos da Lei  
14.182/2021 previstos para a Bacia  
do São Francisco e Parnaíba

## EIXO 8: RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	4
2. OBJETIVO .....	5
3. JUSTIFICATIVA .....	6
4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL .....	7
5. PROGRAMA DE RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL .....	9
5.1.    DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO .....	9
5.1.1. Área degradada .....	11
5.1.2. Focos de queimadas .....	13
5.1.3. Área de atividade agropecuária .....	16
5.1.4. Pontos de erosão e assoreamento .....	18
5.1.5. Dragagens .....	21
5.1.6. Suscetibilidade a inundação .....	23
5.1.7. Reserva legal .....	25
5.2.    LOTES SELECIONADOS .....	28
5.2.1. Joca Marques .....	30
5.2.2. Floriano .....	32
5.2.3. Luzilândia .....	35
5.2.4. Jerumenha .....	37
5.2.5. União .....	40
5.3.    PREPARAÇÃO DA ÁREA .....	44
5.3.1. Análise prévia .....	44
5.3.2. Limpeza geral da área .....	44
5.3.3. Escolha de espécies .....	45
5.4.    MÉTODOS DE REFLORESTAMENTO .....	48
5.4.1. Plantio em Área Total (Plantio por Mudas) .....	48
5.4.2. Sistemas Agroflorestais (SAFs) .....	51
5.5.    EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENVOLVIMENTO COM A COMUNIDADE .....	66
6. INDICADORES E METAS .....	67
7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO .....	68
7.1.    ORÇAMENTO PRELIMINAR .....	68
7.2.    CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	71
8. REFERÊNCIAS .....	73



9. LISTA DE FIGURAS.....	78
10. LISTA DE TABELAS .....	79
11. LISTA DE SIGLAS.....	80
12. ANEXOS .....	81

## 1. INTRODUÇÃO

O Rio Parnaíba, um dos mais importantes cursos d'água do Nordeste brasileiro, desempenha um papel crucial na sustentação da biodiversidade e no fornecimento de recursos hídricos para as comunidades locais (ANA, 2024). No entanto, ao longo dos anos, a degradação ambiental, resultante de atividades humanas como a agricultura intensiva, o desmatamento e a urbanização descontrolada, tem causado sérios impactos nas áreas de mata ciliar que margeiam seu curso (IBGE, 2015). A mata ciliar, que atua como uma barreira natural contra a erosão do solo e o assoreamento dos corpos d'água, tem sofrido uma redução significativa, comprometendo a qualidade da água e a estabilidade dos ecossistemas locais (BRASIL, 2017).

Diante desse cenário, o Projeto de Revitalização da Bacia do Rio Parnaíba surge como uma iniciativa essencial para a recuperação ambiental e a promoção da sustentabilidade na região. O presente documento tem como objetivo apresentar um plano detalhado para a recomposição florestal das áreas degradadas ao longo do rio Parnaíba.

O eixo de Recomposição Florestal do Projeto de Revitalização tem como objetivo promover a restauração e conservação das margens de áreas críticas do Rio Parnaíba, identificadas em levantamento de campo do Projeto Integrador Intermodal do Piauí e com auxílio de dados secundários. As principais ações incluem o plantio de mudas de vegetação nativa, a estabilização de taludes, e o cercamento e proteção de áreas em regeneração. Essas ações visam não apenas a recuperação da vegetação, mas também a melhoria da qualidade do solo e da água, a redução da erosão e do assoreamento, e a proteção dos recursos hídricos e da integridade das bacias hidrográficas (ABDON, 2004).

A recomposição florestal das margens do rio Parnaíba é fundamental para garantir a preservação ambiental, o desenvolvimento socioeconômico e a resiliência climática da região (IPCC, 2021). Os indicadores de condição ambiental, desempenho operacional e desempenho gerencial permitirão monitorar e avaliar a eficácia das ações ao longo do tempo (ABNT, 2004). Esses indicadores são essenciais para garantir que as metas de preservação e recuperação sejam alcançadas de forma mensurável e transparente (ABNT, 2004).

Este projeto é um passo fundamental para a conscientização e o engajamento das comunidades locais, bem como para a mobilização parcerias necessárias para a execução do plano. A recomposição florestal da mata ciliar do Rio Parnaíba representa um compromisso com a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável, garantindo um futuro mais equilibrado e saudável para as gerações presentes e futuras (WWF, 2020).

## 2. OBJETIVO

O eixo de Recomposição Florestal visa promover a restauração e conservação das margens de áreas críticas do Rio Parnaíba, identificadas através de levantamentos de campo e dados secundários. Este esforço busca garantir a preservação ambiental, fomentar o desenvolvimento socioeconômico e aumentar a resiliência climática da região. Os seguintes objetivos específicos são elencados:

- Plantio de mudas de vegetação nativa;
- Estabilização de taludes;
- Cercamento e proteção de áreas em regeneração.

### 3. JUSTIFICATIVA

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) foi instituída pela Lei nº 9433 de 1997, conhecida como Lei das Águas (BRASIL, 1997). Neste instrumento legal são definidos os fundamentos, objetivos, diretrizes gerais de ação e instrumentos para a gestão dos recursos hídricos nacionais (BRASIL, 1997). Em seu Art. 2º é definido como um dos objetivos, assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos. Já em seu Art. 7º é definido como um dos objetivos a análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo (BRASIL, 1997). A recomposição florestal das margens do Rio Parnaíba contribui diretamente para a proteção dos corpos d'água, podendo reduzir a erosão do solo e o assoreamento dos rios, tornando-se fundamental para manter a qualidade e quantidade de água disponível.

O Código Florestal (BRASIL, 2012) define em seu Art. 4º que as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP) variando conforme a borda da calha do leito regular, em largura mínima de 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura; 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura; 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura; 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura; 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros, fazendo-se necessário (BRASIL, 2012).

Dentre as diretrizes estabelecidas pelo Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas, constam objetivos de recarga de aquífero, redução de erosão e infiltração da água no solo (BRASIL, 2022) e destaca ainda a importância de ações integradas que promovam a recuperação ambiental e a melhoria da qualidade de vida das populações locais, objetivos que são diretamente atendidos pelo eixo de Recomposição Florestal, uma vez que a restauração das áreas degradadas promove a biodiversidade e a recuperação dos ecossistemas, o que é essencial para a sustentabilidade ambiental e a resiliência climática.

Complementarmente, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) do Piauí reforça a necessidade de ações que garantam a gestão sustentável dos recursos hídricos, promovendo a conservação e recuperação das matas ciliares (PIAUI, 2010). A recomposição florestal das margens do Rio Parnaíba está em consonância com essas diretrizes, contribuindo para a proteção dos mananciais e a manutenção dos serviços ecossistêmicos essenciais para o desenvolvimento socioeconômico da região.

À vista do exposto, verifica-se que há alinhamento direto entre o Plano de Recuperação proposto e os instrumentos legais vigentes no Brasil, atestando a relevância da proposição e execução de ações para recomposição florestal, as quais buscam promover o desenvolvimento sustentável no âmbito ambiental, social e econômico.



#### 4. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL E INTERFACE SETORIAL

As principais políticas setoriais que apresentam aderência ao Plano de Recomposição Florestal constam elencadas na Tabela 1, juntamente com seus elementos que transpassam de alguma maneira a temática abordada neste documento. Dentre os instrumentos legais e políticas de abrangência nacional, destacam-se a PNRH, estabelecida pela Lei nº 9.433 de 1997, também chamada de Lei das Águas (BRASIL, 1997) o Plano de Ações do Plano Nacional de Recursos Hídricos e o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (PNRBH).

A Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997) institui a gestão integrada e descentralizada dos recursos hídricos, promovendo a utilização sustentável e a preservação dos mananciais, além de estabelecer diretrizes para a recuperação de bacias hidrográficas e a proteção dos corpos d'água.

O Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas (BRASIL, 2022) promove ações integradas para a recuperação ambiental e a melhoria da qualidade de vida das populações locais, incentivando a recomposição florestal como uma estratégia para a revitalização das bacias hidrográficas.

Tabela 1: aderência do Eixo 8 – Recomposição Florestal às políticas setoriais de recursos hídricos.

PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos	PNRBH	Código Florestal Brasileiro	PERH
II - a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País;	Subprograma 1.4 – Comunicação, Capacitação e Educação Ambiental para a Gestão de Recursos Hídricos	AT1 - Planejamento e Informação	CAP1 - normas gerais sobre a proteção da vegetação	13.6.2 - Programa de Educação Ambiental
III - a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental;		AT2 - Fortalecimento Institucional Socioambiental	CAP2 – delimitação das áreas	

Fonte: Brasil (1997, 2012, 2022, 2022) e Piauí (2010).

Elaboração própria.

O Código Florestal Brasileiro, Lei nº 12.651/2012, (BRASIL, 2012) estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, áreas de preservação permanente (APPs), reserva legal, exploração florestal e controle de origem dos produtos florestais, definindo as APPs e as Reservas Legais, essenciais para a conservação dos recursos hídricos e da biodiversidade além de atribuir responsabilidades compartilhadas entre União, Estados, Distrito Federal, Municípios e sociedade civil acerca da criação de políticas para preservar e restaurar a vegetação nativa, fomentar pesquisa científica para uso sustentável do solo e água, e criar incentivos econômicos para promover a preservação e atividades produtivas sustentáveis.

A Lei de Proteção da Vegetação Nativa, Lei nº 12.727/2012, (BRASIL, 2012) complementa o Código Florestal, estabelecendo regras para a proteção e recuperação da vegetação nativa, incentivando a adoção de práticas sustentáveis e a recuperação de áreas degradadas.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PIAUÍ, 2010) define as diretrizes e ações para a gestão sustentável dos recursos hídricos no âmbito estadual, enfatizando a importância da conservação e recuperação das matas ciliares e das áreas de preservação permanente.

É relevante também mencionar a Lei nº 14.182 de 2021, na qual é estabelecida a desestatização da Eletrobras (BRASIL, 2021a). Nesta lei é determinada como condição para desestatização o repasse de recursos financeiros para desenvolvimento de projetos voltados para a revitalização dos recursos hídricos do rio São Francisco e do rio Parnaíba (BRASIL, 2021). Ademais, também se cita o Decreto 10.838 de 2021, onde são determinadas diretrizes para o planejamento e o desenvolvimento de ações de revitalização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas em seu Art. 3º (BRASIL, 2021).

Dentre as diretrizes, dá-se especial destaque aos incisos que apresentam interface com o eixo de recuperação de nascentes, quais sejam: favorecimento da infiltração de água no solo, redução do carreamento de sólidos pelo escoamento superficial e a promoção das condições necessárias para disponibilidade de água em quantidade e qualidade adequadas aos usos múltiplos (BRASIL, 2021).

Demais aspectos legais relevantes para o presente documento são a Lei nº 12.651 de 2012, conhecida como Novo Código Florestal, na qual as nascentes são definidas como APP (BRASIL, 2012), Lei dos Crimes Ambientais – Lei nº 9.605 de 1998 (BRASIL, 1998) e as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA):

- Resolução Conama nº 429 de 2011: Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs (BRASIL, 2011).;
- Resolução Conama nº 303 de 2022: Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente (BRASIL, 2022);
- Resolução Conama nº 369 de 2006: Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente (BRASIL, 2006).

## 5. PROGRAMA DE RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL

O Programa de Recomposição Florestal parte dos 05 (cinco) municípios selecionados no Caderno de Metodologias para realizar a seleção das áreas passíveis de recuperação. Cabe salientar que, devido às grandes dimensões da bacia e de seu rio principal, as ações aqui elencadas possuem caráter de projeto-piloto, ou seja, aplicada numa escala menor do que a realmente necessária para promover e recomposição de 100% das áreas.

### 5.1. DIAGNÓSTICO E PLANEJAMENTO

Para a seleção das áreas a serem reflorestadas, primeiramente considerou-se a Área de Preservação Permanente (APP) do rio, estabelecida pela Lei 12.651/2012. O art. 4º, da referida Lei delimita as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, desde a borda da calha do leito regular (BRASIL, 2012) (Tabela 2).

Tabela 2: Faixa de APP definidas pela Lei 12.651/2012

Largura do curso d'água (m)	Faixa da APP (m)
Até 10	30
Entre 10 e 50	50
Entre 50 e 200	100
Entre 200 e 600	200
Superior a 600	500

Fonte: Brasil (2012).

Elaboração própria.

Ao longo do curso do Rio Parnaíba, identificou-se 03 (três) faixas de APP, a primeira com 100 metros de faixa indo de Uruçuí/PI até Palmeirais/PI, a segunda com 200 metros de faixa indo de Palmeirais/PI até Ilha Grande/PI e a terceira de 500 metros de faixa na foz do rio em Ilha Grande/PI. A Figura 1 apresenta as faixas ao longo do curso do Rio Parnaíba.

Estas faixas de APP serão a área de influência para aplicação do método AHP. Ao todo, foram utilizados 07 (sete) critérios para identificar os municípios prioritários, destes, 02 (dois) são dados primários e 05 (cinco) secundários. A Tabela 3 apresenta os critérios utilizados.

Figura 1: Faixas de Área de Preservação Permanente (APP).

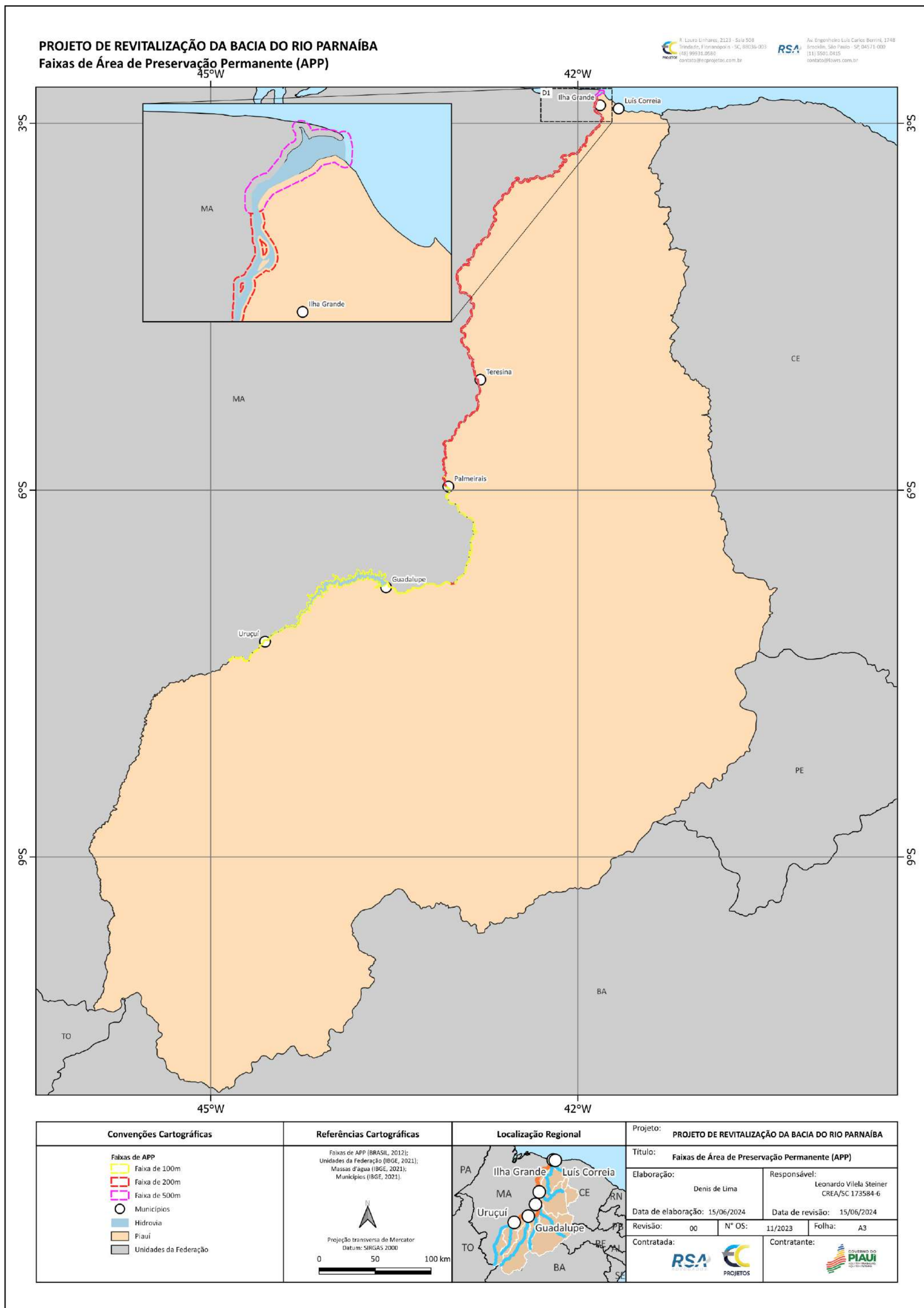




Tabela 3: Critérios utilizados para aplicação do método AHP no Caderno de Metodologias.

<b>Critério</b>	<b>Descrição do critério</b>	<b>Base de dados</b>
Percentual de área degradada dentro da APP (%)	Indica o percentual de área em km <sup>2</sup> degradada por município dentro do buffer do Rio Parnaíba	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2023)
Focos de queimadas (nº de pontos identificados dentro da APP)	Indica o número de focos de queimada por município inserido no buffer do Rio Parnaíba	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2023)
Percentual de ocorrência de área de agropecuária dentro da APP (%)	Indica o percentual de área em km <sup>2</sup> com uso agropecuário por município dentro do buffer do Rio Parnaíba.	IBGE (2022)
Pontos de erosão e assoreamento (nº de observações por km de rio)	Identifica os trechos do rio com mais pontos de erosão e assoreamento e, por sua vez, exige maiores serviços de dragagem	<i>In loco</i>
Dragagens (nº de observações por km de rio)	Identifica os trechos do rio com mais pontos de dragagem	<i>In loco</i>
Suscetibilidade a inundação	Identifica os trechos do rio que exigem ampliação da capacidade hidráulica do trecho hidroviário para diminuir riscos de inundações.	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA (2016)
Percentual de área em reserva legal (%)	Indica o percentual de área em km <sup>2</sup> inserida no Cadastro de Reserva Legal por município dentro do buffer do Rio Parnaíba	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural - SICAR (2024)

Fonte: Elaboração própria.

Os subtópicos a seguir demonstrarão os critérios utilizados, que culminaram na seleção dos municípios de: Joca Marques, Floriano, Luzilândia, Jerumenha e União.

#### 5.1.1. Área degradada

As áreas de vegetação degradada por bioma são mapeadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) utilizando imagens de satélite Landsat8 e disponibilizadas em formato de *Shapefile* pelo portal TerraBrasilis, uma plataforma web que facilita o acesso, a consulta, a análise e a disseminação de dados geográficos gerados pelos projetos de monitoramento da vegetação nativa do instituto, como o Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal (PRODES).

Para este critério, foi utilizado os dados de degradação do Cerrado, considerando o percentual de área em km<sup>2</sup> degradada pela área do município que está dentro da APP do Rio Parnaíba (Tabela 4). A Figura 2 exibe as áreas degradadas do bioma do cerrado no estado do Piauí.

Figura 2: Áreas degradadas do cerrado.

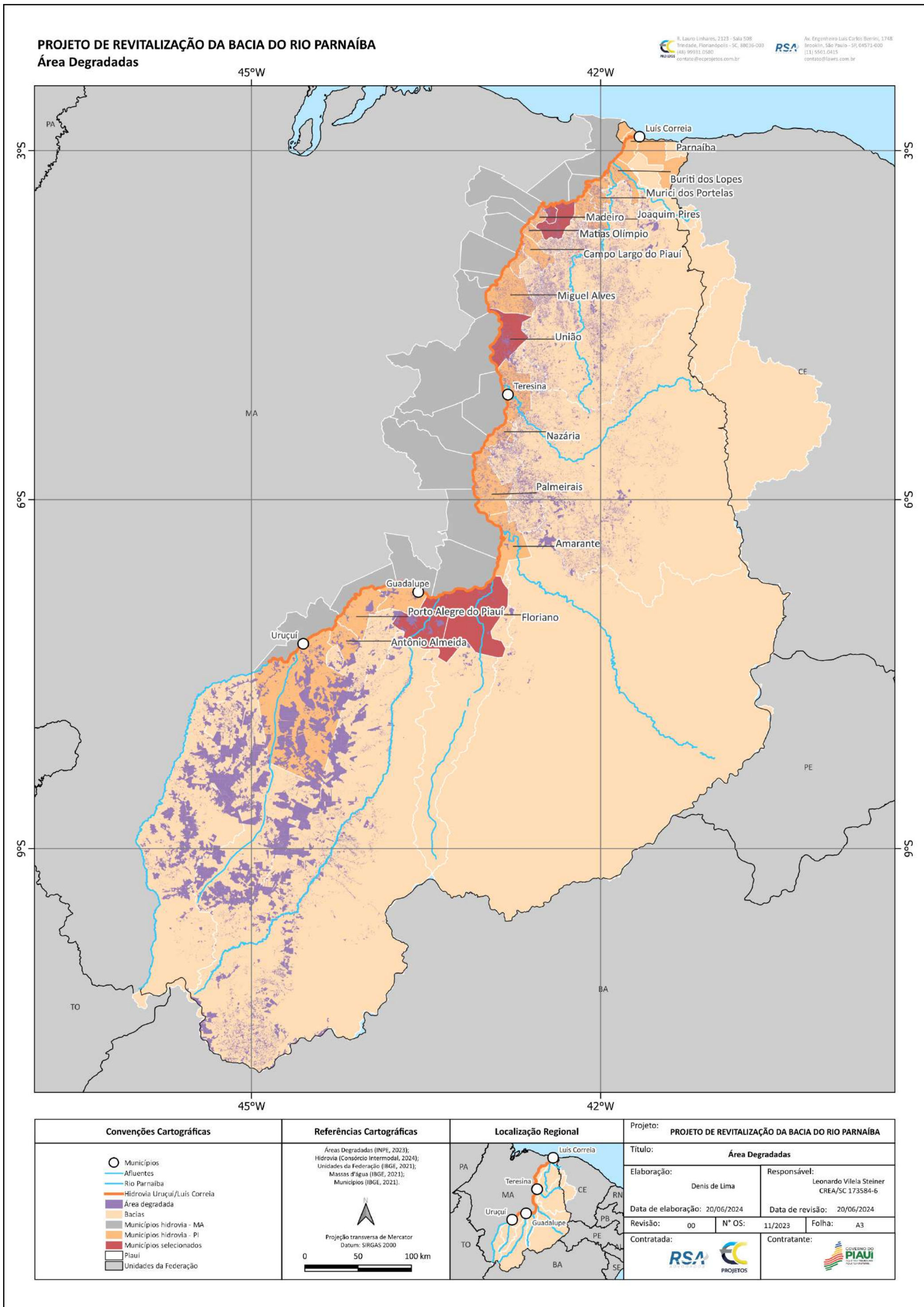




Tabela 4: Percentual de área degradada dentro da APP.

<b>Município</b>	<b>Percentual de área degradada dentro da APP (%)</b>
Madeiro	21,14%
Murici dos Portelas	18,42%
Luzilândia	16,21%
Amarante	16,16%
Palmeirais	14,48%
Teresina	13,30%
Campo Largo do Piauí	12,26%
Floriano	10,59%
Buriti dos Lopes	8,35%
Nazária	8,23%
Joaquim Pires	6,27%
Uruçuí	4,22%
Jerumenha	1,51%
Porto Alegre do Piauí	1,24%
Parnaíba	0,24%
Ilha Grande	0,00%
Miguel Alves	11,83%
Antônio Almeida	2,63%
Guadalupe	0,73%
Joca Marques	30,41%
Matias Olímpio	13,62%
Porto	16,85%
União	20,94%

Fonte: INPE (2024).

Elaboração própria.

O estado do Piauí apresenta áreas degradadas do bioma Cerrado em todo o seu território, especialmente ao longo do Rio Parnaíba. Essa degradação é principalmente resultado de ações antrópicas, como a exploração de madeira, expansão urbana, atividades agrícolas e pecuárias intensivas, mineração, abertura e pavimentação de estradas, incêndios e extração de areia nos rios.

Observando a Figura 4, nota-se que no trecho entre Uruçuí e Amarante, as áreas degradadas estão mais afastadas do Rio Parnaíba e apresentam uma extensão maior. Já no trecho entre Amarante e Luís Correia, as áreas degradadas estão presentes em praticamente todo o estado, principalmente ao longo do curso do rio.

Considerando os municípios banhados pelo Rio Parnaíba, Joca Marques apresenta 30,41% de área degradada, seguido por Madeiro com 21,14%, União com 20,94%, Murici dos Portelas com 18,42% e Porto com 16,85%.

#### 5.1.2. Focos de queimadas

O INPE disponibiliza dados atualizados sobre focos de queimada no território nacional por meio do Programa Queimadas. Esses dados são registrados por dez satélites equipados com sensores ópticos que operam na faixa termal-média de 4 µm, com resolução de imagem (pixel) variando de 375 m x 375 m até 5 km x 4 km, dependendo do satélite (INPE, 2024).

O monitoramento dos focos de queimada é realizado por biomas. Nesse contexto, foi considerado o número de focos de queimada no Cerrado por município inserido no buffer do Rio Parnaíba (Tabela 5). A Figura 3 apresenta os dados sobre focos de queimadas no Cerrado entre junho de 2023 e junho de 2024, destacando a parte do estado do Piauí presente nesse bioma.

Importante salientar que a detecção de um foco não necessariamente indica ocorrência de queimada, uma vez que um foco indica a existência de fogo em um elemento do pixel (INPE, 2024)



# PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA

## Focos de Queimadas

Av. Engenheiro Luis Carlos Bernini, 1748  
Brooklin, São Paulo - SP, 04571-000  
(11) 5501-0415  
contato@lauris.com.br

Convenções Cartográficas	Referências Cartográficas	Localização Regional	Projeto: PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA
<div> <div></div> <div>Hidrovia Uruçui/Luís Correia</div> </div> <div> <div></div> <div>Piauí</div> </div> <div> <div></div> <div>Unidades da Federação</div> </div> <div> <div></div> <div>Municípios</div> </div>	<p>Foco de queimadas (INPE, 2023); Hidrovia (Consórcio Intermodal, 2024); Unidades da Federação (IBGE, 2021); Massas d'água (IBGE, 2021); Municípios (IBGE, 2021).</p> <div> </div> <p>Projeção transversa de Mercator Datum: SIRGAS 2000</p> <div> <div>0</div> <div>50</div> <div>100 km</div> </div>		<div> <div>Título:</div> <div>Foco de queimadas</div> </div> <div> <div>Elaboração:</div> <div>Denis de Lima</div> </div> <div> <div>Responsável:</div> <div>Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6</div> </div> <div> <div>Data de elaboração:</div> <div>20/06/2024</div> </div> <div> <div>Data de revisão:</div> <div>20/06/2024</div> </div> <div> <div>Revisão:</div> <div>00</div> </div> <div> <div>N° OS:</div> <div>11/2023</div> </div> <div> <div>Folha:</div> <div>A3</div> </div> <div> <div>Contratada:</div> <div> </div> </div> <div> <div>Contratante:</div> <div> </div> </div>

Tabela 5: Focos de queimadas nos municípios banhados pelo Rio Parnaíba.

<b>Município</b>	<b>Focos de queimadas (nº de pontos identificados dentro da APP)</b>
Guadalupe	217
Uruçuí	205
Floriano	150
Porto Alegre do Piauí	121
Jerumenha	100
Nazária	77
Miguel Alves	73
União	73
Palmeirais	68
Amarante	64
Antônio Almeida	42
Teresina	34
Luzilândia	30
Buriti dos Lopes	29
Madeiro	29
Murici dos Portelas	25
Joca Marques	19
Matias Olímpio	19
Joaquim Pires	18
Porto	18
Campo Largo do Piauí	9
Parnaíba	9
Ilha Grande	1

Fonte: INPE (2024).

Elaboração própria.

O trecho sul da hidrovia do Rio Parnaíba apresenta a maior concentração de focos de queimadas. Destacam-se os municípios de Guadalupe, com 217 focos, Uruçuí, com 205, Floriano, com 150, Porto Alegre do Piauí, com 121, e Jerumenha, com 100 focos. Essa alta concentração de queimadas no trecho sul indica uma área de maior vulnerabilidade e impacto ambiental, possivelmente devido a atividades humanas intensivas, como a agricultura, e condições ambientais específicas dessa região.

### 5.1.3. Área de atividade agropecuária

As áreas de agropecuária foram mapeadas pelo IBGE através do Manual de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. O estudo sobre a classificação do uso da terra constitui uma síntese dos resultados do levantamento, análise e mapeamento dos tipos de cobertura e uso da terra identificados nos estados estudados. Ele privilegia uma linha metodológica que estabelece diretrizes para um projeto nacional, orientado por conceitos, metodologia e procedimentos uniformes (IBGE, 2024).

Para este critério, foi considerado o percentual de área em km<sup>2</sup> com uso agropecuário por município dentro do buffer do Rio Parnaíba (Tabela 6). A Figura 4 exibe as áreas de agropecuárias no estado do Piauí.



Figura 4: Áreas de atividade agropecuárias no estado do Piauí.

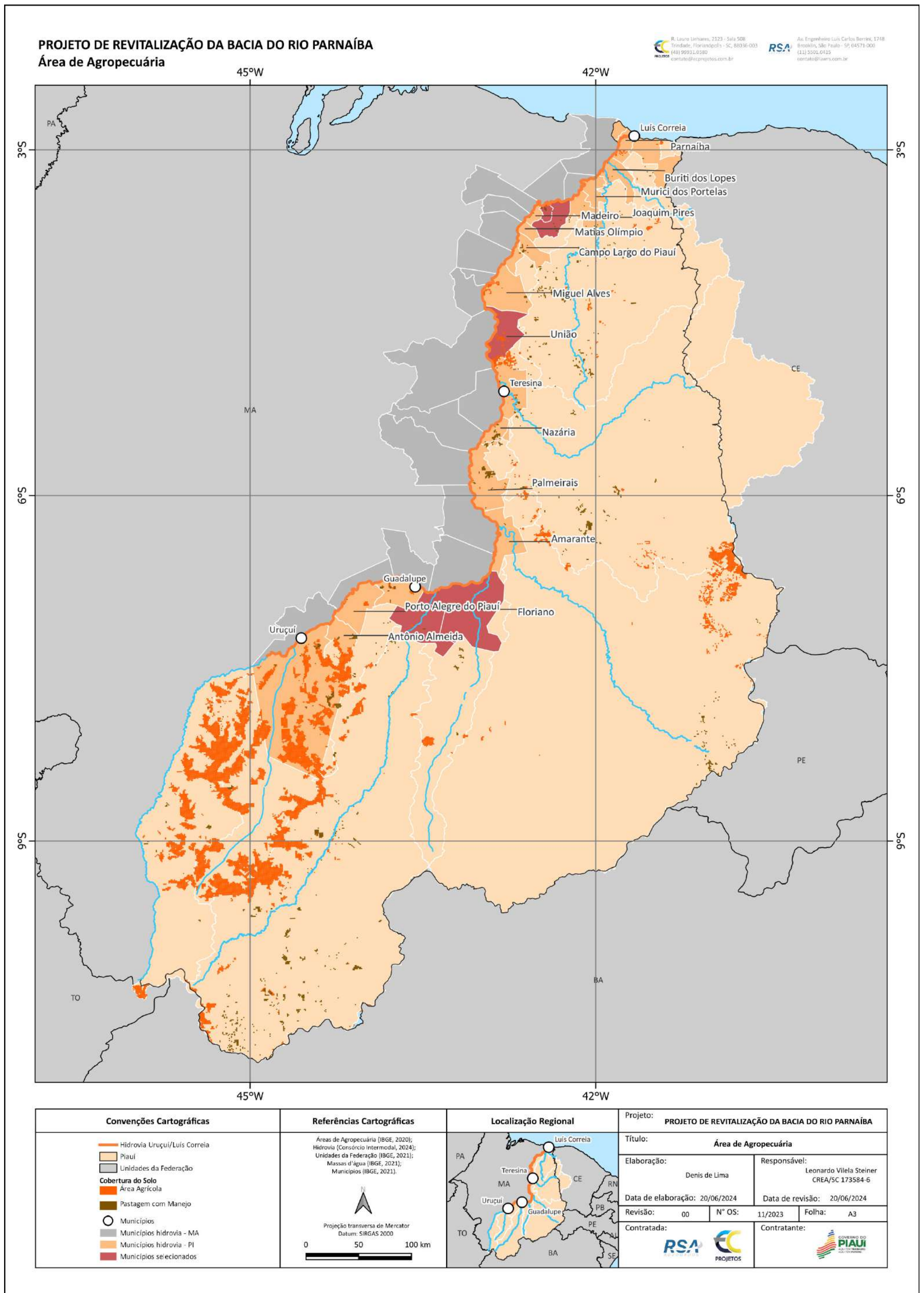


Tabela 6: Percentual de atividade agropecuária dentro da faixa de app por município.

Município	Percentual de agropecuária dentro da APP (%)
Campo Largo do Piauí	79%
Joca Marques	59%
Luzilândia	49%
Matias Olímpio	41%
Joaquim Pires	39%
Madeiro	38%
Jerumenha	35%
Porto	33%
Floriano	32%
União	28%
Miguel Alves	26%
Nazária	23%
Teresina	22%
Amarante	21%
Palmeirais	21%
Buriti dos Lopes	20%
Murici dos Portelas	18%
Parnaíba	16%
Ilha Grande	7%
Uruçuí	6%
Guadalupe	2%
Antônio Almeida	1%
Porto Alegre do Piauí	1%

Fonte: IBGE (2024).

Elaboração própria.

As maiores áreas de atividade agropecuária no Piauí estão concentradas na região sudoeste, próximas ao município de Uruçuí, e a leste, próximas à divisa com Ceará e Pernambuco. Atividades agropecuárias também são observadas ao longo do Rio Parnaíba, especialmente no trecho da hidrovia que vai de Teresina a Luís Correia.

Ao avaliar a atividade agropecuária dentro da faixa de Área de Preservação Permanente (APP), destaca-se o município de Campo Largo do Piauí com 79% de sua área ocupada por essas atividades, seguido por Joca Marques com 59%, Luzilândia com 49%, Matias Olímpio com 41% e Joaquim Pires com 39%.

#### 5.1.4. Pontos de erosão e assoreamento

Em 2023, parte do Consórcio Intermodal realizou levantamento de dados ambientais *in loco*, de modo que foi possível obter informações quanto a navegabilidade e ocupação do Rio Parnaíba, além



de caracterizar e identificar suas feições geoecológicas, incorporando elementos bióticos, abióticos e processos associados às paisagens de modo multidisciplinar, integrado e sistêmico (OLIVEIRA, 2019).

Para este critério, foi considerado o número de pontos de erosão e assoreamento observados em campo por quilômetro de rio (Tabela 7). A Figura 5 exibe os pontos de erosão e assoreamento identificados em campo.

Figura 5: Pontos de erosão e assoreamento observados em campo.

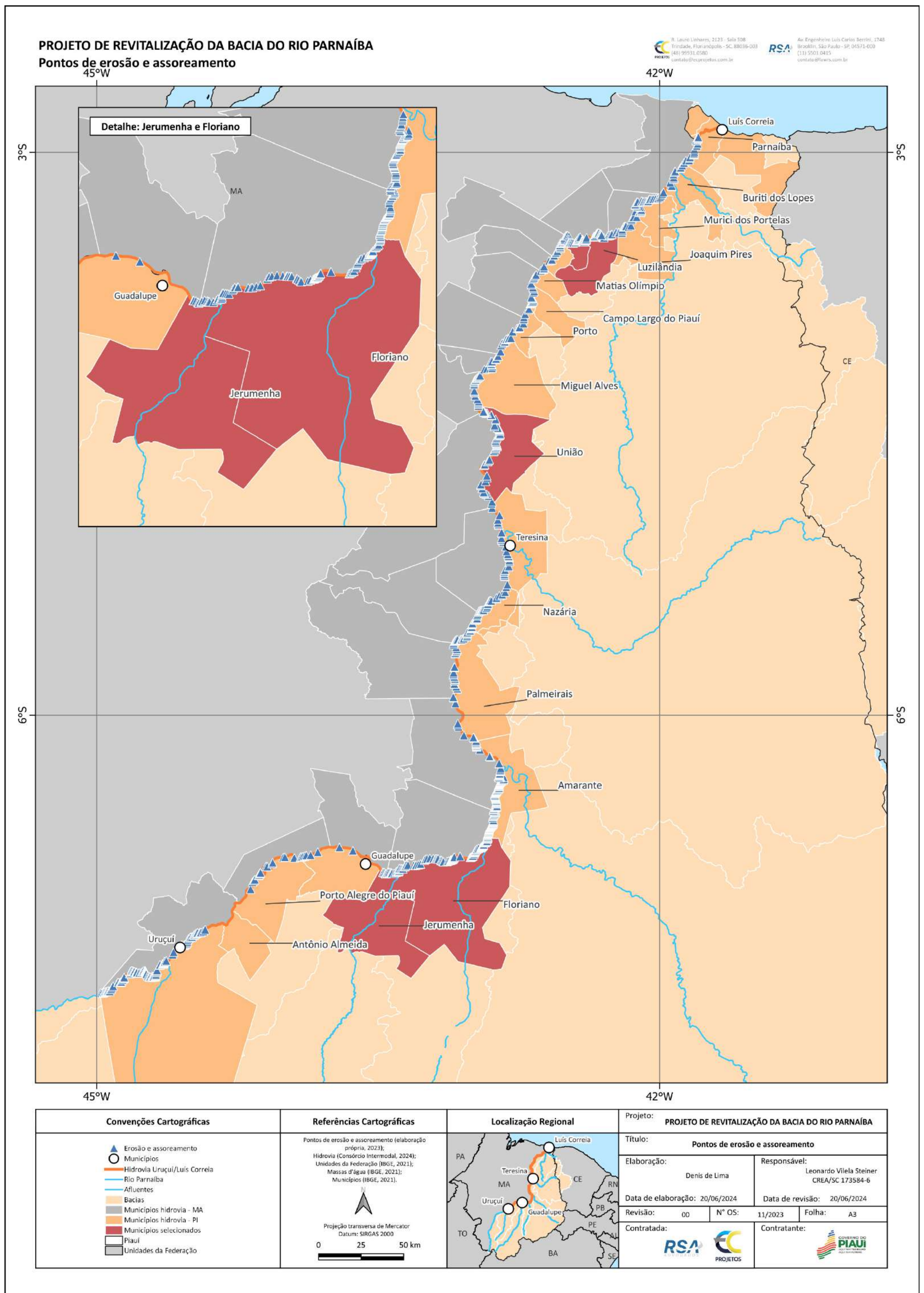


Tabela 7: Pontos de erosão e assoreamento observados por km de rio.

<b>Município</b>	<b>Erosão e assoreamento (nº de observações por km de rio)</b>
Antônio Almeida	16,20
Joca Marques	14,73
Campo Largo do Piauí	13,50
Matias Olímpio	13,50
Jerumenha	12,46
Joaquim Pires	9,00
Luzilândia	6,75
Ilha Grande	6,48
Buriti dos Lopes	6,23
Porto	5,79
Madeiro	4,91
Murici dos Portelas	4,76
Nazária	4,50
Parnaíba	4,15
Teresina	3,06
Guadalupe	2,89
Miguel Alves	2,84
Porto Alegre do Piauí	2,45
Floriano	2,42
Amarante	2,13
União	2,05
Palmeirais	1,84
Uruçuí	1,57

Elaboração própria.

Com o levantamento de dados ambientais coletados em campo, foi possível identificar os trechos do Rio Parnaíba com maior incidência de pontos de erosão e assoreamento, permitindo apontar quais áreas necessitam de mais serviços de recomposição florestal.

Destaque para Antônio Almeida, com 16,2 pontos por quilômetro de rio, seguido por Joca Marques com 14,73, Campo Largo do Piauí e Matias Olímpio, ambos com 13,5, e Jerumenha com 12,46 pontos de erosão e assoreamento por quilômetro de rio.

#### 5.1.5. Dragagens

Em 2023, parte do Consórcio Intermodal realizou levantamento de dados ambientais *in loco*, de modo que foi possível obter informações quanto a navegabilidade e ocupação do Rio Parnaíba, além de caracterizar e identificar suas feições geoecológicas, incorporando elementos bióticos, abióticos e processos associados às paisagens de modo multidisciplinar, integrado e sistêmico (OLIVEIRA, 2019).

Para este critério, foram consideradas o número de dragagens observadas em campo por quilômetro de rio (Tabela 8). A Figura 6 apresenta os pontos de dragagens identificadas ao longo do Rio Parnaíba.



Figura 6: Dragagens observadas in loco.

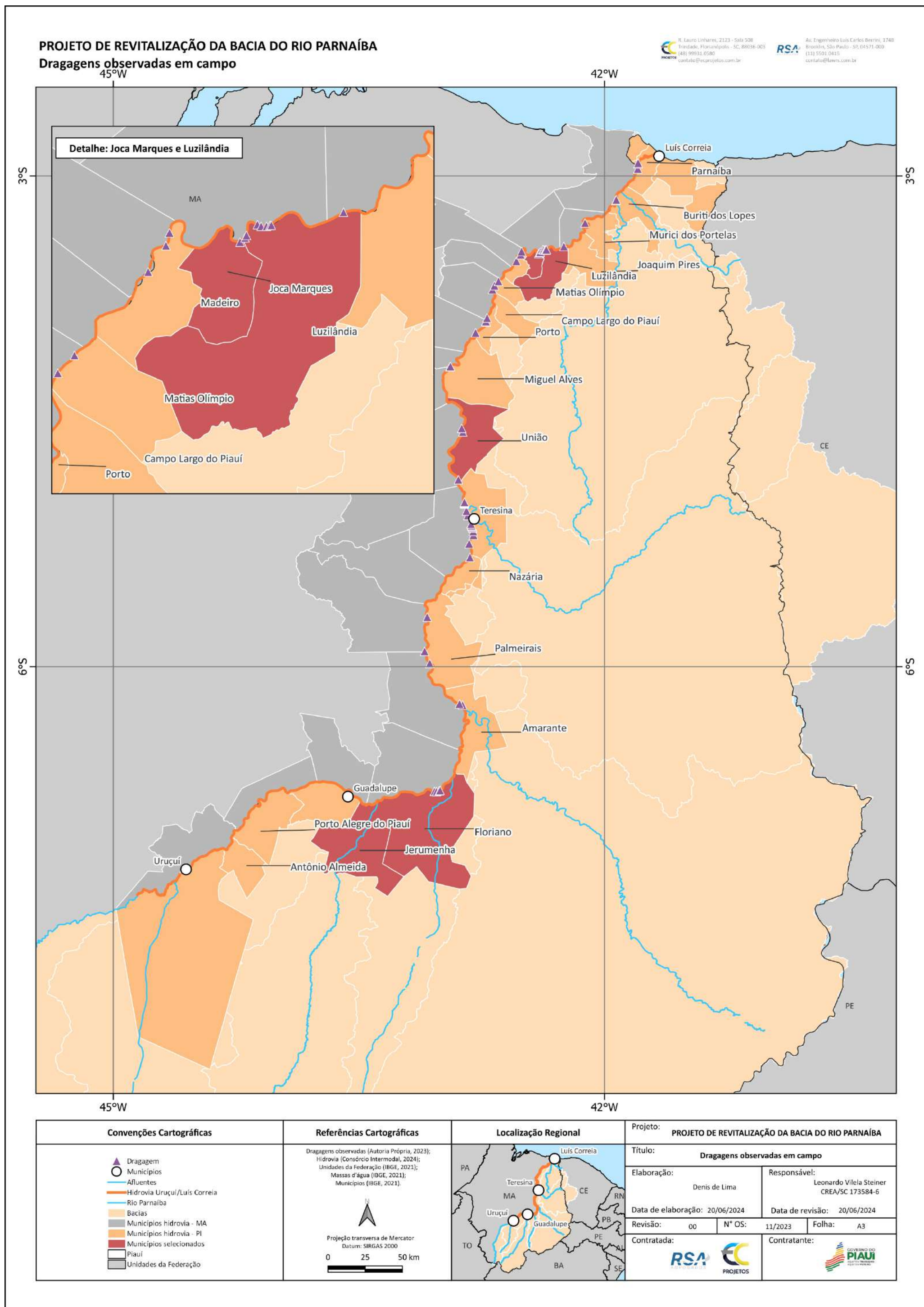




Tabela 8: Número de dragagens identificadas por km de rio.

<b>Município</b>	<b>Dragagens (nº de observações por km de rio)</b>
Antônio Almeida	0,20
Joca Marques	0,18
Campo Largo do Piauí	0,17
Matias Olímpio	0,17
Jerumenha	0,15
Joaquim Pires	0,11
Buriti dos Lopes	0,08
Ilha Grande	0,08
Luzilândia	0,08
Porto	0,07
Madeiro	0,06
Murici dos Portelas	0,06
Nazária	0,06
Parnaíba	0,05
Guadalupe	0,04
Miguel Alves	0,04
Teresina	0,04
Amarante	0,03
Floriano	0,03
Porto Alegre do Piauí	0,03
União	0,03
Palmeirais	0,02
Uruçuí	0,02

Elaboração própria.

Com o levantamento de dados ambientais coletados em campo, foi possível identificar os trechos do Rio Parnaíba com maior incidência de dragagens, permitindo apontar quais áreas necessitam de mais serviços de recomposição florestal.

Destaque para Antônio Almeida com 0,20 dragagens observadas por km de rio, seguida por Joca Marques com 0,18, Campo Largo do Piauí e Matias Olímpio com 0,17 cada e Jerumenha com 0,15 dragagens observadas ao longo do Parnaíba por km de rio.

#### 5.1.6. Suscetibilidade a inundações

As informações apresentadas têm como objetivo fornecer um panorama geral da frequência dos eventos de cheias ocorridos nos municípios brasileiros nos últimos anos. O dado vetorial, disponível para download no portal de Metadados, foi elaborado a partir de informações da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) e compilado pela ANA (ANA, 2024).

A contabilização dos eventos de cheias por município utiliza como fonte primária os decretos de declaração de situação de emergência e estado de calamidade pública, expedidos pelos municípios e divulgados no site da SEDEC. A série histórica utilizada abrange o período de 2003 a 2015 e considera inundações, alagamentos, enchentes e enxurradas como evento de cheias (ANA, 2024).

Este critério qualitativo indica a suscetibilidade a inundações dos trechos do Rio Parnaíba, a Figura 7 apresenta os dados por segmentos enquanto a Tabela 9 classifica a suscetibilidade por município.

Figura 7: Suscetibilidade a inundações dos trechos do Rio Parnaíba.

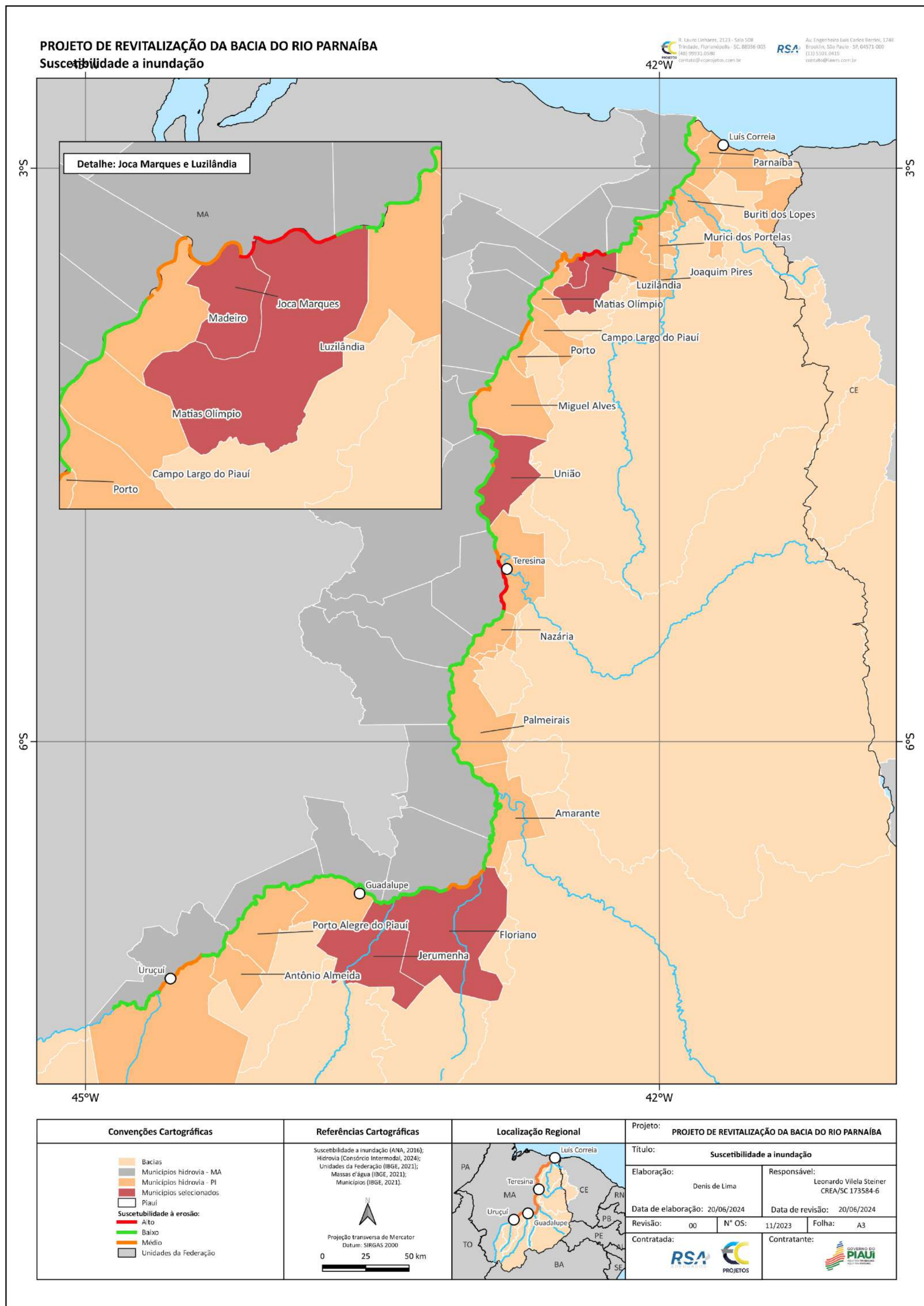


Tabela 9: Suscetibilidade a inundações dos municípios banhados pela Hidrovia do Rio Parnaíba.

<b>Município</b>	<b>Suscetibilidade a inundação</b>
Luzilândia	Alta
Teresina	Alta
Amarante	Baixa
Antônio Almeida	Baixa
Buriti dos Lopes	Baixa
Campo Largo do Piauí	Baixa
Guadalupe	Baixa
Ilha Grande	Baixa
Jerumenha	Baixa
Joaquim Pires	Baixa
Matias Olímpio	Baixa
Miguel Alves	Baixa
Murici dos Portelas	Baixa
Nazária	Baixa
Palmeirais	Baixa
Parnaíba	Baixa
Porto Alegre do Piauí	Baixa
União	Baixa
Floriano	Média
Joca Marques	Média
Madeiro	Média
Porto	Média
Uruçuí	Média

Fonte: ANA (2016).

Elaboração própria.

A partir dos dados, é possível identificar quais municípios banhados pelo Rio Parnaíba apresentam suscetibilidade a inundação. Destaca-se Luzilândia e Teresina com Alta suscetibilidade.

#### 5.1.7. Reserva legal

Criado pela Lei nº 12.651/2012 e regulamentado pela Instrução Normativa MMA nº 2 de 5 de maio de 2014, o Cadastro Ambiental Rural (CAR) é um registro público eletrônico nacional obrigatório para todos os imóveis rurais (BRASIL, 2024). Ele integra informações ambientais das propriedades e posses rurais, incluindo Áreas de Preservação Permanente (APP), Reservas Legais, florestas, remanescentes de vegetação nativa, Áreas de Uso Restrito e áreas consolidadas, funcionando como base de dados para controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico, e combate ao desmatamento (BRASIL, 2024).

A inscrição no CAR é o primeiro passo para a regularidade ambiental do imóvel e inclui dados do proprietário ou responsável, documentos de comprovação de propriedade ou posse, e informações georreferenciadas do perímetro do imóvel e das áreas de interesse ambiental (BRASIL, 2024).

A Reserva Legal é uma área dentro de uma propriedade ou posse rural destinada a assegurar o uso sustentável dos recursos naturais, conservar e reabilitar processos ecológicos, e promover a biodiversidade, além de proteger a fauna e flora nativas (BRASIL, 2012). Embora localizada no imóvel rural, sua função socioambiental a torna um bem de interesse comum para todos os habitantes do país.



Para este critério, foi considerado o percentual de área em km<sup>2</sup> de Reserva Legal por município dentro da App do Rio Parnaíba (Tabela 10), a Figura 8 apresenta as Reservas Legais do estado do Piauí.



Figura 8: Áreas de Reserva Legal do Piauí.

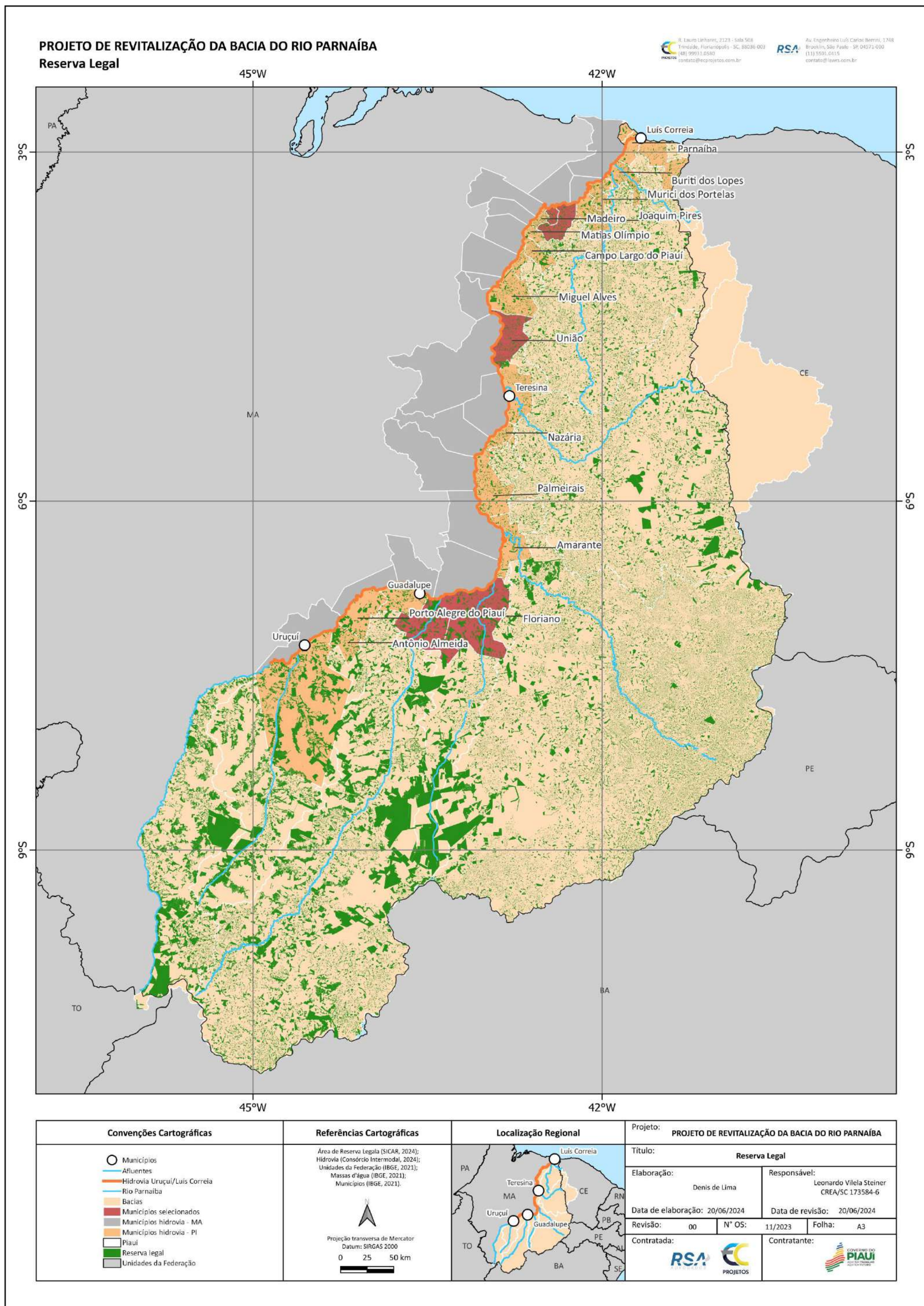




Tabela 10: Percentual de Reserva Legal dentro da APP por município.

Município	Percentual de área em reserva legal (%)
Amarante	7%
Antônio Almeida	12%
Buriti dos Lopes	5%
Campo Largo do Piauí	16%
Floriano	6%
Guadalupe	3%
Ilha Grande	0%
Jerumenha	5%
Joaquim Pires	7%
Joca Marques	6%
Luzilândia	10%
Madeiro	1%
Matias Olímpio	21%
Miguel Alves	4%
Murici dos Portelas	5%
Nazária	0%
Palmeirais	8%
Parnaíba	3%
Porto	11%
Porto Alegre do Piauí	3%
Teresina	3%
União	3%
Uruçuí	8%

Fonte: BRASIL (2024).  
Elaboração própria.

As Reservas Legais estão presentes em todo o Piauí com destaque para o trecho norte da Hidrovia do Rio Parnaíba e região sudeste do estado. Dentre os municípios banhados, destaca-se Matias Olímpio com 21%, Campo Largo do Piauí com 16% Antônio Almeida com 12%, Porto com 11% e Luzilândia com 10% de área de Reserva Legal dentro da faixa de APP do rio.

5.2. LOTES SELECIONADOS

Com a aplicação do método AHP foram definidos os 05 municípios contemplados pelas ações de recomposição florestal. Ao todo foram selecionados 41 lotes que somados totalizam 470 hectares (Tabela 11 e Tabela 12) para implementação do projeto piloto. A seleção das áreas considerou locais com cobertura vegetal escassa mediante análise de imagens de satélite e cruzamento com as percepções colhidas em campo no Projeto Integrador Intermodal do Piauí.

Tabela 11: Relação total de lotes selecionados.

Município	Lotes	Área Total (ha)
Joca Marques	5	90,6
Floriano	13	66,6
Luzilândia	5	107,1
Jerumenha	9	33,7
União	9	171,3

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 12: Coordenadas geográficas dos lotes (SIRGAS 2000).

id	Município	X (°)	Y (°)	id	Município	X (°)	Y (°)
1	Joca Marques	-42,462	-3,487	21	Luzilândia	-42,296	-3,456
2	Joca Marques	-42,447	-3,48	22	Luzilândia	-42,276	-3,449
3	Joca Marques	-42,436	-3,469	23	Luzilândia	-42,24	-3,433
4	Joca Marques	-42,423	-3,457	24	Jerumenha	-43,488	-6,825
5	Joca Marques	-42,416	-3,471	25	Jerumenha	-43,487	-6,827
6	Floriano	-43,362	-6,818	26	Jerumenha	-43,486	-6,829
7	Floriano	-43,358	-6,814	27	Jerumenha	-43,485	-6,833
8	Floriano	-43,325	-6,801	28	Jerumenha	-43,47	-6,84
9	Floriano	-43,291	-6,8	29	Jerumenha	-43,452	-6,846
10	Floriano	-43,258	-6,782	30	Jerumenha	-43,451	-6,844
11	Floriano	-43,225	-6,765	31	Jerumenha	-43,438	-6,839
12	Floriano	-43,175	-6,77	32	Jerumenha	-43,4	-6,837
13	Floriano	-42,984	-6,73	33	União	-42,936	-4,807
14	Floriano	-42,981	-6,725	34	União	-42,944	-4,777
15	Floriano	-42,976	-6,719	35	União	-42,946	-4,675
16	Floriano	-42,964	-6,712	36	União	-42,935	-4,668
17	Floriano	-42,915	-6,659	37	União	-42,864	-4,56
18	Floriano	-42,914	-6,65	38	União	-42,865	-4,557
19	Luzilândia	-42,379	-3,452	39	União	-42,935	-4,38
20	Luzilândia	-42,327	-3,436	40	União	-42,958	-4,378
				41	União	-42,962	-4,356

Elaboração própria.

Destes 41, 16 interceptam alguma demarcação de terreno particular cadastrado nas bases oficiais federais, os restantes não possuem registros (Tabela 13).

Tabela 13: Terrenos particulares interceptados pelos lotes definidos.

Lote	Município	Área total propriedade (ha)	Área interceptada (ha)	Porcentagem	Código Imóvel	Nome da área
1	Joca Marques	30,3	3,28	10,83%	1210530065560	Feitoria Data: Inhumas
11	Floriano	984,50	3,30	0,34%	1260550008098	FAZENDA MANGA
13	Floriano	20,10	1,23	6,12%	9501900546310	SANTA ALICE PARTE 1
		41,40	3,48	8,41%	9511458175036	SANTA ALICE
		34,30	0,11	0,32%	1260550055681	SANTA ALICE
14	Floriano	34,30	2,32	6,76%	1260550055681	SANTA ALICE
30	Jerumenha	29.352	0,1	0,000341%	1260630013505	FAZENDA SÃO PEDRO
31	Jerumenha	29.352	1,4	0,004770%	1260630013505	FAZENDA SÃO PEDRO
32	Jerumenha	29.352	12,7	0,043268%	1260630013505	FAZENDA SÃO PEDRO
33	União	7.207,20	9,49	0,13%	9510800852359	PIC DAVID CALDAS
34	União	7.207,20	102,96	1,43%	9510800852359	PIC DAVID CALDAS

Lote	Município	Área total propriedade (ha)	Área interceptada (ha)	Porcentagem	Código Imóvel	Nome da área
35	União	111,90	2,669	2,39%	9500682125123	FAZENDA SANTA LUZIA
		80,9	1,719	2,12%	9500849748462	FAZENDA VALE DO PARNAIBA
36	União	80,9	3,338	4,13%	9500849748462	FAZENDA VALE DO PARNAIBA
		84,1	13,658	16,24%	9501063092144	PA SANTA RITA II
37	União	243,1	4,858	2,00%	9500502485763	PE TRANQUEIRA

Fonte: INCRA (2024).  
Elaboração própria.

### 5.2.1. Joca Marques

A Figura 9 exibe os lotes do município de Joca Marques enquanto a Tabela 14 apresenta as áreas de cada lote.



Figura 9: Lotes selecionados no município de Joca Marques.

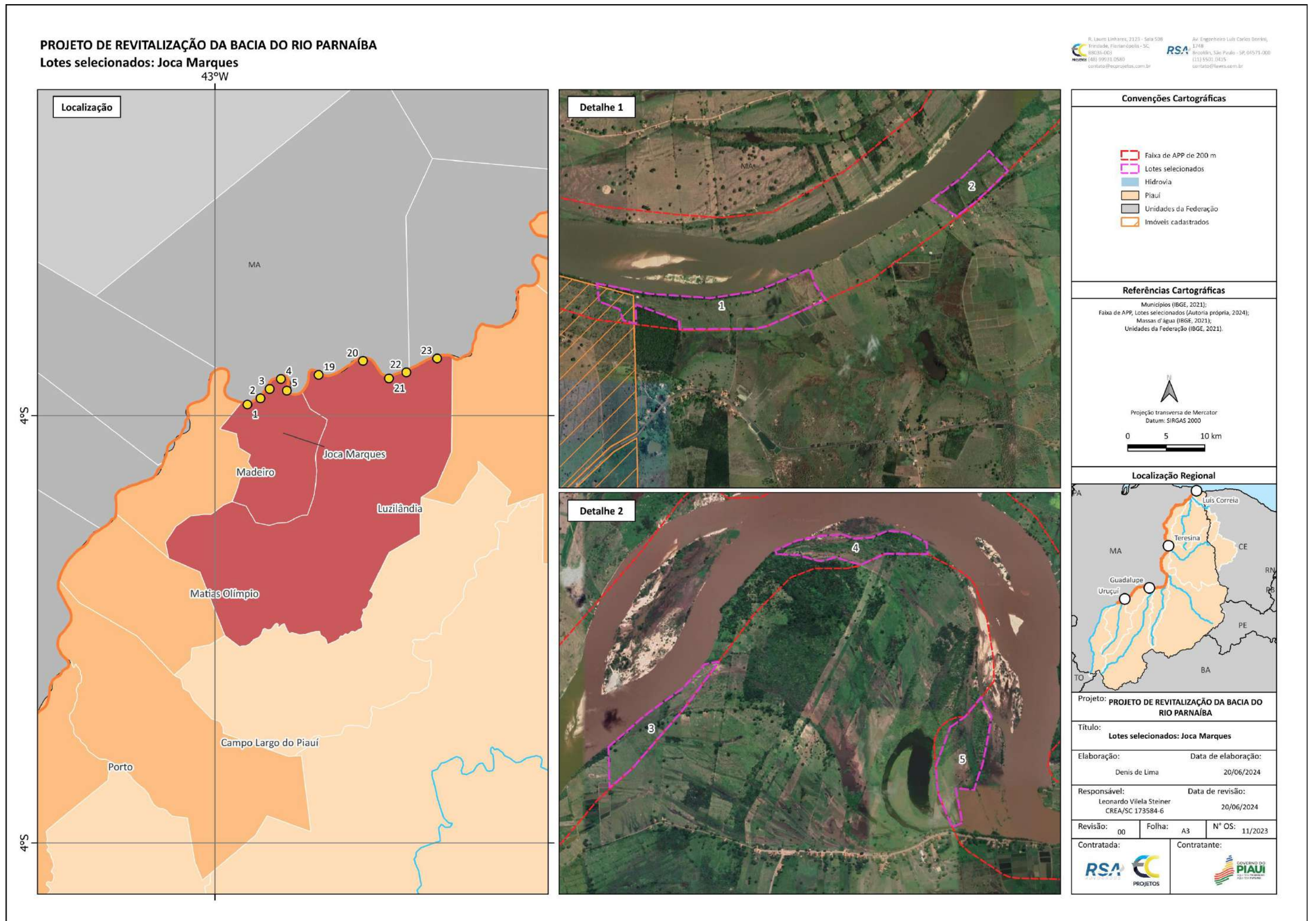




Tabela 14: Lotes selecionados do município de Joca Marques.

Município	Lote	Área (ha)	Perímetro (m)
Joca Marques	1	30,3	3.688,23
	2	9,1	1.361,19
	3	16,3	2.515,54
	4	15,5	2.369,52
	5	19,4	2.233,24

Fonte: Elaboração própria.

Para o município de Joca Marques, foram escolhidos 05 (cinco) lotes que estão dentro da faixa de Proteção Permanente de 200m para este trecho de que rio possui entre 200 e 600 metros de largura.

Deste 05 (cinco), 01 (um) lote intercepta alguma demarcação de terreno particular cadastrado nas bases oficiais federais. A Tabela 15 apresenta os dados referentes ao terreno interceptado.

Tabela 15: Terreno interceptado pelo lote sugerido em Joca Marques.

Lote	Área total da propriedade (ha)	Área interceptada (ha)	Porcentagem	Código Imóvel	Nome da área
1	30,3	3,28	10,83%	1210530065560	Feitoria Data: Inhumas

Fonte: INCRA (2024).

Elaboração própria.

#### 5.2.2. Floriano

A Figura 10 e Figura 11 exibem os lotes do município de Floriano enquanto a Tabela 16 apresenta as áreas de cada lote.



Figura 10: Lotes selecionados município de Floriano 6-12.

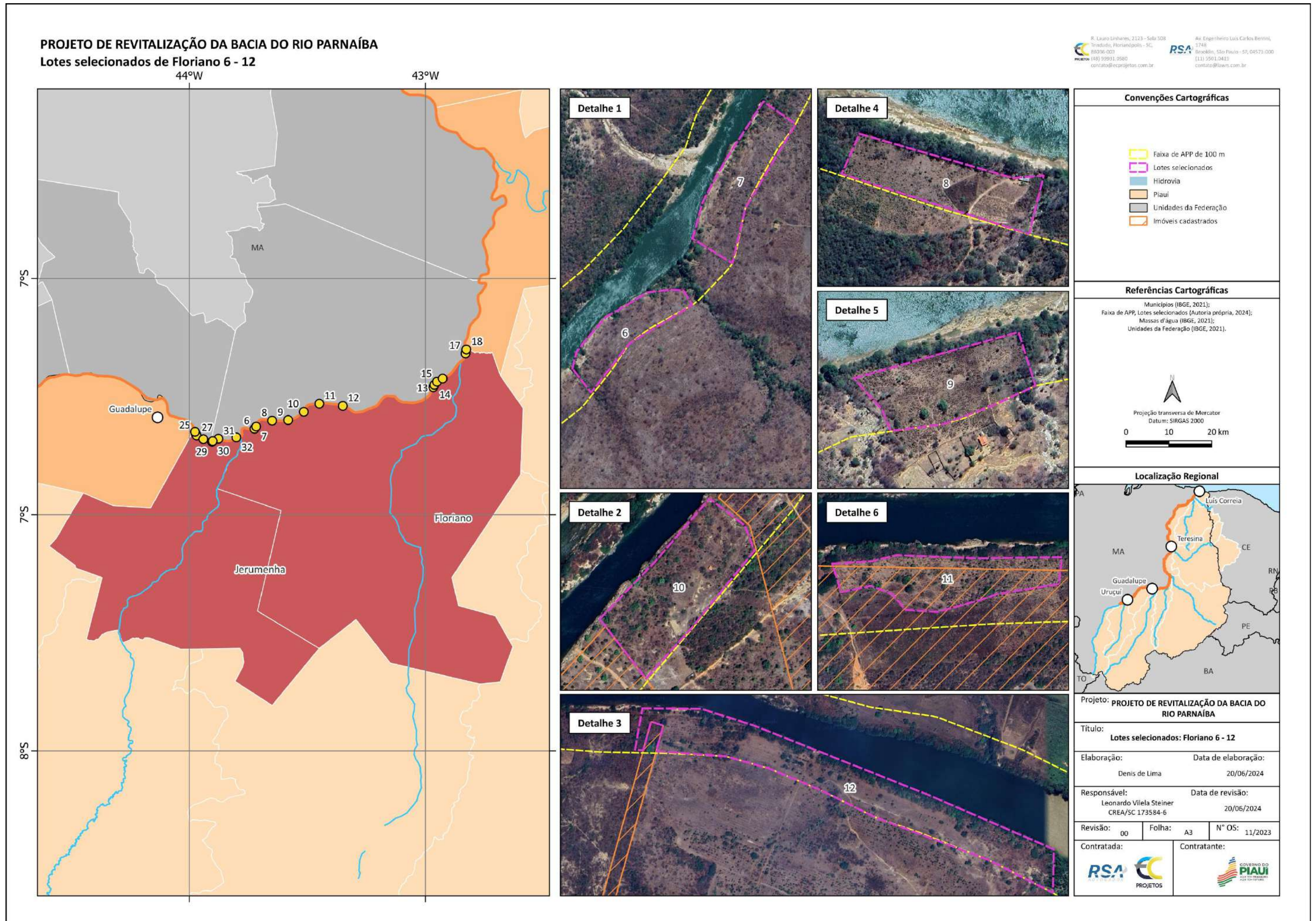




Figura 11: Lotes selecionados município de Floriano 13-18.

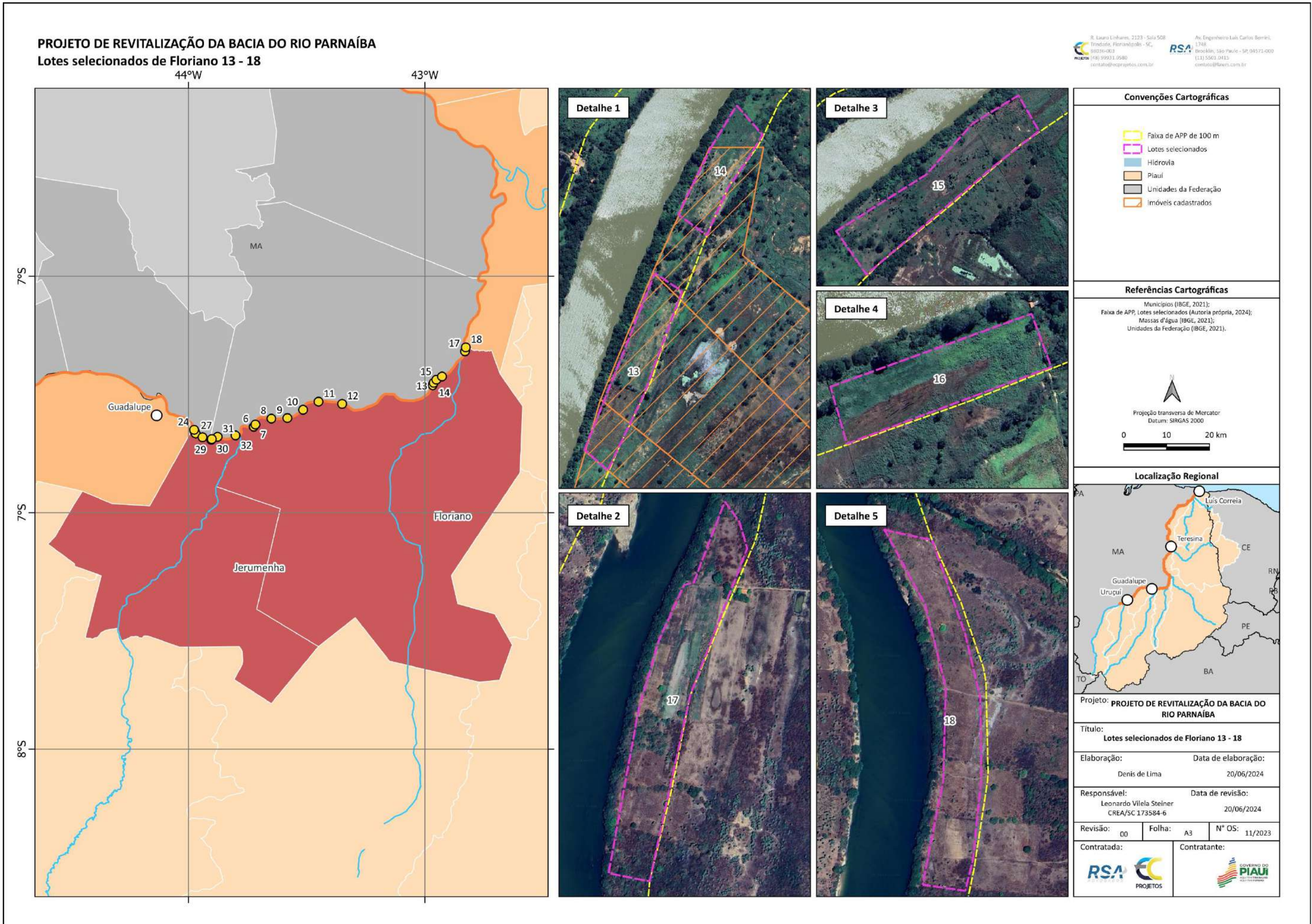




Tabela 16: Lotes selecionados do município de Floriano.

Município	Lote	Área (ha)	Perímetro (m)
Floriano	6	5,1	1.113,80
	7	7,3	1.335,71
	8	1,3	589,03
	9	1,8	587,50
	10	3,8	845,21
	11	3,3	1.010,86
	12	16	3.251,71
	13	4,8	1.240,14
	14	3,2	868,34
	15	4,3	1.309,35
	16	2,2	722,54
	17	7,5	1.908,83
	18	6,0	1.765,57

Fonte: Elaboração própria.

Para o município de Floriano, foram escolhidos 13 lotes que estão dentro da faixa de Proteção Permanente de 100m para este trecho do rio que possui entre 50 e 200 metros de largura.

Destes 13, 03 (três) lotes interceptam alguma demarcação terreno de particular cadastrado nas bases oficiais federais. A Tabela 17 apresenta os dados referentes ao terreno interceptado.

Tabela 17: Terreno interceptado pelo lote sugerido em Floriano.

Lote	Área total da propriedade (ha)	Área interceptada (ha)	Porcentagem	Código Imóvel	Nome da área
11	984,50	3,30	0,34%	1260550008098	FAZENDA MANGA
13	20,10	1,23	6,12%	9501900546310	SANTA ALICE PARTE 1
	41,40	3,48	8,41%	9511458175036	SANTA ALICE
	34,30	0,11	0,32%	1260550055681	SANTA ALICE
14	34,30	2,32	6,76%	1260550055681	SANTA ALICE

Fonte: INCRA (2024).

Elaboração própria.

### 5.2.3. Luzilândia

A Figura 12 exibe os lotes do município de Luzilândia enquanto a Tabela 18 apresenta as áreas de cada lote.

Figura 12: Lotes selecionados município de Luzilândia.

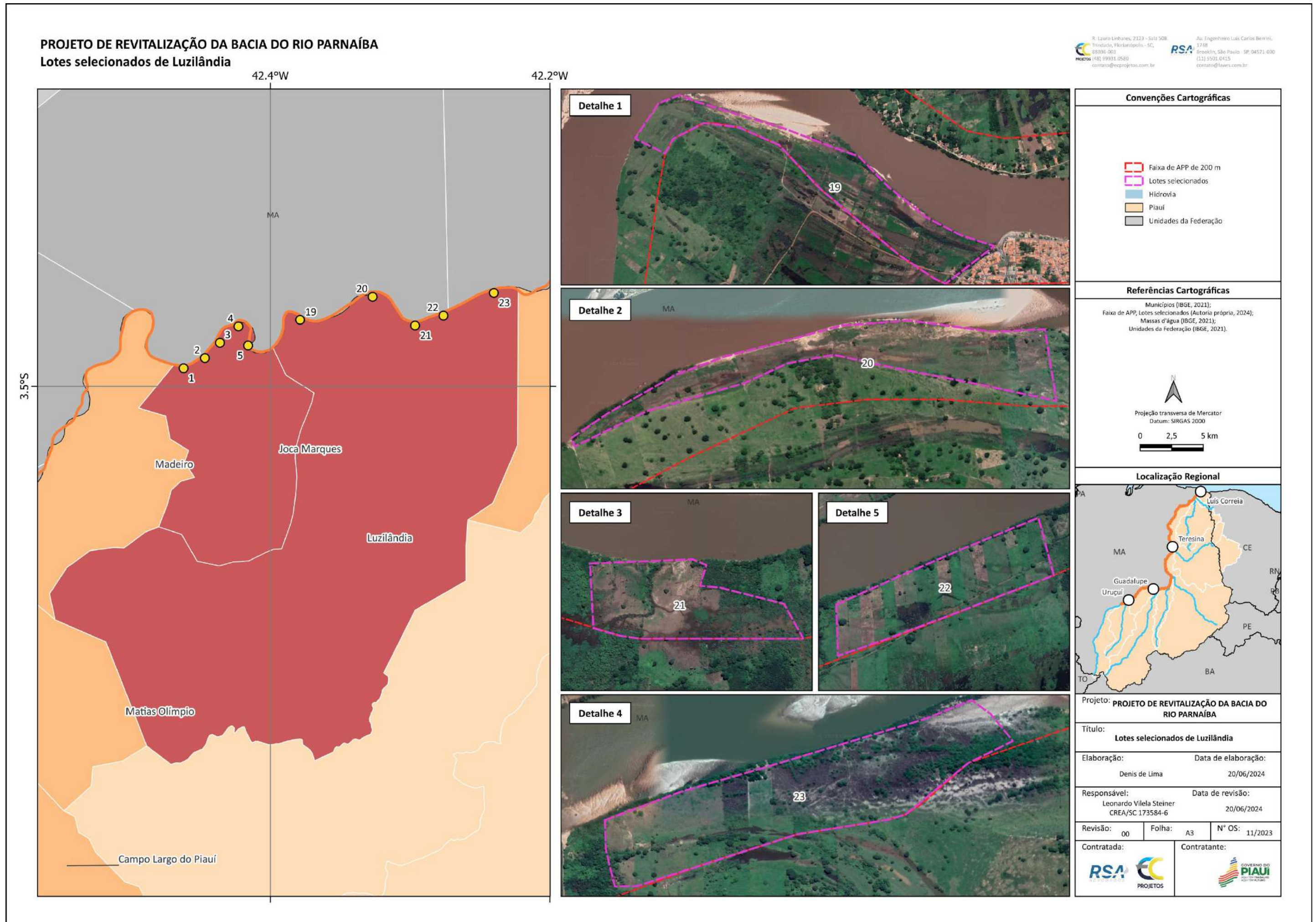




Tabela 18: Lotes selecionados do município de Luzilândia.

Município	Lote	Área (ha)	Perímetro (m)
Luzilândia	19	33	4.299,99
	20	19,7	3.654,58
	21	10,5	1.580,49
	22	19	2.196,01
	23	24,9	2.856,67

Fonte: Elaboração própria.

Para o município de Luzilândia, foram escolhidos 05 (cinco) lotes que estão dentro da faixa de Proteção Permanente de 200m para este trecho de que rio possui entre 200 e 600 metros de largura. Destes 05, nenhum intercepta alguma demarcação de terreno particular cadastrado nas bases oficiais federais.

#### 5.2.4. Jerumenha

As figuras Figura 13 e Figura 14 exibem os lotes do município de Jerumenha enquanto a Tabela 19 apresenta as áreas de cada lote.



Figura 13: Lotes selecionados município de Jerumenha 24-30.

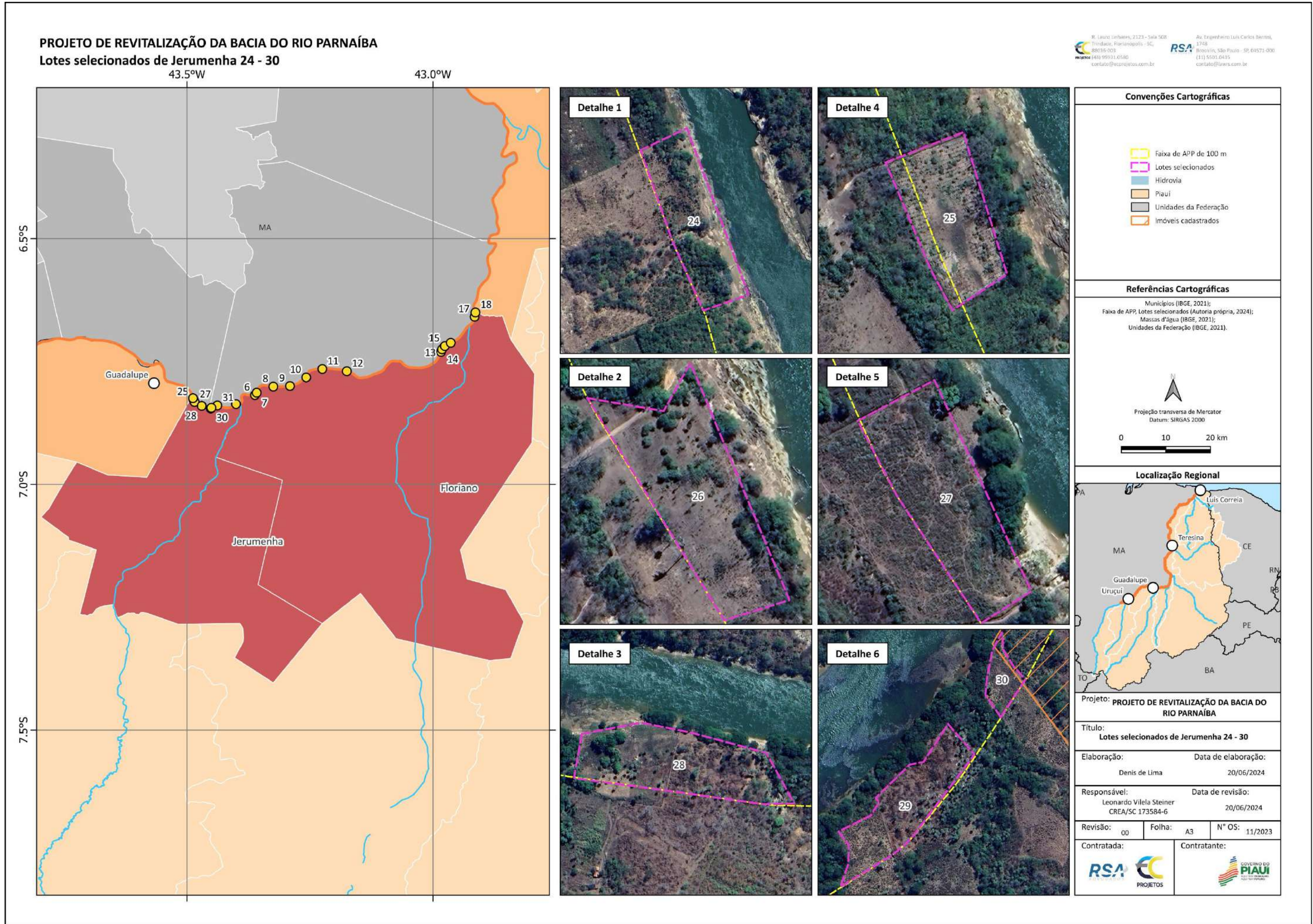




Figura 14: Lotes selecionados município de Jerumenha 31-32.

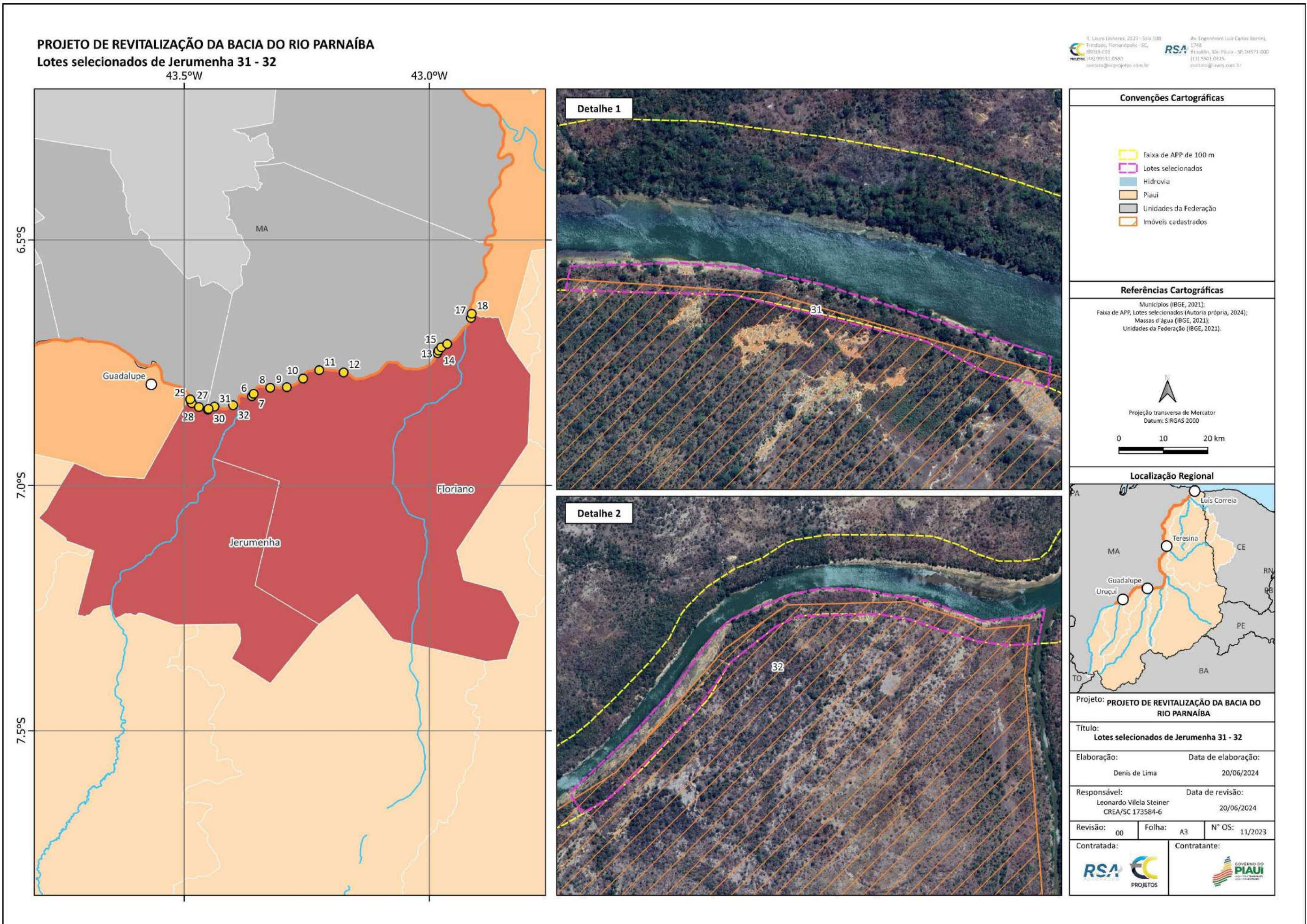




Tabela 19: Descrição dos lotes selecionados do município de Jerumenha.

Município	Lote	Área (ha)	Perímetro (m)
Jerumenha	24	1	471,25
	25	0,3	249,26
	26	0,4	320,78
	27	0,4	288,58
	28	1,8	644,97
	29	1,5	637,54
	30	0,3	269,60
	31	4,6	1.881,54
	32	23,4	4.611,83

Fonte: Elaboração própria.

Para o município de Jerumenha, foram escolhidos 09 (nove) lotes que estão dentro da faixa de Proteção Permanente de 100m para este trecho de que rio possui entre 50 e 200 metros de largura.

Destes 09 (nove), 03 (três) lotes interceptam alguma demarcação terreno de particular cadastrado nas bases oficiais federais. A Tabela 20 apresenta os dados referentes aos terrenos interceptados.

Tabela 20: Terrenos particulares interceptados pelos lotes sugeridos em Jerumenha.

Lote	Área total da propriedade (ha)	Área interceptada (ha)	Porcentagem	Código Imóvel	Nome da área
30	29.352	0,1	0,000341%	1260630013505	FAZENDA SÃO PEDRO
31		1,4	0,004770%		
32		12,7	0,043268%		

Fonte: INCRA (2024).

Elaboração própria.

#### 5.2.5. União

As figuras Figura 15 e Figura 16 exibem os lotes do município de União enquanto a Tabela 21 apresenta as áreas de cada lote.



Figura 15: Lotes selecionados município de União 33-38.

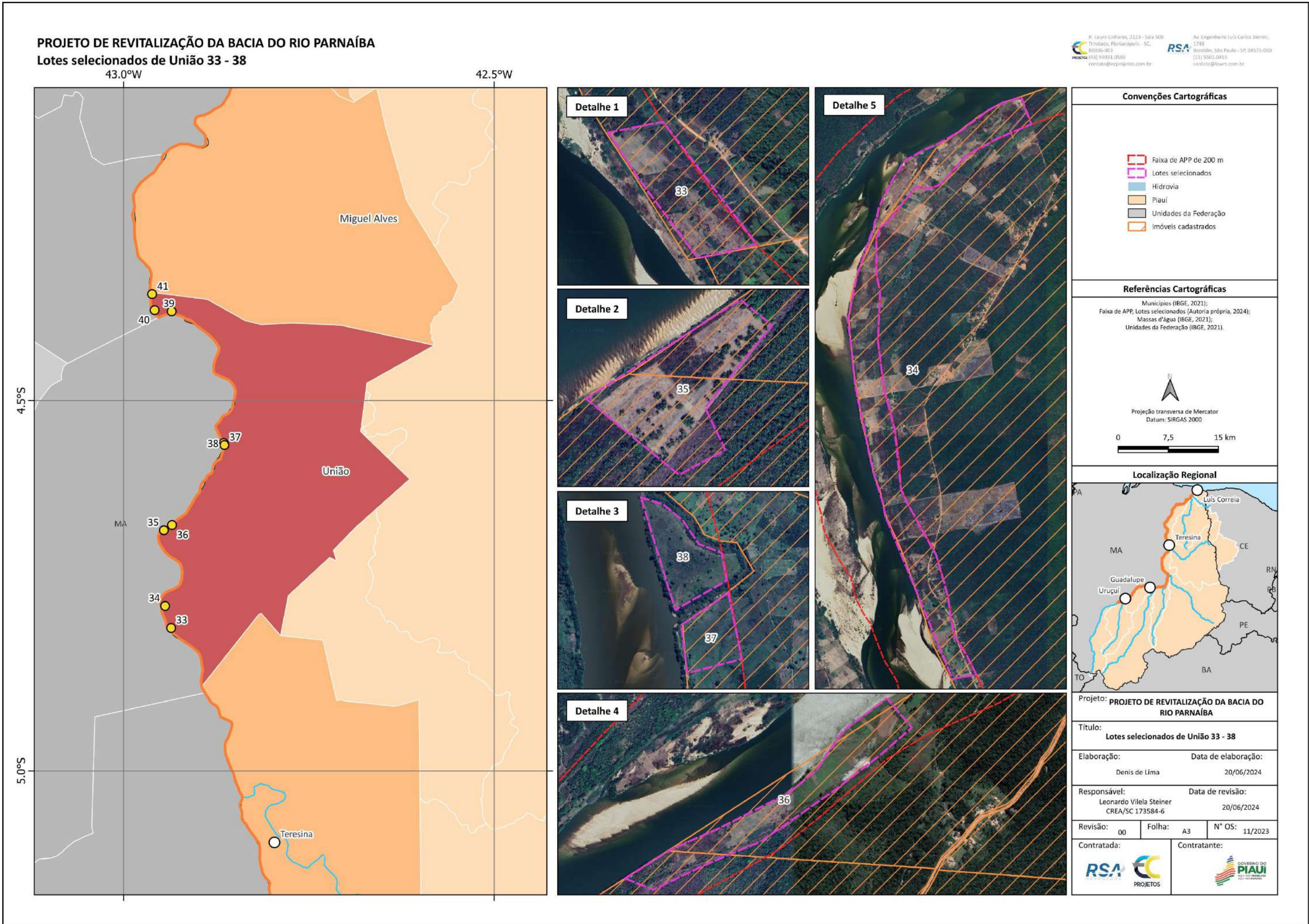
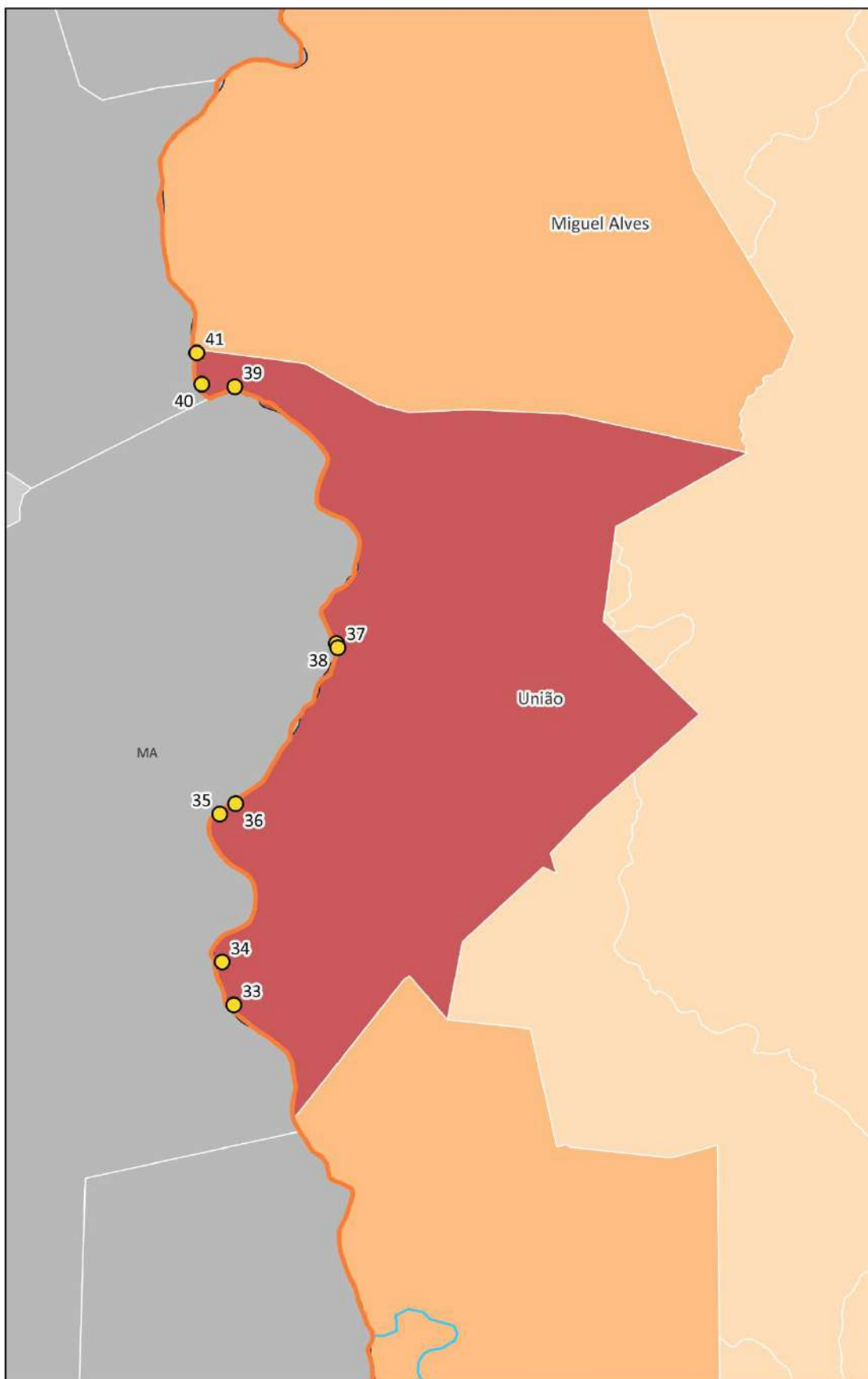
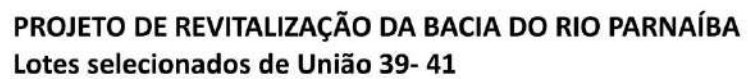










Figura 16: Lotes selecionados município de União 39-41.




Convenções Cartográficas	
	Faixa de APP de 200 m
	Lotes selecionados
	Hidrovia
	Piauí
	Unidades da Federação
	Imóveis cadastrados


  

Referências Cartográficas
Municípios (IBGE, 2021); Faixa de APP, Lotes selecionados (Autoria própria, 2024); Massas d'água (IBGE, 2021); Unidades da Federação (IBGE, 2021).

  
Projeção transversa de Mercator  
Datum: SIRGAS 2000  

0
5
10 km






Localização Regional

Projeto: <b>PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA</b>
Título: <b>Lotes selecionados de União 39- 41</b>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Elaboração: Denis de Lima</div> <div>Data de elaboração: 20/06/2024</div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Responsável: Leonardo Vilela Steiner CREA/SC 173584-6</div> <div>Data de revisão: 20/06/2024</div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>Revisão: 00</div> <div>Folha: A3</div> <div>Nº OS: 11/2023</div> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> Contratada:  </div> <div style="width: 45%;"> Contratante:  </div> </div>



Tabela 21: Lotes selecionados do município de União.

Município	Lote	Área (ha)	Perímetro (m)
União	33	9,5	1.431,31
	34	113,9	11.460,92
	35	4,4	973,65
	36	17,9	3.018,12
	37	4,9	907,47
	38	7,1	1.214,76
	39	7,8	1.666,13
	40	4,1	1.063,10
	41	1,7	573,94

Fonte: Elaboração própria.

Para o município de União, foram escolhidos 09 (nove) lotes que estão dentro faixa de Proteção Permanente de 200m para este trecho de que rio possui entre 200 e 600 metros de largura.

Destes 09 (nove), 03 (três) lotes interceptam alguma demarcação terreno de particular cadastrado nas bases oficiais federais. A Tabela 22 apresenta os dados referentes aos terrenos interceptados.

Tabela 22: Terrenos particulares interceptados pelos lotes sugeridos em União.

Lote	Área total da propriedade (ha)	Área interceptada (ha)	Porcentagem	Código Imóvel	Nome da área
34	7.207,20	102,96	1,43%	9510800852359	PIC DAVID CALDAS
35	111,90	2,669	2,39%	9500682125123	FAZENDA SANTA LUZIA
	80,9	1,719	2,12%	9500849748462	FAZENDA VALE DO PARNAIBA
36	80,9	3,338	4,13%	9500849748462	FAZENDA VALE DO PARNAIBA
	84,1	13,658	16,24%	9501063092144	PA SANTA RITA II
37	243,1	4,858	2,00%	9500502485763	PE TRANQUEIRA

Fonte: INCRA (2024).

Elaboração própria.



### 5.3. PREPARAÇÃO DA ÁREA

#### 5.3.1. Análise prévia

Para a preparação da área para ser executado o plano de recomposição florestal das áreas degradadas, Castro (2012) cita a necessidade de análise prévia dos seguintes aspectos:

- **Vegetação local:** A composição da vegetação dos fragmentos florestais remanescentes serve como referência para a restauração de áreas degradadas, orientando a escolha das espécies e habitats, pois a vegetação nativa possui adaptações bem-sucedidas ao longo de sua evolução;
- **Condições do solo:** ao avaliar o tipo de solo e seu grau de degradação, é fundamental observar a abrangência da cobertura vegetal, quantidade e qualidade da matéria orgânica, áreas com solo exposto ou com processo erosivo. Uma análise química do solo fornece informações sobre a fertilidade e deficiências, porém eleva os custos da ação;
- **Fatores de degradação:** identificar quais os tipos de degradação que a área vem sofrendo e interrompê-los, como a presença de gado (instalação de cerca), uso de fogo (construção de aceiros), cultivos agrícolas convencionais (suspensão da atividade ou transição para agricultura ecológica), mineração e roçadas;
- **Grau de degradação:** é necessário avaliar o estado de degradação e a capacidade da área se regenerar naturalmente e, neste caso, busca-se a aplicação de técnicas específicas para acelerar e conduzir este processo.

A partir do diagnóstico do tipo de vegetação a ser recuperada, da identificação das espécies de plantas adequadas às condições da área degradada e da avaliação do tipo e grau de degradação do solo, é possível planejar a restauração de áreas degradadas de maneira a garantir maiores probabilidades de sucesso em um menor tempo (CASTRO, 2012).

As áreas do Cerrado com solo revolvido e alterado quimicamente por corretivos e fertilizantes geralmente não têm potencial de regeneração natural, nessas áreas, a única técnica recomendável é o plantio de espécies nativas, seguindo práticas silviculturais convencionais com adaptações (SÃO PAULO, 2011). O preparo do solo deve evitar revolvimento, recomendando-se apenas a aplicação de herbicida e coveamento (SÃO PAULO, 2011).

O plantio pode ser feito em linhas, em nível, com espaçamento de mil a 2 mil mudas por hectare, variando conforme o tipo de cerrado (SÃO PAULO, 2011). Covas de pelo menos 30 cm de diâmetro e 40 cm de profundidade são recomendadas (SÃO PAULO, 2011). A fertilização deve ser feita com adubo orgânico, sem aplicação de calcário (SÃO PAULO, 2011). Mudas grandes e robustas têm maior sobrevivência, mas mudas menores com sistema radicular bem desenvolvido também podem ser plantadas se as plantas invasoras forem controladas (SÃO PAULO, 2011). A época ideal de plantio é no início da estação chuvosa para garantir que as raízes das mudas alcancem as reservas de água antes da estação seca (SÃO PAULO, 2011).

#### 5.3.2. Limpeza geral da área

A limpeza geral da área através da roçada manual envolve a remoção de vegetação indesejada, como ervas daninhas e gramíneas, utilizando ferramentas manuais como foices, facões ou roçadeiras manuais (JBRJ, 2013). Este processo é essencial para preparar o terreno para plantio, manutenção de áreas verdes ou recuperação de solos degradados (JBRJ, 2013). A roçada manual permite um

controle mais preciso da vegetação, minimizando danos às plantas desejadas e ao solo, além disso, é uma técnica sustentável que evita o uso de herbicidas químicos, contribuindo para a preservação do meio ambiente (JBRJ, 2013).

### 5.3.3. Escolha de espécies

A escolha das espécies para plantio no Cerrado deve considerar vários aspectos importantes (SÃO PAULO, 2011):

- **Espécies Nativas:** Não plantar espécies florestais em áreas originalmente de cerrado, pois elas não toleram os solos de cerrado e morrem rapidamente. O ideal é plantar espécies nativas da área a ser recuperada.
- **Tolerância ao Encharcamento:** Plantas de cerrado geralmente não toleram solo encharcado, mas algumas espécies que ocorrem em mata-galeria podem ser usadas nas margens dos córregos.
- **Diversidade de Espécies:** Utilizar o maior número possível de espécies, pois o cerrado não recebe muitas sementes de longe.
- **Tipos de Plantas:** A vegetação do cerrado inclui árvores, arbustos e plantas menores. Embora o ideal seja plantar espécies de todos os tamanhos, geralmente são conhecidas técnicas de produção de mudas para espécies lenhosas.
- **Exigência de Luz:** As árvores e arbustos do cerrado exigem luz durante todo o ciclo de vida e têm crescimento lento. Não há necessidade de plantar espécies que forneçam sombra ou cresçam rapidamente.
- **Respeito ao Habitat Natural:** Não plantar árvores em áreas onde elas nunca existiram, como campos úmidos próximos a rios, que devem ser conservados com sua diversidade de ervas e capins.

A Tabela 23 apresenta espécies nativas do Cerrado que podem ser utilizadas para o reflorestamento florestal.

Tabela 23: Espécies nativas do Cerrado

Nome popular	Nome científico	"Sucessão (exigência luminosa)	Solo	Informações Gerais
Amburana	<i>Amburana hearensis</i>	Pioneira, sombra parcial	Ricos	Madeira: tonel para pinga, móveis. Medicinal: sementes curam tosses, afeições pulmonares.
Angelim	<i>Andira spp.</i>	Sombra parcial	Pobres	Fauna. Madeira
Angico- vermelho	<i>Anadenanthera peregrina</i>	Sol	-	Madeira: caibros, vigas, esteios, batentes de portas, mourões e estruturas de pontes e móveis. Casca rica em tanino, apícola e tida como medicinal
Angico-preto	<i>Anadenanthera mahroharpa</i>	Pioneira	Férteis	Madeira: vigas, assoalhos, naval, marcenaria e carpintaria, dormentes. Casca rica em tanino
Araíá-da-mata	<i>Gomidesia spp</i>	Pioneira	-	Madeira: cabo de ferramentas, cangas de boi e lenha. Frutos muito procurados por aves
Araticum-de-casca-lisa	<i>Annona horiahea</i>	Sol	Arenosos e secos	Alimentar: polpa pode ser consumida in natura ou em forma de geleias, doces, sucos, licores, recheios para bolos e bombons
Aroeira	<i>Myraodruon urundeura</i>	Sombra parcial	Ricos	Madeira: cercas, currais, esteios, postes. Medicinal. Grande resistência mecânica praticamente imputrescível
Aroeirinha	<i>Shhinus terebinthifo/ius</i>	Pioneira	-	Madeira: é pesada, mole, de grande durabilidade, serve como mourões, esteios, lenha e carvão. Muito procurada pela avifauna
Bacupari-da-mata	<i>Garcinia gardneriana</i>	Secundária sombra parcial	Pobres	Fauna: muito procurado por peixes (pacu) e gado. Alimentar: polpa pode ser consumida in natura
Barbatimão	<i>Stryphnodendron adstringens</i>	Pioneira	Arenosos, drenagem rápida	Madeira: construção civil, obras expostas e em lugares úmidos, torno e marcenaria. Medicinal: alto teor de tanino (casca), favas tóxicas ao gado.
Baru	<i>Dipteryx a/ata</i>	Sol	Ricos	Alimentar: fruto, bolos, paçoca, castanha é muito nutritiva. Madeira: estacas, postes, vigas, tacos, obras hidráulicas, caibros, lambris, dormentes.
Buriti	<i>Mauritia f/exuosa</i>	Sol	-	Alimentar: polpa consumida in natura e em forma de doces, geleias, sucos e vitaminas.
Cagaita	<i>Eugenia dysenteriha</i>	Sombra parcial	-	Alimentar: polpa consumida in natura e em forma de doces, geleias e licores.
Cajazeira	<i>Spondias mombin</i>	Secundária sombra parcial	Profundos e bem drenados	
Cajueiro	<i>Anacardium occidentale L</i>	Secundária sombra parcial		
Cajuí	<i>Anacardium microcarpum Ducke</i>	Secundária sombra parcial		
Capororoca-branca	<i>Rapanea guianensis</i>	Clímax	-	Madeira: móveis simples, revestimento de paredes, caibros, vigas lenha e carvão. Fauna.
Cedro	<i>sedre/a fissi/is</i>	Sombra parcial, secundária	Ricos	Madeira: compensados, contraplacados, esculturas. Medicinal: casca é adstringente e esculturas. Medicinal: casca é adstringente e emética servindo para combater leucorreia e emética servindo para combater leucorreia e úlceras
Copaiba, podói, pau-d'óleo	<i>Copaifera langsdorffii Desf. Var grandifolia Benth.</i>	Clímax		
Embaúba	<i>sehropia pahhystahhya</i>	Sol, pioneira	Indiferente	Madeira: confecção de brinquedos, caixotaria leve, saltos para calçados, lápis, compensados
Embiruiú	<i>Pseudobombax /ongif/orum</i>	Secundária	Pobres	Ornamental, produz paina ou lã de cor avermelhada
Faveira	<i>Dimorphandra mo//is</i>	Sol	Secos e pobres	Madeira: tabuado, confecção de caixas, compensados, forros, painéis, brinquedos, lenha e carvão
Garapa	<i>Apu/eia /eioharpa</i>	Clímax	-	Madeira: pesada, dura, fácil de trabalhar, empregada na tanoaria, esquadrias, carrocerias, torno, vigas, ripas, caibros, tacos, postes, moirões, dormentes
Gonialo-alves	<i>Astronium fraxinifo/ium</i>	Pioneira	Ricos	Madeira: boa para dente de engenho. Arborização. Muito boa para construção civil e naval, marcenaria, dormentes, corrimões, portas de fino acabamento.
Imburana	<i>Anadenthera colubrina (Vell.) Brenan</i>	Clímax		
Ingá	<i>/nga a/ba</i>	Pioneira, secundária	-	Alimentar: polpa consumida in natura. Madeira: carpintaria, caixotaria, lenha, carvão, andaimes.
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia serratifo/ia</i>	Clímax	-	Madeira: duríssima, difícil de serrar, muito durável, própria para construções pesadas, internas e externas, civis e navais.
Ipê-rosa	<i>Tabebuia roseo-a/ba</i>	Sol	Secos e pedregosos	Madeira: construção civil (acabamentos internos). Árvore ornamental
Ipê-verde	<i>sybistax antispyhi/itiha</i>	Sol	Secos e pedregosos	Madeira: construção civil interna, ripas, carpintaria, caixas e pasta celulósica
Jacarandá- caroba	<i>Mahhaerium ri//osum</i>	Sombra parcial	Bem drenados	Madeira: própria para obras externas, postes, estacas, dormentes, vigas, caibros e marcenaria de luxo
Jatobá, jatobá de porco	<i>Hymenaea courbaril L.</i>	Clímax		



Nome popular	Nome científico	"Sucessão (exigência luminosa)	Solo	Informações Gerais
Jatobá-da-mata	<i>Hymenaea hourbari/</i>	Clímax, Secundária	Indiferente	Alimentar: polpa consumida in natura, ou como pão, bolo, licor, geleia. Medicinal: entrecasca e casca do fruto, depurativo e bom para memória, seiva rica em ferro. Madeira: acabamento interno, caibros, tacos
Jatobá-do- cerrado	<i>Hymenaea stigonoharpa</i>	Clímax, Secundária	-	Alimentar: polpa consumida in natura, ou como pão, bolo, licor, geleia. Medicinal: entrecasca e casca do fruto, depurativo e bom para memória, seiva rica em ferro. Madeira: acabamento interno, caibros, tacos.
Jenipapo	<i>enipa amerihana</i>	Clímax	-	Alimentar: polpa consumida in natura e em forma de doces e licores.
Landim	<i>sa/ophy//um</i>	Clímax	- -	Alimentar: polpa consumida in natura e em forma de doces e licores. Medicinal: frutos combatem anemia, asma, diarreia e é diurético. Madeira: marcenaria, móveis e peias curvadas, coronhas. Atrativo da fauna e interesse apícola.
Laranjinha-do-cerrado	<i>brasi/iensis</i> <i>Styrax hamporum</i>	Secundária Sol	-	Medicinal: a casca fornece resina que é indicada para reumatismos, tumores e úlceras crônicas. Madeira: confecção de canoas, mastros de navios, vigas, obras internas. Madeira: construção civil, caixotaria, brinquedos, marcenaria leve. Muito apreciada
Mama-cadela	<i>Brosimum gaudihhaudii</i>	Sol	-	Alimentar: polpa consumida in natura e como doces e bebidas. Madeira: marcenaria, lenha e carvão.
Mamica-de-porca	<i>Zanthoxy/um rhoifo/ium</i>	Pioneira, Sol, Clímax	Indiferente	Madeira: boa para construção. Carpintaria, marcenaria, confecção de carrocerias, remos, cabos de ferramentas.
Mandiocão	<i>Didymopanax morototonii</i>	Sol	-	Madeira: compensados, contraplacados, esculturas, molduras, modelos de fundição, marcenaria, lápis.
Mangaba	<i>Hanhornia spehiosa bipinnatum</i>	Sol	-	Alimentar: polpa e casca são consumidas in natura e em forma de sorvetes, doces, geleias e licores.
Maria-podre	<i>Di/odendron</i>	Pioneira	-	Madeira: apenas para lenha. Sementes fornecem óleo combustível, frutos muito apreciados por pássaros
Marmelada-de-bezerro	<i>A/ibertia edu/is</i>	Sol	Indiferente	Alimentar: semente torrada substitui café, alimento para gado. A polpa é consumida in natura e em forma de doces e geleias.
Mata-cachorro	<i>Simarouba versiho/or</i>	Sol	-	Madeira: carpintaria, forros, mata-juntas, brinquedos, caixas, cepas de tamancos, palitos.
Mororó, capabode, pata-de-vaca	<i>Bauhinia ungulata L.</i>	Secundária		
Óleo-de- copaíba (Pau-d'óleo)	<i>sopaifera</i> <i>/angsdorffii</i>	Secundária, clímax	Indiferente	Medicinal: óleo, chá das folhas, cicatrizante e para asma, bronquite e convulsão. Madeira: vigas, caibros, batente de portas e janelas, móveis, lambris.
Pacari	<i>Lafoensia pahari</i>	Sol, Secundária	-	Madeira: obras externas e internas, marcenaria, tacos, cabos de ferramenta e moirões.
Pau-pombo	<i>Tapirira guianensis</i>	Pioneira	-	Madeira: leve e macia ao corte, usada na confecção de brinquedos, compensados, caixotaria, saltos para calçados, cabos de vassouras.
Pau-santo	<i>Kie/meyera horiahea</i>	Sol	-	Ornamental, fornecedora de cortiça, tintorial (verde) e a casca cozida (ganga-roxo). Medicinal: garrafadas tônicas e emoliente, usadas contra dor de dente.
Pequi	<i>saryohar brasi/iense</i>	Sol, Secundária	-	Alimentar: polpa é utilizada na culinária regional, com arroz, frango e guariroba. A amêndoa pode ser consumida torrada. Medicinal: óleo usado para combater tosse e afeições pulmonares.
Pindaíba (pimenta-de-macaco)	<i>Xy/opia aromatiha</i>	Sombra parcial	-	Alimentar: fruto, casca e sementes são utilizados como condimento. Madeira: apenas forros e caixas leves. Frutos procurados por pássaros.
Pinha-do-brejo	<i>Ta/auma ovata</i>	Clímax, sombra parcial	Pobres	Madeira: caixotaria, brinquedos. Árvore ornamental, com flores grandes, brancas e aromáticas. Medicinal: casca é febrífuga. Atrativo para fauna e apícola.
Puiá	<i>Mouriti pusa</i>	Sol	-	Alimentar: polpa pode ser consumida in natura
Siriba	<i>Avicennia germinans (L.)</i>	Secundária		
Sombreiro	<i>Clitoria fairchildiana R. A. Howard</i>	Pioneira		
Sucupira-preta	<i>Bowdihhia virgi/ioides</i>	Pioneira, Secundária	Secos e pobres	Madeira: acabamentos internos, assoalhos, lambris, molduras, portas. Ornamental
Tamboril-da- mata	<i>Entero/obium hontortisi/iquum</i>	Pioneira Secundária	-	Madeira: barcos e canoas de tronco inteiro, caixotaria brinquedos, compensados, armações de móveis
Tamboril-do- cerrado	<i>Entero/obium gummiferum</i>	Pioneira, secundária	-	Madeira: marcenaria leve, esquadrias, cabos de ferramentas, engradados, lenha e carvão. Medicinal: seiva e folhas, goma da casca. Contém tanino
Tucum	<i>Astrocaryum vulgare Mart.</i>	Pioneira		
Urucum	<i>Bixa orellana L</i>	Pioneira		
Vinhático	<i>P/athymenia retihu/ada</i>	Sol	Arenosos, boa drenagem	Madeira: marcenaria, lâminas faqueadas decorativas, acabamentos internos (lambris, rodapés, batentes e esquadrias)

Fonte: EMBRAPA (2004).  
Elaboração própria.

#### 5.4. MÉTODOS DE REFLORESTAMENTO

Os 41 lotes selecionados podem ser divididos em três categorias:

- Lotes não registrados;
- Lotes públicos;
- Lotes que interceptam alguma demarcação de terreno particular cadastrado nas bases oficiais federais.

Visto isto, foram definidos dois métodos de reflorestamento: plantio em área total e sistemas agroflorestais. Nos terrenos em que há posse identificada e/ou há atividade produtiva identificada como agricultura e pecuária, sugere-se a realização de técnicas de Sistemas Agroflorestais e nos restantes, plantio em área total (Tabela 24).

Essas prerrogativas, no entanto, deverão ser confirmadas em campo, na fase de análise prévia.

Tabela 24: Opção de método a ser aplicado em cada lote.

id	Município	Opção de método	id	Município	Opção de método
1	Joca Marques	Sistema Agroflorestal	21	Luzilândia	Plantio em Área Total
2	Joca Marques	Plantio em Área Total	22	Luzilândia	Plantio em Área Total
3	Joca Marques	Plantio em Área Total	23	Luzilândia	Plantio em Área Total
4	Joca Marques	Plantio em Área Total	24	Jerumenha	Plantio em Área Total
5	Joca Marques	Plantio em Área Total	25	Jerumenha	Plantio em Área Total
6	Floriano	Plantio em Área Total	26	Jerumenha	Plantio em Área Total
7	Floriano	Plantio em Área Total	27	Jerumenha	Plantio em Área Total
8	Floriano	Plantio em Área Total	28	Jerumenha	Plantio em Área Total
9	Floriano	Plantio em Área Total	29	Jerumenha	Plantio em Área Total
10	Floriano	Plantio em Área Total	30	Jerumenha	Sistema Agroflorestal
11	Floriano	Sistema Agroflorestal	31	Jerumenha	Sistema Agroflorestal
12	Floriano	Plantio em Área Total	32	Jerumenha	Sistema Agroflorestal
13	Floriano	Sistema Agroflorestal	33	União	Sistema Agroflorestal
14	Floriano	Sistema Agroflorestal	34	União	Sistema Agroflorestal
15	Floriano	Plantio em Área Total	35	União	Sistema Agroflorestal
16	Floriano	Plantio em Área Total	36	União	Sistema Agroflorestal
17	Floriano	Plantio em Área Total	37	União	Sistema Agroflorestal
18	Floriano	Plantio em Área Total	38	União	Plantio em Área Total
19	Luzilândia	Plantio em Área Total	39	União	Plantio em Área Total
20	Luzilândia	Plantio em Área Total	40	União	Plantio em Área Total
			41	União	Plantio em Área Total

Elaboração própria.

##### 5.4.1. Plantio em Área Total (Plantio por Mudas)

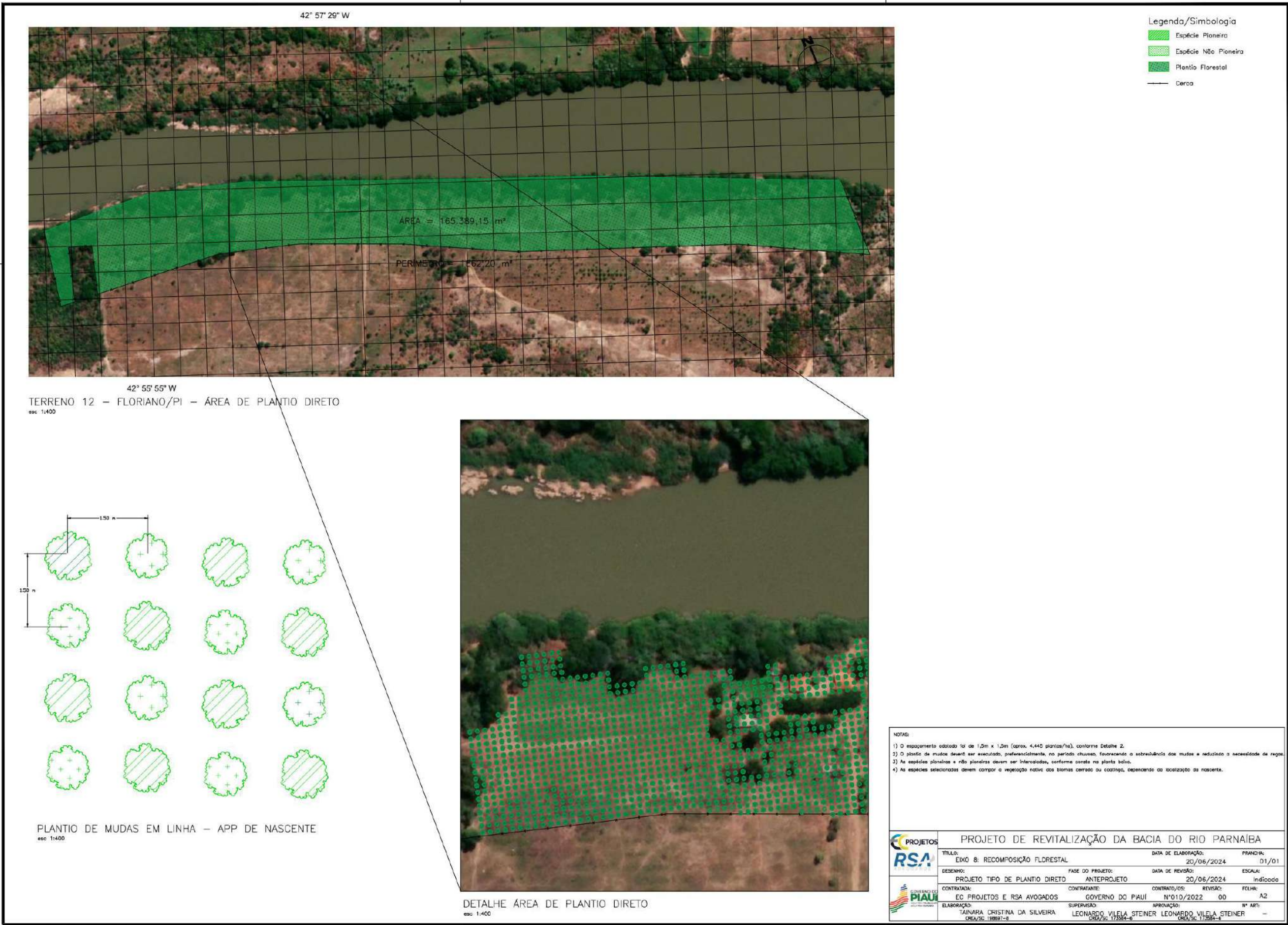
O plantio de espécies arbóreas é um método tradicional para restaurar florestas em áreas de mata ciliar degradada, crucial para a conservação da biodiversidade local. A metodologia proposta, chamada Plantio em Linha, envolve o plantio de espécies ao longo da área a ser restaurada, por semeadura direta ou mudas (PIAUI, 2024). Combinações de espécies de diferentes grupos ecológicos (pioneiras, secundárias e climáticas) são plantadas em linhas para uma substituição gradual (PIAUI,

2024). O plantio deve ocorrer durante períodos de maior pluviosidade para favorecer a sobrevivência das mudas, aplicando o conceito de sucessão ecológica (PIAUÍ, 2024).

O plantio deve ser iniciado no período chuvoso do ano, evitando maiores custos com rega e proporcionando condições mais adequadas para o estabelecimento das espécies (PIAUÍ, 2024). O espaçamento de plantio deve ser de 1,5 x 1,5 metros (Figura 17), proporcionando uma cobertura mais rápida do solo e inibindo espécies colonizadoras indesejadas, como o capim braquiária (*Brachiaria spp*) (PIAUÍ, 2024).



Figura 17: Modelo de espaçamento de plantio 1,5m x 1,5m.





As mudas devem estar em boas condições de sanidade e ter uma altura mínima de 30 centímetros e durante o plantio, deve-se retirar o saco plástico com cuidado, sem destruir o torrão, colocar a planta na cova sobre a porção de terra já adubada e, com o resto da mistura, cobrir o torrão compactando a terra ao redor (PIAUÍ, 2024). Caso não chova, deve-se realizar pelo menos uma irrigação por semana no primeiro mês de plantio e uma a cada duas semanas no segundo mês (PIAUÍ, 2024). As mudas devem ser amarradas em varetas-guias de bambu com um metro de altura, que além de orientar o crescimento, ajudarão na localização das mudas no campo (PIAUÍ, 2024).

A manutenção das mudas nativas plantadas inclui replantio, combate a pragas (formigas e cupins), limpeza de ervas daninhas e roçadas, ocorrendo desde o plantio até um ano (PLANNUS ENGENHARIA, 2021). A adubação de cobertura, feita 90 dias após o plantio, utiliza N:P:K 06:30:06, aplicando 270 g em semi coroa durante a estação das chuvas, após capina ou em baixa infestação de invasoras (PLANNUS ENGENHARIA, 2021). O adubo deve ser incorporado ao solo sem contato direto com as raízes para evitar "queima" (PLANNUS ENGENHARIA, 2021). Replantios ocorrem 10 dias após o plantio inicial e novamente se a mortalidade for superior a 10%, até dois meses após o plantio (PLANNUS ENGENHARIA, 2021). A diversidade de espécies deve ser mantida, com um percentual de 10% de reposição para cada muda plantada (PLANNUS ENGENHARIA, 2021).

Recomenda-se que a restauração seja feita em etapas, começando por pequenas áreas. O monitoramento permite analisar se a técnica empregada está promovendo a regeneração necessária para o retorno da vegetação nativa (EMBRAPA, 2024). A qualidade do solo, estrutura, diversidade e composição da vegetação são características avaliadas no monitoramento de restauração ecológica (EMBRAPA, 2024). Técnicas simples incluem a cobertura do solo, densidade de plantas presentes e sua riqueza (EMBRAPA, 2024). A cobertura do solo pode ser avaliada utilizando métodos como a porcentagem de ocupação do ambiente ao longo de uma trena de 25 metros, observando plantas que tocam uma vara de bambu posicionada a cada 50 cm (EMBRAPA, 2024). Fotografias anuais no mesmo local ajudam a comparar a cobertura do solo (EMBRAPA, 2024). Para medir a riqueza de espécies e densidade de regenerantes lenhosos com mais de 30 cm de altura, utiliza-se uma trena de 25 metros e conta-se as plântulas e arvoretas numa faixa de 1 metro ao longo da trena (EMBRAPA, 2024).

#### 5.4.2. Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Os Sistemas Agroflorestais (SAFs) são sistemas produtivos que imitam a sucessão ecológica dos ecossistemas naturais, combinando árvores exóticas ou nativas com culturas agrícolas, trepadeiras, forrageiras e arbustivas em arranjos espaciais e temporais pré-estabelecidos (EMBRAPA, 2024). Eles promovem alta diversidade de espécies e interações, otimizam o uso da terra, conciliando preservação ambiental com produção de alimentos, e podem restaurar florestas e recuperar áreas degradadas, sendo permitidos em Áreas de Reserva Legal (ARL), Áreas de Preservação Permanente (APPs) e Áreas de Uso Restrito (AUR) (EMBRAPA, 2024). O plantio de espécies exóticas com nativas não pode ultrapassar 50% da área total a ser recuperada (EMBRAPA, 2024).

Uma técnica de recuperação do solo é a adubação verde, que utiliza espécies vegetais para proteger e nutrir o solo, melhorando suas condições físicas, químicas e biológicas (CASTRO, 2012). Essas plantas produzem matéria orgânica, protegem o solo do sol e da chuva, e fornecem energia e nutrientes para os organismos do solo (CASTRO, 2012).

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são alternativas econômicas, ecológicas e sociais viáveis para fortalecer a agricultura, promovendo benefícios como aumento da produção, emprego e renda dos

produtores rurais, sempre com foco no desenvolvimento sustentável (RIBASKI, 2012). Em uma mesma área, é possível consorciar espécies de importância econômica, frutíferas e hortaliças, além de introduzir leguminosas para adubação verde (EMBRAPA, 2024). SAFs associam produção agropecuária com serviços ambientais, como sequestro de carbono, aumento de estoque e qualidade de água, conservação do solo, diminuição da erosão e aumento da biodiversidade, incentivando o desenvolvimento socioeconômico sustentável (EMBRAPA, 2024). A diversidade de espécies vegetais cria condições favoráveis para funções ecológicas, promovendo a permanência do produtor no campo e maior segurança financeira pela diversificação da produção (DE PAULA E DE PAULA, 2003). Além disso, contribuem para a conservação ambiental, promovendo o sequestro de carbono, aumento da biodiversidade e produção animal e de plantas frutíferas

5.4.2.1. LAVOURAS E EXTRAÇÕES VEGETAIS

Visando a implantação do método de SAFs, a Tabela 25 apresenta as lavouras permanentes e temporárias e extração vegetal de cada município, conforme dados do Censo Agropecuário (2017) e da Produção da Extração Vegetal e Silvicultura (2022) realizados pelo IBGE.

Tabela 25: Lavouras e extração vegetal dos municípios selecionados.

Município	Lavoura Permanente	Lavoura Temporária	Extração Vegetal
Joca Marques	Abacate Acerola Banana Caju Carambola Coco-da-Baía Goiaba Laranja Limão Manga Mamão Maracujá Romã Tangerina	Abóbora Arroz Cana-de-Açúcar Fava Feijão Mandioca Melancia Melão Milho Milho Forrageiro	Carnaúba (Cera) Babaçu (Amêndoa) Tucum (Amêndoa) Madeira (Carvão vegetal, lenha e em tora)
Floriano	Acerola Banana Caju Goiaba Laranja Manga Mamão	Abacaxi Abóbora Arroz Cana-de-Açúcar Cana-de-Açúcar Forrageira Fava Feijão Mandioca Melancia Melão Milho	Carnaúba (Cera) Madeira (Carvão vegetal, lenha e em tora)



Município	Lavoura Permanente	Lavoura Temporária	Extração Vegetal
		Milho Forrageiro Sorgo	
Luzilândia	Acerola Algodão Arbóreo Banana Caju Carambola Coco-da-Baía Goiaba Graviola Jaca Laranja Limão Manga Mamão Maracujá Romã Tangerina Urucum	Abóbora Arroz Cana-de-Açúcar Fava Feijão Mandioca Melancia Melão Milho Milho Forrageiro	Jaborandi (Folha) Carnaúba (Cera) Babaçu (Amêndoa) Tucum (Amêndoa) Madeira (Carvão vegetal, lenha e em tora)
Jerumenha	Banana	Abóbora Arroz Feijão Mandioca Melancia Melão Milho	Carnaúba (Cera) Babaçu (Amêndoa) Eucalipto (Silvicultura) Madeira (Carvão vegetal, lenha e em tora)
União	Abacate Açaí Acerola Algodão Arbóreo Amora Atemoia Azeitona (Oliveira) Banana Caju Carambola Coco-da-Baía Cupuaçu Fruta-do-Conde Goiaba Graviola Jabuticaba Jaca	Abacaxi Abóbora Arroz Cana-de-Açúcar Fava Feijão Gergelim Mandioca Melancia Melão Milho Milho Forrageiro	Carnaúba (Cera) Babaçu (Amêndoa) Tucum (Amêndoa) Madeira (Carvão vegetal, lenha e em tora)

Município	Lavoura Permanente	Lavoura Temporária	Extração Vegetal
	Jambo Laranja Lima Limão Manga Mamão Maracujá Pitanga Romã Tangerina Urucum		

Fonte: IBGE (2022, 2017)

Elaboração própria.

#### 5.4.2.2. ESPÉCIES-CHAVE

Espécies-chave para a recuperação de áreas degradadas são aquelas que ajudam a viabilizar e equilibrar as funções sociais e ambientais nos Sistemas Agroflorestais (SAFs). Elas crescem bem em ambientes adversos e favorecem a chegada de outras espécies, apresentando atributos importantes para a seleção, conforme identificado por agricultores e técnicos em iniciativas agroflorestais (ICRAF, 2016).

A Tabela 26 apresenta as espécies-chave indicadas para a restauração do Cerrado, suas características e principais funções.

Tabela 26: Espécies-chave para o Cerrado.

Nome popular	Nome científico	Exigência por fertilidade	Ciclo de vida	Estrato (necessidade de luz)	Boa produtora de biomassa	Alimento humano	Atração de fauna e polinizadores	Forrageira	Potencial madeireiro	Potencial Medicinal	Potencial de renda e mercado	Ocorrência predominante/ bioma indicado
Abacate	<i>Persea americana</i>	alta	perene	alto	sim	sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Abacaxi	<i>Ananas spp.</i>	baixa-média	anual	baixo	não	sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Abóbora de rama	<i>Curcubita pepo</i>	média	semestral	baixo	sim	sim	sim	não	não	não	sim	Cerrado
Acerola	<i>Malpighia glabra L.</i>	média	perene	alto	não	sim	sim	não	não	não	sim	Cerrado
Agave	<i>Agave spp.</i>	baixa	perene	baixo	sim	não	sim	sim	não	não	sim	Cerrado
Amora	<i>Morus nigra L.</i>	média	perene	médio	sim	sim	sim	sim	não	sim	sim	Cerrado
Andropogon	<i>Andropogon gayanus</i>	baixa	perene	alto	sim	não	não	sim	não	não	não	Cerrado
Angico	<i>Anadenanthera colubrina</i>	baixa-média	perene	emergente	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	Cerrado
Araruta	<i>Maranta arundinacea</i>	alta	perene	baixo	Não	sim	não	sim	não	sim	sim	Cerrado
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>	alta	perene	alto	não	não	sim	não	sim	sim	sim	Cerrado
Bacaba	<i>Oenocarpus bacaba</i>	alta	perene	alto	Sim	sim	sim	sim	não	sim	sim	Cerrado
Bacupari da mata	<i>Cheiloclinium cognatum</i>	alta	perene	alto	não	sim	sim	não	sim	não	não	Cerrado
Banana	<i>Musa paradisiaca</i>	alta	perene	médio	sim	sim	sim	sim	não	não	sim	Cerrado
Barú	<i>Dipteryx alata</i>	média	perene	alto	não	sim	sim	não	sim	não	sim	Cerrado
Batata doce	<i>Ipomoea batatas</i>	média-alta	anual	baixo	não	sim	não	não	não	não	sim	Cerrado
Biribá	<i>Rollinia mucosa</i>	média	perene	alto	sim	sim	sim	sim	sim	sim	sim	Cerrado
Braquiária	<i>Brachiaria brizantha</i>	baixa	perene	alto	sim	não	não	sim	não	não	não	Cerrado
Braúna	<i>Melanoxylon brauna</i>	baixa	perene	alto	não	não	sim	não	sim	sim	não	Cerrado
Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i>	média-alta	perene	alto	não	sim	sim	sim	não	sim	sim	Cerrado
Café	<i>Coffea spp</i>	alta	perene	baixo	não	sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Cajá mirim	<i>Spondias mombin</i>	média	perene	médio	não	sim	sim	sim	não	não	sim	Cerrado
Caju	<i>Anacardium occidentale</i>	média	perene	emergente	não	sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Canafístula	<i>Senna spectabilis</i>	média	perene	alto	sim	não	sim	não	sim	não	não	Cerrado
Capim elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	média	perene	alto	sim	não	não	sim	não	não	não	Cerrado
Capororoca	<i>Myrsine (ex-Rapanea) guianensis</i>	baixo	perene	alto	não	não	sim	não	não	não	não	Cerrado
Carvoeiro	<i>Tachigali vulgaris (ex-Sclerolobium paniculatum)</i>	baixa	perene	alto	sim	não	sim	não	sim	não	sim	Cerrado
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	média	perene	alto	não	não	sim	sim	sim	sim	sim	Cerrado
Cinamomo	<i>Melia azedarach</i>	baixa	perene	emergente	sim	não	sim	sim	sim	sim	sim	Cerrado
Copaíba	<i>Copaifera langsdorfii</i>	média	perene	alto	não	não	sim	não	sim	sim	sim	Cerrado
Crotalária	<i>Crotalaria sp.</i>	média	anual	emergente	sim	não	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Cúrcuma	<i>Curcuma longa</i>	média	anual	baixo	não	sim	não	não	não	sim	sim	Cerrado
Embaúba	<i>Cecropia spp</i>	baixa-média	perene	emergente	não	não	sim	não	não	sim	não	Cerrado
Embiruçu	<i>Pseudobombax tomentosum</i>	média	perene	alto	não	não	Sim	não	não	sim	não	Cerrado
Emburana-de-cheiro	<i>Amburana cearensis</i>	média	perene	alto	sim	não	sim	não	sim	sim	sim	Cerrado
Espinheiro	<i>Acacia glomerosa</i>	média	perene	médio	sim	não	sim	não	sim	Sim	não	Cerrado
Estilozantes	<i>Stylosantes sp.</i>	baixa	perene	baixo	sim	não	sim	sim	não	Não	sim	Cerrado
Eucalipto	<i>Eucaliptus sp.</i>	média	perene	emergente	sim	não	sim	não	sim	Sim	Sim	Cerrado
Feijão bravo	<i>Canavalia brasiliensis</i>	baixa	bianual	alto	não	não	sim	sim	não	Não	não	Cerrado
Feijão de corda	<i>Phaseolus vulgaris</i>	média	anual	baixo	não	sim	sim	sim	não	Sim	sim	Cerrado
Feijão de porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	baixa	anual	baixo	sim	não	sim	sim	não	Não	sim	Cerrado
Feijão guandu	<i>Cajanus cajan</i>	média	bianual	alto	sim	sim	sim	sim	não	Sim	sim	Cerrado
Gengibre	<i>Zingiber officinale</i>	média	perene	baixo	não	sim	não	não	não	Sim	sim	Cerrado
Gliricídia	<i>Gliricidia sepium</i>	alta	perene	alto	sim	não	sim	sim	não	Sim	não	Cerrado
Goiaba	<i>Psidium guajava L.</i>	média	perene	alto	não	sim	sim	não	sim	Sim	sim	Cerrado
Gomeira	<i>Vochysia pyramidalis</i>	média	Perene	médio- alto	sim	Não	Sim	Não	Sim	Não	Não	Cerrado
Gonçalo alves	<i>Astronium fraxinifolium</i>	baixa	perene	alto	não	não	sim	não	sim	Sim	sim	Cerrado



Nome popular	Nome científico	Exigência por fertilidade	Ciclo de vida	Estrato (necessidade de luz)	Boa produtora de biomassa	Alimento humano	Atração de fauna e polinizadores	Forrageira	Potencial madeireiro	Potencial Medicinal	Potencial de renda e mercado	Ocorrência predominante/ bioma indicado
Graviola	<i>Annona muricata</i>	alta	perene	alto	não	sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Gueroba	<i>Syagrus oleracea</i>	baixa	perene	alto	não	sim	sim	não	não	não	sim	Cerrado
Indaiá	<i>Atalea apoda</i>	média	perene	alto	não	sim	sim	não	não	sim	não	Cerrado
Ingá de metro	<i>Inga edulis</i>	média	perene	alto	sim	sim	sim	sim	não	sim	não	Cerrado
Ingá mirim	<i>Inga nobilis</i>	baixa	perene	alto	sim	sim	sim	sim	sim	sim	não	Cerrado
Inhame	<i>Colocasia esculenta</i>	alta	anual	baixo	Não	sim	não	não	não	sim	sim	Cerrado
Ipê amarelo	<i>Handroanthus serratifolius</i>	média	perene	alto	não	não	sim	não	sim	sim	sim	Cerrado
Ipê roxo	<i>Handroanthus impetiginosus</i>	média	perene	emergente	não	não	sim	não	sim	sim	sim	Cerrado
Jaborandi	<i>Piper hispidum</i>	alta	bianual	baixo	sim	Sim	Sim	Não	não	sim	sim	Cerrado
Jaca	<i>Artocarpus altilis</i>	média	perene	alto	sim	sim	sim	não	sim	não	sim	Cerrado
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i>	baixa	perene	emergente	não	sim	sim	não	sim	sim	sim	Cerrado
Jenipapo	<i>Genipa americana</i>	média	perene	alto	não	sim	sim	não	sim	sim	sim	Cerrado
Jiló	<i>Solanum gilo</i>	média	anual	alto	não	Sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Juçara mirim	<i>Euterpe edulis</i>	alta	perene	alto	não	sim	sim	não	não	não	sim	Cerrado
Landim	<i>Calophyllum brasiliense</i>	média	perene	alto	não	não	sim	não	sim	Sim	sim	Cerrado
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i>	média	perene	alto	sim	não	sim	sim	não	sim	não	Cerrado
Lichia	<i>Litchi chinensis</i>	alta	perene	médio	sim	sim	sim	não	não	não	sim	Cerrado
Licuri	<i>Syagrus coronata</i>	média	perene	emergente	não	sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Lixeira	<i>Curatella americana</i>	baixa	perene	médio	não	sim	sim	não	não	sim	não	Cerrado
Lobeira	<i>Solanum eryanthum</i>	média	perene	médio	não	sim	sim	não	não	sim	não	Cerrado
Macaúba	<i>Acrocomia aculeata</i>	média	perene	alto	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim	Cerrado
Mamão	<i>Carica papaya</i>	alta	bianual	emergente	não	sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Mamona	<i>Ricinus communis</i>	média	perene	emergente	sim	não	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Mamoninha ou mel-zinho	<i>Mabea fistulifera</i>	baixa	perene	médio	sim	não	sim	sim	não	não	não	Cerrado
Mamoninha-do-mato	<i>Esenbeckia febrifuga</i>	média	perene	médio	não	-	sim	-	-	-	-	Cerrado
Mamuí ou Jaracatiá	<i>Jaracatia corumbensis</i>	Alta	perene	alto	não	sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Mandiocão	<i>Schefflera morototoni</i>	média	perene	emergente	sim	não	sim	-	sim	-	sim	Cerrado
Manga	<i>Mangifera indica</i>	média	perene	alto	sim	sim	sim	não	não	não	sim	Cerrado
Mangaba	<i>Hancornia speciosa</i>	baixa	perene	alto	não	sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Maracujá do Cerrado	<i>Passiflora cincinnata</i>	média	bianual	alto	não	sim	sim	não	Não	sim	sim	Cerrado
Margaridão	<i>Tithonia diversifolia</i>	média	perene	alto	sim	não	sim	sim	Não	sim	não	Cerrado
Marmelada	<i>Alibertia macrophylla</i>	baixa	perene	médio	não	sim	sim	não	Sim	sim	sim	Cerrado
Maxixe	<i>Cucumis anguria</i>	média	anual	rasteiro	não	sim	não	não	não		sim	Cerrado
Mirindiba	<i>Buchenavia tomentosa</i>	baixa	perene	alto	não	sim	sim	sim	sim	sim	sim	Cerrado
Mogno	<i>Swietenia macrophylla</i>	alta	perene	alto	não	não	sim	-	sim	-	sim	Cerrado
Mombaça	<i>Panicum maximum</i>	média	perene	médio	sim	não	não	sim	não	-		Cerrado
Moringa	<i>Moringa oleífera</i>	alta	perene	alto	sim	sim	sim	sim	não	-	não	Cerrado
Mucuna	<i>Mucuna sp.</i>	média	anual	alto	sim	não	sim	sim	não	-	-	Cerrado
Murici	<i>Byrsonima sp</i>	baixa	perene	médio	não	sim	sim	não	não	sim	não	Cerrado
Mutamba	<i>Guazuma ulmifolia</i>	média	perene	alto	sim	não	sim	sim	sim	sim		Cerrado
Pau-pombo	<i>Tapirira obtusa</i>	alta	perene	alto	sim	não	sim	não	não	não	não	Cerrado
Pepino caipira	<i>Cucumis sativus</i>	média	anual	baixo	não	sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Pequi	<i>Caryocar brasiliense</i>	média	perene	alto	não	sim	sim	não	sim	sim	sim	Cerrado
Periquiteira	<i>Trema micrantha</i>	baixa	perene	alto	sim	não	sim	sim	sim		sim	Cerrado
Pimenta de macaco	<i>Xylopia aromatica</i>	média	perene	alto	sim	sim	sim	não	não	sim	não	Cerrado
Pinha do brejo	<i>Magnolia ovata</i>	média	perene	alto	sim	não	sim	-	-	-	-	Cerrado
Puçá	<i>Mouriri sp.</i>	baixa	perene	médio	não	sim	sim	-	-	-	-	Cerrado

Nome popular	Nome científico	Exigência por fertilidade	Ciclo de vida	Estrato (necessidade de luz)	Boa produtora de biomassa	Alimento humano	Atração de fauna e polinizadores	Forrageira	Potencial madeireiro	Potencial Medicinal	Potencial de renda e mercado	Ocorrência predominante/ bioma indicado
Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i>	média	perene	emergente	não	sim	sim	não	não	não	sim	Cerrado
Quaresmeira	<i>Tibouchina candolleana</i>	média	perene	alto	sim	não	sim	não	não	sim	não	Cerrado
Sangra-d'água	<i>Croton urucurana</i>	média	perene	alto	não	não	sim	Não	sim	sim	Não	Cerrado
Sorgo	<i>Sorghum sp.</i>	média	anual	alto	sim	não	sim	sim	não	não	não	Cerrado
Taioba	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	média/alta	perene	baixo	sim	sim	não	sim	não	não	sim	Cerrado
Tamboril	<i>Enterolobium spp.</i>	média	perene	alto	não	não	sim	sim	sim	sim	sim	Cerrado
Tingui	<i>Magonia pubescens</i>	baixa	perene	alto	não	não	sim	não	sim	sim	sim	Cerrado
Tomate cereja	<i>Solanum lycopersicum</i>	média	anual	médio	não	sim	sim	não	não	não	sim	Cerrado
Urucum	<i>Bixa orellana</i>	média	perene	médio	sim	sim	sim	não	não	sim	sim	Cerrado
Xixá	<i>Sterculia striata</i>	média	perene	emergente	não	sim	sim	não	sim	-	-	Cerrado

Fonte: ICRAF (2016)  
Elaboração própria.

#### 5.4.2.3. OPÇÕES DE SAFS

Um dos maiores desafios para o sucesso dos SAFs é aumentar a escala de adoção, o que exige o desenvolvimento de opções tecnológicas adaptáveis a contextos específicos. Essas soluções devem considerar os objetivos dos agricultores, o acesso a recursos e as condições ambientais locais, além de serem flexíveis para ajustes em situações semelhantes com características distintas (ICRAF, 2016).

Nesta seção, são apresentadas estratégias de implementação de SAFs organizadas em opções tecnológicas, compostas por estruturas gerais e técnicas específicas, pensadas conforme a localização dos lotes e das características dos municípios piauienses.

Os métodos, bem como suas orientações são oriundas do Guia Técnico de Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais, desenvolvido pelo Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal (ICRAF, 2016).

##### 5.4.2.3.1. Agrofloresta sucessional para o cerrado com manejo intensivo

**Contexto:** Solo degradado, baixa regeneração, predominância de gramíneas exóticas.

**Necessidades:** Solo bem drenado, alta disponibilidade de mão-de-obra e fácil acesso ao mercado.

Neste contexto, independentemente da resiliência ecológica (capacidade de regeneração) e do estágio de sucessão natural, ou seja, mesmo em solos bastante degradados, as condições são propícias para implantar sistemas agroflorestais complexos e com alto aporte de insumos.

**Objetivos:** Restauração da vegetação, segurança alimentar e produção para o mercado.

**Visão Geral:** Nestas condições, será possível produzir hortaliças, grãos, tubérculos (raízes) e frutas nos primeiros anos para pagar rapidamente o custo de estabelecer as árvores do futuro (que permanecerão mais tempo no SAF), acelerar os processos de restauração, e ainda gerar renda a curto e médio prazo.

**Desenho do sistema:** O SAF descrito é composto por parcelas de 5x40 metros, cada uma com quatro canteiros (Figura 18). O primeiro canteiro tem uma linha de árvores e frutas junto com hortaliças, enquanto os outros três têm consórcios de hortaliças e culturas anuais. As parcelas são repetidas sequencialmente, podendo variar as espécies em cada uma. Espécies de ciclo curto criam condições para o estabelecimento de árvores nativas e frutíferas nos primeiros 3 anos. Após 3-4 anos, as hortaliças que necessitam de muito sol são substituídas por árvores e arbustos. Árvores de sub-bosque, como café, são introduzidas nos canteiros onde havia hortaliças. Nas linhas de árvores e frutas, são plantados banana, café e eucalipto, além de sementes de árvores para fruta e madeira. O espaçamento é de 3 m para banana, 1,5 m para eucalipto e café, e 3-6 m para frutas. Entre os canteiros de árvores e frutas, há três canteiros para consórcios de culturas anuais, com raízes e hortaliças. O espaçamento varia conforme a espécie. Após três meses, hortaliças são colhidas, milho após quatro meses e mandioca após dez meses, permitindo de três a seis plantios de consórcios até que as árvores comecem a fazer sombra nos canteiros do meio.



Figura 18: Modelo de implantação de agrofloresta sucessional com manejo intensivo.





**CrITÉRIOS para seleção de espécies:** Espécies e variedades de alta produtividade, com alto valor econômico e outras voltadas para conservação, espécies com alto potencial de produção de biomassa.

**Espécies-chave:** eucalipto, cinamomo, banana, café, citrus, árvores nativas e outras frutíferas (ex. nativa ou exótica, como lichia, jaboticaba, pitanga, etc.).

**Implantação:** Para o preparo do solo, pode-se usar um motocultivador, que levanta os canteiros e mistura o adubo, ou fazer manualmente. Considerando a baixa fertilidade do solo, a primeira adubação inclui 500 g/m<sup>2</sup> de pó de rocha, 10 litros/m<sup>2</sup> de esterco curtido, 500 g/m<sup>2</sup> de cinza e 300 g/m<sup>2</sup> de farinha de osso. Ao realizar um novo plantio, repete-se essa adubação, exceto o pó de rocha, com tendência a diminuir a quantidade conforme o sistema se alimenta da biomassa produzida, principalmente pela poda do eucalipto e da banana. É importante realizar análise de solo para orientar a adubação.

**Manejo:** O manejo do sistema agroflorestal baseia-se na concentração de biomassa, principalmente por meio da poda de árvores e bananeiras, cujo material é usado como cobertura do solo. Inicialmente, quando o sistema não produz biomassa suficiente, o agricultor deve buscar material externo, podendo usar capim roçado. Com a poda do eucalipto e da banana, a necessidade de material externo diminui. A poda das árvores e fruteiras, realizada pelo menos duas vezes ao ano, é essencial. Se a poda frequente do eucalipto não for possível, recomenda-se aumentar o espaçamento entre eucaliptos e frutíferas e buscar outras fontes de biomassa. A decisão de poda depende das necessidades do agricultor, como aumentar a entrada de luz para hortaliças. Ao refazer o sistema, é necessário derrubar a vegetação para permitir luz suficiente, melhorando o solo ao longo do tempo. A capina deve ser seletiva e manual a cada três ou quatro meses, e é necessário roçar as bordas e fazer aceiros contrafogo. Equipamentos utilizados incluem roçadeira, motosserra e triturador. A partir do terceiro ano, espécies nativas e exóticas se estabelecem, com novas espécies trazidas por dispersores. O manejo deve favorecer o estabelecimento dessas árvores nativas, podando e raleando seletivamente.

**Manejo a longo prazo:** Nos primeiros 5 anos de manejo intensivo, o dossel é mantido aberto e há acúmulo de biomassa. Árvores adubadeiras podem continuar a ser podadas para manter a produção das frutíferas. Árvores nativas de crescimento lento são deixadas até que suas copas se encontrem, podendo então fechar o dossel ou ser manejadas para manter a produtividade das espécies comerciais nos estratos baixo e médio. Após 5 a 10 anos, o sistema pode ser renovado com podas drásticas e reiniciado com cultivos anuais, permitindo que o dossel feche novamente.

#### 5.4.2.3.2. Agrofloresta biodiversa para restauração de APP

- **Contexto:** Solo de média a alta fertilidade, baixa regeneração e predominância de gramíneas exóticas;
- **Necessidades:** APP de mata ciliar, baixa a média disponibilidade de mão de obra e fácil acesso ao mercado;
- **Objetivos:** Restauração da vegetação, segurança alimentar e produção para o mercado;
- **Visão Geral:** A restauração de APP de mata ciliar envolve a produção de flores, alimentos e plantas medicinais, sem o uso de agroquímicos ou máquinas pesadas. O sistema inclui linhas de árvores para frutas, madeira e biomassa (incluindo banana), seguidas por linhas de plantas ornamentais, alimentícias e medicinais. Essas espécies ajudam a ocupar o estrato

inferior, manter um microclima úmido e substituir gramíneas, prevenindo incêndios florestais e proporcionando uma fonte complementar de renda para o agricultor familiar.

- **Desenho do sistema:** As linhas de árvores são espaçadas a 5 m entre si, com árvores plantadas a cada 1,5 m na linha, utilizando mudas e sementes (Figura 19). Nas entrelinhas, são plantadas espécies ornamentais, medicinais e alimentícias de forma alternada para facilitar o manejo. Se optar por bastão do imperador, as mudas são dispostas em duas linhas com espaçamento de 2 m entre linhas e 1,5 m entre plantas. Helicônias e jaborandi seguem espaçamento de 1,5 m entre linhas e plantas. Plantas alimentícias e medicinais como inhame, cúrcuma, gengibre e cardamomo são espaçadas de 60 a 80 cm entre si e podem ser plantadas entre as árvores. Milho pode ser semeado inicialmente com espaçamento de 1 m por 0,5 m. Plantas de sub-bosque, exceto inhame e cúrcuma, são introduzidas no segundo ano, após o sombreamento das árvores e bananeiras. No primeiro ano, são plantados milho, mandioca, abóbora e hortaliças rústicas como maxixe, mostarda, quiabo e salsa.
- **CrITÉRIOS para seleção de espécies:** as espécies escolhidas para o sub-bosque deverão ser adaptadas às condições de sombreamento após os primeiros anos e devem permitir manejo menos intensivo e frequente.
- Na linha de árvores, devem ser introduzidas espécies de múltiplas funções, com ênfase nos serviços ambientais. Para produção de biomassa mediante poda, recomenda-se ingá de metro e outros ingás da mata ciliar, urucum, capororoca, sangra d'água, pau pombo, tapiá e pimenta de macaco. Para enriquecimento da biodiversidade nativa, recomenda-se pinha do brejo, landim, ipê roxo, jatobá, gomeira, mirindiba, copaíba, puçá, bacupari da mata e jenipapo. Para produção de frutas, recomenda-se banana, manga, jaca, abacate, cajá, buriti, juçara, jabuticaba e lichia.
- **Espécies-chave:** plantas ornamentais: helicônias, bastão de imperador; plantas alimentícias, culinárias e medicinais: milho, mandioca, hortaliças rústicas (nos primeiros anos), gengibre, cúrcuma, inhame, araruta, carda- momo, taioba e jaborandi.
- **Implantação:** Em áreas com gramíneas de touceiras grandes, deve-se roçar e separar a biomassa, depois capinar e retirar todos os rizomas. Os rizomas podem ser enterrados no fundo dos berços das bananeiras ou deixados secando ao sol. Se as gramíneas não forem grandes, basta capinar. As espécies arbóreas na linha das árvores são plantadas por mudas e sementes, intercaladas com bananeiras. As sementes são plantadas no mesmo berço do milho e hortaliças rústicas, ou com a mandioca. A adubação é feita com esterco ou composto nos berços das árvores, bananeiras, rizomas, milho e hortaliças. A biomassa do capim é usada para cobrir o solo próximo às linhas de plantio. Entre as linhas das árvores, plantam-se espécies ornamentais, alimentícias ou medicinais nos espaçamentos recomendados a partir de rizomas.
- **Manejo:** O manejo inclui capina seletiva e podas periódicas. Após a colheita do milho, as plantas de milho devem ser cortadas e usadas para cobrir o solo. As touceiras de flores tropicais e bananeiras são podadas durante a colheita das flores e frutos, e sua biomassa é usada como cobertura do solo. Plantas medicinais e alimentícias são colhidas parcialmente, deixando rizomas no solo para reestabelecimento. Árvores produtoras de biomassa são podadas periodicamente para fornecer matéria orgânica, organizada para facilitar o trânsito na área. Árvores não destinadas à biomassa são manejadas com podas de raleamento, formação e estratificação conforme necessário. Espécies exóticas devem ser podadas ou desbastadas seletivamente nos primeiros anos, com algumas destinadas à produção de frutos e outras à biomassa, não ultrapassando 50% da área ocupada.



- **Manejo a longo prazo:** Floresta com dossel fechado após cerca de 7 a 10 anos, mesmo com a dinâmica de podas seletivas. O manejo deve favorecer o estabelecimento da regeneração natural, deixando-se as plântulas das árvores nativas que permitirão o avanço da sucessão ecológica.

Figura 19: Modelo de implantação de agrofloresta biodiversa para restauração de APP.





#### 5.4.2.3.3. Quintais agroflorestais

- **Contexto:** Solos bem drenados, fertilidade variada (média ou alta) e proximidade com a casa;
- **Objetivos:** Restauração da vegetação, melhoria do microclima, produção de alimentos e espécies multifuncionais;
- **Visão Geral:** agroflorestas biodiversas multiestratificadas, com manejo intensivo e aproveitamento de resíduos domésticos;
- **Desenho do sistema:** Vegetação bastante diversificada, com espécies alimentícias, medicinais, ornamentais, dispostas de maneira irregular (sem desenho definido), e presença de criação de pequenos animais, como galinhas e porcos. Possibilidade de aproveitamento de resíduos de alimentos, cinza de fogão a lenha, esterco da criação animal, água cinza (pia da cozinha, chuveiro) e uso de água da chuva (cisterna);
- **Crítérios para seleção de espécies:** espécies diversas de usos múltiplos, incluindo alimentícias (grãos, frutas, temperos), medicinais e ornamentais. As espécies devem ser adaptadas às condições locais, preferência para frutíferas em geral e nativas, incluindo adubadeiras;
- **Espécies-chave:** coentro, couve, maxixe, guandu, feijão de corda, batata doce, mandioca, maracujá, mamão, banana, taioba, inhame, cará, ora-pro-nóbis;
- **Implantação:** O plantio é realizado próximo à casa, de forma dinâmica e com constante enriquecimento da área, escolhendo o local conforme as necessidades das espécies (Figura 20). Árvores de múltiplas funções são introduzidas a partir de mudas, sementes ou estacas, em ilhas, núcleos ou canteiros. O plantio de árvores junto com hortaliças otimiza mão de obra e recursos, facilitando o estabelecimento das plantas. Utilizam-se esterco, cinzas, composto e folhas para adubação. A área pode ser composta por um mosaico de plantios consorciados ou não, incluindo plantas ornamentais, medicinais, frutíferas, adubadeiras, pequenos animais e roça. A cobertura do solo com matéria orgânica é essencial para manter a fertilidade e a umidade do solo.
- **Manejo:** O manejo é realizado basicamente com facão, incluindo capina seletiva e poda. A irrigação pode ser feita com água da chuva armazenada em cisterna, especialmente para espécies mais exigentes, como hortaliças. Os animais são alimentados com a produção do próprio quintal, incluindo restos de verduras, frutas e grãos como guandu para galinhas. Troncos, galhos e pedras são usados para delimitar caminhos e acumular matéria orgânica. O manejo também permite a obtenção de lenha, importante para a manutenção das famílias agricultoras.
- **Manejo a longo prazo:** O sistema caracteriza-se como uma floresta diversificada, com clareiras e dinâmica baseada em capinas seletivas, podas, desbaste e enriquecimento com mudas e sementes. Árvores envelhecidas podem ser manejadas várias vezes para permitir a reintrodução de espécies que exigem luz e fertilidade do solo.



Figura 20: Modelo de implantação de quintais agroflorestais.



## 5.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ENVOLVIMENTO COM A COMUNIDADE

A mudança do cenário de degradação do bioma cerrado requer a colaboração de diversos atores: poder público em todas as esferas, proprietários rurais, pesquisadores, estudantes, organizações ambientalistas e a sociedade em geral. As soluções técnico-científicas são apenas uma parte da resolução dos problemas (SÃO PAULO, 2011). A educação ambiental desempenha um papel crucial na conscientização e sensibilização sobre a importância das medidas de restauração (SÃO PAULO, 2011). Além disso, pode ser implementada por meio de cursos de capacitação técnica direcionados aos proprietários rurais, destacando a importância da restauração do Cerrado para o fornecimento de serviços ambientais que, a médio e longo prazo, trarão benefícios monetários e melhorias na qualidade ambiental (SÃO PAULO, 2011).

A educação ambiental e o envolvimento da comunidade deverão ser componentes essenciais para o sucesso deste projeto. Workshops, palestras e visitas guiadas deverão ser organizados para informar a comunidade sobre a importância da mata ciliar e os benefícios dos sistemas agroflorestais. Materiais educativos, como folhetos, cartilhas e vídeos explicativos, deverão ser distribuídos para disseminar técnicas de plantio e conservação ambiental. A participação ativa da comunidade deverá ser incentivada em todas as etapas do projeto, desde o planejamento até a execução e monitoramento. Treinamentos práticos deverão ser oferecidos sobre plantio de mudas, manejo de sistemas agroflorestais e técnicas de conservação do solo e da água. Parcerias com escolas, ONGs, associações de moradores e órgãos governamentais deverão ser estabelecidas para fortalecer o projeto.



## 6. INDICADORES E METAS

Especificamente para avaliação das ações propostas, indica-se a utilização de Indicadores de Condição Ambiental (ICA), Indicadores de Desempenho Operacional (IDO) e Indicadores de Desempenho Gerencial (IDG), conforme especificação da ISO 14.031 (ABNT, 2015). Os indicadores foram concebidos para abranger tanto as ações estruturantes como não estruturantes englobando todas as nascentes contempladas pelo Plano de Recuperação. A Tabela 27 exhibe os indicadores de cada categoria bem como suas respectivas metas.

Tabela 27: Aderência do Eixo 8 – Recomposição Florestal às políticas setoriais de recursos hídricos.

Tipo	Indicador	Unidade	Meta
ICA	% de sobrevivência de mudas plantadas	%	Garantir a sobrevivência de ao menos 90% das mudas plantadas.
	% de riqueza de espécies nativas	%	Obter entre 30-40% da riqueza de espécies nativas com relação aos ecossistemas de referência
	% de aumento da cobertura vegetal	%	Aumentar a cobertura vegetal em 20% em áreas degradadas dentro de 2 anos
IDO	Área reflorestada	Ha	Reflorestar 470 hectares de mata ciliar em 2 anos
	Redução da erosão do solo	%	Reduzir a taxa de erosão do solo em 25% nas áreas de replantio e sistemas agroflorestais em 2 anos.
	Controle de assoreamento	%	Reduzir o assoreamento em corpos d'água adjacentes em 20% em 2 anos.
IDG	% de mobilizações realizadas	%	Realizar 100% das mobilizações previstas na fase de planejamento do projeto.
	Monitoramento e relatórios	Quantitativo	Implementar um sistema de monitoramento contínuo e publicar relatórios semestrais sobre o progresso dos projetos de recomposição florestal.
	Engajamento da comunidade	%	Envolver 80% das comunidades locais em atividades de plantio e manutenção de áreas reflorestadas em 2 anos.
	Revisão e Melhoria Contínua	Quantitativo	Realizar revisões anuais dos projetos de recomposição florestal e implementar melhorias baseadas nos resultados das avaliações em 2 anos.

Elaboração própria.



## 7. PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO

### 7.1. ORÇAMENTO PRELIMINAR

O orçamento preliminar tem como objetivos apresentar a estimativa de custos e investimentos necessários para a viabilização do plano de ações proposto para o Plano de Recomposição Florestal da Bacia do Rio Parnaíba. Com base nessa premissa, realizou-se a composição de preços e custos tendo-se como referência a Tabela de Preços de Consultoria do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), referente ao mês de janeiro de 2024 (DNIT, 2024) e o Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO) para a região Nordeste do Brasil (DNIT, 2024), do mesmo mês e ano.

Outros custos e serviços que não estejam contemplados nessas referências foram estimados com base em cotações obtidas junto à fornecedores e/ou experiências pregressas da empresa consultora em projetos semelhantes. Além disso, também foram adotados valores obtidos através de editais e licitações públicas, bem como custos empregados em planos e projetos de recuperação de nascentes. Além disso, foram estimados os valores com e sem aplicação de Benefícios e Despesas Indiretas (BDI), o qual foi obtido através de referência do DNIT do ano de 2024, sendo adotado em 44,6%.

As seguintes premissas foram consideradas para a proposição dos custos e investimentos unitários:

- Cercamento de todo o perímetro dos lotes.
- Adubação em 20% da área dos lotes.
- Manutenção das cercas e placas em 20% e manutenção do aceiramento em 50%.

A Tabela 28 exhibe os custos e investimentos na fase de planejamento, implantação, manutenção e monitoramento para áreas selecionadas.

Tabela 28: Eixo 8 – Recomposição Florestal: custos e investimentos na fase de planejamento, implantação, manutenção e monitoramento para áreas selecionadas.

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
<b>1. Mão de obra</b>										
1.1	P8044	Coordenador ambiental	hora	1	8	10	34.958,28	198,63	R\$ 15.890,13	R\$ 22.977,12
1.2	P8058	Engenheiro ambiental pleno	hora	1	8	10	25.146,99	142,88	R\$ 11.430,45	R\$ 16.528,43
1.3	P8033	Biólogo pleno	hora	1	8	10	8.763,07	49,79	R\$ 3.983,21	R\$ 5.759,73
1.4	P8143	Técnico Ambiental	hora	2	8	10	6.150,89	34,95	R\$ 5.591,72	R\$ 8.085,62
1.5	P8113	Motorista de veículo leve	hora	1	8	5	4.745,01	26,96	R\$ 1.078,41	R\$ 1.559,38
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 37.973,92</b>	<b>R\$ 54.910,29</b>
<b>2. Equipamentos</b>										
2.1	E9684	Veículo leve picape 4 x 4 com capacidade de 1,10 t - 147 kW	hora	1	8	5	-	54,66	R\$ 2.186,35	R\$ 3.161,46
<b>SUBTOTAL</b>									<b>R\$ 2.186,35</b>	<b>R\$ 3.161,46</b>
<b>3. Serviços</b>										
3.1	Projeto Rio Doce (2021)	Validação de áreas	hectare	470	-	-	-	840	R\$ 394.800,00	R\$ 570.880,80
3.2	Projeto Rio Doce (2021)	Elaboração de Projeto Individual por Propriedade	hectare	470	-	-	-	153,6	R\$ 72.192,00	R\$ 104.389,63
3.3	Projeto Rio Doce (2021)	Estaqueamento de áreas válidas	hectare	470	-	-	-	360	R\$ 169.200,00	R\$ 244.663,20
3.4	4915740	Limpeza - roçada manual	hectare	470	-	-	-	1684,56	R\$ 791.743,20	R\$ 1.144.860,67
3.5	5213868	Placa – Fornecimento e implantação de suporte metálico galvanizado– 2,00m x 1,00m (unidade)	unidade	41	-	-	-	1062,19	R\$ 43.549,79	R\$ 62.973,00
3.6	3713613	Cerca com 4 fios de arame liso galvanizado e mourão de madeira a cada 2,5 m e esticador a cada 50 m	m	74988,78	-	-	-	19,01	R\$ 1.425.536,80	R\$ 2.061.326,22
3.7	4413989	Plantio de mudas arbóreas com porte de 30 a 80 cm em covas de 0,60 x 0,60 x 0,60 m	unidade	1175000	-	-	-	35,38	R\$ 41.571.500,00	R\$ 60.112.389,00
3.8	4915744	Implantação de aceiramento (controle de queimadas) – Capina Manual	m²	378000	-	-	-	0,67	R\$ 253.260,00	R\$ 366.213,96
3.9	98520	Aplicação de adubo em 20% da área	m²	940000	-	-	-	6,16	R\$ 5.790.400,00	R\$ 8.372.918,40
3.10	4413989	Replanteio 10%- Plantio de mudas arbóreas com porte de 30 a 80 cm em covas de 0,60 x 0,60 x 0,60 m	unidade	117500	-	-	-	35,38	R\$ 4.157.150,00	R\$ 6.011.238,90
3.11	3713613	Manutenção cercamento 20% - Cerca com 4 fios de arame liso galvanizado e mourão de madeira a cada 2,5 m e esticador a cada 50 m	m	14997,757	-	-	-	19,01	R\$ 285.107,36	R\$ 412.265,24
3.12	5213868	Manutenção placas 20 % - Placa – Fornecimento e implantação de suporte metálico galvanizado– 2,00m x 1,00m (unidade)	unidade	94	-	-	-	1062,19	R\$ 99.845,86	R\$ 144.377,11
3.13	4915744	Manutenção aceiramento 50% - Capina Manual	m²	189000	-	-	-	0,67	R\$ 126.630,00	R\$ 183.106,98

Item	Código	Discriminação	Unidade	Nº	Horas/ dia	Nº dias	Valor unitário (R\$/mês)	Valor unitário (R\$/unidade)	Total (R\$)	Total com BDI (R\$)
SUBTOTAL									R\$ 54.860.616,57	R\$ 79.328.451,56
4. Outras despesas										
4.1	Cotação	Diária (hospedagem + alimentação)	3	1	1	5	-	360	R\$ 1.800,00	R\$ 2.602,80
SUBTOTAL									R\$ 1.800,00	R\$ 2.602,80
TOTAL GERAL (R\$)									R\$ 54.902.576,84	R\$ 79.389.126,11

Fonte: DNIT (2024a, 2024b) e Fundação Renova (2021).  
Elaboração própria.



O orçamento preliminar considerou a implantação de todas as ações propostas no Plano de Ações para todos os 470 hectares previstos pelo eixo de Recomposição Florestal. Sendo assim, na etapa de validação das áreas pela equipe técnica deverá ser confirmado o estado de degradação das margens e, caso não haja necessidade de intervenções, deverão ser sugeridas outras áreas para serem alvo de recuperação, desde que estas localizem-se dentro da faixa marginal de APP do Rio Parnaíba.

## 7.2. CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Apresentar cronograma de execução do projeto de forma detalhada, segmentando-se as ações em etapas, conforme mostra a Tabela 29.

Tabela 29: Cronograma de execução do plano de Recomposição Florestal das margens do Rio Parnaíba.

ID	Atividade/Ação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
<b>1</b>	<b>Planejamento</b>																								
1.1	Mobilização de entidades e proprietários envolvidos																								
1.2	Elaboração de Projeto Individual por Propriedade																								
<b>2</b>	<b>Implantação</b>																								
2.1	Análise prévia das áreas																								
2.3	Estaqueamento de áreas válidas																								
2.3	Limpeza geral das áreas																								
2.4	Correção da fertilidade do solo																								
2.5	Instalação de placas e cercas																								
2.6	Plantio de mudas																								
<b>3</b>	<b>Manutenção</b>																								
3.1	Manutenção de placas e cercas																								
3.2	Correção da fertilidade do solo																								
3.3	Replântio																								
<b>4</b>	<b>Monitoramento</b>																								
4.1	Acompanhamento das ações e elaboração de relatórios técnicos																								
4.2	Educação ambiental																								
4.3	Participação da comunidade																								

Elaboração própria.

## 8. REFERÊNCIAS

ABDON, Myrian de Moura. **Os impactos ambientais no meio físico**: erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária. 2004. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004. doi:10.11606/T.18.2016.tde-09062016-091734. Acesso em: 2024-06-18.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba**. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamiento-de-recursos-hidricos/cbh-parnaiba>. Acesso em: 18 jun. 2024.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Inundações**. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/c800a4bf-455a-4714-b1be-823aa675d585>. Acesso em: 16 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **14031**: Gestão Ambiental - Avaliação de desempenho ambiental. 1 ed. Rio de Janeiro: Brasil, 2004. 38 p. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasghislaine/abnt-nbr-iso-14031.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **14031**: Gestão Ambiental - Avaliação de desempenho ambiental. 1 ed. Rio de Janeiro: Brasil, 2004. 38 p. Disponível em: <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasghislaine/abnt-nbr-iso-14031.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14.031**: Gestão ambiental – Avaliação de desempenho ambiental – diretrizes. Rio de Janeiro, RJ: ABNT, 2015. 44 p

BRASIL. Decreto nº 10.8038 de 18 de outubro de 2021. Regulamenta os art. 6º e art. 8º da Lei nº 14.182, de 12 de julho de 2021, para dispor sobre os programas de revitalização dos recursos hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio São Francisco e do Rio Parnaíba e daquelas na área de influência dos reservatórios das Usinas Hidrelétricas de Furnas. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/Decreto/D10838.htm#art1](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Decreto/D10838.htm#art1). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 13 jun. 2024.

BRASIL. LEI Nº 12.727, DE 17 DE OUTUBRO DE 2012.: altera a lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as leis nº s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as leis nº s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a medida provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso ii do art. 167 da lei nº 6.015, de 31 de dezembro de 1973, e o § 2º do art. 4º da lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.. Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; e revoga as Leis nº s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, o item 22 do inciso II do art. 167 da Lei nº 6.015, de 31 de dezembro



de 1973, e o § 2º do art. 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**. Brasília, 2012. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm). Acesso em: 19 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 14.1482 de 12 de julho de 2021. Dispõe sobre a desestatização da empresa Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (Eletrobras); altera as Leis nºs 5.899, de 5 de julho de 1973, 9.991, de 24 de julho de 2000, 10.438, de 26 de abril de 2002, 10.848, de 15 de março de 2004, 13.182, de 3 de novembro de 2015, 13.203, de 8 de dezembro de 2015, 14.118, de 13 de janeiro de 2021, 9.648, de 27 de maio de 1998, e 9.074, de 7 de julho de 1995; e revoga dispositivos da Lei nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2021/Lei/L14182.htm#art8](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/Lei/L14182.htm#art8). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 18 jun. 2024.

BRASIL. **Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa (Planaveg)** / Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério da Educação. – Brasília, DF: MMA, 2017.

BRASIL. **Regularização Ambiental - Cadastro Ambiental Rural**. Disponível em: <https://www.car.gov.br/#/centralConteudo/boletim>. Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: [https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2002\\_Res\\_CONAMA\\_303.pdf](https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2002_Res_CONAMA_303.pdf). Acesso em: 16 jun de 2024.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 369 de 28 de março de 2006. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2006. Disponível em: [https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2006\\_Res\\_CONAMA\\_369.pdf](https://licenciamento.cetesb.sp.gov.br/legislacao/federal/resolucoes/2006_Res_CONAMA_369.pdf). Acesso em: 16 jun. 2024.

BRASIL. Resolução CONAMA nº 429 de 28 de fevereiro de 2011. Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: [https://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/documentos/pagina/resolucao\\_conama\\_429-11.pdf](https://www.epsjv.fiocruz.br/sites/default/files/documentos/pagina/resolucao_conama_429-11.pdf). Acesso em: 16 jun. 2024.

CASTRO, D. **Práticas para restauração da mata ciliar**. / organizado por Dilton de Castro; Ricardo Silva Pereira Mello e Gabriel Collares Poester. -- Porto Alegre : Catarse – Coletivo de Comunicação, 2012.

CENTRO INTERNACIONAL DE PESQUISA AGROFLORESTAL (ICRAF). **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais**: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga / Andrew Miccolis ... [et al.]. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agorflorestal – ICRAF, 2016.

DE PAULA, C. R., DE PAULA, F. N. **Manejo e recuperação florestal**. Jaboticabal: Funep. 2003, 180p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Sistema de Custos Referenciais de Obras (SICRO): Nordeste - PIAUI - janeiro 2024. 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/2024/janeiro/janeiro-2024](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/2024/janeiro/janeiro-2024). Acesso em: 06 maio. 2024.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Tabela de Preços de Consultoria - janeiro 2024. [S. L.], 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/custos-e-pagamentos/custos-e-pagamentos-dnit/engenharia-consultiva-2/tabela-de-precos-de-consultoria-1/relatorios/2024/janeiro/janeiro-2024>. Acesso em: 18 jun. 2024.

EMBRAPA. **Cultivo de Espécies Nativas do Bioma Cerrado**. Planaltina: Empraba, 2004. 10 p. Disponível em: [https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/26608/1/comtec\\_110.pdf](https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2009/26608/1/comtec_110.pdf). Acesso em: 17 jun. 2024.

EMBRAPA. **Estratégia de recuperação | Sistemas Agroflorestais - SAFs**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/plantio-por-mudas>. Acesso em: 17 jun. 2024.

FUNDAÇÃO RENOVA. **PG-26- PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DA ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E DE RECARGA HÍDRICA DEGRADADAS DA BACIA DO RIO DOCE**. Setembro de 2021. Disponível em: <https://gis.fundacaorenova.org/assets/programas/descricao/PG26.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2024.

INCRA. Acervo Fundiário. Disponível em: <https://acervofundiario.incra.gov.br/acervo/login.php>. Acesso em: 19 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agro 2017**: resultados definitivos. Resultados definitivos. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br/resultados-censo-agro-2017/resultados-definitivos.html>. Acesso em: 18 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cobertura e Uso da Terra do Brasil na escala 1:250 000**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15833-uso-da-terra.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 16 jun. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Indicadores de desenvolvimento sustentável** : Brasil : 2015 / IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais [e] Coordenação de Geografia. – Rio de Janeiro : IBGE, 2015. 352p. – (Estudos e pesquisas. Informação Geográfica, ISSN 1517-1450 ; n. 10)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **PEVS - Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html>. Acesso em: 18 jun. 2024.

Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (JBRJ). **Manual técnico para a restauração de áreas degradadas no Estado do Rio de Janeiro** / Luiz Fernando Duarte de Moraes ...[et al.] – Rio de Janeiro : Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013 Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197954/1/manual-tecnico-restauracao.pdf> Acesso em 17 jul. 2024

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Downloads. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/downloads/>. Acesso em: 19 jun. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Perguntas Frequentes - Programa Queimadas**. 2024a. Disponível em: <https://terrabilis.dpi.inpe.br/queimadas/portal/faq/index.html>. Acesso em: 16 jun. 2024.

IPCC (2021). **Intergovernmental Panel on Climate Change**. Climate Change 2021: The Physical Science Basis.

OLIVEIRA, G. de. Geoecologia E Geodiversidade: Uma Aplicação Da Análise Integrada Da Paisagem Como Subsídio À Gestão De Áreas Protegidas. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 20, n. 72, p. 402–421, 2019. DOI: 10.14393/RCG207246507. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/46507>. Acesso em: 15 jun. 2024.

PIAUÍ. **Relatório Técnico RT-3 - TOMO II: Plano de Conservação de Nascentes e Rios**. Teresina. 2024. 87 p.

PIAUI. SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PIAUÍ (SEMARH). **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Piauí**. Teresina, PI, 2010. 198 p. Disponível em: <https://faolex.fao.org/docs/pdf/bra183822.pdf>. Acesso em: 06 set. 2023

PLANNUS ENGENHARIA LTDA. **Projeto de Recuperação das Matas Ciliares e Preservação das Nascentes do Parque Nacional Sete Cidades**. Brasília: ., 2021. 45 p. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/programa-semeando-aguas/projetos/bacia-do-parnaiba-1/AnexosleIIParqueNacionalSeteCidadesPROJETODAPLANNUSPARAOMDRred145.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2024.

RIBASKI, J.; RADOMSKI, M. I. ; RIBASKI, S. A. G. . **Potencialidade dos sistemas silvipastoris para a produção animal sustentável no Brasil**. In: II CONGRESO COLOMBIANO Y 1er Seminario internacional de silvopastoreo, 2012, medellin. ii congreso colombiano y 1er seminario internacional de silvopastoreo. Medellin, 2012

SÃO PAULO. **Manual para recuperação da vegetação de cerrado** [recurso eletrônico] / 3.ed. Giselda Durigan ... [et al.]. -- 3.ed.rev. e atual. -- São Paulo : SMA, 2011. 19 p. : il. Color Disponível em:



[https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/permacultura/Manual\\_recuperacao\\_cerrado.pdf](https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/permacultura/Manual_recuperacao_cerrado.pdf) Acesso em 17 jun. 2024

SÃO PAULO. **Manual para recuperação da vegetação de cerrado** [recurso eletrônico] / 3.ed. Giselda Durigan ... [et al.]. -- 3.ed.rev. e atual. -- São Paulo : SMA, 2011. 19 p. : il. Color

WWF (2020) **Índice Planeta Vivo 2020 – Reversão da curva de perda de biodiversidade**. Almond, R. E. ; Grooten, M.; Petersen, T. (eds.) WWF, Gland, Suíça.

## 9. LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Faixas de Área de Preservação Permanente (APP). .....	10
Figura 2: Áreas degradadas do cerrado. ....	12
Figura 3: Focos de queimadas no Cerrado entre junho de 2023 e junho de 2024.....	15
Figura 4: Áreas de atividade agropecuárias no estado do Piauí. ....	17
Figura 5: Pontos de erosão e assoreamento observados em campo. ....	20
Figura 6: Dragagens observadas in loco. ....	22
Figura 7: Suscetibilidade a inundações dos trechos do Rio Parnaíba. ....	24
Figura 8: Áreas de Reserva Legal do Piauí. ....	27
Figura 9: Lotes selecionados no município de Joca Marques. ....	31
Figura 10: Lotes selecionados município de Floriano 6-12.....	33
Figura 11: Lotes selecionados município de Floriano 13-18.....	34
Figura 12: Lotes selecionados município de Luzilândia. ....	36
Figura 13: Lotes selecionados município de Jerumenha 24-30. ....	38
Figura 14: Lotes selecionados município de Jerumenha 31-32. ....	39
Figura 15: Lotes selecionados município de União 33-38.....	41
Figura 16: Lotes selecionados município de União 39-41.....	42
Figura 17: Modelo de espaçamento de plantio 1,5m x 1,5m. ....	50
Figura 18: Modelo de implantação de agrofloresta sucessional com manejo intensivo.....	59
Figura 19: Modelo de implantação de agrofloresta biodiversa para restauração de APP. ....	63
Figura 20: Modelo de implantação de quintais agroflorestais. ....	65

## 10. LISTA DE TABELAS

Tabela 1: aderência do Eixo 8 – Recomposição Florestal às políticas setoriais de recursos hídricos. .	7
Tabela 2: Faixa de APP definidas pela Lei 12.651/2012 .....	9
Tabela 3: Critérios utilizados para aplicação do método AHP no Caderno de Metodologias. ....	11
Tabela 4: Percentual de área degradada dentro da APP. ....	13
Tabela 5: Focos de queimadas nos municípios banhados pelo Rio Parnaíba. ....	16
Tabela 6: Percentual de atividade agropecuária dentro da faixa de app por município. ....	18
Tabela 7: Pontos de erosão e assoreamento observados por km de rio. ....	21
Tabela 8: Número de dragagens identificadas por km de rio. ....	23
Tabela 9: Suscetibilidade a inundações dos municípios banhados pela Hidrovia do Rio Parnaíba. .	25
Tabela 10: Percentual de Reserva Legal dentro da APP por município. ....	28
Tabela 11: Relação total de lotes selecionados.....	28
Tabela 12: Coordenadas geográficas dos lotes (SIRGAS 2000). ....	29
Tabela 13: Terrenos particulares interceptados pelos lotes definidos.....	29
Tabela 14: Lotes selecionados do município de Joca Marques. ....	32
Tabela 15: Terreno interceptado pelo lote sugerido em Joca Marques.....	32
Tabela 16: Lotes selecionados do município de Floriano. ....	35
Tabela 17: Terreno interceptado pelo lote sugerido em Floriano.....	35
Tabela 18: Lotes selecionados do município de Luzilândia.....	37
Tabela 19: Descrição dos lotes selecionados do município de Jerumenha. ....	40
Tabela 20: Terrenos particulares interceptados pelos lotes sugeridos em Jerumenha. ....	40
Tabela 21: Lotes selecionados do município de União. ....	43
Tabela 22: Terrenos particulares interceptados pelos lotes sugeridos em União. ....	43
Tabela 23: Espécies nativas do Cerrado .....	46
Tabela 24: Opção de método a ser aplicado em cada lote. ....	48
Tabela 25: Lavouras e extração vegetal dos municípios selecionados. ....	52
Tabela 26: Espécies-chave para o Cerrado.....	55
Tabela 27: Aderência do Eixo 8 – Recomposição Florestal às políticas setoriais de recursos hídricos. ....	67
Tabela 28: Eixo 8 – Recomposição Florestal: custos e investimentos na fase de planejamento, implantação, manutenção e monitoramento para áreas selecionadas. ....	69
Tabela 29: Cronograma de execução do plano de Recomposição Florestal das margens do Rio Parnaíba. ....	72



## 11. LISTA DE SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico  
ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários  
APP – Área de Preservação Permanente  
CAR – Cadastro Ambiental Rural  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos  
PNRBH – Plano de Ações do Plano Nacional de Recursos Hídricos  
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos  
PRODES – Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal  
SAFs – Sistemas Agroflorestais  
SICRO - Sistema de Custos Referenciais de Obras

## 12. ANEXOS



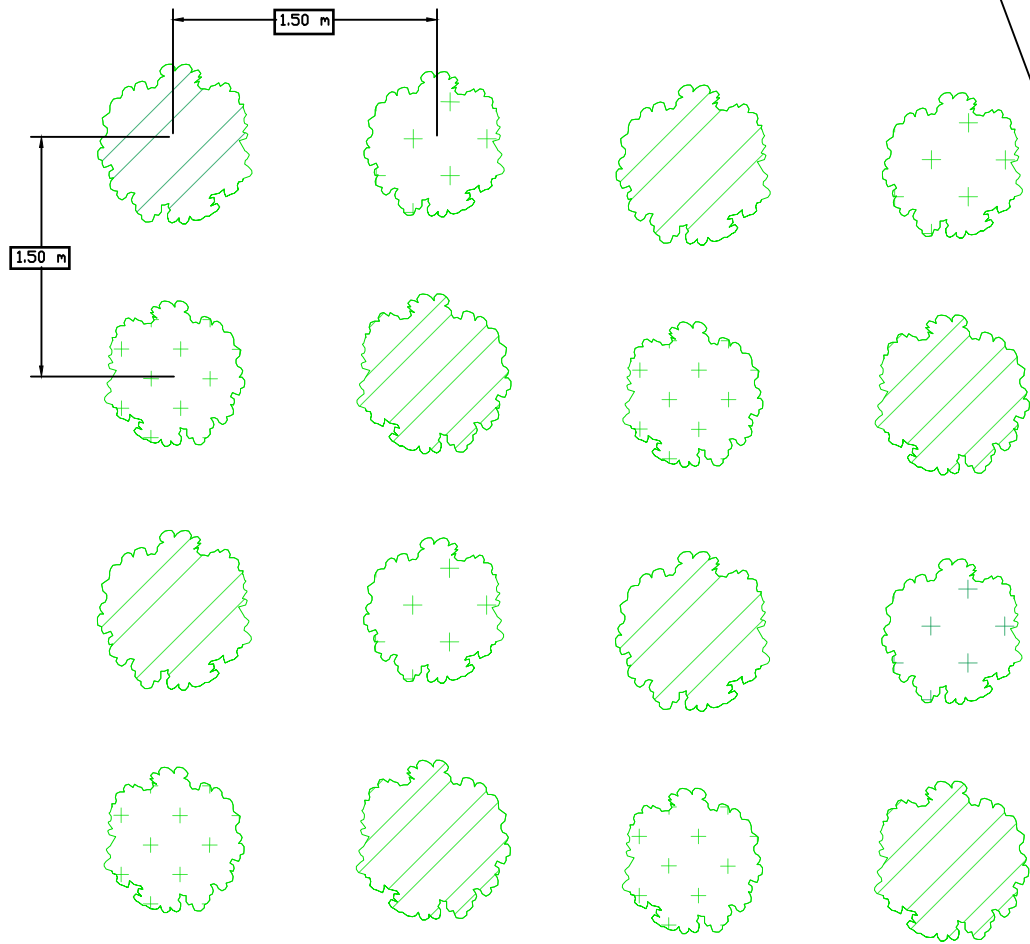
42° 57' 29" W



- Legenda/Simbologia
- Espécie Pioneira
  - Espécie Não Pioneira
  - Plantio Florestal
  - Cerca

42° 55' 55" W

TERRENO 12 — FLORIANO/PI — ÁREA DE PLANTIO DIRETO  
esc 1:400



PLANTIO DE MUDAS EM LINHA — APP DE NASCENTE  
esc 1:400



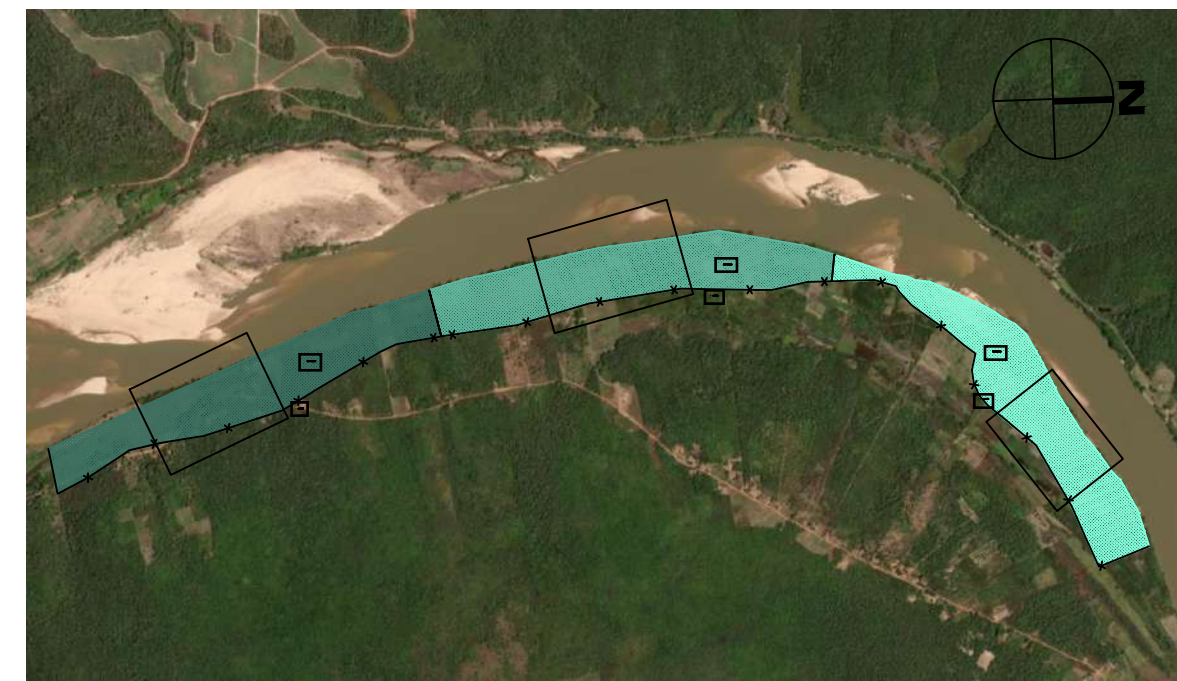
DETALHE ÁREA DE PLANTIO DIRETO  
esc 1:400

NOTAS:

- 1) O espaçamento adotado foi de 1,5m x 1,5m (aprox. 4.445 plantas/ha), conforme Detalhe 2.
- 2) O plantio de mudas deverá ser executado, preferencialmente, no período chuvoso, favorecendo a sobrevivência das mudas e reduzindo a necessidade de regas.
- 3) As espécies pioneiras e não pioneiras devem ser intercaladas, conforme consta na planta baixa.
- 4) As espécies selecionadas devem compor a vegetação nativa dos biomas cerrado ou caatinga, dependendo da localização da nascente.

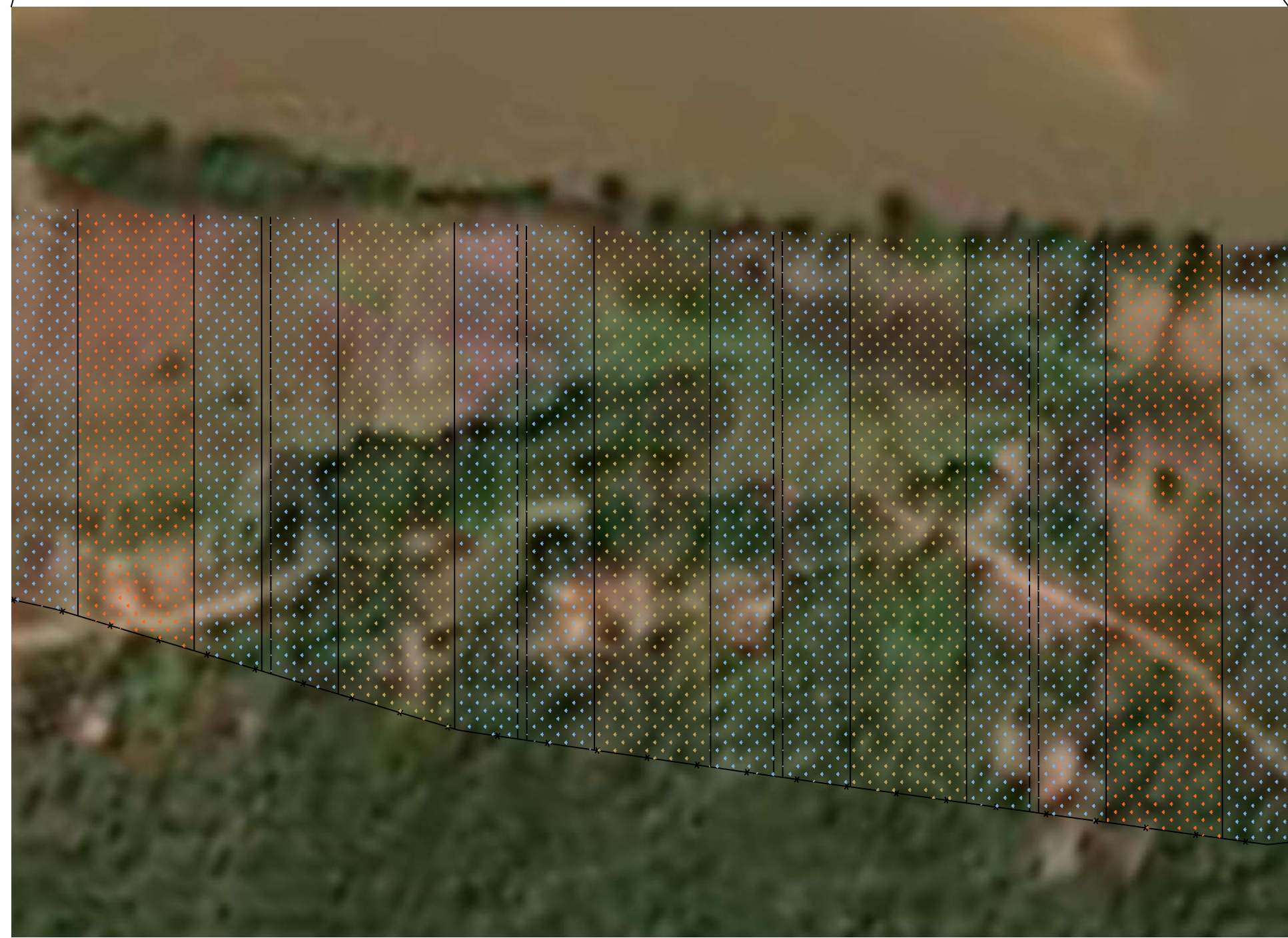
PROJETOS		PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA	
TÍTULO	EXE 8: RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL	DATA DE ELABORAÇÃO	20/06/2024
DESENHO	PROJETO TIPO DE PLANTIO DIRETO	FASE DO PROJETO	ANTEPROJETO
CONTRATADA	EC PROJETOS E RSA AVOGADOS	CONTRATANTE	GOVERNO DO PIAUÍ
ELABORAÇÃO	TAINARA CRISTINA DA SILVEIRA	SUPERVISÃO	LEONARDO VILELA STEINER
DATA	20/06/2024	REVISÃO	00
PRONCHIA	01/01	ESCALA	Indicada
FOLHA	A2	Nº ART	





TERRENO 34 – UNIÃO/PI – ÁREA DE AGROFLORESTA  
SEM ESCALA

- Legenda/Simbologia
- BANANA, EUCALIPTO, CAFÉ E FRUTEIRAS (MUDAS)
  - MANDIOCA E MILHO
  - RÚCULA, COUVE E ALFACE
  - CERCA

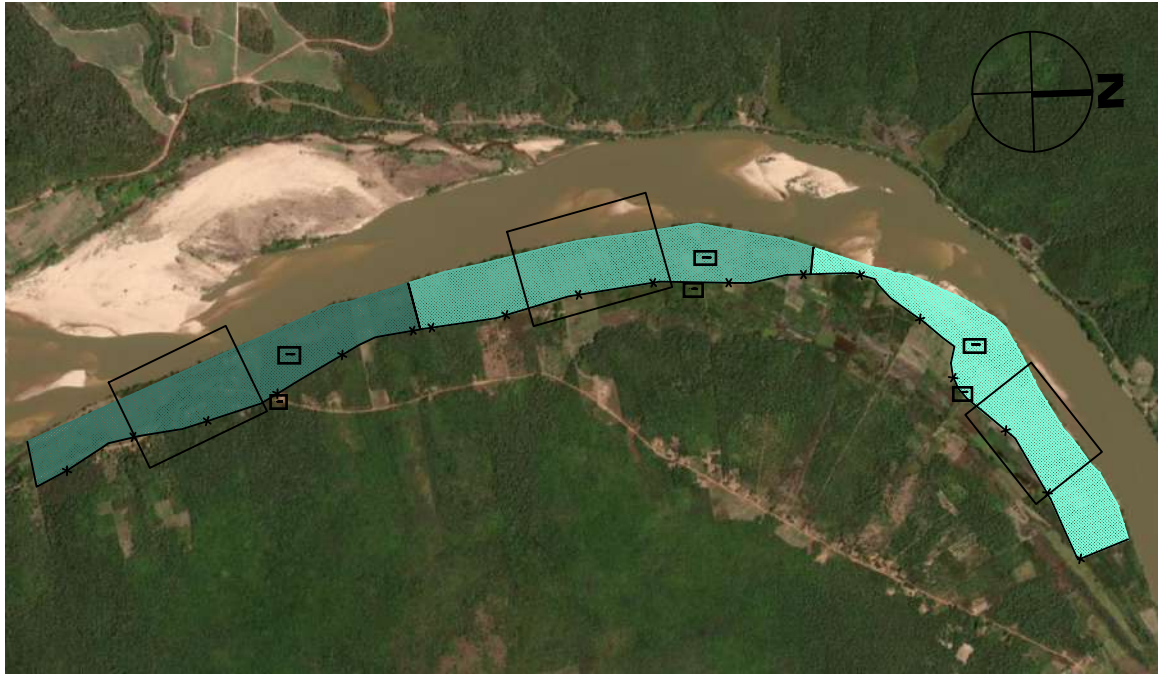
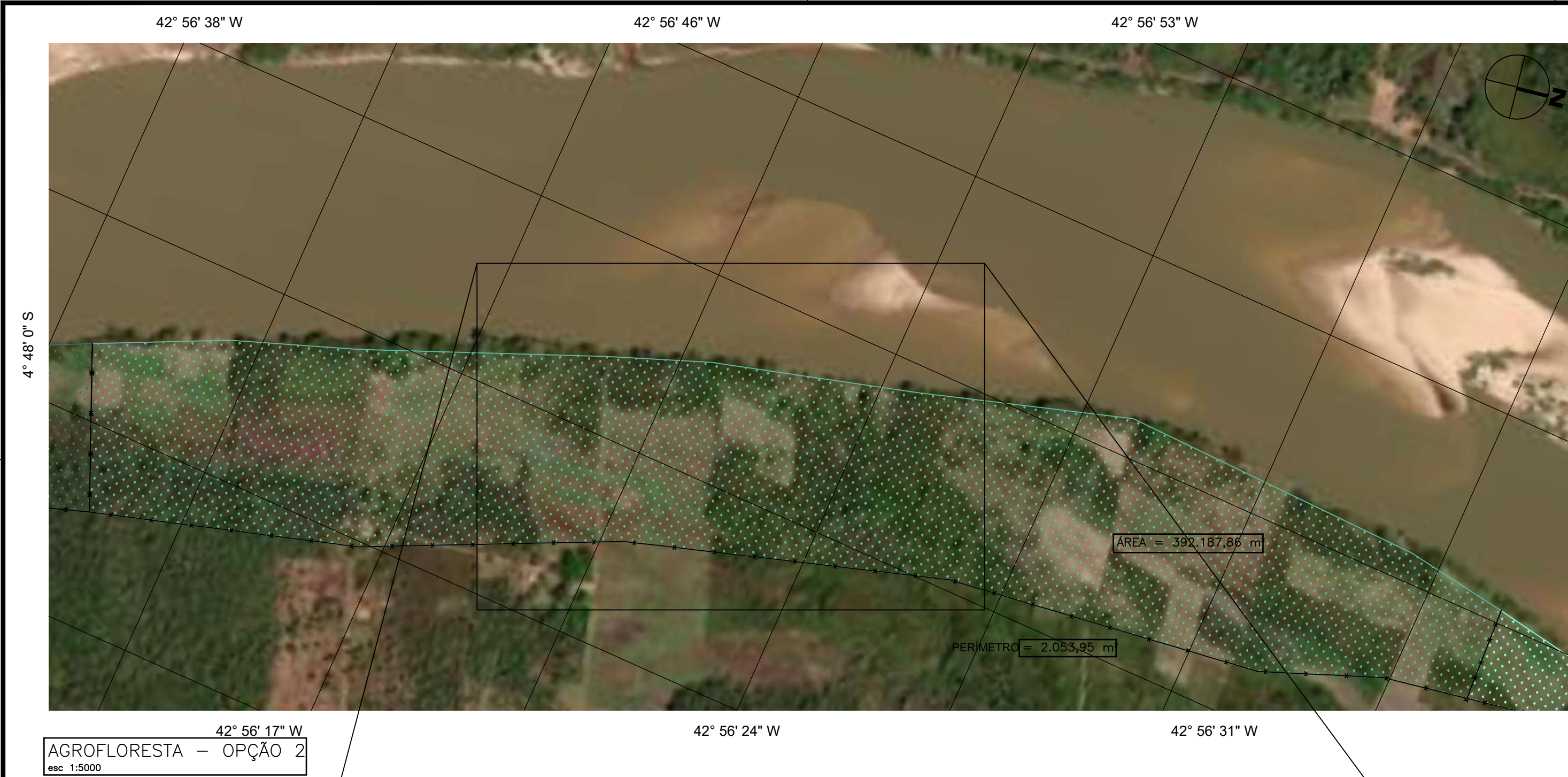


DETALHE DE AGROFLORESTA – OPÇÃO 1  
SEM ESCALA

NOTAS:

GOV. DO PIAUÍ		PROJETOS		PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA	
TÍTULO		EIXO 8: RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL		DATA DE ELABORAÇÃO: 20/06/2024	
DESENHO		AGROFLORESTA – OPÇÃO 1		PRANCHAS: 01/01	
CONTRATADA		EC PROJETOS E RSA AVOGADOS		ESCALA: Indicada	
ELABORAÇÃO		TAINARA CRISTINA DA SILVEIRA		FOLHA: A2	
CONTRATANTE		GOVERNO DO PIAUÍ		Nº ART: 175564-0	
SUPERVISÃO		LEONARDO VILELA STEINER		Nº ART: 175564-0	
APRÓVAÇÃO		LEONARDO VILELA STEINER		Nº ART: 175564-0	





TERRENO 34 – UNIÃO/PI – ÁREA DE AGROFLORESTA

SEM ESCALA

Legenda/Simbologia

- CÚRCUMA
- ÁRVORES P/ PODA, BANANA, CAFÉ OU JABOTICABA E FRUTAS
- INHAME
- BASTÃO DO IMPERADOR OU HELICÔNIAS
- GENGIBRE
- CERCA



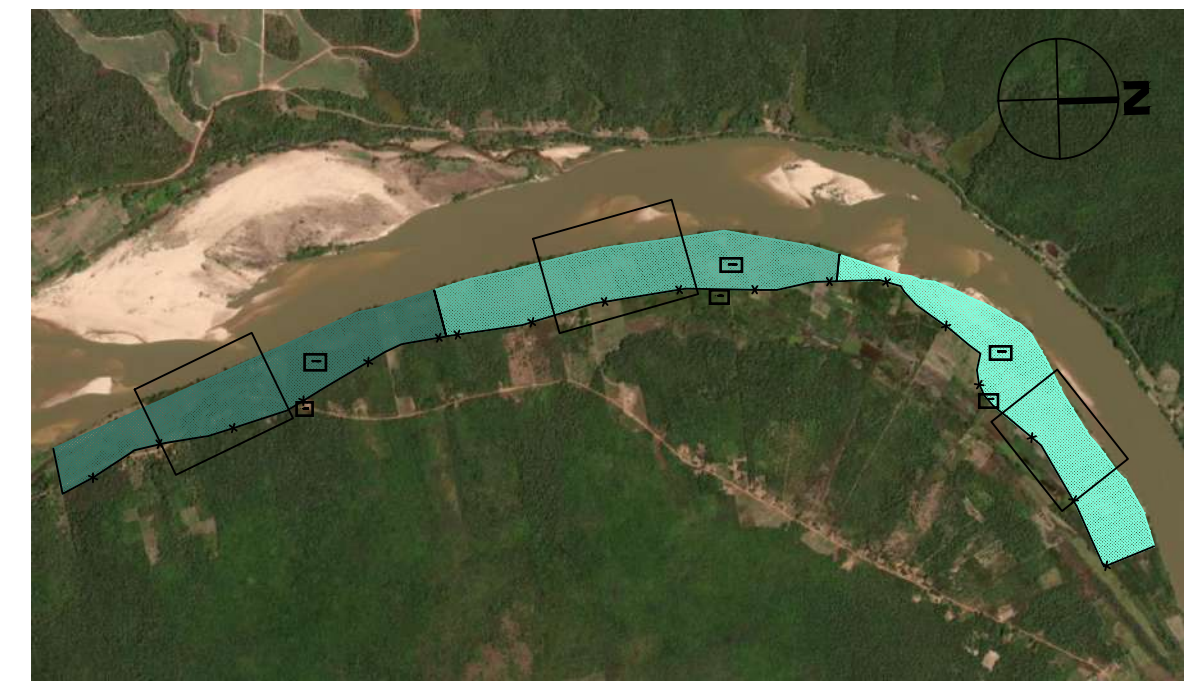
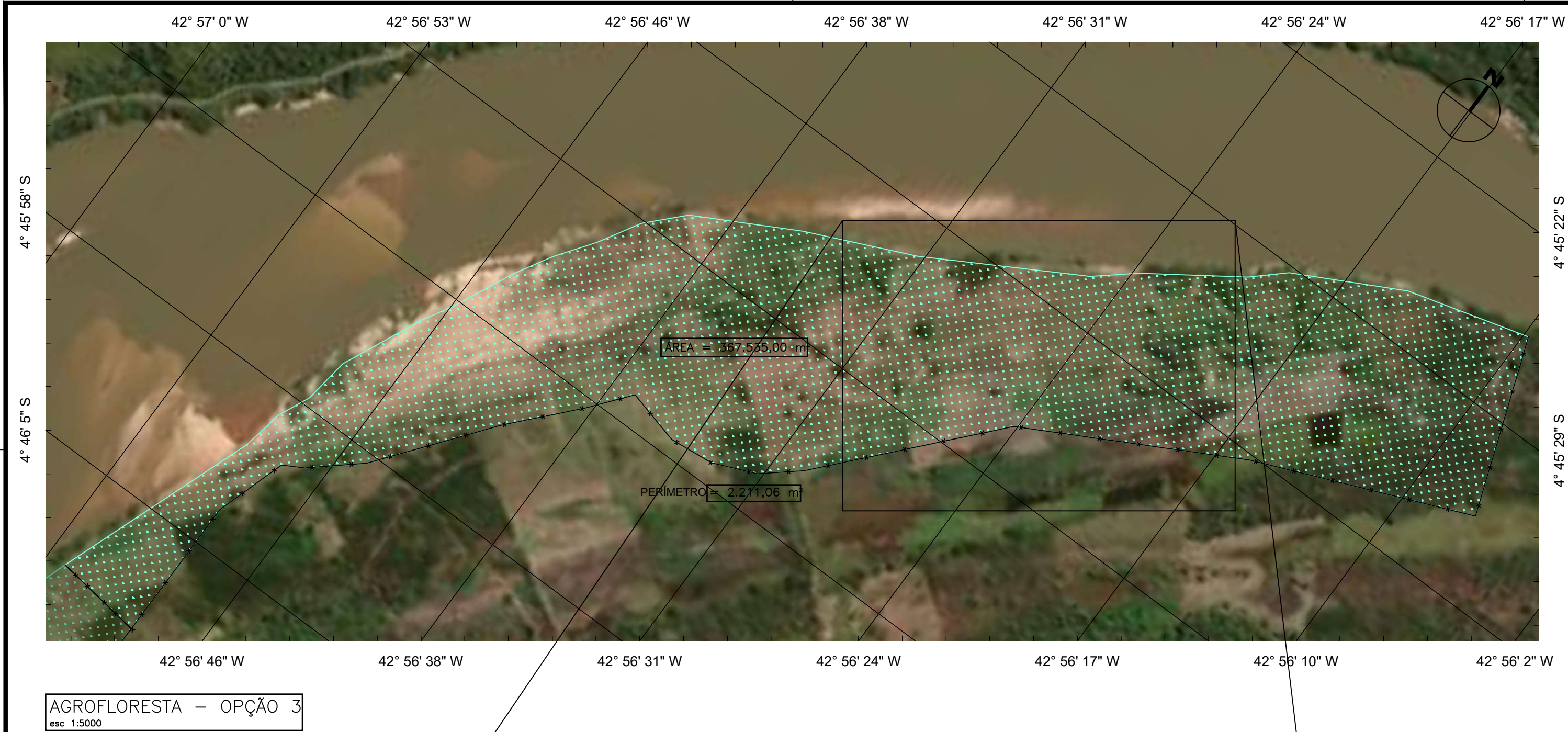
DETALHE DE AGROFLORESTA – OPÇÃO 2

SEM ESCALA

NOTAS:

PROJETOS		GOVERNO DO PIAUÍ		PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA	
TÍTULO	EIXO 8: RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL	DATA DE ELABORAÇÃO	20/06/2024	PRANCHA	01/01
DESENHO	AGROFLORESTA – OPÇÃO 2	FASE DO PROJETO	ANTEPROJETO	ESCALA	Indicada
CONTRATADA	EC PROJETOS E RSA AVOGADOS	CONTRATANTE	GOVERNO DO PIAUÍ	CONTRATO/OS	Nº 010/2022 00
ELABORAÇÃO	TAINARA CRISTINA DA SILVEIRA	SUPERVISÃO	LEONARDO VILELA STEINER	APROVAÇÃO	LEONARDO VILELA STEINER
	CREV/SC 198697-8		CREV/SC 175564-8		CREV/SC 175564-8





TERRENO 34 – UNIÃO/PI – ÁREA DE AGROFLORESTA  
SEM ESCALA

- Legenda/Simbologia
- MANDIOCA E MILHO
  - ARÓBORA, HORTALIÇAS, MEDICINAIS, SEMENTES, MILHO, FEIJÃO, MANDIOCA, BANANA, MUDAS DE FRUTAS
  - Cerca



DETALHE DE AGROFLORESTA – OPÇÃO 3  
SEM ESCALA

NOTAS:

PROJETOS		GOVERNO DO PIAUÍ		PROJETO DE REVITALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO PARNAÍBA	
TÍTULO:	EIXO 8: RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL	DATA DE ELABORAÇÃO:	20/06/2024	PRANCHA:	01/01
DESENHO:	AGROFLORESTA – OPÇÃO 3	FASE DO PROJETO:	ANTEPROJETO	ESCALA:	Indicada
CONTRATADA:	EC PROJETOS E RSA AVOGADOS	CONTRATANTE:	GOVERNO DO PIAUÍ	CONTRATO/OS:	Nº 010/2022
ELABORAÇÃO:	TAINARA CRISTINA DA SILVEIRA	SUPERVISÃO:	LEONARDO VILELA STEINER	REVISÃO:	00
	CREV/SC 198697-8		CREV/SC 175564-8		CREV/SC 175564-8