



**INSTITUTO
ÁGUA E TERRA**



**PARANÁ
PROJETOS**

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS INÉDITOS

ANTEPROJETO DE ENGENHARIA

Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental

Minimização das cheias e inundações que atingem periodicamente a região do município de União da Vitória/PR, sem prejudicar a lâmina d'água no rio Iguaçu.

União da Vitória, PR
11/06/2026

Everton Luiz da Costa Silva
Secretário de Estado do Desenv. Sustentável

Jose Volnei Bisognin
Presidente Instituto Água e Terra

José Luiz Scroccaro
Diretor de Saneamento Amb. e Rec. Hídricos
Instituto Água e Terra

Carlos Alberto Galerani
Instituto Água e Terra

Roberto Machado Corrêa
Instituto Água e Terra

Ivonete Coelho da Silva Chaves
Instituto Água e Terra

Rossana Baldanzi
Instituto Água e Terra

José Wilson Carvalho
Instituto Água e Terra

Leonardo Gustavo Rogal
Instituto Água e Terra

Danielle Daldin Palaoro
Instituto Água e Terra

João Vitor Melquior
Instituto Água e Terra

Guilherme Winston Silva Oliveira
Instituto Água e Terra

Augusto Arruda Lindner
Instituto Água e Terra

Eduardo Magalhães
Superintendente Paraná Projetos

Célio José Gonçalves Watter
Diretor de Planejamento e Projetos
Paraná Projetos

Gustavo Garcia Pasqual
Paraná Projetos

Clarissa Rodrigues
Paraná Projetos

Ana Paula Ribeiro
Paraná Projetos

Cristhyano Cavali da Luz
Coordenação Geral
Universidade Livre do Meio Ambiente

Paulo Roberto Schwab
Universidade Livre do Meio Ambiente

Andréa Dalla Nora
Universidade Livre do Meio Ambiente

Giancarlo Castanharo
Universidade Livre do Meio Ambiente

Bruno Victor Veiga
Universidade Livre do Meio Ambiente

Durval Nascimento Neto
Universidade Livre do Meio Ambiente

Valter Xavier Aguiar
Universidade Livre do Meio Ambiente

Alex Adriano Sikora
Universidade Livre do Meio Ambiente

1. Introdução

Primeiro e único Anteprojeto de Engenharia para o controle de cheias do Rio Iguaçu, entre União da Vitória e Porto Vitória, com modelagem hidrodinâmica bidimensional, avaliação integrada de 46 cenários estruturais, análise de viabilidade, detalhamento da solução escolhida, orçamento, cronograma e etapas de obras, aprovado e apto para licitar as obras conforme exigências da Lei de Licitações (Art. 6º, XXIV, da Lei Federal nº 14.133/2021).

INÍCIO: 28/08/2024 | CONCLUSÃO: 30/09/2025 | APROVAÇÃO: 06/03/2026

2. O problema em números...

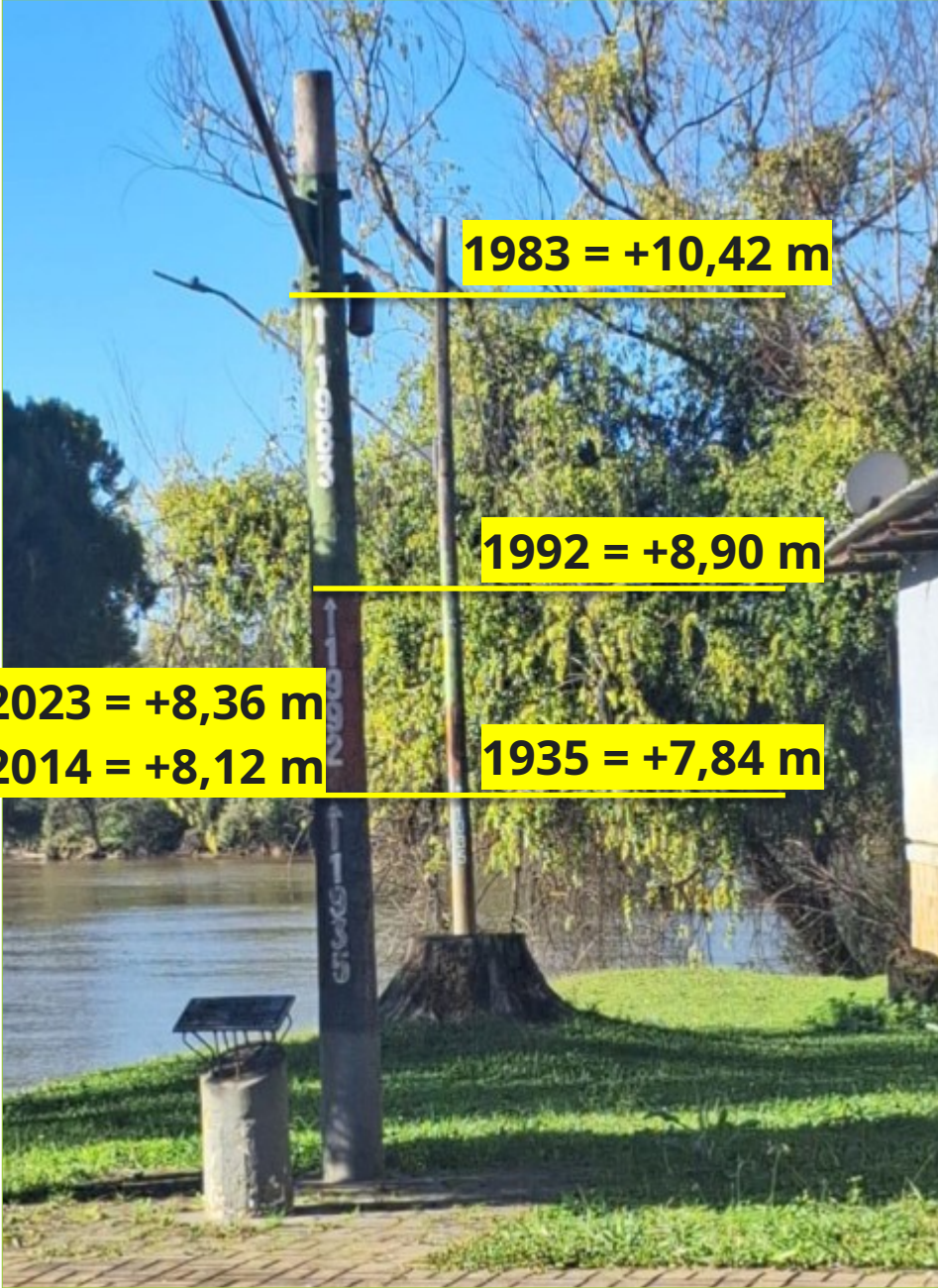
• Para avaliar o avanço das manchas de inundação e elevações dos níveis de água foram definidos os cenários de vazões.

• Maiores cheias:

Ano	Cota média diária régua (m)	Cota média diária altimétrica (m)	Vazão ¹ (m³/s)	TR	% ano
1983	10,42	750,03	5.124,30	162,10	0,62%
1992	8,90	748,51	3.927,80	37,60	2,66%
2014	8,12	747,73	3.467,90	21,50	4,65%
2023	8,36	747,97	3.612,00	25,60	3,91%

Nota: (1): Vazão Instantânea (Sangal)

Tempo de Recorrência, ou TR: representa a probabilidade estatística anual de ocorrência de uma chuva com a referida vazão.



CATARATAS DO IGUAÇU – VAZÃO MÉDIA

O QUE SIGNIFICA?

1.500 metros cúbicos de água passam pelas Cataratas do Iguaçu a cada segundo.

Isso equivale a 1.500.000 litros de água por segundo.

VAZÃO MÉDIA HISTÓRICA **1.500 m³/s**

Volume de água que passa pelas Cataratas em condições normais

COMPARAÇÕES

- Cheia de 1983 em União da Vitória: 5.124 m³/s
- Isso é 3,4 vezes a vazão média das Cataratas do Iguaçu.
- Em grandes cheias, a vazão nas Cataratas pode ultrapassar 10.000 m³/s.



DADOS TÉCNICOS

Período histórico utilizado:
1974 a 2023

Fonte: ITAIPU BINACIONAL
Estação: Porto Capanema
(Rio Iguaçu)

Ano	Cota média diária régua (m)	Cota média diária altimétrica (m)	Vazão ¹ (m³/s)	TR
1983	10,42	750,03	5.124,30	162,10
1992	8,90	748,51	3.927,80	37,60
2014	8,12	747,73	3.467,90	21,50
2023	8,36	747,97	3.612,00	25,60

Nota: (1): Vazão Instantânea (Sangal)

Vazão: É a quantidade de água que o rio precisa transportar por segundo



1 m³ de água
= 1.000 litros

OBRAS DE CONTENÇÃO DE CHEIAS – COMPARAÇÃO

RIO MARRECAS – FRANCISCO BELTRÃO/PR x RIO IGUAÇU – UNIÃO DA VITÓRIA/PR

COMPARAÇÃO DE CAPACIDADE

RIO MARRECAS
(Francisco Beltrão)

Capacidade máxima

310 m³/s

RIO IGUAÇU
(União da Vitória)

Vazão da cheia de projeto
(1983)

5.124 m³/s

X

A vazão da cheia de 1983 no Rio Iguaçu é

16,5 vezes maior

do que a capacidade máxima do sistema do Rio Marrecas.

1 Chuvas intensas aumentam o nível do Córrego Urutago.



2 Ao atingir a cota de alagamento inicial, a comporta se abre automaticamente.



3 A água escoa pelo canal de ligação (740 m) até a entrada do túnel.



4 A água passa pelo túnel de 1,2 km de extensão.

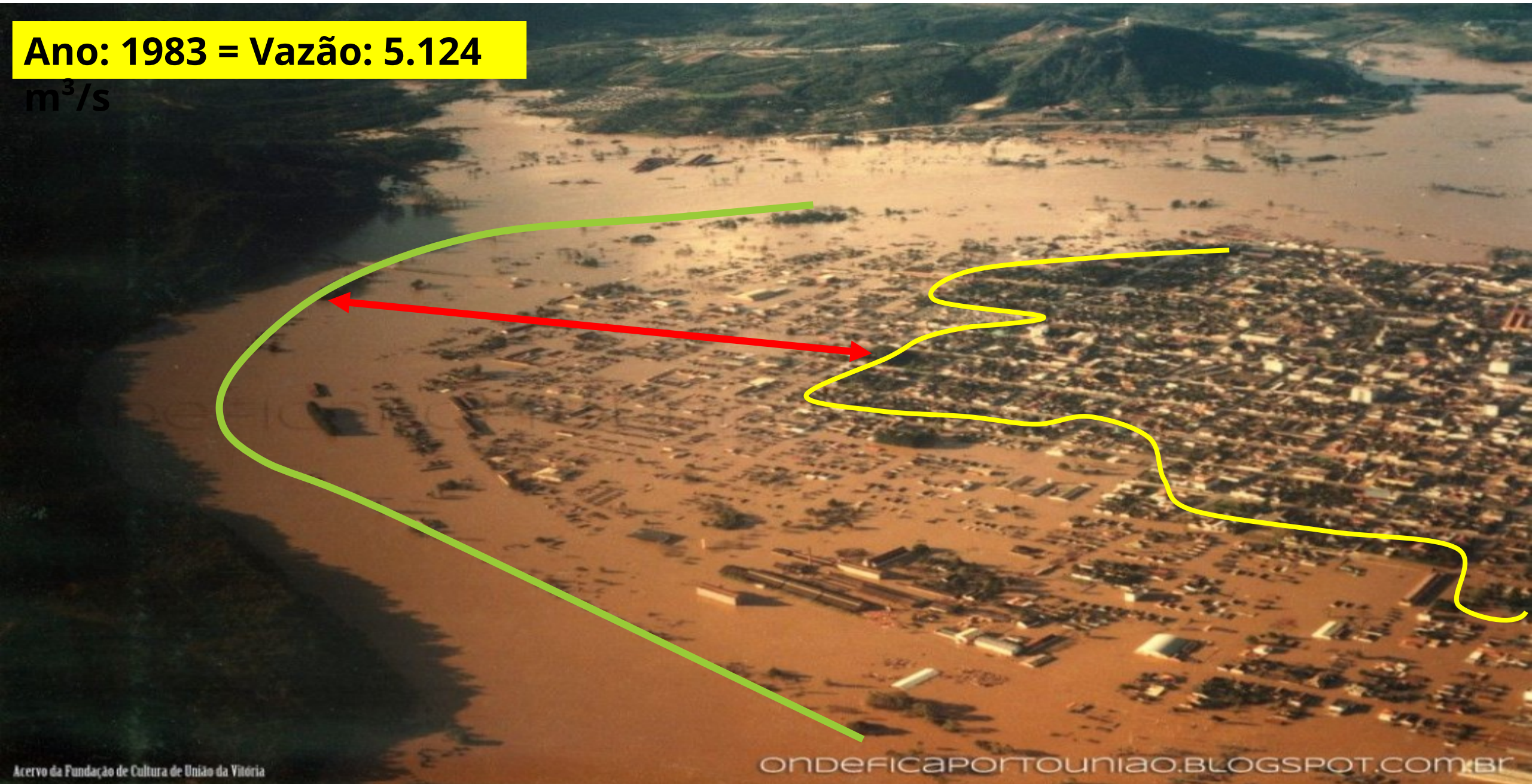


5 A água retorna ao leito normal do Rio Marrecas.



2. O problema em números...

Ano: 1983 = Vazão: 5.124
 m^3/s



2. O problema em números...

Ano: 1983 = Vazão: 5.124
m³/s



2. O problema em números...

Ano: 2014 = Vazão: 3.467
 m^3/s



3. Escopo

1^a

LEVANTAMENTO DE DADOS PRIMÁRIOS (INÉDITOS)

Aerofotogrametria - LiDAR - Sondagens - Batimetria - Sonar - Sísmica

2^a

PESQUISA E ANÁLISE DOS ESTUDOS ANTERIORES / SUGESTÕES DA COMUNIDADE

3^a

ESTUDOS TÉCNICOS

Hidrológicos/Pluviométricos/Sediment.

Hidráulico - Modelo HEC-RAS

Alternativas Estruturais

Geológicos

Caracterização Ambiental / Bota-Fora

Simulação Hidrodinamica das Alternativas

Análise da Viabilidade Técnica e Ambiental das Combinações de Alternativas Estruturais

4^a

ANTEPROJETO DE ENGENHARIA (ÚNICO EM 50 ANOS)

Caracterização da combinação Seleccionada

Detalhamento solução / Desenhos técnicos

Orçamentos

Planejamento / Cronograma

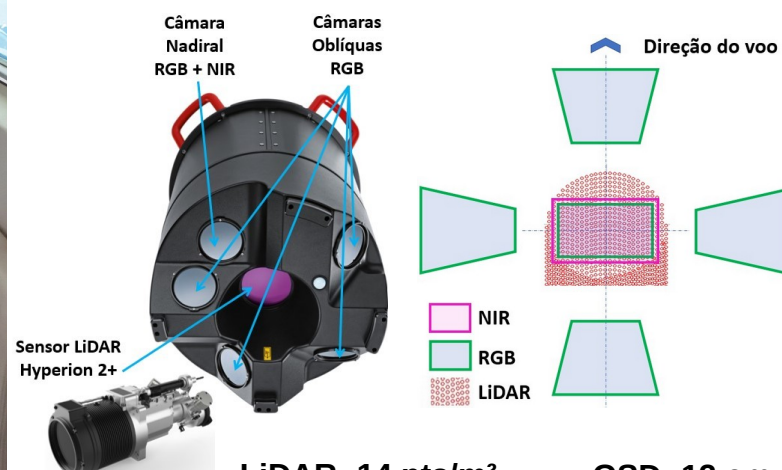
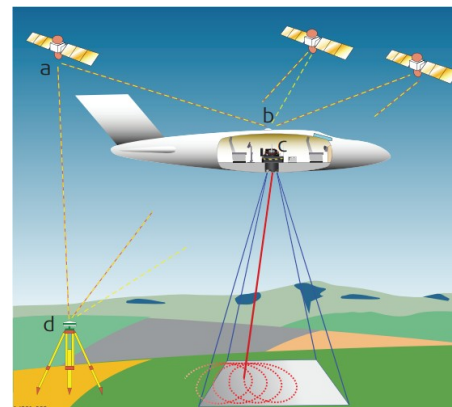
Estudos de Sedimentação

Manchas de Inundação

3. Escopo

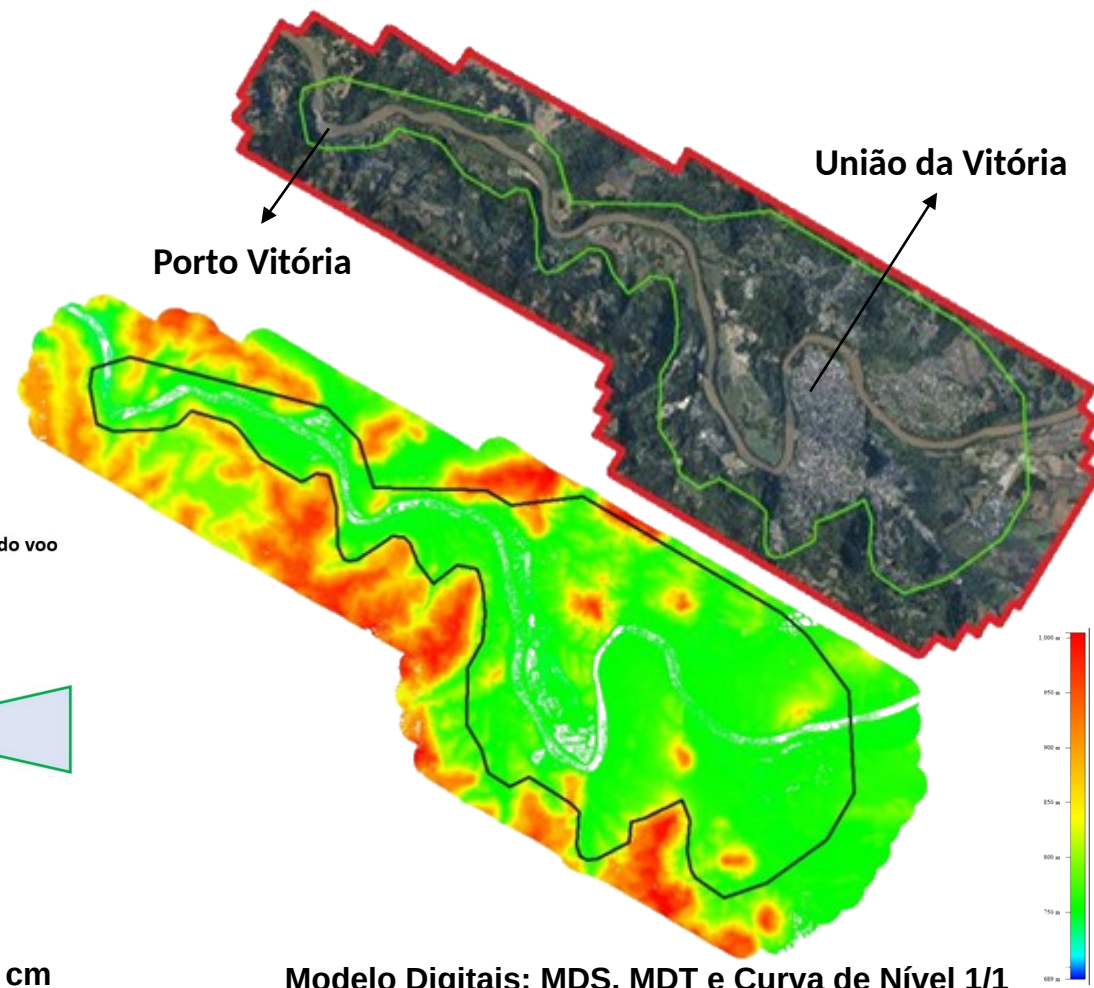
Meta 1 – Levantamento de dados primários cartográficos e topobatimétricos transversais e longitudinais, com vistas a execução do modelo digital do fundo e demais modelagens

Levantamento aéreo: LiDAR e aerofotogrametria = 200 km²



LiDAR: 14 pts/m²

GSD: 12 cm



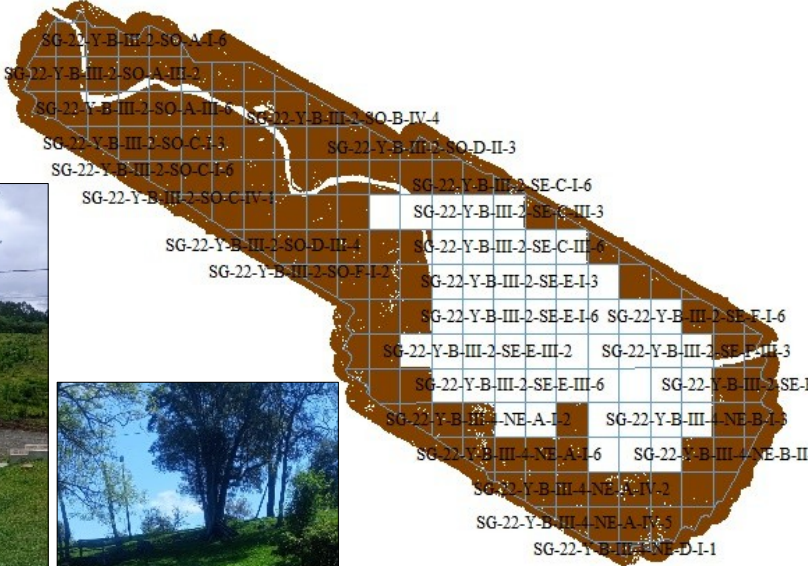
3. Escopo

Meta 1 – Levantamento de dados primários cartográficos e topobatimétricos transversais e longitudinais, com vistas a execução do modelo digital do fundo e demais modelagens

Apoio fotogramétrico de campo



Obra/Ano:	UNILIVRE – RIO IGUAÇU – UNIÃO DA VITÓRIA - 2024	Nome da Estação:	VT-02
DADOS GERAIS			
Estado:	Paraná	Município:	União da Vitória
Bairro:	Rio D'Areia	Local:	
DADOS PLANIMÉTRICOS			
DATUM:		SIRGAS 2000	
NORTE:	7.096.399,087 m	LATITUDE:	26°15'07,36419" S
LESTE:	489.663,741 m	LONGITUDE:	51°06'12,61516" W
DADOS ALTIMÉTRICOS			
ALTITUDE GEOMÉTRICA		ALTITUDE ORTOMÉTRICA	
h =	762,021 m	H =	746,5053 m(*)
Observação: (*) Altitude ortométrica obtida por nivelamento geométrico.			



Escala 1:2.000 – PEC “A”

24 pontos de controle:
18 pontos de apoio
06 pontos de verificação



Restituição fotogramétrica

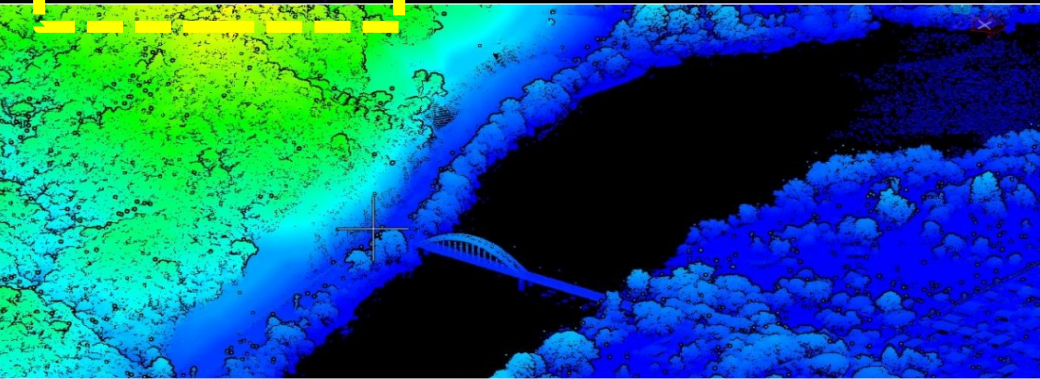


Para que mapas, simulações e resultados realmente representem a realidade local.

3. Escopo

Meta 1 – Levantamento de dados primários cartográficos e topobatimétricos transversais e longitudinais, com vistas a execução do modelo digital do fundo e demais modelagens

Levantamento das pontes com Laser scanner terrestre:
avaliar a influência das cabeceiras e dos pilares no fluxo d'água.



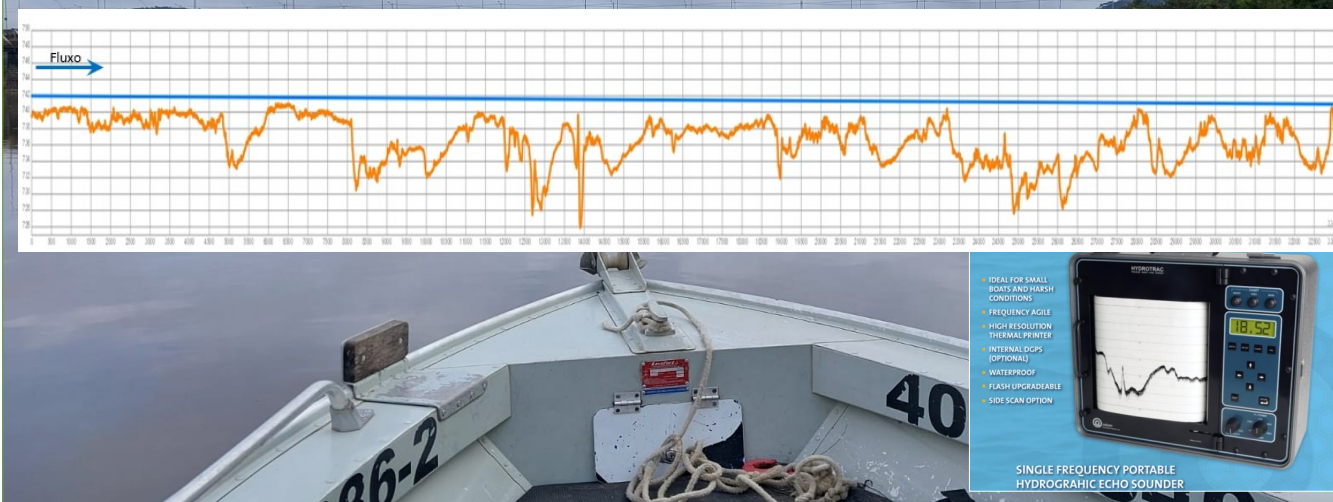
Cenário	Efeito da Estrutura (cm)					
	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6
Retirada das Pontes Férrea e José Richa	0	-	-	-	-	-
Retirada da Ponte PR-476	0	1	-	-	-	-
Retirada da Ponte do Arco	0	0	1	-	-	-
Retirada da Ponte BR-153	1	1	1	1	2	2
Retirada de Todas as Pontes	2	2	2	1	2	2

3. Escopo

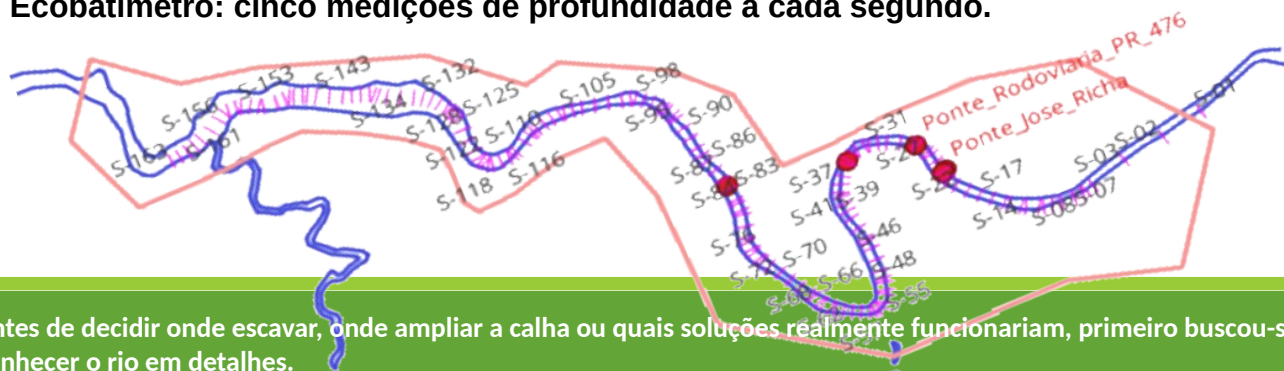
Meta 1 – Levantamento de dados primários cartográficos e topobatimétricos transversais e longitudinais, com vistas a execução do modelo digital do fundo e demais modelagens

Levantamento batimétrico:

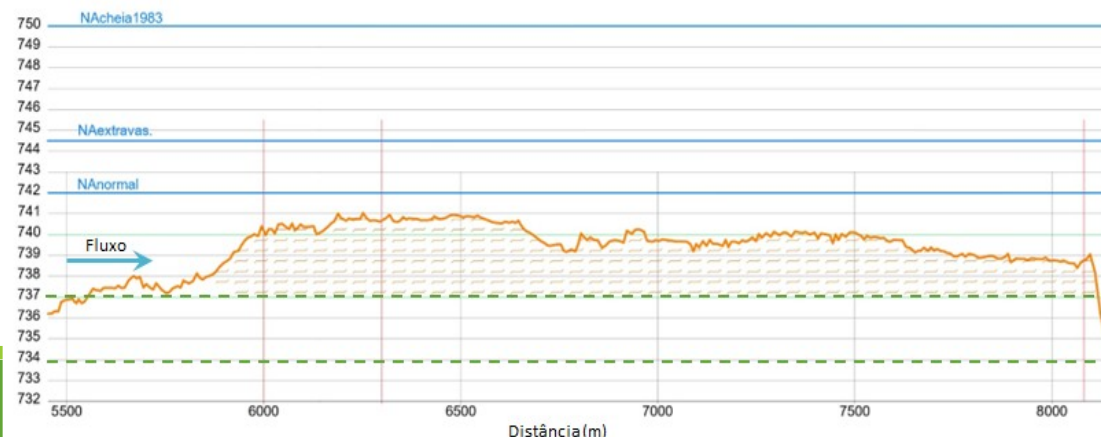
- transversal = 170 seções = uma a cada 150 metros;
- longitudinal = no eixo e nas margens = 32 km.



Ecobatímetro: cinco medições de profundidade a cada segundo.



Antes de decidir onde escavar, onde ampliar a calha ou quais soluções realmente funcionaríam, primeiro buscou-se conhecer o rio em detalhes.

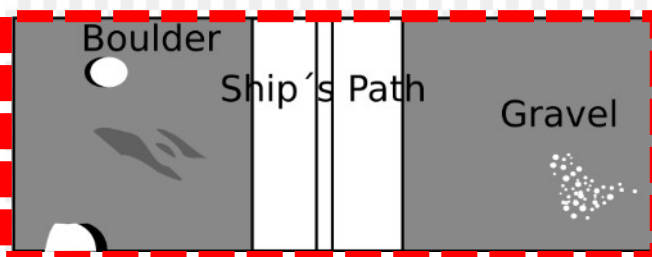
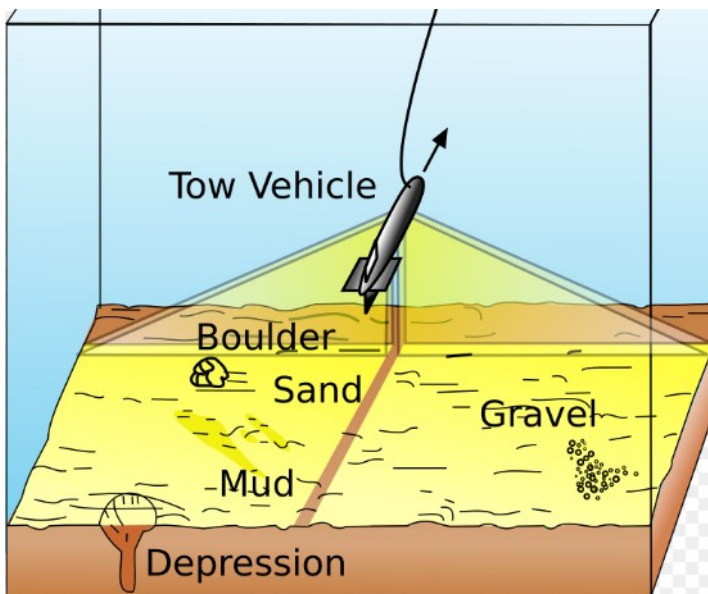


3. Escopo

Meta 1 – Levantamento de dados primários cartográficos e topobatimétricos transversais e longitudinais, com vistas a execução do modelo digital do fundo e demais modelagens

Levantamento Side Scan Sonar:

- longitudinal = no eixo e nas margens = 32 km.

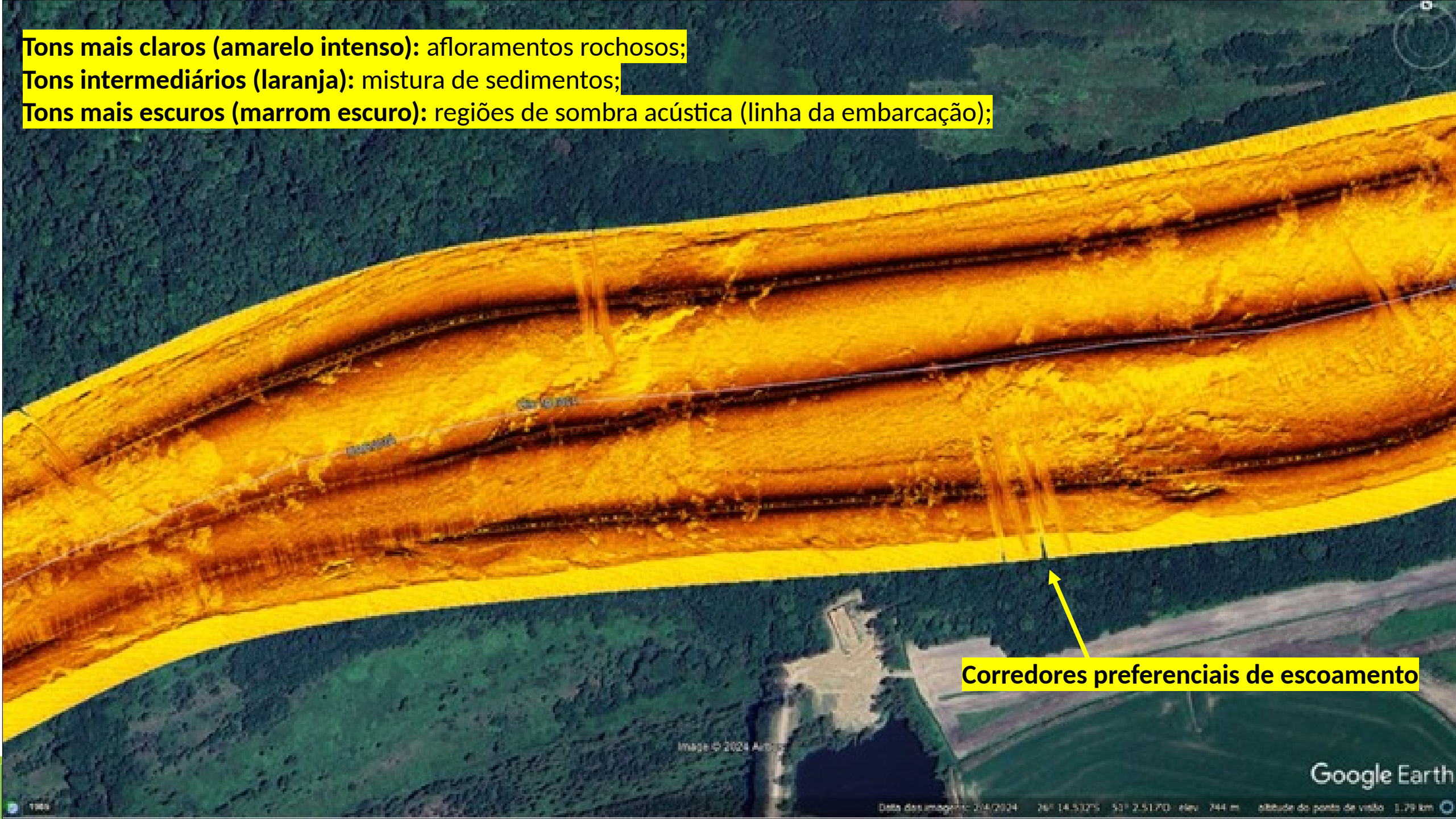


Se a batimetria funciona como uma régua que mede a profundidade do rio, o Side Scan Sonar funciona como uma câmera capaz de enxergar o fundo do rio.

Tons mais claros (amarelo intenso): afloramentos rochosos;

Tons intermediários (laranja): mistura de sedimentos;

Tons mais escuros (marrom escuro): regiões de sombra acústica (linha da embarcação);



Corredores preferenciais de escoamento

Imagem © 2024 Airbus

Google Earth

Data da imagem: 2/4/2024 26° 14.532'N 53° 2.517'W elev: 244 m altitude do ponto de visão: 1.79 km

3. Escopo

Meta 1 – Levantamento de dados primários cartográficos e topobatimétricos transversais e longitudinais, com vistas a execução do modelo digital do fundo e demais modelagens

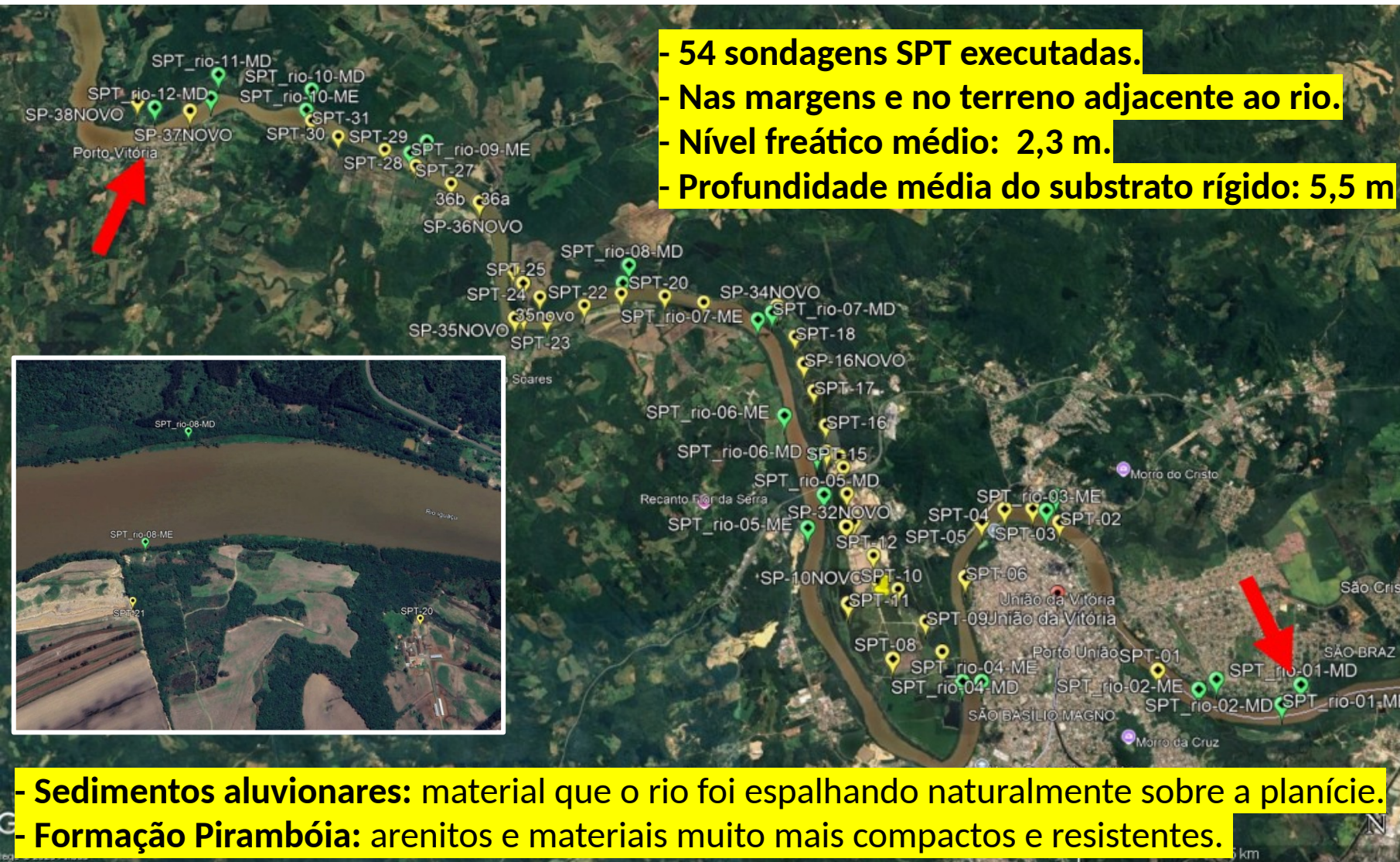
Perfilagem sísmica de alta resolução (subbotom profile – SBP):

- Espessura dos sedimentos e o impenetrável.



3. Escopo

Meta 1 – Levantamento de dados primários cartográficos e topobatimétricos transversais e longitudinais, com vistas a execução do modelo digital do fundo e demais modelagens



3. Escopo

Meta 2 – Pesquisas e análise de dados secundários existentes visando o diagnóstico da região

Histórico de **estudos** nos últimos 50 anos:

MILDER-KAISER Engenharia (1975 / 1976)

MAGNA Engenharia (1984)

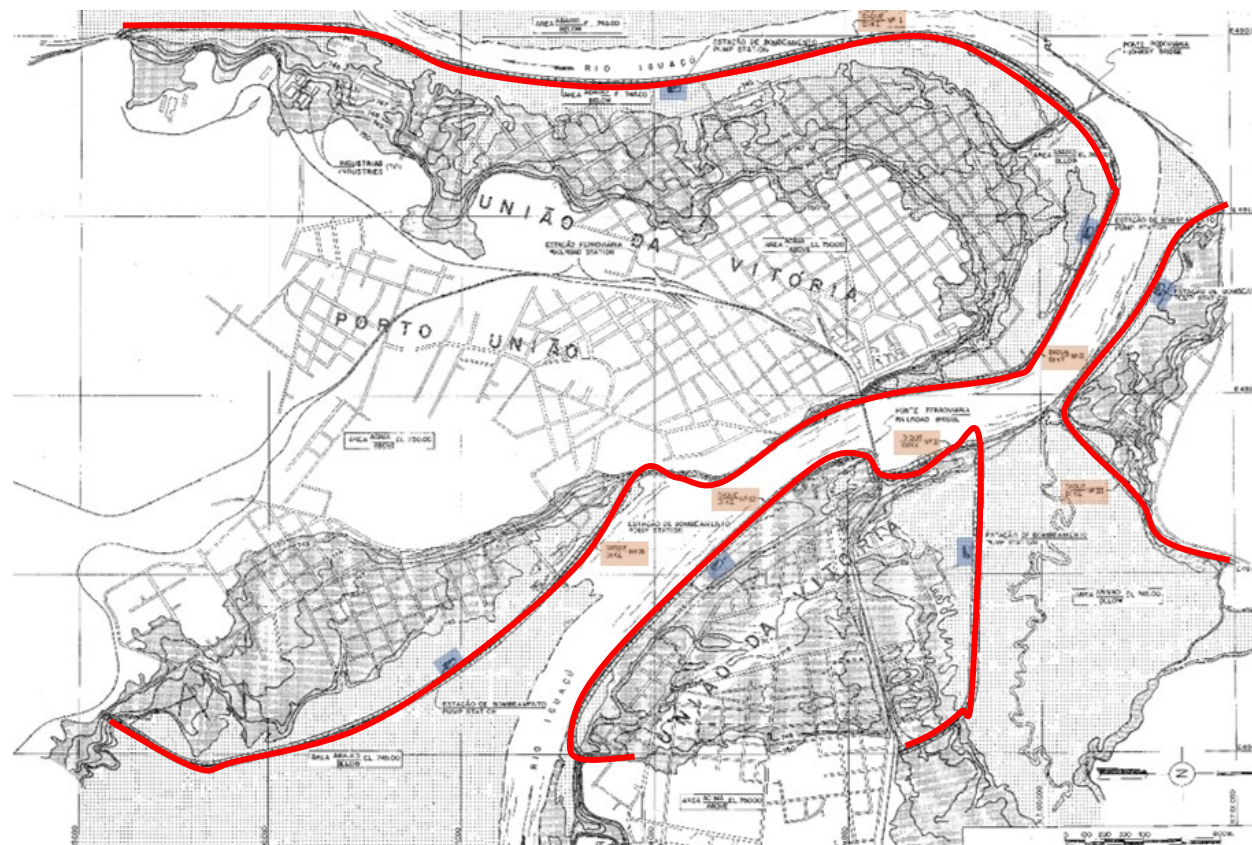
JICA (1995)

TUCCI & VILLANUEVA (1997)

LACTEC (2002) HG 175

LACTEC (2005) HG 203

Jaime Lerner (2018)



- Rebaixamento da cota de operação da UH Foz do Areia de 744 m para 742 m;
- Controle de operação do reservatório de Foz do Areia;
- Desapropriação das áreas abaixo da cota 745,50 m, no perímetro urbano de União da Vitória

3. Escopo

Meta 2 – Pesquisas e análise de dados secundários existentes visando o diagnóstico da região

Histórico de **estudos** nos últimos 50 anos:

MILDER-KAISER Engenharia (1975 / 1976)

MAGNA Engenharia (1984)

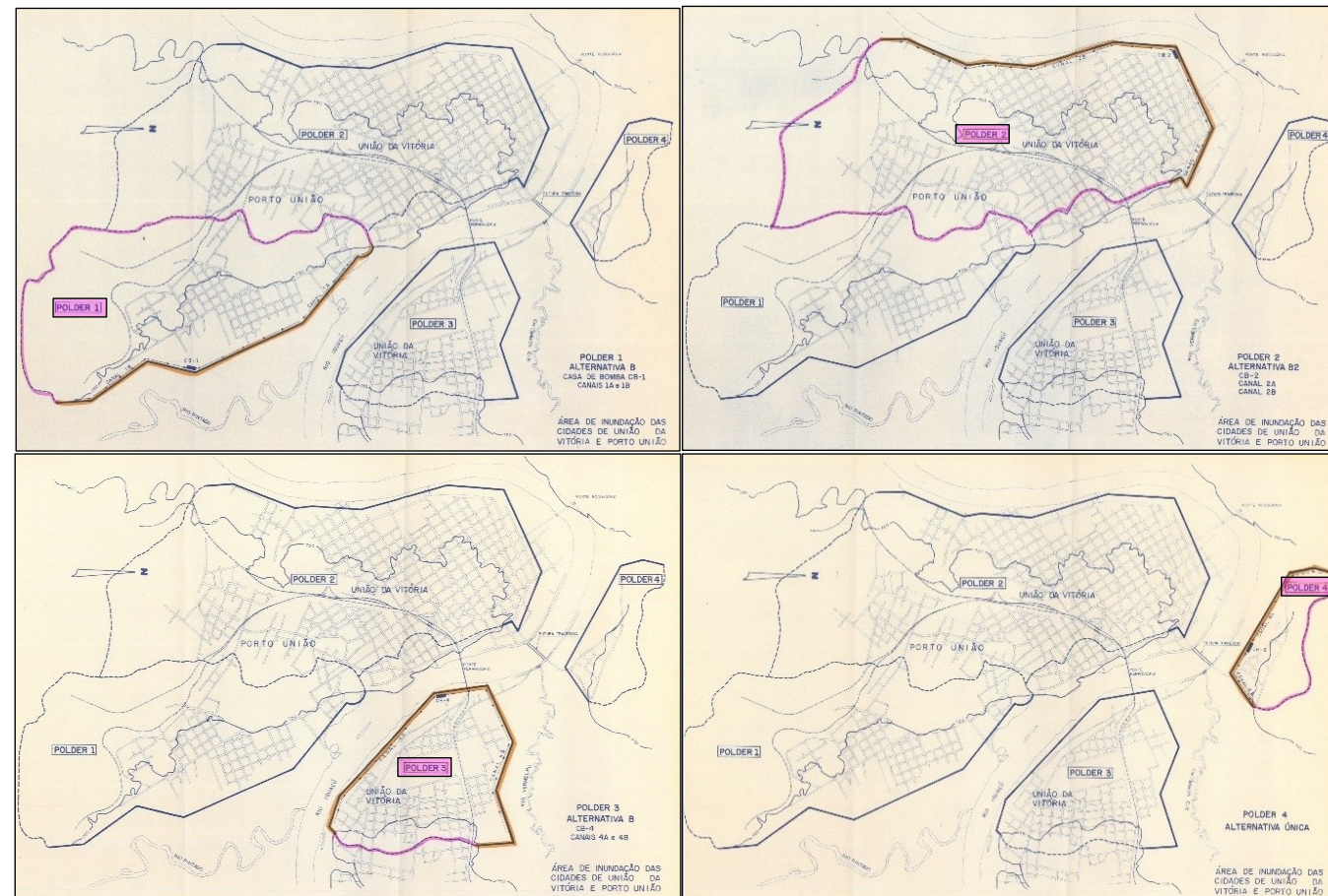
JICA (1995)

TUCCI & VILLANUEVA (1997)

LACTEC (2002) HG 175

LACTEC (2005) HG 203

Jaime Lerner (2018)



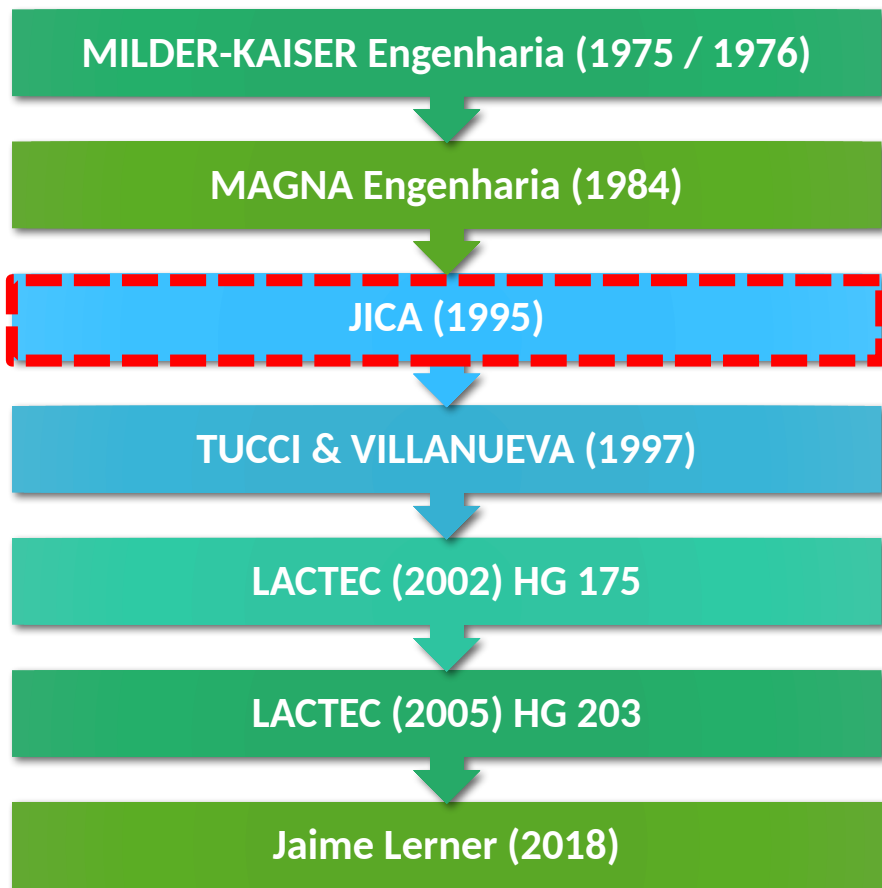
- Sistema de 4 polders: áreas urbanas cercadas por diques, funcionando como grandes ilhas protegidas.
- Os diques impediriam a entrada da água do Iguaçu e as comportas seriam fechadas.
- A água da chuva acumulada dentro dos polders seria retirada por bombas.

3. Escopo

Meta 2 – Pesquisas e análise de dados secundários existentes visando o diagnóstico da região

Histórico de **estudos** nos últimos 50 anos:

Plano Diretor de Controle de Cheias do Paraná



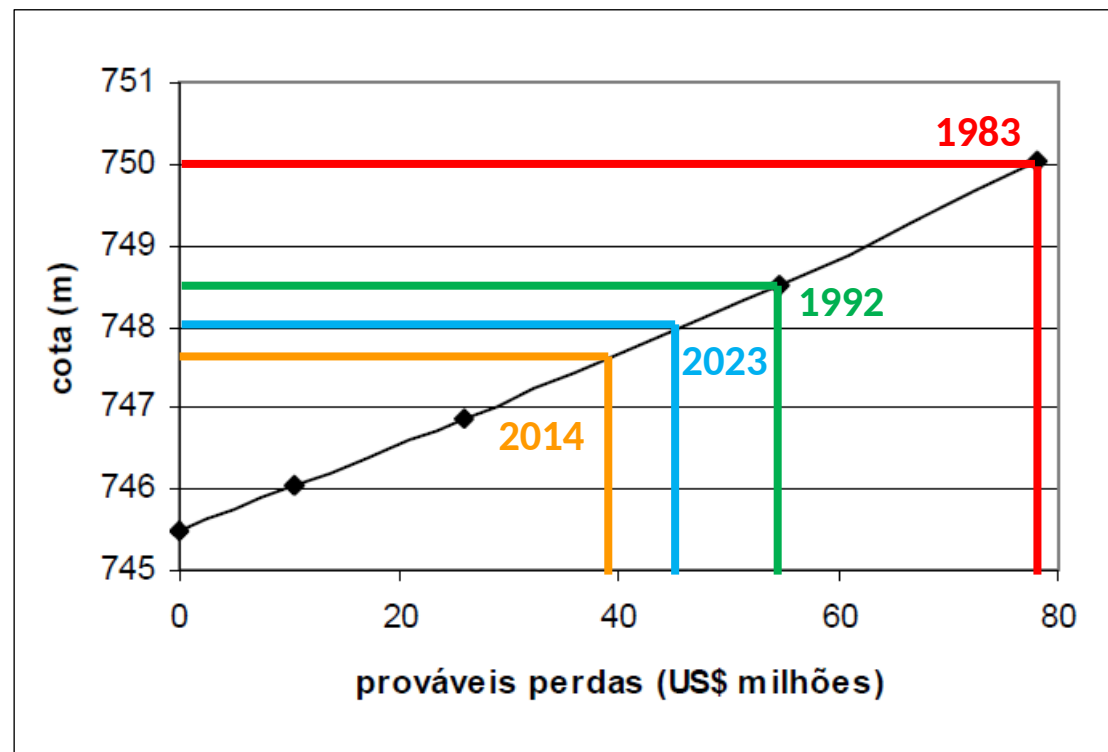
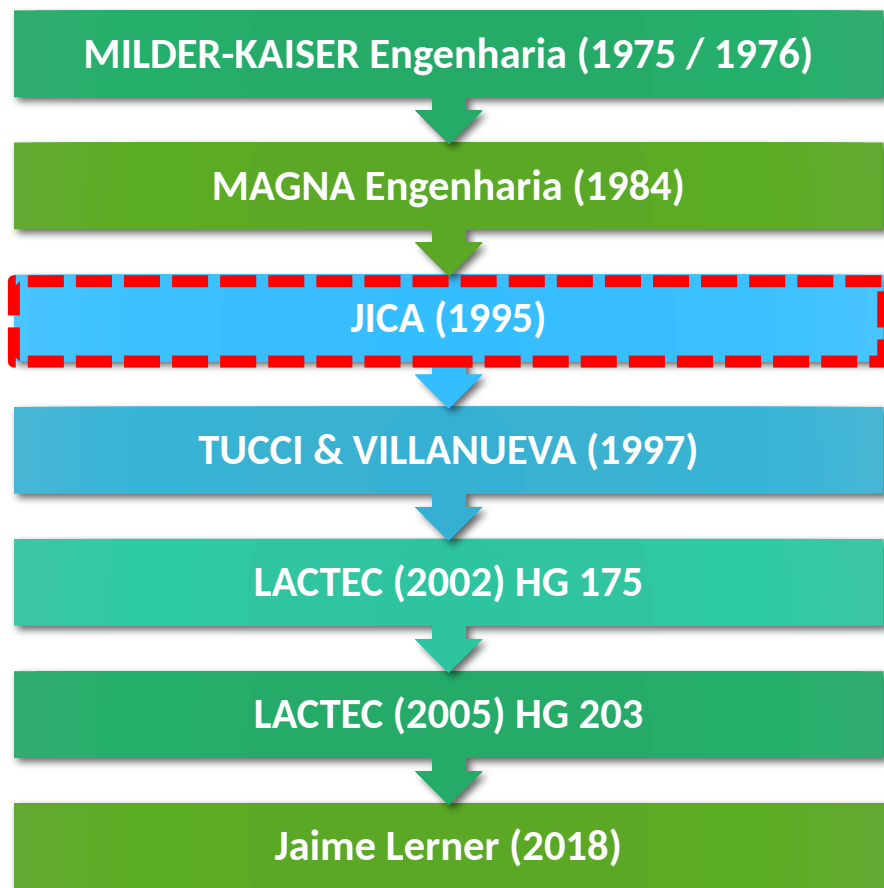
Alternativa	Medidas	
	Não estrutural	Estrutural
Caso-1	Zoneamento com reassentamento	
Caso-2	Zoneamento com reassentamento	Escavação do Canal
Caso-3	Zoneamento com reassentamento	Escavação do Canal + dique
Caso-4	Zoneamento com reassentamento	Sistema de diques
Caso-5		Escavação do Canal
Caso-6		Sistema de diques
Caso-7		Escavação do Canal + dique

- 17 km de diques + 8 estações de bombeamento + reassentamento das áreas de maior risco
- Custo estimado em 1995: US\$ 86 milhões
- Custo atualizado em 2026: R\$ 935 milhões (maio de 2026)

3. Escopo

Meta 2 – Pesquisas e análise de dados secundários existentes visando o diagnóstico da região

Histórico de **estudos** nos últimos 50 anos:



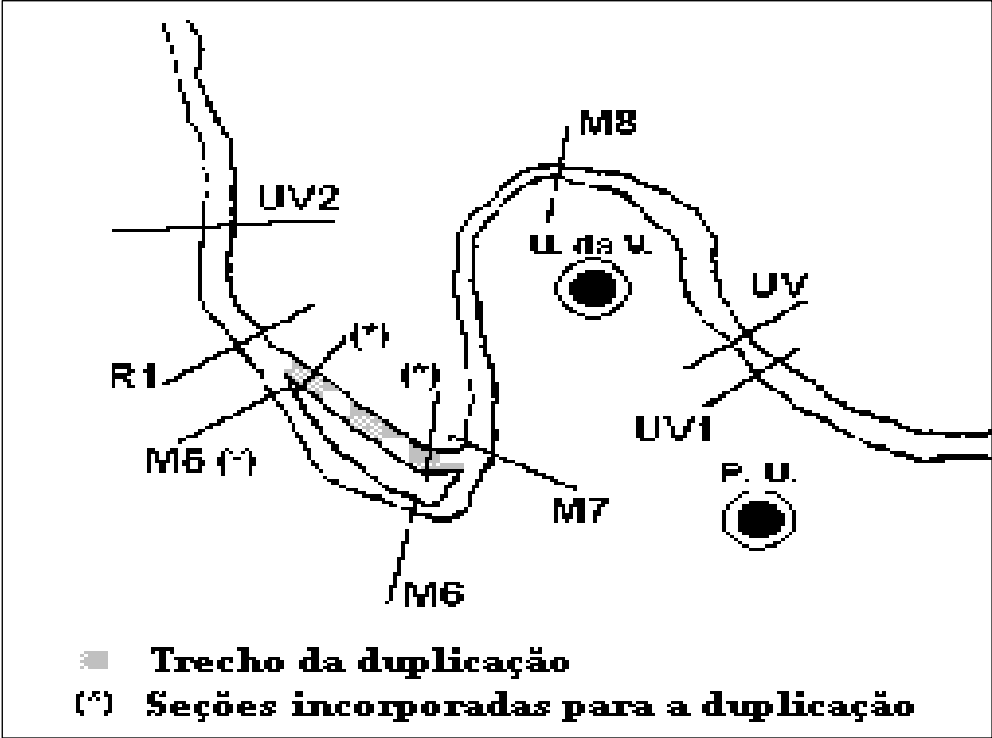
- **1983:** R\$ 869,5 milhões
- **1992:** R\$ 630,4 milhões
- **2023:** R\$ 467,4 milhões
- **2014:** R\$ 434,8 milhões

Total: R\$ 2,4 bilhões

3. Escopo

Meta 2 – Pesquisas e análise de dados secundários existentes visando o diagnóstico da região

Histórico de estudos nos últimos 50 anos:

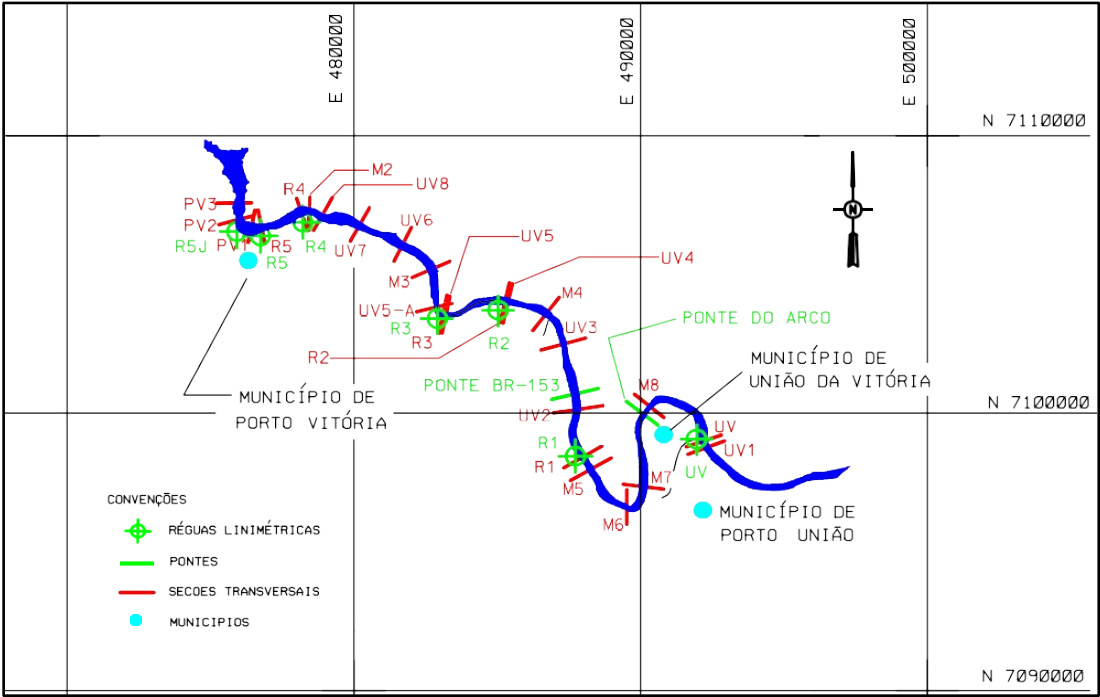
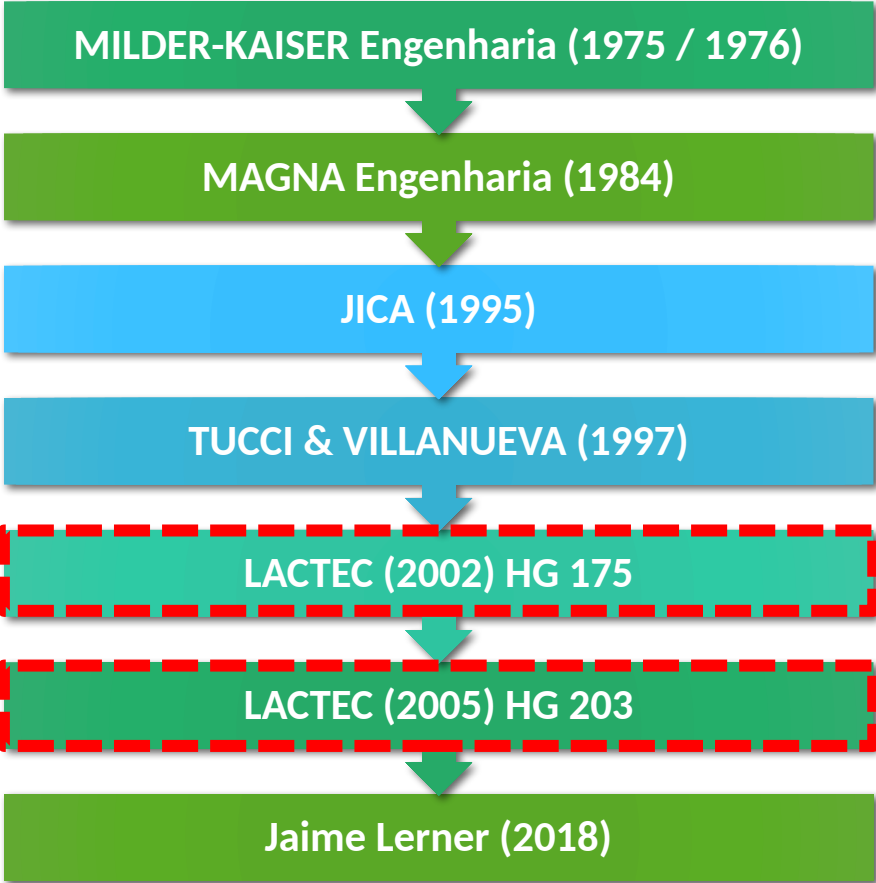


Simulação	Alteração no nível de água em União da Vitória (m)	
	Cheia de 1983	Cheia de 1992
Aumento de seção	0,03 m	Não simulado
Aumento de seção e retificação do canal	0,08 m	Não simulado
Remoção dos aterros das pontes	0,12 m	Desprezível
Duplicação da "Curva da Fazenda Brasil"	0,20 m	0,20 m

3. Escopo

Meta 2 – Pesquisas e análise de dados secundários existentes visando o diagnóstico da região

Histórico de estudos nos últimos 50 anos:



Alternativa	Redução da cheia (1983)
Efeito das pontes	< 0,10 m
Retirada das corredeiras	0,30 m
Escavação JICA (3-5 m)	0,12 - 0,57 m
Extração de areia	≈ 1,00 m
Duplicação Fazenda Brasil (CEHPAR)	0,93 m
Combinações de alternativas	1,00 - 1,93 m

3. Escopo

Meta 2 – Pesquisas e análise de dados secundários existentes visando o diagnóstico da região

Histórico de **estudos** nos últimos 50 anos:

reconfiguração ambiental urbana: recuperação das cavas

MILDER-KAISER Engenharia (1975 / 1976)

MAGNA Engenharia (1984)

JICA (1995)

TUCCI & VILLANUEVA (1997)

LACTEC (2002) HG 175

LACTEC (2005) HG 203

Jaime Lerner (2018)



3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

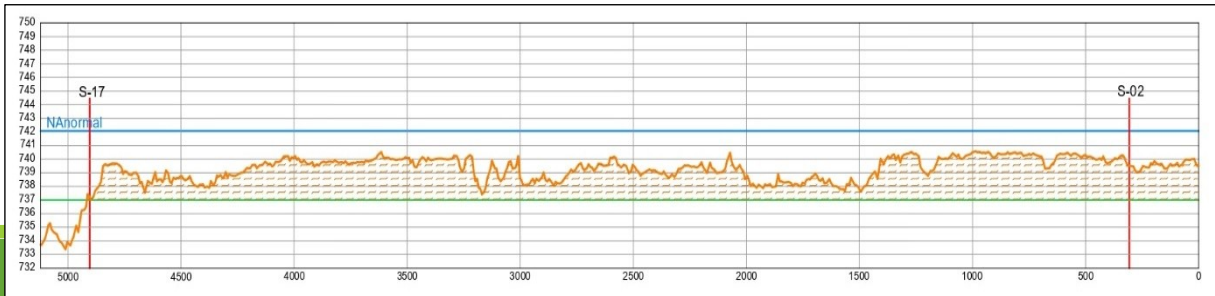


3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 1

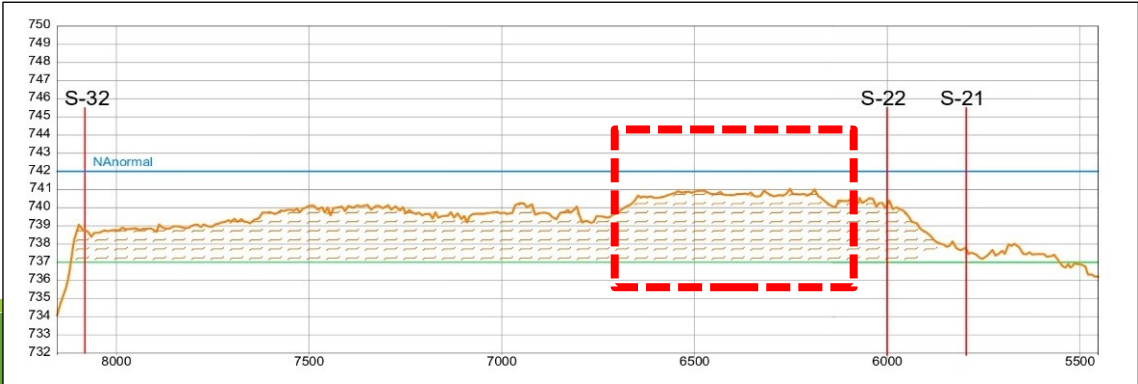


3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 2

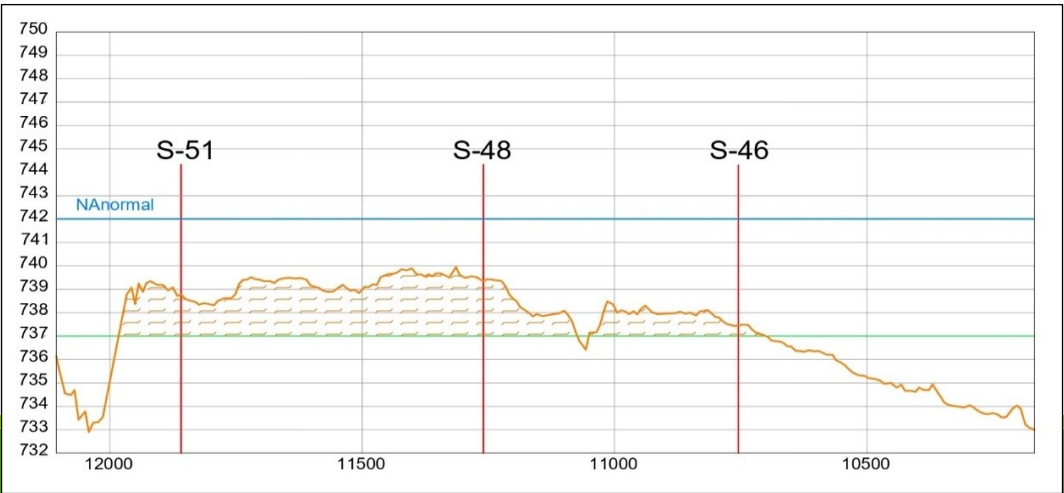
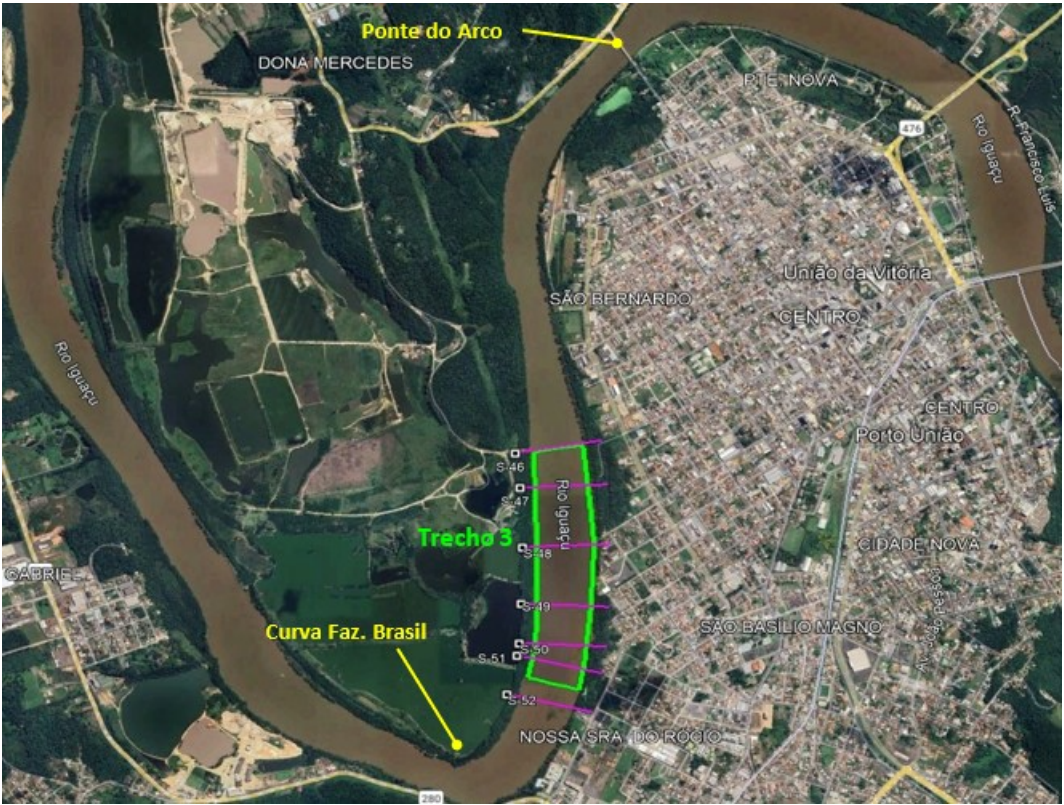


3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 3

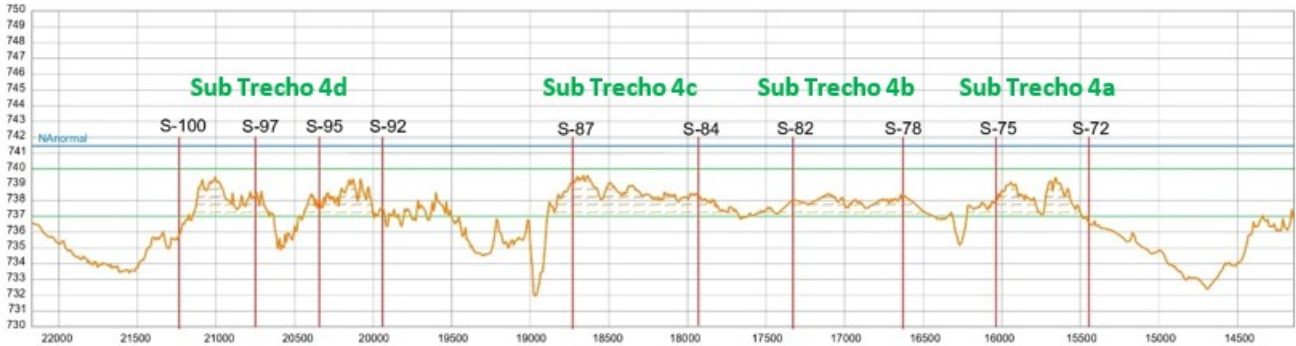


3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90°)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 4

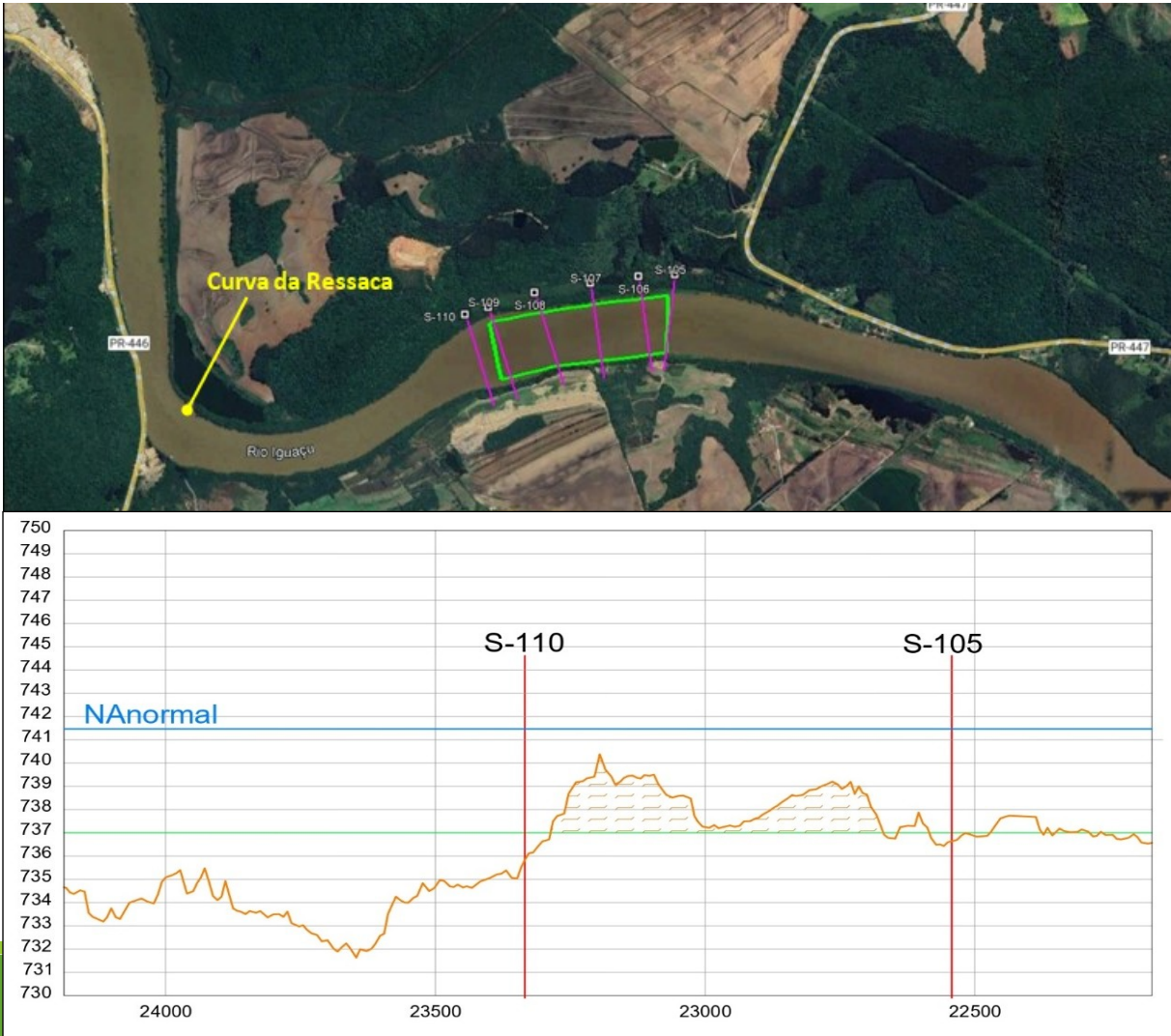


3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90°)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 5

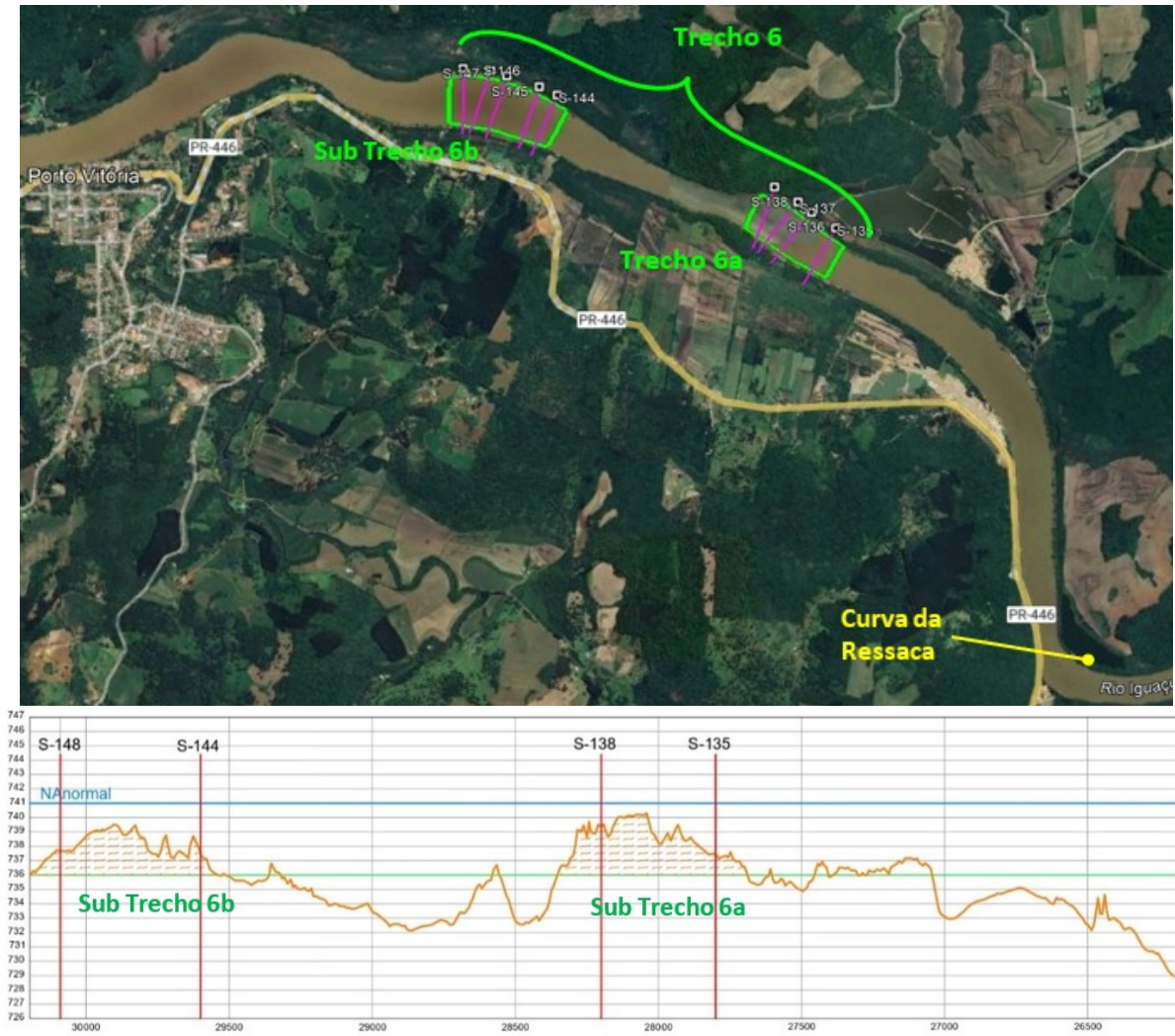


3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90°)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 6

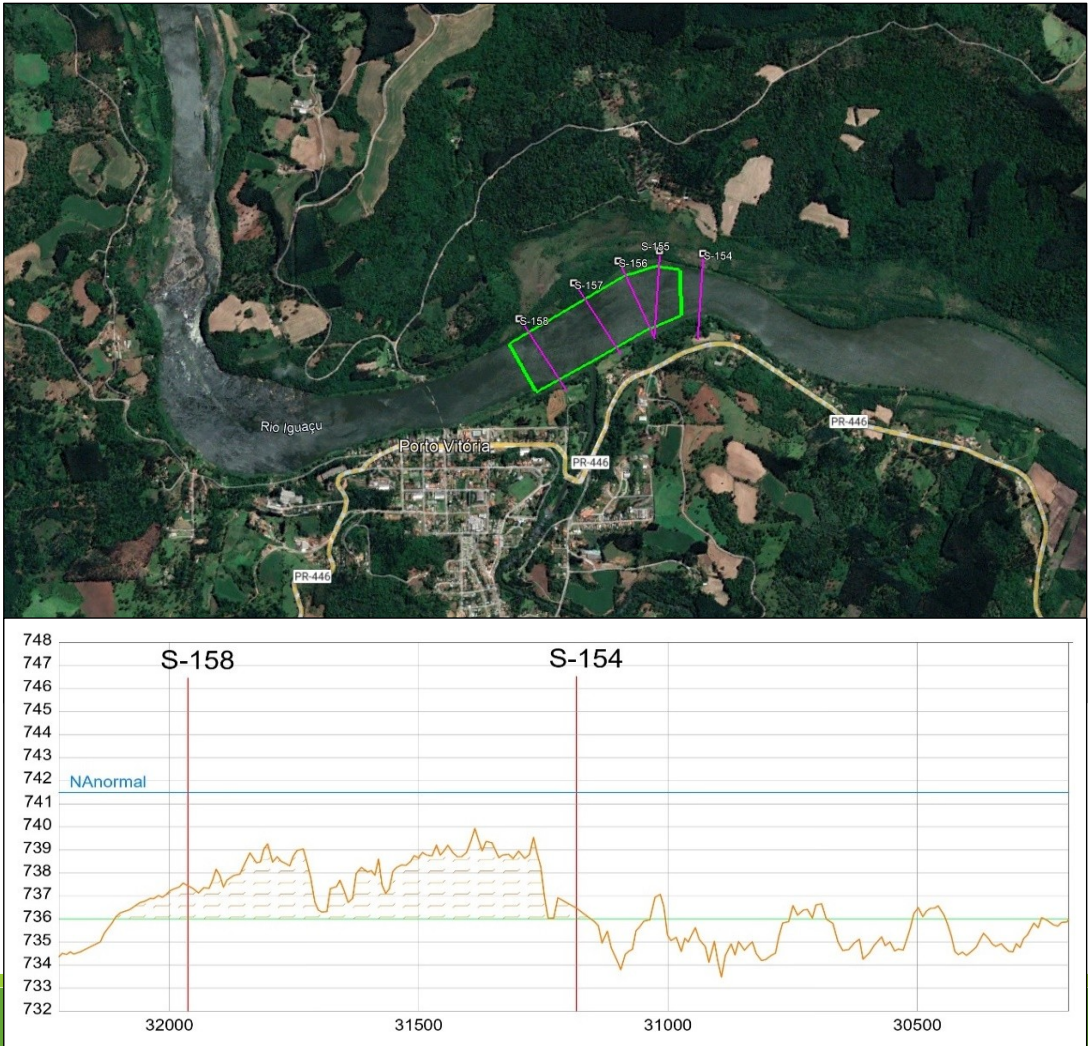


3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 7

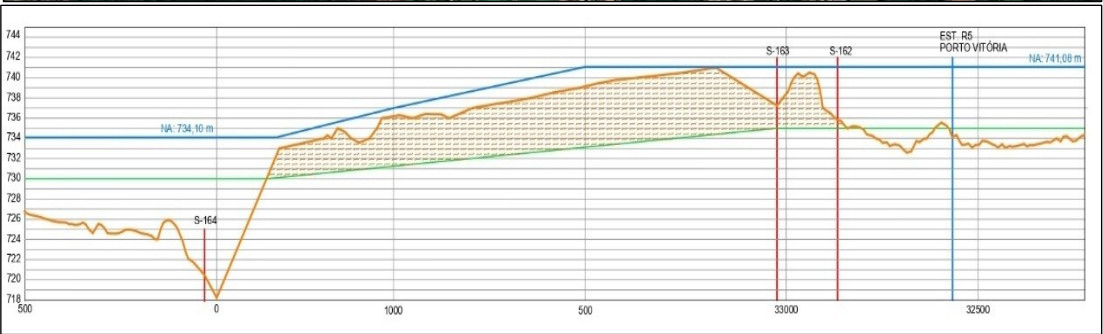
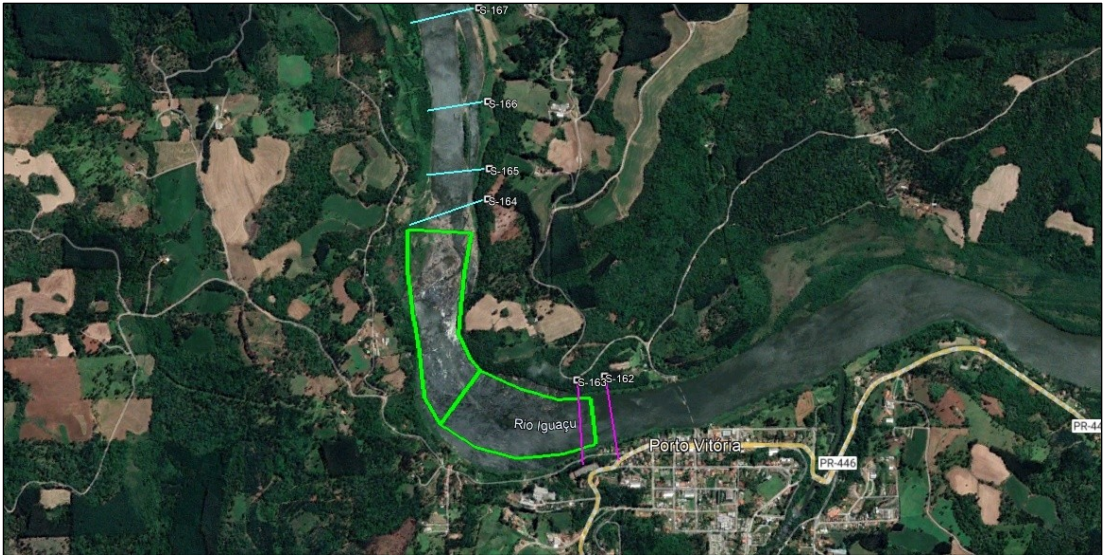


3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90°)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativas 8 e 9



3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa 10

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90°)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção



3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 11

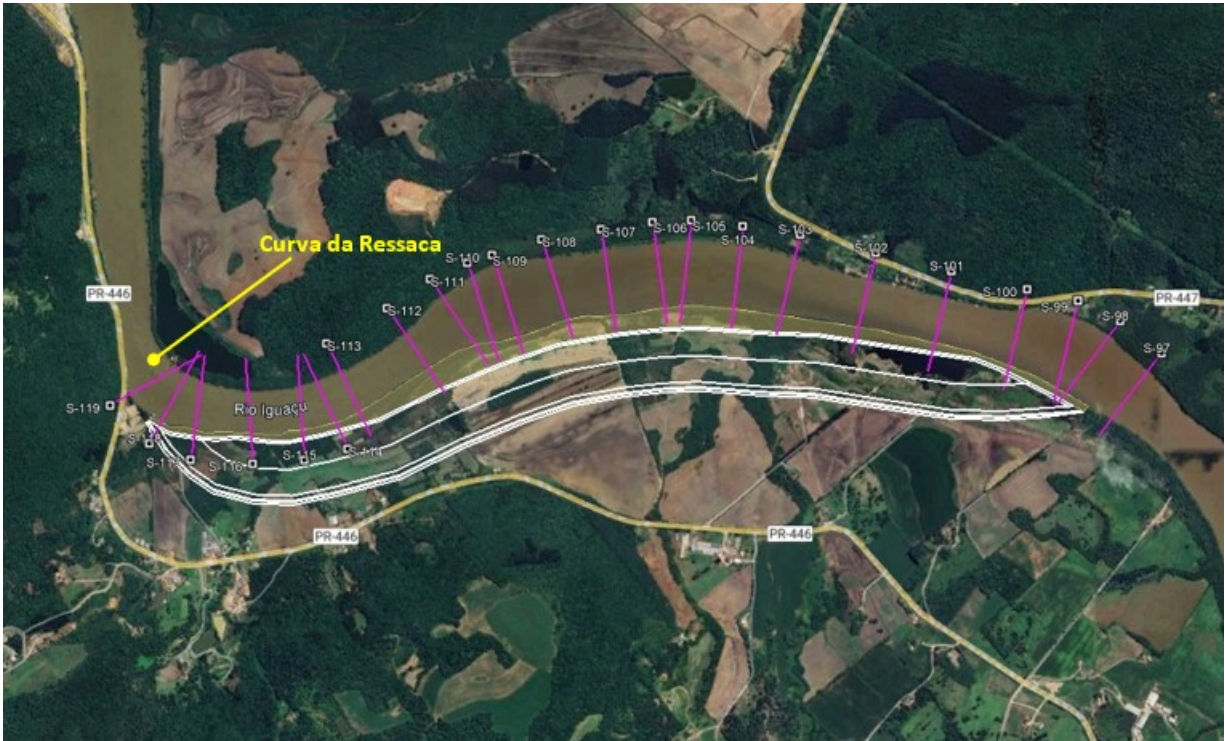


3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 12



3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 13

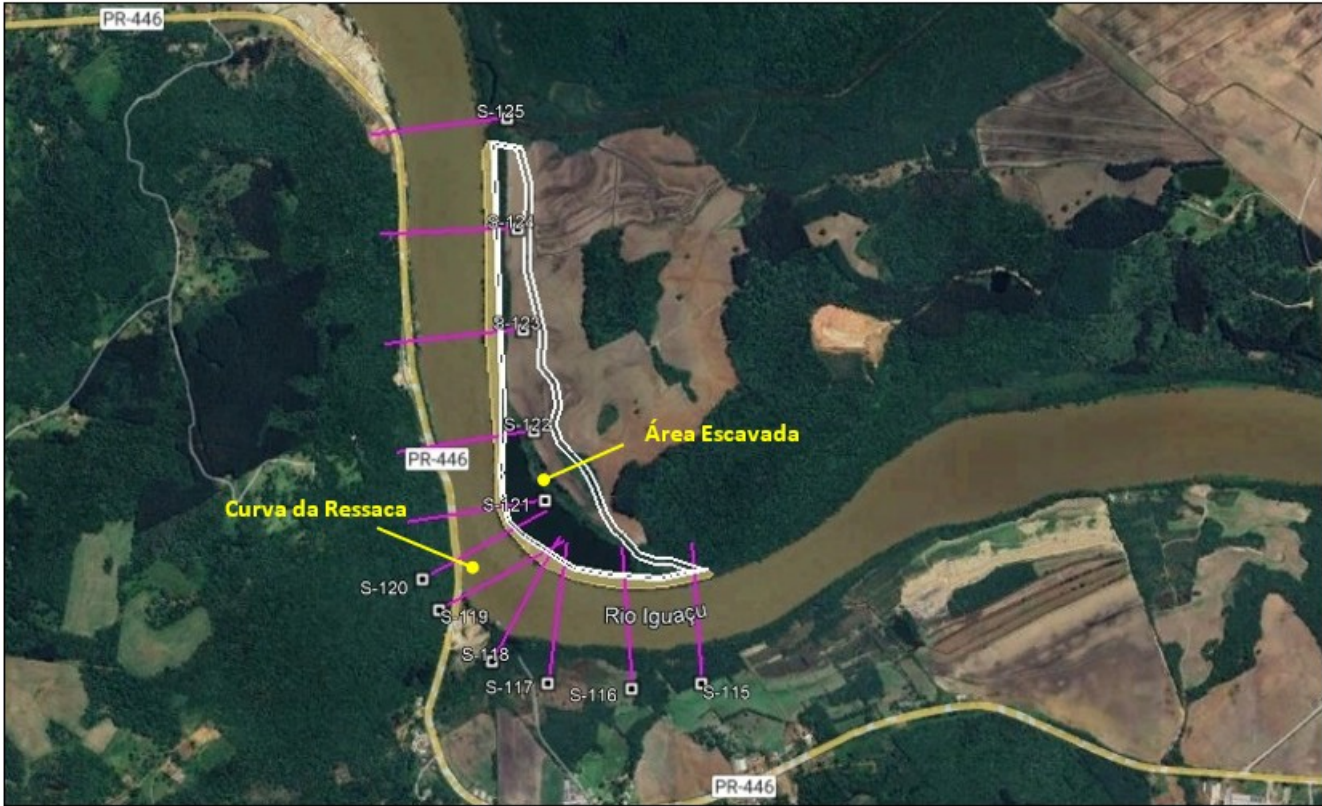


3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90°)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 14



3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 15

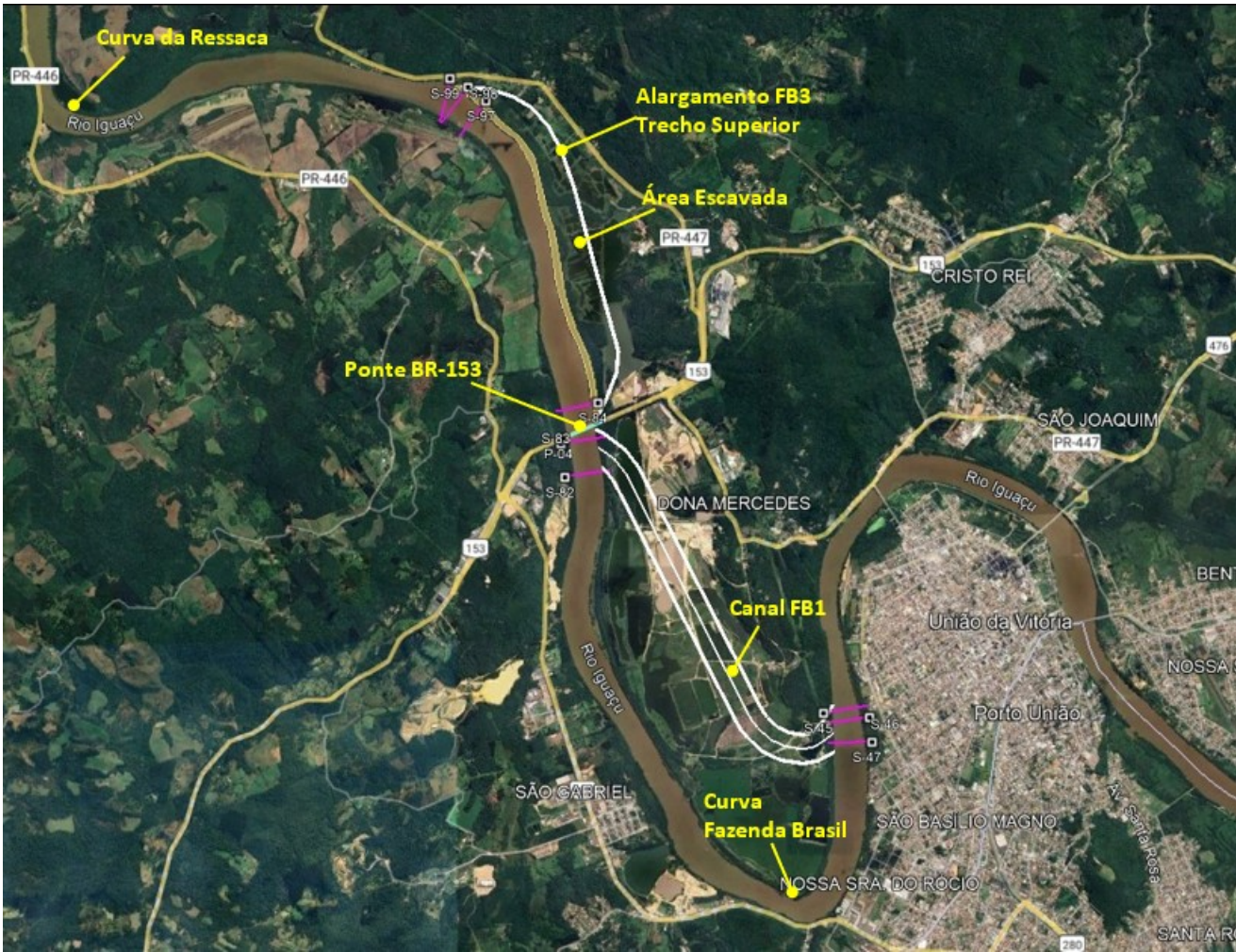


3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Combinação (Alt. 17) : Alternativa 16 + Alternativa 10



3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 18



3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 19



3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

Alternativa	Cenário
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.
20	Execução de Diques de Proteção

Alternativa 20



Dique	Cota de Coroamento (m)	Largura da Crista (m)	Altura Média (m)	Comprimento (m)
Dique 1 – Porto União	751,00	6,00	7,0	4.310,00
Dique 2 – Cidade Jardim e Sangrada Família - MD	751,00	6,00	7,0	5.500,00
Dique 3 – Parque Ambiental - MD	751,00	6,00	7,0	1.630,00
Dique 4 – Trecho 1 - Parque Ambiental - ME	751,00	8,00	6,0	2.485,00
Dique 4 – Trecho 2 – Área Urbana até região da UGV	750,50	6,00	5,5	3.145,00

3. Escopo

Meta 3 – Realização de simulação hidráulica computacional do escoamento do rio no trecho de interesse

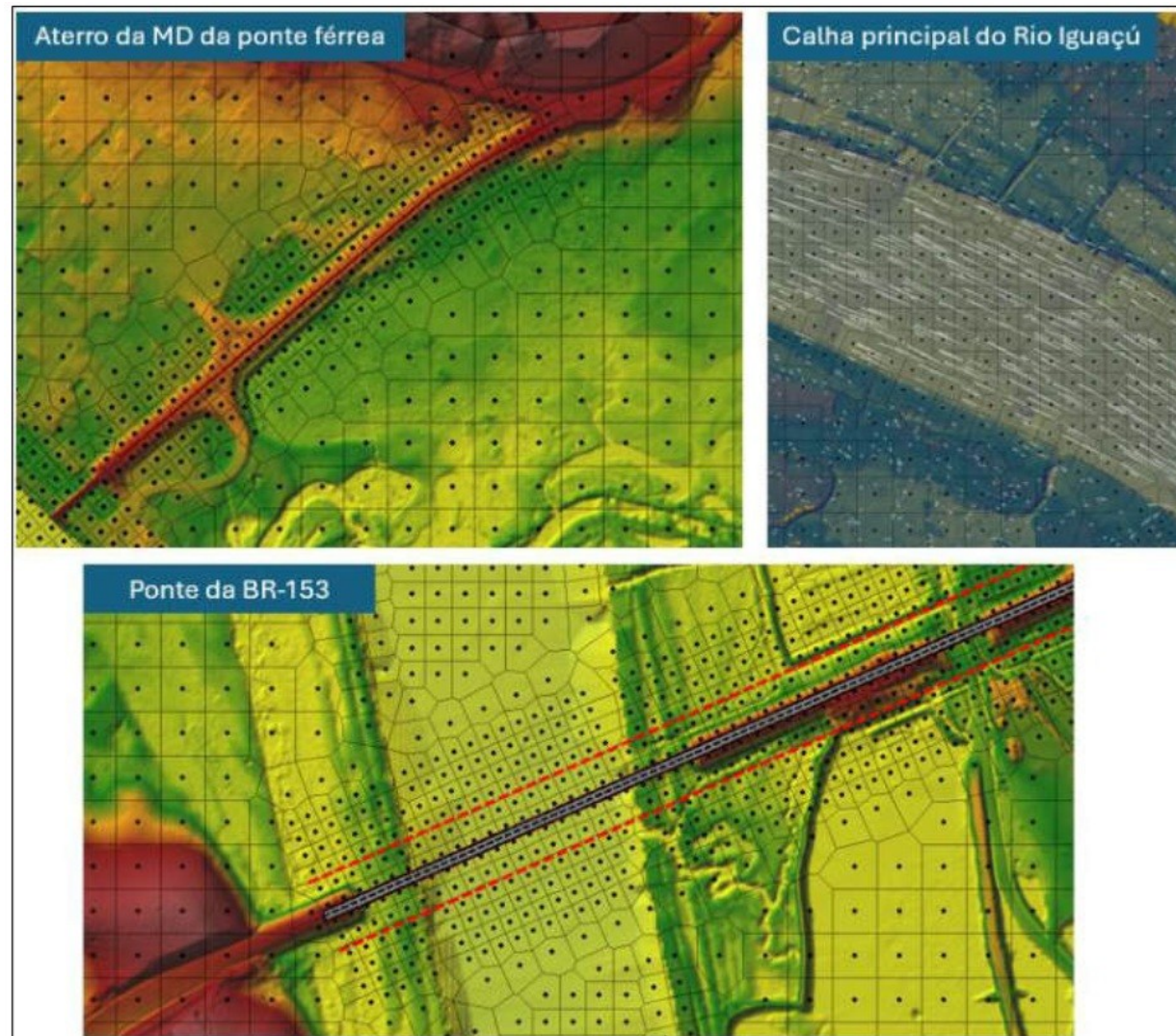
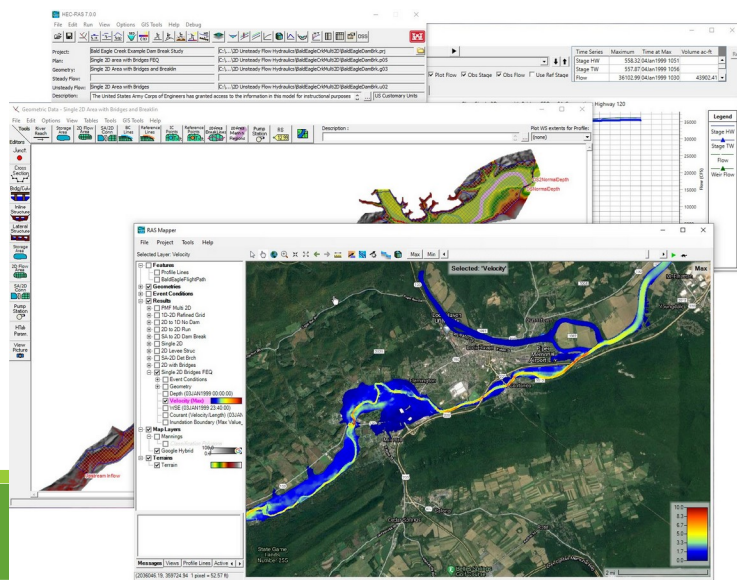
Modelo Utilizado: **HEC-RAS versão 6.6**

Desenvolvido pelo Centro de Engenharia Hidrológica

Corpo de Engenheiros do Exército dos EUA

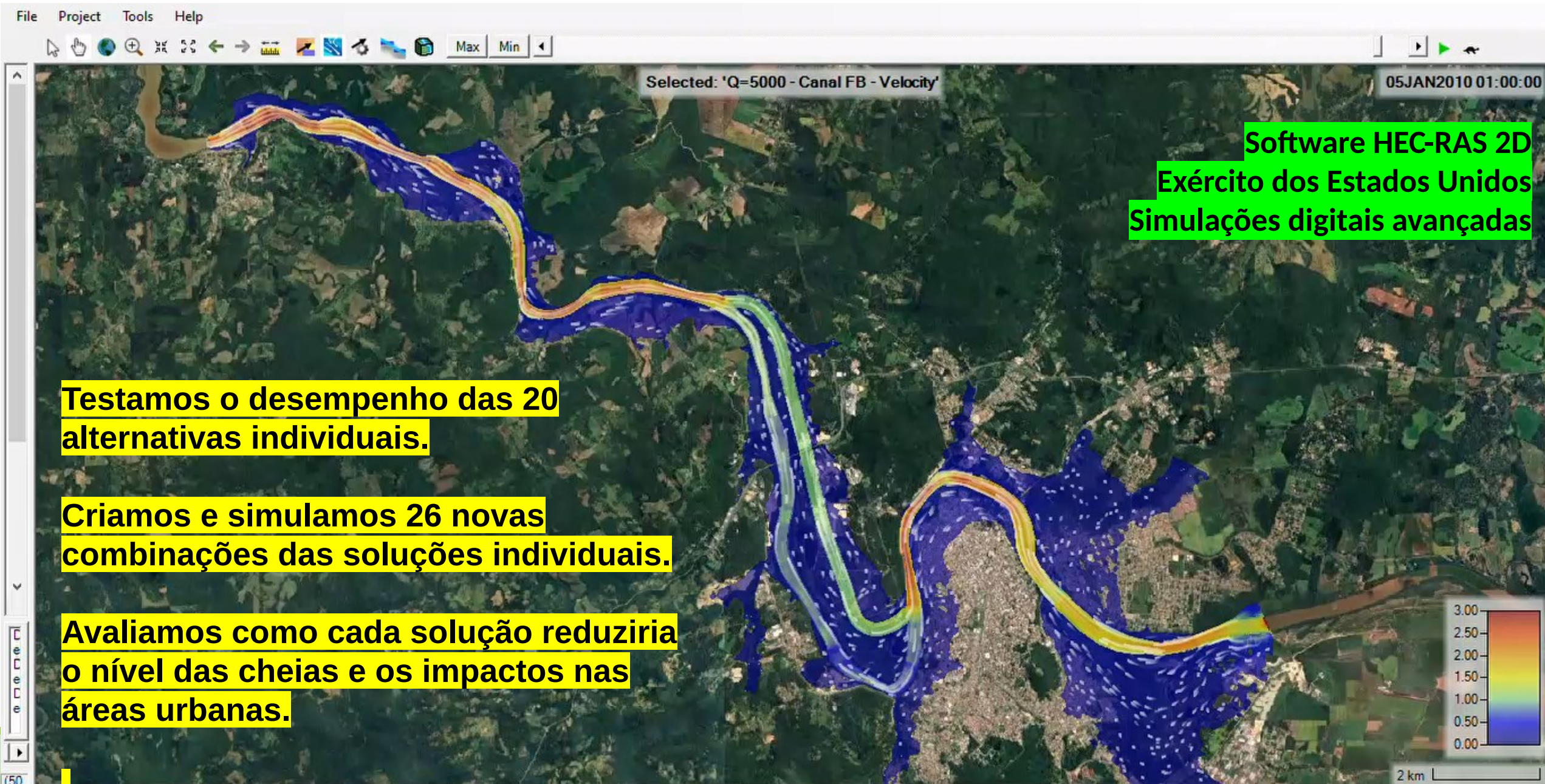
- Modelagem hidrodinâmica bidimensional (2D)
- Simulação do escoamento no rio e planícies de inundação
- Representação de pontes, aterros e demais obstruções
- Avaliação de cenários históricos e alternativas estruturais

As 20 alternativas foram **associadas entre si em 26 novas combinações** = otimizar os benefícios

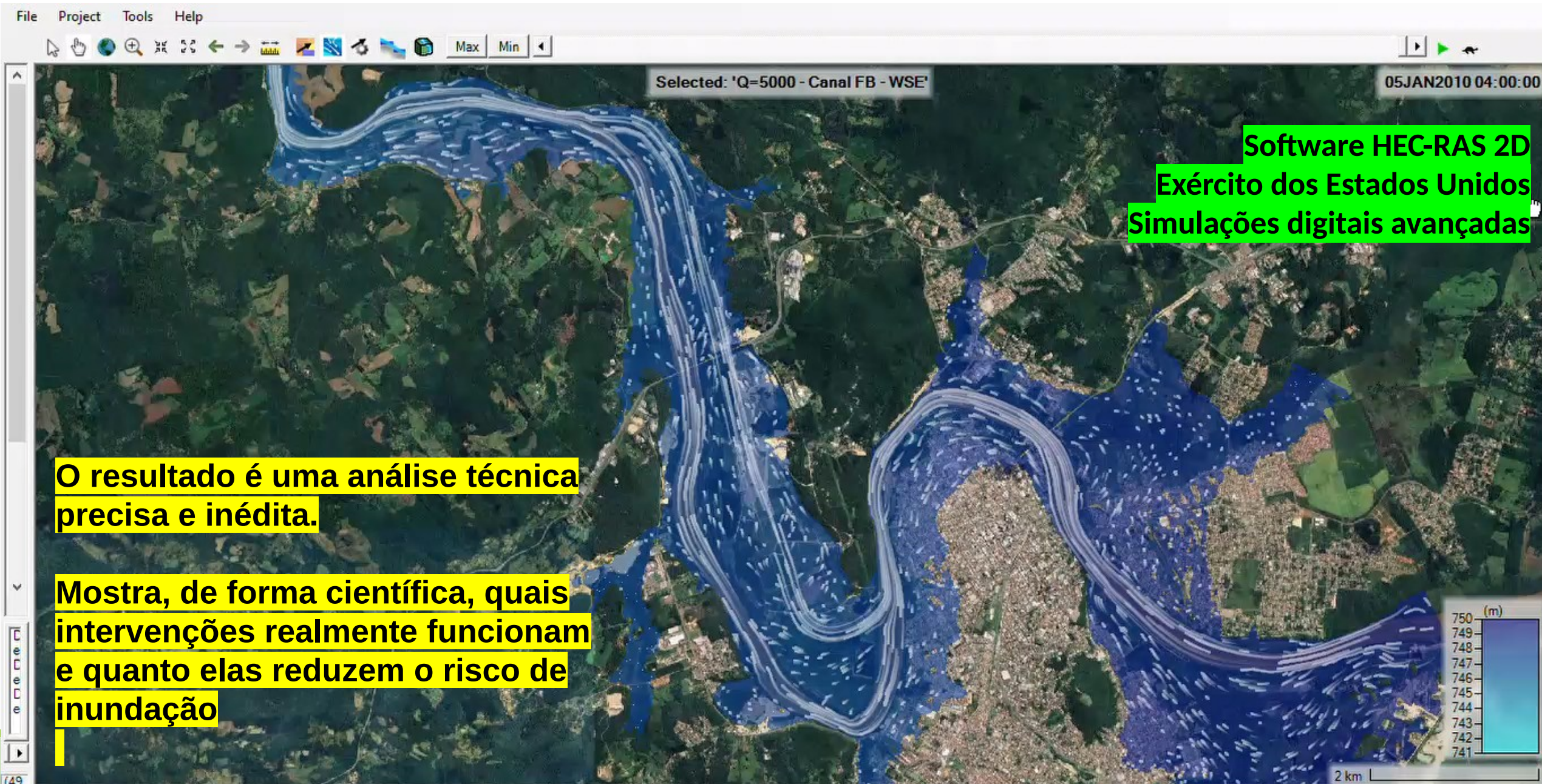


Base de dados altamente refinada = maior detalhamento

3. Escopo



3. Escopo



3. Escopo

Meta 4 – Análise das proposições pretéritas e realização de estudos técnico-científicos visando a indicação de alternativas estruturais de controle de cheias

Alternativa	Cenário	Orçamento Estimado ¹ R\$
1	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 1	R\$ 298.237.320,00
2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2	R\$ 153.167.980,00
3	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 3	R\$ 58.187.800,00
4	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 4	R\$ 161.199.750,00
5	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 5	R\$ 34.082.130,00
6	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6	R\$ 69.621.550,00
7	Derrocamento (rebaixamento do leito) Trecho 7	R\$ 49.614.010,00
8	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.	R\$ 135.395.390,00
9	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 5m	R\$ 190.253.540,00
10	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153	R\$ 214.416.240,00
11	Execução de canal na Fazenda Brasil – Jusante da Ponte da BR-153	R\$ 494.092.680,00
12	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca	R\$ 200.233.840,00
13	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca	R\$ 191.948.130,00
14	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90°)	R\$ 75.603.400,00
15	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental	R\$ 148.460.860,00
16	Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)	R\$ 626.915.480,00
17	Combinação: Alternativa 16 + Alternativa 10	R\$ 389.868.460,00
18	Execução de Túnel na Fazenda Brasil, próximo ao Morro Dona Mercedes	R\$ 289.783.690,00
19	Execução de Túnel em Porto Vitória, evitando o derrocamento.	R\$ 190.218.120,00
20	Execução de Diques de Proteção ²	R\$ 406.231.950,00

As 20 alternativas isoladas foram **associadas entre si** em **26 novas combinações** = otimizar os benefícios



Realização de novas modelagens e simulações para **avaliar o benefício** de cada uma das **26 novas combinações**.



Análise da **viabilidade (custo / benefício)** dos resultados para as combinações, visando escolher a alternativa para o **Anteprojeto**.

3. Escopo

Meta 4 – Análise das proposições pretéritas e realização de estudos técnico-científicos visando a indicação de alternativas estruturais de controle de cheias

Combinação 1: Derrocamento de todas as soleiras juntas



Combinação 15: Canal Faz Brasil FB1-Alargamento Faz Brasil_Sup + Alargamento Montante Ressaca (MONT RESS) + Alargamento Jusante Ressaca (JUS RESS) + Alargamento do Parque Ambiental (PQ AMB) + Alargamento Curva da Ressaca (CV RESS)



3. Escopo

Meta 4 – Análise das proposições pretéritas e realização de estudos técnico-científicos visando a indicação de alternativas estruturais de controle de cheias

Combinação 22: Canal Fazenda Brasil 1 (FB1) + Alargamento Fazenda Brasil_Trecho Superior (FB3) + Alargamento Montante Ressaca (MONT RESS) + Alargamento Jusante Ressaca (JUS RESS) + Alargamento do Parque Ambiental (PQ AMB) + Alargamento da Curva da Ressaca (ALARG CV RESS) + Escavação dos Trechos 2 e 3 (T2 + T3)



Combinação 26: Canal Fazenda Brasil 1 (FB1) + Alargamento Fazenda Brasil_Trecho Superior (FB3) + Alargamento Montante Ressaca (MONT RESS) + Alargamento Jusante Ressaca (JUS RESS) + Alargamento do Parque Ambiental (PQ AMB) + Alargamento da Curva da Ressaca (ALARG CV RESS) + Escavação dos Trechos 2, 6b e 7 (T2 + T6b + T7) + escavação de 3m Corredeira de PV



3. Escopo

Meta 4 – Análise das proposições pretéritas e realização de estudos técnico-científicos visando a indicação de alternativas estruturais de controle de cheias



Ponto	Referência	Abrangência
Ponto 1	Foz do Rio Pintado	Área de Porto União - SC
Ponto 2	Ponte Férrea – Montante	Bairros: Cidade Jardim e Sagrada Família (MD); Navegantes-PU (ME)
Ponto 3	Ponte do Arco – Montante	Bairros: Ponte Nova (ME) e Cristo Rei (MD)
Ponto 4	CTG	Bairro: São Bernardo (ME)
Ponto 5	Clube Náutico	Bairro: São Bernardo e São Basílio Magno (ME)
Ponto 6	UGV – Centro Universitário	Bairros: NS Rocio e Rio d'Areia (ME)

Avaliação dos resultados e dos impactos na área urbana de União da Vitória!



O quanto o nível d'água reduz em cada um dos pontos, nos piores cenários (vazão das enchentes de 1983 e 1992)

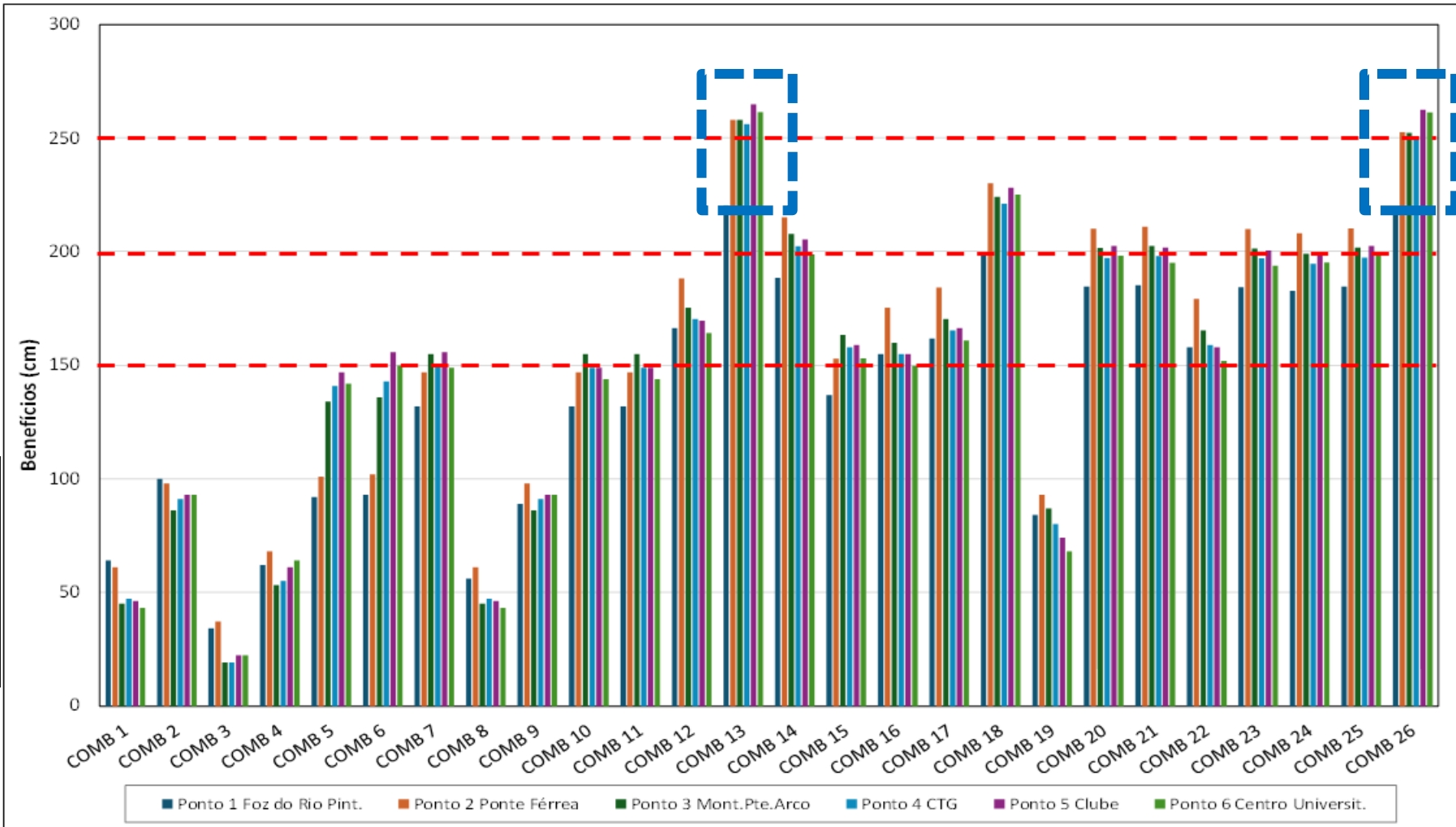
3. Escopo

Meta 4 – Análise das proposições pretéritas e realização de estudos técnico-científicos visando a indicação de alternativas estruturais de controle de cheias



Ponto	Referência	Abrangência
Ponto 1	Foz do Rio Pintado	Área de Porto União - SC
Ponto 2	Ponte Férrea - Montante	Bairros: Cidade Jardim e Sagrada Família (MD); Navegantes-PU (ME)
Ponto 3	Ponte do Arco - Montante	Bairros: Ponte Nova (ME) e Cristo Rei (MD)
Ponto 4	CTG	Bairro: São Bernardo (ME)
Ponto 5	Clube Náutico	Bairro: São Bernardo e São Basílio Magno (ME)
Ponto 6	UGV - Centro Universitário	Bairros: NS Rocio e Rio d'Areia (ME)

BENEFÍCIOS DAS COMBINAÇÕES DE ALTERNATIVAS – 3.500 M³/S



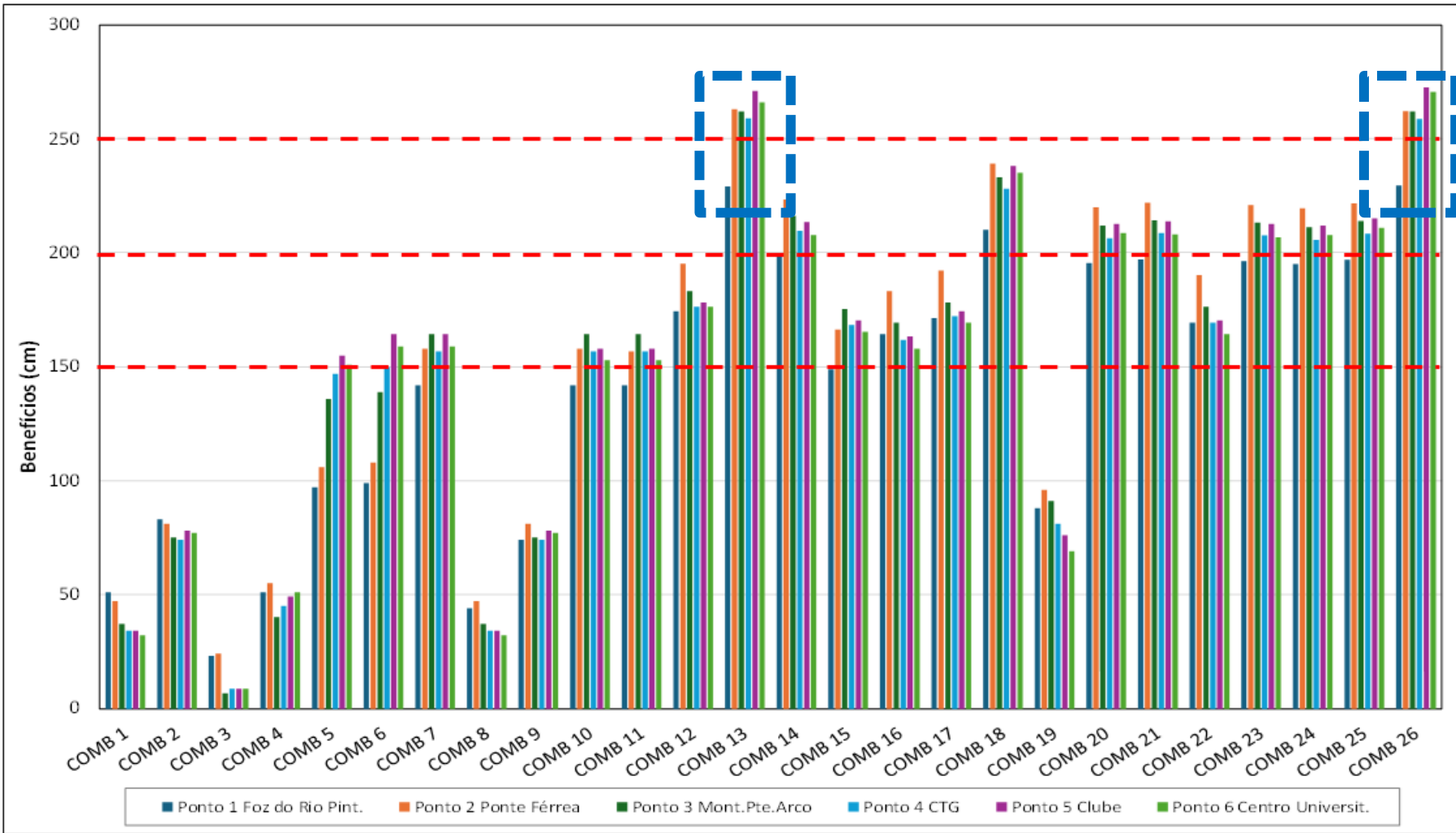
3. Escopo

Meta 4 – Análise das proposições pretéritas e realização de estudos técnico-científicos visando a indicação de alternativas estruturais de controle de cheias



Ponto	Referência	Abrangência
Ponto 1	Foz do Rio Pintado	Área de Porto União - SC
Ponto 2	Ponte Férrea - Montante	Bairros: Cidade Jardim e Sagrada Família (MD); Navegantes-PU (ME)
Ponto 3	Ponte do Arco - Montante	Bairros: Ponte Nova (ME) e Cristo Rei (MD)
Ponto 4	CTG	Bairro: São Bernardo (ME)
Ponto 5	Clube Náutico	Bairro: São Bernardo e São Basílio Magno (ME)
Ponto 6	UGV - Centro Universitário	Bairros: NS Rocio e Rio d'Areia (ME)

BENEFÍCIOS DAS COMBINAÇÕES DE ALTERNATIVAS – 5.000 M³/S (1983)



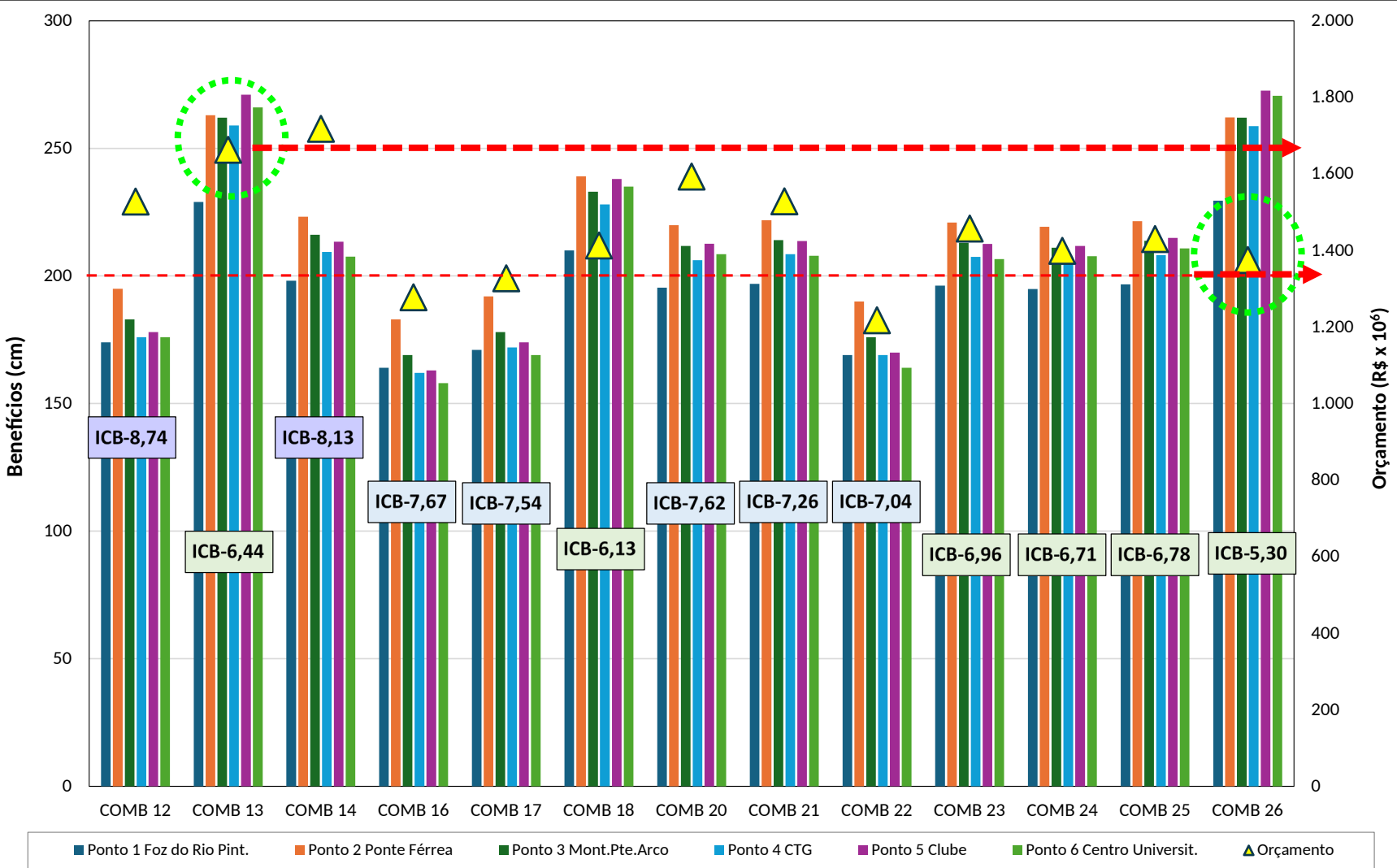
3. Escopo

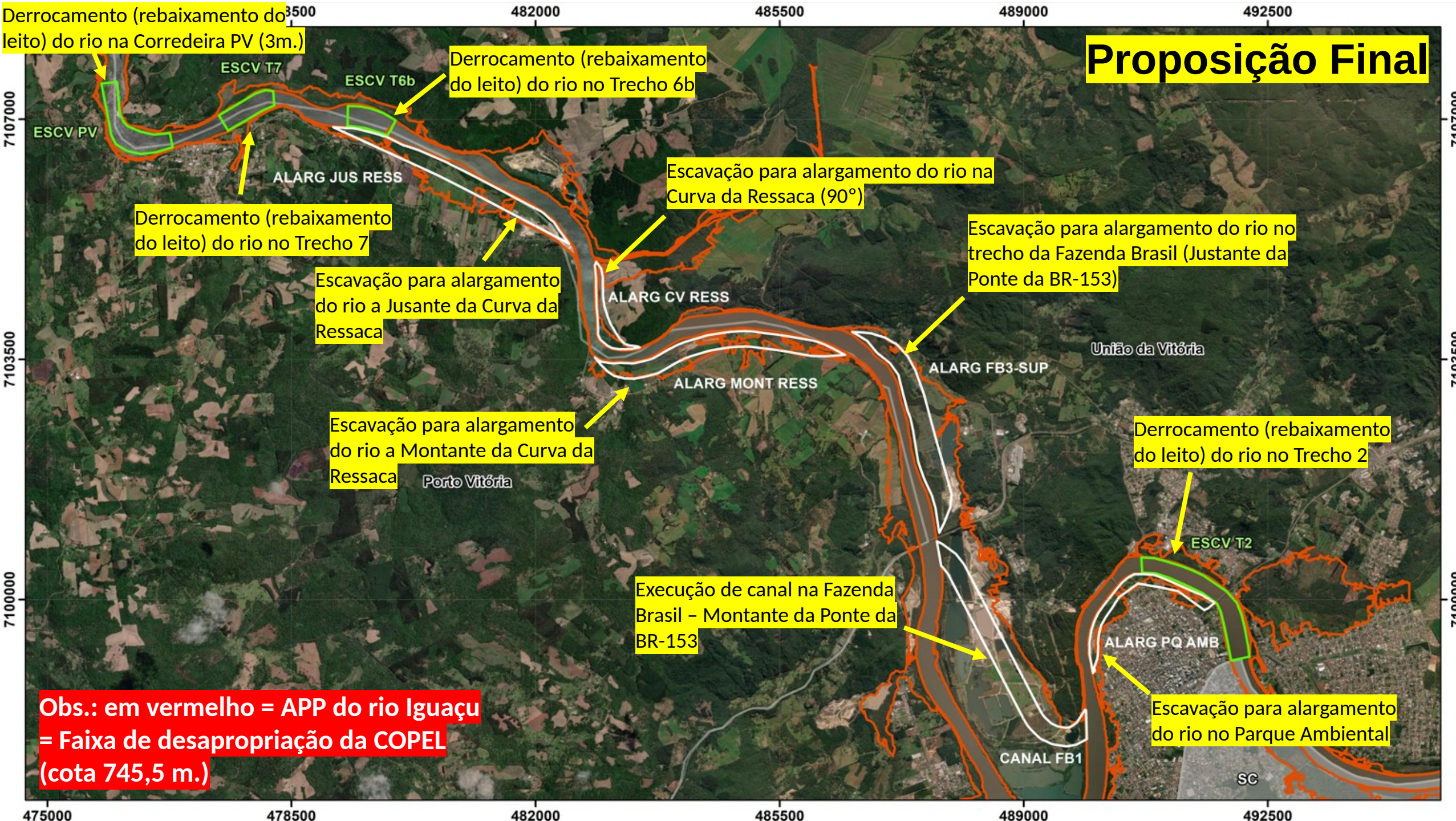
Meta 4 – Análise das proposições pretéritas e realização de estudos técnico-científicos visando a indicação de alternativas estruturais de controle de cheias



Ponto	Referência	Abrangência
Ponto 1	Foz do Rio Pintado	Área de Porto União - SC
Ponto 2	Ponte Férrea - Montante	Bairros: Cidade Jardim e Sagrada Família (MD); Navegantes-PU (ME)
Ponto 3	Ponte do Arco - Montante	Bairros: Ponte Nova (ME) e Cristo Rei (MD)
Ponto 4	CTG	Bairro: São Bernardo (ME)
Ponto 5	Clube Náutico	Bairro: São Bernardo e São Basílio Magno (ME)
Ponto 6	UGV - Centro Universitário	Bairros: NS Rocio e Rio d'Areia (ME)

Síntese dos Resultados das Combinações Pré-Selecionadas – 5.000 M³/S (1983)





3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

Derrocamento (rebaixamento do leito) do rio no Trecho 2

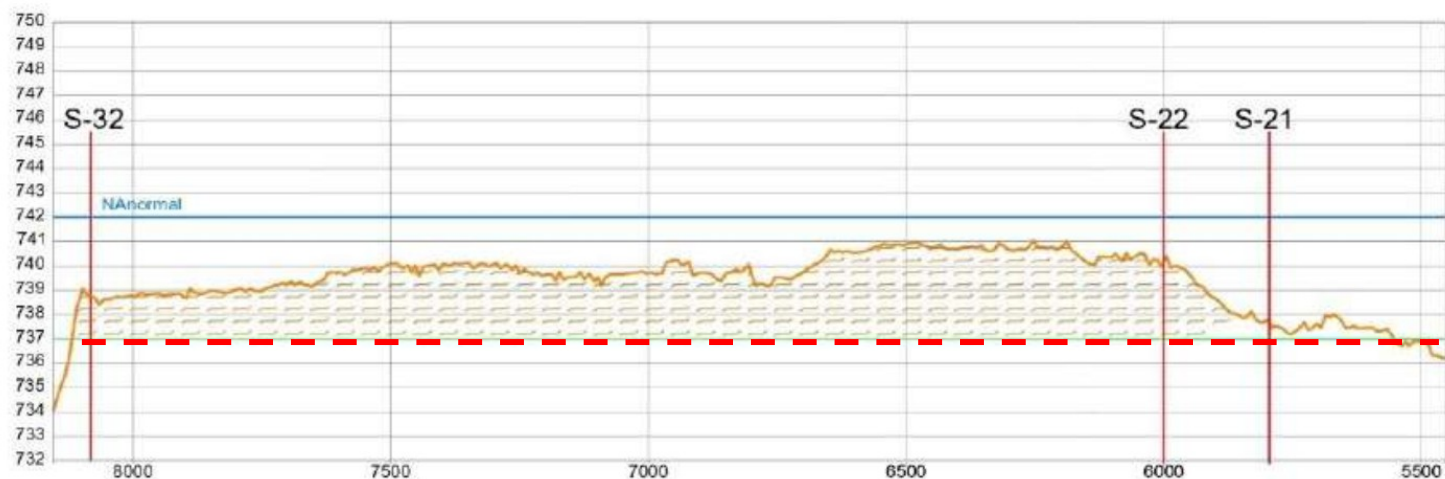
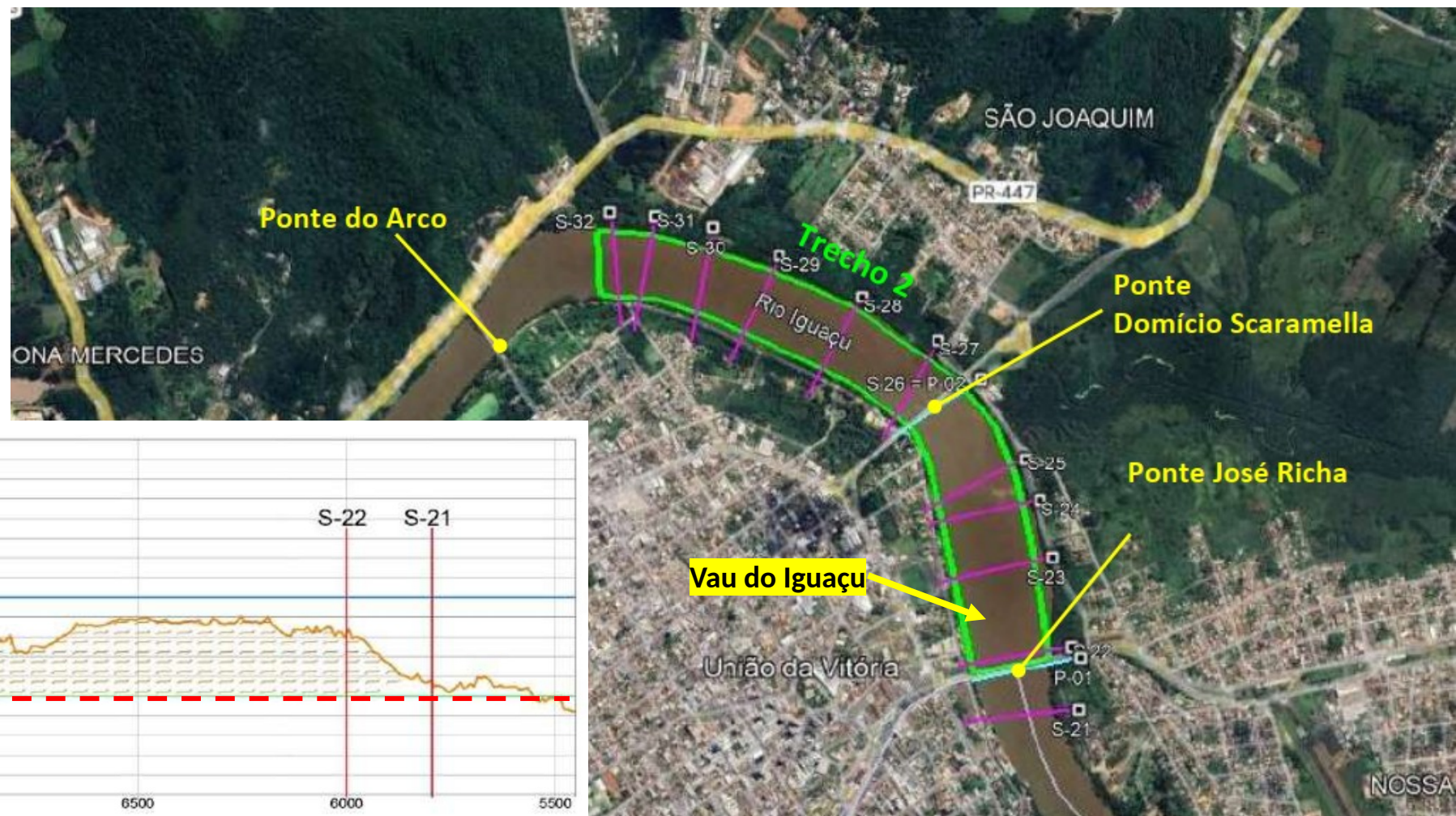
Comprimento ≈ 2.100 m

Largura do rio: 200 a 300 m

Vau do Iguaçu = 700 m soleira

Derrocam. até cota 737,00m

Volume $\approx 1.440.000$ m³



3. Escopo

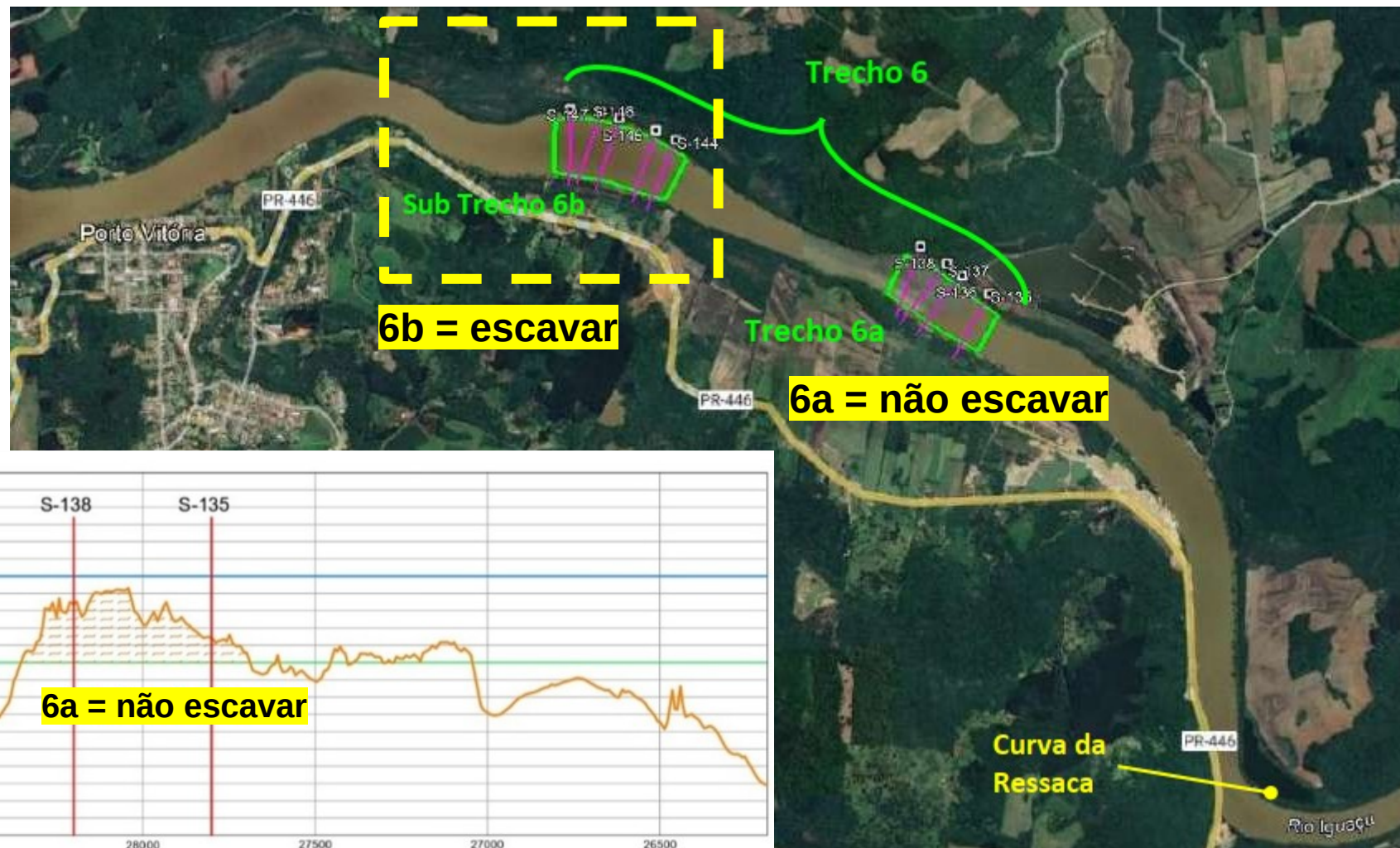
Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

Derrocamento (rebaixamento do leito) do rio no Trecho 6b

Comprimento 6b $\approx$ 600 m

Largura do rio: 200 a 350 m

Derrocam. até cota 736,00m



3. Escopo

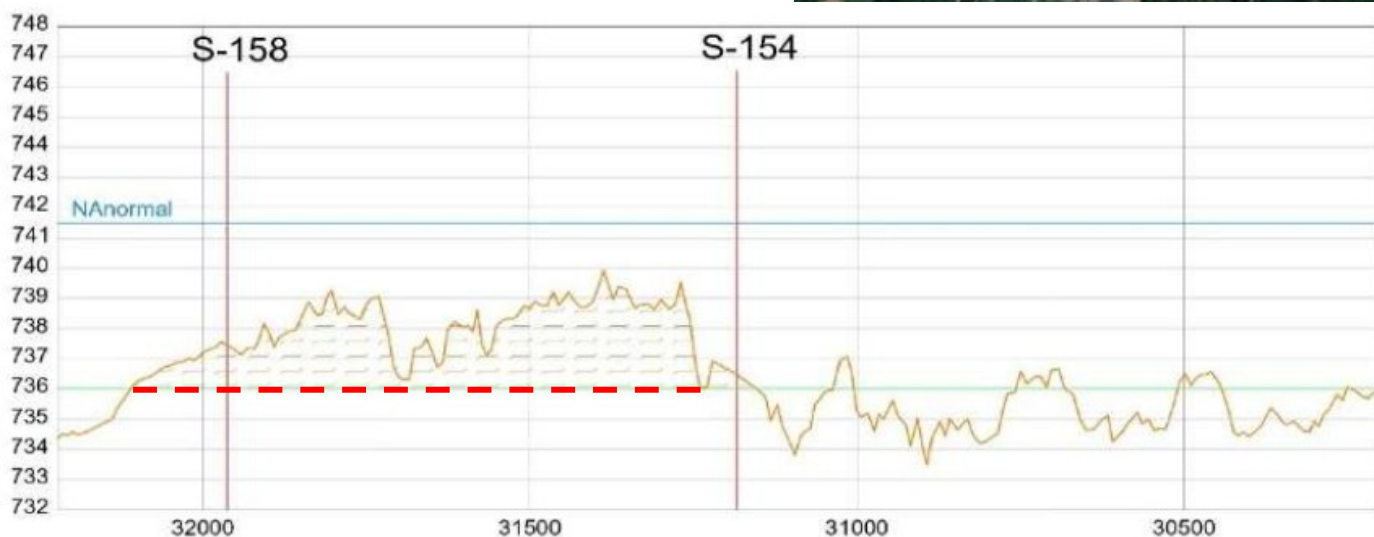
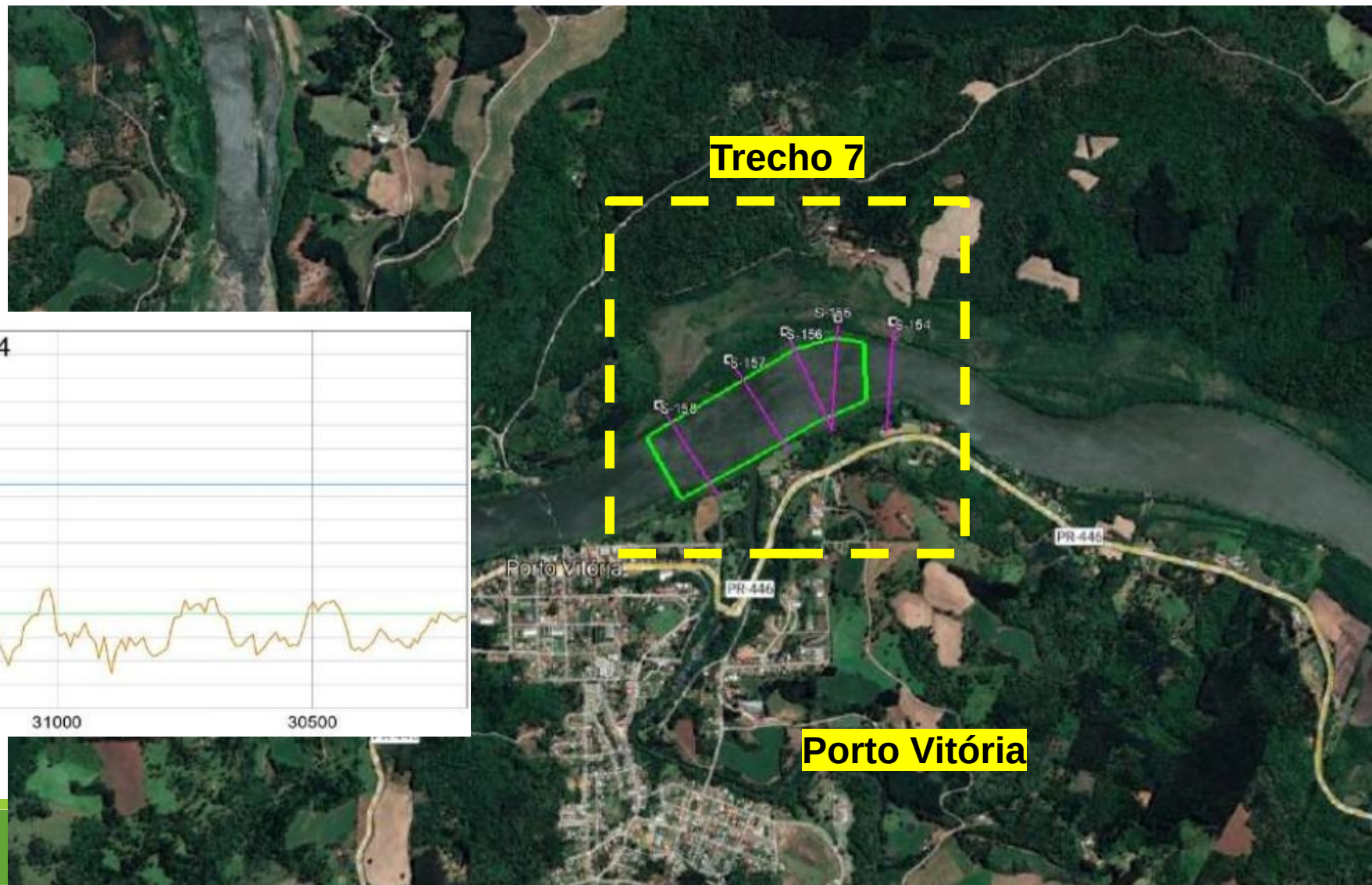
Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

Derrocamento (rebaixamento do leito) do rio no Trecho 7

Comprimento 7 $\approx$ 870 m

Largura do rio: 300 m

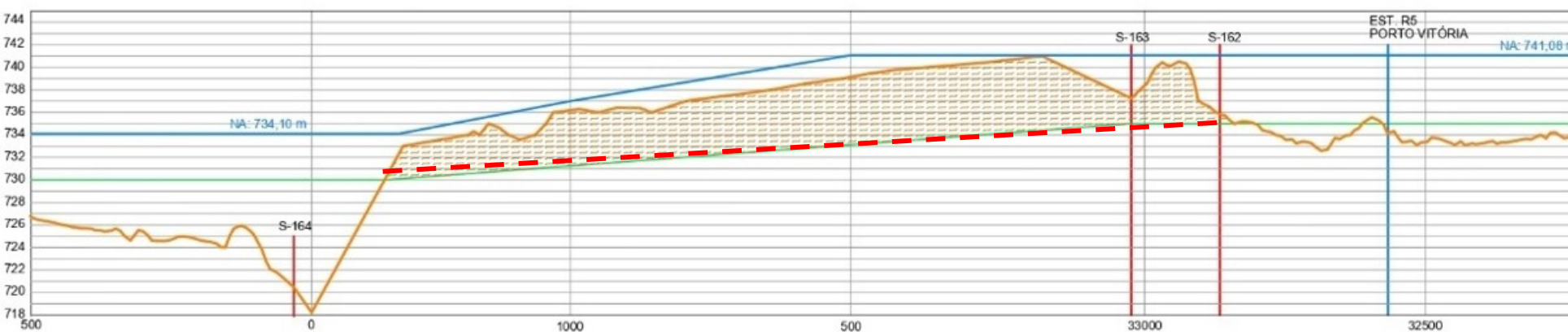
Derrocam. até cota 736,00m



3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

Derrocamento (rebaixamento do leito) do rio na Corredeira PV



Comprimento ≈ 1.500 m

Largura do rio: 500 m

Derrocam. até cota 730,00m

Volume $\approx 1.560.000$ m³



3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153

- Áreas são planas (declividade méd. 1,0 m.);
- Exploradas para extração de areia;
- Inundáveis em eventos de cheias;
- Lagos artificiais já existentes;
- Canal restitui antes da ponte da BR-153;
- Evitar obras de transposição da ponte (DNIT);
- Comprimento do canal: 3.680 metros;
- Largura da base: 240 metros;
- Proteção com enrocamento / cascalho (3 m. esp.);
- Escavação: 5.486.700 m³.



3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Justante da Ponte da BR-153)

- Região naturalmente alagável em cheias;
- Evitar obras de transposição da ponte (DNIT);
- Comprimento do alargamento: 3.170 metros;
- Escavação: 5.489.300 m³;



3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental

- Jusante da ponte da PR-456;
- Nas cheias, este local é inundado;
- Aumento da calha do rio na margem esquerda;
- Passa pelo aterro da Ponte do Arco;
- Até Estação de Tratamento de Esgoto Sanepar;
- Extensão: 2.200 metros;
- Escavação: 2.928.600 m³;
- Proteção, com geotêxtil e enrocamento/cascalho, com 3 m de espessura.



3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

- Região da Colônia Cel. Amazonas;
- Aumento da calha do rio na margem esquerda;
- Região frequentemente inundada;
- Área ocupada por propriedades rurais;
- Região de exploração de areia;
- Extensão: 3.160 metros;
- Largura: 200 metros, com septo.
- Linha de dique: solo e enrocamento;
- Largura: 6 metros;
- Escavação: 5.338.700 m³.

Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca



3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

- Região da Colônia Cel. Amazonas;
- Aumento da calha do rio na margem esquerda;
- Região frequentemente inundada;
- Área ocupada por propriedades rurais;
- Região de exploração de areia;
- Extensão: 3.430 metros;
- Largura: 200 metros;
- Linha de dique: solo e enrocamento;
- Largura: 6 metros;

Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca



3. Escopo

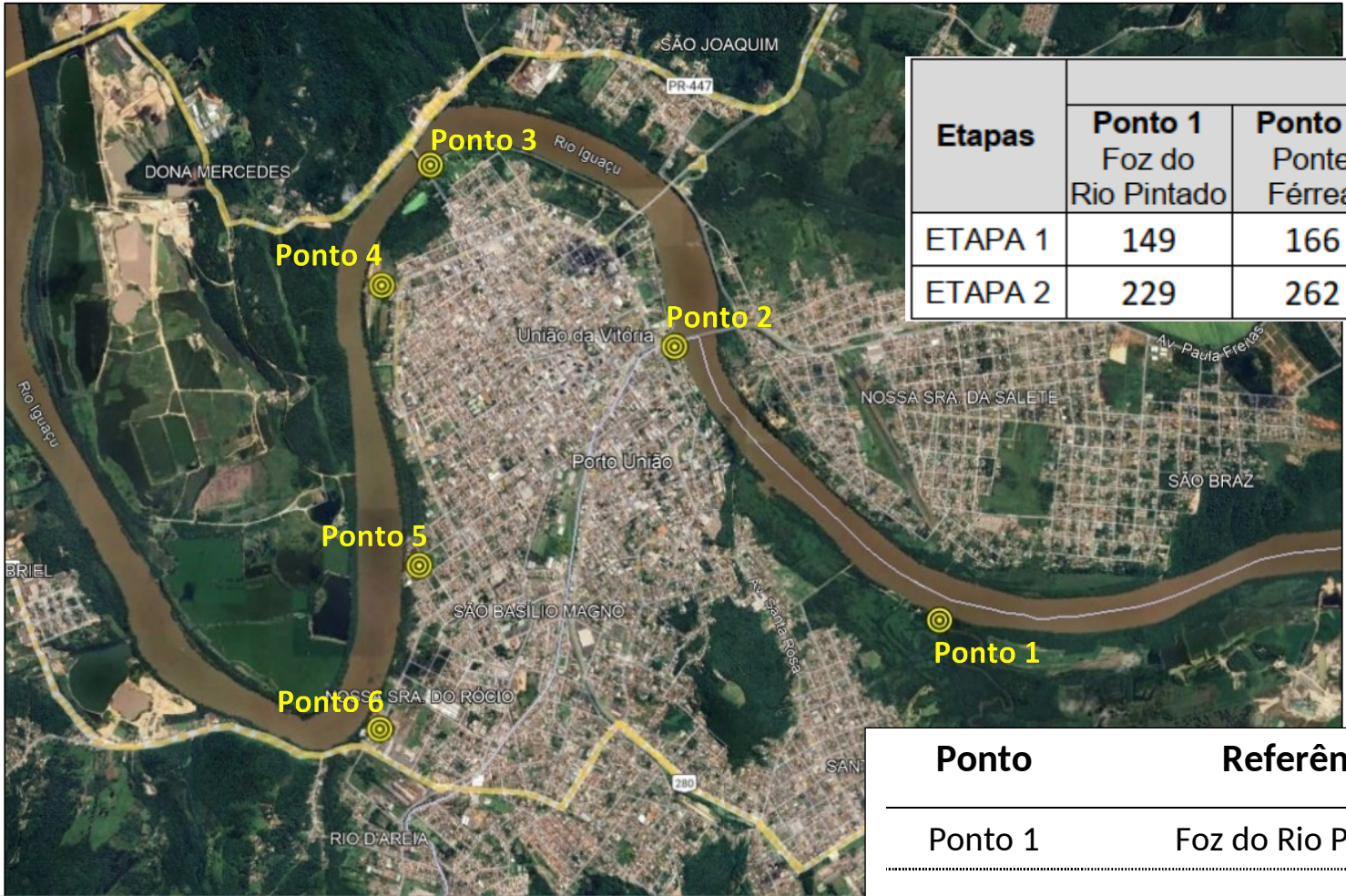
Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

- Deflexão bastante acentuada;
- Direção oeste para norte;
- Estreitamento da calha após a curva;
- Região naturalmente inundável;
- Região de exploração de areia;
- Extensão: 1.700 metros;
- Escavação: 1.641.400 m³.

Escavação para alargamento do rio na Curva da Ressaca



3. Escopo



Etapas	Benefício (cm)						Índice Ponto 2	Índice Média
	Ponto 1 Foz do Rio Pintado	Ponto 2 Ponte Férrea	Ponto 3 Montante Ponte Arco	Ponto 4 CTG	Ponto 5 Clube	Ponto 6 Centro Universitário		
ETAPA 1	149	166	175	168	170	165	5,33	5,35
ETAPA 2	229	262	262	259	273	271	4,98	5,03

Etapa 1: Redução entre 1,60 a 1,70 metros.
Etapa 2: Redução entre 2,60 a 2,70 metros.

Melhores resultados entre todos os estudos já realizados em 50 anos!

Avaliação dos resultados e dos impactos na área urbana de União da Vitória!

Ponto	Referência	Abrangência
Ponto 1	Foz do Rio Pintado	Área de Porto União - SC
Ponto 2	Ponte Férrea – Montante	Bairros: Cidade Jardim e Sagrada Família (MD); Navegantes-PU (ME)
Ponto 3	Ponte do Arco – Montante	Bairros: Ponte Nova (ME) e Cristo Rei (MD)
Ponto 4	CTG	Bairro: São Bernardo (ME)
Ponto 5	Clube Náutico	Bairro: São Bernardo e São Basilio Magno (ME)
Ponto 6	UGV – Centro Universitário	Bairros: NS Rocio e Rio d'Areia (ME)

ETAPA 1

ESCAVAÇÃO DA ÁREA DE ALAGAMENTO E SEPTO DE PROTEÇÃO

A área de alagamento é escavada para alargar o leito do rio.

Um septo (dique temporário) é mantido para desviar o fluxo e proteger a área escavada durante a obra.



ETAPA 2

REMOÇÃO DO SEPTO E INCORPORAÇÃO DO RIO

Após a conclusão da escavação, o septo é removido.

O rio então se expande naturalmente para a nova área, incorporando o leito alargado e aumentando sua capacidade de escoamento.



ETAPAS CONSTRUTIVAS – ESCAVAÇÃO DE APROFUNDAMENTO DO LEITO DO RIO

A INTENÇÃO DA OBRA É AUMENTAR A PROFUNDIDADE DO RIO

ETAPA 0

RIO ORIGINAL

Condição atual do rio antes do início das obras.



ETAPA 1

ENSECAMENTO DE UM TRECHO E ESCAVAÇÃO DO LEITO

- 1 Executam-se diques de proteção em uma das margens até o centro do leito do rio, isolando uma área mais profunda (fundo do leito existente).
- 2 O trecho ensecado é escavado até a profundidade de projeto (desejada).



ETAPA 2

REMOÇÃO DOS DIQUES E EXECUÇÃO DO DIQUE NA OUTRA MARGEM

- 1 Os diques da margem já escavada são removidos.
- 2 Em seguida, executa-se novo dique de proteção na outra margem até o centro do leito do rio.



ETAPA 3

REMOÇÃO DOS DIQUES E LEITO APROFUNDADO

- 1 Os diques são removidos, resultando no leito do rio aprofundado conforme o projeto.



OBJETIVO ATINGIDO

A profundidade do rio foi aumentada, aumentando sua capacidade de vazão e promovendo maior segurança contra cheias.

LEGENDA

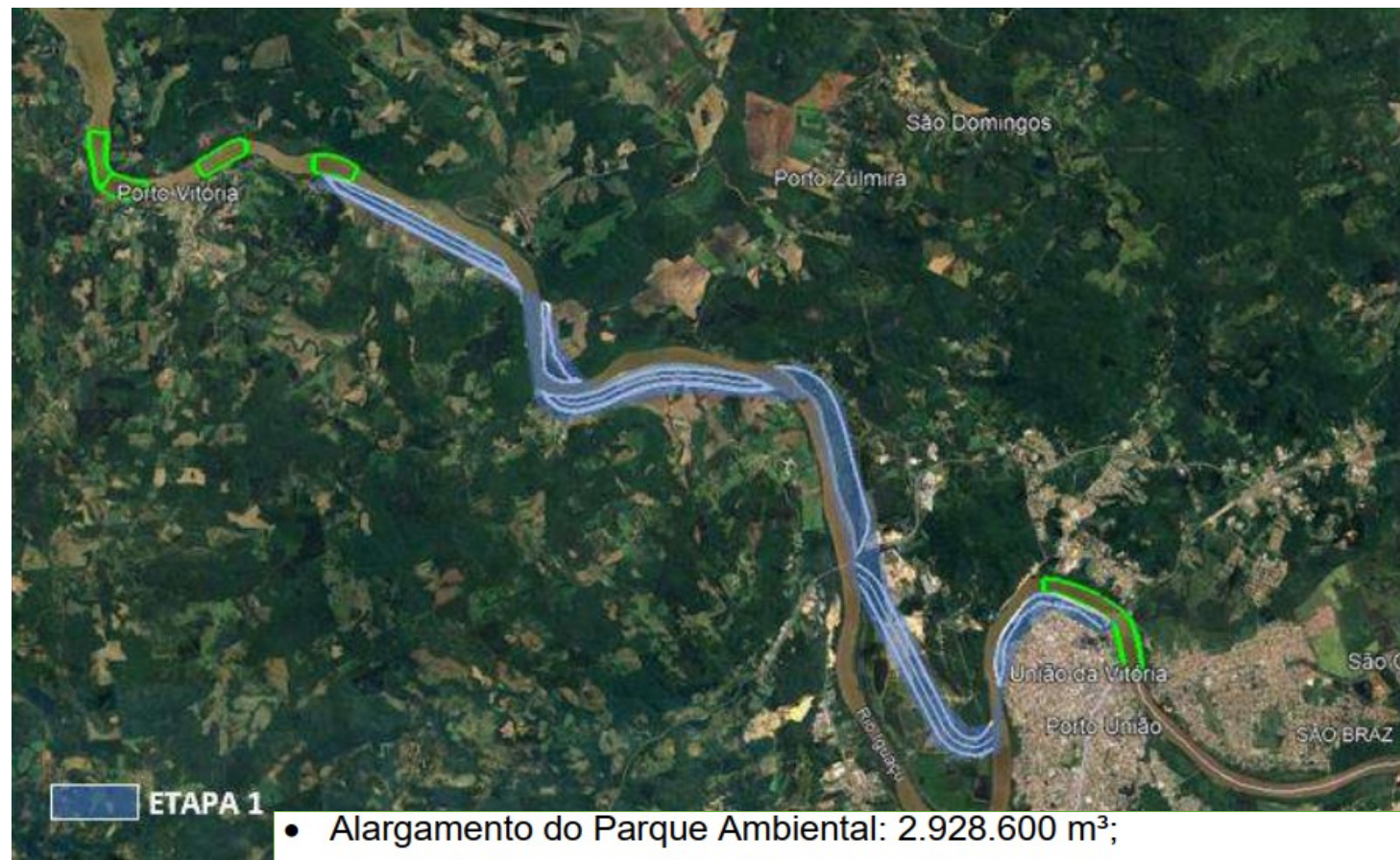
- — Perfil do leito existente (antes da obra)
- — Perfil do leito após escavação (projeto)

3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

Etapa 1 (azul): execução das obras das estruturas de canal e alargamentos da calha do rio:

- I. Canal de derivação na região da Fazenda Brasil: **24 meses**;
- II. Alargamento do rio, pela sua margem esquerda, na região do Parque Ambiental, e Curva da Ressaca (Margem Direita): **12 meses**;
- III. Alargamentos da Montante Ressaca e Jusante Ressaca (Margem Esquerda) e Alargamento da Fazenda Brasil 3 (trecho Superior): **18 meses cada**.



- Alargamento do Parque Ambiental: 2.928.600 m³;
- Canal de derivação FB1 da Fazenda Brasil: 5.486.700 m³;
- Alargamento na Fazenda Brasil, a jusante da BR-153: 5.489.300 m³;
- Alargamento Curva Ressaca – Montante: 5.481.600 m³;
- Alargamento Curva Ressaca – Jusante: 5.338.700 m³;
- Alargamento da Curva da Ressaca: 1.641.400 m³;
- **Total a ser escavado: 26.366.300 m³.**

3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

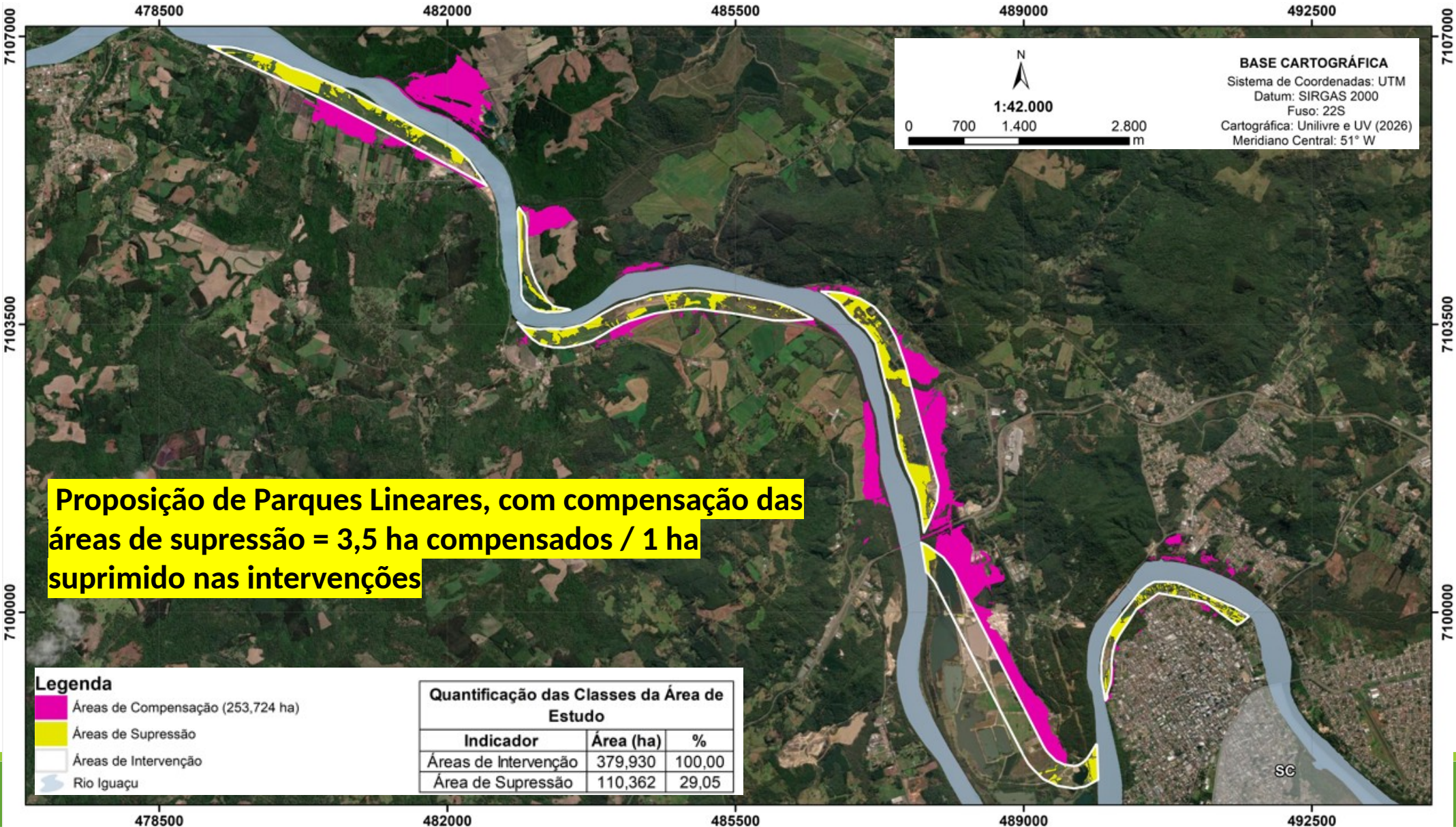
Etapa 2 (verde): derrocamento
(rebaixamento do leito) do rio:

- I. Escavação do Trecho 2, na região do Vau do Iguaçu em União da Vitória: **18 meses;**
- II. Escavações do Trecho 6b (Trecho 6 parcial) e Trecho 7, na região próxima à cidade de Porto Vitória: **18 meses;**
- III. Escavação das Corredeira de Porto Vitória: **24 meses.**



3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia



PROPOSIÇÃO DE PARQUES LINEARES ao longo do Rio Iguaçu



Corredores verdes que recuperam a mata ciliar e conectam a paisagem



Áreas de lazer, esporte, convivência e contemplação da natureza



Ciclovias e caminhadas integradas em toda a extensão do parque



Redução de cheias e melhoria da qualidade ambiental



Valorização urbana e fortalecimento do turismo e da economia local

LEGENDA

- Parque Linear Proposto (áreas em rosa)
- Mata Ciliar / Vegetação Nativa
- Trilhas e Ciclovias
- Pontes Existentes

TRILHAS E CICLOVIAS



MIRANTES E CONTEMPLAÇÃO



ÁREAS DE LAZER E CONVIVÊNCIA



CONEXÃO E MOBILIDADE



3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia



3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

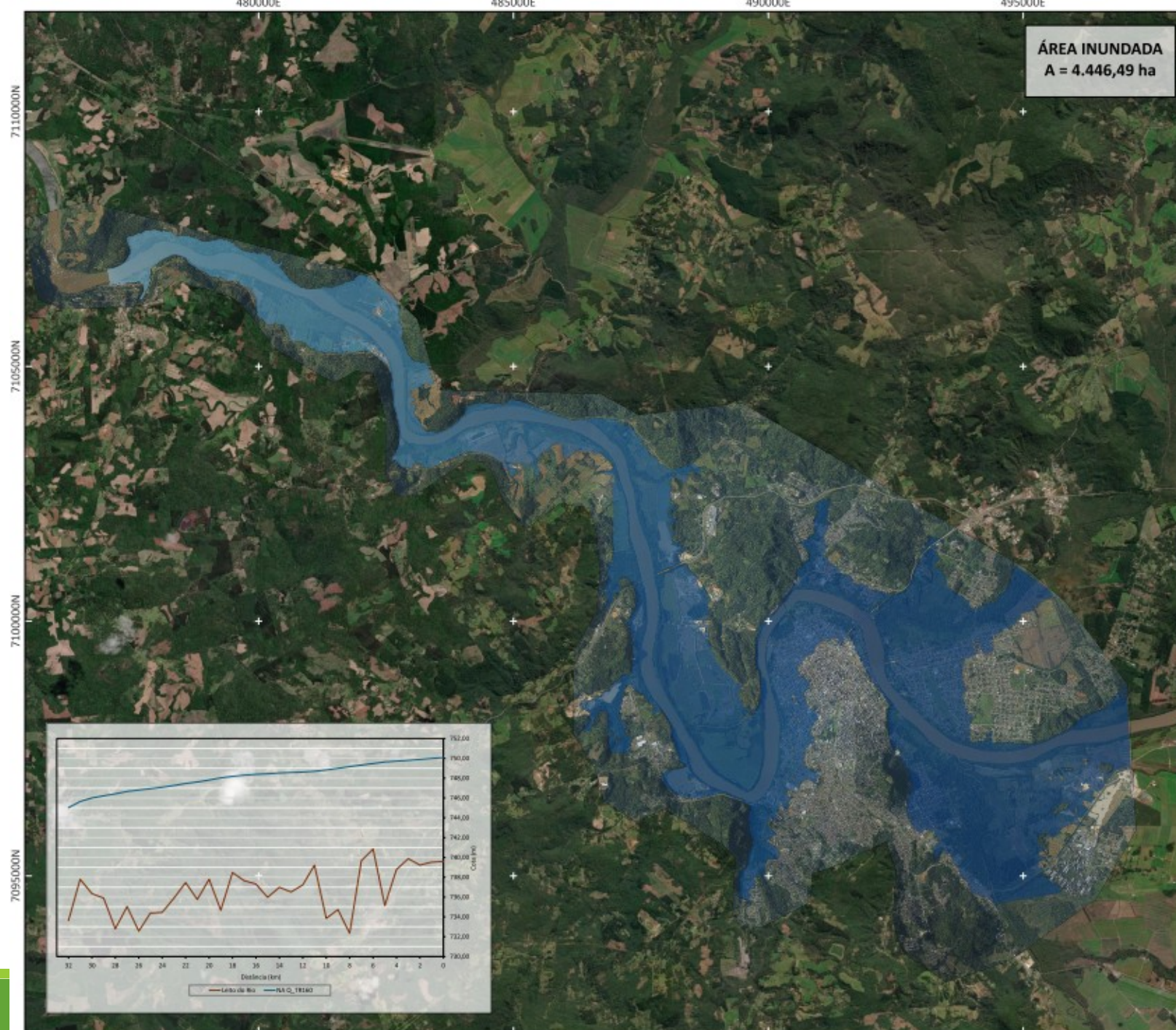
ORÇAMENTO POR ETAPAS E PRIORIZAÇÃO DE OBRAS

Etapas	Alternativa	Ordem de Prioridade Sugerida de Execução	Orçamento (R\$)
ETAPA 1	Execução de canal na Fazenda Brasil – Montante da Ponte da BR-153 + Escavação para alargamento do rio no trecho da Fazenda Brasil (Jusante da Ponte da BR-153)	Etapa de obra: 1.1	R\$ 885.235.380,00
	Escavação para alargamento do rio no Parque Ambiental	Etapa de obra: 1.2	
	Escavação para alargamento do rio a Montante da Curva da Ressaca	Etapa de obra: 1.3	
	Escavação para alargamento do rio a Jusante da Curva da Ressaca	Etapa de obra: 1.4	
	Escavação para alargamento do rio na própria Curva da Ressaca (90º)	Etapa de obra: 1.5	
Acumulado (Etapa 1):			R\$ 885.235.380,00
ETAPA 2	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 2	Etapa de obra: 2.1	R\$ 420.050.610,00
	Derrocamento (rebaixamento do leito) da corredeira de Porto Vitória – 3m.	Etapa de obra: 2.2	
	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 7	Etapa de obra: 2.3	
	Derrocamento (rebaixamento do leito) do Trecho 6b	Etapa de obra: 2.4	
Acumulado (Etapas 1 e 2):			R\$ 1.305.285.990,00

3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

Manchas de Inundação Cenário Atual – Sem as obras

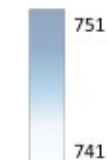


MANCHA DE INUNDAÇÃO

VAZÃO PARA TEMPO DE
RECORRÊNCIA DE 160 ANOS
($Q_{TR160} - 5.115 \text{ m}^3/\text{s}$)

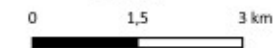
LEGENDA:

Cota (m)



ESCALA:

1:70.000



SISTEMAS DE COORDENADAS:

SIRGAS 2000 UTM ZONA 22S

FONTE:

Environmental Systems Research Institute (ESRI)
Ortofotos em escala 1:2.000 - Voo fotogramétrico
realizado em 25/10/2024

REVISÕES		PREP.	APROV.	DATA
ELABORADO: RG	DATA: JUL/25	RESPONSÁVEL TÉCNICO:		
DESENHO: RG	DATA: JUL/25	Paulo Roberto Schwab		
VERIFICADO: ADN	DATA: JUL/25	CREA PR-5276/D		

CLIENTE:



PROJETISTA:



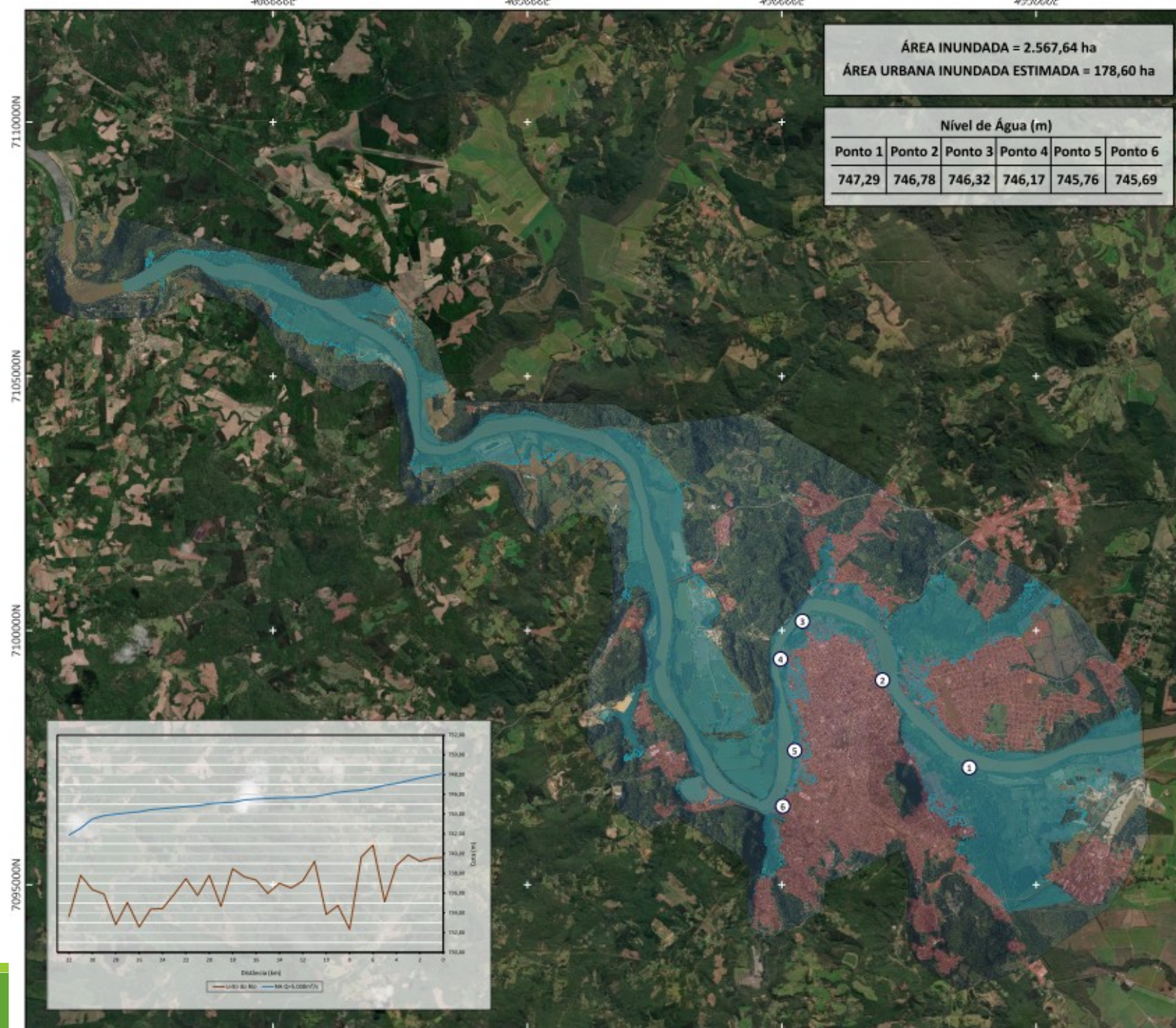
ESTUDOS PARA CONTENÇÃO DE ENCHENTES EM UNIÃO DA VITÓRIA

ESCALA: INDICADA	DOC Nº: E279-08-DE-111	REV: 0
---------------------	---------------------------	-----------

3. Escopo

Meta 5 – Anteprojeto de Engenharia

Manchas de Inundação Cenário Futuro – Com as obras executadas



MANCHA DE INUNDAÇÃO

ALTERNATIVA SELECIONADA -
COMB26
Q - 5000 m³/s

LEGENDA:

- Pontos de Análise
- Mancha de Inundação
- Área Urbanizada



ESCALA:

1:70.000

0 1,5 3 km

SISTEMAS DE COORDENADAS:

SIRGAS 2000 UTM ZONA 22S

FONTE:

Environmental Systems Research Institute (ESRI)
Ortofotos em escala 1:2.000 - Voo fotogramétrico
realizado em 25/10/2024

MAPBIOMAS (2024)

Nº	PRD	APR	DATA
----	-----	-----	------

REVISÕES

ELEBORADO: RG	DATA: SET/25	RESPONSÁVEL TÉCNICO:
DESENHO: RG	DATA: SET/25	Paulo Roberto Schwab
VERIFICADO: ADN	DATA: SET/25	CREA PR-5276/D

CLIENTE:

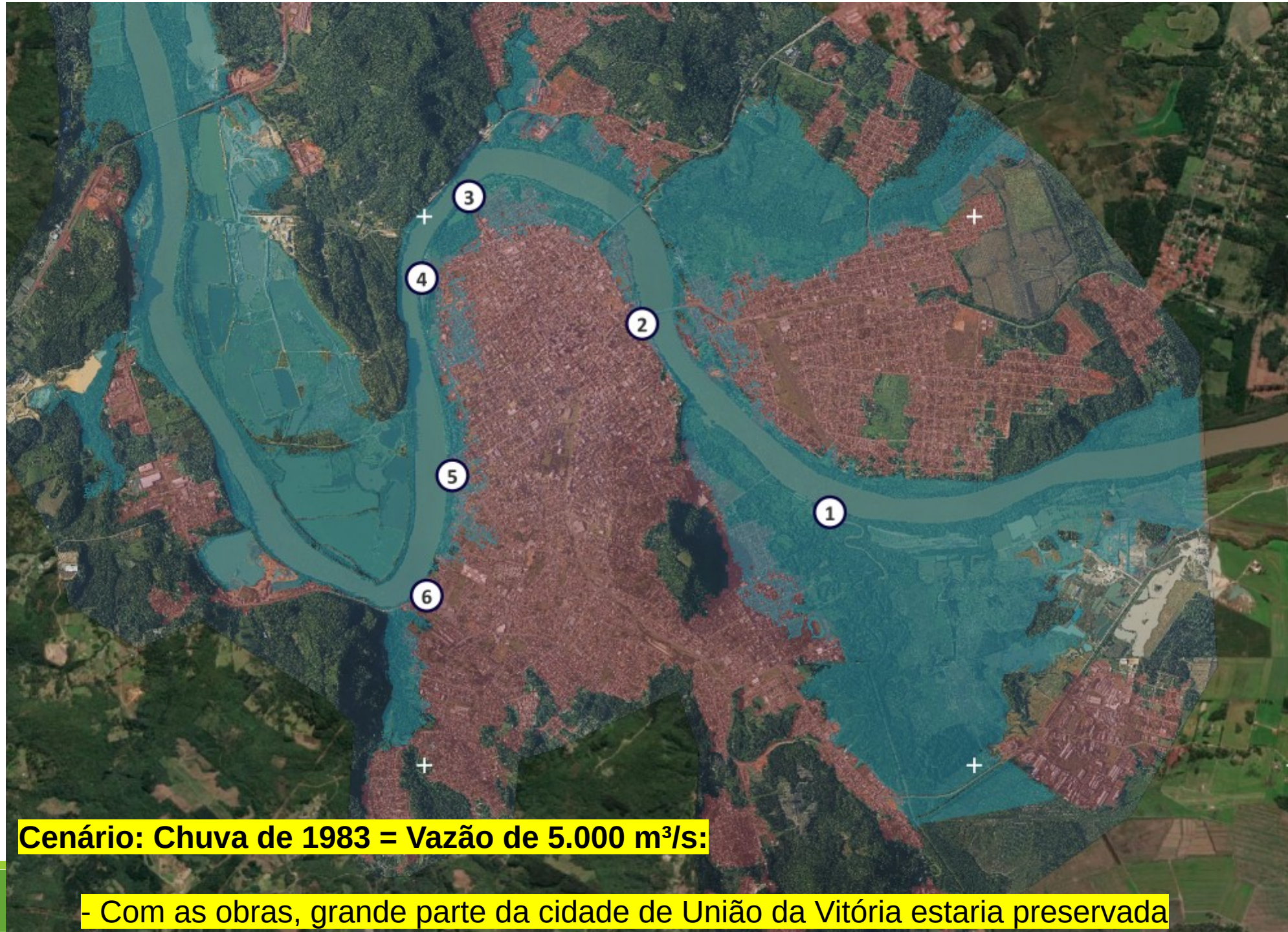


PROJETISTA:



ESTUDOS PARA CONTENÇÃO DE ENCHENTES EM UNIÃO DA VITÓRIA

ESCALA: INDICADA	DOC Nº: E279-08-DE-122	REV: 0
---------------------	---------------------------	-----------



Cenário: Chuva de 1983 = Vazão de 5.000 m³/s:

- Com as obras, grande parte da cidade de União da Vitória estaria preservada

4. Considerações Finais

PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS:

- I. Maior estudo hidrológico e hidrodinâmico já realizado no Estado do Paraná;
- II. Integração inédita de tecnologias de alta precisão: **LiDAR, batimetria, Side Scan Sonar, perfilagem sísmica, sondagens geotécnicas e modelagem HEC-RAS 2D;**
- III. Avaliação técnico-científica de **20 alternativas estruturais e 26 combinações**, incluindo propostas históricas e demandas da comunidade;
- IV. Simulação e validação das principais cheias históricas da região (calibração dos modelos);
- V. Identificação das soluções com melhor relação entre **eficiência hidráulica, viabilidade construtiva, custo e impacto ambiental;**
- VI. **Redução expressiva dos níveis d'água e das áreas potencialmente inundadas**, especialmente nos cenários mais severos.



**INSTITUTO
ÁGUA E TERRA**



**PARANÁ
PROJETOS**

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS INÉDITOS

ANTEPROJETO DE ENGENHARIA **Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental**

A significativa redução das áreas sujeitas à inundação tem o potencial de diminuir os prejuízos econômicos, reduzir os impactos sociais recorrentes e proporcionar maior segurança e qualidade de vida para as populações de União da Vitória, Porto União e de todo o Vale do Iguaçu.

OBRIGADO!

União da Vitória, PR
11/06/2026