



REFORÇO DE BLOCOS DE ESTACAS USANDO PROTENSÃO

Prof.. Eduardo C.
S. Thomaz
Notas de aula

Protensão em Blocos de Estacas

Resumos de 3 casos de Protensão em Blocos

Cada caso por um motivo diferente.

- 1 - Recalque da Fundação e novas estacas
- 2 - Reforço de Bloco com armadura insuficiente.
- 3 - Aumento de Carga de Utilização no Pilar e novas estacas

Em todos os casos a PROTENSÃO do bloco se mostrou útil e eficiente.

Boa Ferramenta !

Eduardo Thomaz , Rio- 24 / Junho / 2023

+ + +

Exemplo 01- 1930

RECALQUE NAS FUNDAÇÕES EM ESTACAS = SOLUÇÃO DE FREYSSINET

Detalhes no link : <http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/freyssinet.pdf>

<https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=bse-cr-001%3A1936%3A2%3A%3A3172&referrer=search#3172>

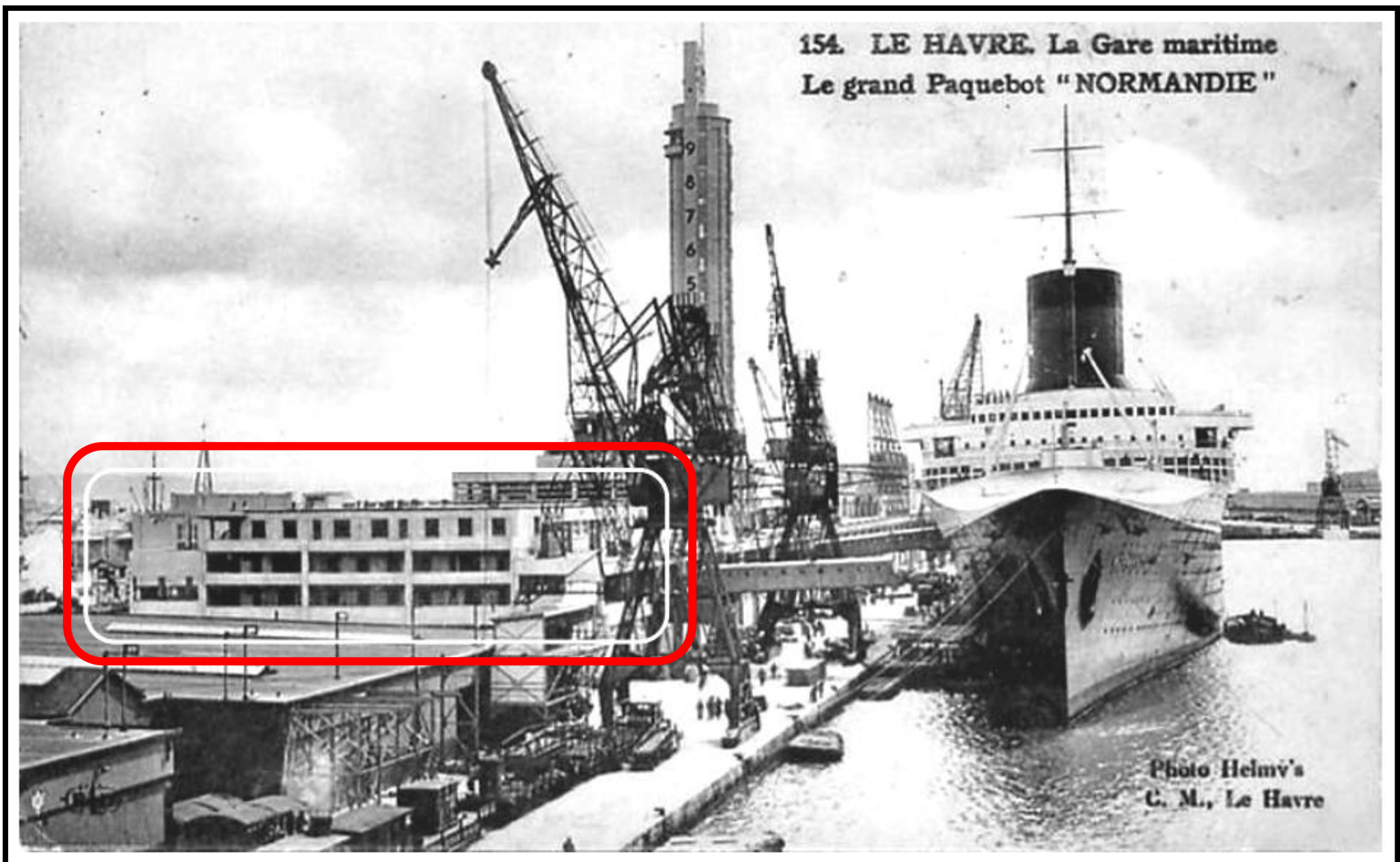
Progrès pratiques des méthodes de traitement mécanique des bétons

Autor(en): Freyssinet, E.

IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH
Kongressbericht

Band (Jahr): 2 (1936)

Porto LE HAVRE - Assinalado o Prédio com grandes Recalques



ESTAQUEAMENTO DO PRÉDIO COM GRANDES RECALQUES

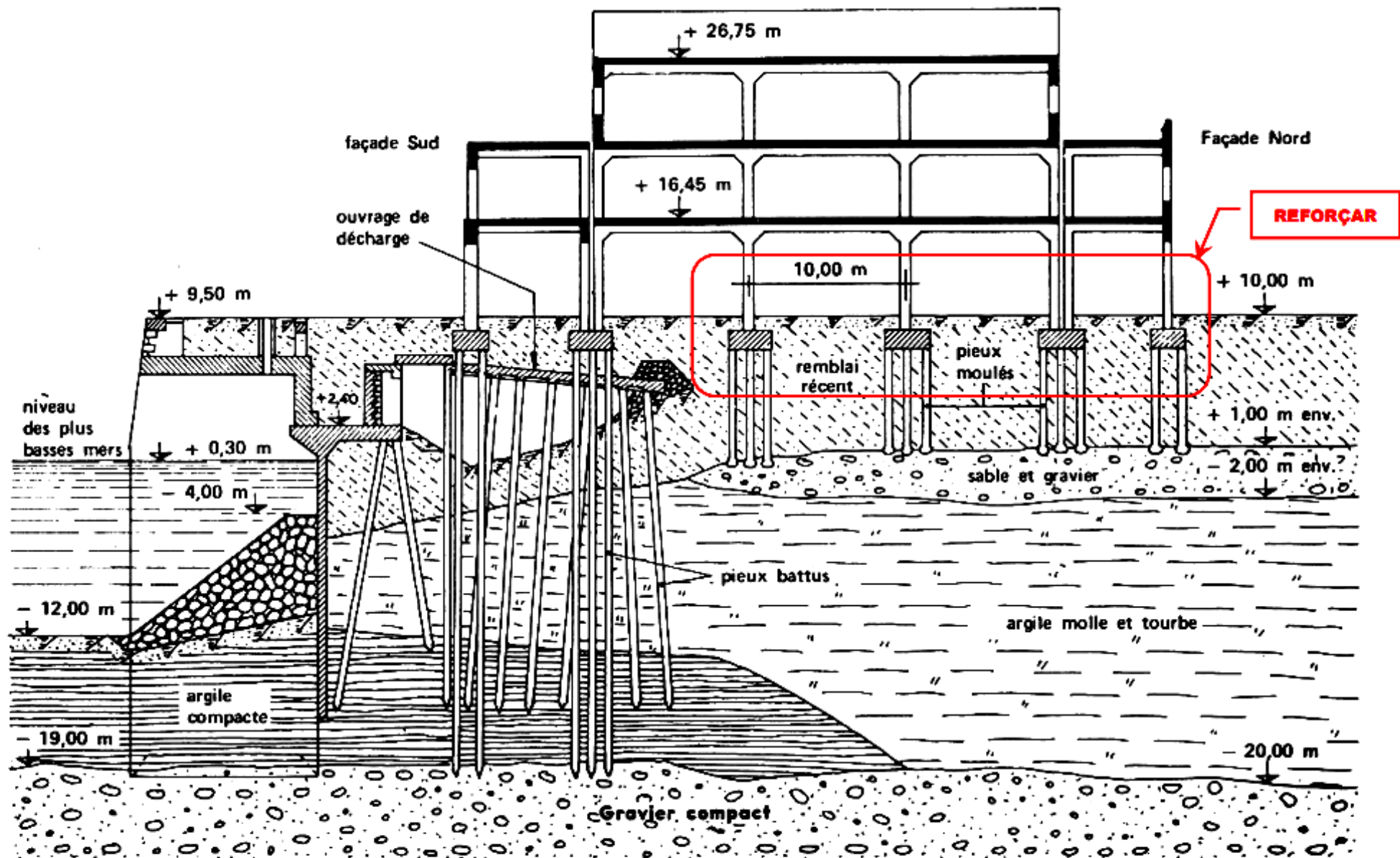
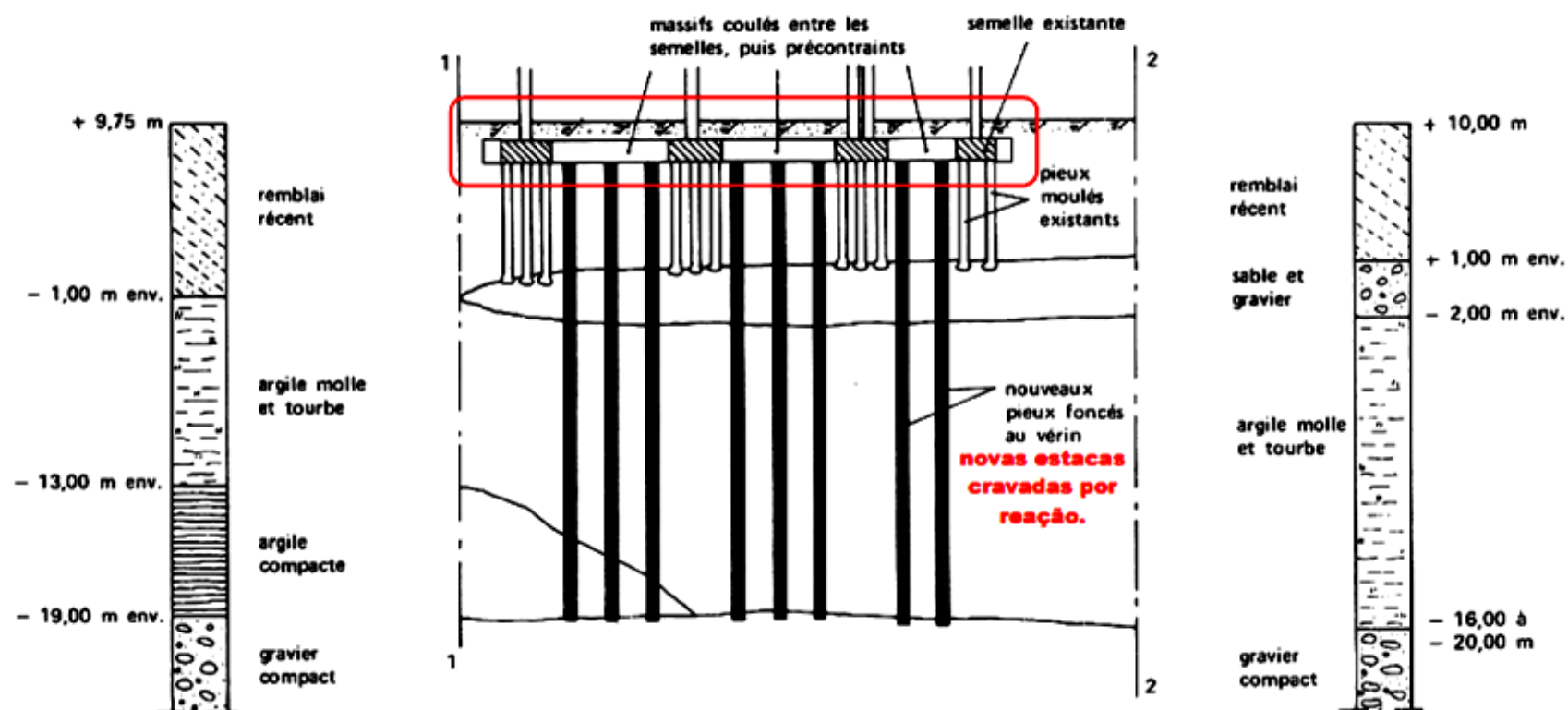


Figure 75 - Coupe de la gare transatlantique du Havre telle qu'elle avait été conçue. Si la façade Sud est fondée sur une couche de gravier compacte, les autres parties le sont sur un banc solide, mais trop mince, qui provoquera le tassement de la couche inférieure d'argile.

SOLUÇÃO DE FREYSSINET

REFORÇO DA FUNDAÇÃO CONCEBIDO POR FREYSSINET EM 1930

AMPLIANDO A FIGURA 76



Gare maritime du Havre. Principe du renforcement des fondations

Coupe 1.1. du terrain

Coupe 2.2. du terrain

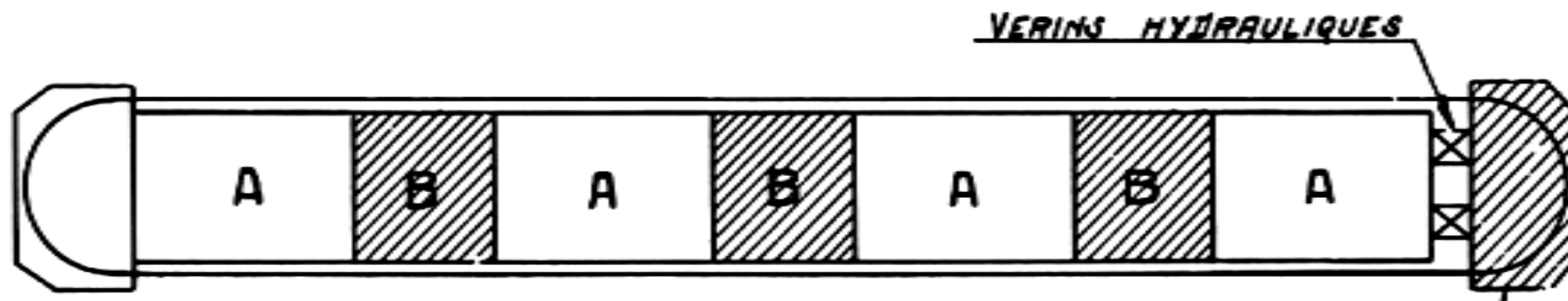
Figure 76 - Gare maritime du Havre. Principe du renforcement des fondations.

SOLUÇÃO DE FREYSSINET

Ver Links : ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/freyssinet.pdf

https://aspirebridge.com/resources/fib_Congress_Freyssinet_by_Shushkewich.pdf

The Freyssinet solution (Figure 10) consisted of adding new footings (B) between the existing footings (A) to make the entire unit a monolithic prestressed horizontal element. The unit was prestressed with parallel wires turned around two reinforced concrete end anchorages (Figures 10 and 11). One anchorage was displaced by hydraulic jacks having a force of up to 1000mt (1100tons). The link between the old and new concrete was assured by the general compression of the whole. The moveable anchorage was fixed by concreting the free space and the jacks were removed. The wires forming the cables were concreted to protect them from corrosion. The A units supported columns above while the B units had formed sockets to drive piles through (Figures 10 and 12).



Detalhando : A = bloco existente ; B = bloco novo

ESTAQUEAMENTO

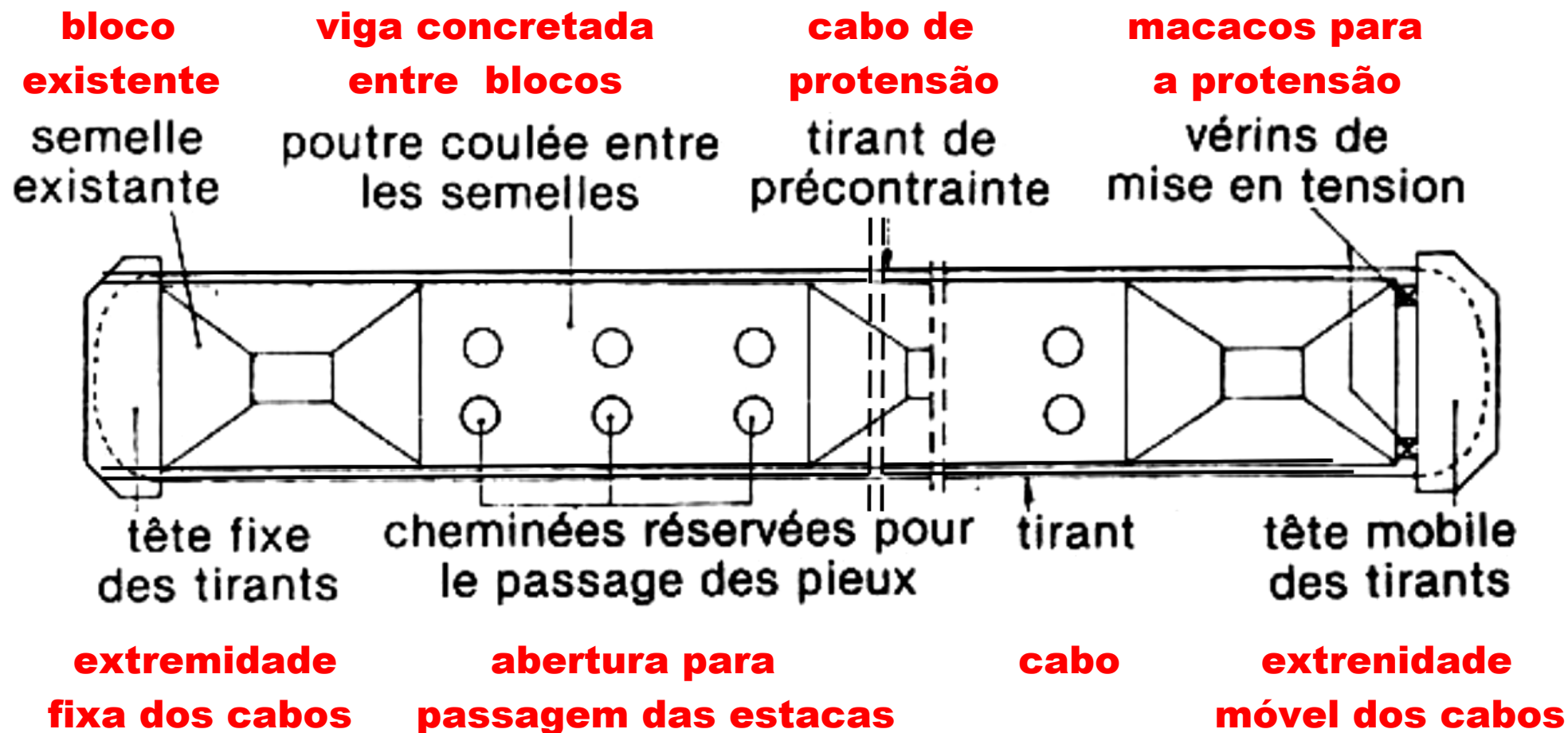


Figure 77 - Gare maritime : principe du renforcement des semelles par précontrainte.

VER FOTOS A SEGUIR

ANTES DO REFORÇO

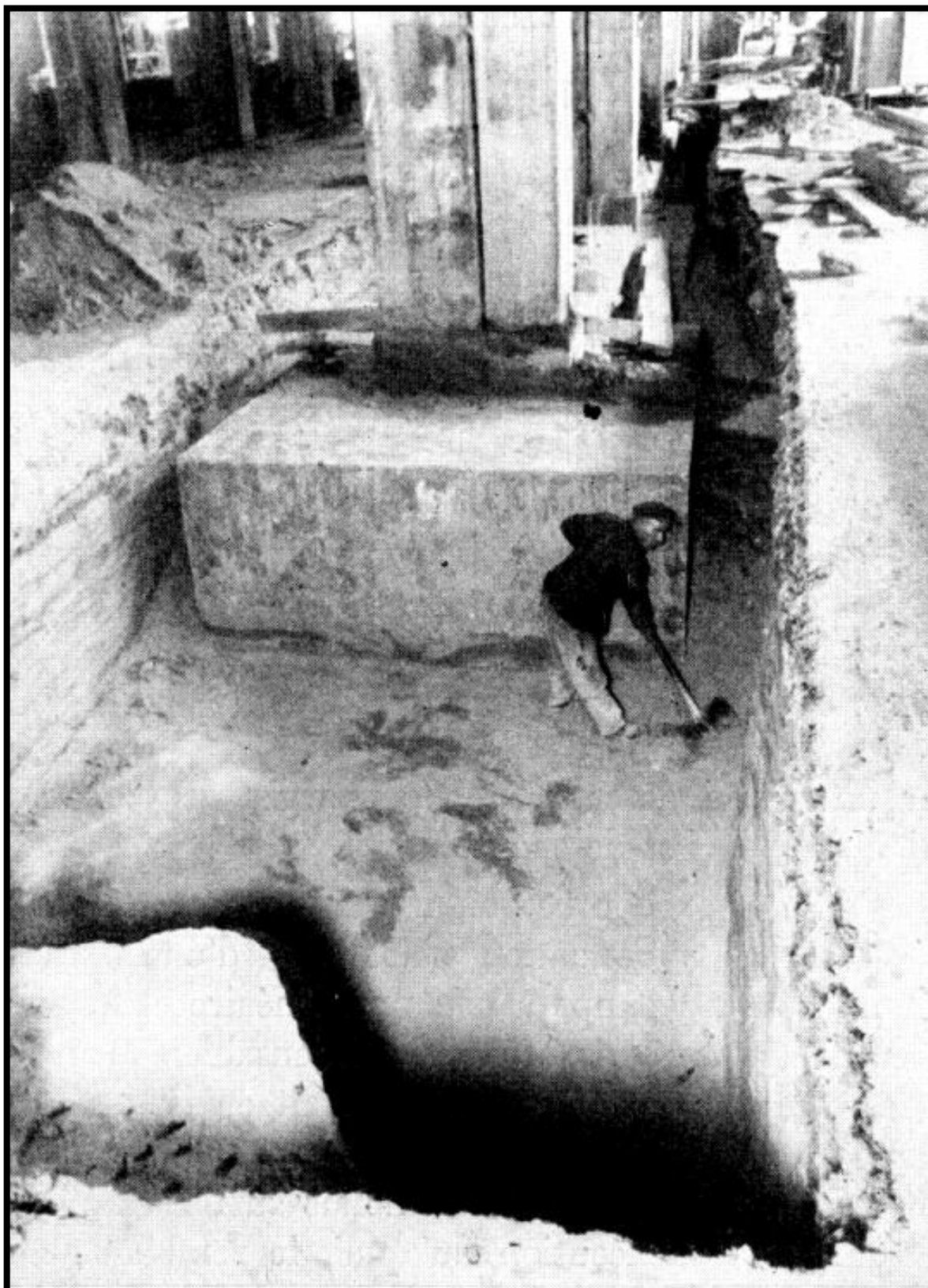


Fig. 8.

Fouille montrant les semelles des fondations actuelles.

AMPLIANDO A FIGURA 80

Figure 80 - Ferrailage d'une tête de tirant précontraint.
Força de Protensão = 2 macacos x 1100 ton = 2200 ton

Extremidade móvel durante a protensão com 2 macacos (1100 ton. cada)



Tête mobile d'un tirant au cours d'une opération de mise en tension et calage.

Exemplo 02 - 1960

REFORÇO DOS BLOCOS DE ESTACAS DA AV. PERIMETRAL / RJ

Motivo = Os blocos estavam com armadura insuficiente.

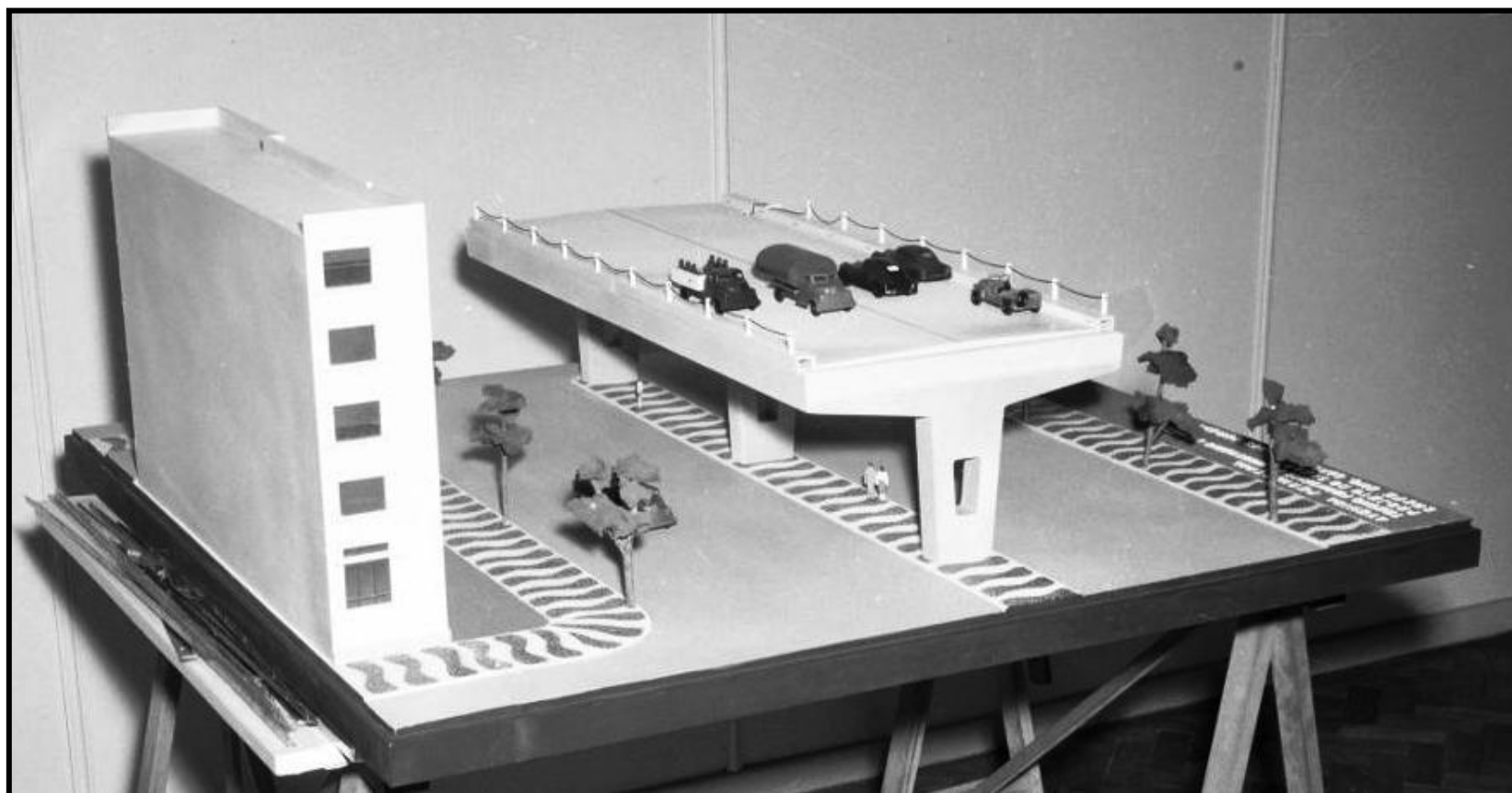
Projeto do reforço

Fernando Lobo Carneiro (INT) , Walter Pfeil (PRELOAD) , Dirceu Velloso (FRANKI)

<http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/fissuracao/exemplo127.pdf>

http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/lobocarneiro/mod_reduzido.pdf (página33 e seguintes)

1959 - MAQUETE – Elevado da AV. PERIMETRAL / RJ

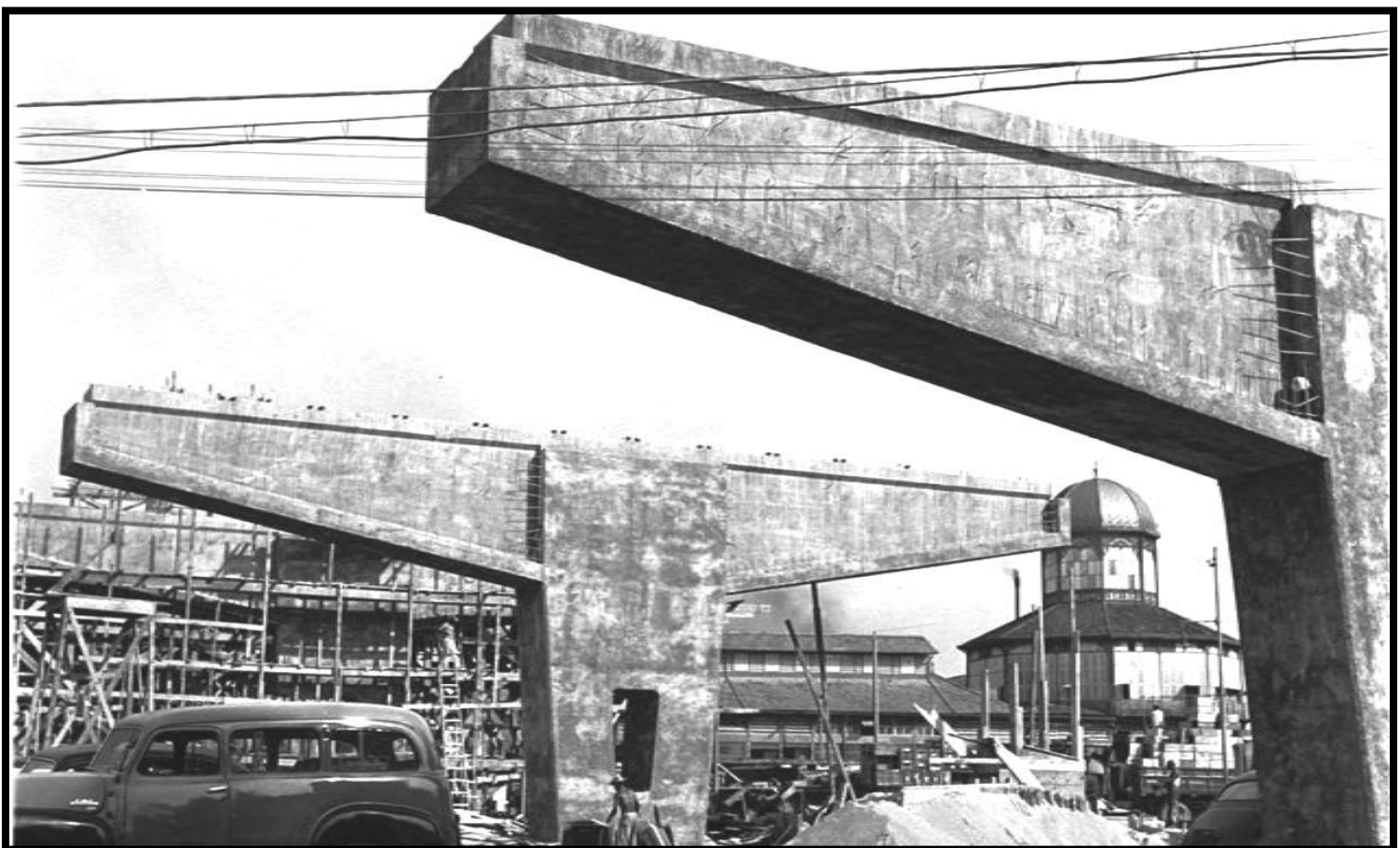


ARQUIVO GERAL DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

PILARES



ARQUIVO GERAL DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO



**FOTO DO ELEVADO DA AV. PERIMETRAL
EM CONSTRUÇÃO**

ESTRUTURA

REVISTA TÉCNICA

DAS CONSTRUÇÕES

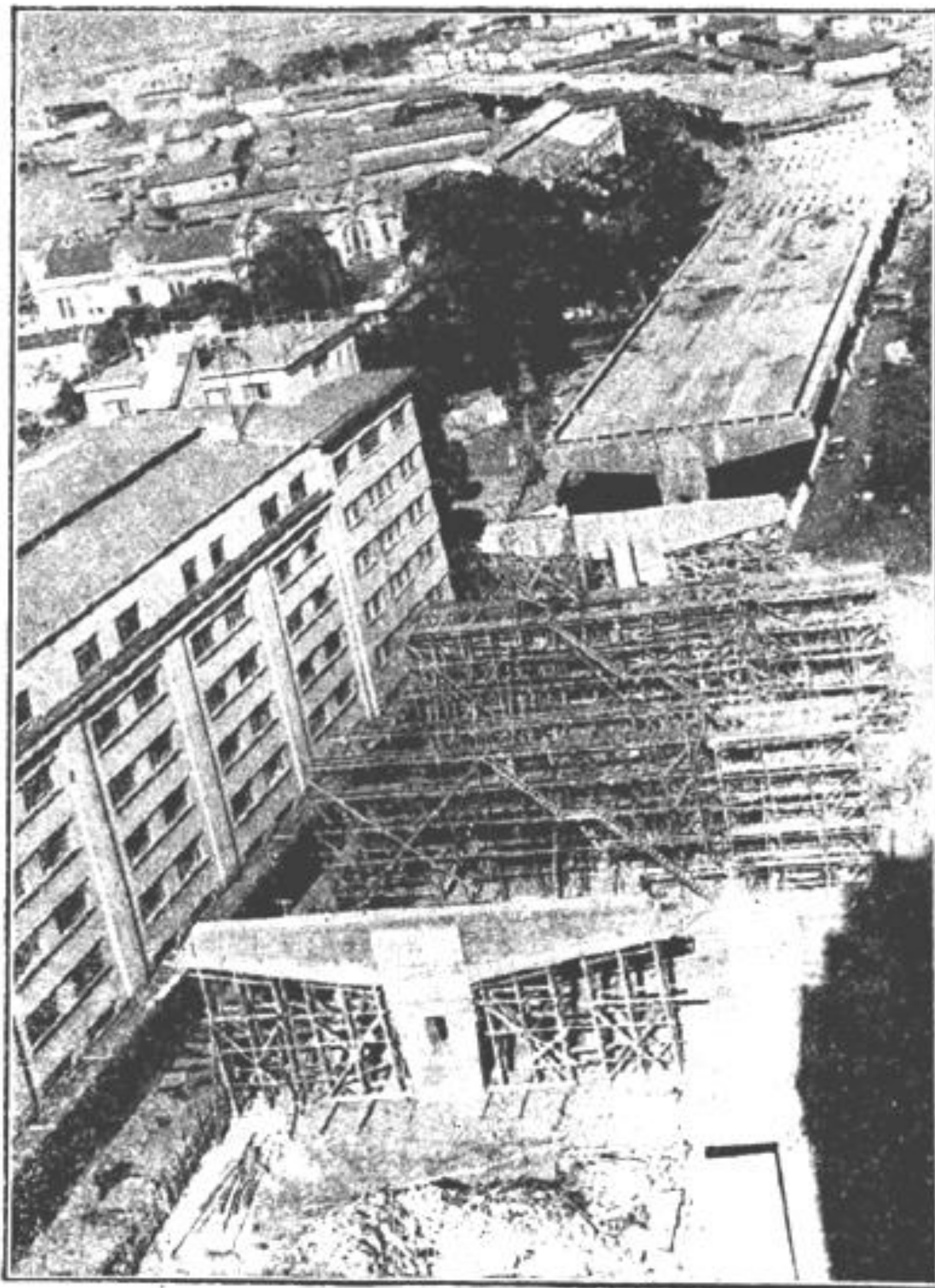


1959

1959

19

**FOTO DO ELEVADO DA AV. PERIMETRAL
EM CONSTRUÇÃO**

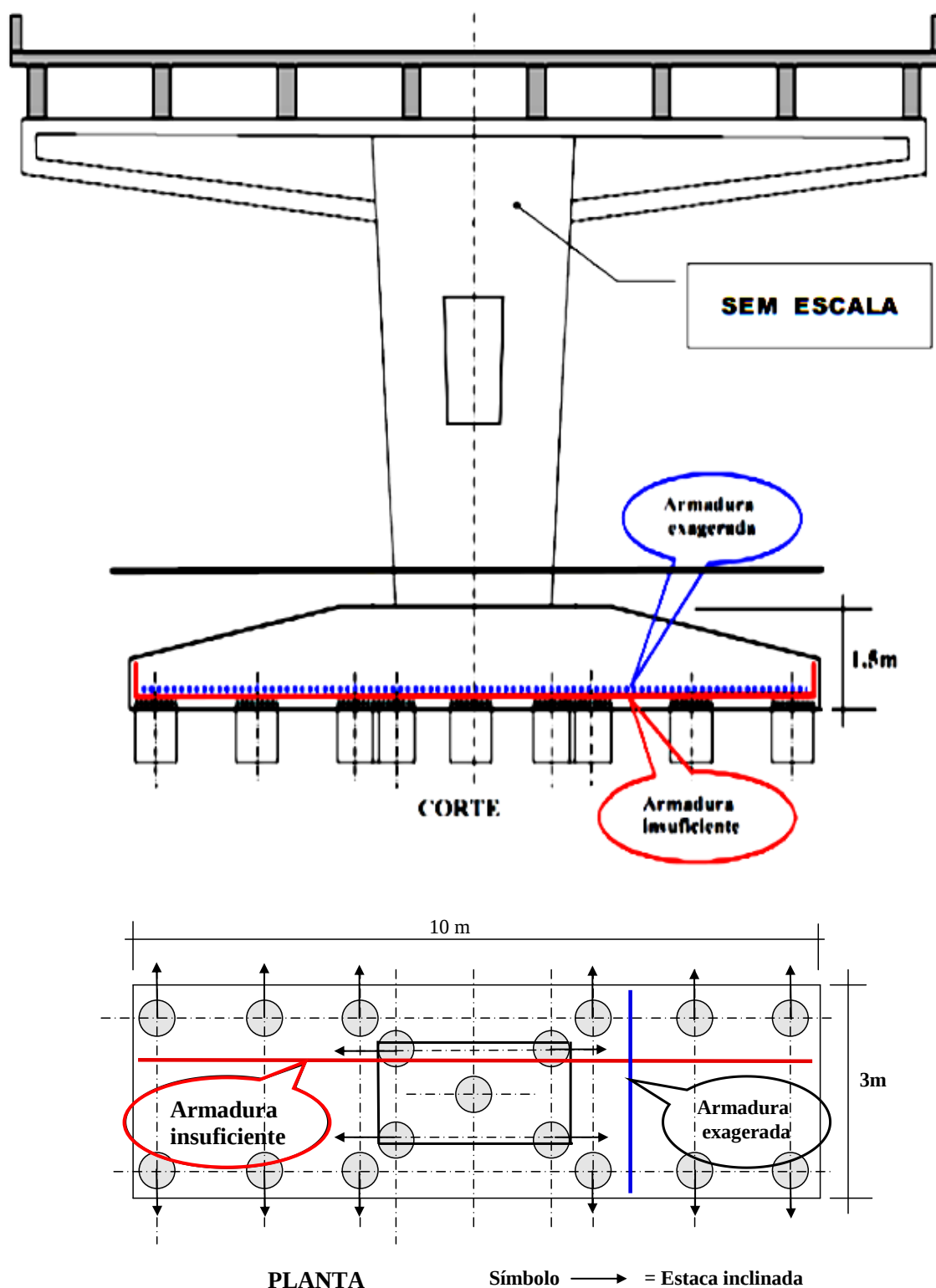


1960 – VISTA AÉREA - OBRA PRONTA



TIPO DE ESTRUTURA: Bloco de estacas em concreto armado, fundação de um viaduto urbano

FALHA ESTRUTURAL : Armadura do bloco insuficiente. Bloco sem segurança.



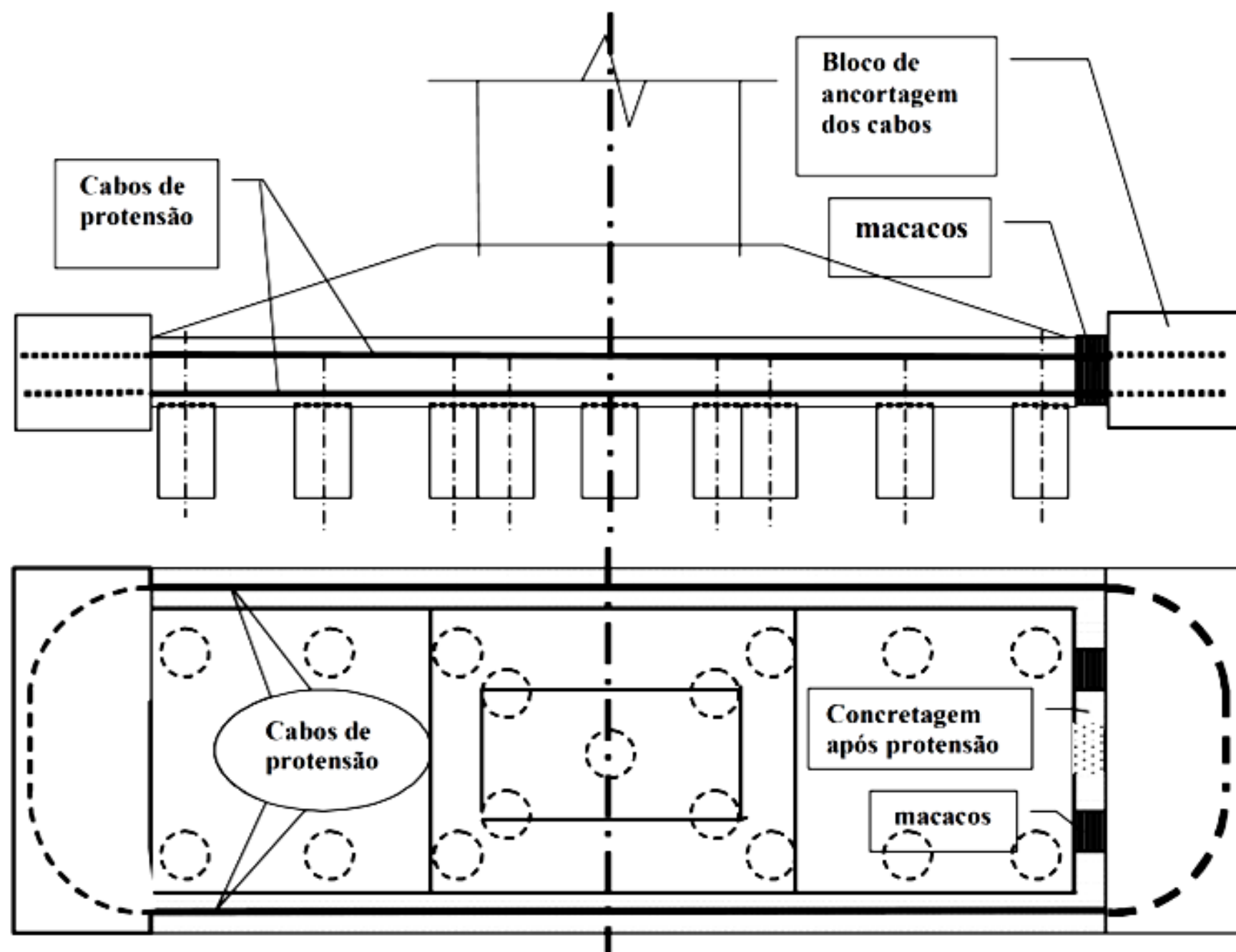
CAUSA DA FALHA ESTRUTURAL : Cálculo estrutural incorreto.

A armadura principal do bloco, na direção transversal ao eixo do viaduto, era insuficiente. Na outra direção era OK e até mesmo exagerada.

Somente após a construção de 18 blocos a falha foi detectada por engenheiro de estruturas. A armadura fora mal calculada. O bloco de estacas não apresentava segurança à ruptura segundo a norma NB-01.

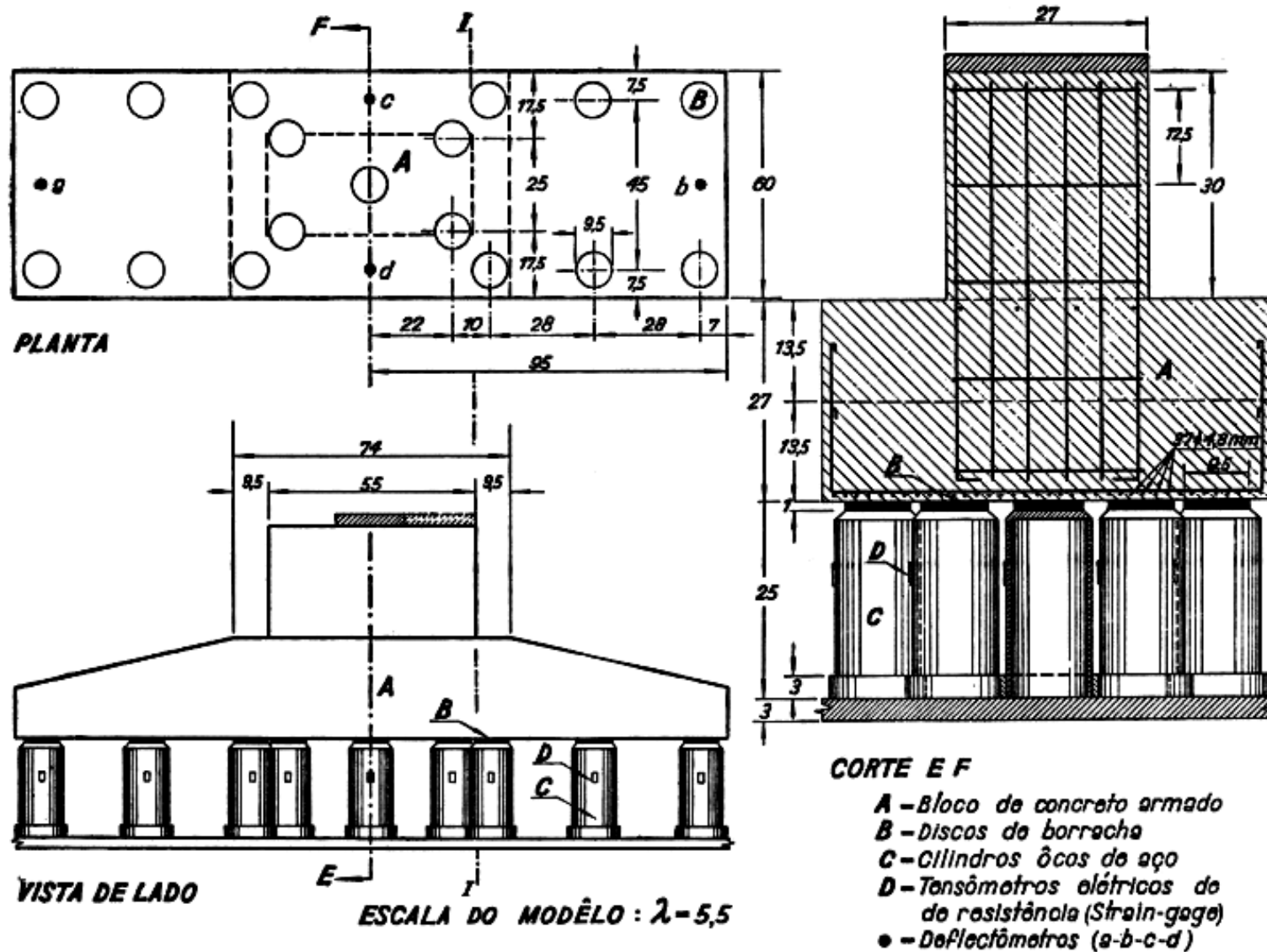
A carga total nas fundações ainda era muito pequena quando a falha foi detectada.

Apenas os pilares estavam executados. Nenhuma fissura chegou a se formar.



FOI FEITO UM MODELO REDUZIDO , ENSAIADO NO I.N.T / RJ pelo PROF. LOBO CARNEIRO
http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/lobocarneiro/mod_reduzido.pdf (página 33 e seguintes)

118



ESTRUTURA - Nº 31

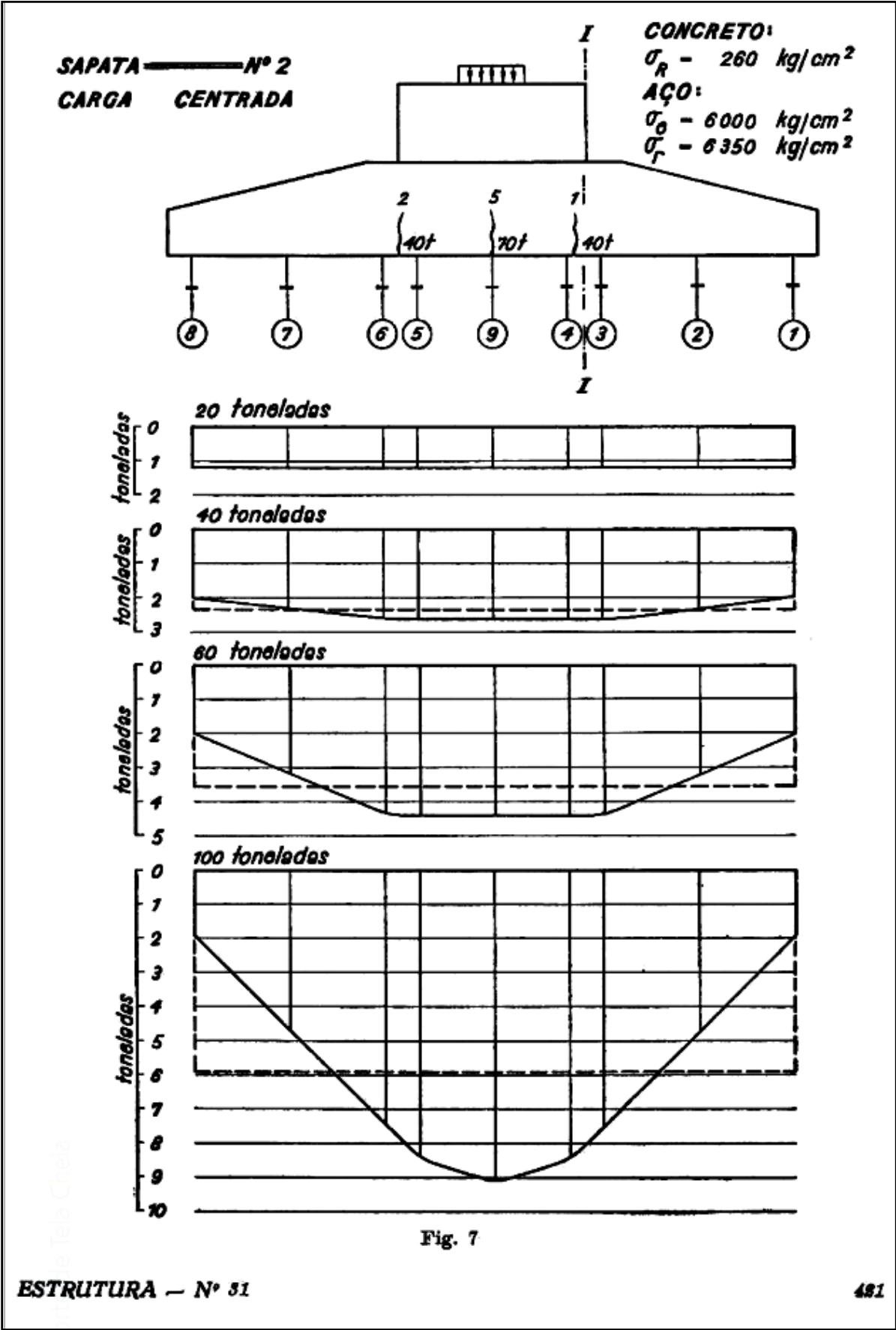
Fig. 4

REAÇÃO NAS ESTACAS NO MODELO ENSAIADO

Ver texto do Prof. Lobo Carneiro no link abaixo.
http://www.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/lobocarneiro/mod_reduzido.pdf
(página 33)

“ A medida que a sapata fissura as reações nas estacas se concentram sob o pilar. No Estado Limite Último (E.L.U.) essa distribuição de reações poderia ser considerada.”

CARGA CENTRADA



CARGA EXCÊNTRICA

SAPATA — N° 3
CARGA EXCÊNTRICA

CONCRETO:

$$\sigma_R = 260 \text{ kg/cm}^2$$

AÇO:

$$\sigma_0 = 2900 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_r = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

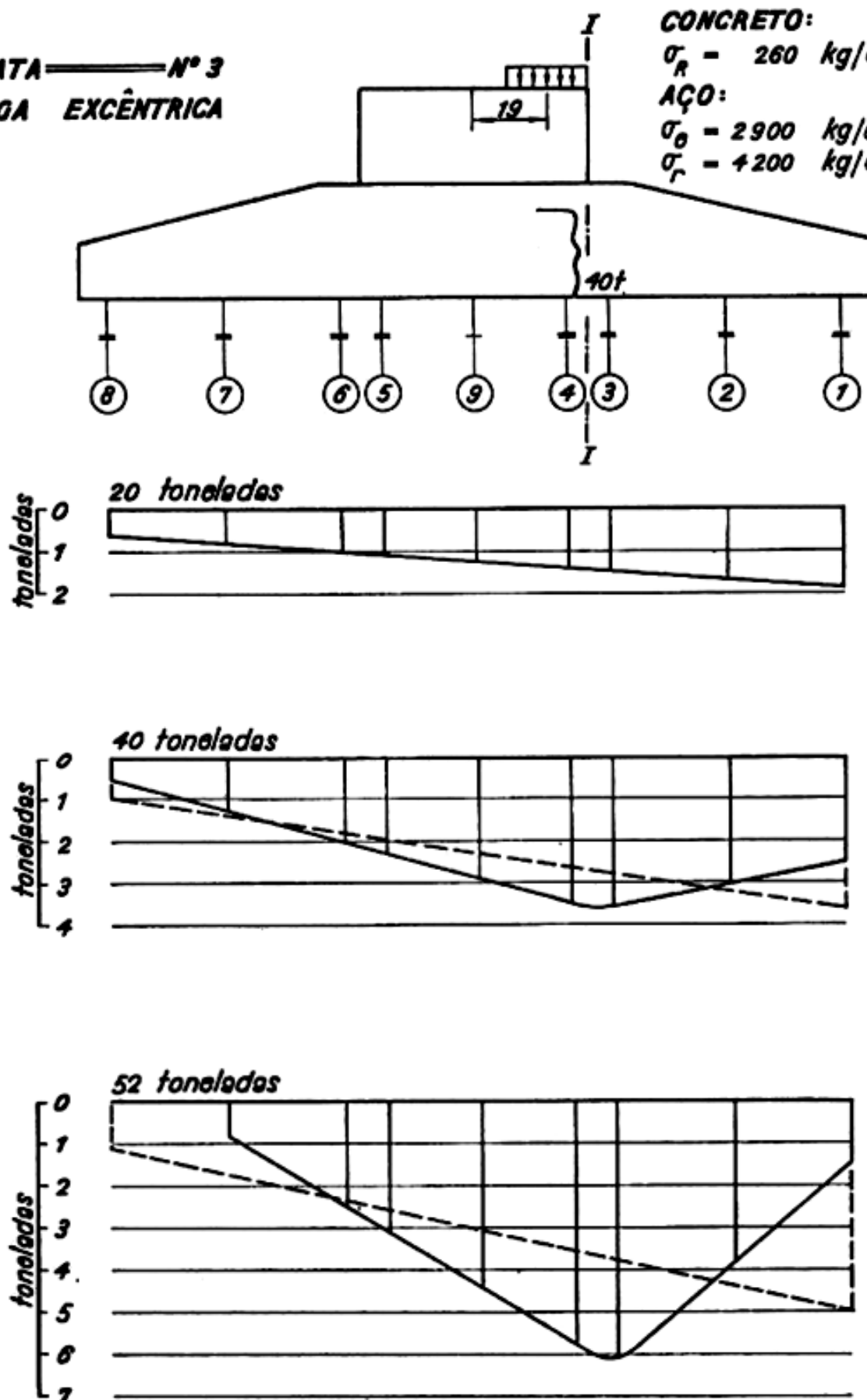


Fig. 8

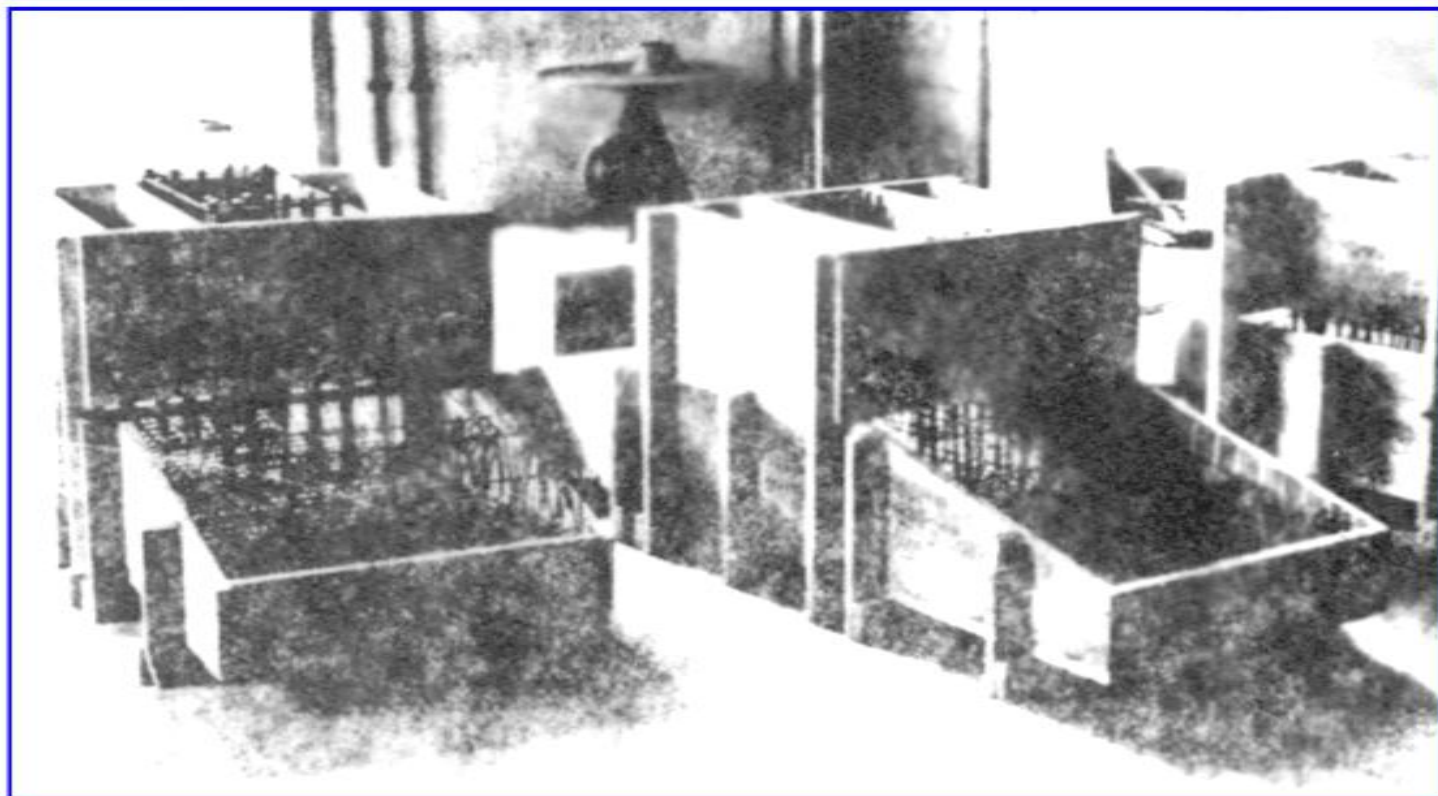
Ensaio de modelos reduzidos dos Blocos, feito pelo
Prof. Fernando Lobo Carneiro no I.N.T. / RJ em 1959

[http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/lobocarneiro/
mod_reduzido.pdf](http://aquarius.ime.eb.br/~webde2/prof/ethomaz/lobocarneiro/mod_reduzido.pdf)

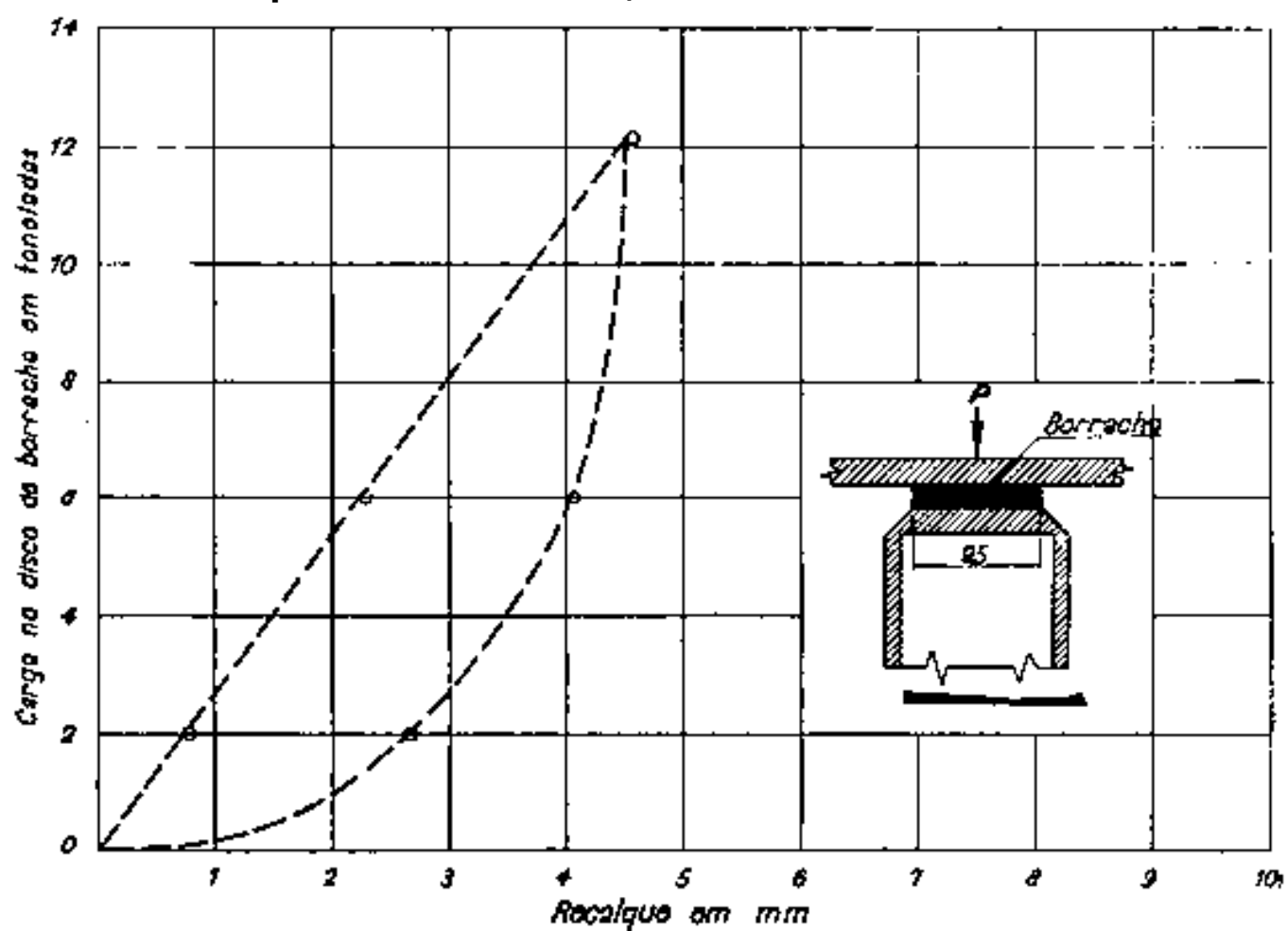


Revista editada pelo Prof. Aderson Moreira da Rocha

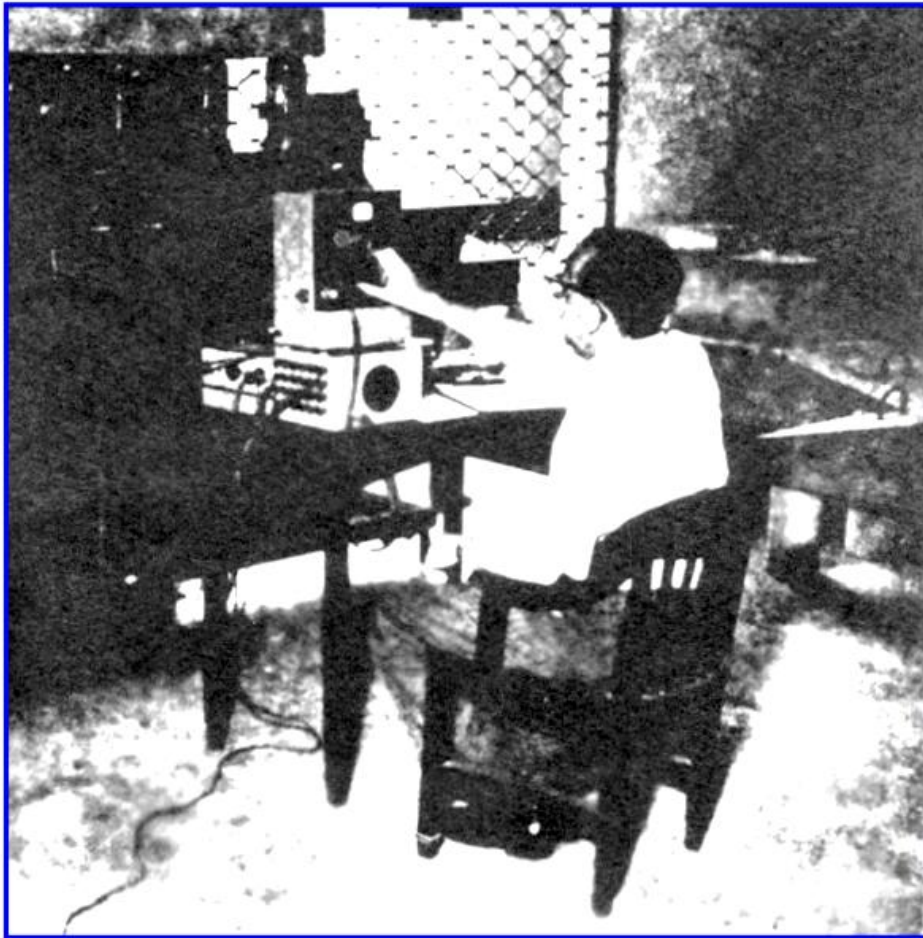
Modelos ensaiados no I.N.T. / RJ



Apoios de Borracha, simulando Estacas



Prof. Lobo Carneiro, no INT, lendo resultados.



Em 1991, numa entrevista concedida a Luiz Bevilacqua (COPPE), a Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física, UFRJ) e a Alicia Ivanissevich (Ciência Hoje) ,...

... o Prof. Fernando Lobo Carneiro afirmou :

No INT ...

" Tive a oportunidade também de começar a estudar modelos reduzidos.

Foi quando aconteceu um problema com a fundação de um dos pilares da Avenida Perimetral, em frente à Praça XV.

Fiz então um modelo reduzido para estudar em laboratório o que ocorreria com o protótipo.

Tentei imitar o comportamento de uma estaca, baseado na teoria da semelhança física.

A pesquisa foi bastante complexa, porque incluiu o modelo do pilar, sua fundação e as estacas. "

+++

PERIMETRAL

Jornal do Brasil, 5.^a-feira, 5-5-60, 1.^o cad. — 9

SURSAN afirma que não há risco de acidente na estrutura da Perimetral

A SURSAN distribuiu ontem nota oficial informando que não há perigo de qualquer acidente na estrutura da Avenida Perimetral e que 18 dos 51 blocos do primeiro trecho da Avenida estão sendo reforçados apenas como medida de precaução, prevendo-se as piores condições possíveis de carga.

A nota da SURSAN contém elogios à firma ("de insuspeita idoneidade") que calculou a infra-estrutura da Avenida e informa que ensaios em modelo reduzido, no Instituto Nacional de Tecnologia, demonstraram não haver qualquer risco para a estrutura já construída.

A NOTA

Eis a nota oficial da SURSAN:

"1.^o — Não há risco ou perigo de qualquer acidente na estrutura da Avenida Perimetral;

2.^o — a infra-estrutura foi calculada por firma de renomada técnica e insuspeita idoneidade;

3.^o — por ocasião da assinatura do contrato do 2.^o trecho, da Praça 15 de Novembro à Aveni-

da Presidente Vargas, a SURSAN mandou refazer todos os cálculos do trecho anterior, feitos à época em que as obras estavam entregues à Secretaria Geral de Viação e Obras;

4.^o — concluídos os cálculos do 2.^o trecho, verificou-se que o bloco de distribuição das cargas nas cabeças das setacas estavam dimensionados com aço em maior quantidade que em 18 dos 51 blocos do 1.^o trecho;

5.^o — diante da divergência foram providenciados ensaios em modelo reduzido, no Instituto Nacional de Tecnologia, ensaios que demonstraram não haver qualquer risco para a estrutura já construída;

6.^o — as opiniões de técnicos abalizados são, entretanto, divergentes, entendendo alguns que a estrutura é estável mesmo consideradas as piores condições de carga e entendendo outros que os métodos clássicos recomendariam o reforço desses blocos;

7.^o — a SURSAL manteve-se do lado da segurança, preferindo mandar reforçar esses 18 blocos e é o que está sendo executado no momento e o que, entretanto, não atrasará a obra; e

8.^o — não há, pois, qualquer risco, nem presente nem futuro, para a segurança da estrutura da Avenida Perimetral."

Tribunal de era a juíça ilegal

ro Pinho, Presidente do Tribunal
nabara, considera ilegal a opera-
lo executada pela Polícia carioca
agamento dos 40 por cento da

se de fato a Polícia está fazendo
, como funcionários públicos, os
ve e devem dar exemplo de "cor-
população".

Exemplo 03 – 2017

ALARGAMENTO DO TABULEIRO

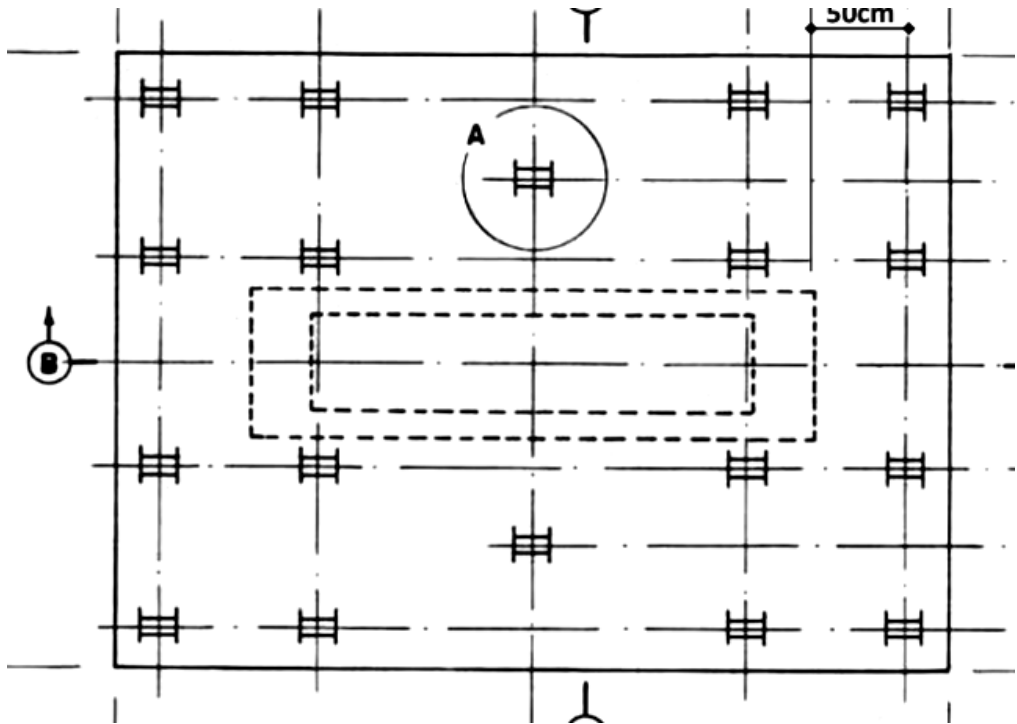
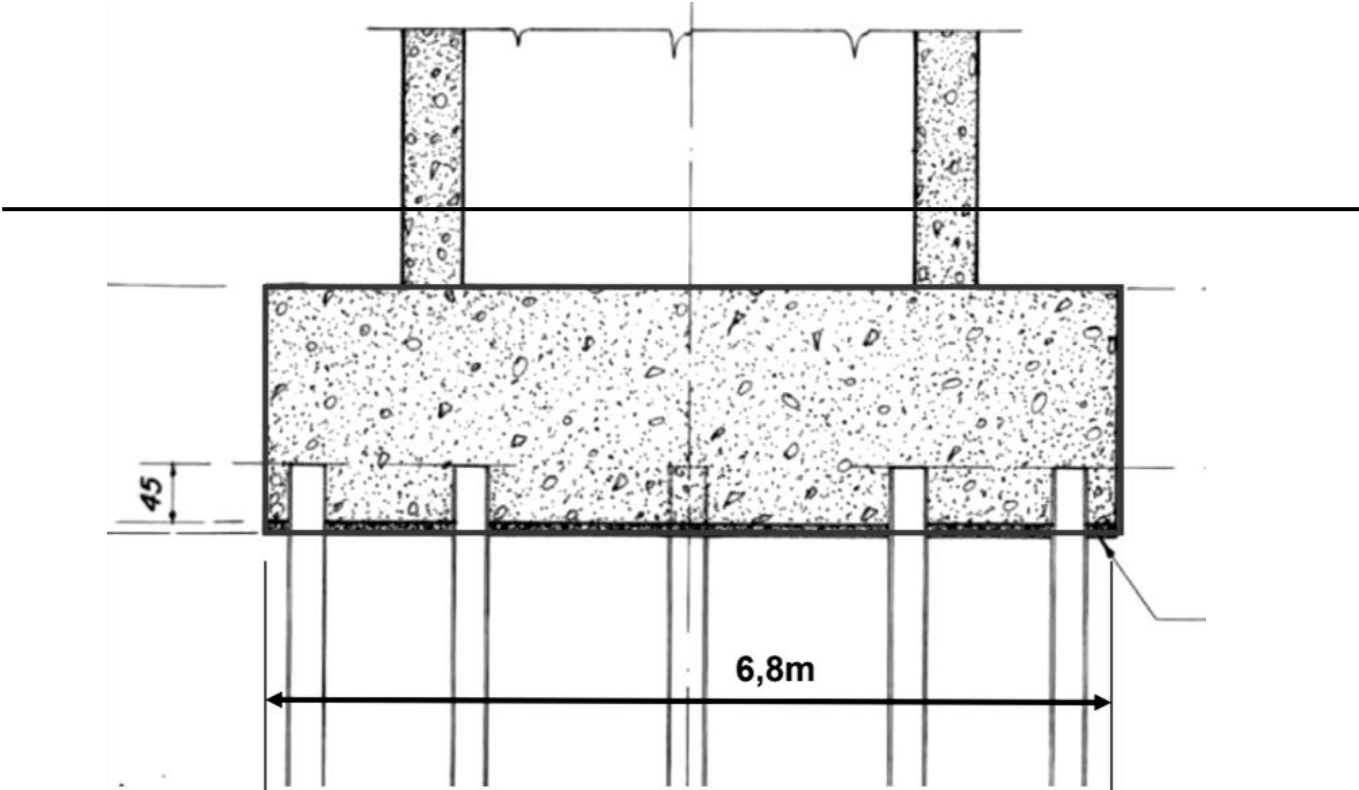
Alargamento do tabuleiro (Baías) no Elevado do Acesso / RJ à Ponte Rio-Niterói e conseqüente aumento de carga nos pilares e inclusão de novas estacas .

Projeto feito pela Firma PROJCONSULT

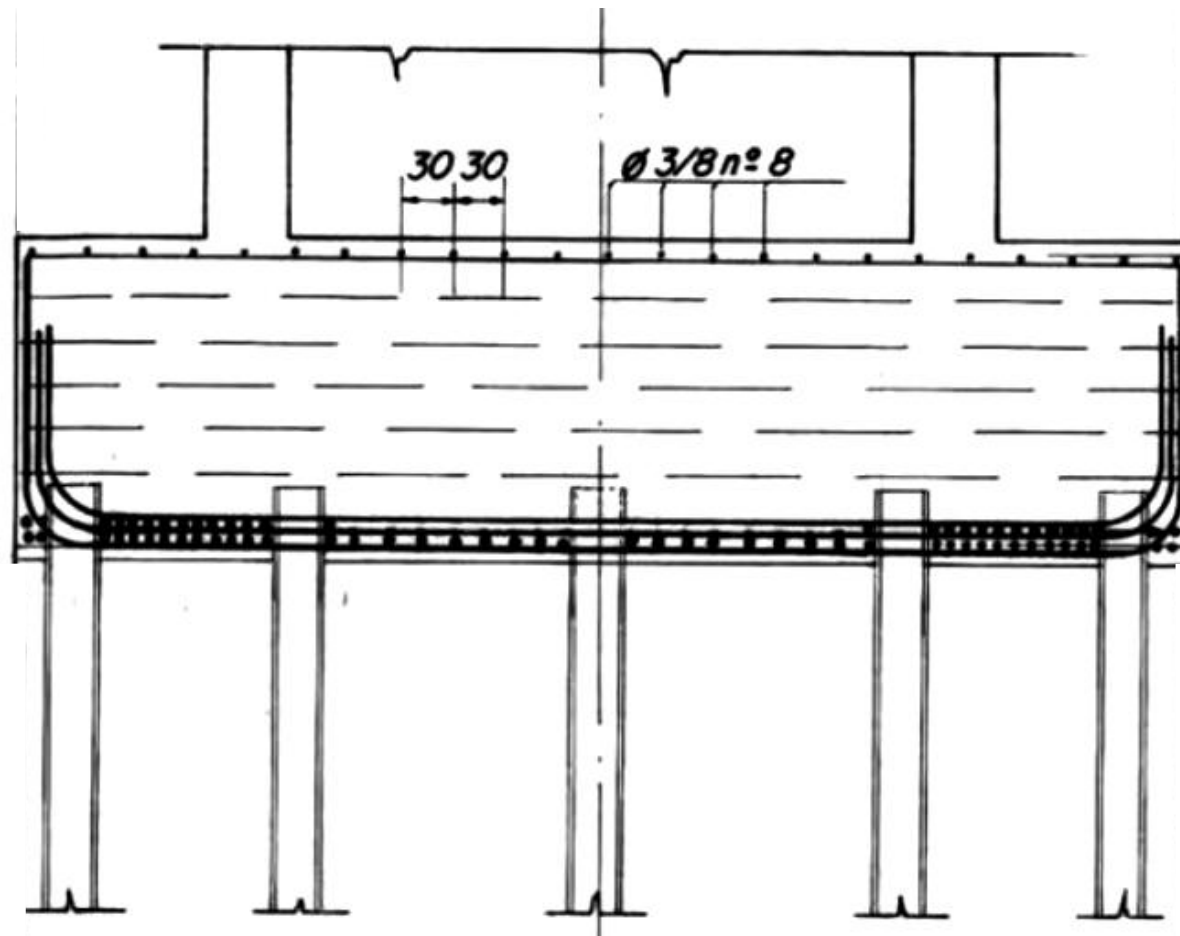


O Modelo Estrutural do Reforço dos blocos de estacas é similar ao modelo concebido por Eugene Freyssinet em 1930 para as Fundações do Porto de Le Havre na França e que também foi usado no Reforço dos Blocos de Estacas do Elevado da Avenida Perimetral / RJ em 1960

BLOCO EXISTENTE



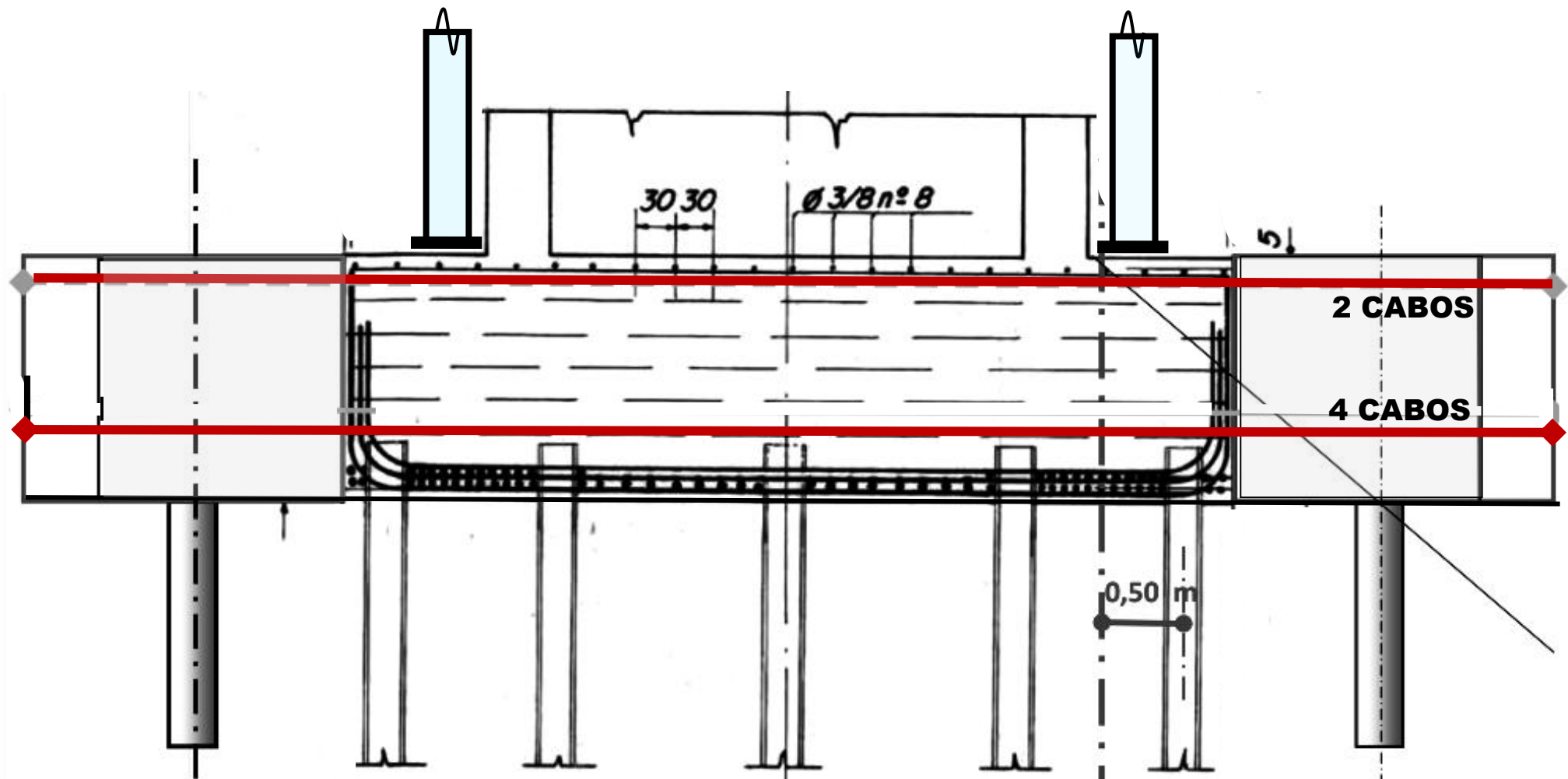
ARMADURA DO BLOCO EXISTENTE



CORTE TRANSVERSAL

O Reforço do Pilar foi feito com Estrutura Metálica

O Concreto do Bloco existente já tinha alcançado Alta Resistência e o Bloco não precisou ter a altura aumentada.



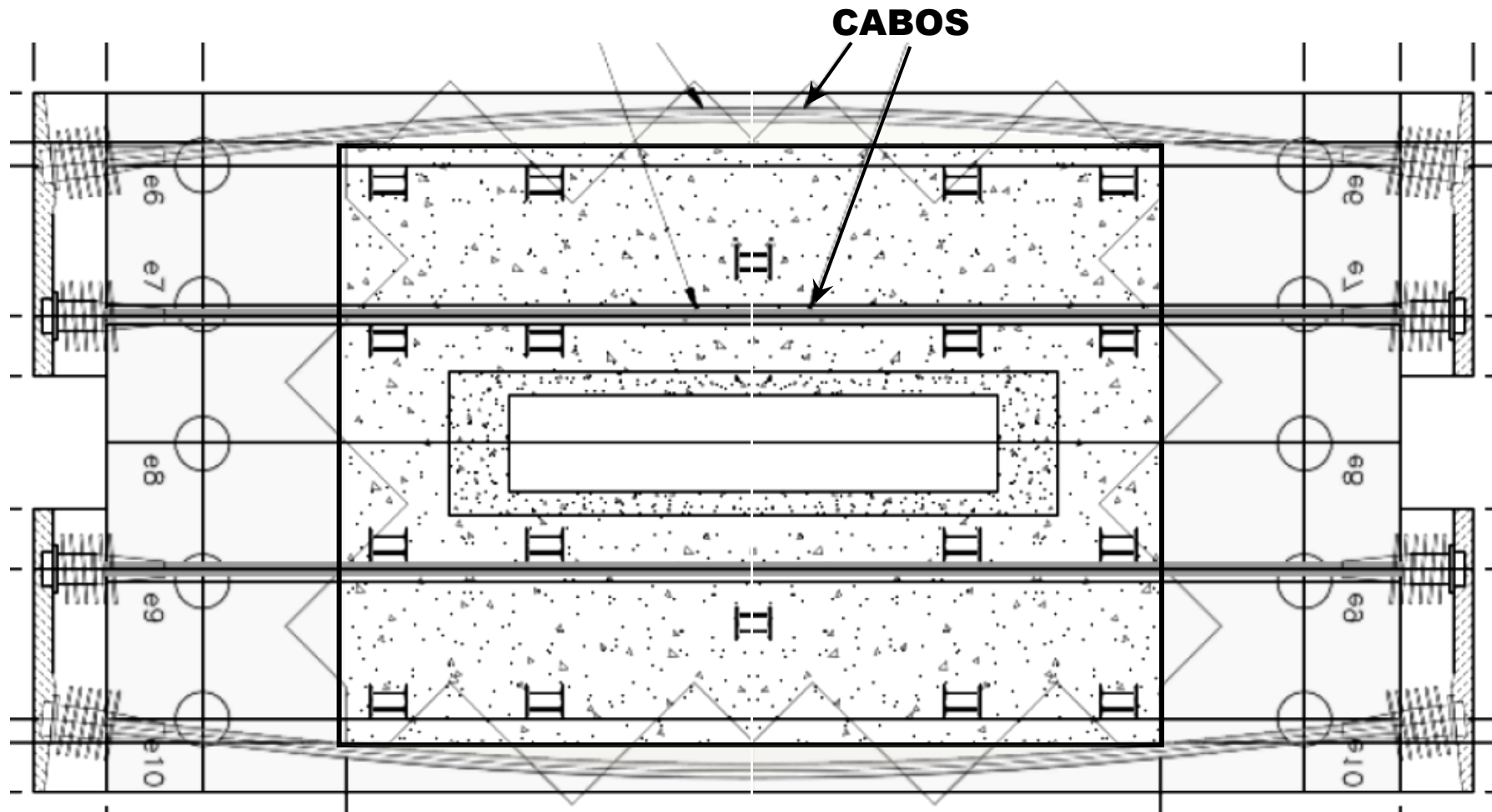
Furos feitos no bloco existente com broca tubular diamantada., ver fotos adiante

Colocação dos Cabos de Protensão nos Furos feitos no Bloco Existente

Força de Protensão = 4 cabos inferiores = 2000 ton

REFORÇO COM CABOS , EM PLANTA

4 CABOS NA CAMADA INFERIOR E 2 CABOS NA CAMADA SUPERIOR



Força de Protensão = 4 cabos inferiores = 2000 ton

Concreto Novo com $f_{cm28} = 45 \text{ MPa}$

FOTOS

BLOCOS DE ESTACAS

Perfurações no Concreto do Bloco, utilizando broca tubular diamantada

<http://americaperfuracoes.com.br>



Perfuração no Concreto

<http://americaperfuracoes.com.br/>





ARMADURA DO NOVO BLOCO



Eduardo Thomaz , Rio - 24 / Junho / 2023

FOTOS

Alargamento do TABULEIRO

TRAVESSAS METÁLICAS + LONGARINAS METÁLICAS



TRAVESSAS METÁLICAS + LONGARINAS METÁLICAS



TRAVESSAS METÁLICAS



MONTAGEM DE UMA TRAVESSA METÁLICA

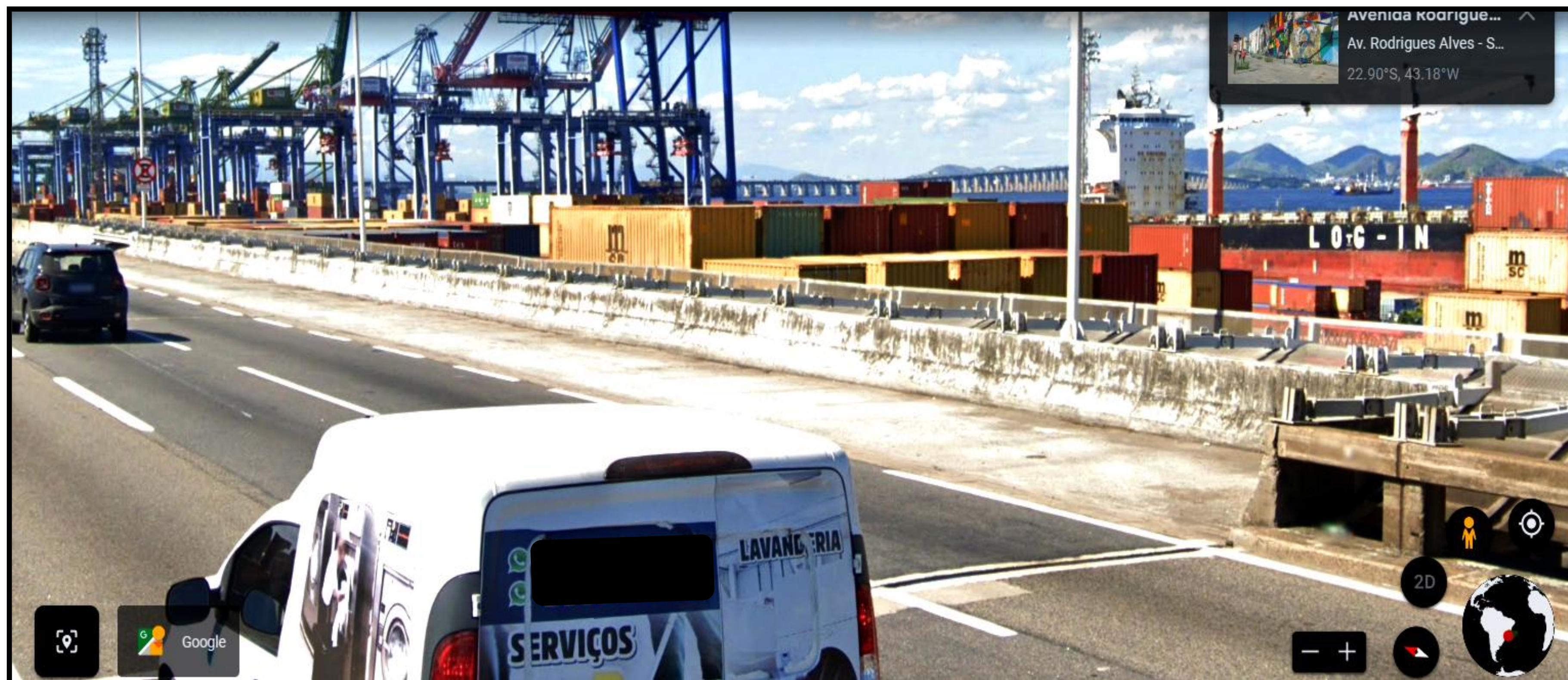


ARMADURA DO ALARGAMENTO DO TABULEIRO + PRÉ-LAJES

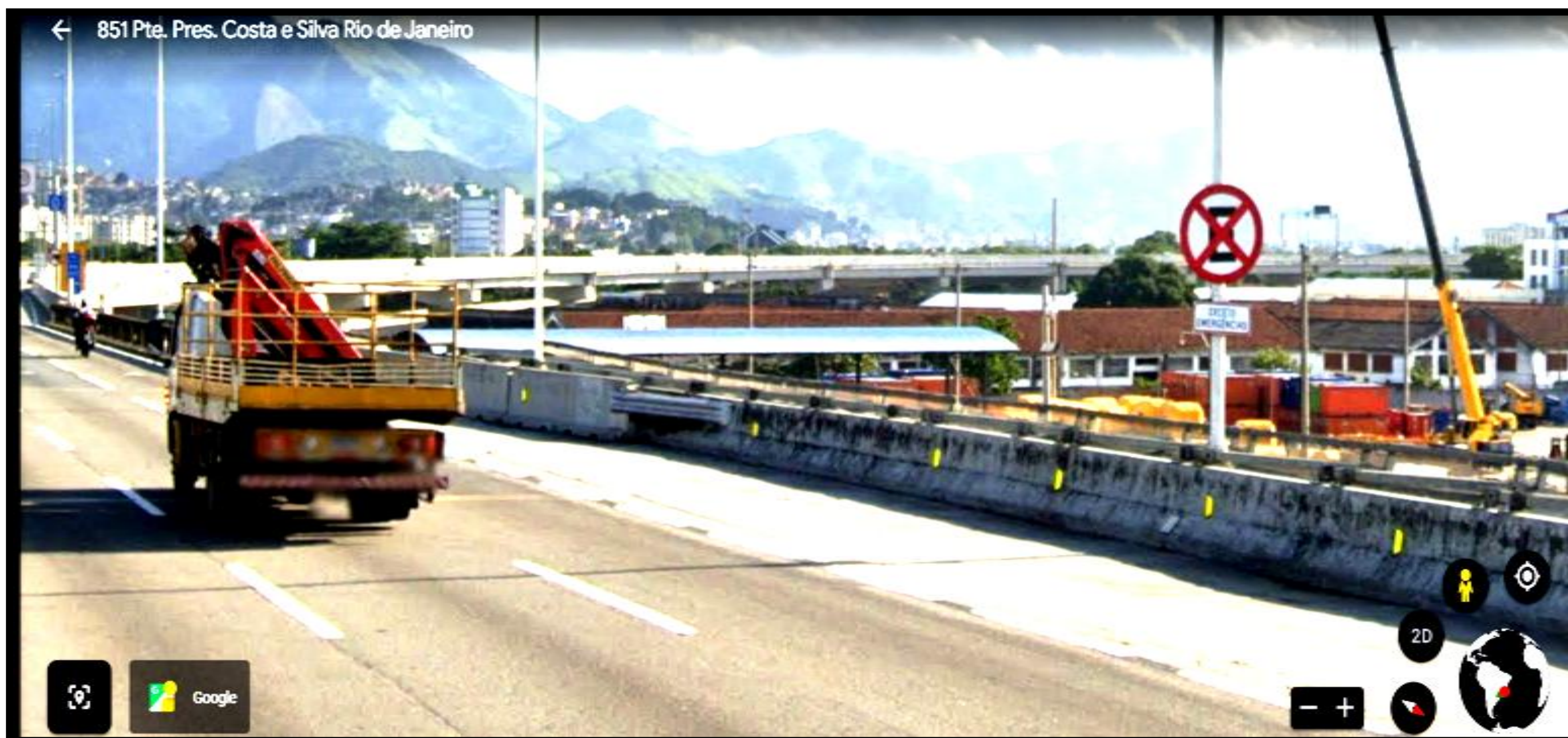
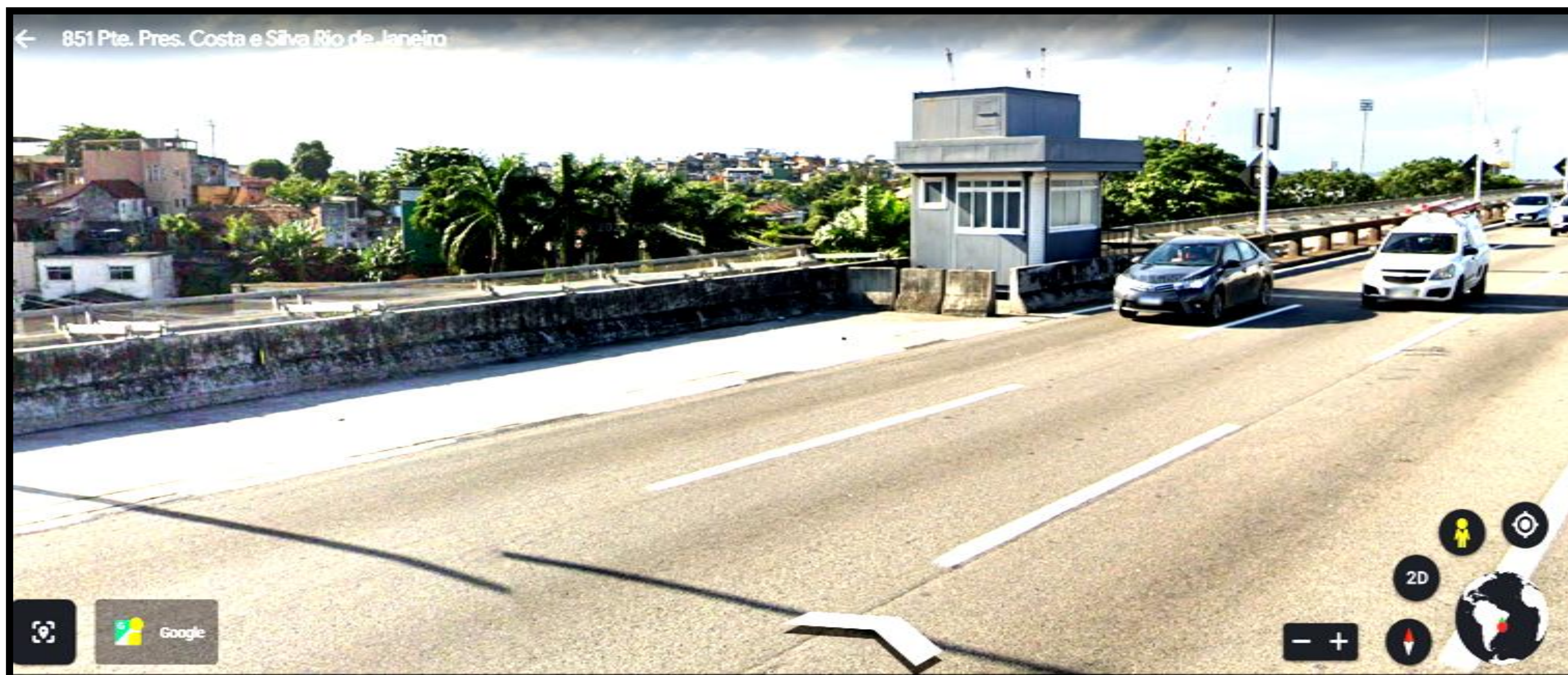


OBRA PRONTA

2023 - GOOGLE STREET VIEW – ALARGAMENTO = BAIAS PARA PARADAS

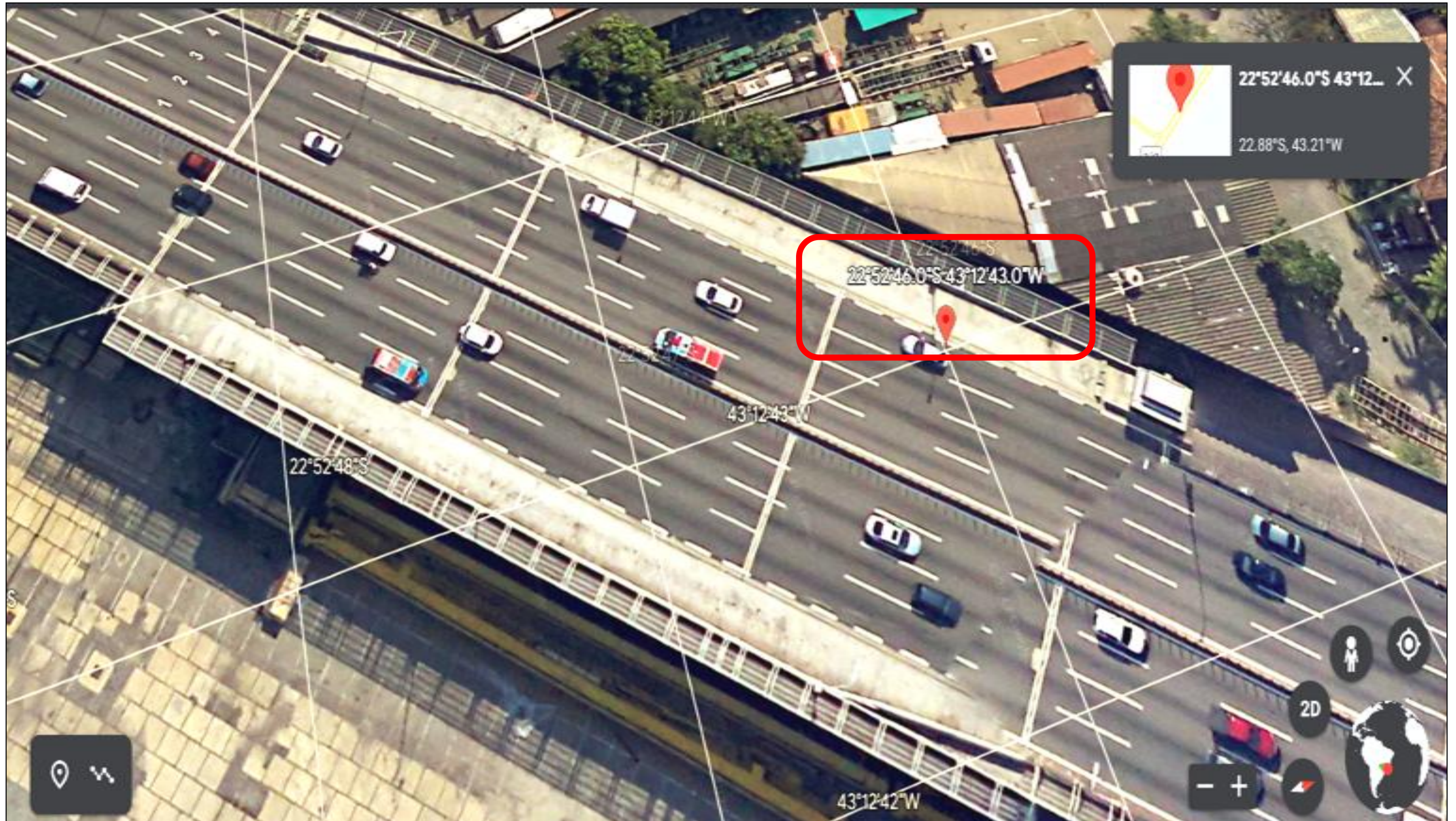


BAIAS



VISTA AÉREA

LOCALIZAÇÃO = 22 52 46 S 43 12 43 W



ZOOM 22 52 46 S 43 12 43 W



ZOOM



Eduardo Thomaz, Rio – 03 / Julho / 2023