

**PREFEITURA DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE ITU**



**PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM  
DO ITAIM**

**VOLUME ÚNICO**

**TEXTO E DESENHOS**

**PROESPLAN**  
**Engenharia**

**APRESENTAÇÃO**

## APRESENTAÇÃO

Este trabalho atende ao Contrato Nº 181/2023, processo licitatório 128/2023 e convite 13/2023 firmado entre a **PROESPLAN ENGENHARIA** e a **PREFEITURA DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE ITU** e tem por objetivo a *PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS DE ENGENHARIA CIVIL E SUPORTE EM SERVIÇOS TÉCNICOS NAS ÁREAS DE INFRAESTRUTURA URBANA E PROJETOS DE SANEAMENTO EM NÍVEL MUNICIPAL.*

Este relatório contém o **Projeto Executivo de Recuperação da barragem do Córrego Itaim ou Itaim Guaçu**, especificadamente a recomposição da escada de dissipação de energia, situada no talude de jusante.

## **1 – INTRODUÇÃO**

## 1 – INTRODUÇÃO

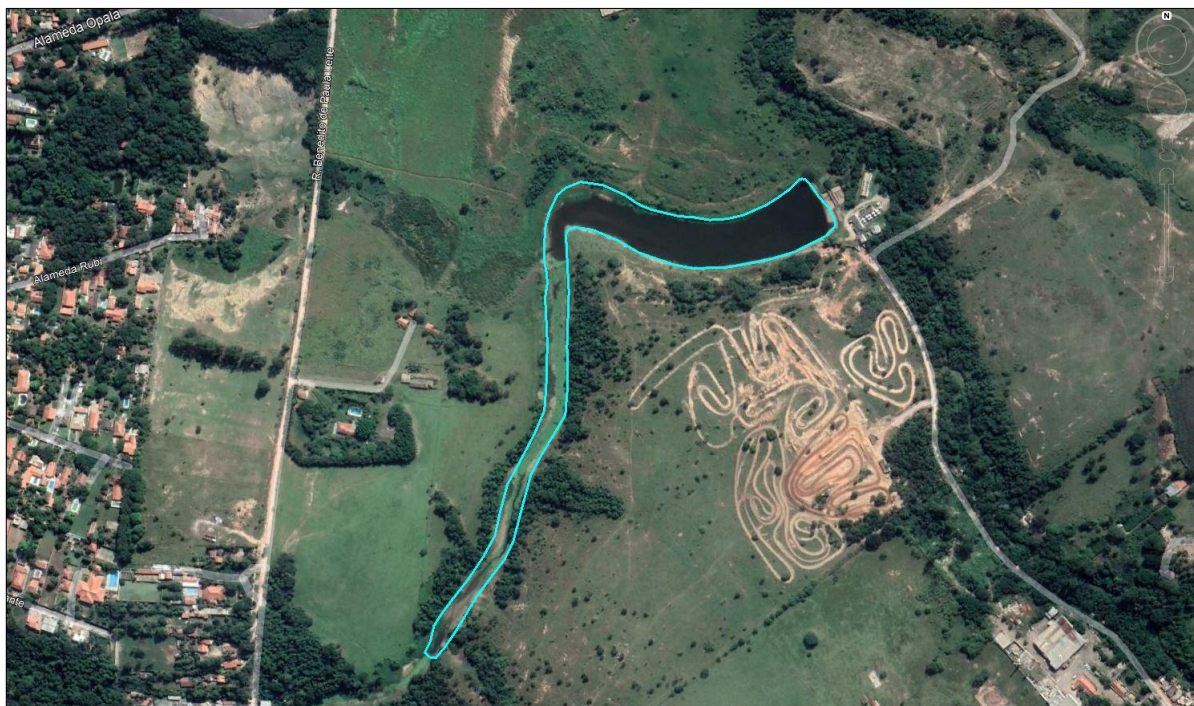
A Barragem do Córrego Itaim foi parcialmente destruída durante as chuvas do dia 13/02/2023.

Foi elaborado um Laudo Técnico a respeito do rompimento, o qual esta sendo utilizado como referência no presente projeto de recuperação.

Basicamente o projeto a seguir apresenta avaliações hidrológicas, hidráulicas e geotécnicas da barragem existente além do detalhamento para a recuperação da mesma, de modo que fiquem com as características anteriores ao rompimento.

## 2 – LOCALIZAÇÃO DA BARRAGEM





**Figura 2.2 – Vista Aérea da Área da Barragem - Proximidades.**  
**Fonte: Google Earth, Data das Imagens: 05/01/2021.**



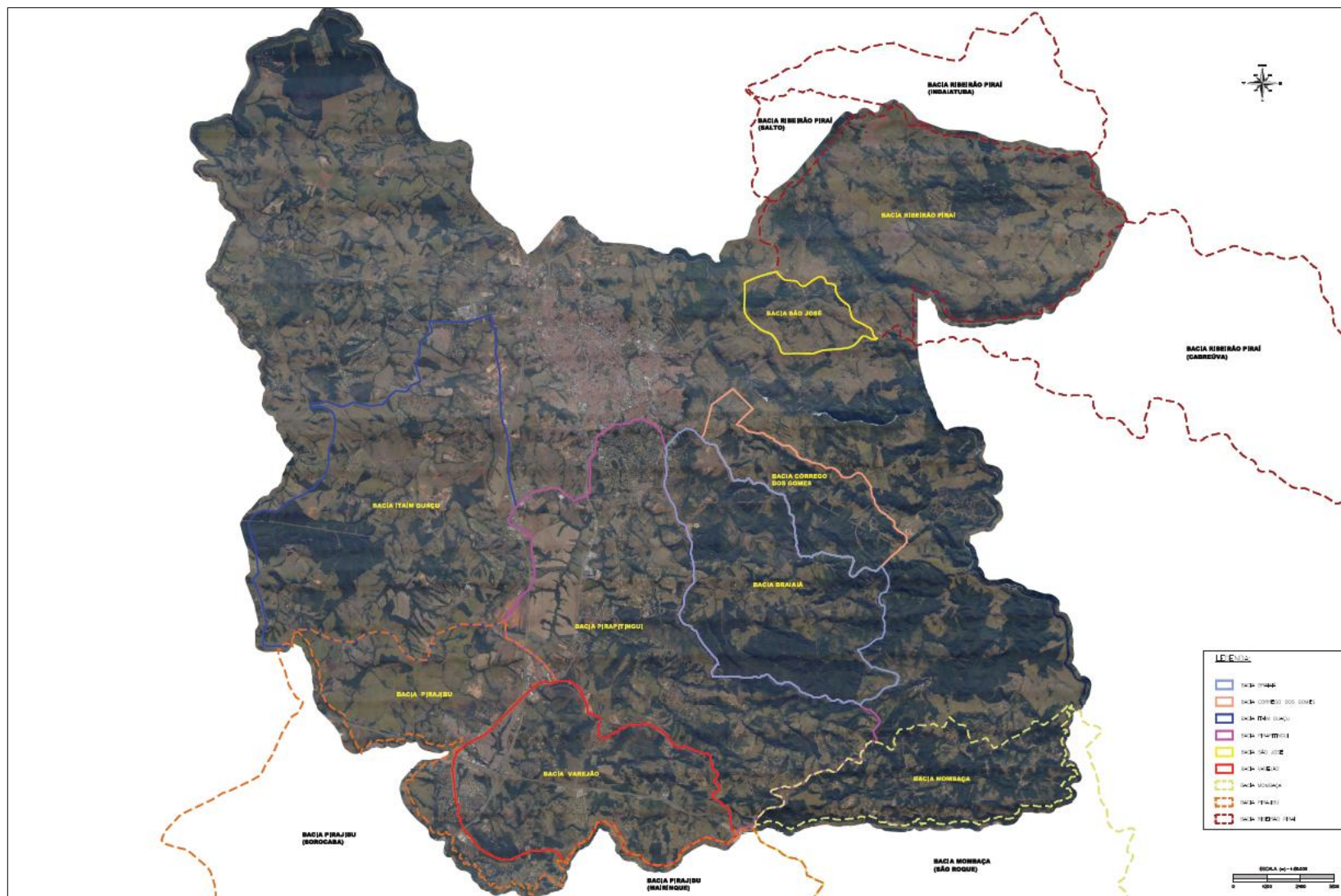
**Figura 2.3 – Vista Aérea da Área da Barragem - Detalhe.**  
**Fonte: Google Earth, Data das Imagens: 05/01/2021.**



### 3 – BACIA DE CONTRIBUIÇÃO

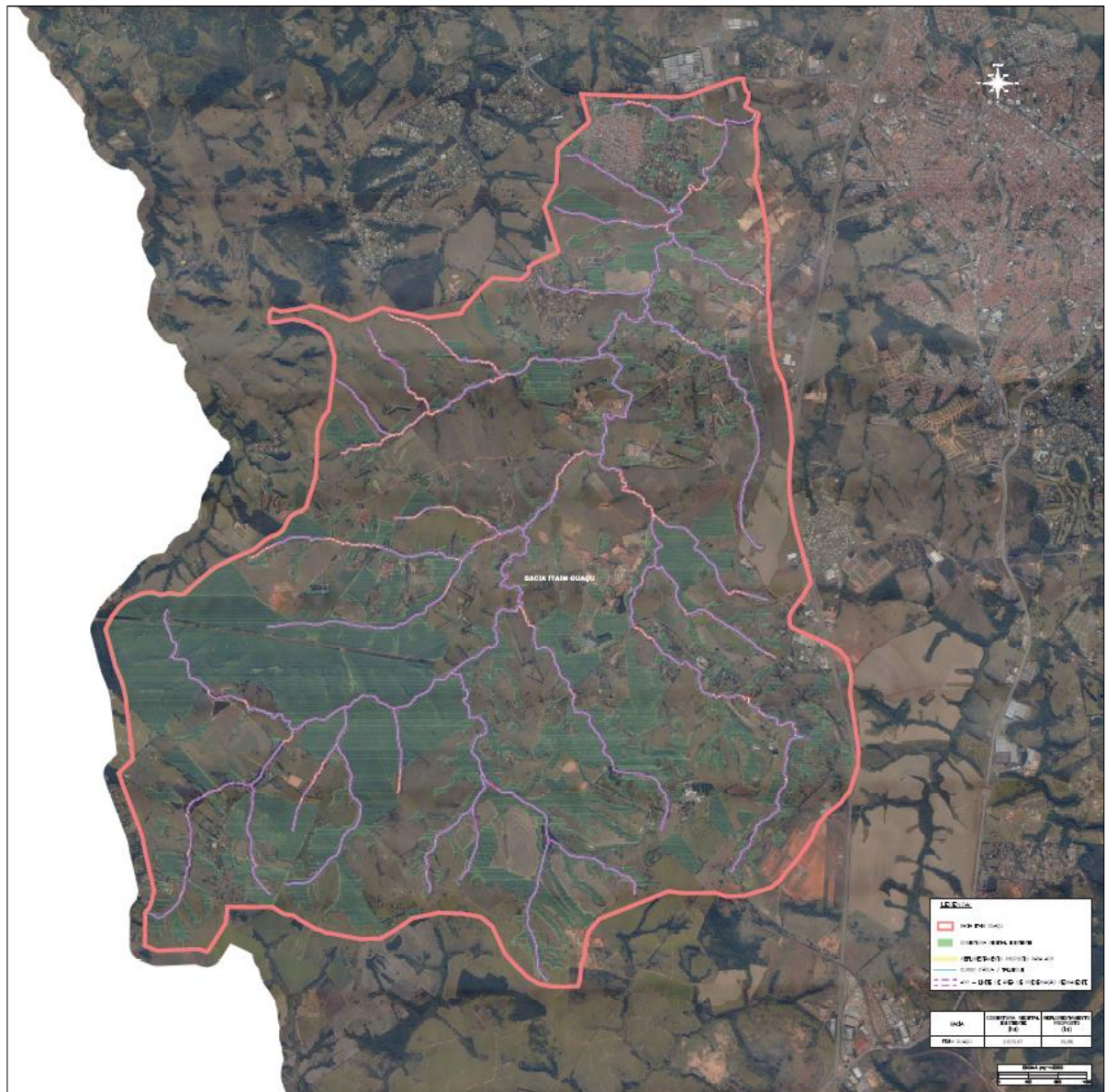
### **3 – BACIA DE CONTRIBUIÇÃO**

A bacia de contribuição totaliza 76,7 km<sup>2</sup>, conforme planta geral apresentada nos desenhos a seguir:



**Figura 3.1 – Bacias Hidrográficas de Itaipava – Foto Aérea.**  
**Fonte: Estudo Hidrológico Preliminar para Recuperação Florestal nas Bacias Hidrográficas, PROESPLAN.**





**Figura 3.3 – Bacia Itaim Guaçu – Foto Aérea.**  
**Fonte: Estudo Hidrológico Preliminar para Recuperação Florestal nas Bacias Hidrográficas, PROESPLAN.**

## **4 – AVALIAÇÃO HIDROLÓGICA**

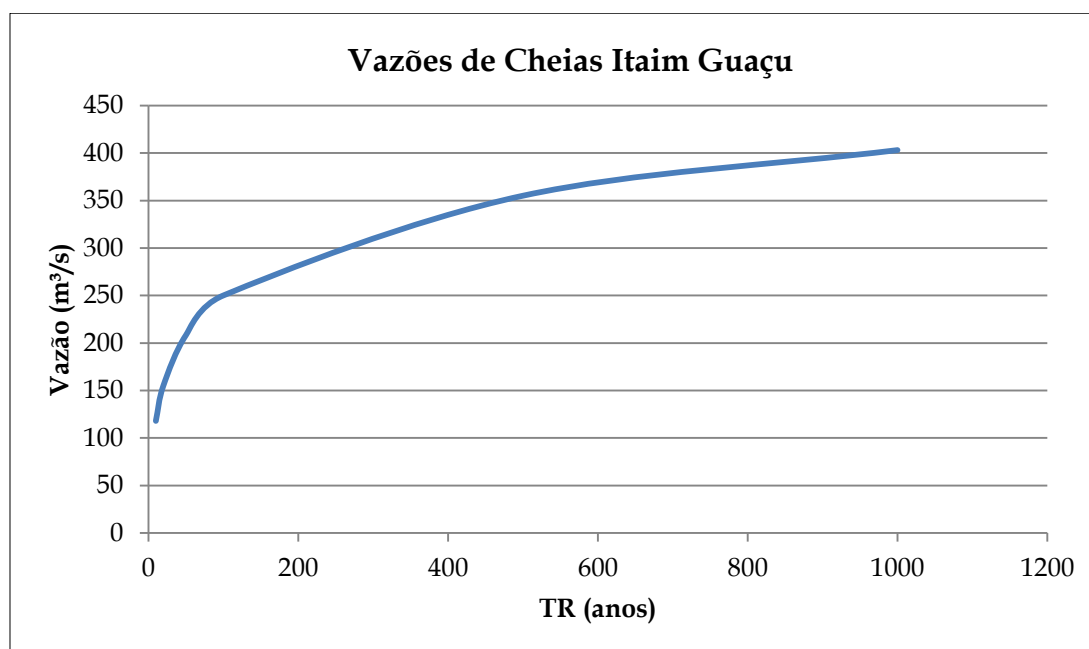
#### 4 – AVALIAÇÃO HIDROLÓGICA

As vazões no vertedor da Barragem do Rio Itaim Guaçu em função dos períodos de retorno estão apresentadas a seguir:

**Bacia do Itaim Guaçu**

<i>Área (km<sup>2</sup>)</i>	<i>76,7</i>
<i>TR (anos)</i>	<i>Vazão (m<sup>3</sup>/s)</i>
10	118
20	155
50	208
100	250
500	355
1000	403

CN = 65



A vazão ocorrida em 13/02/2023, calculada aproximadamente com base nos níveis apontados pela lâmina de cheia e na seção do vertedor, indica que ficou em torno de 200 a 230 m<sup>3</sup>/s, o que corresponde uma chuva com TR (Tempo de Retorno) próximo à 50 anos.

## **5 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BARRAGEM**



## 5 – CARACTERÍSTICAS GERAIS DA BARRAGEM

- Tipo de Maciço: Terra;
- Comprimento de Crista: 95 m;
- Largura de Crista: 12 m (aproximadamente);
- Altura do Maciço: 5 m (aproximadamente);
- Largura do Vertedor: 25 m;
- Tipo de Vertedor: Soleira Espessa;
- Largura do Dissipador de Energia: 10 m;
- Tipo de Dissipador: Escada Hidráulica;
- Capacidade do vertedor atual com base na equação de vertedor  $Q = K \cdot L \cdot H_2^3$  e dimensões indicadas na seção transversal cadastrada.

Espaço 1 = de 30,73 a 37,53 m<sup>3</sup>/s (lado da ETA Itaim)

Espaço 2 = de 23,60 a 29,73

Espaço 3 = de 24,49 a 30,85

Espaço 4 = de 30,06 a 35,43 (lado oposto a ETA Itaim)

Totais: 108,88 a 133,54

Aparentemente no cálculo do vertedor, por ocasião do projeto original, provavelmente foi considerada a vazão para TR = 10 anos que é de 118 m<sup>3</sup>/s conforme já apresentado na avaliação hidrológica.

**6 – UNIDADES DA BARRAGEM DANIFICADAS EM 13/02/2023**

## 6 – UNIDADES DA BARRAGEM DANIFICADAS EM 13/02/2023

De uma forma geral, pode-se afirmar que apenas a estrutura de dissipação de energia foi quase que totalmente afetada e deverá ser totalmente reconstruída. Entretanto, os muros de ala que contém esta estrutura de dissipação estão intactos, o que é muito favorável, pois tornará a obra de reconstrução menos onerosa e mais rápida.

Os demais componentes da barragem também não apresentaram problemas, que são basicamente:

- Ombreiras (esquerda e direita);
- Muros de ala de montante;
- Muros de ala de jusante;
- Parte central e a de montante do maciço de terra.

É importante salientar que, apesar de não se tratar de urgência, é necessário em curto prazo que sejam tomadas providências para conter as erosões da margem, imediatamente após a barragem.

Constatou-se que as erosões da margem e da calha do Rio Itaim Guaçu vêm aumentando gradativamente após cada período de cheia.

Estas erosões devem receber tratamento adequado para evitar sua propagação que poderá comprometer a barragem, em médio ou longo prazo.

**7 – OBRAS DE RECOMPOSIÇÃO PROPOSTAS**

## **7 – OBRAS DE RECOMPOSIÇÃO PROPOSTAS**

### **7.1 – OBRA EMERGENCIAL**

Conforme se observa das recomendações do laudo para a recomposição da escada dissipadora de energia, foi proposto em caráter emergencial o preenchimento do talude de jusante com pedras de maiores dimensões para que não houvesse progressão da erosão da parte central do maciço.

Essa providência foi tomada pela prefeitura municipal conforme é possível se observar pelas fotos apresentadas em anexo.

### **7.2 – PREENCHIMENTO DOS VAZIOS DO ENROCAMENTO EXECUTADO NA FASE EMERGENCIAL**

O ideal para a reconstrução da parte danificada é que fosse removido todo o material solto, inclusive o enrocamento emergencial já executado e houvesse a recomposição do maciço com solo argiloso devidamente compactado conforme a boa técnica geotécnica. Entretanto considerando os custos, tempo, facilidade construtiva e a urgência é possível que o enrocamento com pedras proposto na fase emergencial seja aproveitado integralmente nessa fase de recomposição, mas é fundamental e necessário o preenchimento dos vazios com argamassa de cimento e areia ou solo cimento.

### **7.3 – PREPARO DO ENROCAMENTO EMERGENCIAL EXISTENTE ANTES DO PREENCHIMENTO DOS VAZIOS**

Devido as chuvas ocorridas após as obras de emergência, houve movimentação das pedras motivadas pela ação dinâmica do escoamento. Assim sendo deverá ser providenciada com o emprego de tratores de esteira a regularização dessas pedras obedecendo ao perfil anteriormente existente, conforme é possível ser observado em desenho.

#### 7.4 – EXECUÇÃO DO PREENCHIMENTO

Necessariamente todos os vazios do enrocamento emergencial executado deverão ser preenchidos com solo cimento ou argamassa de areia fina fluidificada conforme especificado.

A forma executiva poderá ser a que melhor se adaptar aos equipamentos da empresa a ser contratada para a execução das obras.

#### 7.5 – LAJE DE ACABAMENTO

Após a conclusão dos preenchimentos dos vazios deverá ser construída laje devidamente armada e com as armaduras posicionadas conforme as recomendações indicadas em desenhos. Essa laje deverá abranger todo o talude de jusante dos extravasores entre os muros de ala

#### 7.6 – ESTRUTURAS DE PROTEÇÃO DE JUSANTE

É de extrema importância que seja executada uma estrutura de gabiões caixa e gabiões manta na parte jusante do talude, para garantir que não haja carreamento de materiais finos devido a percolação pelo fundo do maciço, tanto o existente (maior parte e que não foi afetada pelo acidente) como a parte a ser reparada.

Nos desenhos estão indicadas as dimensões e demais detalhes dessa proteção.

#### 7.7 – PROTEÇÃO DOS MUROS DE ALA

Os muros de ALA não sofreram danos e aparentemente (análise visual) estão intactos. Entretanto, por ocasião das obras será possível uma inspeção mais detalhada e caso seja necessário, após avaliação “in loco” por engenheiro geotécnico, poderá, eventualmente, ser devidamente reforçada. Importante que sejam obedecidas as condições originais e não tenham saliências que sejam obstáculos ao livre escoamento da lamina líquida.

## 7.8 – ESTRUTURA DE DISSIPACÃO COMPLEMENTARES (OPCIONAL)

Na parte de jusante, imediatamente após a superfície dos gabiões manta sugere-se o posicionamento de pedras ou blocos de concreto com dimensões mínimas maiores que 0,50m. A jusante terá efeito estético caso eventualmente a borda do gabião manta se deforme (abaixamento por erosão regressiva) e eliminará erosões na parte jusante.

## 7.9 – RECONSTITUIÇÃO DOS TALUDES DE JUSANTE

Conforme é possível ser observado pelas fotos após o acidente houve erosão do talude da margem direita (lado da ETA).

É importante e recomendável a reconstituição e proteção dessa área.

Nos desenhos esta indicada a área a ser recomposta e devidamente protegida através de gabiões manta, alvenaria de pedras de mão ou pedras de diâmetro maior ou igual a 0,50 m.

Nos desenhos poderá ser observado que estão sendo indicados e quantificados gabiões tipo manta.

## 7.10 – INJEÇÕES DE NATA DE CIMENTO

Foram executadas 3 (três) sondagens a percussão sobre o maciço existente conforme se apresenta em desenhos.

A sondagem nº 2 apresentou um resultado não favorável, apesar de não haver qualquer indicio visual de instabilidade do maciço, mesmo com as cheias de maior intensidade que já ocorreram.

É prudente e recomendável que, assim que possível, após a reconstituição do talude jusante que sejam feitas injeções de nata de cimento ao longo da crista, principalmente na ombreira esquerda.

Esse serviço deverá ser precedido por estudos e ensaios específicos para o devido direcionamento das injeções.

Estimativamente, para essa fase de estudo, (apenas para avaliação de custos) estão sendo previstas injeções de nata de cimento ao longo da crista

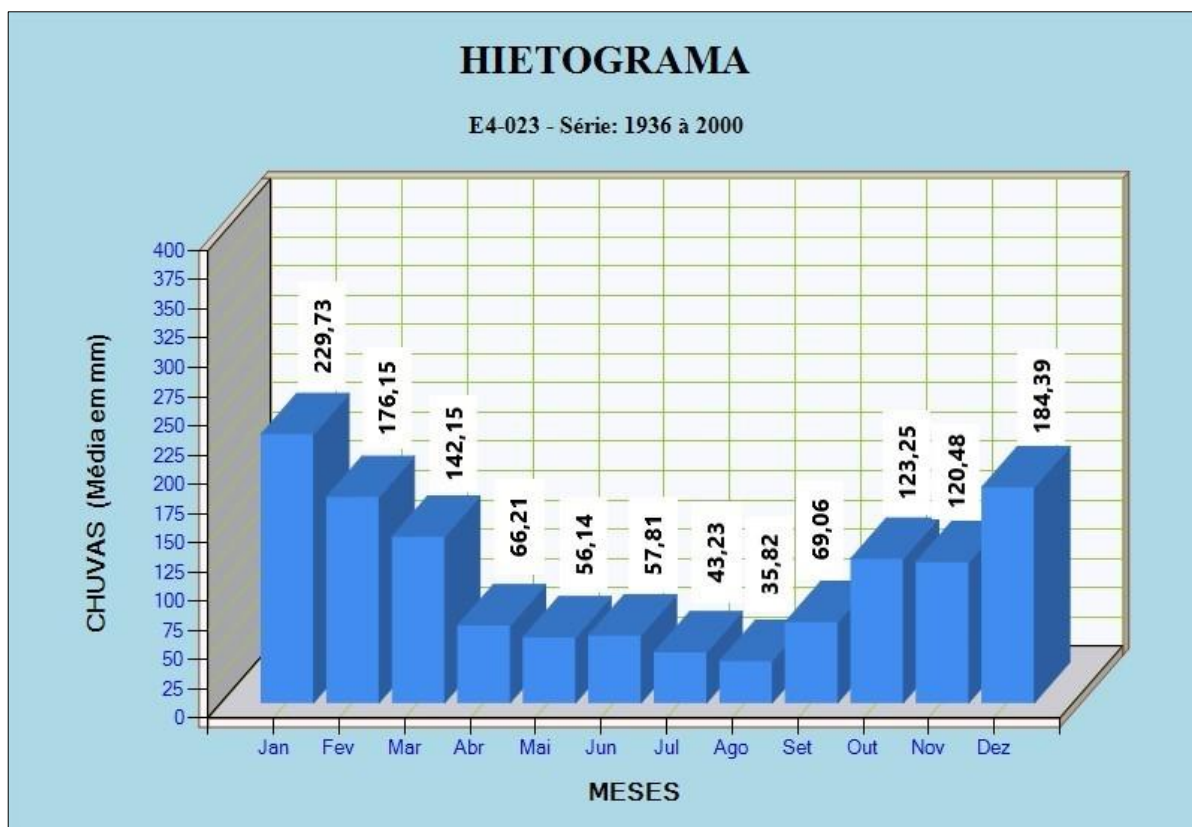
distanciadas de 2,00 m com profundidade de 8,00m e injeções de um mínimo de 03 (três) sacos de cimento a cada 0,50 m.



**ANEXO A – DADOS PLUVIOMÉTRICOS**

Segundo o Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE), o município de Itu possui 5 (cinco) estações pluviométricas com prefixos: E4-023, E4-035, E4-051, E4-061 e E4-064.

A figura abaixo apresenta os dados da estação pluviométrica E4-023, que está instalada próximo à área urbana de Itu (Latitude 23°20'00" Sul e Longitude



47°20'00" Oeste) e que apresenta maior série histórica:

**Hietograma de Itu.**

**Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), 2023.**

Conforme dados da Estação Pluviométrica E4-023, é verificada uma variação sazonal da precipitação média mensal com duas estações representativas, uma predominantemente chuvosa e outra com menor pluviosidade, apresentada na maior parte do município.

O período mais chuvoso ocorre de outubro a março, quando os índices de precipitação média mensal são superiores a 120 mm, enquanto que o mais seco corresponde aos meses de abril a setembro com destaque para agosto, que apresenta média menor que 36 mm. Ressalta-se que os meses de dezembro e janeiro apresentam os maiores índices de precipitação, com média de 184 mm e 229 mm, respectivamente. As precipitações médias anuais são em torno de 1304 mm.

**ANEXO B – FOTOS ANTERIORES AO ACIDENTE**



*Foto 1*



*Foto 2.*

**ANEXO C – FOTOS POSTERIORES AO ACIDENTE**



Foto 1



Foto 2



*Foto 3*



*Foto 4*



*Foto 5*



*Foto 6*





*Foto 7*



*Foto 8*



*Foto 9*



*Foto 10*



Foto 11



Foto 12



*Foto 13*



*Foto 14*

**ANEXO D - FOTOS DAS OBRAS EMERGENCIAIS**



*Foto 1*



*Foto 2*

**ANEXO E - CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A EVENTUAL  
COMPLEMENTAÇÃO DOS VERTEDORES**

Nos quadros a seguir estão apresentadas as vazões de cheia em função do tempo de recorrência, valores básicos para todas as avaliações.

Considerando que a capacidade dos vertedores existentes é de 118 m<sup>3</sup>/s há tecnicamente uma deficiência de capacidade que deveria ser suportada por vertedores complementares, conforme também se observa no quadro adiante:

TR (anos)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Capacidade do vertedor existente (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Excedente (m <sup>3</sup> /s)	Extensão aproximada de vertedores necessários (h=2,00 m) (m)	Valores estimados para a construção dos extravadores (R\$x10 <sup>6</sup> )
10	118	118	-	-	-
20	155	118	37	9	3,00 a 3,50
50	208	118	90	20	4,80 a 5,50
100	250	118	132	30	6,50 a 6,95
500	355	118	237	53	12,00 a 13,00
1.000	403	118	285	63	Não estimado

Considerando a construção dos vertedores em concreto armado seguidos por canal em concreto e nova bacia de dissipação chega-se estimativamente a custos de implantação, considerando apenas volume de concreto (preço atual aproximado = R\$ 5.000,00 / m<sup>3</sup>).

A análise e opção pelas obras de complementação de vertedores deverá ser analisada cuidadosamente pelos técnicos da Prefeitura e da CIS em função dos valores envolvidos e riscos.

Aconselha-se que antes de quaisquer decisões sejam avaliados os valores a serem despendidos com volumes incrementais de captação (aproveitamento de água para abastecimento) possíveis de serem obtidos.

Em caso de não ser construído vertedor complementar sugerimos como paliativo (não é a melhor técnica, mas é eficiente) que seja executado o revestimento do maciço até a cota (523,00 m) (aproximadamente 1,00 m acima do nível da passarela existente).

Dessa forma mesmo havendo a elevação do nível de cheia para a vazão TR = 500 anos, haverá desconforto passageiro, mas não haverá riscos para o maciço exceto apenas para a passarela existente.



Estimativamente, considerando o emprego de gabiões manta, será necessária a proteção de uma área com aproximadamente (no máximo, 4.000 m<sup>2</sup>). Considerando o custo atual de R\$ 228,72 para o m<sup>2</sup> do gabião manta (SINAPI Set/2023) acrescido de manta geotêxtil (R\$ 30,00 / m<sup>2</sup>), o valor total para essa proteção será por volta de R\$ 1.100.000,00 (um milhão e cem mil reais).

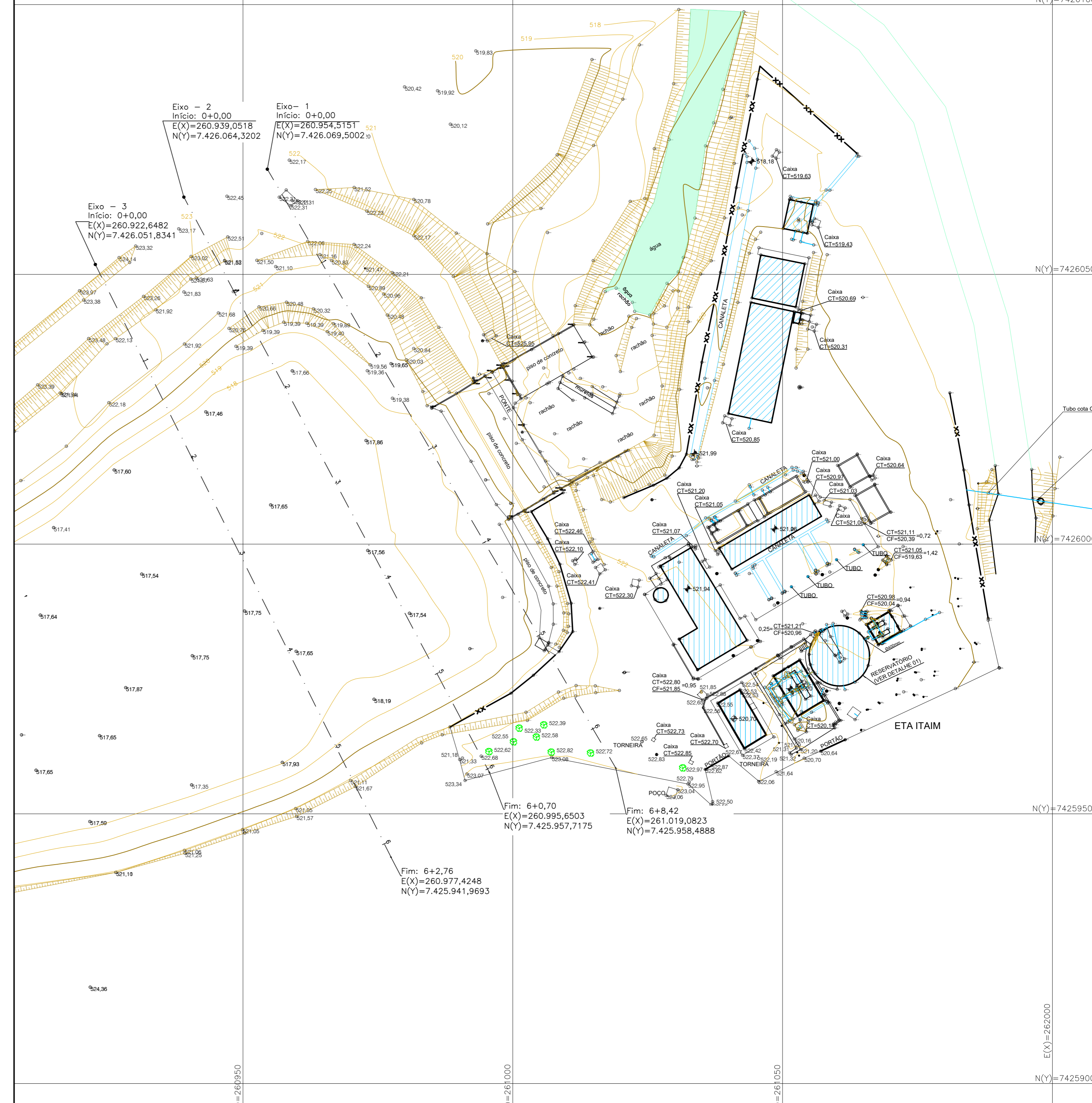
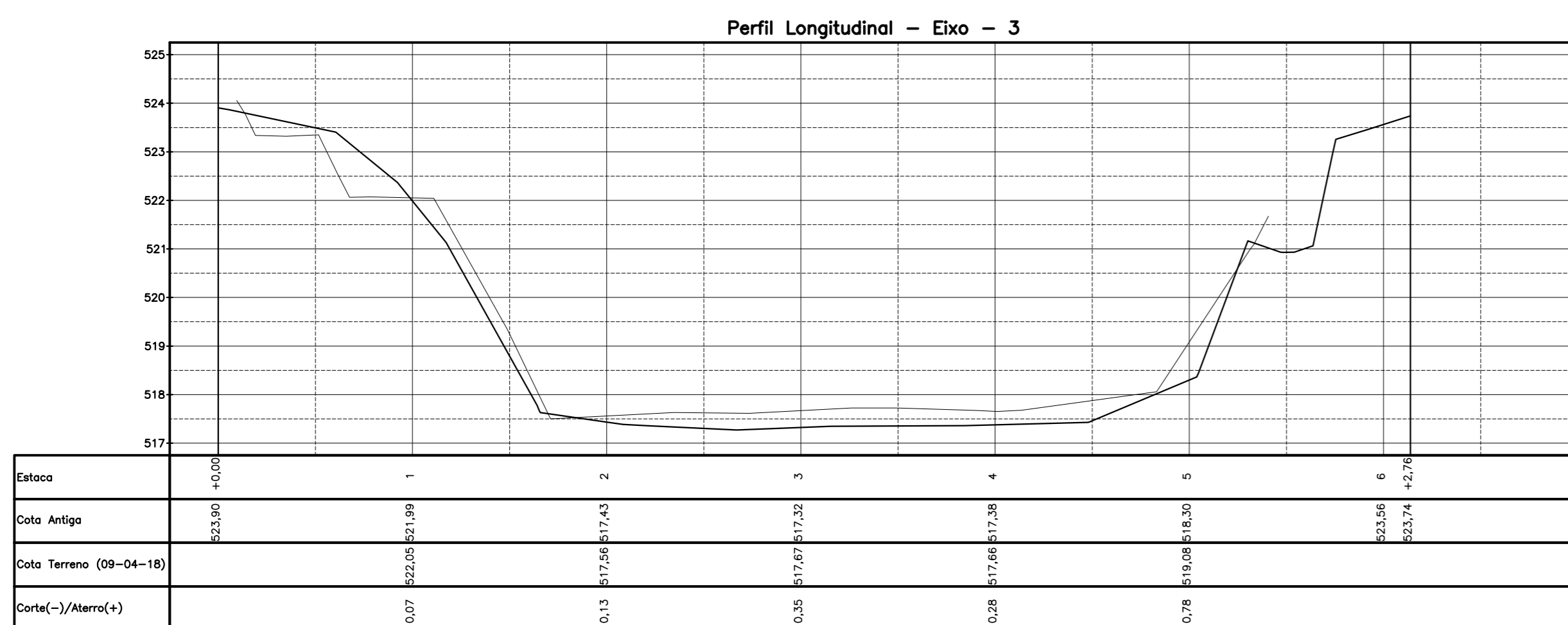
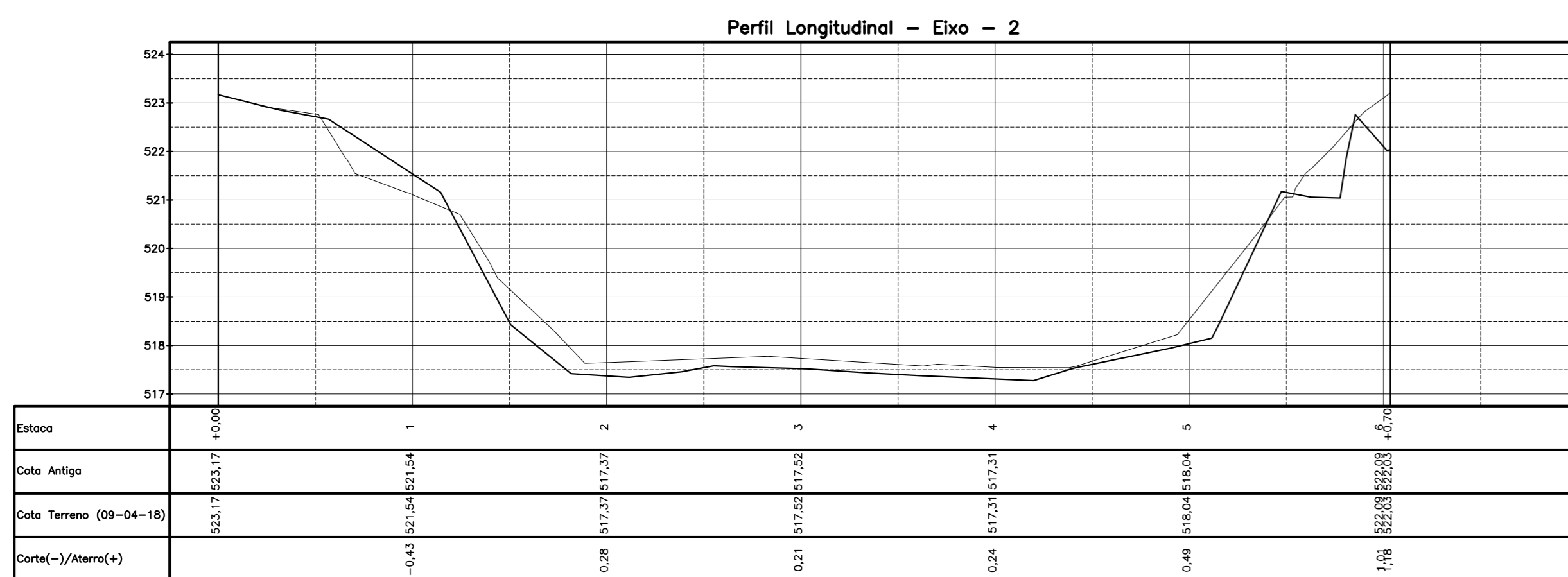
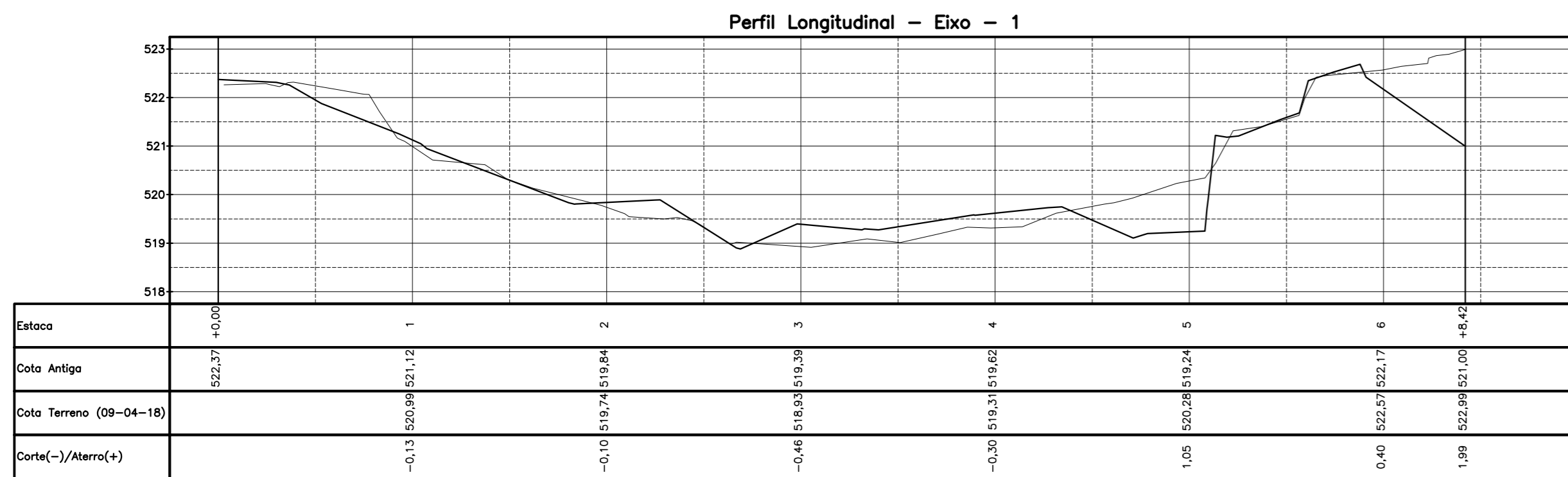
Obs: esse valor não foi considerado no orçamento apresentado.

**DESENHOS**

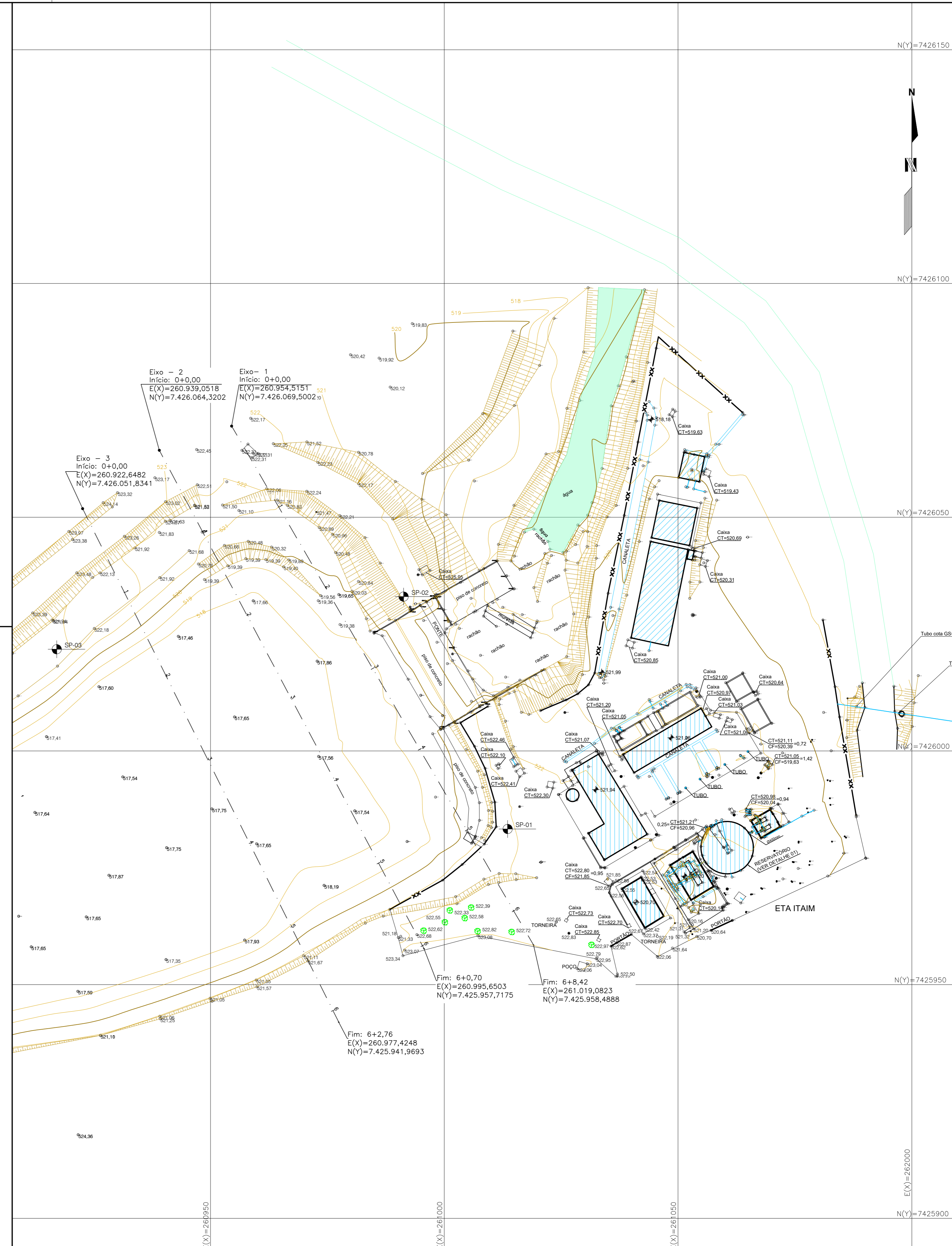
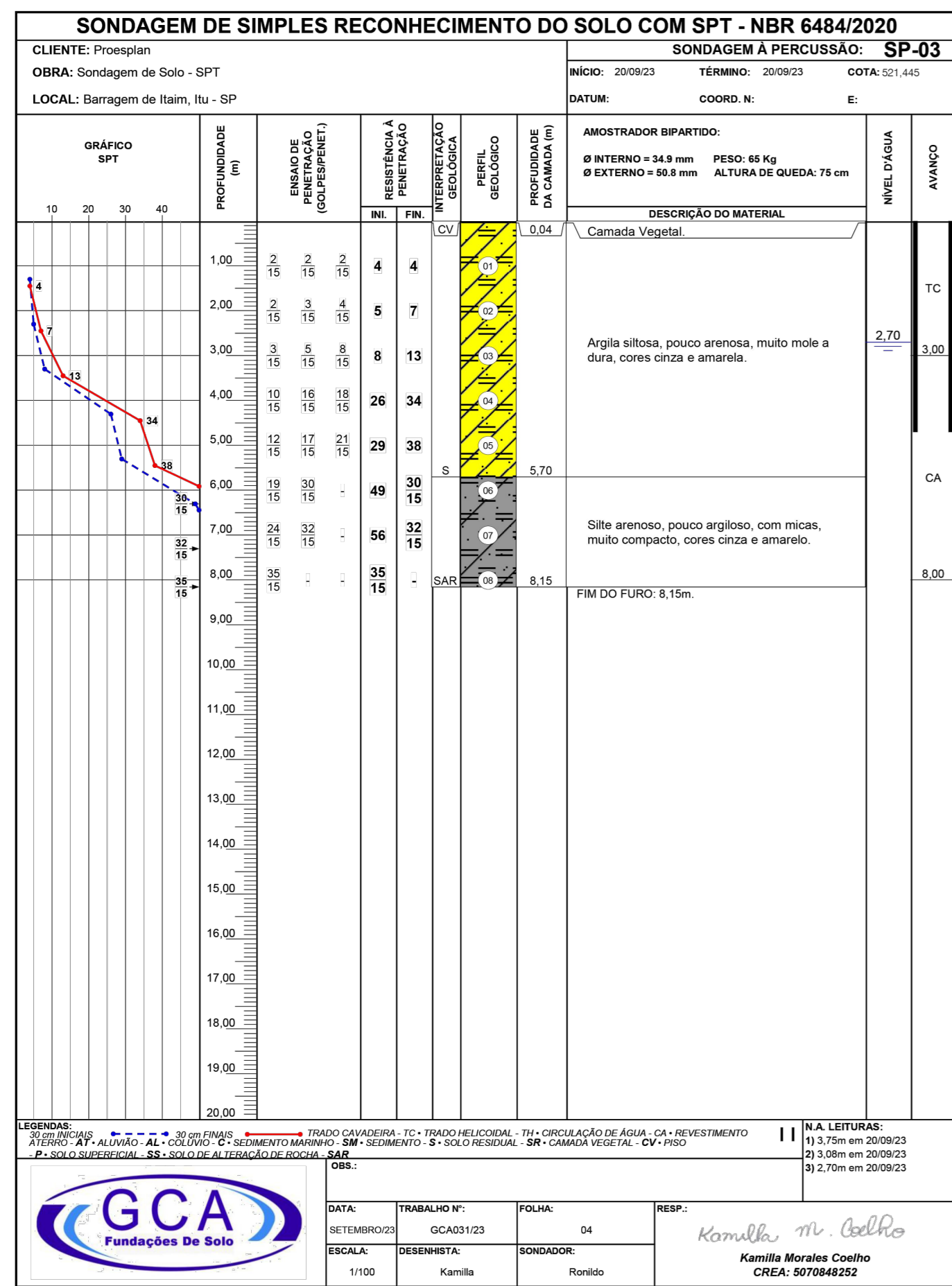
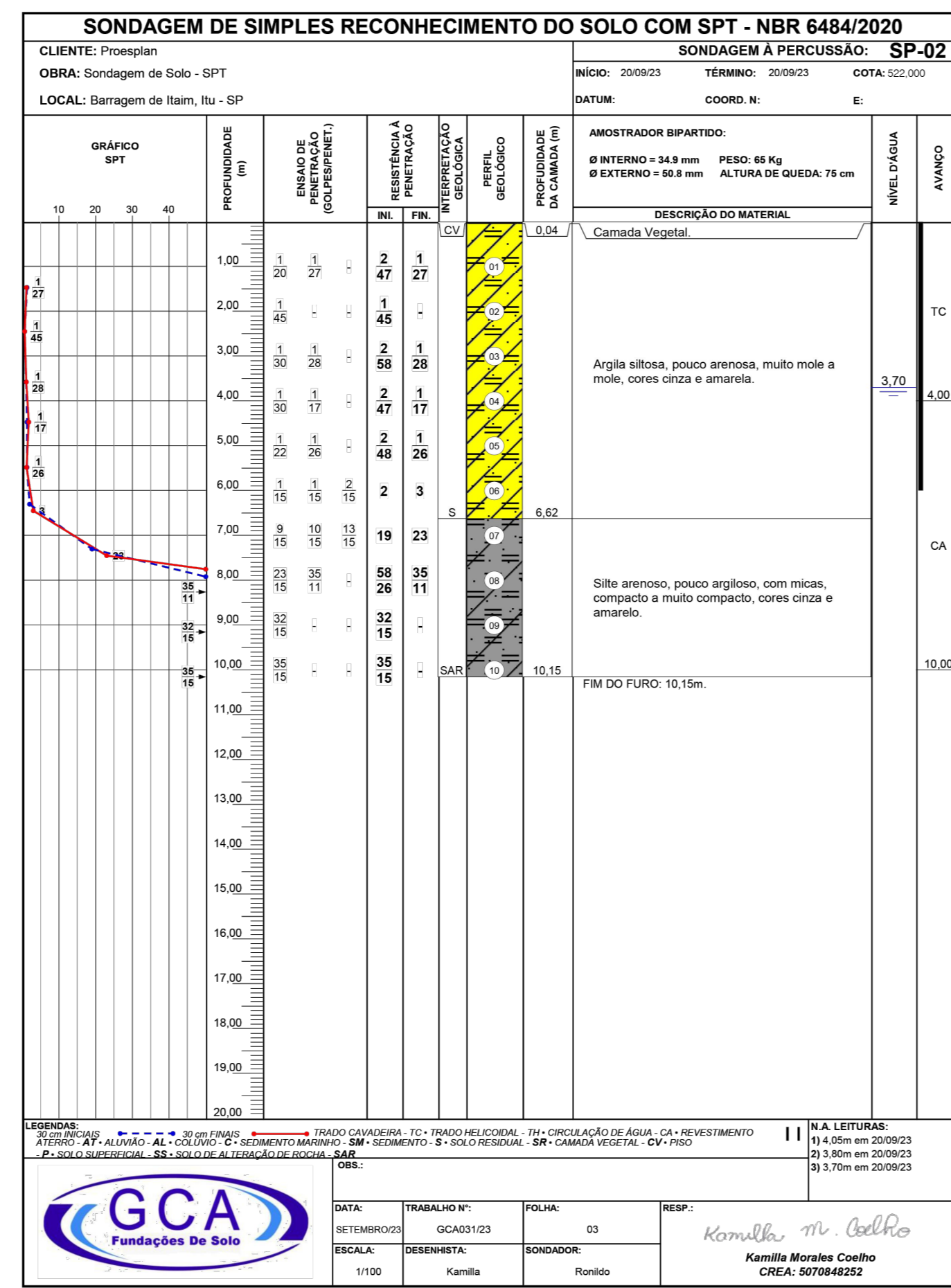
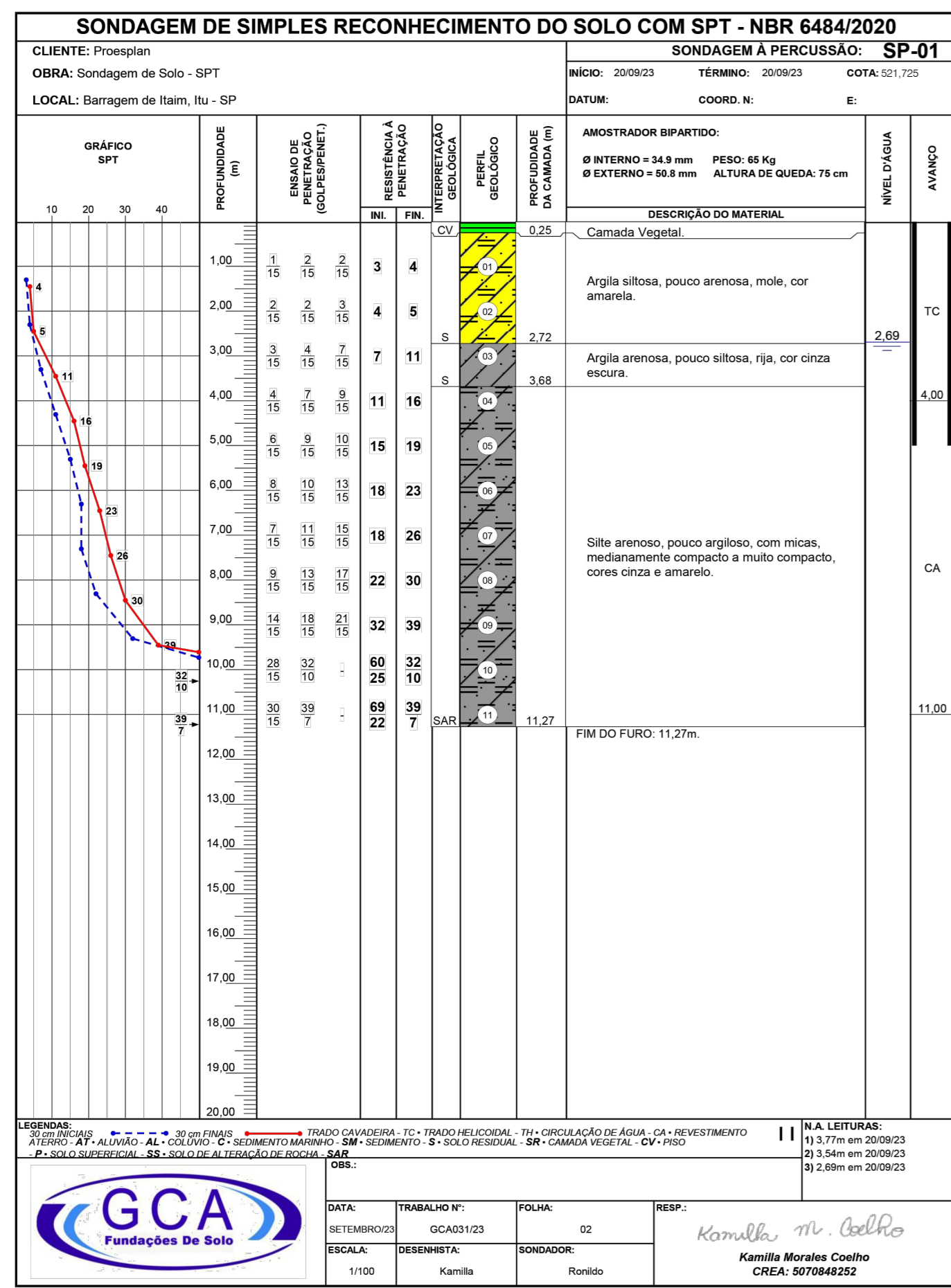
RELAÇÃO DE DESENHOS

Número	Desenho	Folha
474A-GER-BAR-001	Projeto Executivo de Recuperação da Barragem do Itaim <b>Bacia Contribuinte do Córrego Itaim Guaçu</b> Planta Geral	01/01
474A-TOP-BAR-001	Projeto Executivo de Recuperação da Barragem do Itaim <b>Levantamento Topográfico</b> Planta Geral e Seções	01/01
474A-SON-BAR-001	Projeto Executivo de Recuperação da Barragem do Itaim <b>Locação e Perfis das Sondagens</b> Planta Geral	01/01
474A-DET-BAR-001	Projeto Executivo de Recuperação da Barragem do Itaim <b>Obras Propostas</b> Planta Geral, Corte e Detalhe	01/02
474A-DET-BAR-002	Projeto Executivo de Recuperação da Barragem do Itaim <b>Obras Propostas</b> Planta e Cortes	02/02



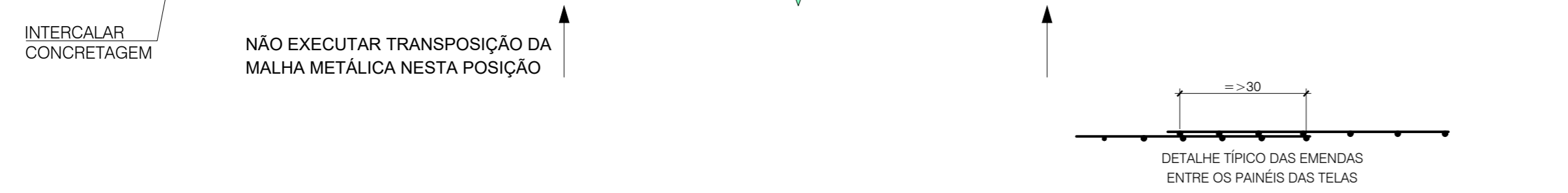
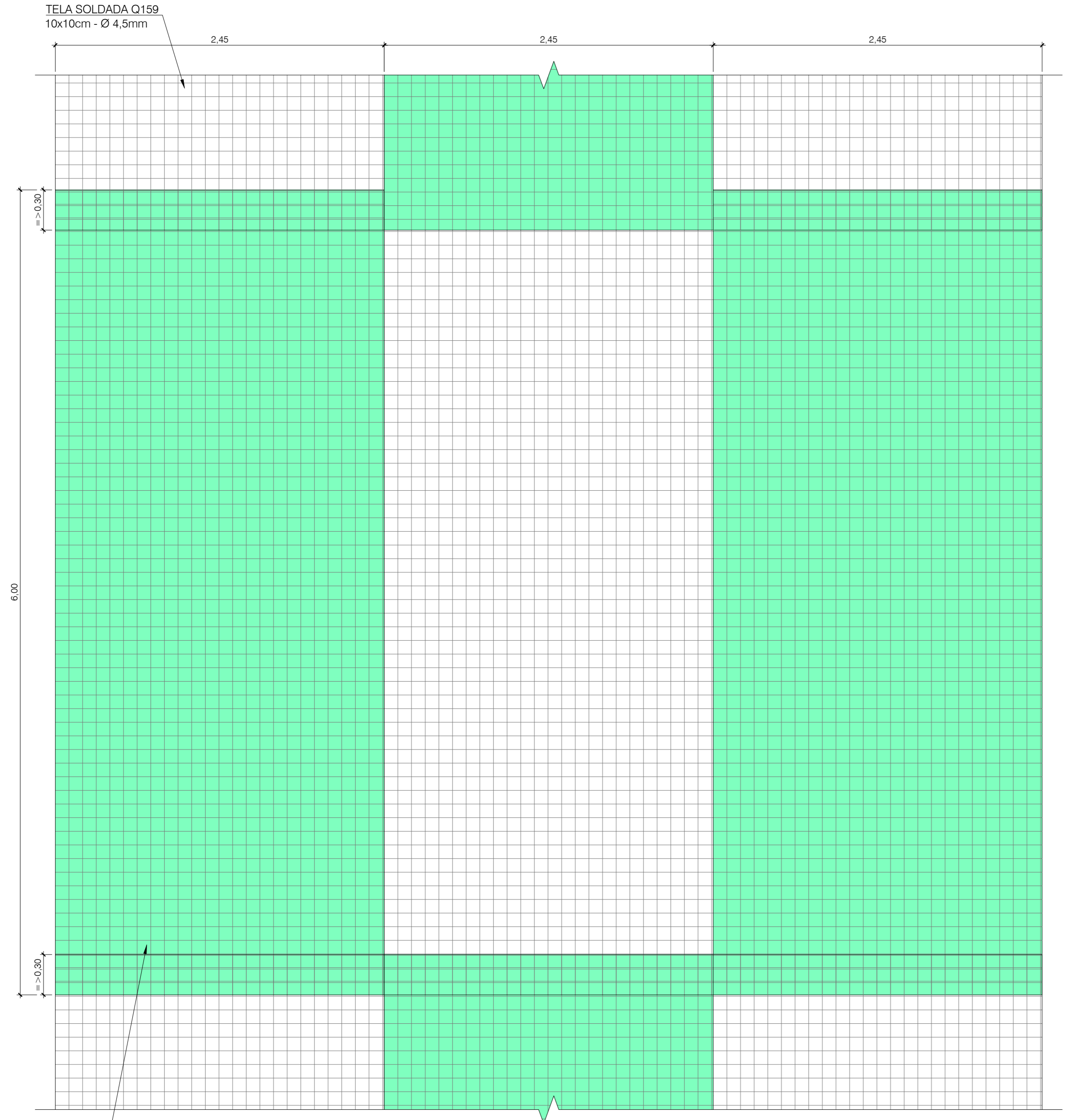


Nº	DATA	REVISÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR	PREFEITURA DE ITU ACEITO DATA	DESENHOS DE REFERÊNCIA	NÚMERO	NOTAS	PREFEITURA DE ITU VISTO E ACEITO	EXECUTADO POR: <b>PROESPLAN</b> Engenharia	PREFEITURA DA ESTANÇÃO TURÍSTICA DE ITU PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DO ITAIM LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANTA GERAL E SEÇÕES	Nº	REV.	FL.
0	10/2023	EMISSÃO INICIAL	A.P.P.A.	V.O.M.				1 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO FORNECIDO PELA GEOSIG ENGENHARIA LTDA.	DES.: A.P.P.A. 10/2023 PROJ.: V.O.M. 10/2023		ÁREA PROJ.: MUNICÍPIO DE ITU SUB-ÁREA PROJ.: SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	01/01	0	01/01
											Nº CONTRATADA <b>474A-TOP-BAR-001</b>			
											ESCALA 1:500			

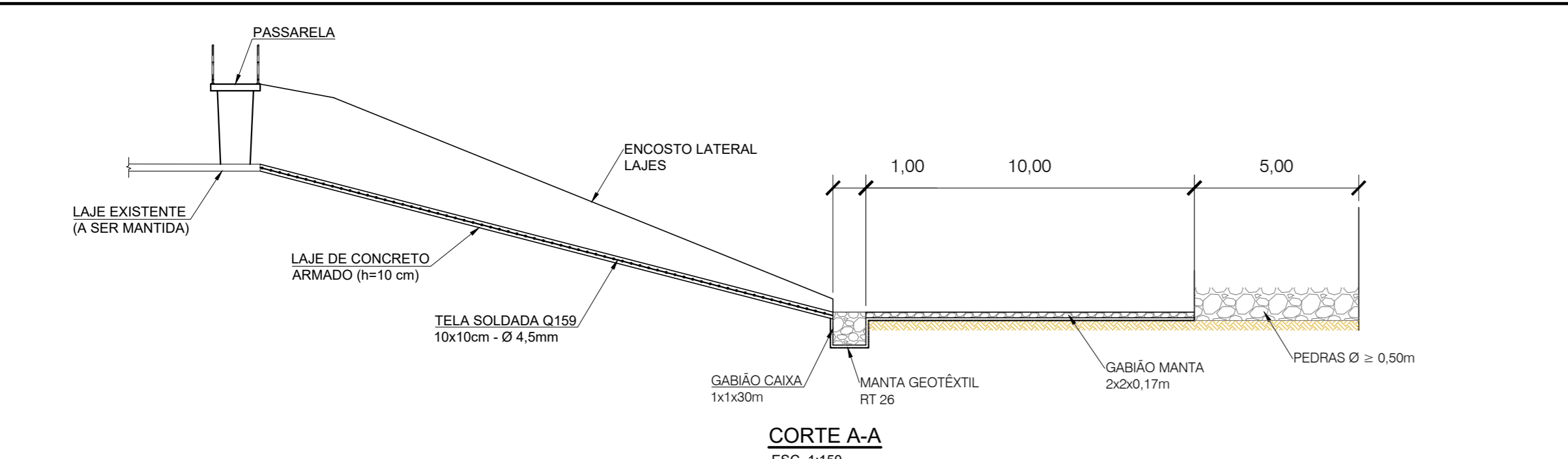


Nº	DATA	REVISÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR	PREFEITURA DE ITU ACEITO DATA	DESENHOS DE REFERÊNCIA	NÚMERO	NOTAS	PREFEITURA DE ITU VISTO E ACEITO	EXECUTADO POR: PROESPLAN Engenharia	PREFEITURA DA ESTANCIA TURISTICA DE ITU PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DO ITAIM LOCAÇÃO E PERFIS DAS SONDAJENS PLANTA GERAL	Nº	REV.	FL.
0	10/2023	EMISSÃO INICIAL	A.P.P.A.	V.O.M.				1 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO FORNECIDO PELA GEOSIG ENGENHARIA LTDA.	ESTA ACEITAÇÃO NÃO ISENTA A CONTRATADA DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO	DES.: A.P.P.A. 10/2023 PROJ.: V.O.M. 10/2023	ÁREA PROJ.: MUNICÍPIO DE ITU SUB-ÁREA PROJ.: SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	474A-SON-BAR-001	0	01/01
									ANALISADO: / / ACEITO: / / VISTO: / /	ASS.: CREA: 0600490805 10/2023	ESCALA: 1:500			

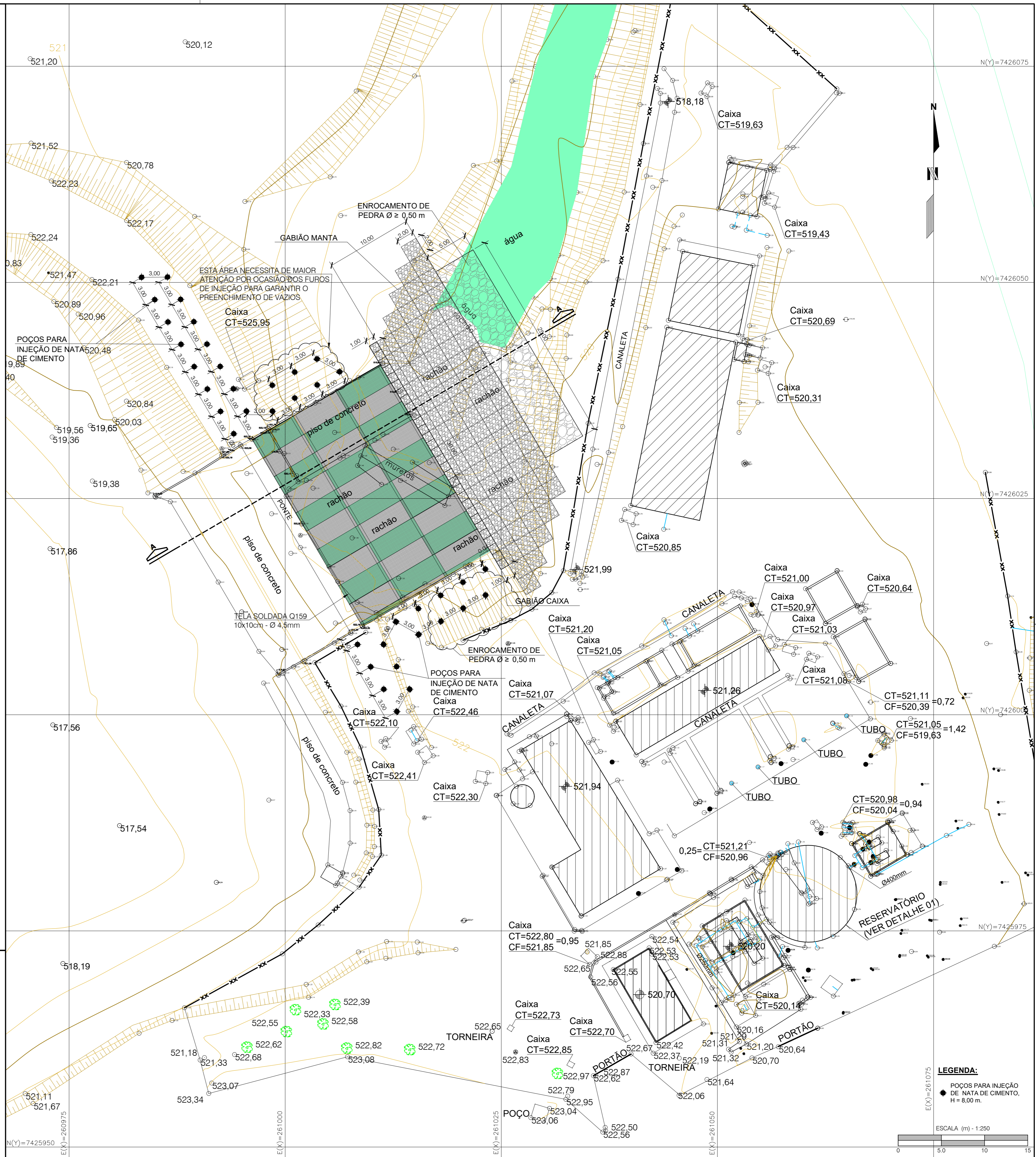
**DETALHE DA POSIÇÃO DOS PAINÉIS DAS TELAS**  
ESC. 1:25



- LEGENDA:**
- FASE DE CONCRETAGEM 1
  - FASE DE CONCRETAGEM 2



**CORTE A-A**  
ESC. 1:150



- LEGENDA:**
- POÇOS PARA INJEÇÃO DE NATA DE CIMENTO, H = 8.00 m.

ESCALA (m) - 1:250

Nº	DATA	REVISÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR	PREFEITURA DE ITU ACEITO	DATA	DESENHOS DE REFERÊNCIA	NÚMERO
0	10/2023	EMISSÃO INICIAL	A.P.P.A.	V.O.M.				

NOTAS  
1 - LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO FORNECIDO PELA GEOSIG ENGENHARIA LTDA.

PREFEITURA DE ITU  
VISTO E ACEITO

ESTA ACEITAÇÃO NÃO ISENTA A CONTRATADA DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO

ANALISADO: / /  
ACEITO: / /  
VISTO: / /

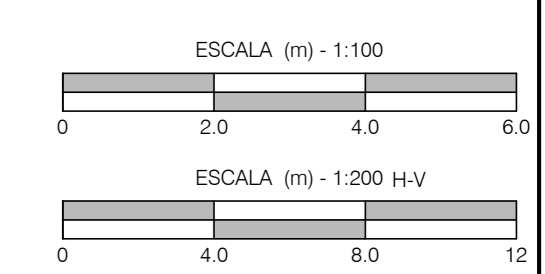
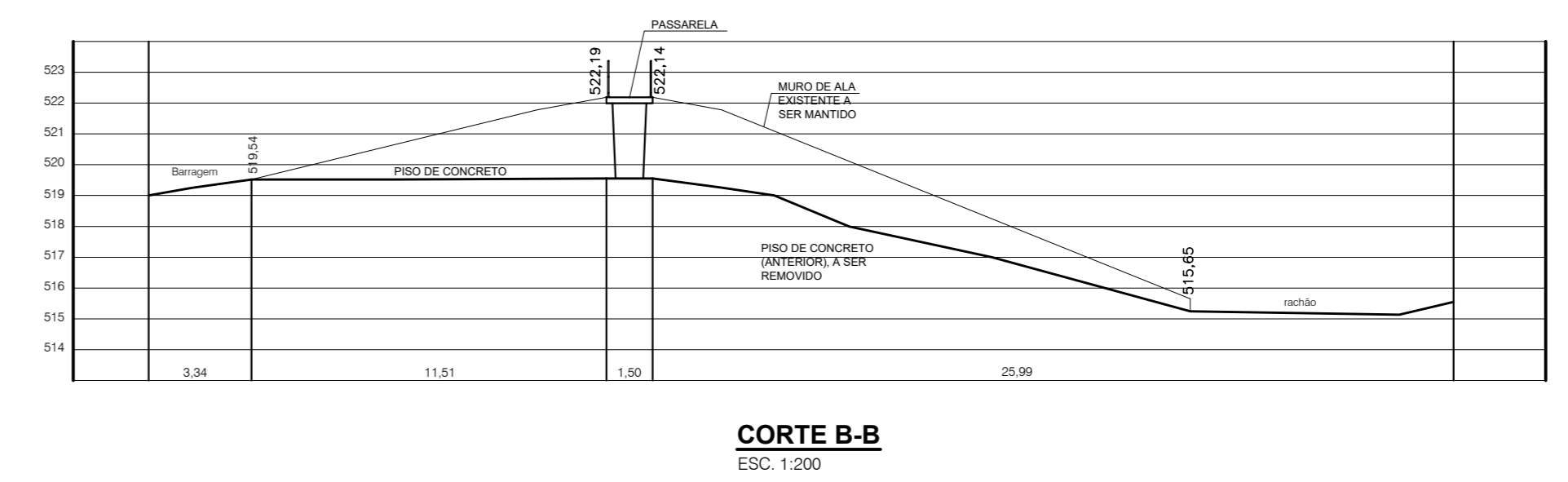
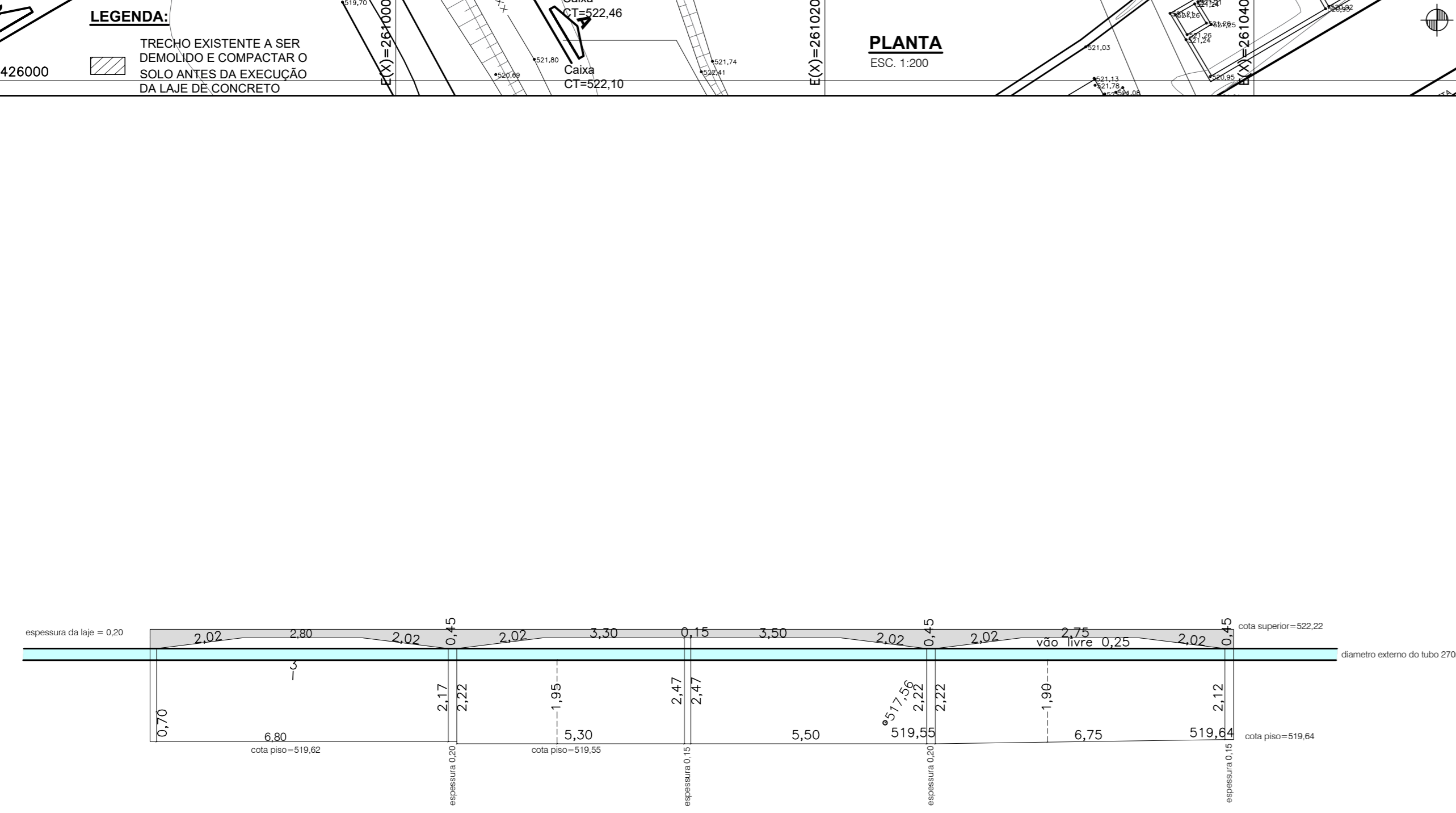
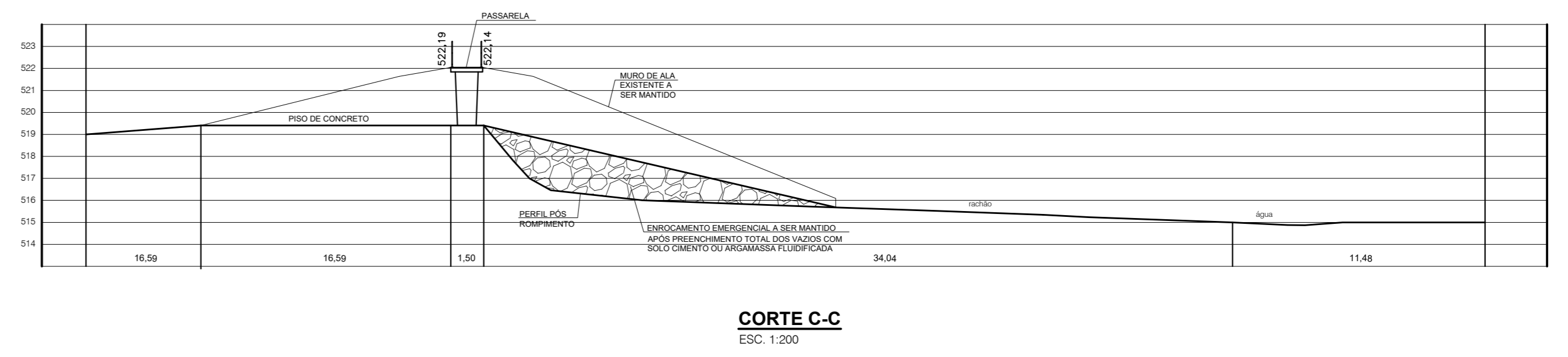
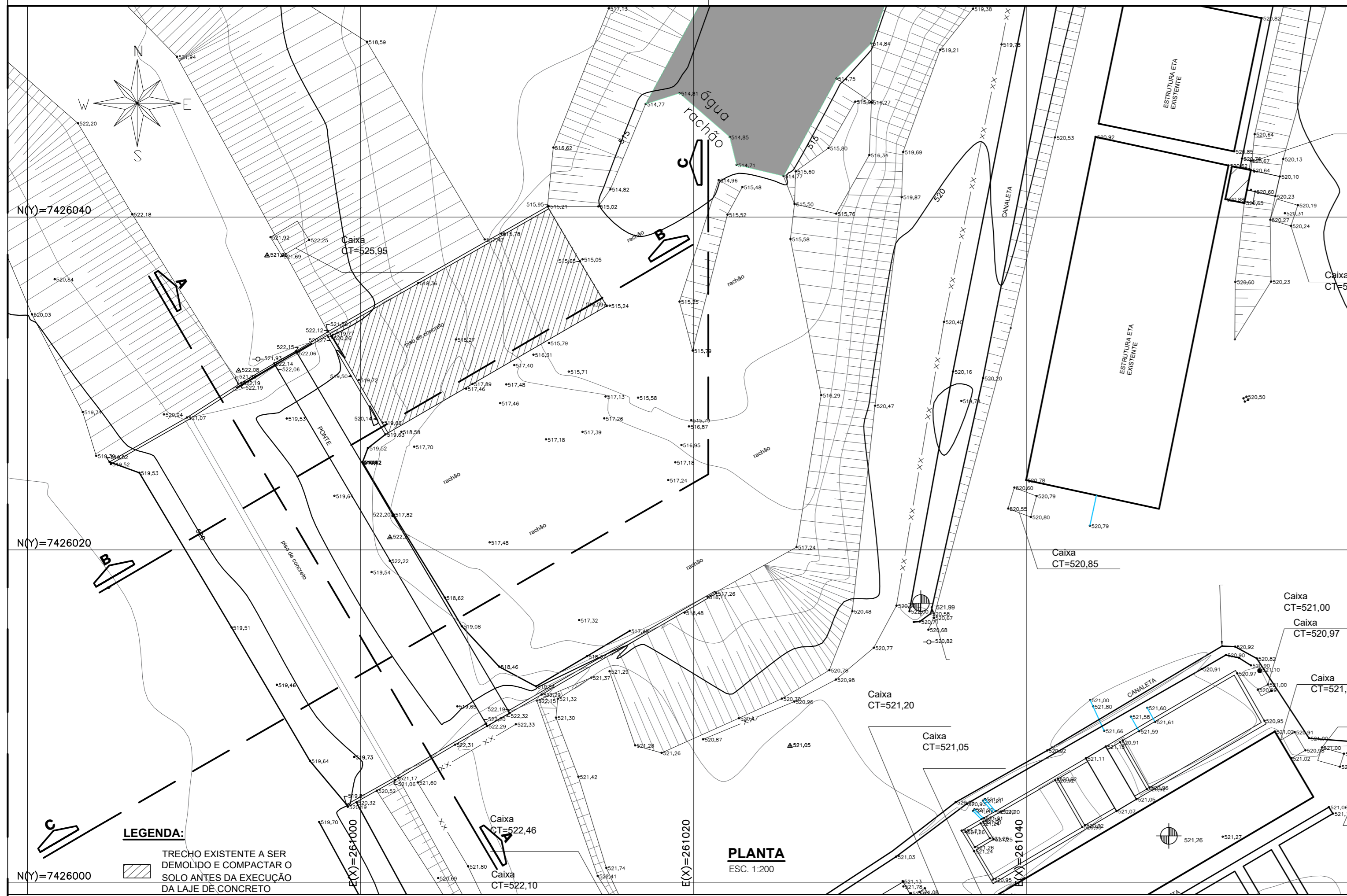
EXECUTADO POR:  
**PROESPLAN**  
Engenharia

DES.: A.P.P.A. 10/2023  
PROJ.: V.O.M. 10/2023  
APROVADO POR: V.O.M.  
ASS.: CREA: 0600490805 10/2023

PREFEITURA DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE ITU  
**PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DO ITAIM**  
OBRAS PROPOSTAS  
**PLANTA GERAL, CORTE E DETALHE**

ÁREA PROJ.: MUNICÍPIO DE ITU  
SUB-ÁREA PROJ.: SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Nº	REV.	FL.
	0	01/02
N.º CONTRATADA <b>474A-DET-BAR-001</b>		
ESCALA INDICADA		



Nº	DATA	REVISÃO	EXECUTADO POR	APROVADO POR	PREFEITURA DE ITU		DESENHOS DE REFERÊNCIA	NÚMERO	NOTAS
					ACEITO	DATA			
0	10/2023	EMISSÃO INICIAL	A.P.P.A.	V.O.M.					

PREFEITURA DE ITU VISTO E ACEITO		EXECUTADO POR:	
ESTA ACEITAÇÃO NÃO ISENTA A CONTRATADA DAS RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES ESTABELECIDAS NO CONTRATO		<b>PROESPLAN</b> Engenharia	
		PROJ.: V.O.M.	10/2023
		APPROVADO POR: V.O.M.	
ANALISADO: / /	PROJ.: / /	DES.: / /	10/2023
ACEITO: / /	APPROVADO POR: / /	ASS.: / /	10/2023
VISTO: / /	ASS.: / /	CREA: 0600490805	10/2023

PREFEITURA DA ESTÂNCIA TURÍSTICA DE ITU			
<b>PROJETO EXECUTIVO DE RECUPERAÇÃO DA BARRAGEM DO ITAIM</b>			
<b>OBRAS PROPOSTAS</b>			
<b>PLANTA E CORTES</b>			
ÁREA PROJ.: MUNICÍPIO DE ITU		SUB-ÁREA PROJ.: SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
Nº		FL.	
0		02/02	
N.º CONTRATADA		474A-DET-BAR-002	
ESCALA		INDICADAS	