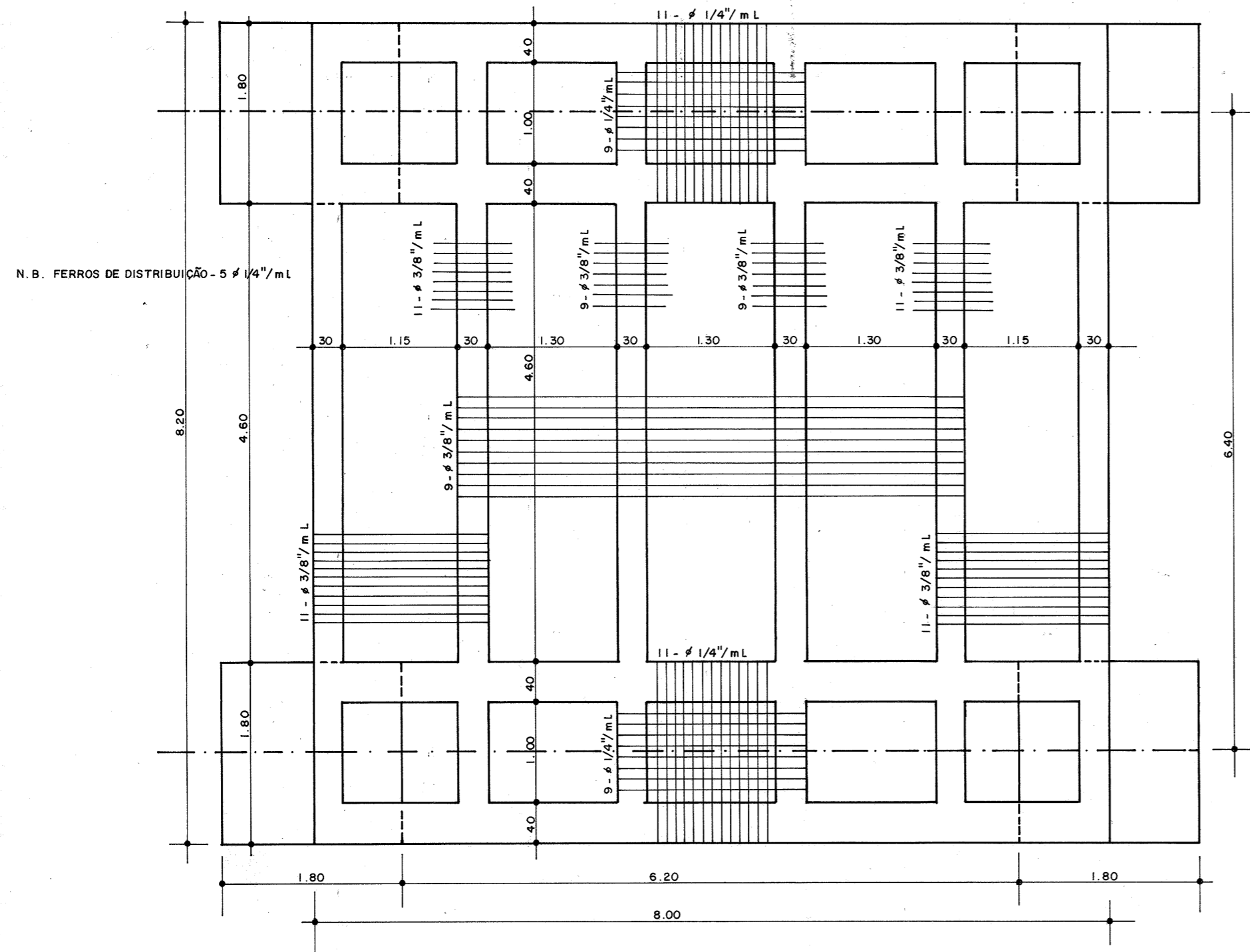


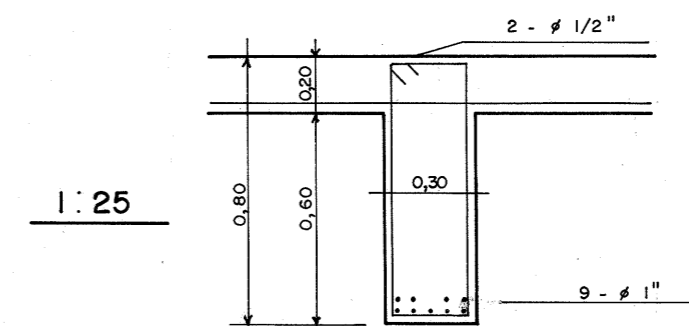
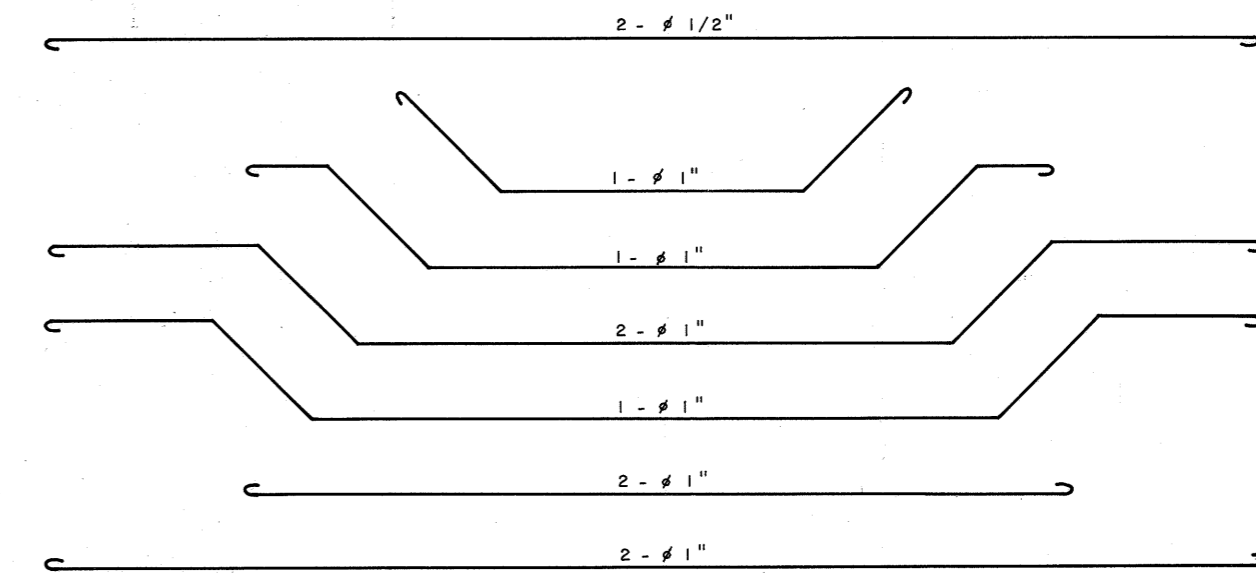
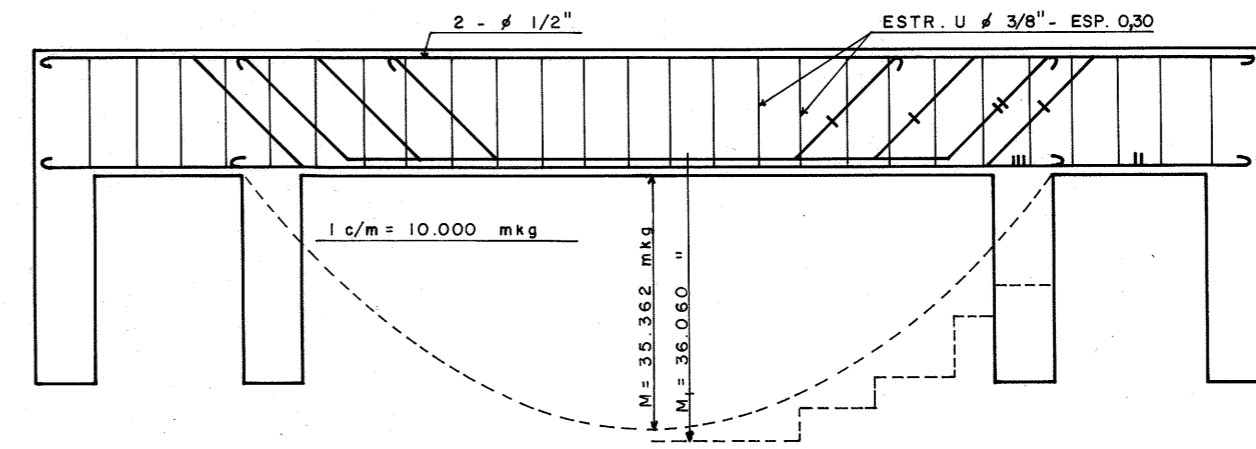
PORTO DE IMBITUBA

CAES PARA 5 Ton/m² DETALHE DO ESTRADO SUPERIOR



VIGAMENTO E LAGES

ESCALA 1:50



NERVURAS TRANSVERSAES

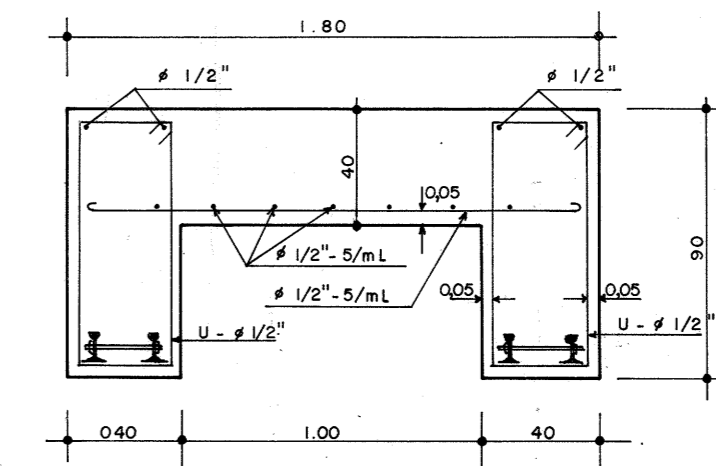
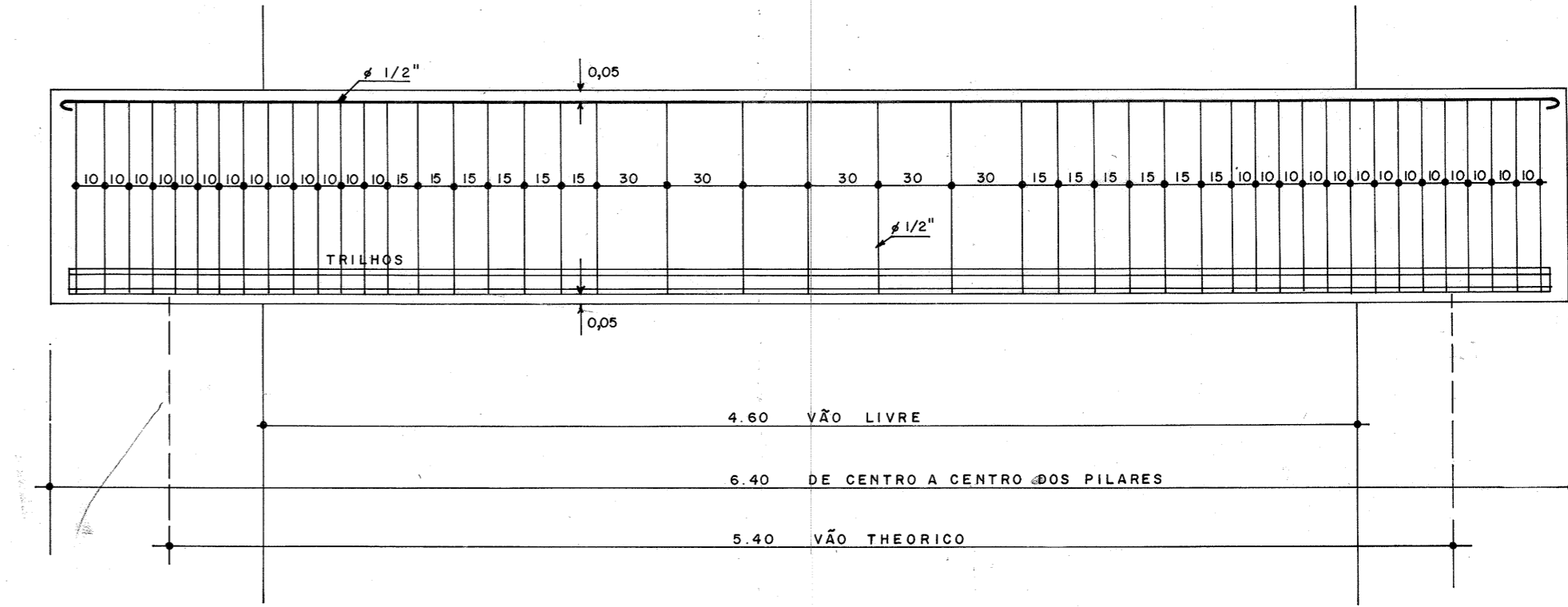
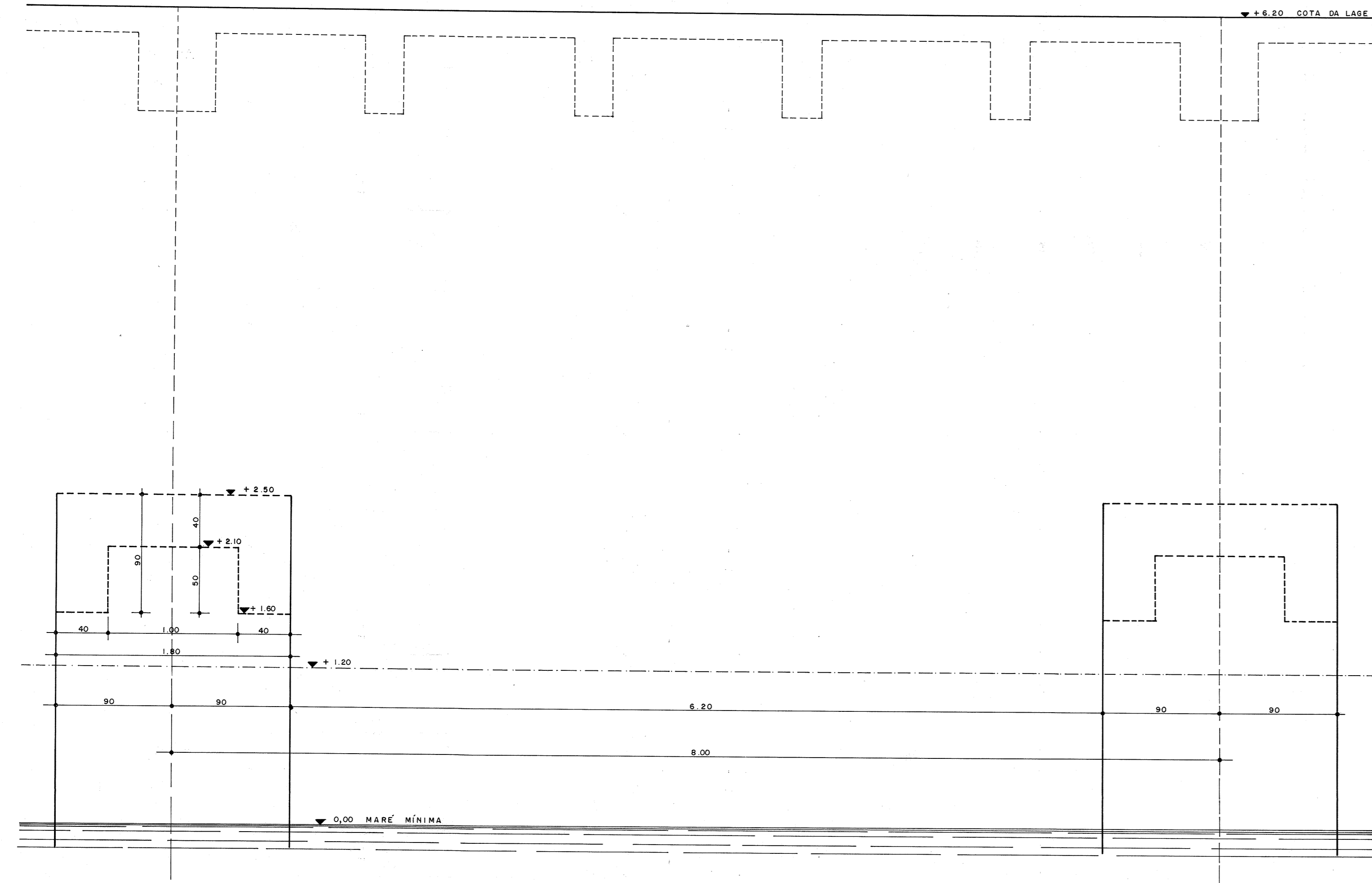
Nº 2100

RIO, 18-3-937

04/08

PORTO DE IMBITUBA

CAES EM ARCOS PARA 5 Ton/m² VIGA TRANSVERSAL DO ESTRADO INFERIOR



03/08

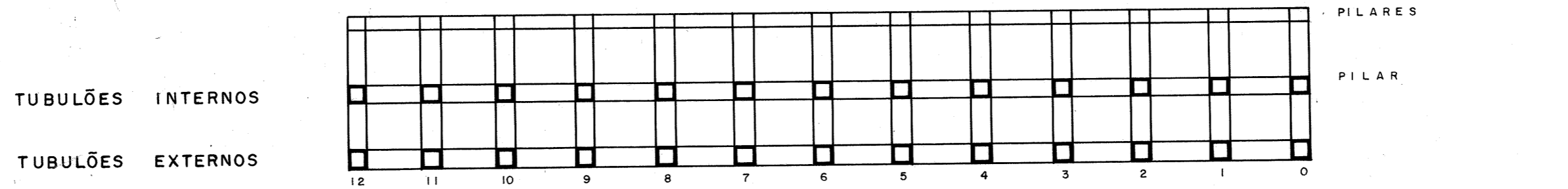
179

PORTO HENRIQUE LAGE - IMBITUBA -

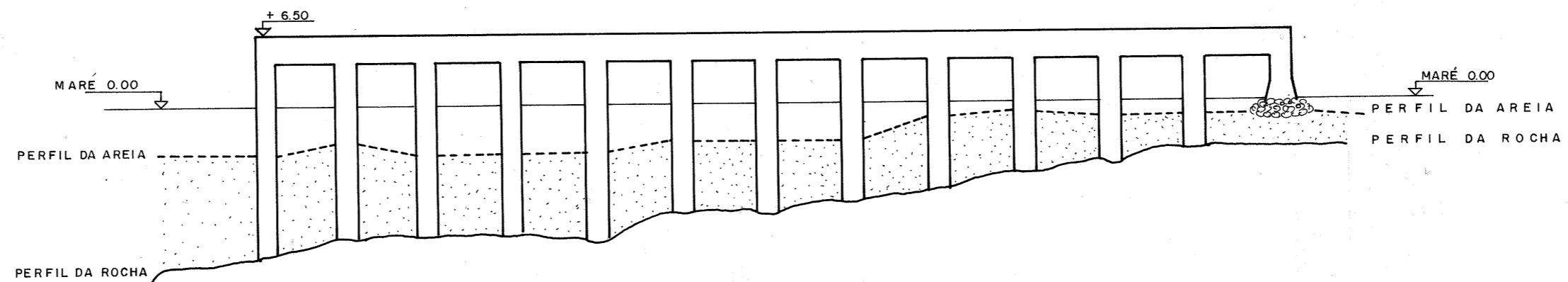
CORTE PELOS ALINHAMENTOS DOS TUBULÕES

MOSTRANDO O PERFIL DO FUNDO

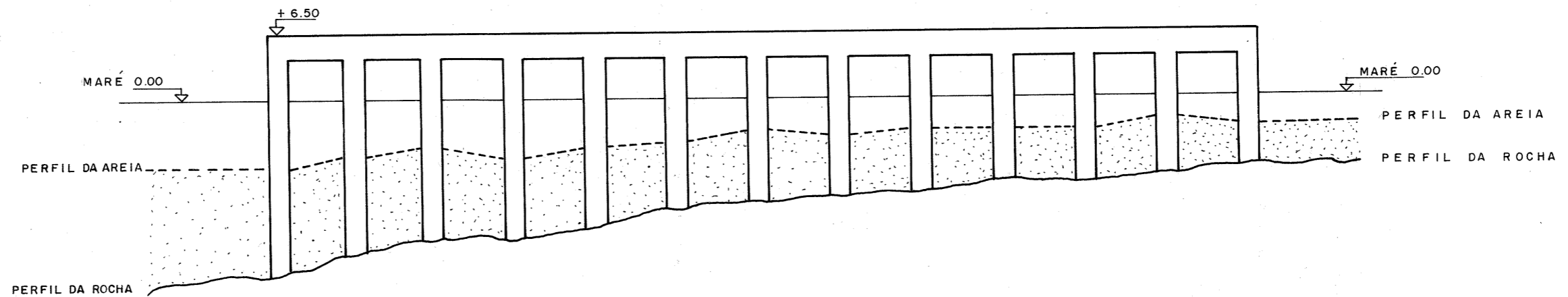
ESCALA - 1:500



PLANTA DOS PILARES E TUBULÕES



ALINHAMENTO DOS TUBULÕES INTERIORES



ALINHAMENTO DOS TUBULÕES EXTERNOS

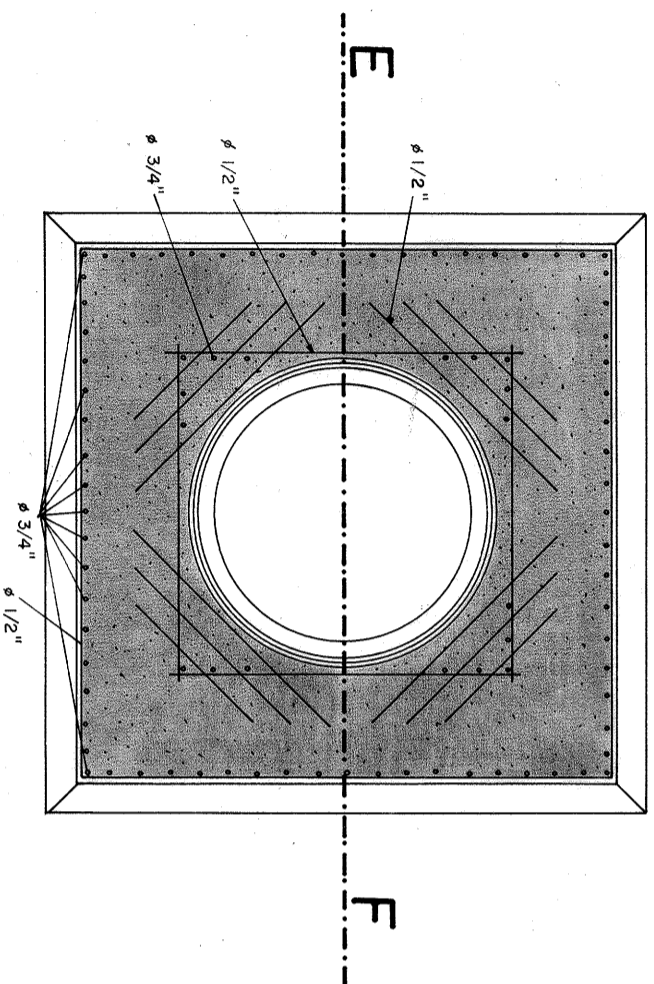
Nº 3395

Rio, 10-5-945

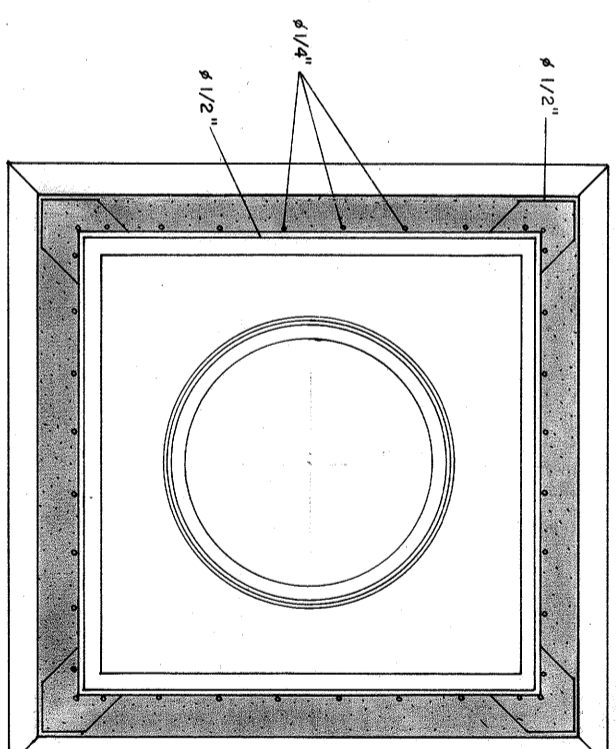
05/08

PORTO DE IMBITUBA

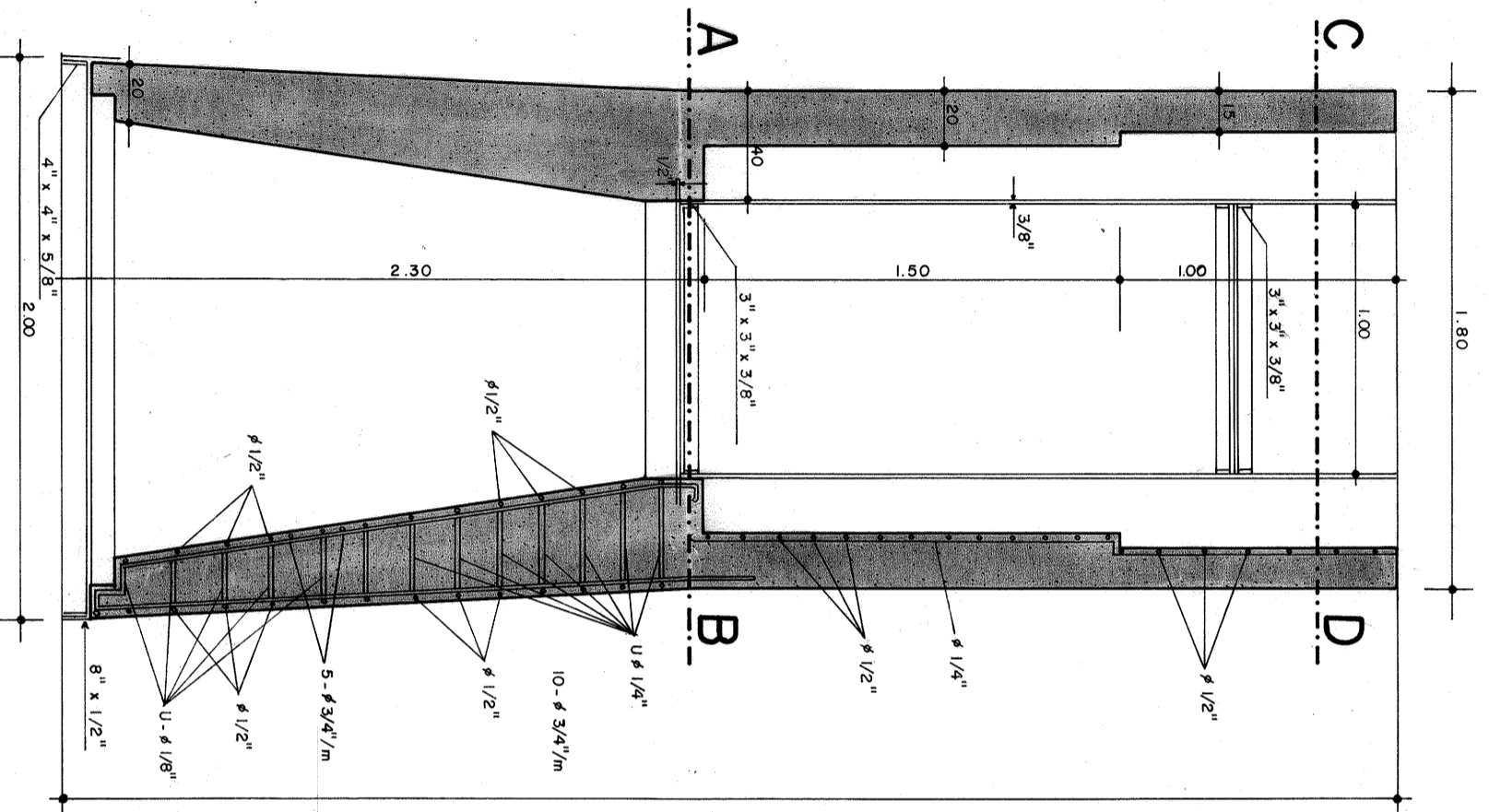
CAES PARA 5 Ton/m² - DETALHE DO CAIXÃO



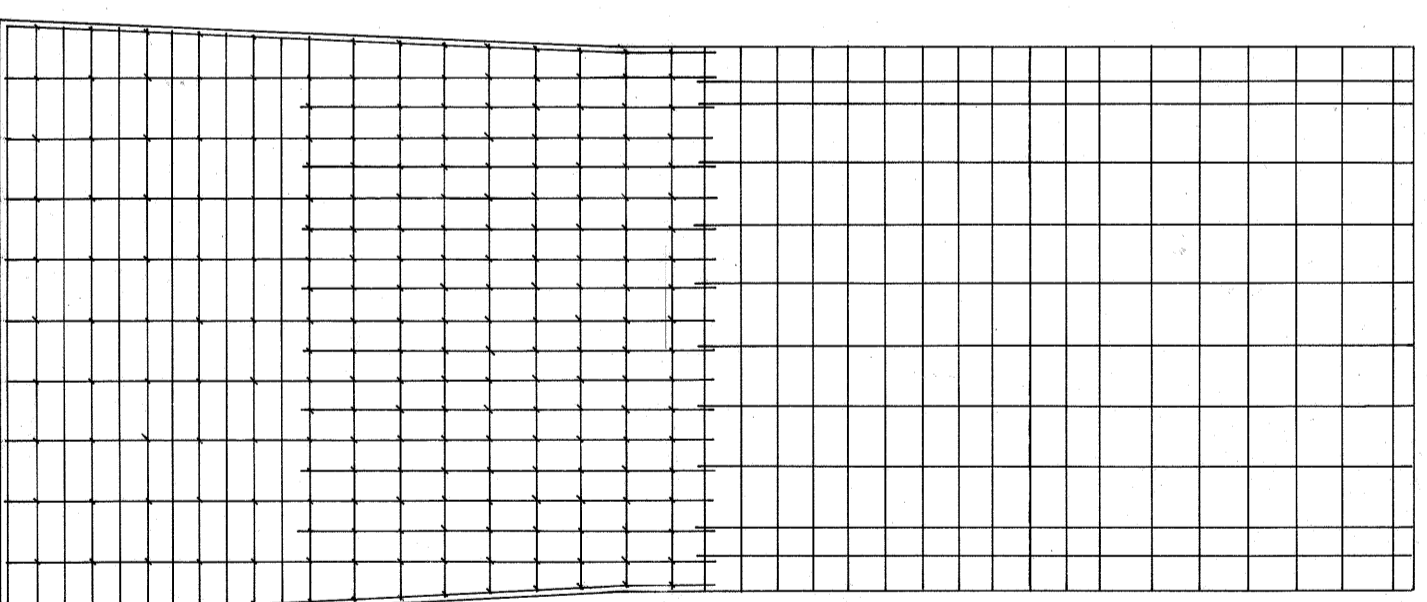
SECCÃO A-B



SECCÃO C-D



SECCÃO E-F



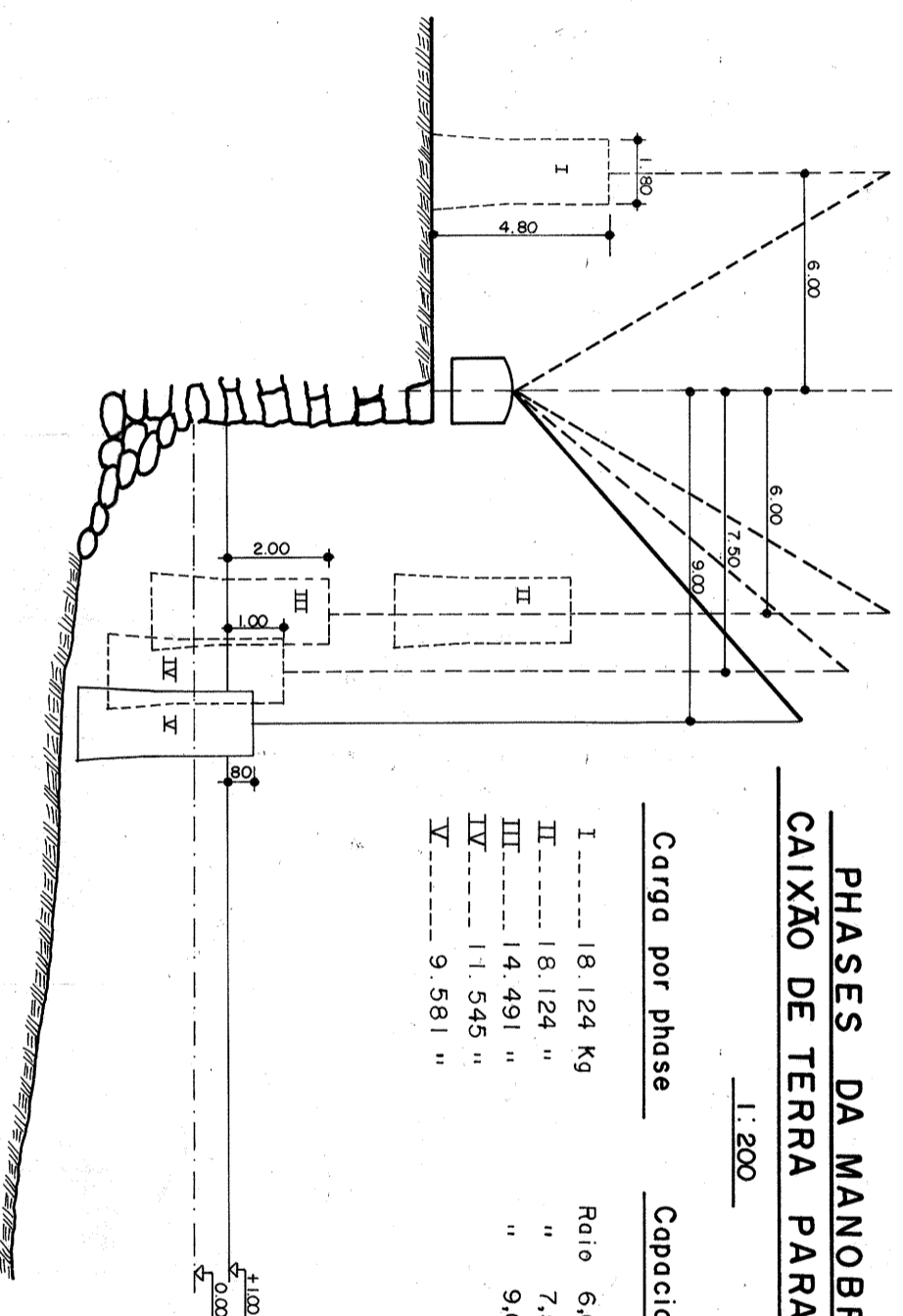
VISTA DE FRENTE

ESCALA 1 : 25

PHASES DA MANOBRA DO CAIXÃO DE TERRA PARA O MAR

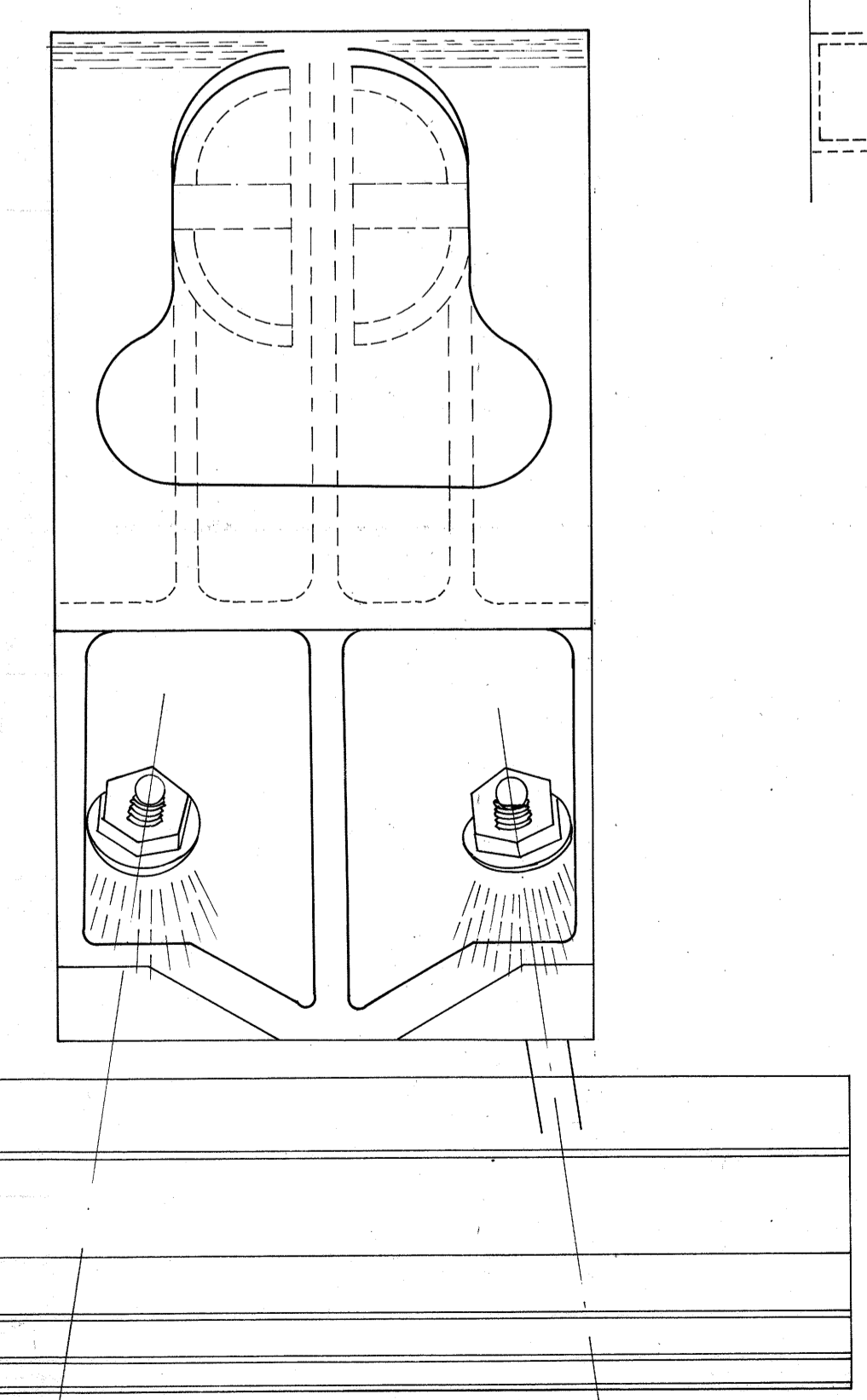
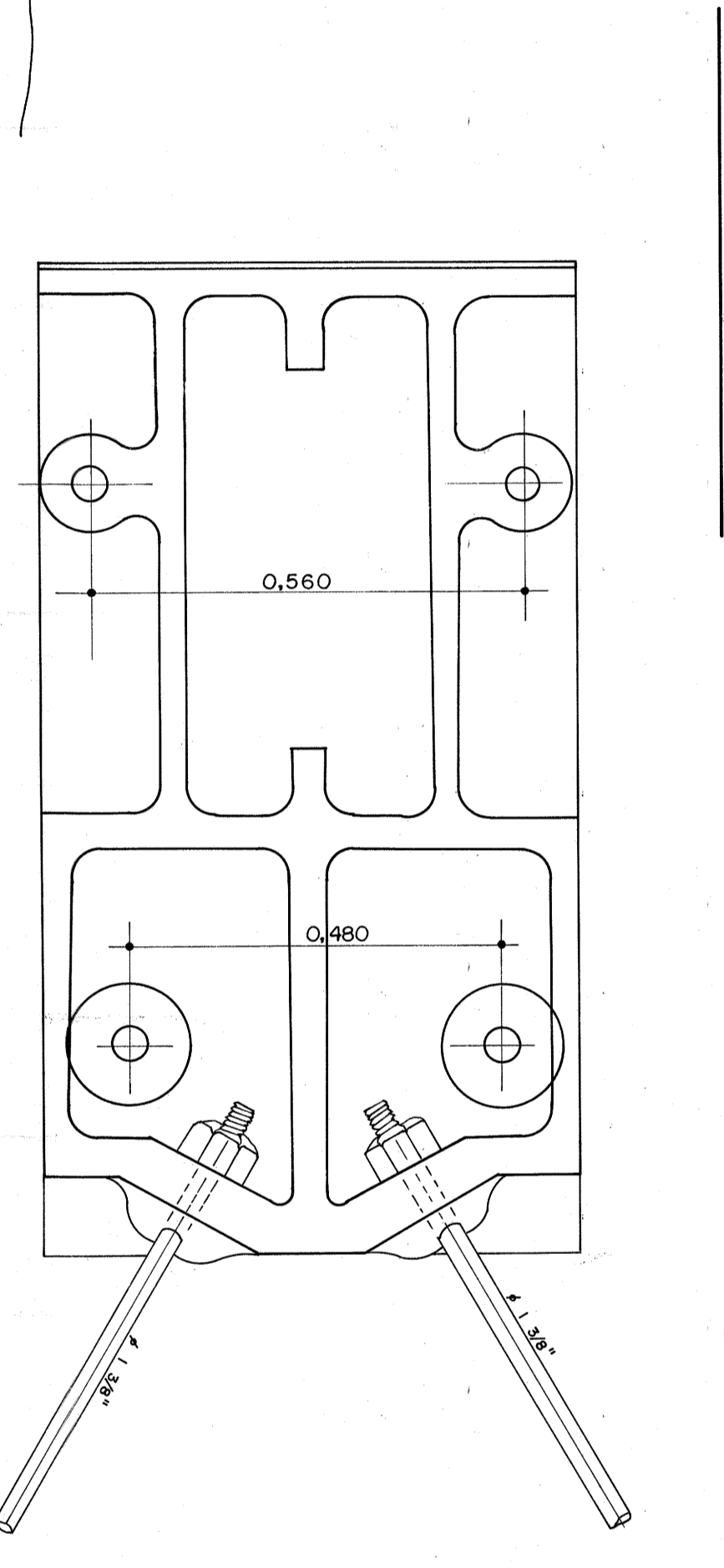
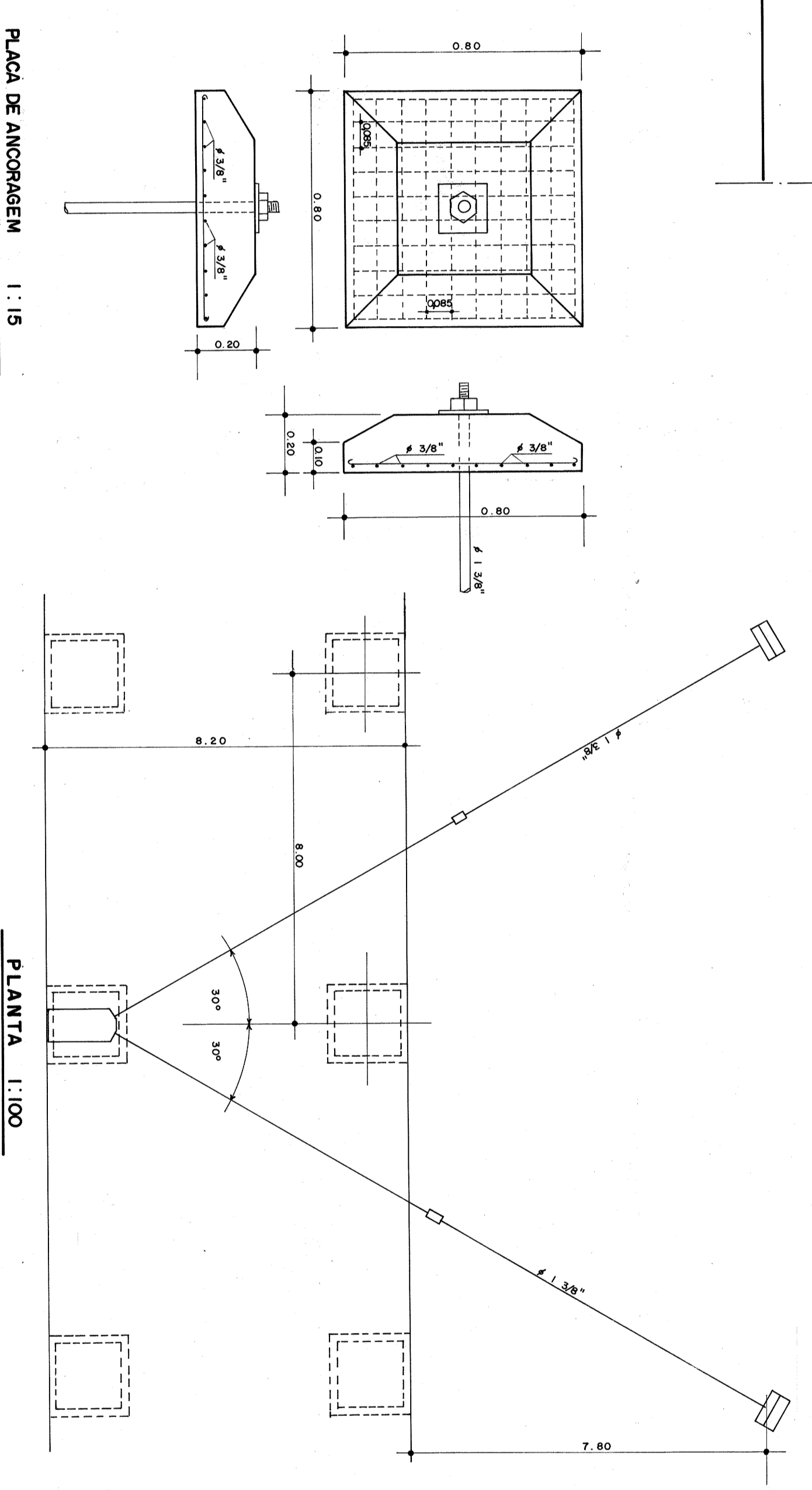
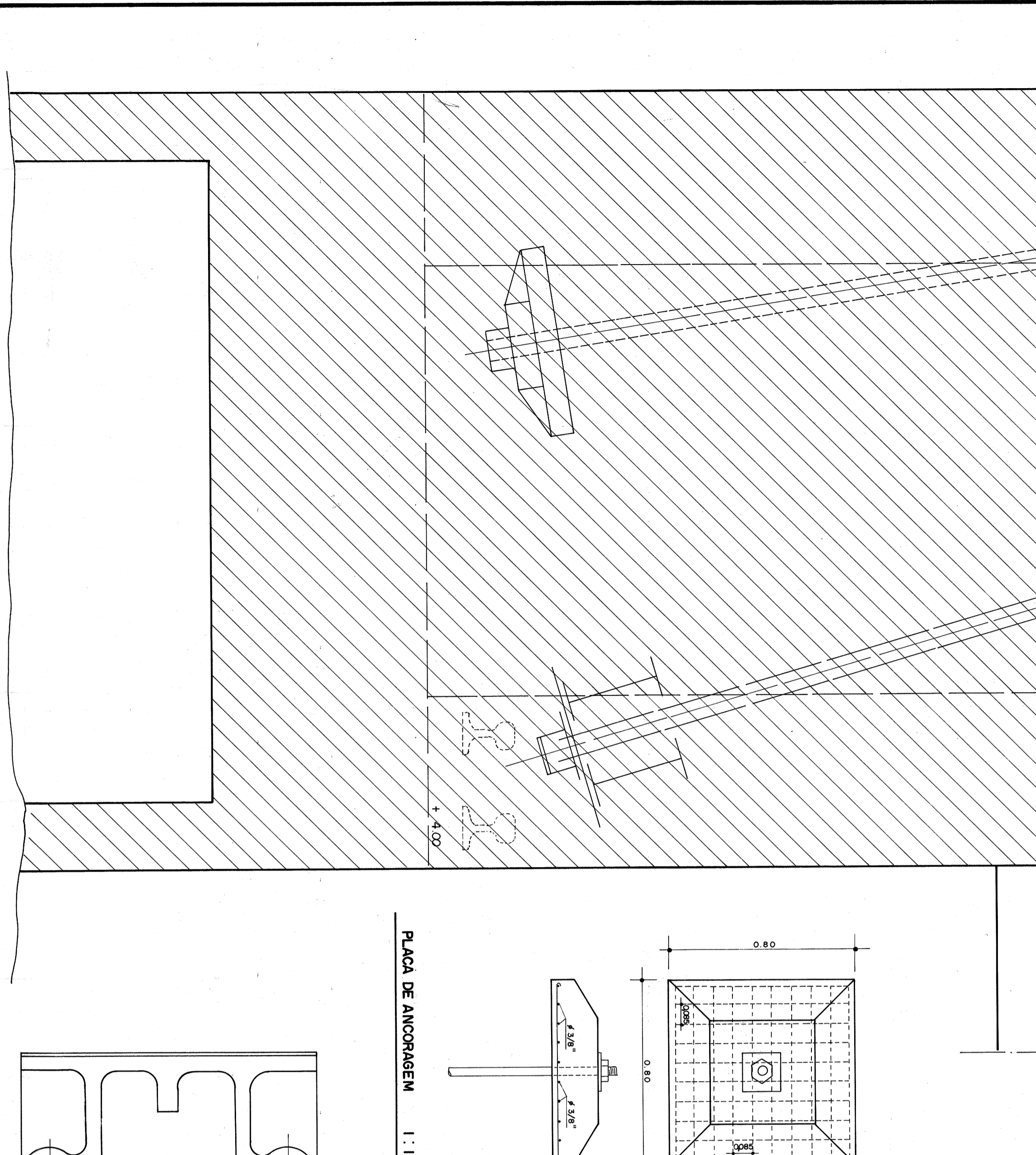
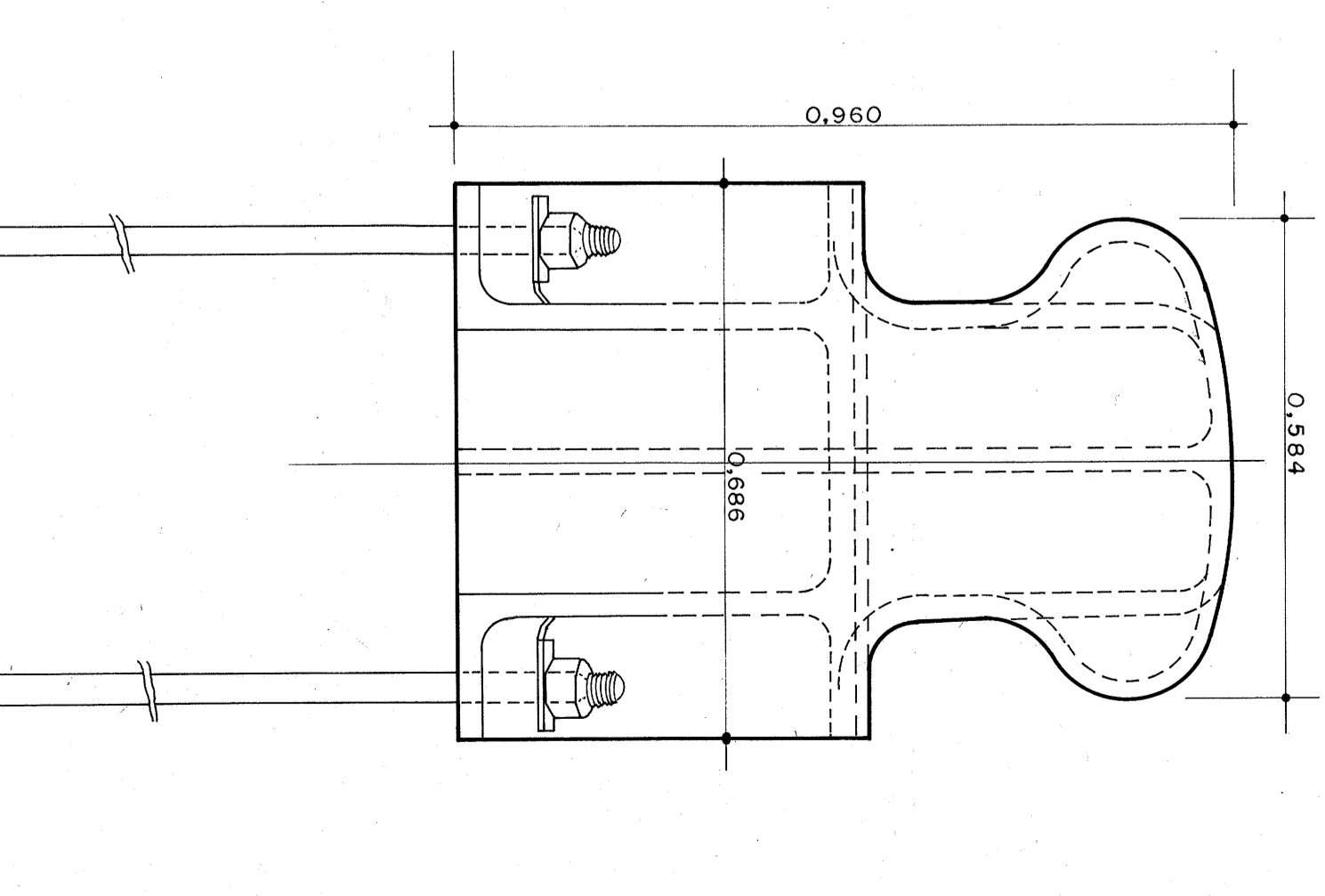
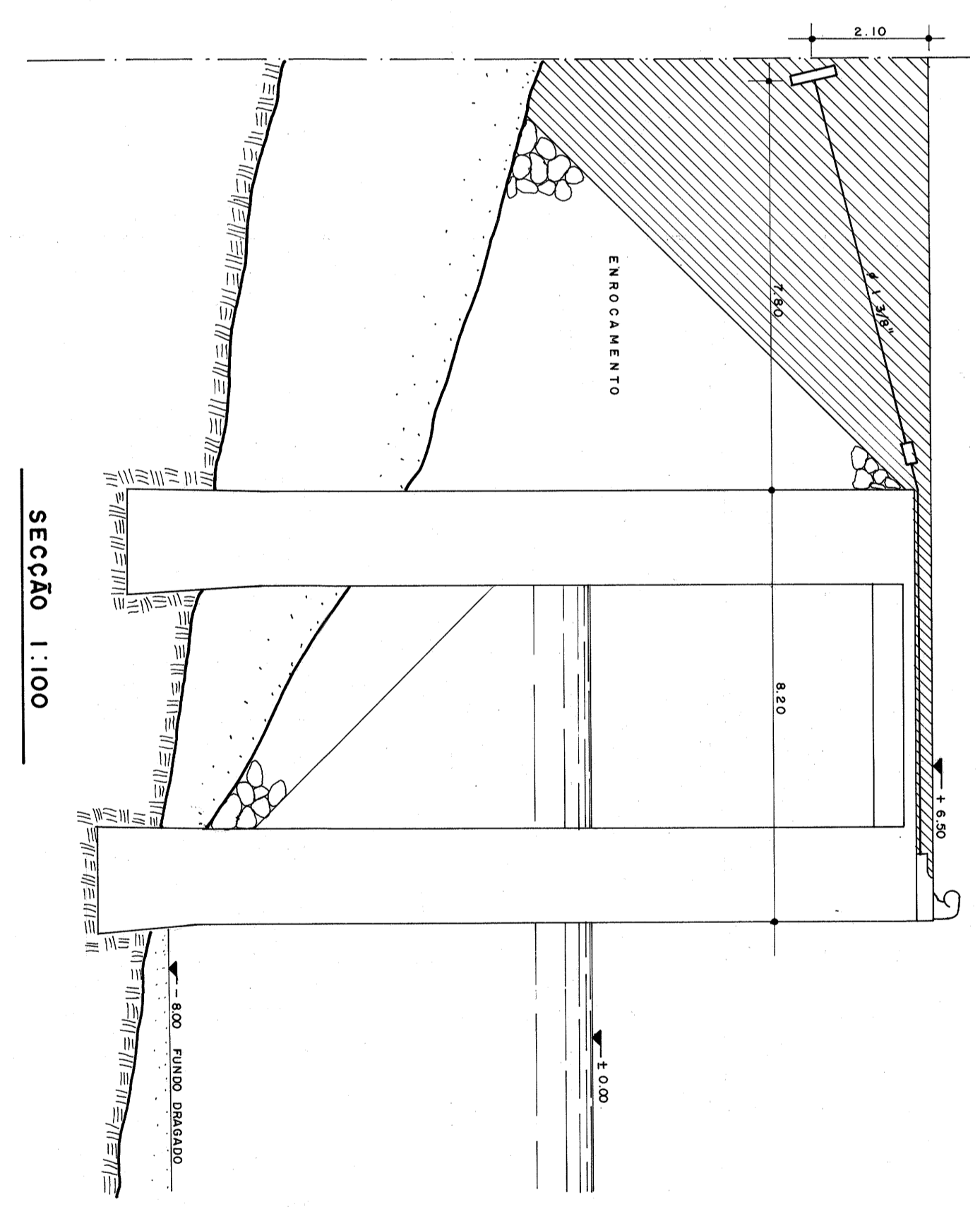
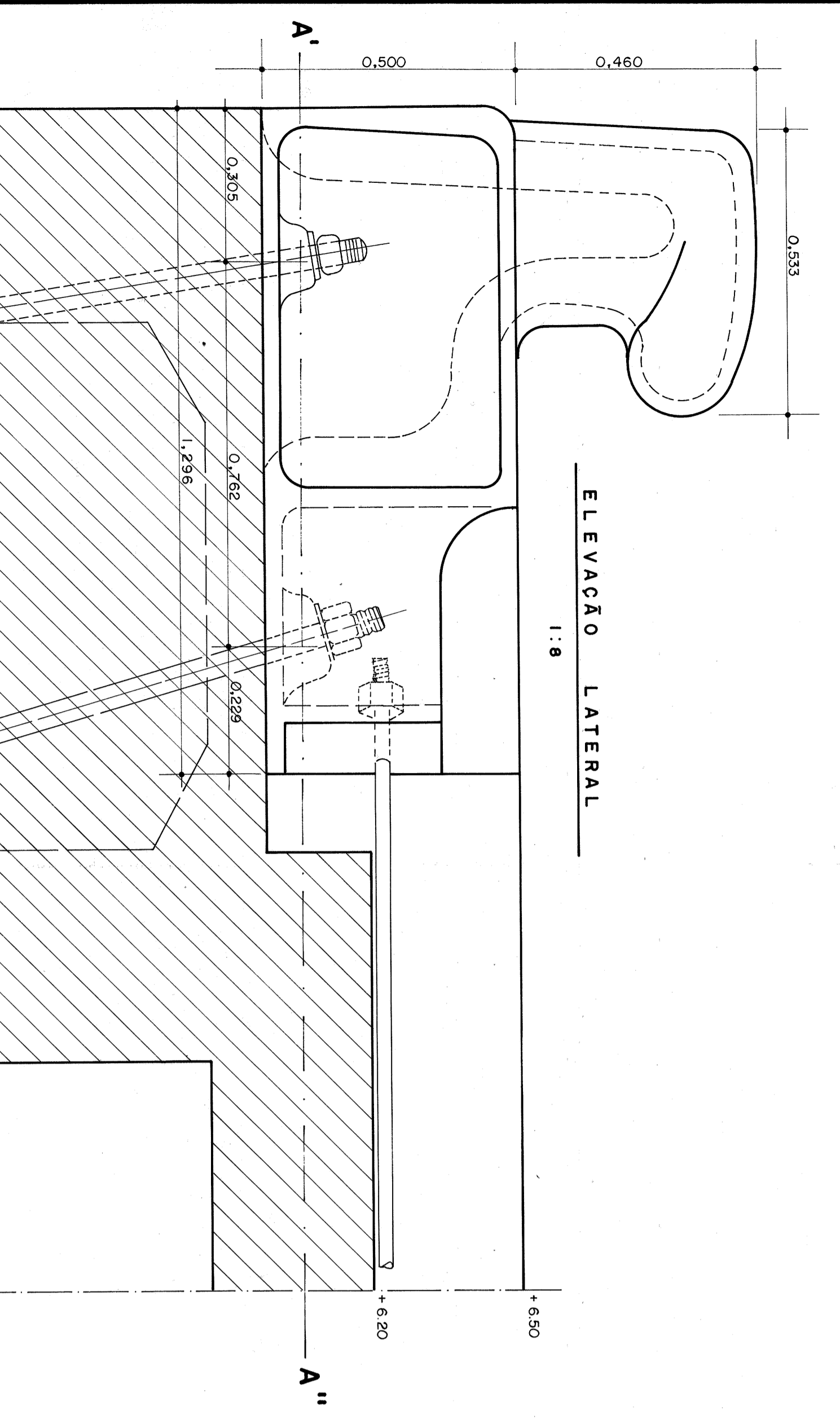
1 : 200

Carga por phase	Capacidade do Guindaste
I 18.124 Kg	Radio 6,00m 20 Ton
II 18.124 "	" 7,50" 15 "
III 14.491 "	" 9,00" 10 "
IV 11.545 "	
V 9.581 "	



80/90

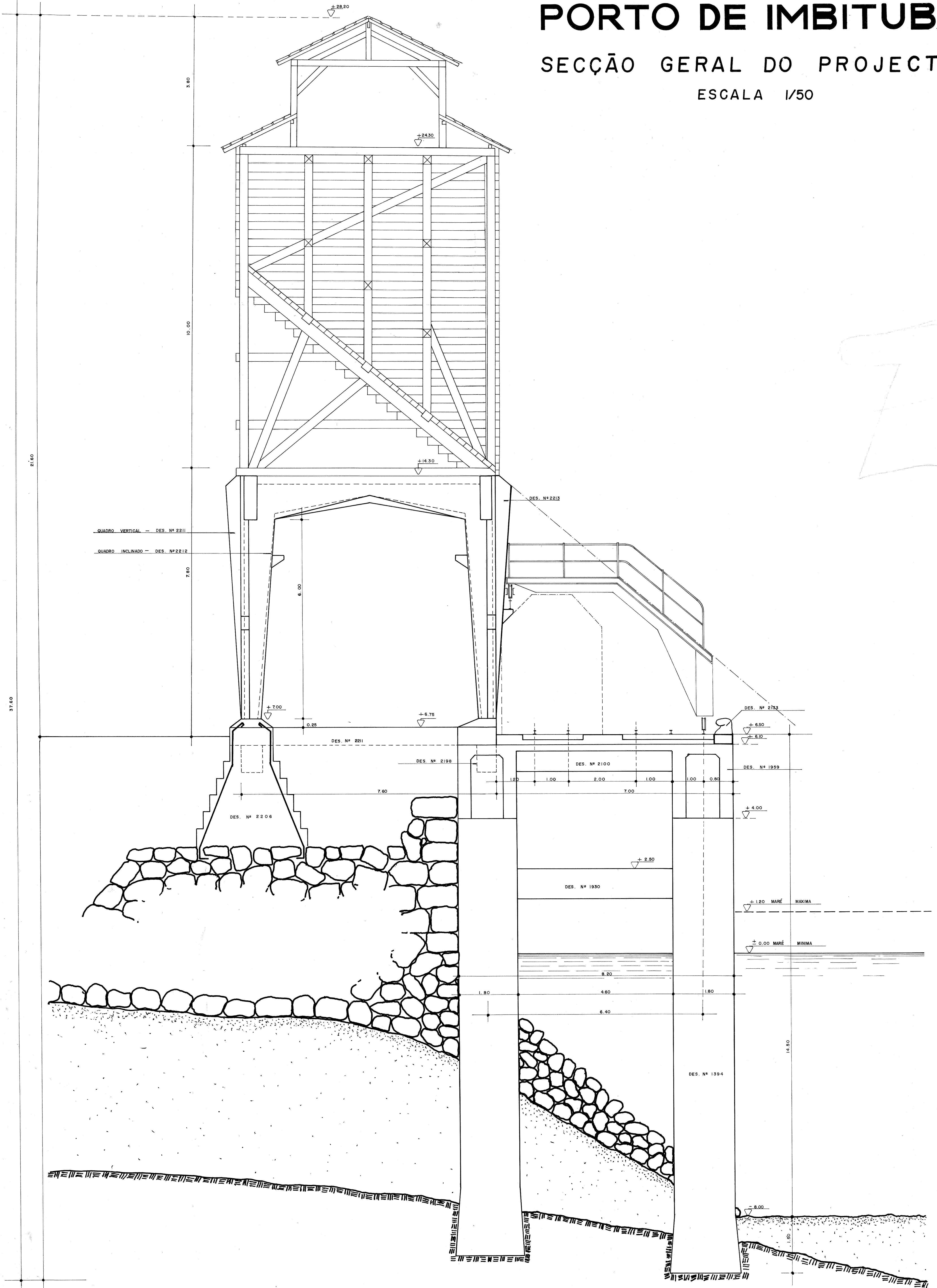
CABEÇO DE AMARRAÇÃO DA ILHA DO VIANNA ADAPTADO PARA O PORTO DE IMBITUBA



PORTO DE IMBITUBA

SECÇÃO GERAL DO PROJECTO

ESCALA 1/50

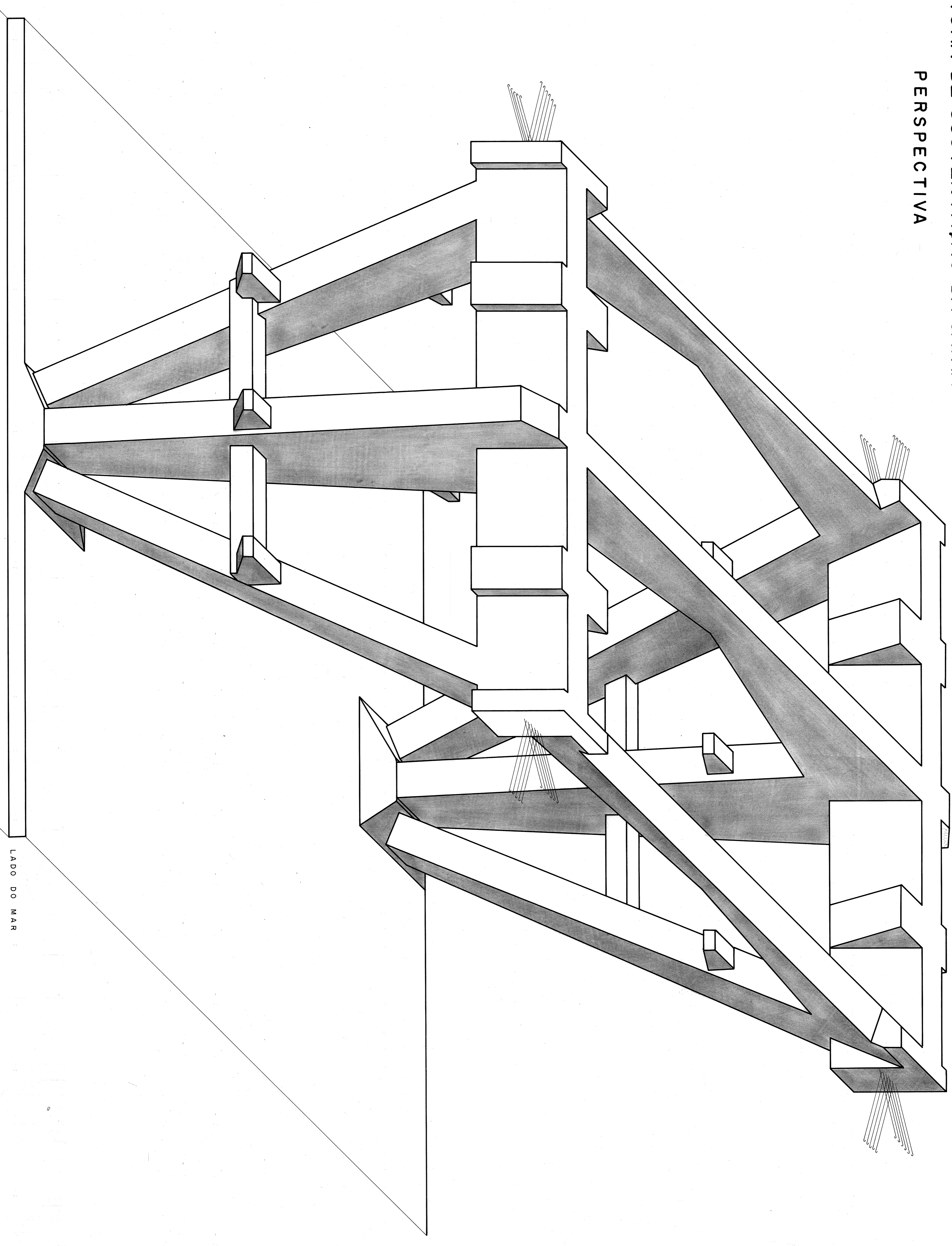


02/06
Nº 2242

PORTO DE IMBITUBA

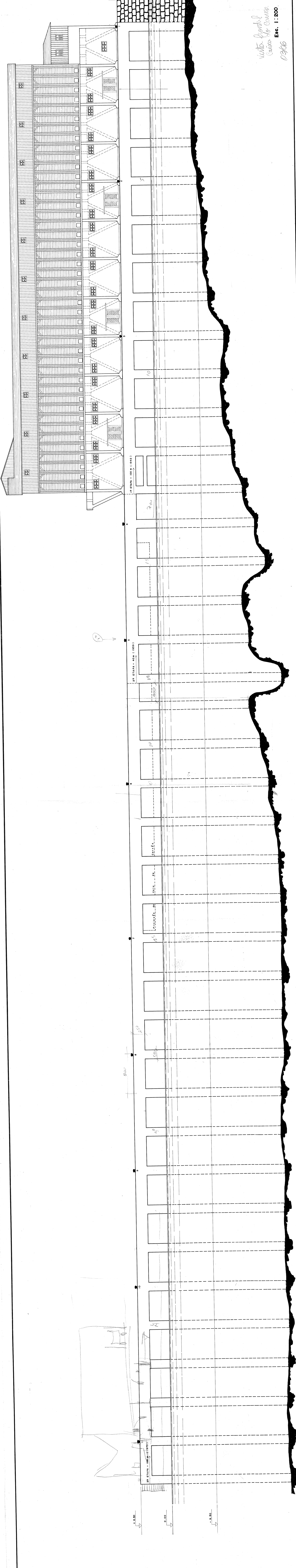
ESTRUTURA DE SUSTENTAÇÃO DA CAIXA

PERSPECTIVA



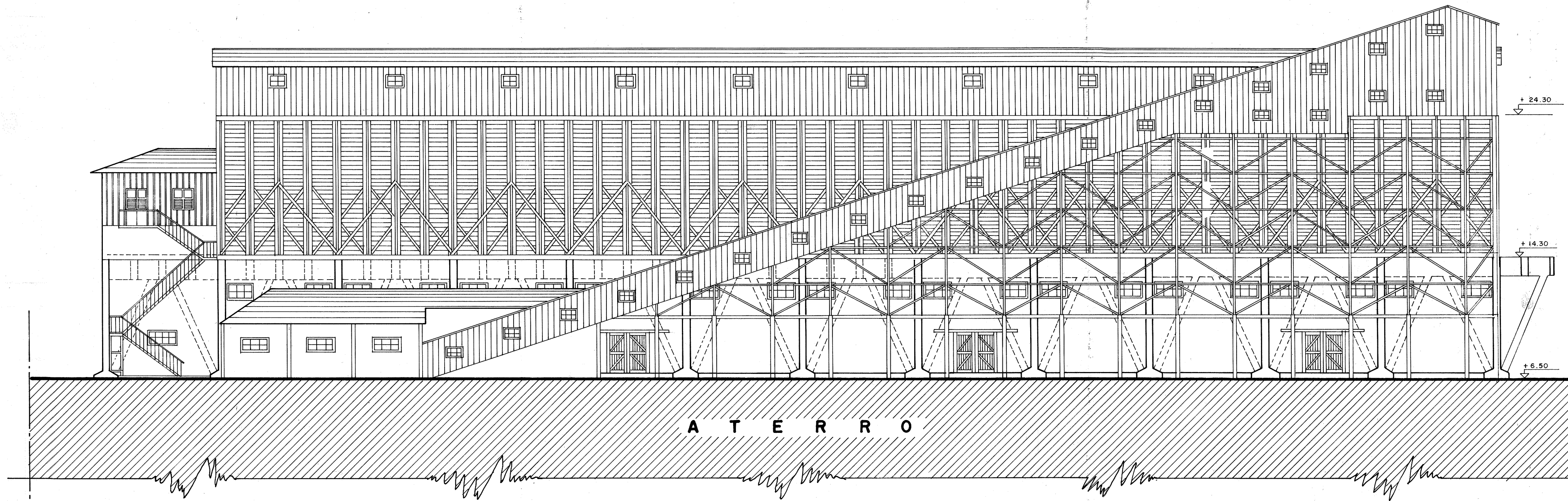
LADO DO MAR

Vista frontal
Caisa de Couraçã
Esc. 1:200
03/86



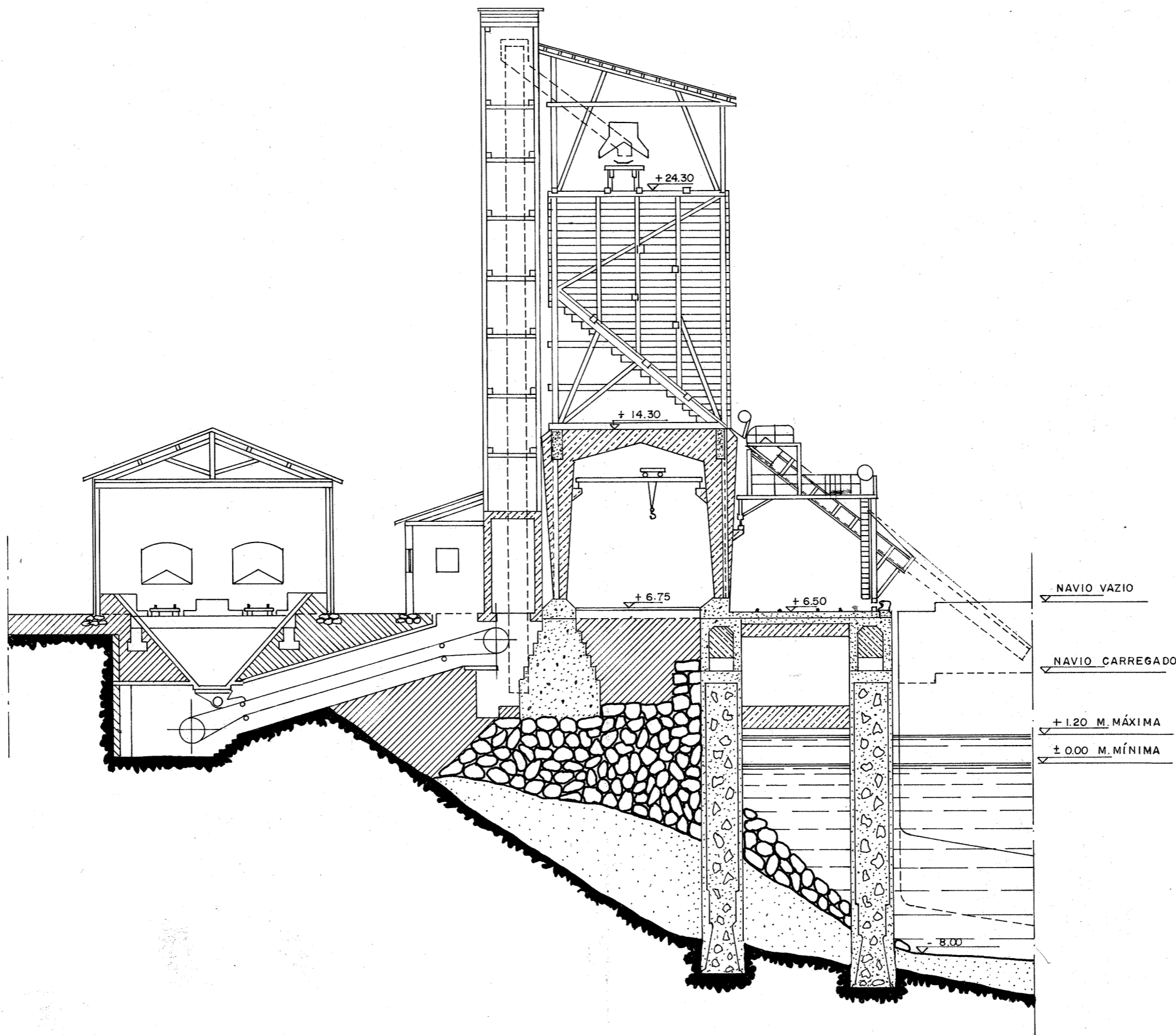
175

VISTA LONGITUDINAL *Caixa do Corrimo*
(**LADO DA TERRA**)



ESCALA - 1:200

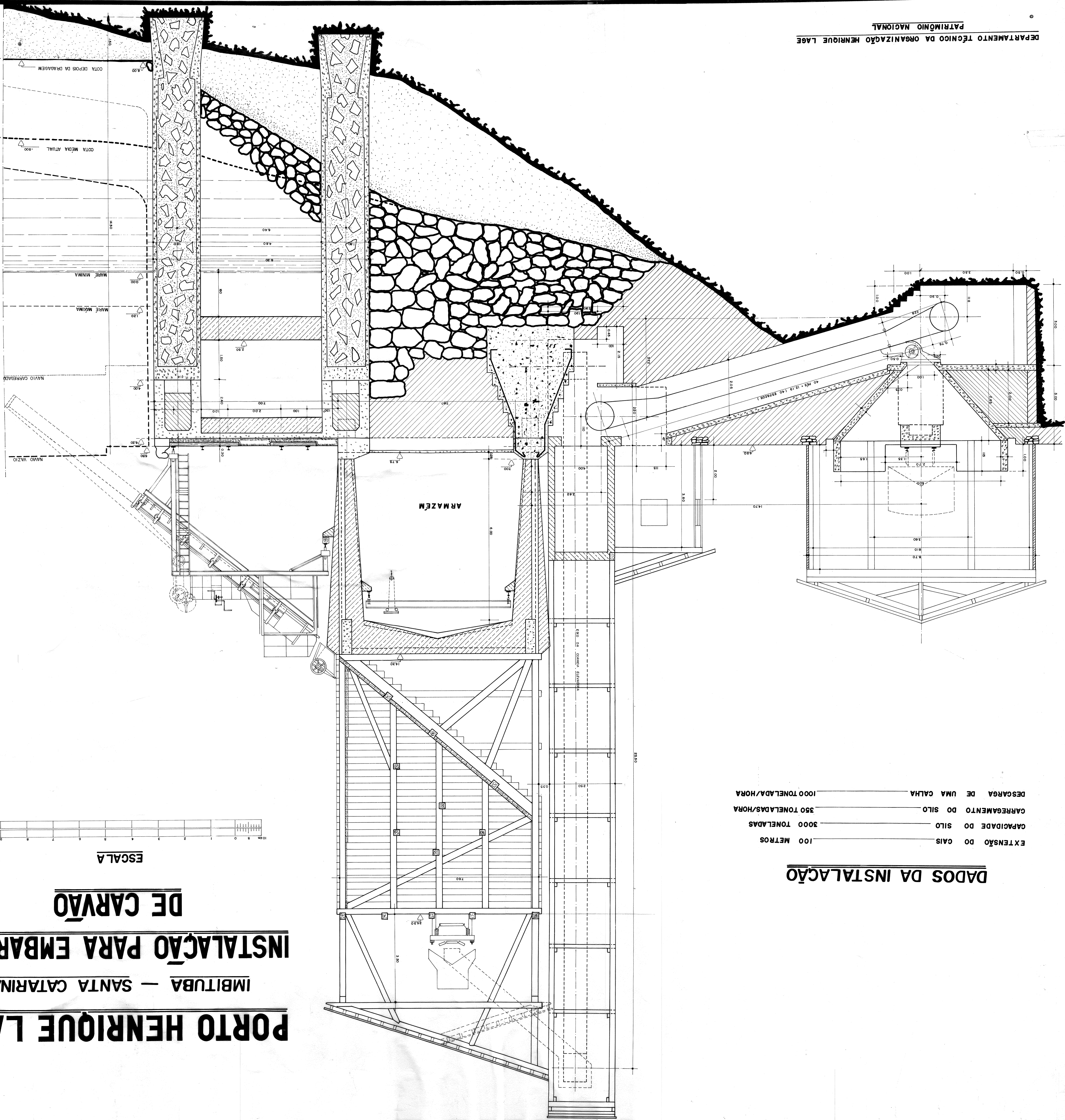
04/06



SECÇÃO TRANSVERSAL

ESC. 1: 200

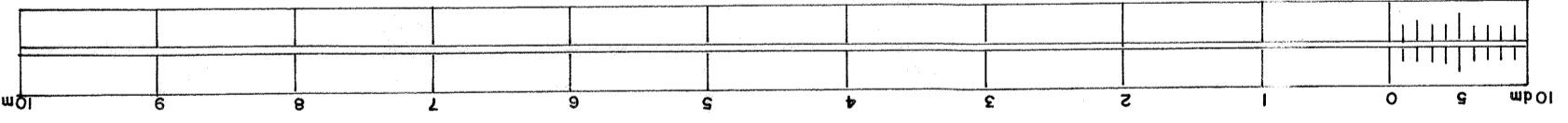
VOLUME A SER DRAGADO



DADOS DA INSTALAÇÃO

- EXTENSÃO DO CAIS 100 METROS
- CAPACIDADE DO SILO 3000 TONELADAS
- CARGAMENTO DO SILO 350 TONELADAS/HORA
- DESCARGA DE UMA CALHA 1000 TONELADAS/HORA

ESCALA



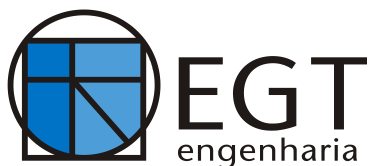
PORTO HENRIQUE LAGE
IMBITUBA — SANTA CATARINA
INSTALAÇÃO PARA EMBARQUE
DE CARVÃO



Porto de Imbituba

Parecer e Relatório Fotográfico do Estado e
Recuperação dos Problemas Patológicos - Cais 1
Santa Catarina/SC

Responsável Técnico
Eng. Kalil José Skaf
CREA- Nº 0600335235



Rua Fábila, nº 442 – Térreo/3º Andar
CEP: 05051-030 – São Paulo/SP
Fone: (11) 3862-1236 / Ramal 109
E-mail: egt@egtengenharia.com.br

1	Emissão Final	FF	12/03/21	KJS	16/03/21
Ø	Emissão Preliminar	FF	30/10/20	KJS	30/10/20
Nº	Revisões	Visto	Data	Aprovação	Data

SUMÁRIO

1.	CONSIDERAÇÕES, PLANTA BAIXA E CORTE DO CAIS	4
2.	SEÇÃO 1	9
2.1.	Pilar Externo 1.....	9
2.2.	Parede de Contenção 1	9
3.	SEÇÃO 2	10
3.1.	Pilar Interno 2.....	10
3.2.	Viga Longitudinal Externa 2	10
3.3.	Viga Superior 5	11
4.	SEÇÃO 3	11
4.1.	Pilar Interno 3.....	11
5.	SEÇÃO 4	12
5.1.	Parede de Contenção 4	12
5.2.	Laje 4	12
6.	SEÇÃO 5	13
6.1.	Parede de Contenção 5	13
7.	SEÇÃO 6	13
7.1.	Pilar Interno 6.....	13
7.2.	Pilar Externo 6.....	14
7.3.	Viga Superior 25	14
8.	SEÇÃO 7	15
8.1.	Viga de Ligação Inferior 7	15
9.	SEÇÃO 8	16
9.1.	Viga Longitudinal Interna 8	16
9.2.	Laje entre as Vigas Superiores 36 e 37	16
9.3.	Laje entre as Vigas Superiores 39 e 40	17
10.	SEÇÃO 9	17
10.1.	Viga de Ligação Inferior 9	17
10.2.	Viga Superior 41	18
11.	SEÇÃO 10.....	18
11.1.	Pilar Interno 10.....	18
11.2.	Viga Superior 45	19
11.3.	Viga Superior 48	19
11.4.	Laje entre as Vigas Superiores 48 e 49	19
12.	SEÇÃO 11.....	20
12.1.	Viga de Ligação Inferior:	20
12.2.	Viga Superior 50	21
12.3.	Viga Superior 53	21
12.4.	Laje entre as Vigas Superiores 53 e 54	22
12.5.	Laje entre as Vigas Superiores 54 e 55	22
13.	SEÇÃO 12.....	23
13.1.	Viga de Ligação Inferior 12	23
13.2.	Laje entre as Vigas Superiores 55 e 56	23
13.3.	Viga Superior 56	24
14.	SEÇÃO 13.....	24
14.1.	Viga Superior 60	24
14.2.	Laje entre as Vigas Superiores 61 e 62	25
15.	SEÇÃO 14.....	25
15.1.	Viga de Ligação Inferior 14	25

15.2. Laje entre as Vigas Superiores 66 e 67	26
15.3. Viga de Travamento entre os Pilares Externos 14 e 15	27
16. SEÇÃO 15.....	28
16.1. Viga de Ligação Inferior 15	28
16.2. Viga Superior 70	28
17. SEÇÃO 16.....	29
17.1. Viga de Ligação Inferior 16	29
17.2. Laje entre as Vigas Superiores 76 e 77	29
17.3. Viga Superior 75	30
18. SEÇÃO 17.....	30
18.1. Viga de Ligação Inferior 17	30
19. SEÇÃO 18.....	31
19.1. Viga de Ligação Inferior 18	31
19.2. Viga Superior 85	31
19.3. Viga Superior 88	32
20. SEÇÃO 19.....	32
20.1. Viga Superior 93	32
21. SEÇÃO 21.....	33
21.1. Viga Superior 103	33
22. SEÇÃO 22.....	33
22.1. Viga Superior 108	33
23. SEÇÃO 27.....	34
23.1. Viga de Ligação Inferior 27	34

1. CONSIDERAÇÕES RELATIVAS AO BERÇO 1 DO CAIS DE IMBITUBA

O texto que se segue tem por objetivos discutir a origem das patologias apresentadas e propor procedimentos para sua recuperação.

O Berço foi construído em 1940 com calado de 8,00 m com fundações em caixões executados a ar comprimido, para operar carvão com 110,00 m de extensão e uma carga operacional 3,00 tf/m².

Com base nas características dos navios hoje em operação, o Berço 1 recebia navios com comprimento total (Loa) de 70,00 m e deslocava algo em torno de 2 000 tf ou barcas de maior boca com o mesmo comprimento para viabilizar a amarração, porém com maior deslocamento, podendo chegar a mais de 4 000 tf.

As fotos existentes não permitem visualizar o sistema de defensas adotado, sendo usual painéis de madeira para amortecer o impacto da atracação, em condições de aproximação desconhecidas.

Observa-se também que o molhe de proteção ainda não estava executado, dificultando as condições de amarração quando da atuação de ações ambientais de maior intensidade.

São demais aspectos característicos das obras da época:

- Concretos de menor resistência, portanto de maior permeabilidade, fato que associado ao pequeno cobrimento usual na época facilitava o ataque químico das armaduras das armaduras;
- Normas não totalmente adequadas as zonas de maior agressividade e estado do conhecimento do desempenho das obras em concreto armado no que se refere a armaduras mínimas e detalhamento;
- Dificuldade de avaliação das ações de atracação e amarração e Normas que indicassem a combinação de esforços solicitantes com as devidas seguranças parciais, resultando por vezes em campos de esforços contra a segurança.

Algumas das patologias tem origem nas considerações acima, como por exemplo:

- Rupturas localizadas em alguns pilares devido a problemas detalhamento, ausência de armaduras mínimas e campos de esforços mal avaliado, associado ao aumento do deslocamento das embarcações ao longo do tempo;

- Ataque químico progressivo das armaduras por falta de cobrimento e concretos permeáveis;
- Patologias nos muros de arrimo do lado da retroárea devido a sua concepção e aumento de cargas na retroárea;
- Defensas danificadas devido ao aumento das embarcações e condições desfavoráveis de operação.

A solução adotada quando da execução do alargamento dos berços 1 e 2 existentes, considerou como premissa que a concepção do alargamento no trecho do berço 1 fosse autoportante, ou seja, a parte existente participa da compatibilidade de deslocamentos, porém pode ser desconsiderada na resistência do conjunto.

Naquela oportunidade, também foi procedida a recuperação e reforço da estrutura existente, fato que conduz ao atual questionamento da sua qualidade e eficiência.

São considerações relativas ao contexto geral descrito:

- a) As patologias observadas após 10 anos da recuperação têm origem parcial em ações de falhas na recuperação, como por exemplo, a não eliminação plena dos pit de corrosão tendo como consequência a sua ativação e reinício do processo;
- b) Recuperações parciais que não se completaram por falta de acesso, como por exemplo, as faces internas das vigas nas juntas;
- c) Locais onde não houve intervenção por não apresentarem patologias quando da primeira recuperação, mas que se desenvolveram posteriormente;
- d) Danos provenientes da compatibilidade de deslocamentos, principalmente nos pilares e nós de pórtico, consequência do aumento das forças de atracação e amarração quando do alargamento da estrutura do berço, que permitiu a operação de navios de maior deslocamento;
- e) Patologias posteriores a primeira recuperação devido ao aumento de carga na retro área com consequente aumento de empuxo nos muros de arrimo , sendo que em alguns trechos sua concepção não estava adequada.

Conclusões

Do exposto resulta:

- A adequação de maior alcance para redução de patologias futuras exige reforço nos trechos deficientes da estrutura original de modo a resistir aos esforços da compatibilidade de deslocamentos (pilares e vigas transversais);

Esta ação exige o reforço dos pilares do lado terra que não são acessíveis na face externa a menos que se possa expô-la com escavação e paralização das operações.

- A mesma consideração tem validade para a adequação dos muros de arrimo, a menos que se executem tirantes do lado mar com estrutura de introdução de carga, solução viável mas de difícil execução e alto custo.

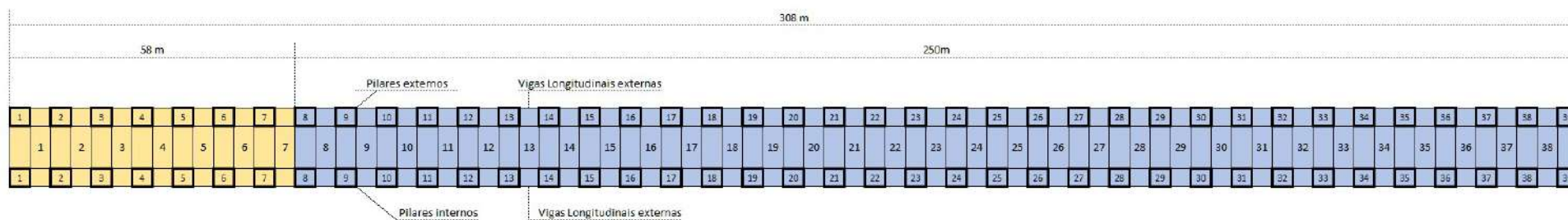
Os muros apresentam patologias diversas para cada tipo de estrutura que foi utilizada na época da construção do berço mas que, embora com desgaste pelo tempo de uso e esforços gerados pelo aumento da carga operacional, é precedido por muro de contenção construído junto com o alargamento, em pedra e concreto ciclópico ao longo da retaguarda dos 250 metros.

- As patologias com origem na corrosão das armaduras devido a falta de cobrimento e permeabilidade do concreto, mesmo que saneadas onde expostas, tendem a surgir com o tempo em outros locais, já recuperados ou não, A operação de manutenção deve ser periódica. As áreas críticas são as de respingo, por ex., face dos pilares e face inferior das vigas de travamento.

Para o planejamento das atividades de reforço e recuperação, indicamos a necessidade de executar um cadastro geométrico à ser realizado por empresa especializada, para subsidiar a calibração das soluções de reforço e/ou recuperação local.

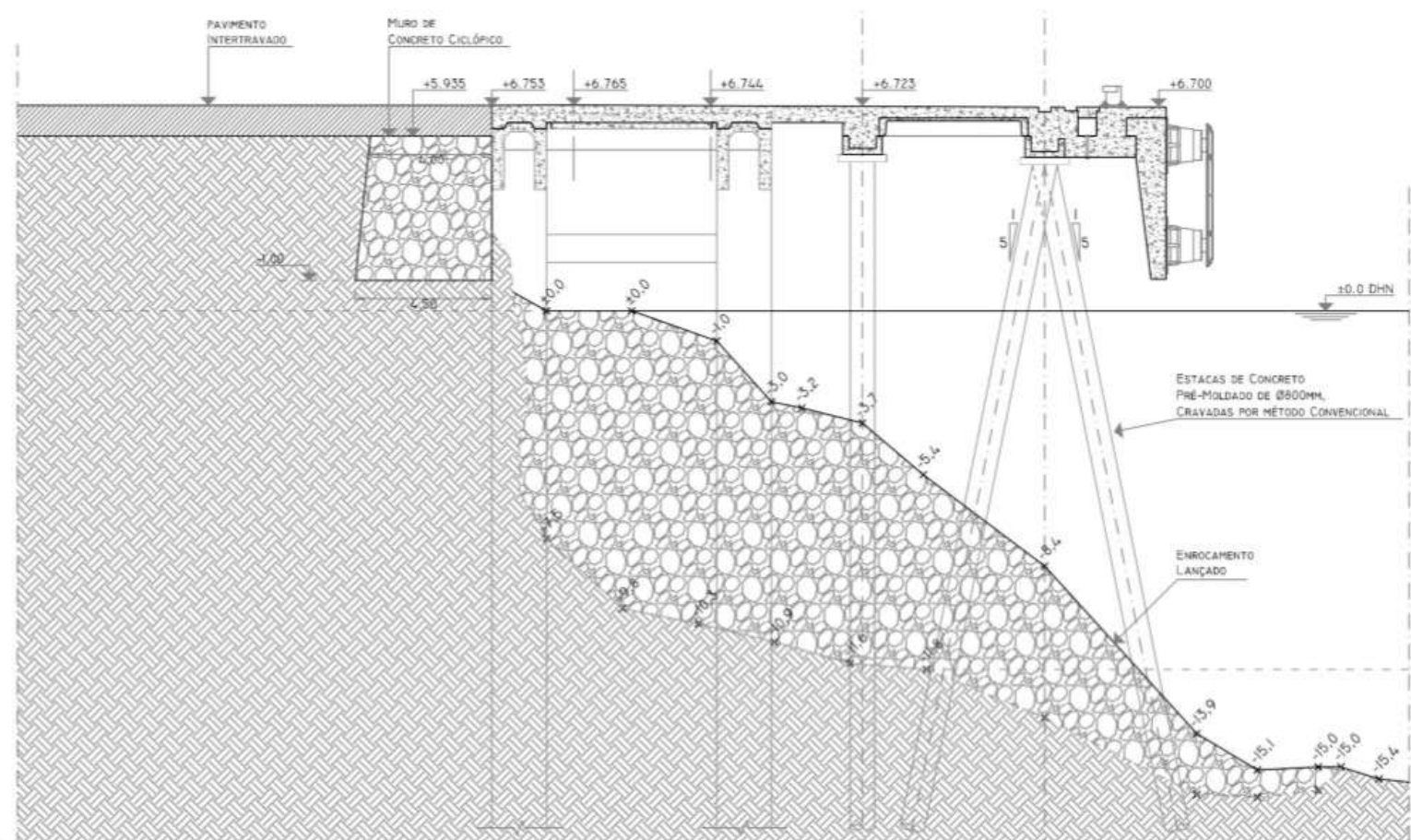
PLANTA BAIXA DO CAIS

1.1.Planta baixa do cais antigo CDI com extensão de 308 metros com locação dos pilares e seções



Nota: a inspeção realizada contemplou toda a extensão dos 308 metros, desde os pilares e a seção 1 aos pilares e seção 39, conforme relatório fotográfico e descritivos do item 2, destacando os textos dos primeiros 58 metros, com fonte itálica na cor azul.

1.2. Corte típico do cais antigo CDI e do Alargamento com extensão de 250 metros entre seções 8 e 38, pilares 8 a 39.



2. SEÇÃO 1

2.1. Pilar Externo 1



Fissura com abertura considerável localizada no encontro entre a parte inferior da viga externa e a parte superior do pilar.

O pilar externo 1 está rompido, sendo necessário fazer o revestimento da viga e do pilar com espessura de 20 cm no contorno externo e em parte da altura. Necessitamos de cadastro no local para ver se os 4 lados estão acessíveis.

2.2. Parede de Contenção 1



Rachaduras com grandes aberturas.

A indicação é verificar se as patologias se encontram no muro de pedra. Necessita nova vistoria para propor solução.

3. SEÇÃO 2

3.1. Pilar Interno 2



Fissura com abertura considerável localizada entre a Viga Longitudinal Interna 2 e o Pilar Interno 2, o acompanhamento com placas de vidro mostram que a estrutura está se movimentando.

O pilar interno 2 está rompido, sendo necessário fazer o revestimento da viga e do pilar com espessura de 20 cm no contorno interno e em parte da altura.

3.2. Viga Longitudinal Externa 2



Fissura perpendicular na viga, o reparo realizado anteriormente não funcionou e a fissura apareceu novamente.

Como solução aplicar apenas injeção, pois o problema parece superficial.

3.3. Viga Superior 5



Fissura na face inferior da viga.

A causa provável desta fissura longitudinal é a expansão da armadura em estágio de corrosão, sendo necessário a retirada do revestimento, tratar a armadura e refazer com concreto polimérico.

4. SEÇÃO 3

4.1. Pilar Interno 3



Fissura com abertura considerável localizada entre a Viga Longitudinal Interna 3 e o Pilar Interno 3, o acompanhamento com placas de vidro mostram que a estrutura está se movimentando.

O pilar interno 3 está rompido, sendo necessário fazer o revestimento da viga e do pilar com espessura de 20 cm no contorno interno e em parte da altura. Verificar se tem acesso a todas as faces.

5. SEÇÃO 4

5.1. Parede de Contenção 4



Verificar a estabilidade dessa parede de contenção.

A parede de contenção pode apresentar problemas de resistência e dependendo do seu estado, a solução possível é a de concretar “in loco” utilizando tirantes. Conforme conversado, analisar se esta patologia não tem origem no aumento da carga de operação na retroárea.

5.2. Laje 4



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração da armadura.
A indicação é retirar localmente o cobrimento do trecho deslocado, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

6. SEÇÃO 5

6.1. Parede de Contenção 5



Verificar a estabilidade dessa parede de contenção.
A parede de contenção pode apresentar problemas de resistência e dependendo do seu estado, a solução possível é a de concretar “in loco” utilizando tirantes. Conforme conversado, analisar se esta patologia não tem origem no aumento da carga de operação na retroárea.

7. SEÇÃO 6

7.1. Pilar Interno 6



Fissura com abertura considerável localizada entre a Viga Longitudinal Interna 6 e o Pilar Interno 6, o acompanhamento com placas de vidro mostram que a estrutura está se movimentando.

A fissura encontra-se entre a viga e o pilar, A indicação é avaliar no local.

7.2. Pilar Externo 6



Rachadura considerável no pilar com início de deslocamento do revestimento de concreto.

A solução é o revestimento.

7.3. Viga Superior 25



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é fazer o deslocamento do cobrimento, limpar as armaduras após a retirada do cobrimento e refazer com concreto polimérico.

8. SEÇÃO 7

8.1. Viga de Ligação Inferior 7



Deslocamento do cobrimento de concreto da face inferior da viga e deterioração das armaduras.

Aparentemente não houve intervenções anteriores. A solução é revestir a viga nas laterais e na face inferior com armadura mínima complementar.

9. SEÇÃO 8 (início dos 250 metros)

9.1. Viga Longitudinal Interna 8



Armaduras transversais expostas e corroídas.
A indicação é picotear, tratar as armaduras e revestir a viga com concreto polimérico.

9.2. Laje entre as Vigas Superiores 36 e 37



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é refazer o cobrimento com concreto polimérico.

9.3. Laje entre as Vigas Superiores 39 e 40



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar toda a área deslocada e refazer com concreto polimérico após limpeza das armaduras.

10. SEÇÃO 9

10.1. Viga de Ligação Inferior 9



Deslocamento do cobrimento de concreto da face inferior e lateral da viga e deterioração das armaduras.

A indicação é retirar o restante do cobrimento, limpar as armaduras e fazer o revestimento da viga. Pode ser necessário acrescentar armadura de reforço.

10.2. Viga Superior 41



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é picotear, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

11. SEÇÃO 10

11.1. Pilar Interno 10



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é limpar a armadura e refazer o cobrimento com concreto polimérico.

11.2. Viga Superior 45



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é demolir parte do cobrimento, limpar as armaduras e refazer com concreto polimérico.

11.3. Viga Superior 48



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é demolir parte do cobrimento, limpar as armaduras e refazer com concreto polimérico.

11.4. Laje entre as Vigas Superiores 48 e 49



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar parte do cobrimento para verificar o estado de corrosão da armadura, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

12. SEÇÃO 11

12.1. Viga de Ligação Inferior:



Fissura longitudinal na lateral da viga.
A indicação é retirar o cobrimento, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

12.2. Viga Superior 50



Desplacamento do cobrimento de concreto, deterioração das armaduras e fissuras na face inferior da viga.

A indicação é retirar o cobrimento, limpar as armaduras e recompôr com concreto polimérico.

12.3. Viga Superior 53



Desplacamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.

A indicação é limpar as armaduras e recompôr o cobrimento.

12.4. Laje entre as Vigas Superiores 53 e 54



Desplacamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar o cobrimento, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

12.5. Laje entre as Vigas Superiores 54 e 55



Desplacamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar o cobrimento, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

13. SEÇÃO 12

13.1. Viga de Ligação Inferior 12



Rachadura longitudinal com abertura considerável próximo as arestas inferiores da viga.

A indicação é retirar todo o revestimento lateral e inferior limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

13.2. Laje entre as Vigas Superiores 55 e 56



Deslocamento do revestimento de concreto e deterioração das armaduras.

A indicação é retirar parte do revestimento até expor a armadura sem oxidação, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

13.3. Viga Superior 56



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar todo o cobrimento do concreto, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

14. SEÇÃO 13

14.1. Viga Superior 60



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar todo o cobrimento de concreto, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

14.2. Laje entre as Vigas Superiores 61 e 62



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar o cobrimento do concreto, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

15. SEÇÃO 14

15.1. Viga de Ligação Inferior 14



Rachaduras nas arestas superiores da viga.
O deslocamento do cobrimento, se dá devido a expansão da armadura, retirar o cobrimento, a indicação é limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

15.2. Laje entre as Vigas Superiores 66 e 67



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.

A indicação é retirar o cobrimento, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

15.3. Viga de Travamento entre os Pilares Externos 14 e 15



Rachaduras com aberturas consideráveis nas arestas superiores e no meio do elemento estrutural, destacamento completo da face inferior, deterioração das armaduras, desprendimentos das armaduras longitudinais inferiores.

A indicação é retirar o cobrimento em todo o contorno, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico. Aparentemente já existem barras rompidas, vai necessitar reforço.

16. SEÇÃO 15

16.1. Viga de Ligação Inferior 15



Fissuras nas arestas superiores da viga, cobertura insuficiente nas laterais, armaduras expostas, degradação do concreto na face inferior da peça estrutural.

A indicação é retirar todo o cobrimento, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

16.2. Viga Superior 70



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.

A indicação é retirar todo o cobrimento, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico. Vai necessitar reforço uma vez a corrosão está em estado avançado.

17. SEÇÃO 16

17.1. Viga de Ligação Inferior 16



Cobrimento do concreto da face inferior deteriorado e fissuras nas arestas laterais superiores da viga.

A indicação é retirar todo o cobrimento, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

17.2. Laje entre as Vigas Superiores 76 e 77



Desplacamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.

Desplacamento localizado, a indicação é limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

17.3. Viga Superior 75



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A deterioração das armaduras já está avançada, deve-se limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico. Vai necessitar reforço devido ao estado avançado da corrosão.

18. SEÇÃO 17

18.1. Viga de Ligação Inferior 17



Deslocamento e deterioração nas arestas laterais superiores e fissuras longitudinais com grandes aberturas nas arestas inferiores da viga.

A indicação é retirar todo o cobrimento deslocado, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

19. SEÇÃO 18

19.1. Viga de Ligação Inferior 18



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração na face inferior, rachaduras com deslocamento do cobrimento de concreto nas arestas laterais superiores da viga.

A indicação é retirar o cobrimento da face Inferior, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

19.2. Viga Superior 85



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.

A indicação é retirar o cobrimento, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico.

19.3. Viga Superior 88



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar o cobrimento do trecho deslocado, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico. Vai necessitar reforço.

20. SEÇÃO 19

20.1. Viga Superior 93



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar o cobrimento do trecho deslocado, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico. Pode necessitar reforço.

21. SEÇÃO 21

21.1. Viga Superior 103



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar o cobrimento do trecho deslocado, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico. Vai necessitar reforço.

22. SEÇÃO 22

22.1. Viga Superior 108



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar o cobrimento do trecho deslocado, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico. Pode necessitar reforço.

23. SEÇÃO 27

23.1. Viga de Ligação Inferior 27



Deslocamento do cobrimento de concreto e deterioração das armaduras.
A indicação é retirar o cobrimento, limpar as armaduras e recompor com concreto polimérico. Pode necessitar reforço.

RELATÓRIO DOS ESTUDOS GEOTÉCNICOS

Local: Imbituba - SC	Mês: Setembro	Ano: 2016	CONTROLE INTERNO: W-B-001_2016
-------------------------	------------------	--------------	-----------------------------------

CONTROLE INTERNO DE REVISÕES

REVISÕES	DATA
Revisão 03 – Quarta emissão	19/10/2016
Revisão 02 – Terceira emissão	05/10/2016
Revisão 01 – Segunda emissão	05/10/2016
Revisão 00 – Primeira emissão	30/09/2016

SUMÁRIO

SUMÁRIO	3
1. APRESENTAÇÃO	4
2. LOCALIZAÇÃO	4
3. SÍNTESE HISTÓRICA DO PORTO DE IMBITUBA	5
4. METODOLOGIA EXECUTIVA DO ALARGAMENTO DO PORTO	6
5. METODOLOGIA EXECUTIVA DA DRAGAGEM	8
5.1 DRAGAGEM DE APROFUNDAMENTO.....	8
5.2 DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE	10
6. ANTECEDENTES.....	12
7. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS	16
7.1 SONDAÇÃO MISTA SM-01.....	16
7.2 SONDAÇÃO MISTA SM-02.....	21
7.3 SONDAÇÃO MISTA SM-03.....	25
7.4 SONDAÇÃO MISTA SM-04.....	28
7.5 SONDAÇÃO MISTA SM-05.....	31
7.6 SONDAÇÃO MISTA SM-06.....	34
8. METODOLOGIAS EXECUTIVAS E OS PROCESSOS DE MOVIMENTAÇÃO DA ESTRUTURA EM ENROCAMENTO DE PEDRA	37
9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	40
10. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	44

1. APRESENTAÇÃO

A BK2 Engenharia apresenta à **SCPAR PORTO DE IMBITUBA S.A.** o relatório sobre a elaboração do estudo geotécnico desenvolvido para análise da estrutura de enrocamento em pedra arrumada executado para conter o aterro no Cais 1 do Porto de Imbituba-SC.

2. LOCALIZAÇÃO

O Porto de Imbituba está localizado no litoral sul do estado de Santa Catarina a cerca de 90 km de Florianópolis e 112 km de Criciúma, Figura 1, os acessos são facilitados pela BR-101, Figura 2, com pista ao norte do estado totalmente duplicada, que se conecta ao Sistema Rodoviário do Estado e ao Sistema Rodoviário Nacional permitindo a trafegabilidade dos modais rodoviários por todas as regiões brasileiras, facilitando inclusive o transporte de mercadorias para os países do MERCOSUL. Por mar, o Porto de Imbituba está a 286 milhas marítimas do Porto de Santos e 322 milhas marítimas do Porto de Rio Grande.

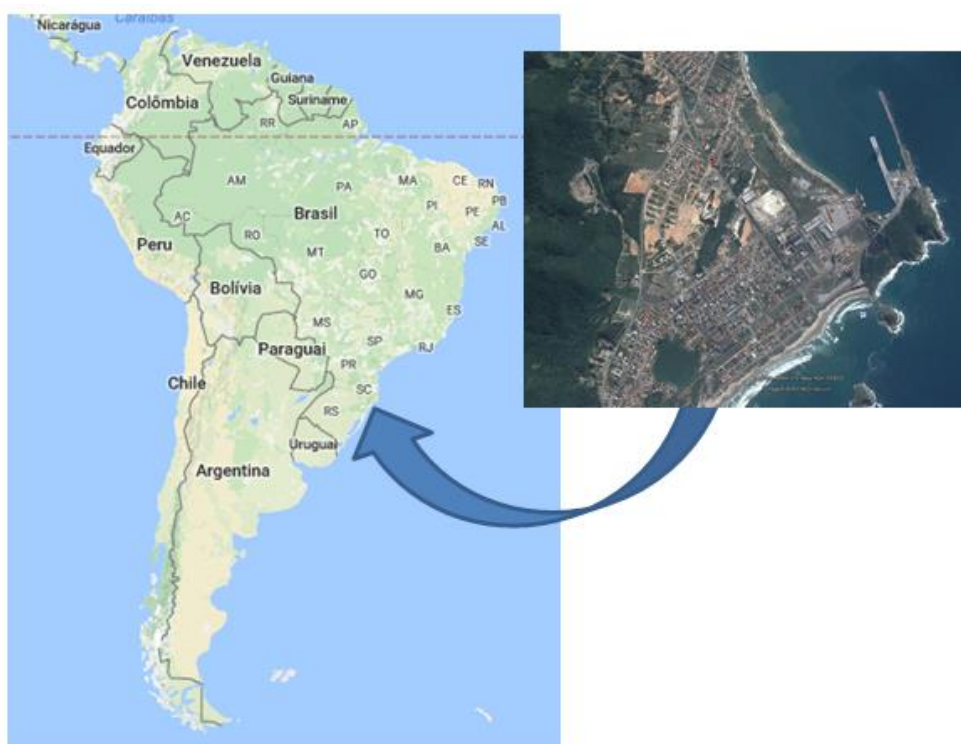


Figura 1 - Países da América do Sul, Estado de Santa Catarina,

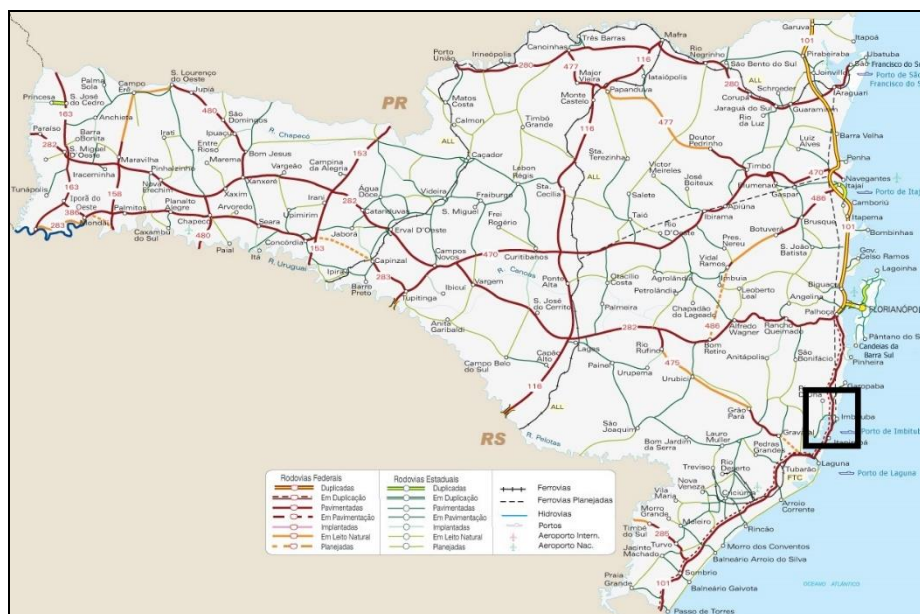


Figura 2 - Localização da BR-101 "quadro em linha preta"

3.SÍNTESE HISTÓRICA DO PORTO DE IMBITUBA

A Síntese histórica apresentada a seguir tem como referência Goularti Filho (2010) e foi adequada pelo autor deste relatório:

- **1880 a 1919:** início da construção da estrada de Ferro Dona Tereza Cristina (EFDTC) e do desenvolvimento do Porto de Imbituba, com o objetivo de escoar a produção de carvão. A dificuldade com a falta de molhe na enseada aberta do porto, para a atracação dos navios, fez com que os ingleses abandonassem o projeto em 1919.
- **1919 a 1942:** a administração do porto foi assumida pelo empresário Henrique Lage e criada a Companhia Docas de Imbituba em 1922, o que possibilitou a retomada da movimentação do carvão e de outras mercadorias como o traslado de madeira e de alimentos. Em 1941 o porto passou a ter influências do governo Vargas.
- **1942 a 1990:** sob tutela do governo Vargas as obras do novo porto foram inauguradas e Imbituba disputou com Laguna o título de exclusividade de “porto carvoeiro”. O porto de Imbituba, neste período,

ajustou-se ao Plano Nacional do Carvão e em 1979 passou a atender às demandas da ICC (Indústria Carboquímica Catarinense).

O marégrafo de Imbituba foi instalado em 1958, e é o marco da superfície de referência que define altitude de pontos da superfície terrestre do Brasil.

- **1990 a 2012:** com o declínio das exportações de carvão e o fechamento do ICC, este período foi marcado pela reestruturação do complexo portuário de Imbituba. Em 2008 a Santos Brasil venceu a licitação de arrendamento e controle da movimentação de contêineres no Porto de Imbituba.
- **2012 à atual:** a Companhia Docas de Imbituba administrou o porto durante 90 anos (1922 -2012), após este período passou para uma gestão vinculada ao governo do Estado de Santa Catarina via SCPAR Porto de Imbituba S.A em 2012.

4. METODOLOGIA EXECUTIVA DO ALARGAMENTO DO PORTO

Esse capítulo trata-se da descrição das obras que houve no Cais I no Porto de Imbituba, faz-se importante devido aos impactos que tiveram no enrocamento e no muro de gravidade do mesmo.

As adequações do Cais I e a construção do Cais II foram necessárias devido à necessidade do aumento na quantidade de movimentação de contêineres e cargas em geral no Porto de Imbituba. Sendo previsto um aumento de aproximadamente 130% na movimentação do TEU (Twenty Foot Equivalent Unit).

Para o alargamento do Cais I, objeto de estudo deste capítulo, a metodologia utilizada foi a de ponte-cais com estacas tipo *wirth* mistas, pré-fabricadas em concreto *in-loco* com cravação embarcada.

A metodologia executiva possibilitou a cravação das estacas de forma inclinada até 15º para ambos os lados. O equipamento permitiu o içamento de até 165 toneladas, o qual está apresentado na Figura 3.



Figura 3 - Içamento da estaca

A estaca foi cravada por *jetting system*, que consiste no apoio da estaca sobre a areia e ao lado dela a fixação de um tubo metálico, Figura 4, com a função de expelir contra o solo (areia) a água em grande pressão.



Figura 4 - Tubo que passa a água pressurizada

Essa metodologia reduz a compactação da areia e diminui a possibilidade de quebras durante a transposição das camadas de solo, na sequência desta etapa inicia-se a cravação com o martelo conforme a Figura 5. A Cravação das estacas é a etapa da obra que apresenta maior impacto ao muro de gravidade do enrocamento, o qual não apresenta fundação profunda conforme analisamos nas sondagens, assim estando mais sujeito aos efeitos da vibração.

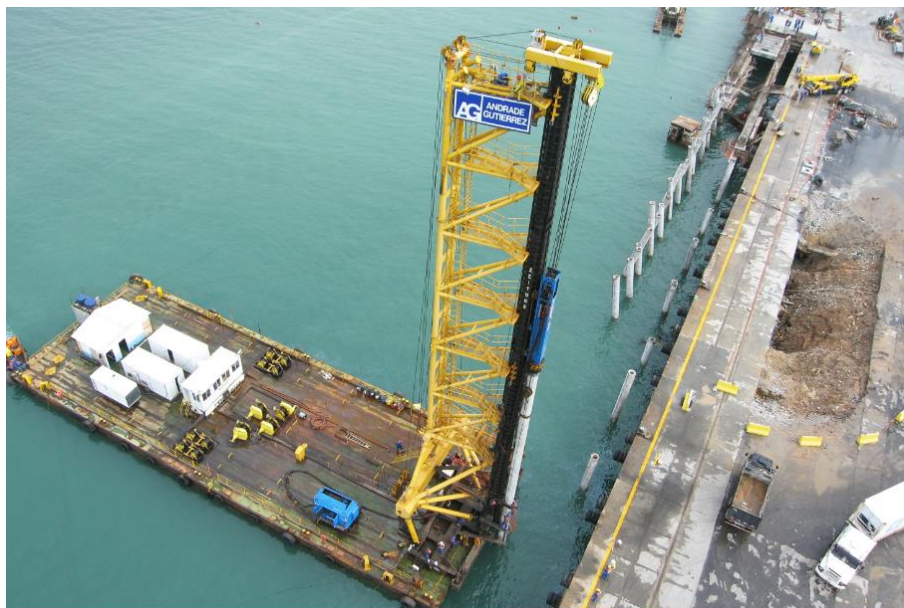


Figura 5 - Foto aérea do processo de cravação das estacas

5. METODOLOGIA EXECUTIVA DA DRAGAGEM

5.1 DRAGAGEM DE APROFUNDAMENTO

Neste capítulo iremos analisar o processo de dragagem, para entender a influência do mesmo no reforço do enrocamento e no muro de gravidade do Cais I do Porto de Imbituba.

O processo de dragagem é a realização de escavação e remoção de solo, rochas decompostas ou desmontadas, oferecendo maior profundidade e melhores condições de operação em portos e canais. Devido ao seu grau de influência, obrigatoriamente deve ter seus custos e impactos ambientais considerados.

O processo de planejamento de dragagem em águas costeiras, incluindo o despejo final do material dragado em ambientes ao longo da costa e em terra, inicia com as justificativas da necessidade de dragagem que, precisam estar devidamente fundamentadas.

Entre as principais justificativas estão:

- i. O assoreamento progressivo do porto;

- ii. O crescimento da movimentação de cargas juntamente com o aumento da economia de escala do porto ou terminal;
- iii. O aumento do porte e dimensões do navio;
- iv. Manutenção da segurança da navegação.

De acordo com Fadda¹, “para a execução de serviços de dragagem são necessários elevados recursos financeiros, dragas e equipamentos adequados, e técnicas bastante especializadas. É, portanto, de suma importância o planejamento cuidadoso de todo o processo. Uma das etapas desse processo consiste na elaboração de projetos de dragagem que, se bem estruturados, vão permitir o gerenciamento de toda a cadeia de atividades de dragagem, entre as quais se destacam: a escolha dos melhores métodos de dragagem e de despejo do material dragado, bem como a seleção do equipamento de dragagem mais adequado para a retirada, transporte e despejo dos materiais submersos”.

As atividades portuárias envolvem, necessariamente, o recebimento de navios para carregamento e descarregamento. Essas atividades, principalmente quando muito intensas, causam uma grande movimentação no fundo do mar, o que provoca o deslocamento de massas de areia, gerando a obstrução dos canais de navegação, das bacias de evolução e dos berços de atracação dos portos.

Para garantir a segurança dos navios e as profundidades dos canais, é necessário que haja uma desobstrução desses espaços, retirando o excesso de areia e outros materiais do fundo do mar.

Além disso, os volumes de cargas transportadas tornam-se, com o passar do tempo, cada vez maiores, gerando a necessidade de se ter navios de maior capacidade de carregamento. Isso significa que essas embarcações serão maiores e que estarão mais pesadas. Essas duas características combinadas indicam que os calados também serão maiores do que o daqueles que já costumam circular nos portos.

¹ Eliane Areas Fadda, Instrumentos Legais Aplicados à Dragagem No Brasil, 2006.

5.2 DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE

Nas obras do Porto de Imbituba, a área dragada é composta por sedimentos não consolidados, areias grossas, médias e lama, para tanto foi utilizado o método de dragagem hidráulica, através de duas dragas auto transportadoras tipo Hopper, as quais são navios capazes de navegar em alto mar e próximo da costa, carregam sua cisterna (reservatório para a água e sedimentos retirados do fundo do mar) com o objetivo de acumular o material dragado. Suportam intensas condições climáticas e operam de forma independente, mantendo alta produtividade, além de ser capazes de transportar os materiais dragados a longas distâncias.

Para a realização destas obras, em 2014, a empresa holandesa Van Oord, utilizando as dragas Lelystad e Utrecht (Figura 6 e 7) realizou a dragagem de aprofundamento no Porto de Imbituba. Foram aprofundados o canal de acesso ao porto (que ficou com 17m de profundidade), a bacia de evolução (que passou a medir 15,5m de profundidade) e os berços de ancoragem, que chegaram a 12m (nº 3) e 15m (nº 1 e 2). Com a execução da obra o Porto ficou capacitado a receber embarcações de maiores calados e comprimento, além de oferecer a todas as embarcações mais segurança, capacidade de manobra e facilidade de navegação.

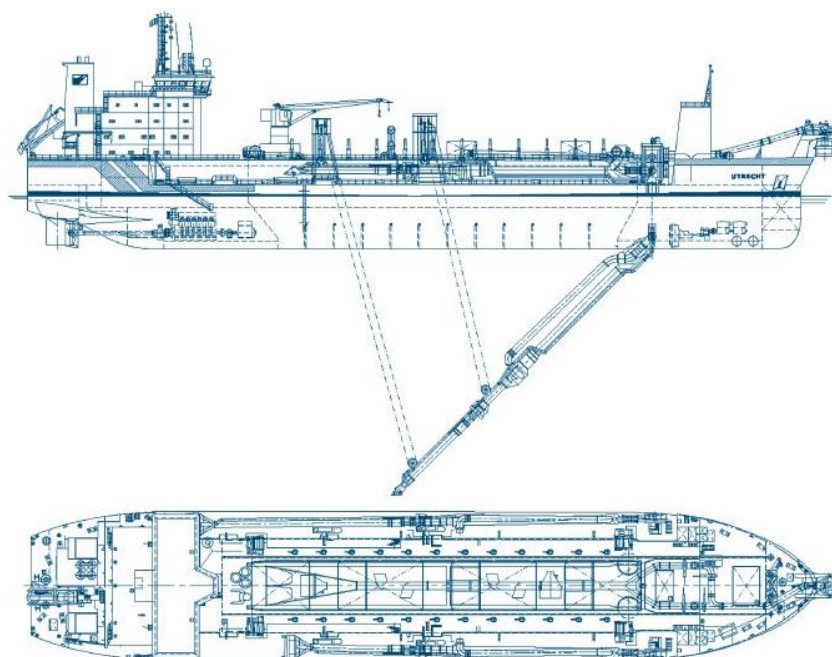


Figura 6 - Detalhamento da Utrecht



Figura 7 - Imagem da Utrecht, draga utilizada no Porto de Imbituba.

O Porto está capacitado para embarcações que até então não dispunham de condições para atracação. A obra resultou em um Porto com maior capacidade de operação, o que é muito significativo para a economia local, regional e nacional.

Após a dragagem foi realizado um levantamento batimétrico monofeixe de alta frequência (200kHz) para conferência dos resultados, os quais estão apresentados na Figura 8 e 9.

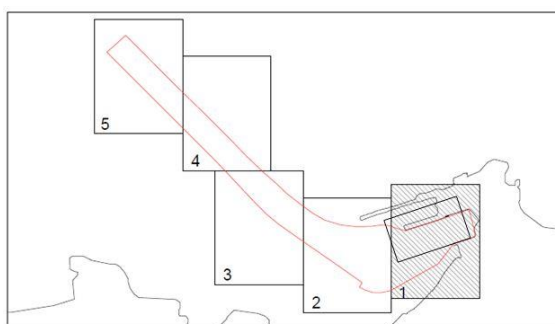


Figura 8 - Detalhe do local que vai ser demonstrada a batimetria

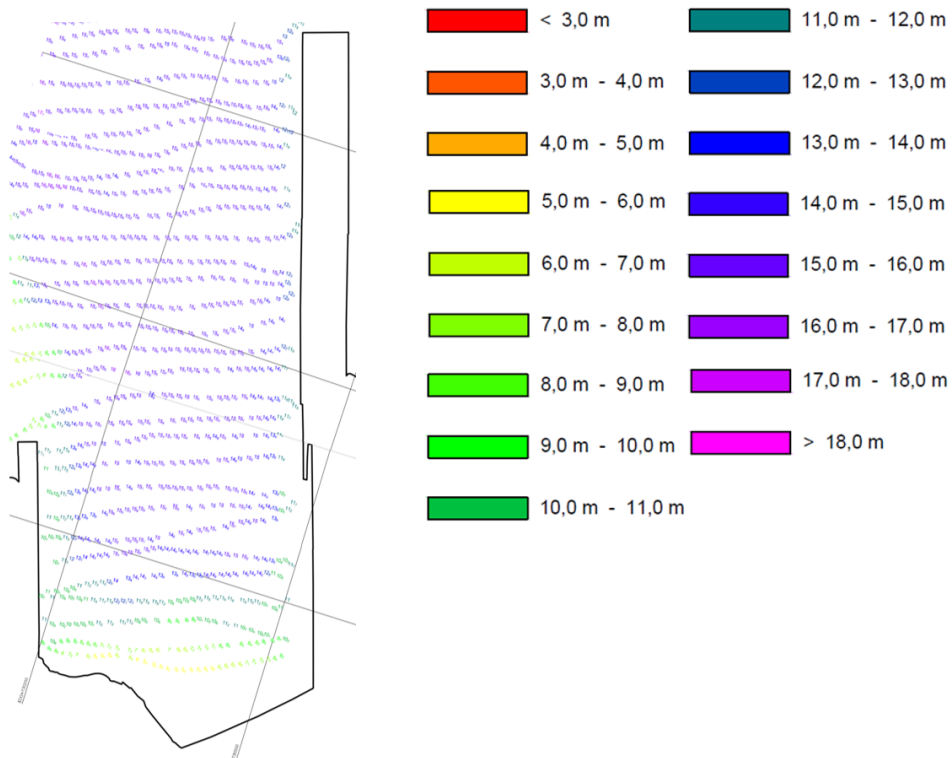


Figura 9 - Profundidade da lâmina d'água ao longo do Cais

6. ANTECEDENTES

Entre os anos de 1880 a 2012, citados na síntese histórica, muitas obras ocorreram no porto, dentre as quais certamente as estruturas dos molhes em enrocamento de pedra, que ao longo do tempo foram ajustadas para estruturar a parede do Cais 1. Que no caso específico, no dia 22/03/2016, teve a sua estrutura avaliada visualmente pela equipe da BK2 Engenharia.

Durante a visita foram observadas obras de contenções executadas ao longo dos anos com a finalidade de estabilizar os processos de desabamento da estrutura em pedra arrumada que compõe o enrocamento, Figura 10 a Figura 14.



Figura 10 - Estrutura de contenção sobre o enrocamento



Figura 11 - Estrutura de contenção antiga e tentativa de estabilização da base em enrocamento



Figura 12 - Obra de contenção objetivando estabilizar a estrutura do aterro



Figura 13 - Tentativa de estabilização da base do enrocamento



Figura 14 - Evidências de tentativas de estabilização da base do enrocamento

O Goularti Filho (2010), ilustra no quadro apresentado na Figura 15 que o Cais Velho passou por obras de construção, correspondente a uma extensão de 100 metros e 9,50 metros de profundidade no ano de 1942, e o Berço 1 uma extensão de 40 metros e 9,50 metros de profundidade no ano de 1959 e o Berço 2 uma extensão de 168 metros e 9,50 metros de profundidade durante o ano de 1970.

Quadro 1: Evolução da construção dos cais no porto de Imbituba

Cais e berços	Entrada em operação	Comprimento (m)	Profundidade (m)
Cais Velho (carvão)	1942	100	9,5
Berço 1	1959	40	9,5
Berço 2	1970	168	9,5
Cais Novo (rocha e ácido fosfórico e carga geral)	1983	245	9,5
Berço 3			
Roll-on	1981	24	9,5

Fonte: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. *Estudo específico para análise de movimentação portuária: Porto de Imbituba.* Brasília: Geipot, 1994, p. 24-25.

Figura 15 - Quadro com a evolução da construção dos cais no porto de Imbituba citado por Goularti Filho (2010).

As informações apresentadas por Goularti Filho (2010) evidenciam e reforçam a evolução das obras no porto durante, pelo menos, 39 anos.

7. INVESTIGAÇÕES GEOTÉCNICAS

As primeiras tentativas de execução das sondagens foram realizadas pela empresa GEOTEC Sondagens e Fundações LTDA, que por motivos de dificuldades alheios à vontade da BK2 Engenharia resolveu não executar os serviços por completo, tendo executado apenas dois furos de sondagens. Por este motivo foi contratada a empresa SONDAGEL Sondagens e Serviços LTDA para dar continuidade aos serviços.

A GEOTEC esteve em campo no período entre dias 16 e 20 de maio de 2016 e a SONDAGEL entre os dias 16 de Junho de 2016 e 1º de Setembro de 2016.

Com o objetivo de avaliar se as obras realizadas para o alargamento do Cais e/ou as obras de sua dragagem estão causando a instabilidade da parede em enrocamento foram executadas seis sondagens mistas ao longo do alinhamento do Cais 1, conforme figura 16 apresentada a seguir, o mapa de situação estará em folha tamanho A3 nos anexos para melhor visualização.

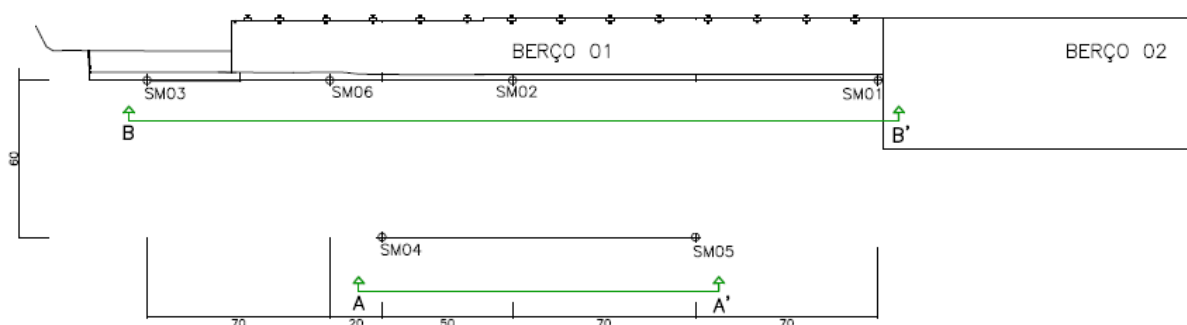


Figura 16 - Mapa de situação dos furos de sondagens

7.1 SONDAGEM MISTA SM-01

Os primeiros 30 cm investigados pela sondagem SM-01, Figura 17 e Figura 18, descreveram a estrutura do pavimento em paver, sob ele o enrocamento em pedra arrumada (rachão), que apresentou crescente recuperação variando de 34,3%

a 71% até aproximadamente 6,80 metros de profundidade, caindo repentinamente para 57,8% e decrescendo para 29,5% até aproximadamente 9,50 metros de profundidade, desta cota até 10,20 metros, foi caracterizado um aterro em areia fina pouco siltosa, compacta a muito compacta, cinza clara esverdeada e em seguida uma camada em rachão de 60 cm que apresentou uma recuperação de 53,3%. A partir dela foi caracterizado um aterro em areia fina siltosa, medianamente compacta, cinza, com poucos pedregulhos variados e presença ocasional de fragmentos milimétricos de organismos marinhos.

Entre 15,97 e 17,08 m foi caracterizado um aterro em concreto com recuperação de 31,5%, após esta camada, até 19,80 metros de profundidade, um aterro em areia fina siltosa cinza pouco compacta à medianamente compacta, com presença ocasional de fragmentos milimétricos de organismos marinhos.

Entre 19,80 e 20,32 m foi encontrado um aterro em rachão, cuja recuperação atingiu 38,5%. A partir daí, até a paralisação da sondagem, foi caracterizado o solo de fundação em areia fina siltosa cinza, compacta à muito compacta, com presença ocasional de fragmentos milimétricos de organismos marinhos. As características dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da sondagem SM-01 estão apresentadas na Figura 19.

Entre 20,32m e 30,45m foi encontrado areias com características diversas, a sondagem utilizada foi a percussão (SPT - *standard penetration test*). Desde o início desta camada até o a profundidade de 25m, o material caracterizado foi areia fina siltosa com presença ocasional de fragmentos milimétricos de organismos marinhos, sendo compacta à muito compacta.

Entre 25,00 e 27,00m foi caracterizado uma areia fina argilosa com fragmentos milimétricos de organismos marinhos e poucos pedregulhos finos e médios, apresentando também compacidade elevada e coloração cinza.

O material encontrado entre as profundidades de 27,00m e 30,45m é uma areia fina siltosa, variando de muito compacta a compacta e coloração cinza.

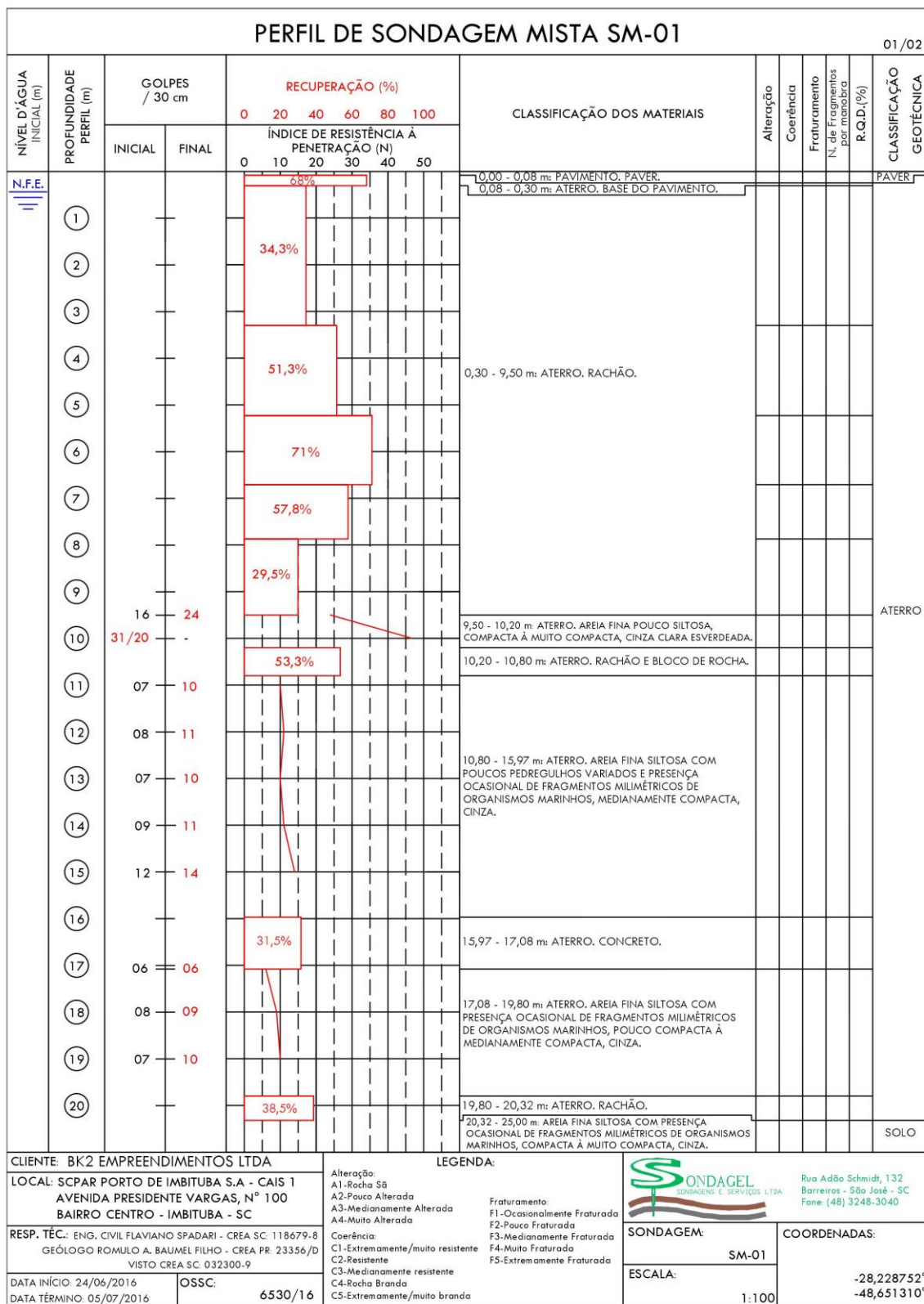


Figura 17 - SM-01 - Folha 01

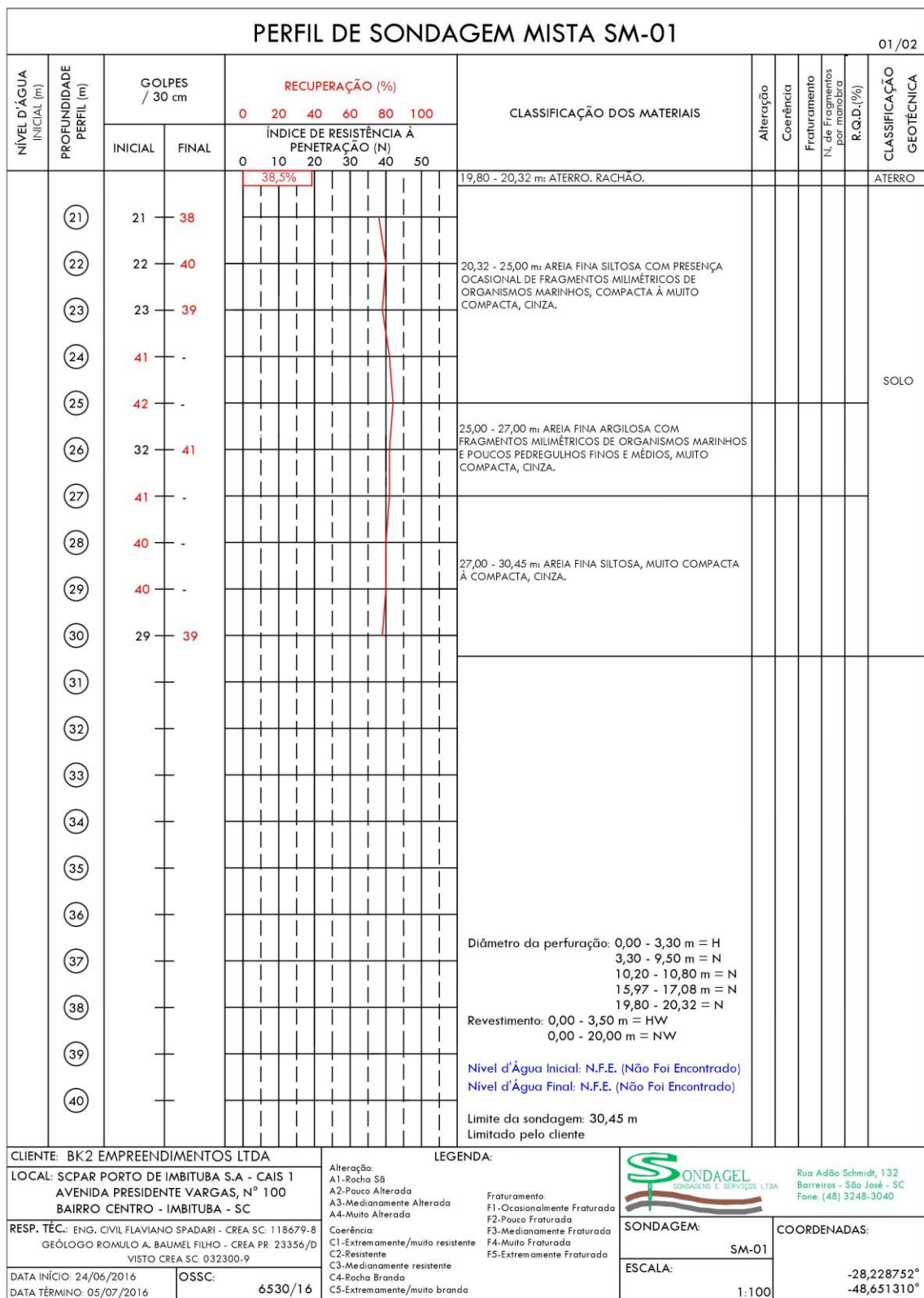


Figura 18 - SM-01 - Folha 02

REGISTRO FOTOGRÁFICO DA SONDAGEM MISTA SM-01

OSSC
6530/16

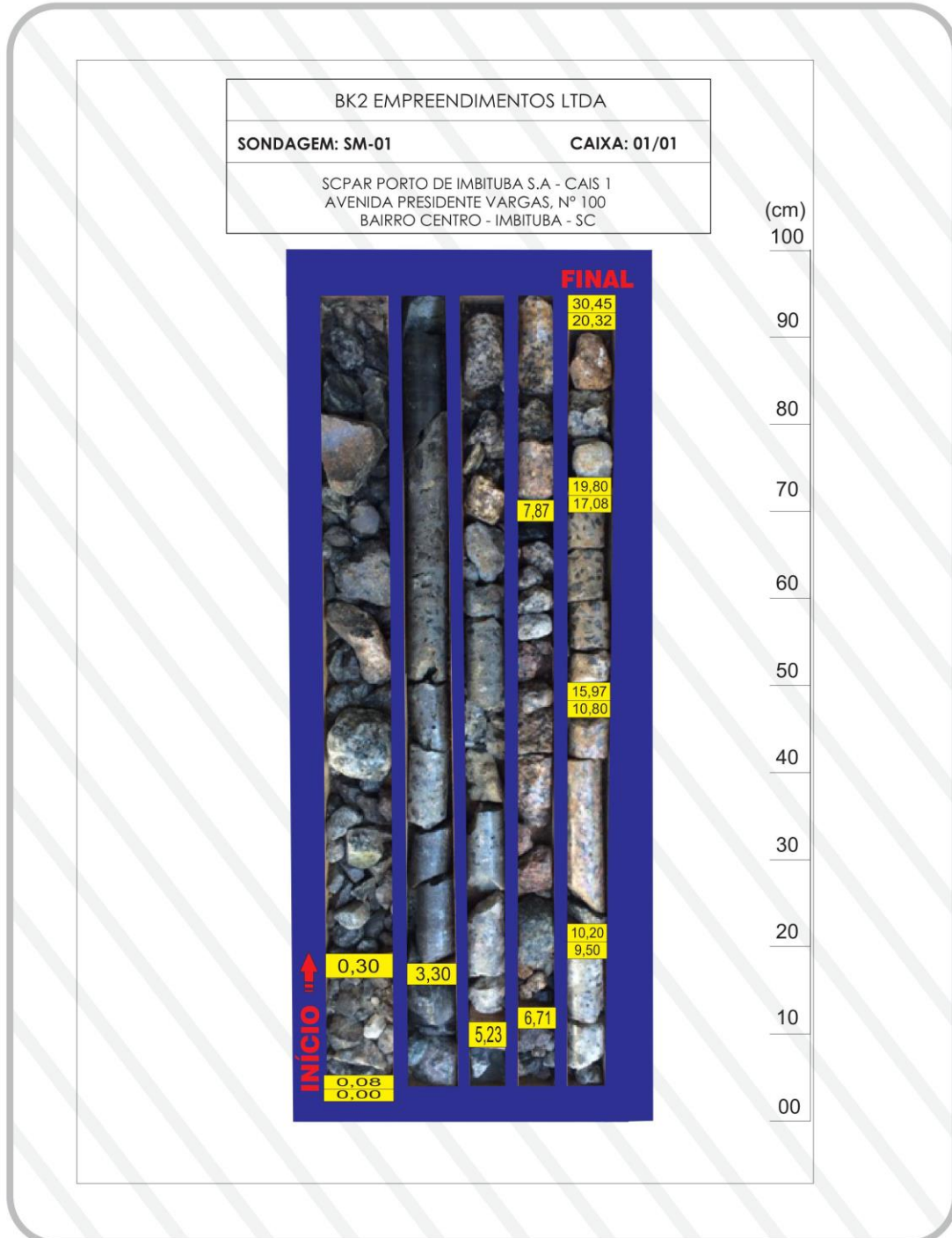


Figura 19 - Características visuais dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da SM-01

7.2 SONDAGEM MISTA SM-02

Os primeiros 30 cm investigados pela sondagem SM-02, Figura 20 e Figura 21, descreveram a estrutura do pavimento em *paver*, sob ele um aterro composto por rachão, concreto e blocos de rocha, até a profundidade de 14,30 metros. A recuperação dos materiais iniciou em 77% aumentando até 94,3% próximo dos 4 metros de profundidade, a partir daí decaiu para 53% a 41,3%, obtendo aumento de recuperação, que variou entre 66,4% a 97,2%, próximo aos 10 metros. Entre esta profundidade e 13,80 metros a recuperação variou entre 40% e 37%, decaindo subitamente para 22,2%, na profundidade de 14,30 metros, perdendo a recuperação até os 15,70 metros.

Entre essa última profundidade e os 16,37 metros a recuperação aumentou para 44,8% devido às características da camada do aterro em rachão misturado a pedaços de ferro e de madeira.

Dos 16,37 metros até os 19,87 metros a sondagem caracterizou uma camada de aterro em areia fina pouco siltosa com presença ocasional de fragmentos milimétricos de organismos marinhos, pouco compacta à medianamente compacta, cinza

Uma delgada camada em rachão, com recuperação de 27,6%, foi encontrada entre 19,87 e 20,16 metros de profundidade.

O solo de fundação, em areia fina siltosa na cor cinza, compacta a muito compacta passando novamente à compacta foi caracterizado a partir dos 20,16 metros. As características dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da sondagem SM-02 estão apresentadas na Figura 22.

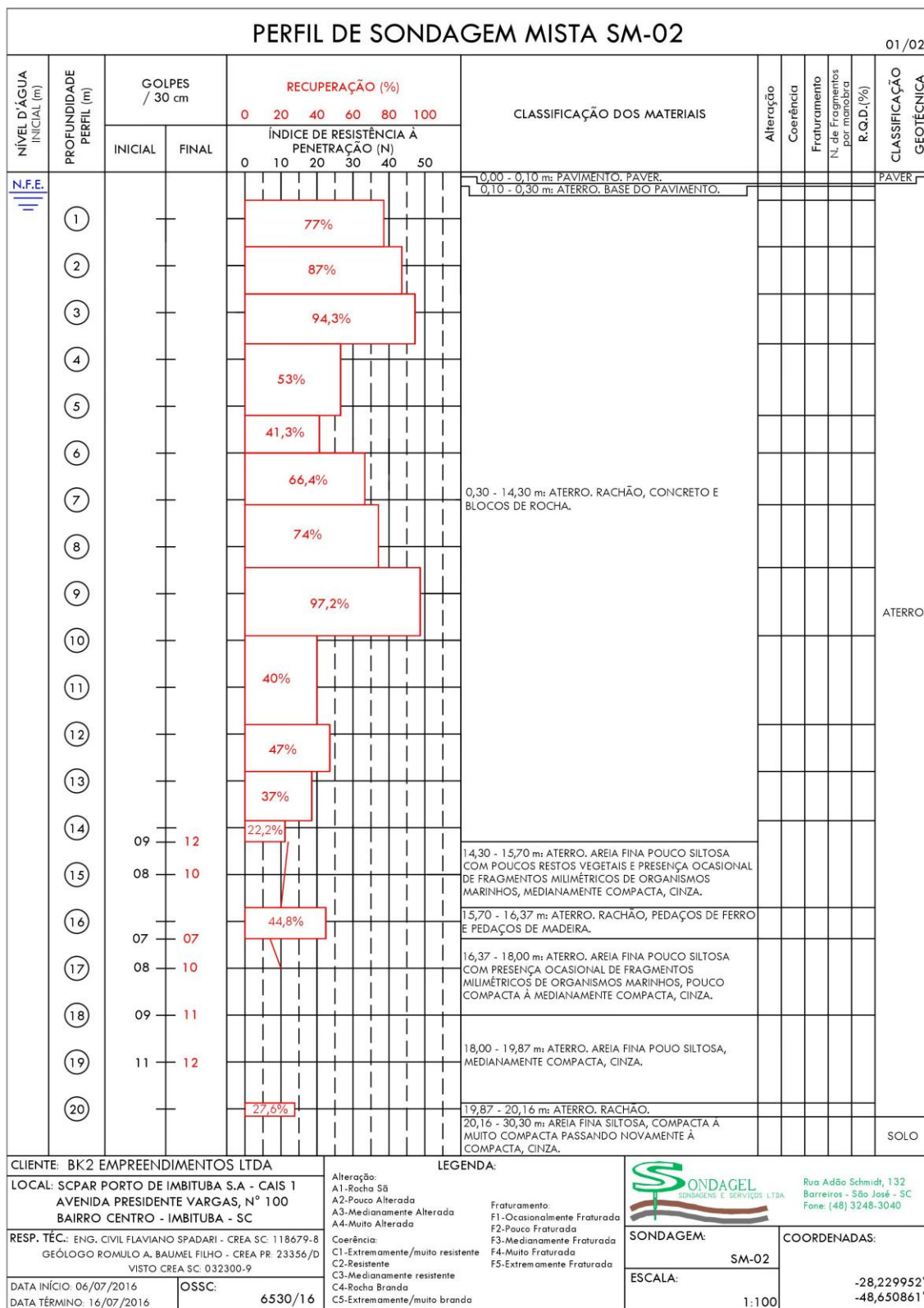


Figura 20 - SM-02 - Página 01

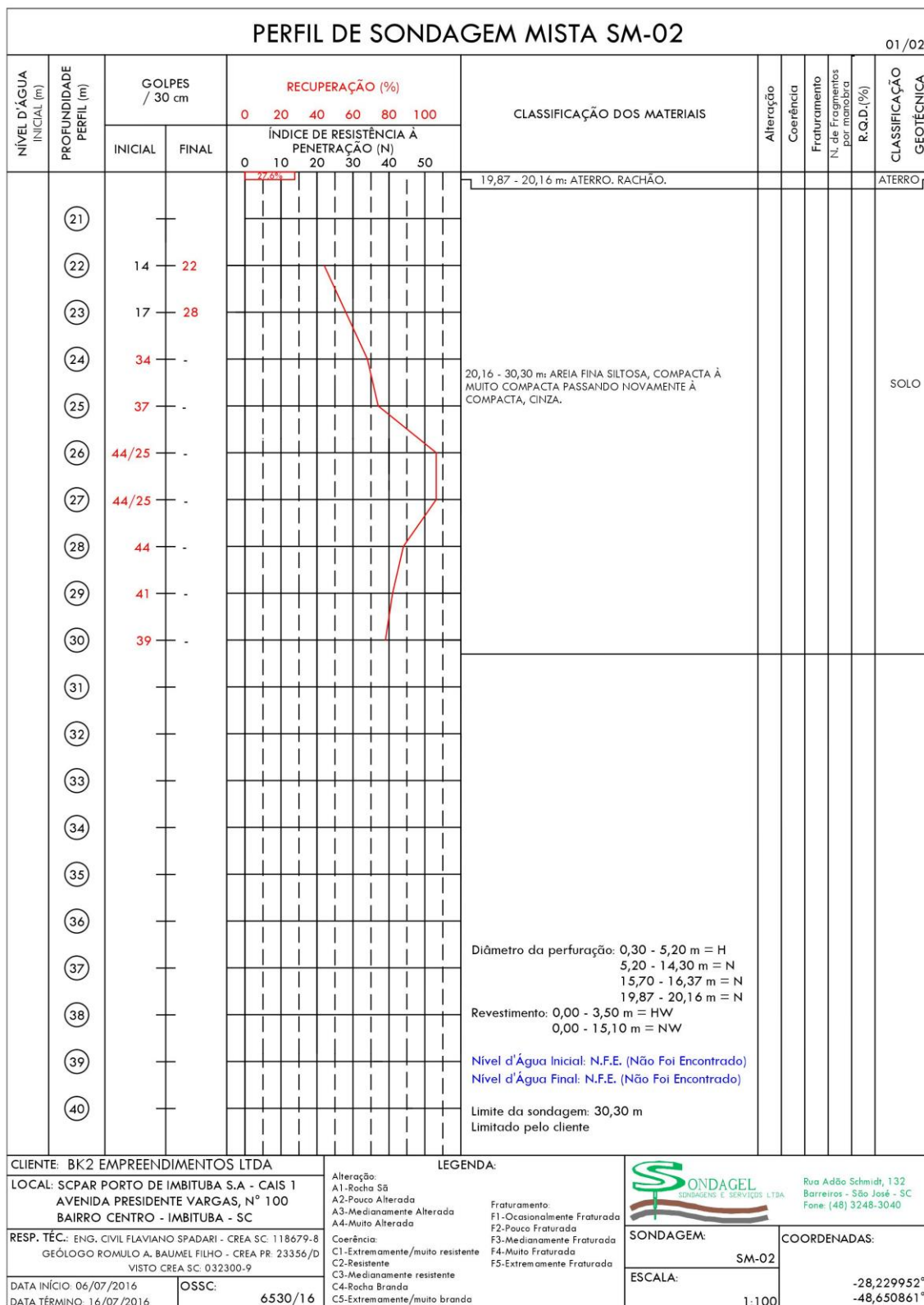


Figura 21 - SM-02 - Página 02

REGISTRO FOTOGRÁFICO DA SONDAGEM MISTA SM-02

OSSC
6530/16

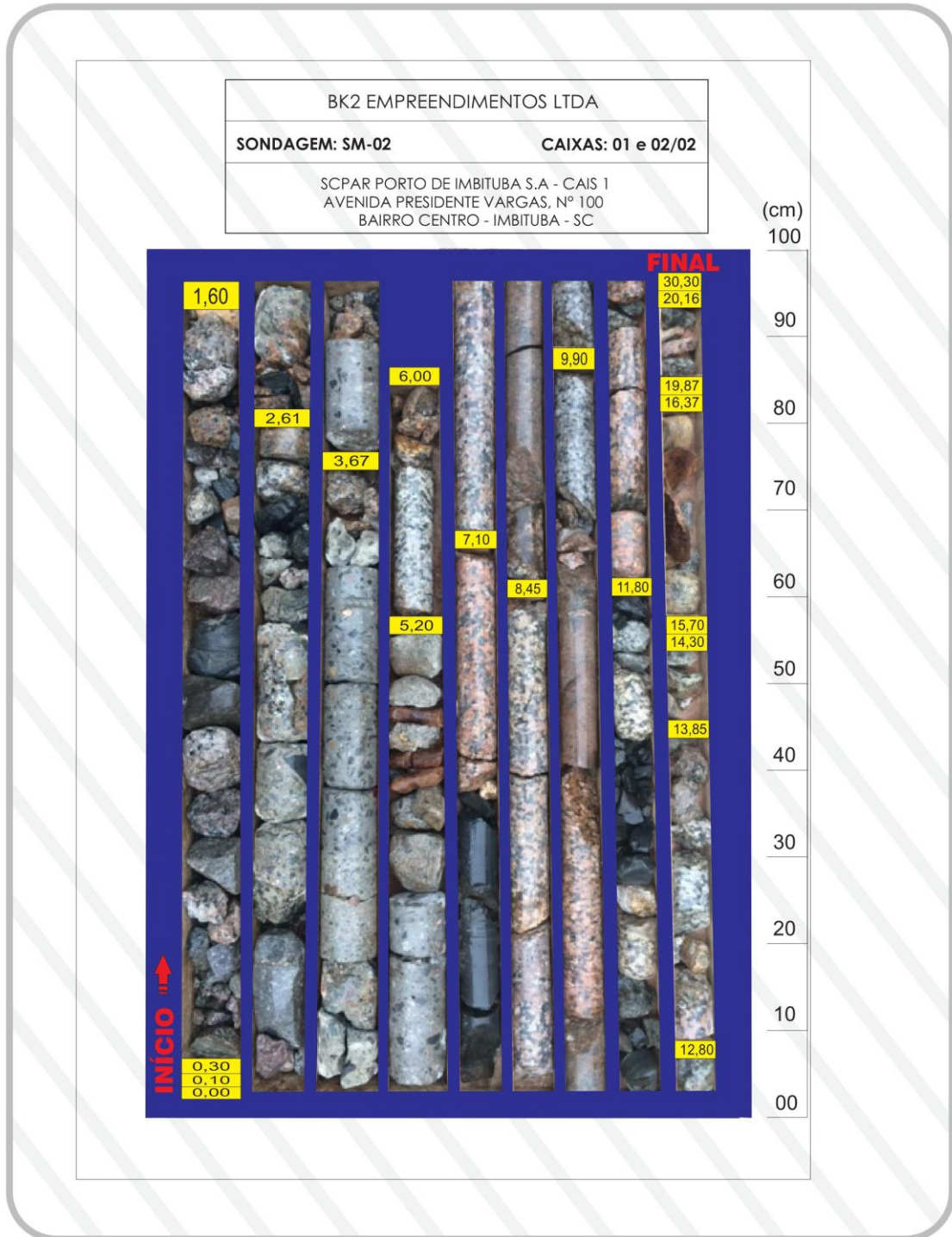


Figura 22 - Características visuais dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da SM-02

7.3 SONDAGEM MISTA SM-03

Os primeiros 8,0cm investigados na sondagem SM-03, Figura 23, descreveram a o pavimento em *paver*, que está sob sua estrutura de apoio de aproximadamente 82cm, a qual tem recuperação de 39%, entre 90 e 193cm o material foi caracterizado por aterro composto por areia fina, marrom escura.

Dos 1,93 metros aos 12,58 metros de profundidade foi caracterizado um aterro em rachão e em blocos de rocha. Os materiais que compõem este aterro apresentaram recuperação variável de 51% a 45,5% entre 1,93 metros até os 5,30 metros de profundidade, 62,5% a 31% entre 5,30 metros até os 8,50 metros de profundidade, 31% a 100% entre 8,50 metros até os 11,50 metros de profundidade e 100% a 84,7% entre 11,50 metros até os 12,58 metros de profundidade.

Houve perda de recuperação entre 12,58 metros e 12,88 m de profundidade onde foi caracterizado um aterro em areia fina marrom. A partir daí um aterro em rachão, até a profundidade de 14,10 metros, com recuperação não identificada na sondagem.

As características dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da sondagem SM-03 estão apresentadas na Figura 24.

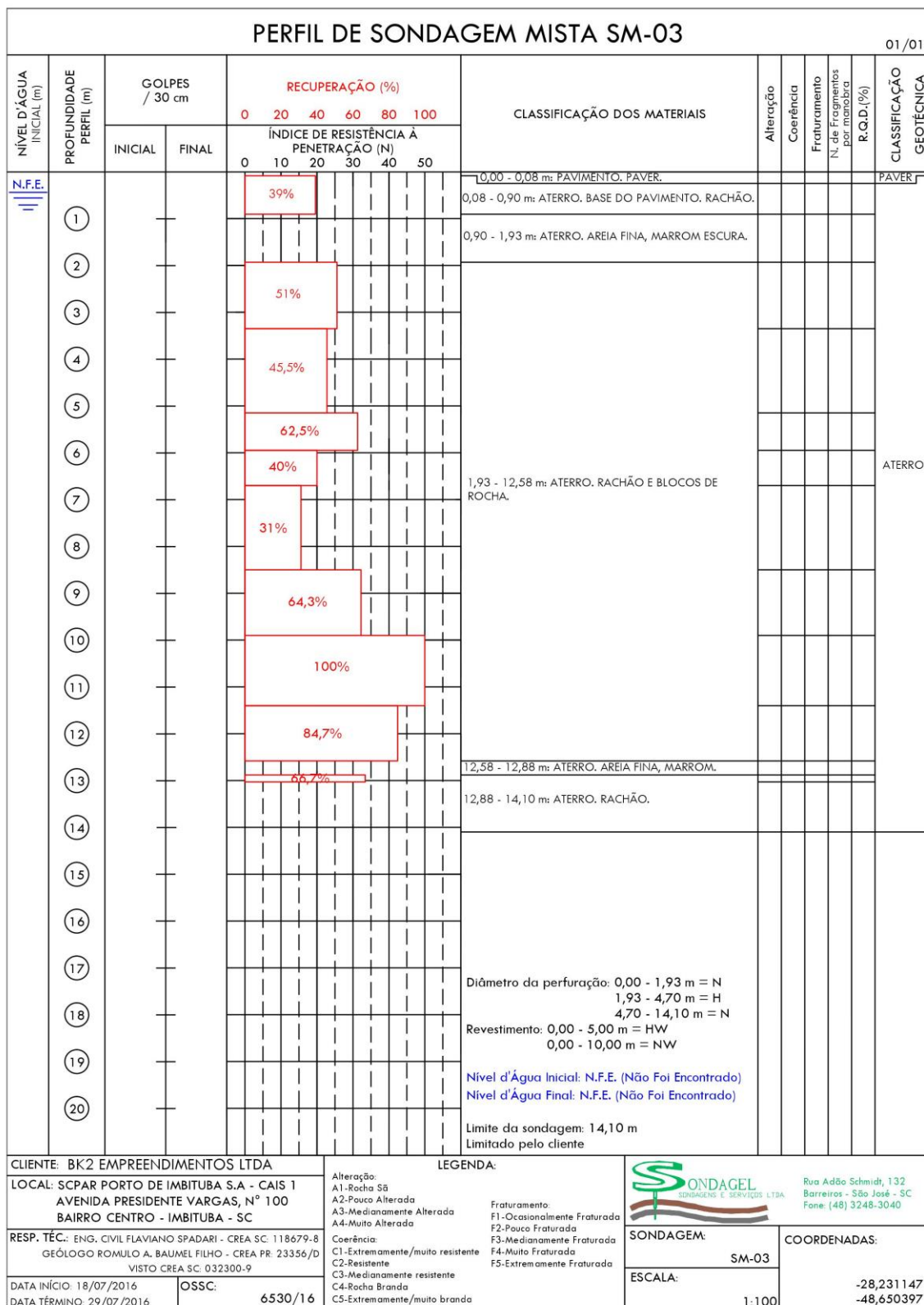


Figura 23 - SM-03 - Folha 01

REGISTRO FOTOGRÁFICO DA SONDAGEM MISTA SM-03

OSSC
6530/16

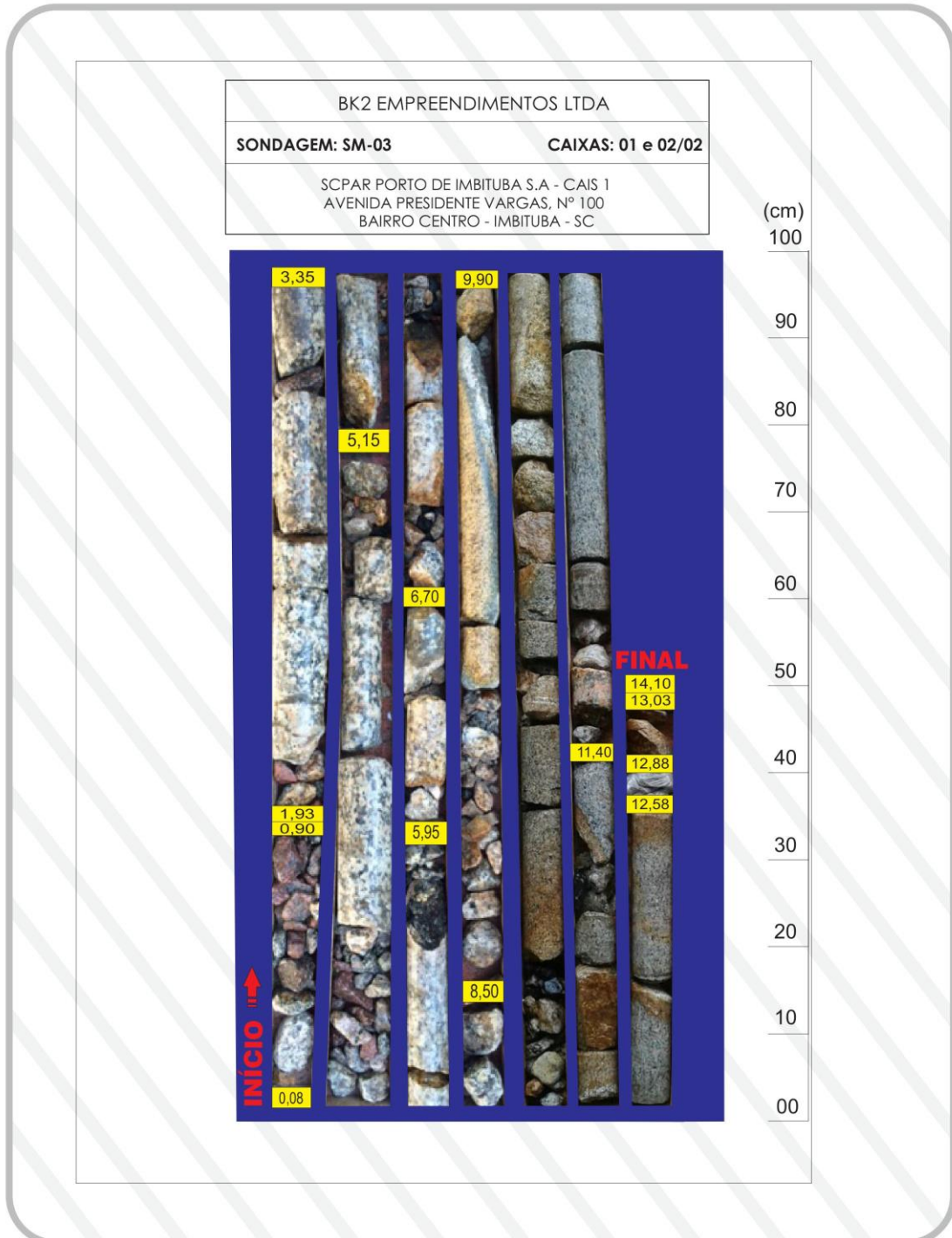


Figura 24 - Características visuais dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da SM-03

7.4 SONDAGEM MISTA SM-04

A sondagem SM-04, Figura 25, foi executada a uma distância de 60 metros do alinhamento do enrocamento de pedra do Cais 1. Os primeiros 31 cm investigados por ela, descreveram a estrutura do pavimento em *paver*, sob aterro em areia fina marrom amarelada até 1,00 metros de profundidade. A partir daí até 1,50 metros foi caracterizado um aterro em saibro e rachão que obteve 62% de recuperação.

Dos 1,50 metros até 6,70 metros a característica informada pela sondagem é de um aterro em areia fina e média, pouco compacta marrom amarelada.

Entre 6,70 e 8,52 m de profundidade a sondagem caracterizou um aterro em blocos de rocha com recuperação variável entre 93 e 95%. A partir dele, até 10,15 metros de profundidade, um material sem recuperação, caracterizado por aterro em areia fina, pouco compacta a muito compacta, marrom amarelada.

A rocha de coloração preta, cinza clara e branca (obteve recuperação que variou entre 100 a 88,7%) composta principalmente por feldspato potássico, plagioclásio, quartzo e biotita. Estrutura compacta, textura fanerítica inequigranular (granulometria fina à grossa), apresenta fraturas subverticais e sub-horizontais, geralmente com presença de óxidos de coloração amarela em seus planos, classificada macroscopicamente como granito, foi caracterizada entre 10,15 e 14,51 metros de profundidade.

As características dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da sondagem SM-04 estão apresentadas na Figura 26.

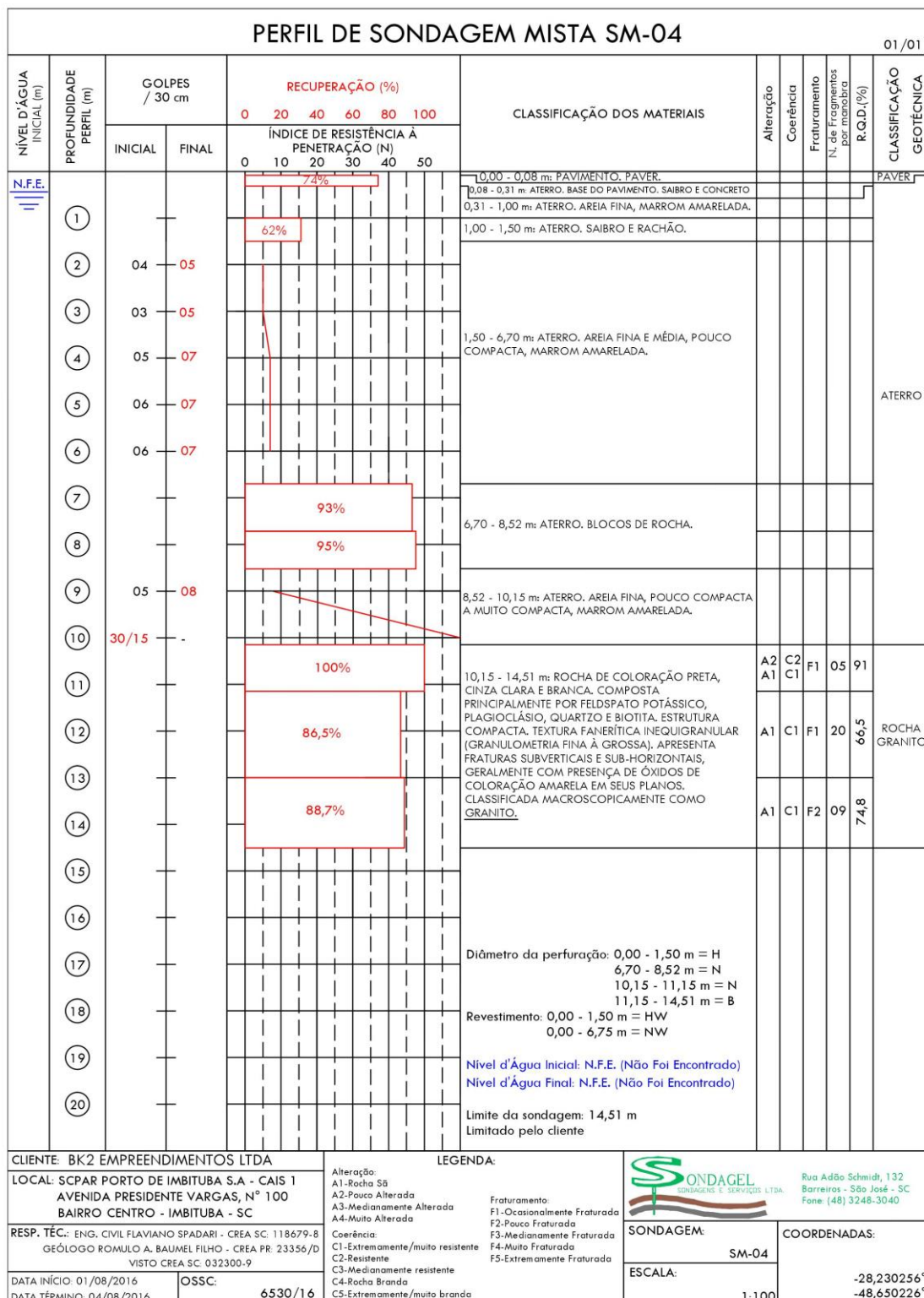


Figura 25 - SM-04 - Folha 01

REGISTRO FOTOGRÁFICO DA SONDAGEM MISTA SM-04

OSSC
6530/16

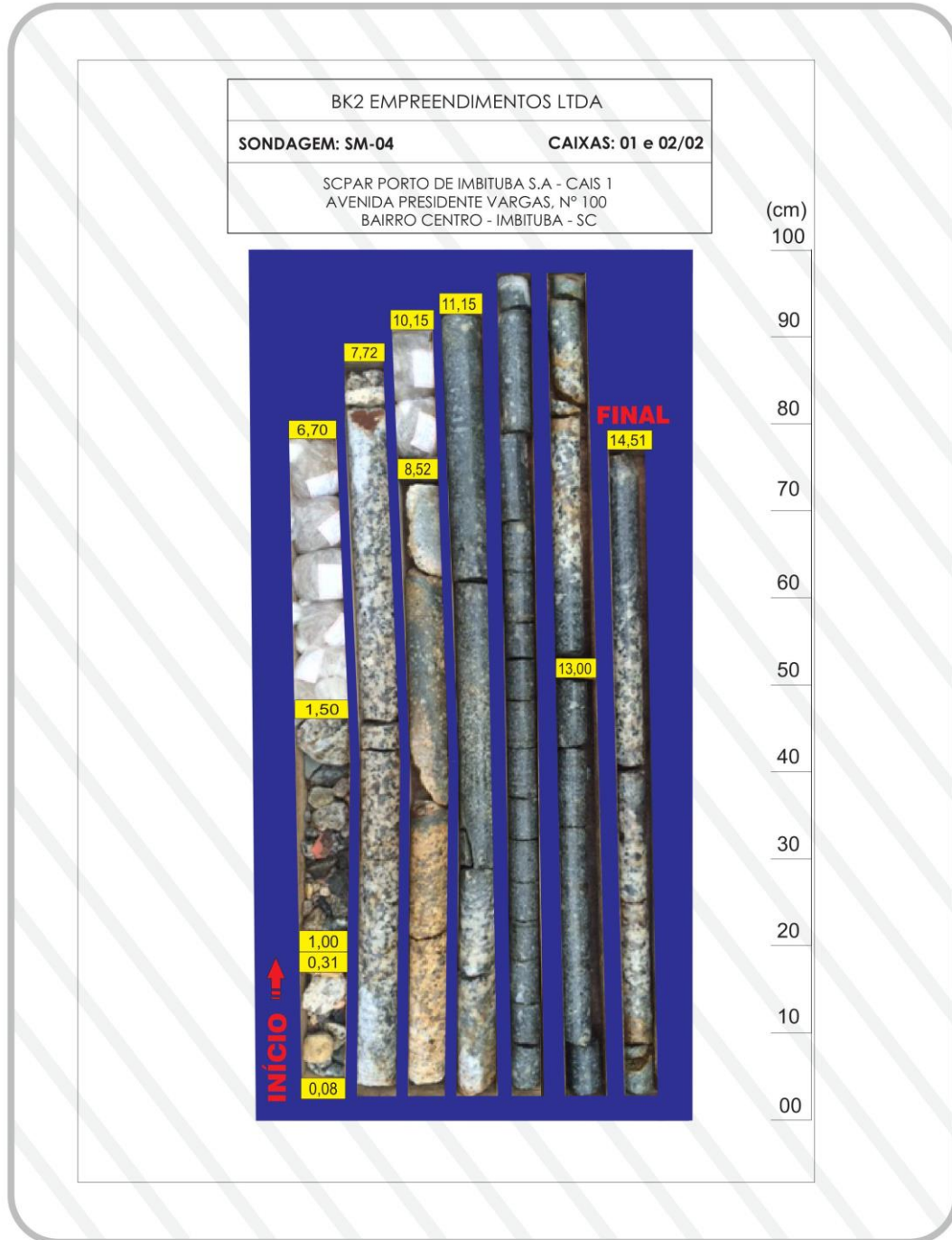


Figura 26 - Características visuais dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da SM-04

7.5 SONDAGEM MISTA SM-05

A sondagem SM-05, Figura 27, foi executada a uma distância de 60 metros do alinhamento do enrocamento de pedra do Cais 1, e a 120 metros da SM-04. Os primeiros 63 cm investigados por ela, descreveram a estrutura de um aterro em saibro e rachão, entre 0,63 e 0,96 um aterro em areia grossa, cinza escura e sob ele até 2,00 metros um aterro em saibro e rachão.

Dos 2,00 até os 5,20 metros de profundidade foi caracterizado um aterro em areia fina à grossa pouco argilosa com pedregulhos variados, fofa a muito compacta, marrom passando a marrom amarelada. A partir desta camada foi caracterizado um aterro em blocos de rocha e rachão com recuperação variável entre 80,4% e 62%. Sob esta ultima camada uma rocha.

A rocha de coloração preta, cinza clara e branca (obteve recuperação que variou entre 61 a 94%) composta principalmente por feldspato potássico, plagioclásio, quartzo e biotita. Estrutura compacta, textura fanerítica inequigranular (granulometria fina à grossa), apresenta fraturas sub-horizontais e diagonais, geralmente com presença de óxidos de coloração amarela em seus planos, classificada macroscopicamente como granito, foi caracterizada entre 10,35 e 15,50 metros de profundidade.

As características dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da sondagem SM-05 estão apresentadas na Figura 28.

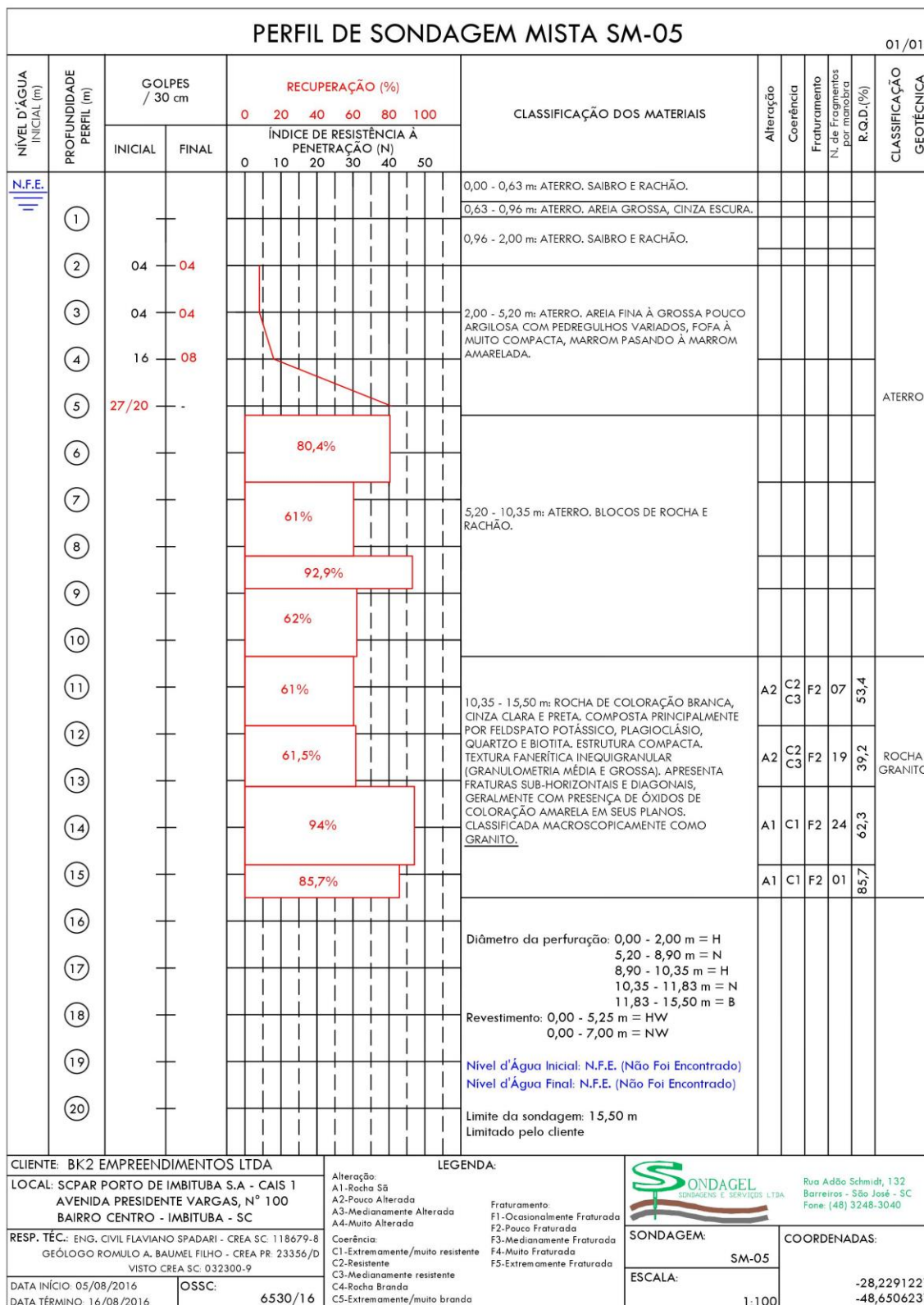


Figura 27 - SM-05 - Folha 01

REGISTRO FOTOGRÁFICO DA SONDAGEM MISTA SM-05

OSSC
6530/16

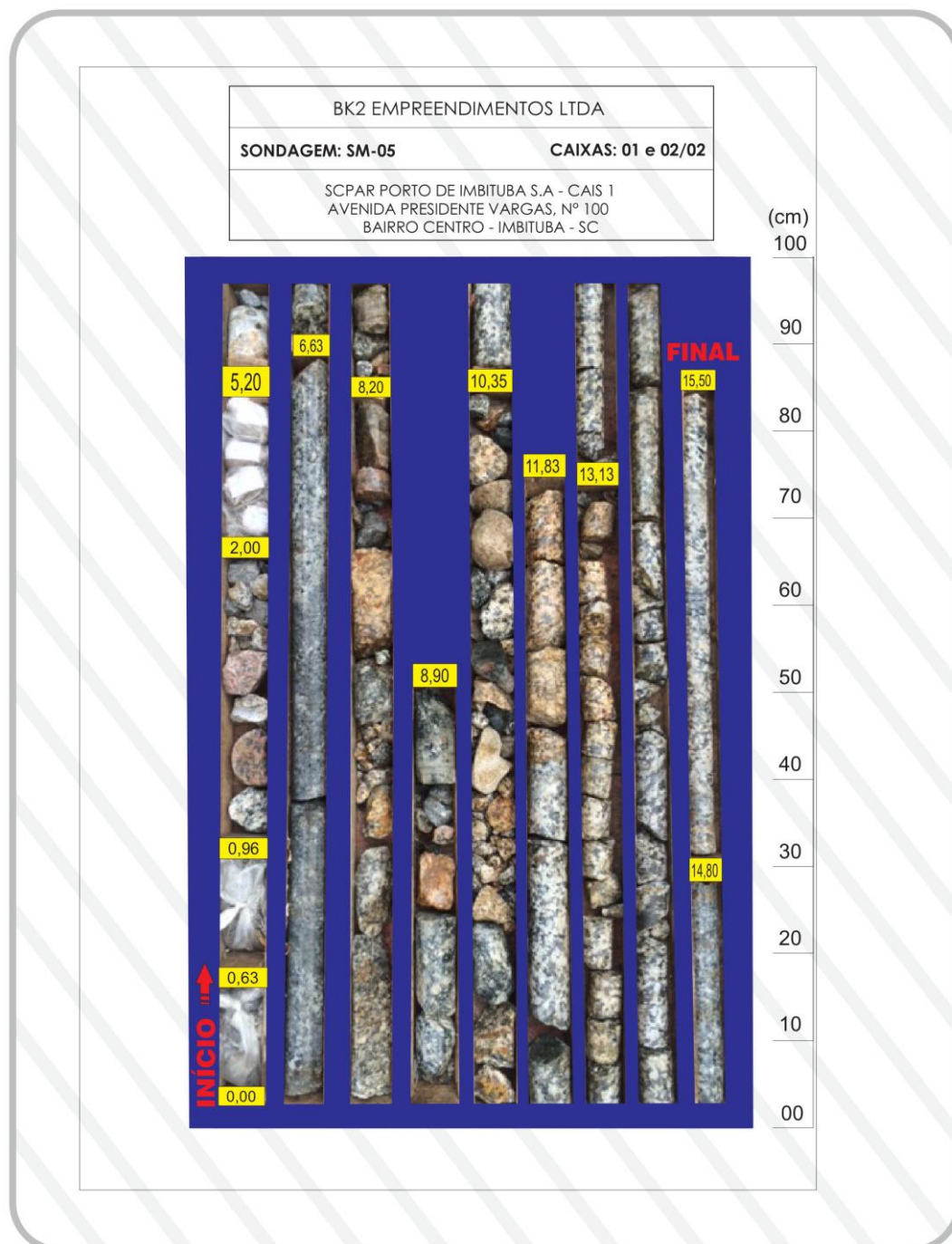


Figura 28 - Características visuais dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da SM-05

7.6 SONDAGEM MISTA SM-06

Os primeiros oito cm investigados pela sondagem SM-06, Figura 29, descreveram a estrutura do pavimento em paver, sob ele um aterro composto por rachão, concreto e blocos de rocha, até a profundidade de 6,20 metros. Nesta camada a recuperação dos materiais iniciou em 100% e variou até 59%.

A partir dos 6,20 metros até 8,20 metros, foi caracterizado um aterro em areia fina na cor amarelada, pouco compacta a muito compacta.

Dos 8,10 metros aos 9,50 metros a sondagem apresentou as características de um aterro em rachão, concreto e blocos de rocha.

As características dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da sondagem SM-06 estão apresentadas na Figura 30.

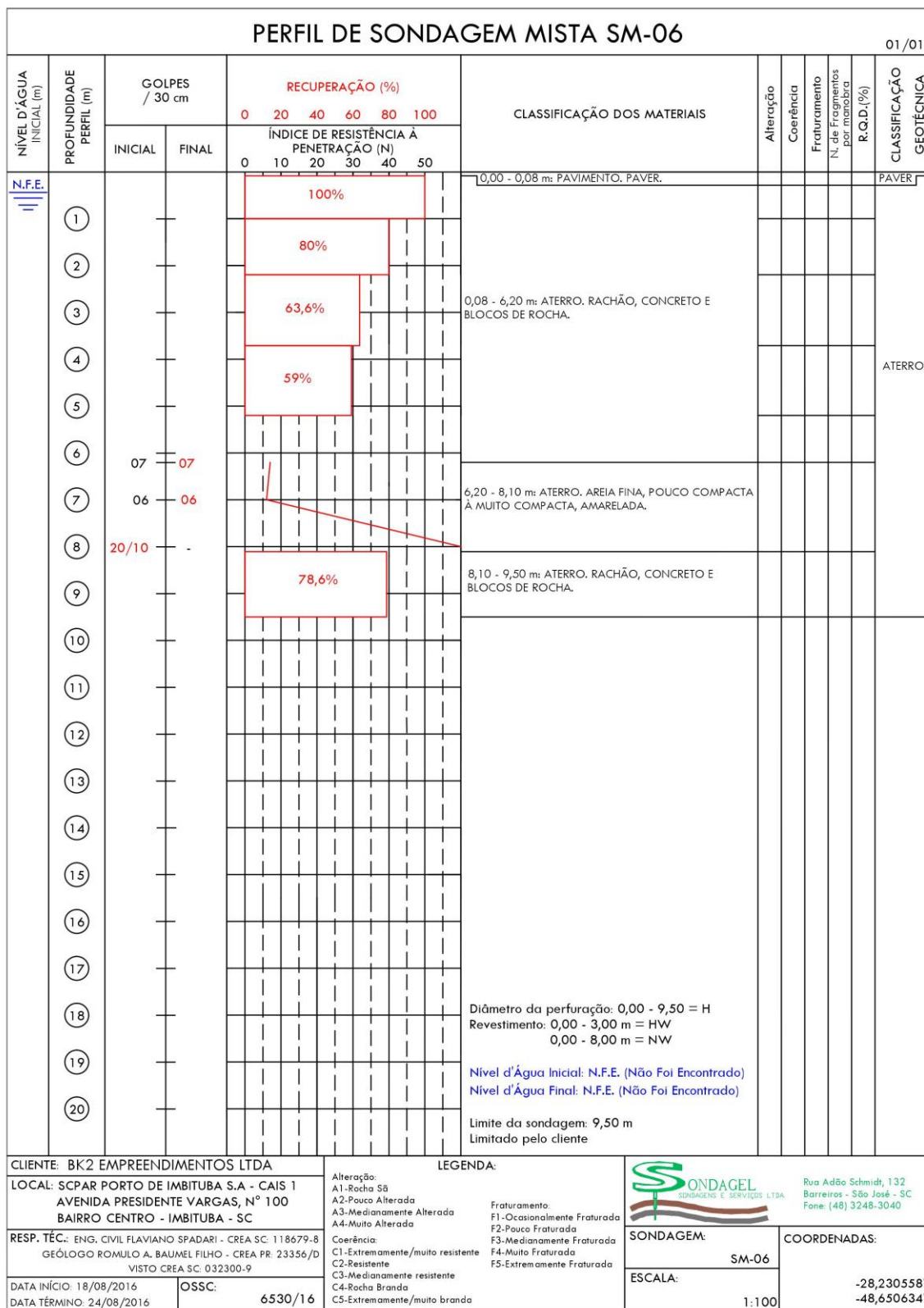


Figura 29 - SM-06 - Folha 01

REGISTRO FOTOGRÁFICO DA SONDAGEM MISTA SM-06

OSSC
6530/16

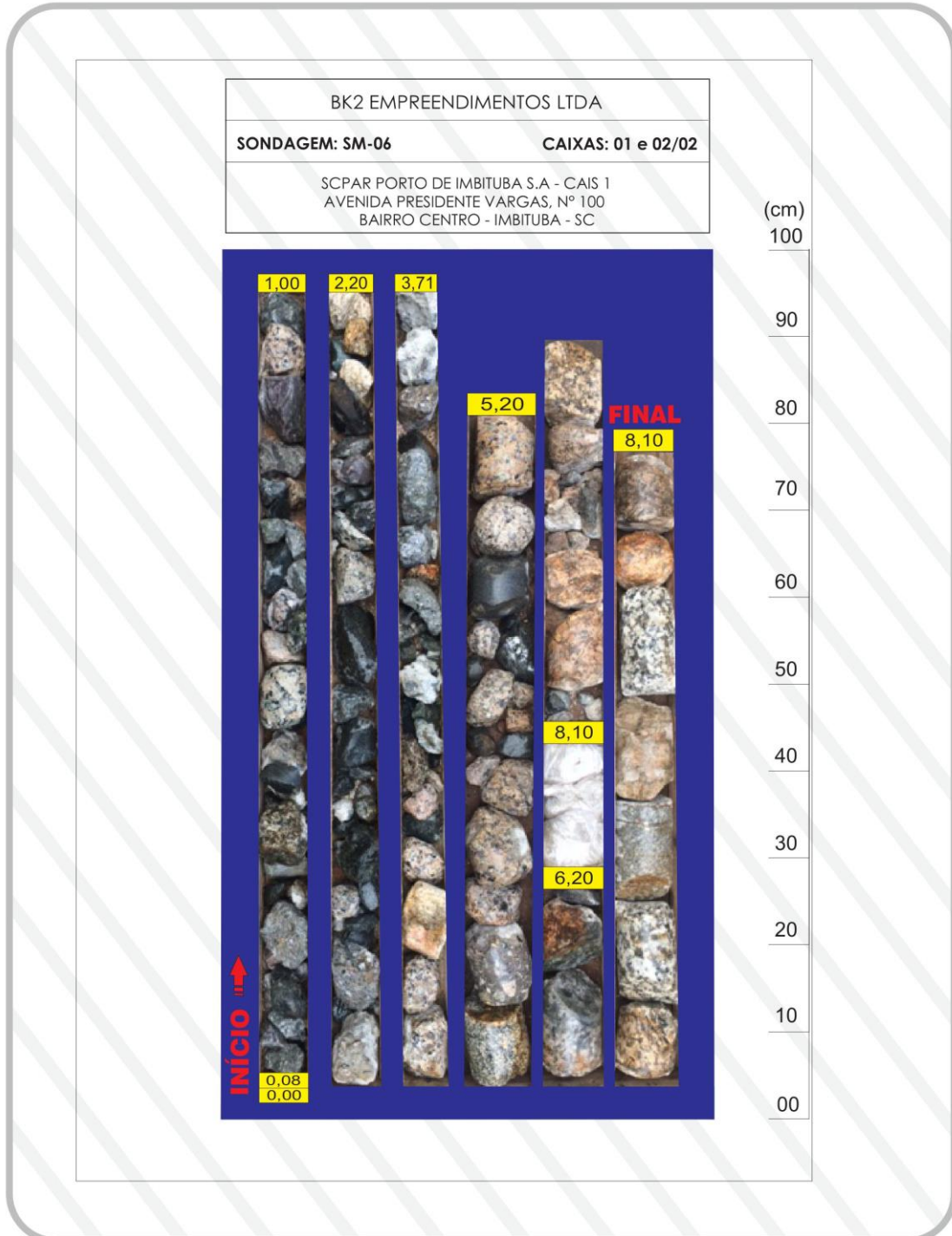


Figura 30 - Características visuais dos materiais que obtiveram recuperação durante a execução da SM-06

8. METODOLOGIAS EXECUTIVAS E OS PROCESSOS DE MOVIMENTAÇÃO DA ESTRUTURA EM ENROCAMENTO DE PEDRA

As sondagens SM-01, SM-02, SM-3 e SM-06 apresentam as características da parede em enrocamento que está estruturando o aterro a montante do Cais 1.

A estrutura em enrocamento de pedra não poderá cumprir a finalidade de conter o aterro e fechar os vãos da estrutura em concreto armado. Pois quando especificado como muro de contenção o enrocamento de pedra “funcionará” como muro de peso que poderá ser “empurrado” pelo aterro.

Nas sondagens SM-05 e SM-04 foi evidenciado, a partir de aproximadamente 10 metros de profundidade, o horizonte em rocha granítica. O contato entre materiais de diferentes resistências, aterro e a rocha, corrobora para a formação de um plano preferencial de escorregamento e contribui para o efeito de “empurrar” a estrutura do enrocamento.

Os processos de escorregamento são lentos e levam anos, por este motivo qualquer vibração e ou trepidação poderá contribuir para o deslocamento dos materiais, o que possivelmente vem ocorrendo ao longo de décadas e recentemente com a execução da obra de alargamento do Cais 2.

O método utilizado para o serviço de dragagem no porto é o hidráulico, que contribuiu para a sucção do material próximo à estrutura da base do enrocamento, instabilizando a sua fundação. Este efeito também vem ocorrendo ao longo dos anos.

Com a finalidade de complementar as análises do muro de peso, foi contratada uma equipe de mergulhadores para realizarem vistorias subaquáticas e verificar sua integridade abaixo do nível d’água. Estas vistorias detectaram indícios de escorregamentos na estrutura do muro de contenção, as quais corroboram para instabilidade e aumento de deslizamentos gerados através da acomodação das rochas nos vazios encontrados.

Os vazios foram encontrados em duas localidades, entre os pilares 3 e 4 e também entre o 5 e 6. Na Figura 32, temos o mergulhador entre os pilares 3 e 4, local que foi detectado um escorregamento que avança 2 metros a montante do muro de contenção. A Figura 31 apresenta a seção transversal citada acima.

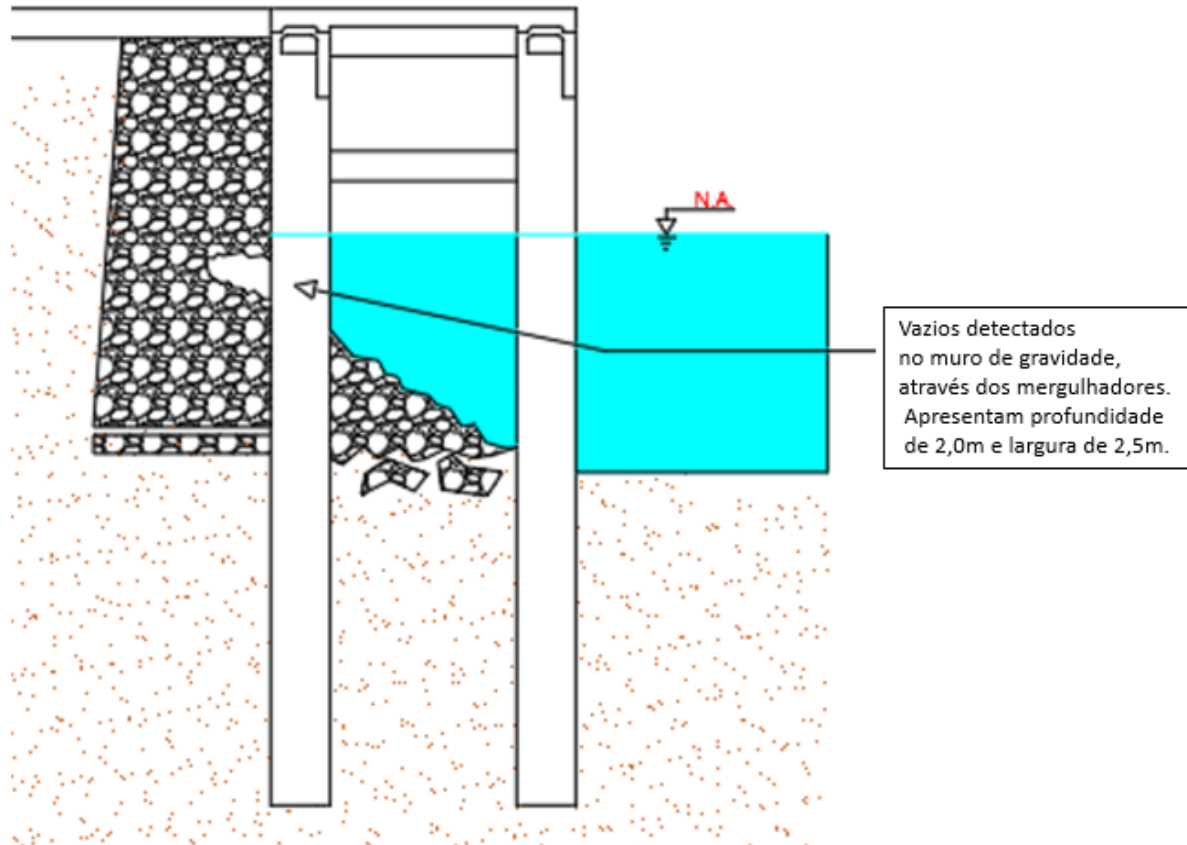


Figura 31 - Seção levantada através de mergulhadores

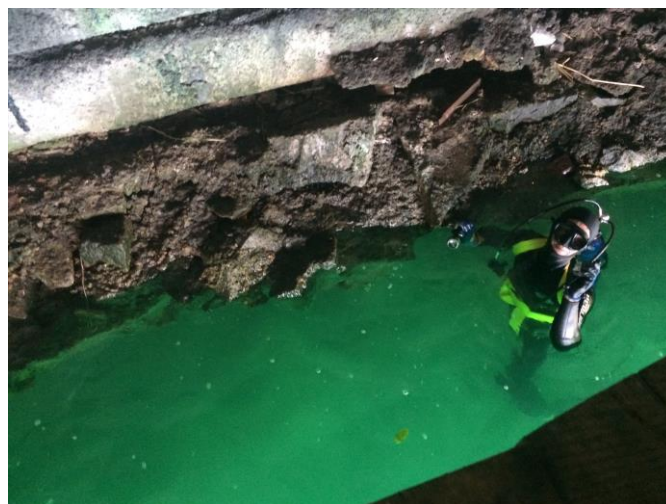


Figura 32 - Mergulhador entre os pilares 3 e 4

Com os processos mencionados acima, existe o risco da estrutura de contenção romper e ocasionar o deslizamento do material do enrocamento para jusante do muro de gravidade. Esse cenário pode ocorrer devido as condições geotécnicas que formam um plano preferencial de deslizamento, vazios detectados no muro de contenção e as dragagens que retiraram material próximo a base do enrocamento.

O risco é elevado no início do Cais I, onde não foram realizados o alargamento e o reforço da estrutura de apoio do muro de peso. Nessa região o pé do enrocamento encontra-se desprotegido, contribuindo para novos escorregamentos de material, aumentando a possibilidade de haver deformações na pista de rolamento em *paver*, ou até mesmo a abertura de cavidades impossibilitando o trânsito na região, afetando a logística do Porto. O risco de haver as mesmas consequências no trecho do Cais I onde houve alargamento é inferior, porém pode ocorrer, é indicado a tomada de medidas mitigatórias dentro do médio prazo.

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Acredita-se que o enrocamento de pedra em sua origem foi implantado como molhe que ao longo do tempo, com a ampliação da área do aterro, devido às necessidades de ampliação da infraestrutura portuária, foi sendo adequado como estrutura de contenção.

Atualmente o enrocamento exerce a função de contenção que funciona como “muro de peso” que pode ser empurrado pelo aterro: por não ter fundação profunda e nem engastamento em material resistente, qualquer efeito de vibração, trepidação e ou sucção poderá corroborar para a instabilidade da estrutura.

A importância do porto para a região, a sua historia centenária e a localização do marégrafo dentro do Cais 1, justificam que sejam avaliadas condições para a execução de uma nova obra de contenção.

Será descrito a seguir as possíveis soluções que poderão ser adotadas.

Solução A: Esta nova obra deverá permitir a conservação da estrutura do enrocamento existente, através de metodologia que não cause impactos vibratórios ou de trepidação.

A estrutura deverá ser composta por estacas justapostas que ultrapassem em pelo menos sessenta centímetros da camada rochosa. A metodologia utilizada deverá ser do tipo Hélice Contínua, por não produzir distúrbios, vibrações e descompressão do terreno.

Deverá ser realizado um projeto detalhado que inclusive amplie as investigações geotécnicas, principalmente a do posicionamento do perfil rochoso onde serão apoiadas as estacas da nova obra de contenção.

Sugere-se que a obra seja projetada e executada na área do aterro, paralela ao enrocamento de pedra, distando deste em no mínimo 5,00 metros. Existe a necessidade de construção de uma laje entre a estaca escavada e os pilares existentes, pois a estrutura entre esses materiais não tem condições de suportar as altas cargas que atuam e atuarão devido a movimentação de caminhões e guindastes.

O processo de dragagem deverá sempre ser realizado sem o alcance do pé do enrocamento. Segue a imagem com o perfil recomendado para execução da contenção do enrocamento, conforme Figura 33.

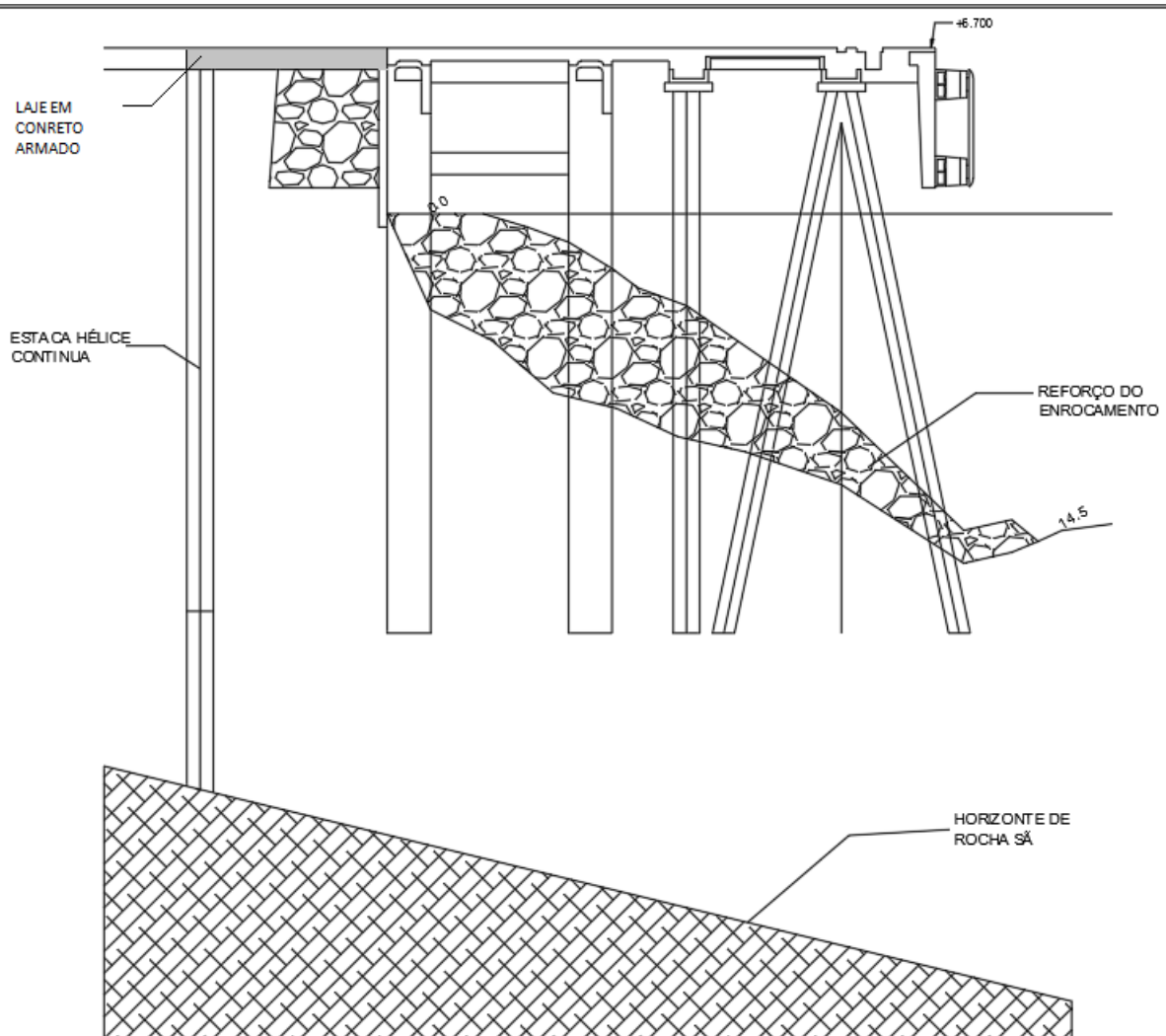


Figura 33 - Perfil da nova contenção

O benefício dessa alternativa é o menor impacto na estrutura de contenção existente, não permitindo o deslizamento de material do enrocamento durante a execução da obra.

Solução B: Uma alternativa à estaca Hélice Contínua, é a cravação de estacas metálicas na mesma posição, ou seja, afastando 5m do atual muro de contenção. O muro de pedra tem profundidade de 15m e estima-se que tenha 4m de largura, o afastamento tem a intenção de distanciar a cravação das estacas do muro

de contenção, o qual impediria a execução. Esta alternativa tem o mesmo perfil transversal da solução anterior.

A vibrações provenientes do equipamento podem causar novas acomodações de material no muro de contenção, gerando vazios e possivelmente novos escorregamentos.

Deverá ser realizado um projeto detalhado que amplie os estudos geotécnicos, com a finalidade de entender se a utilização do equipamento de cravação das estacas causaria um colapso na estrutura existente.

Solução C: Esta trata-se do local onde não houve alargamento e reforço do enrocamento no Cais I. Este local é onde há maior risco de colapso, devido à falta de reforço no pé do enrocamento, existências de movimentações recentes no muro de peso existente e espaços vazios detectados pela equipe de mergulhadores, essas condições corroboram para novos deslizamentos, ocasionando deformações no pavimento.

Sugere-se que as medidas mitigatórias sejam tomadas brevemente, pois hoje há indícios de movimentações e deformações no pavimento. A solução que se recomenda alternativamente à estaca hélice continua é o reforço do enrocamento a jusante do muro de contenção, conforme foi realizado no restante do Cais I onde houve o alargamento.

Esta solução não é definitiva, apenas tem a intenção de retardar as movimentações do muro de peso. Juntamente deverá ser preenchido os vazios encontrados na vistoria subaquática com materiais rochosos, para sua execução deverá ser escavado o próprio muro de pedra e fazer sua recomposição, conforme Figura 34.

Considerando os indícios de movimentação, recomenda-se como medida de prevenção, isolar a área onde há maior risco, localizada no início do Cais I conforme Figura 35. Nesta área há risco de colapso, as cargas aplicadas na superfície através de caminhões e guindastes geram bulbos de tensões, aumentando as pressões no muro de peso, esse cenário pode resultar em desestabilização do enrocamento.

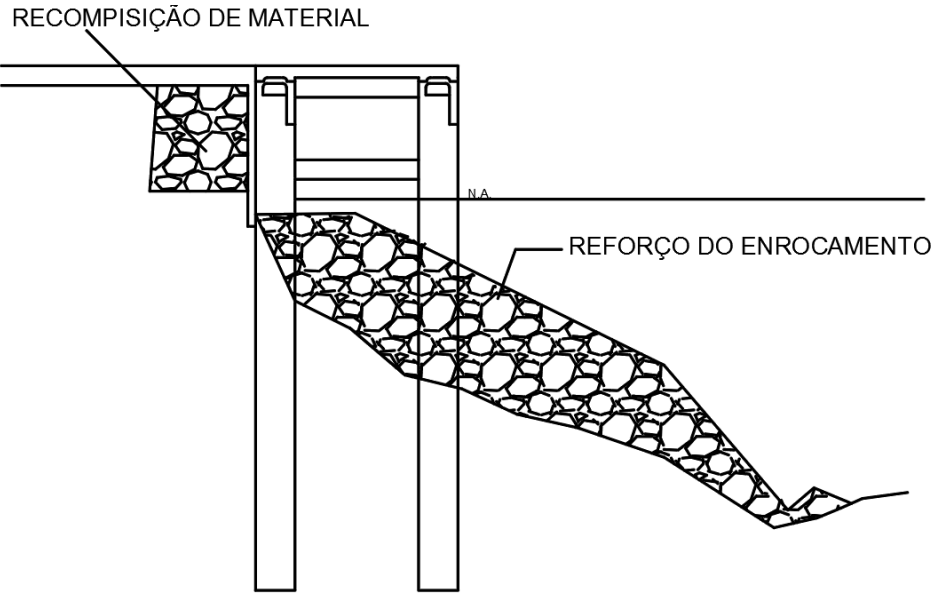


Figura 34 - Reforço do enrocamento

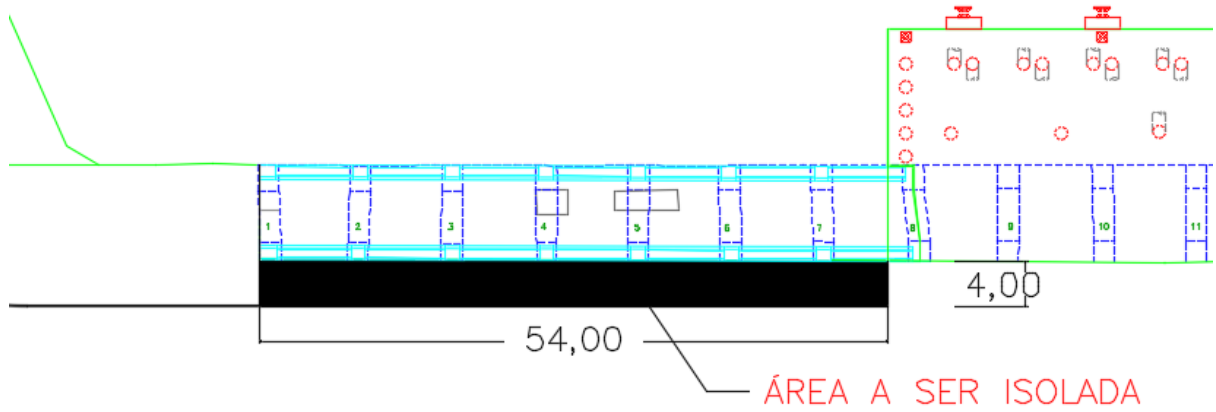


Figura 35 - Área a ser isolada

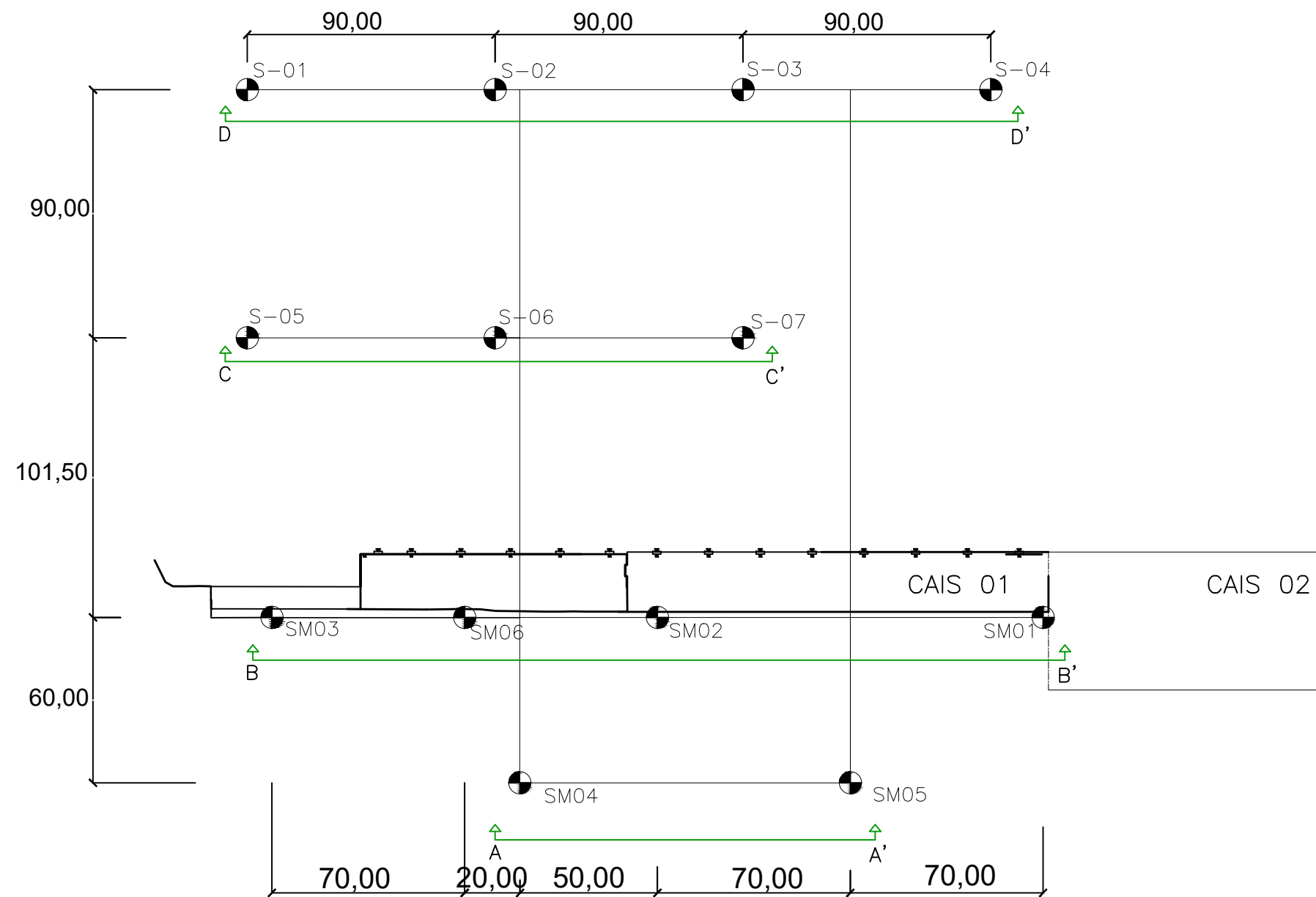
10. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Filho Goularti Alcides (2010) - Revista de História Regional, Ponta Grossa - PR, O Porto de Imbituba na Formação do Complexo Carbonífero Catarinense, pgs 235 a 262.

www.luschi.com.br/files/instrumentos-legais-dragagem-brasil.pdf, consultado em 04/10/2016.

Eliane Areas Fadda, Instrumentos Legais Aplicados à Dragagem No Brasil, 2006.

PLANTA DE SITUAÇÃO



ESSA FOLHA É PROPRIEDADE DO SCPAR PORTO DE IMBITUBA E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A LIBERAÇÃO OU A APROVAÇÃO DESDE DOCUMENTO NÃO EXIME O ENGENHEIRO DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Nº	ARQUIVO	DATA
	DOCUMENTO DE REFERÊNCIA	

SCPar PORTO DE IMBITUBA S/A



PORTO DE IMBITUBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

PROPRIETÁRIO: SCPar PORTO DE IMBITUBA S/A	MUNICÍPIO: IMBITUBA
OBRA: RELATÓRIO GEOTÉCNICO	
LOCAL: Av. Presidente Getúlio Vargas, s/n, Centro, Imbituba - SC, Cais 01	

PROJETO:
RELATÓRIO GEOTÉCNICO

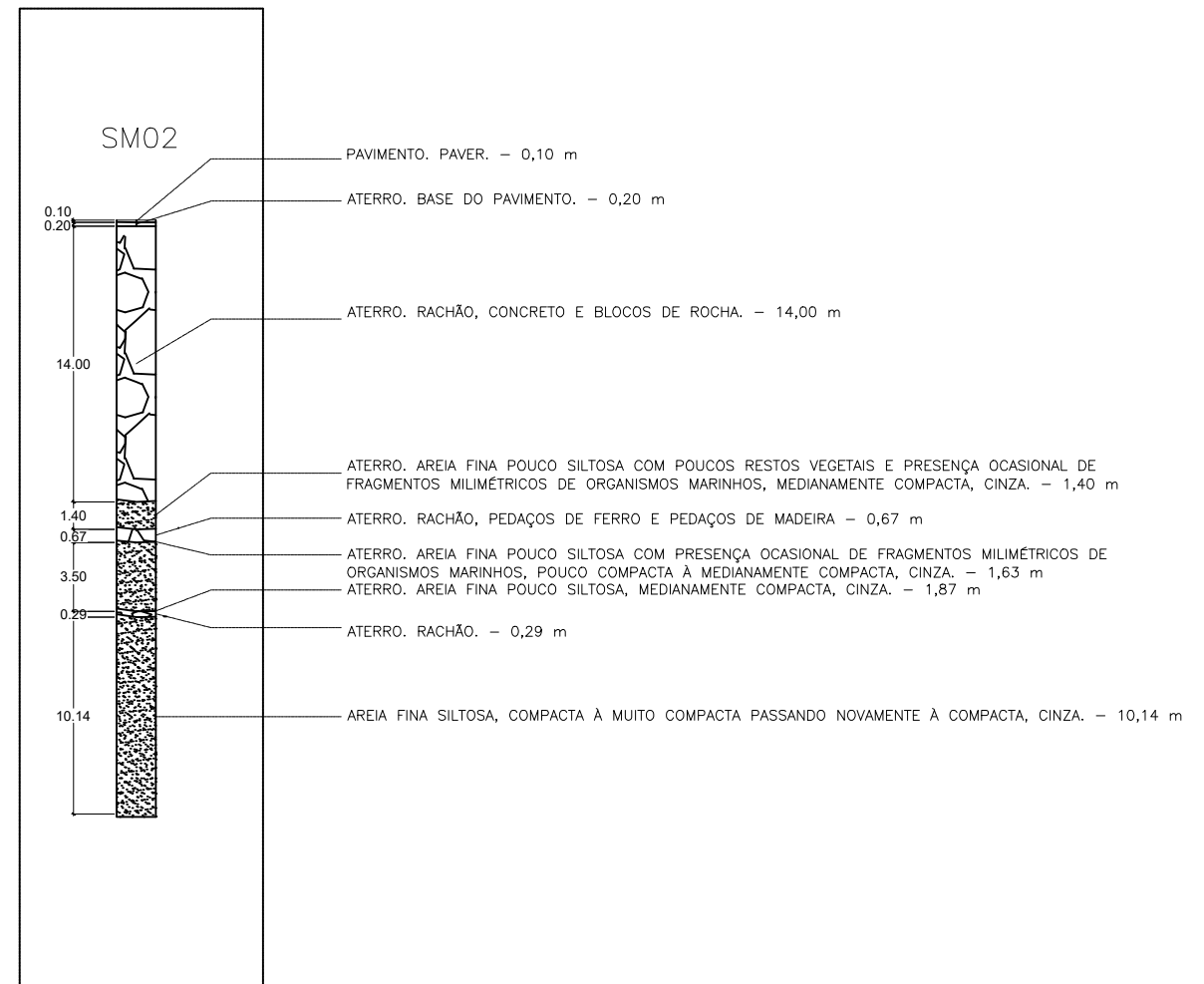
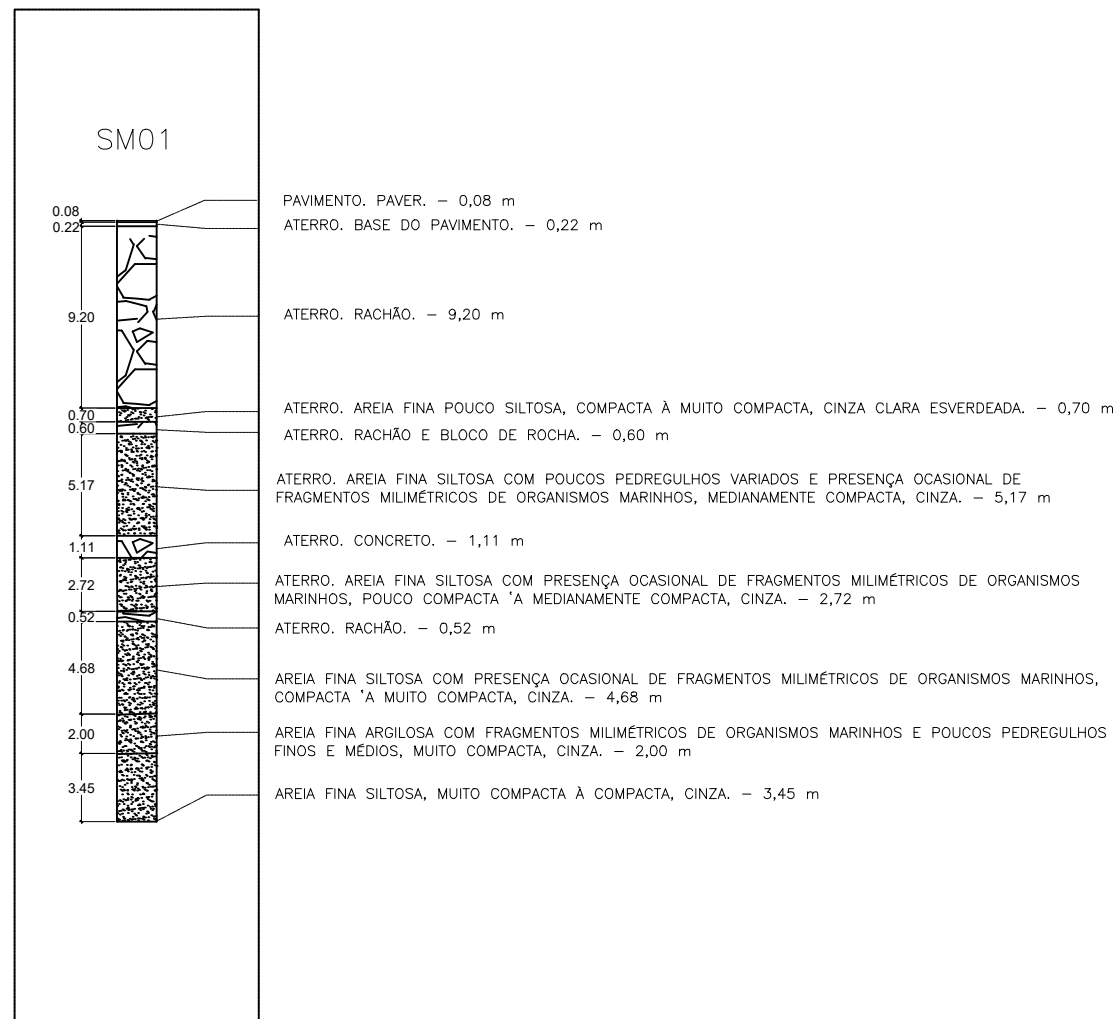
REFERÊNCIA:
PLANTA_SITUAÇÃO

BK2
ENGENHARIA
BK2 EMPREEDIMENTOS LTDA ME
CNPJ: 13.383.754/0001-10
CREA : PR
RUA TREZE DE MAIO, 336/64
CEP: 800.20-270
e-mail: contato@bk2engenharia.com
TELEPHONE: (41) 3030 - 2828

DESENHO:
YURI BEDRA
DATA:
10/2016
ESCALA DO DESENHO:
1:200
ARQUIVO:
PLANTA_SITUAÇÃO

01 05

SEÇÃO TRANSVERSAL SM-01 E SM-02



ESSA FOLHA É PROPRIEDADE DO SCPAR PORTO DE IMBITUBA E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A LIBERAÇÃO OU A APROVAÇÃO DESDE DOCUMENTO NÃO EXIME O ENGENHEIRO DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Nº	ARQUIVO	DATA

DOCUMENTO DE REFERÊNCIA

SCPar PORTO DE IMBITUBA S/A



PORTO DE IMBITUBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

PROPRIETÁRIO:
SCPar PORTO DE IMBITUBA S/A
OBRA:
SEÇÃO TRANSVERSAL SM01 E SM02

MUNICÍPIO:
IMBITUBA

LOCAL:
Av. Presidente Getúlio Vargas, s/n, Centro, Imbituba - SC, Cais 01

PROJETO:
RELATÓRIO GEOTÉCNICO

REFERÊNCIA:
PERFIL_PORTO_IMBITUBA

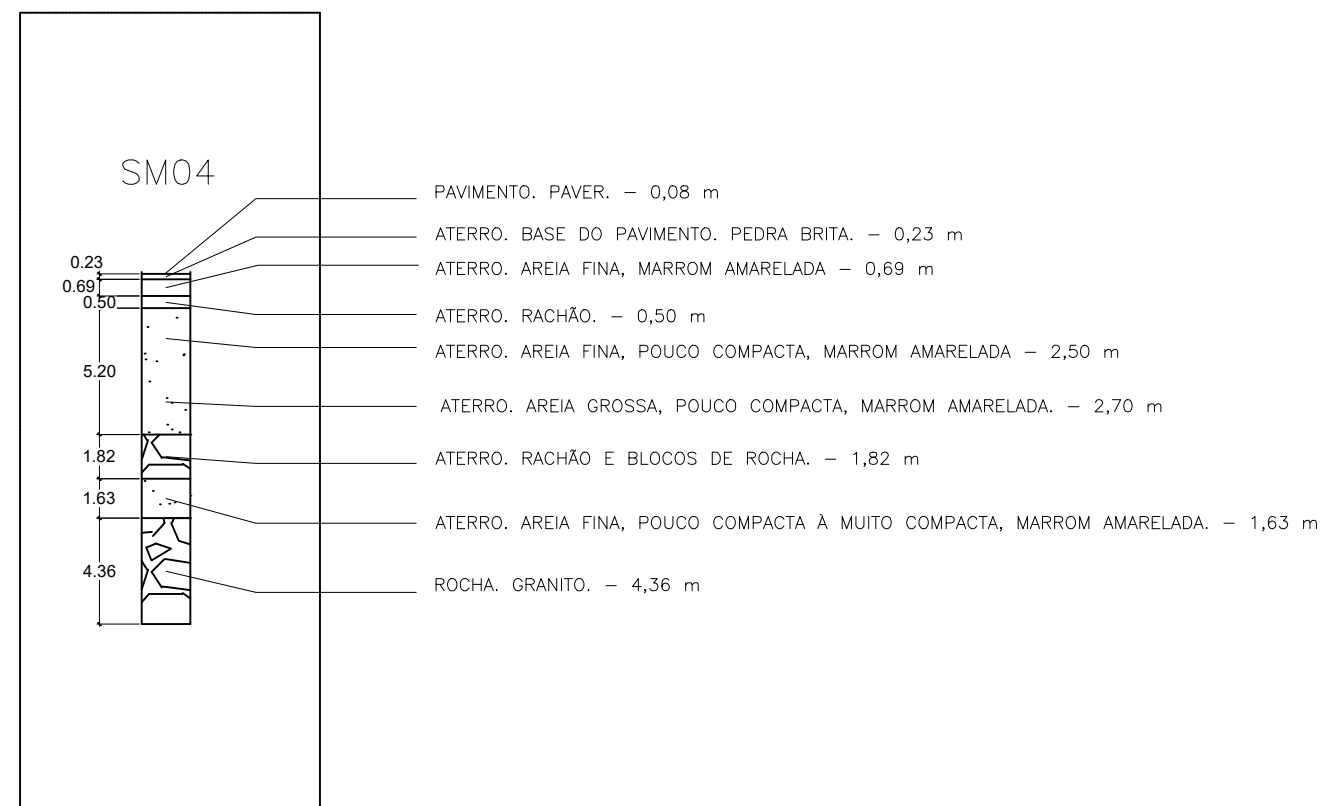
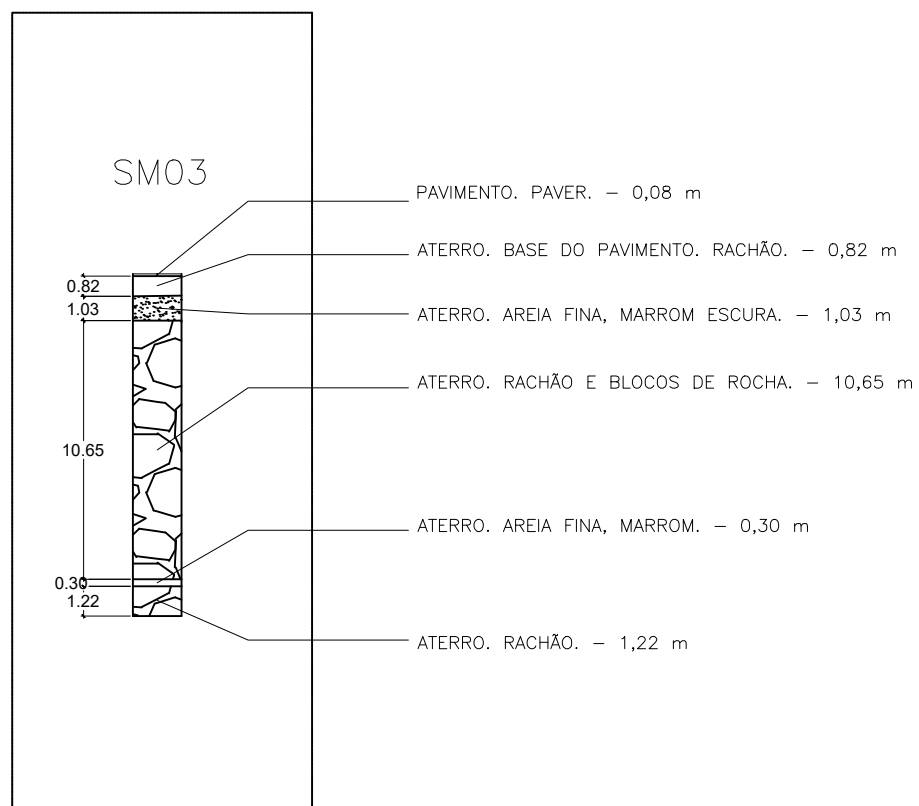


BK2 EMPREEDIMENTOS LTDA ME
CNPJ: 13.383.754/0001-10
CREA : PR
RUA TREZE DE MAIO, 336/64
CEP: 800.20-270
e-mail: contato@bk2engenharia.com
TELEPHONE: (41) 3030 - 2828

DESENHO: YURI BEDRA
DATA: 10/2016
ESCALA DO DESENHO: SEM ESCALA
ARQUIVO: PERFIL_PORTO_IMBITUBA

02 05

SEÇÃO TRANSVERSAL SM-03 E SM-04



ESSA FOLHA É PROPRIEDADE DO SCPAR PORTO DE IMBITUBA E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A LIBERAÇÃO OU A APROVAÇÃO DESDE DOCUMENTO NÃO EXIME O ENGENHEIRO DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Nº	ARQUIVO	DATA
	DOCUMENTO DE REFERÊNCIA	

SCPar PORTO DE IMBITUBA S/A



PORTO DE IMBITUBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

PROPRIETÁRIO: SCPAR PORTO DE IMBITUBA S/A
MUNICÍPIO: IMBITUBA

OBRA: SEÇÃO TRANSVERSAL SM03 E SM04

LOCAL: Av. Presidente Getúlio Vargas, s/n, Centro, Imbituba - SC, Cais 01

PROJETO: **RELATÓRIO GEOTÉCNICO**

REFERÊNCIA: PERFIL_PORTO_IMBITUBA

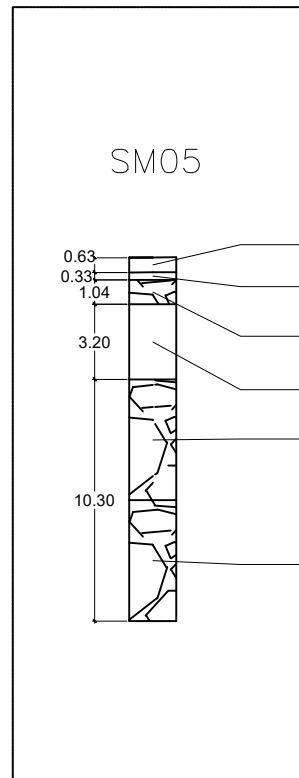
BK2
ENGENHARIA

BK2 EMPREEDIMENTOS LTDA ME
CNPJ: 13.383.754/0001-10
CREA : PR
RUA TREZE DE MAIO, 336/64
CEP: 800.20-270
e-mail: contato@bk2engenharia.com
TELEPHONE: (41) 3030 - 2828

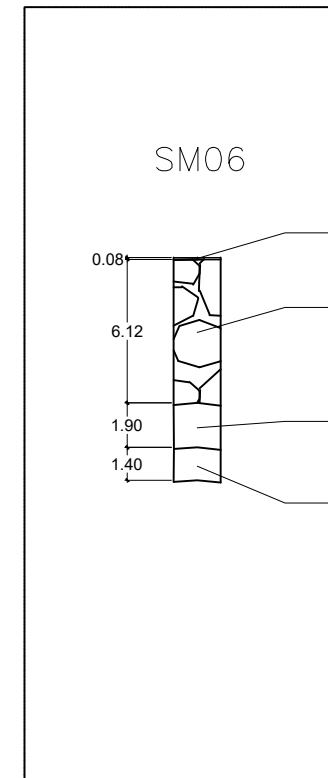
DESENHO: YURI BEDRA
DATA: 10/2016
ESCALA DO DESENHO: SEM ESCALA
ARQUIVO: PERFIL_PORTO_IMBITUBA

03 05

SEÇÃO TRANSVERSAL SM-05 E SM-06

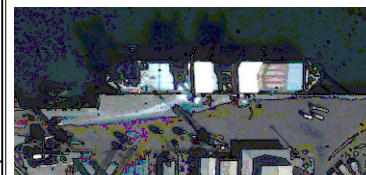


- 0.63 m - ATERRO. SAIBRO E RACHÃO. - 0,63 m
- 0.33 m - ATERRO. AREIA FINA, MARROM ESCURA. - 0,33 m
- 1.04 m - ATERRO. RACHÃO. - 1,04 m
- 3.20 m - ATERRO. AREIA FINA E MÉDIA, POUCO COMPACTA À MUITO COMPACTA, MARROM. - 3,20 m
- 5.15 m - ATERRO. RACHÃO. - 5,15 m
- 10.30 m - ROCHA. GRANITO. - 5,15 m



- 0.08 m - PAVIMENTO. PAVER. - 0,08 m
- 6.12 m - ATERRO. RACHÃO. CONCRETO E BLOCOS DE ROCHA. - 6,12 m
- 1.90 m - ATERRO. AREIA FINA, POUCO COMPACTA À MUITO COMPACTA, AMARELADA. - 1,90 m
- 1.40 m - ATERRO. RACHÃO, CONCRETO E BLOCOS DE ROCHA - 1,40 m

ESSA FOLHA É PROPRIEDADE DO SCPAr PORTO DE IMBITUBA E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A LIBERAÇÃO OU A APROVAÇÃO DESDE DOCUMENTO NÃO EXIME O ENGENHEIRO DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.



MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Nº	ARQUIVO	DATA
	DOCUMENTO DE REFERÊNCIA	

SCPAr PORTO DE IMBITUBA S/A



PORTO DE IMBITUBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA

PROPRIETÁRIO: SCPAr PORTO DE IMBITUBA S/A
MUNICÍPIO: IMBITUBA
OBRA: SEÇÃO TRANSVERSAL SM05 E SM06
LOCAL: Av. Presidente Getúlio Vargas, s/n, Centro, Imbituba - SC, Cais 01

PROJETO: **RELATÓRIO GEOTÉCNICO**

REFERÊNCIA: PERFIL_PORTO_IMBITUBA



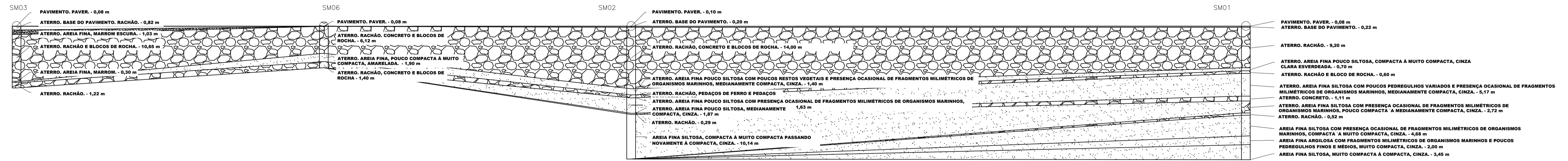
BK2 EMPREEDIMENTOS LTDA ME
CNPJ: 13.383.754/0001-10
CREA : PR
RUA TREZE DE MAIO, 336/64
CEP: 800.20-270
e-mail: contato@bk2engenharia.com
TELEPHONE: (41) 3030 - 2828

DESENHO: YURI BEDRA
DATA: 10/2016
ESCALA DO DESENHO: SEM ESCALA
ARQUIVO: PERFIL_PORTO_IMBITUBA

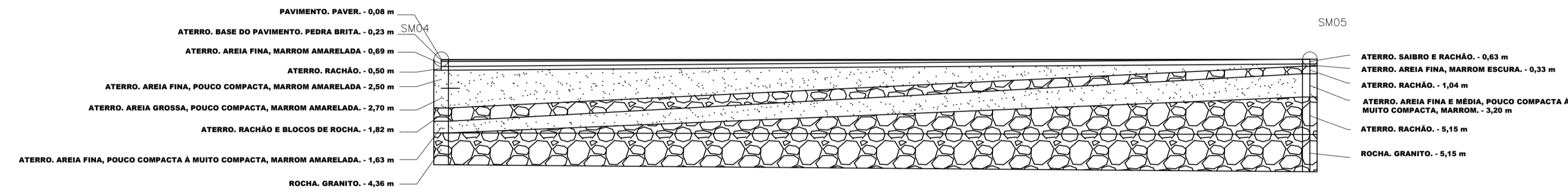
04 05

PERFIS GEOLÓGICOS-GEOTÉCNICOS

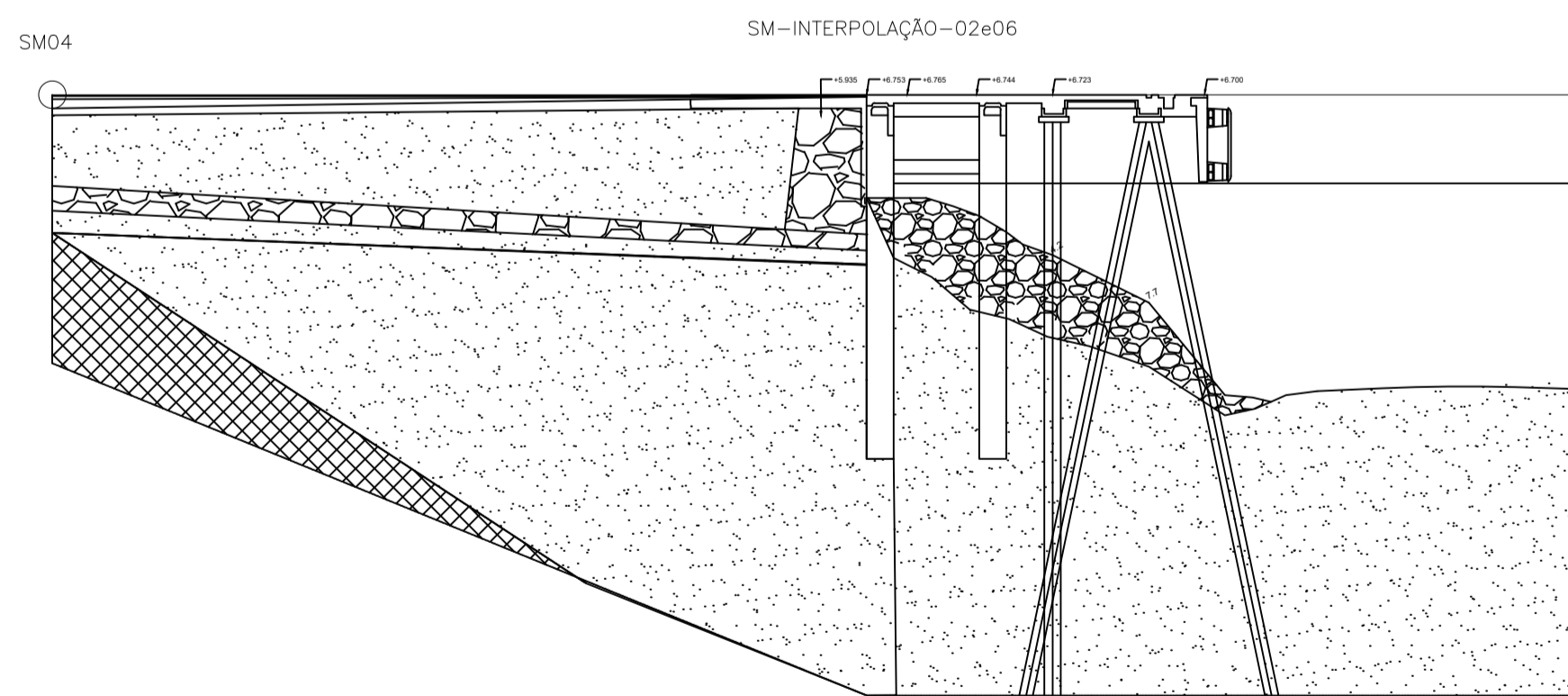
SEÇÃO ENTRE SM-01 E SM-03



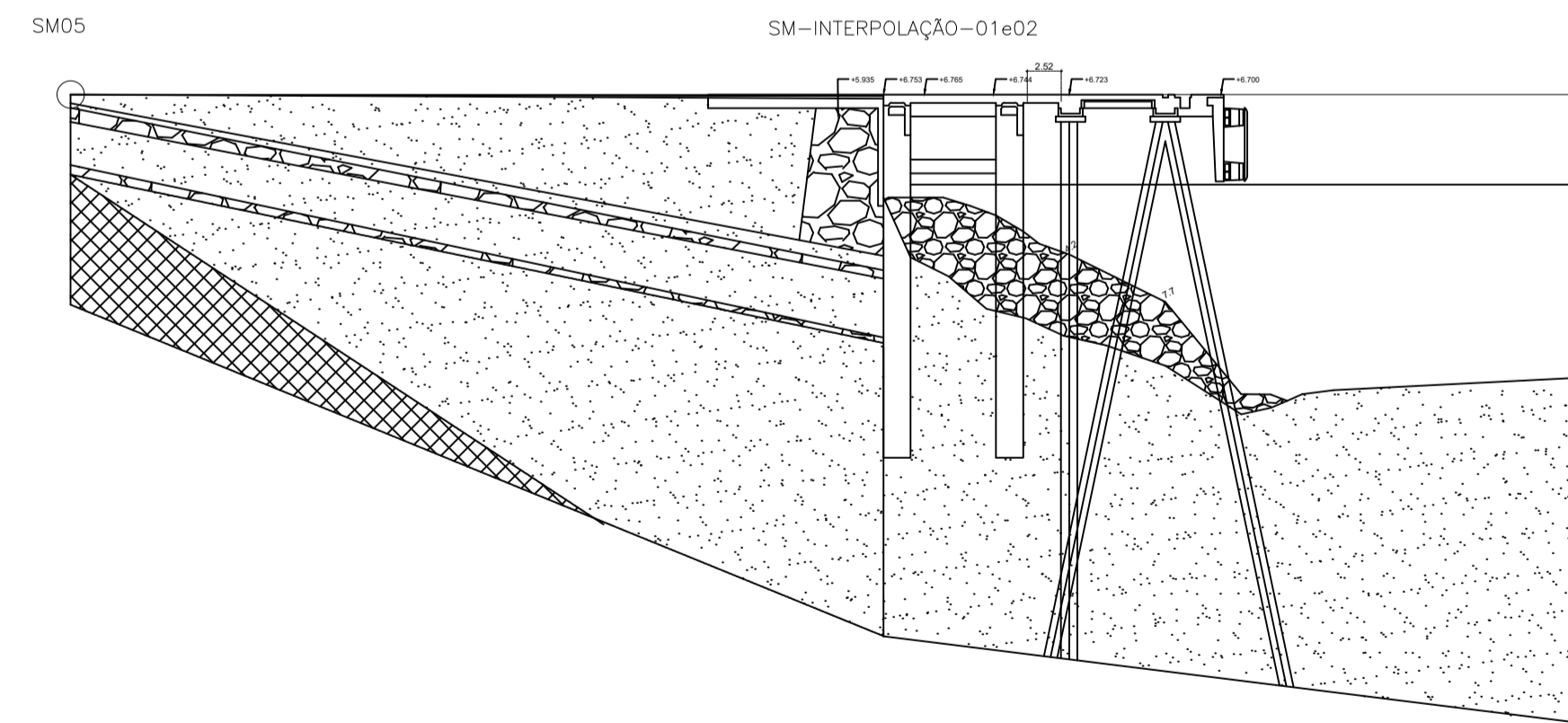
SEÇÃO ENTRE SM-04 E SM-05



SEÇÃO ENTRE SM-04 E SM-INTERPOLAÇÃO-02 e 06



SEÇÃO ENTRE SM-05 E SM-INTERPOLAÇÃO-01 e 02



ESSA FOLHA É PROPRIEDADE DO PARANÁ EDIFICAÇÕES DO ESTADO E SEU CONTEÚDO NÃO PODE SER COPIADO OU REVELADO A TERCEIROS. A LIBERAÇÃO OU A APROVAÇÃO DESDE DOCUMENTO NÃO EXIME O ENGENHEIRO DE SUA RESPONSABILIDADE SOBRE O MESMO.

APROVAÇÃO

SCPAr PORTO DE IMBITUBA S/A

PORTO DE IMBITUBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA



PROPRIETÁRIO:
SCPAr PORTO DE IMBITUBA S/A

OBRA:
RELATÓRIO GEOTÉCNICO

LOCAL:
Av. Presidente Vargas, 100 - Centro - Imbituba

MUNICÍPIO:
IMBITUBA

PROJETO:
RELATÓRIO GEOTÉCNICO

REFERÊNCIA:
PERFIL_GEO_GEO

BK2 EMPREENDIMENTOS LTDA ME
CNPJ: 13.383.754/0001-10
C/EA - PR 0623/D
RUA TEREZ DE SAUS, 338/4
CEP: 890-20-270
E-mail: contatobk2@engenharia.com
TELEFONE: (41) 3030-2828

DESENHO: YURI BEDRA
DATA: 10/2016
ESCALA DO DESENHO: 1:50
ARQUIVO: 0501_0502.dwg

05 05

REGISTRO

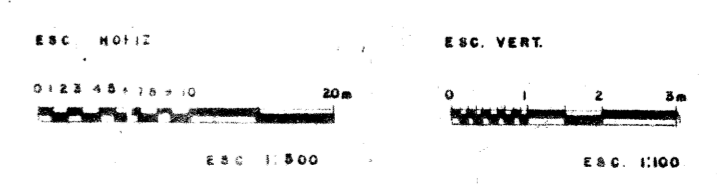
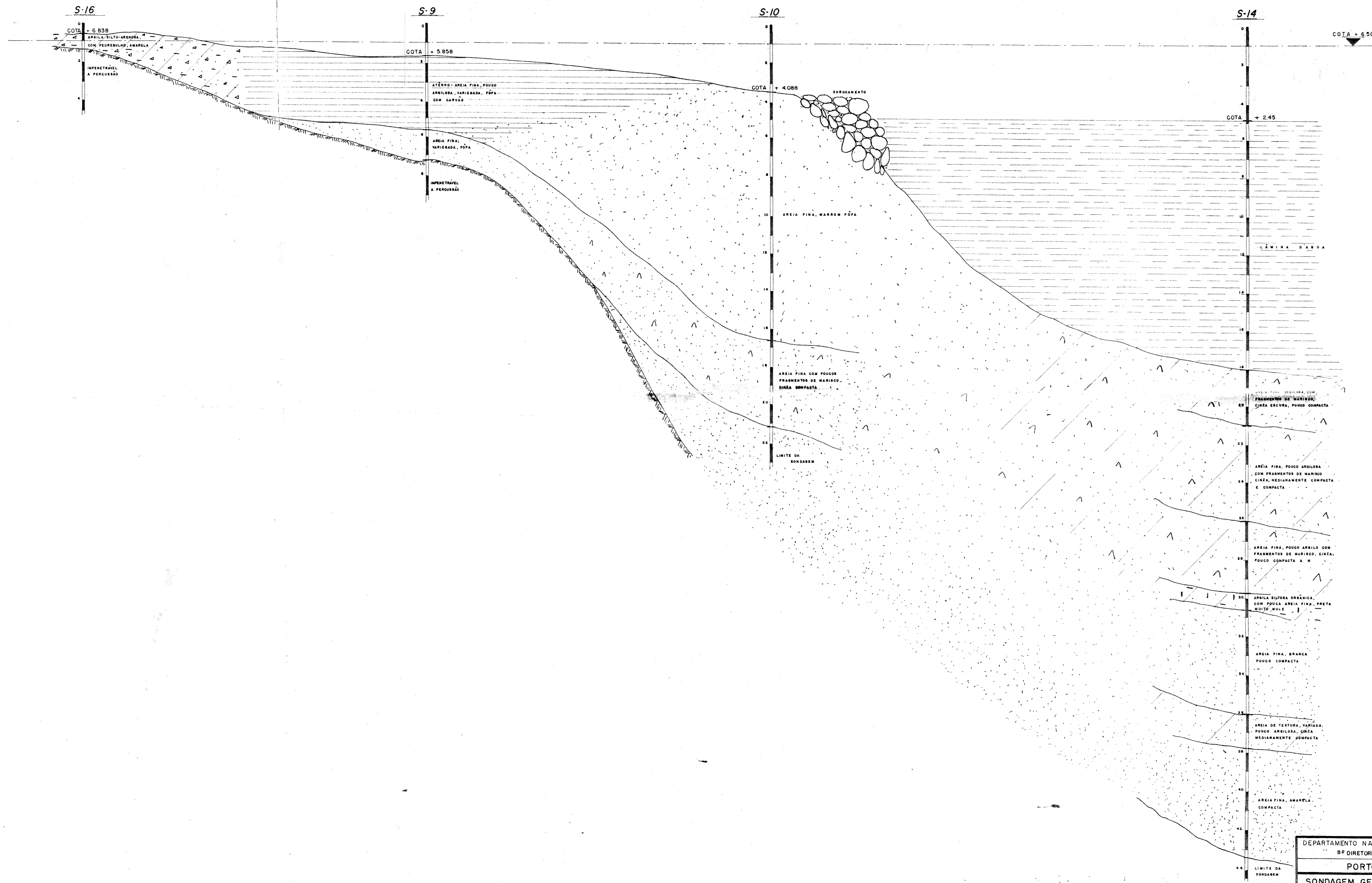
Este relatório é composto por 50 folhas, digitadas apenas em um lado, incluindo capa e anexos, sendo esta assinada.

O Engenheiro coloca-se a disposição para quaisquer esclarecimentos adicionais que se façam necessários.

Curitiba, 19 de Outubro de 2016.

Alan Cesar Polucha

CREA: 124864/D-PR



DEPARTAMENTO NACIONAL DE PORTOS E VIAS NAVEGÁVEIS
 Bª DIRETORIA REGIONAL - PORTO ALEGRE R.S.
PORTO DE IMBITUBA S.C.
 SONDAGEM GEOTÉCNICA
 SONDAGEM DO SUB SOLO
 S16-S9-S10-S14

planenge s.a.
 planejamento e engenharia
 ENGENHEIROS CONSULTORES

PROJ. [Signature] SUPV. [Signature] ESCALA 1:500 1:100 REV. [Signature]
 DES. [Signature] DATA 8/72 APROV. [Signature] DES. 16-05-021

CAIS

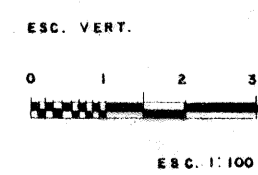
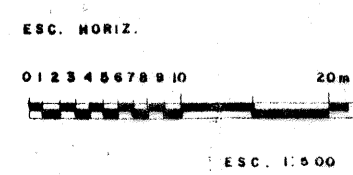
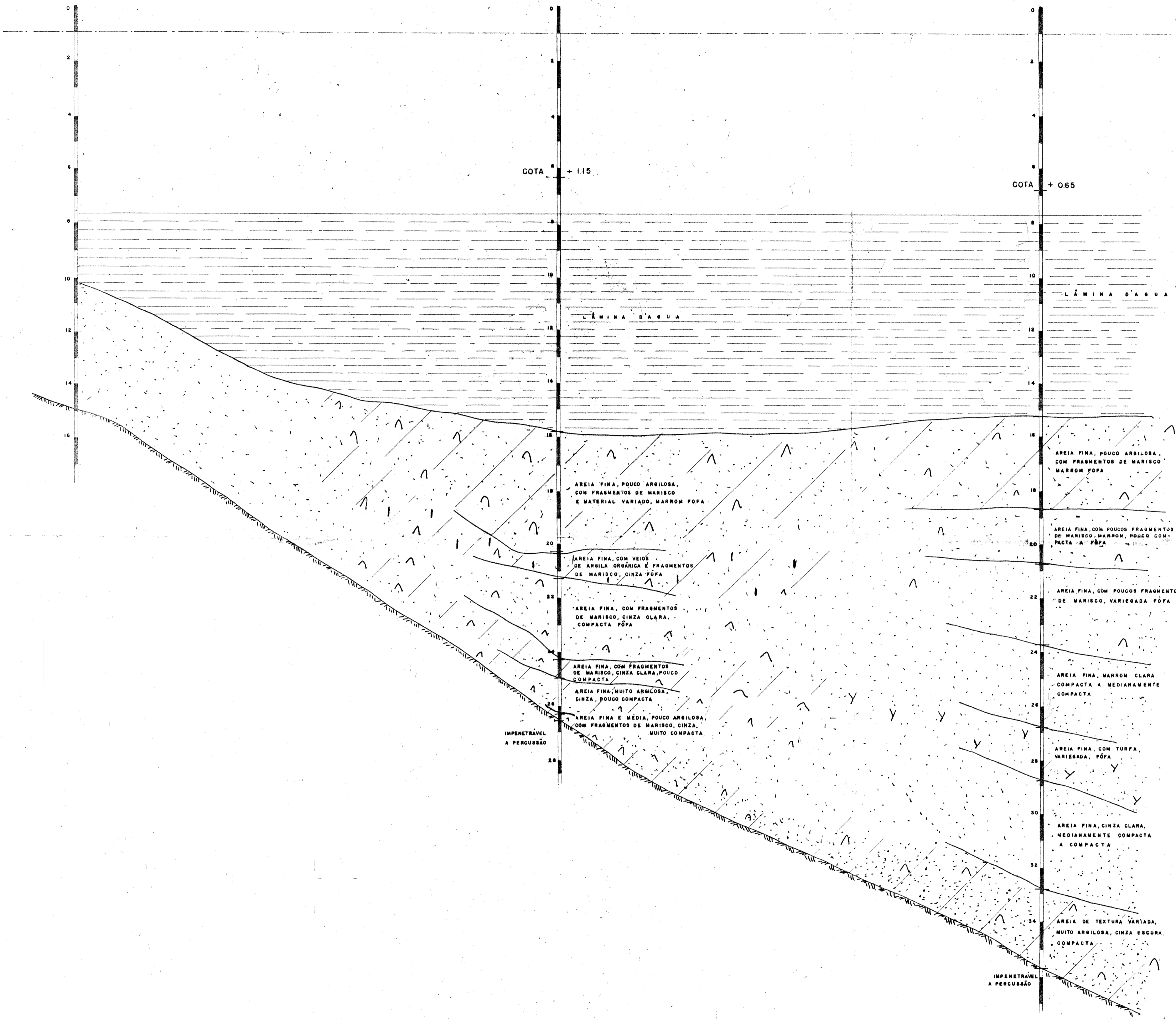
S-5

S-1

COTA + 6.50

COTA + 1.15

COTA + 0.65



DEPARTAMENTO NACIONAL DE PORTOS E VIAS NAVEGÁVEIS
 8ª DIRETORIA REGIONAL - PORTO ALEGRE RS

PORTO DE IMBITUBA S.C.

SONDAGEM GEOTÉCNICA

PERFIS DO SUB SOLO
 CAIS - S5 - S1

planenge s.a.
 planejamento e engenharia
 ENGENHEIROS CONSULTORES

PROJ. <i>SP</i>	SUPV. <i>SP</i>	ESCALA 1:500 1:100	REV. <i>h.p.</i>
DES. <i>SP</i>	DATA 8/72	APROV. <i>h.p.</i>	DES. Nº 09-09-022

02/07