

CONSTRUÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTOS — ESCORAMENTO ATIRANTADO PARA CONTENSÃO DE TALUDES

Eng.º RUY BATALHA DE CAMARGO e
Eng.º SERGIO MARINANGELO (*)

SUMÁRIO

- I — INTRODUÇÃO
- II — TIPOS DE ESCORAMENTO PARA ESCAVAÇÕES PROFUNDAS EM ÁREAS CONFINADAS
- III — DESCRIÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO DO ESCORAMENTO ATIRANTADO
- IV — ESCORAMENTO UTILIZADO PARA CONSTRUÇÃO DA 2.ª ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS DE PINHEIROS
- V — PREÇO DO METRO QUADRADO PARA ESCORAMENTO ATIRANTADO

Trata-se da descrição do método utilizado para escoramento de escavações profundas em áreas confinadas, analisando vantagens e desvantagens do uso de tirantes protendidos e sua utilização na 2.ª E. E. de Pinheiros.

I — INTRODUÇÃO

Este trabalho visa trazer informações sobre a utilização de escoramento atirantado para execução de obras em escavações profundas. Este método vem sendo

aplicado com êxito em obras executadas pela SANESP — Cia. Metropolitana de Saneamento de São Paulo, principalmente na construção de Elevatórias em cotas que variam de -7,00 à -16,00 m em relação ao perfil natural do terreno, e tem dimensões, em planta, variando de 20 x 20 m à 50 x 50 m.

Esse tipo de escavação não favorece a aplicação do estroncamento convencional, uma vez que as peças componentes do estroncamento metálico resultam em bitolas não muito utilizadas.

II — TIPOS DE ESCORAMENTO PARA ESCAVAÇÕES PROFUNDAS EM ÁREAS CONFINADAS

Suponhamos que uma obra necessite de uma escavação em uma área de 40,00 x 40,00 m com profundidade de 10,00 m e que não possamos executá-la em taludes inclinados.

Para escorar taludes verticais dessa altura, adotamos um escoramento misto com perfis metálicos cravados verticalmente e pranchas de peroba. Para suportar o empuxo ativo exercido pelo terreno sobre a pranchada podemos adotar os seguintes processos:

a. estroncamento metálico inclinado

Este sistema apresenta inconvenientes que influem no custo final da obra:

(*) Engenheiros da Superintendência de Construção da CSA-SABESP.

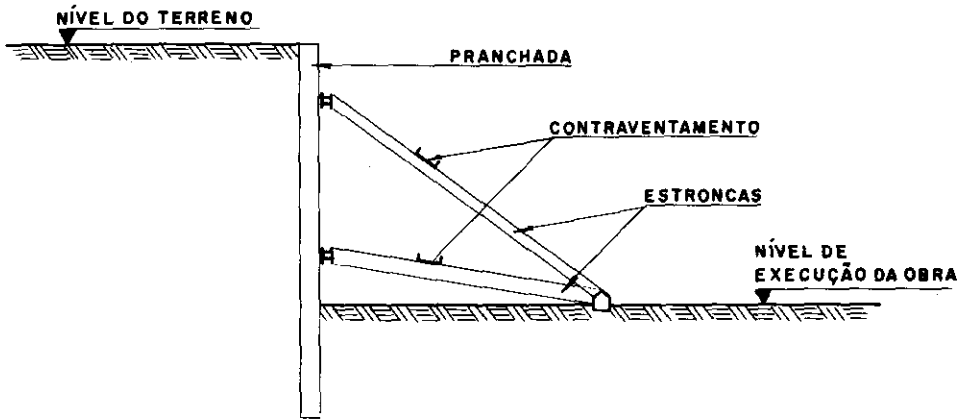


Fig. 1

- a escavação sob as estroncas inclinadas deverá ser feita manualmente, o que acarretará maior mão de obra e tempo de execução;
 - as estroncas inclinadas interferem com a estrutura, acarretando dificuldades na execução da armação, formas e concretagem;
 - na concretagem há necessidade de se mudar as estroncas periodicamente e fazer reparos posteriores na estrutura.
- b. **estroncamento metálico horizontal, apoiadas em perfis metálicos verticais (fig. 2)**

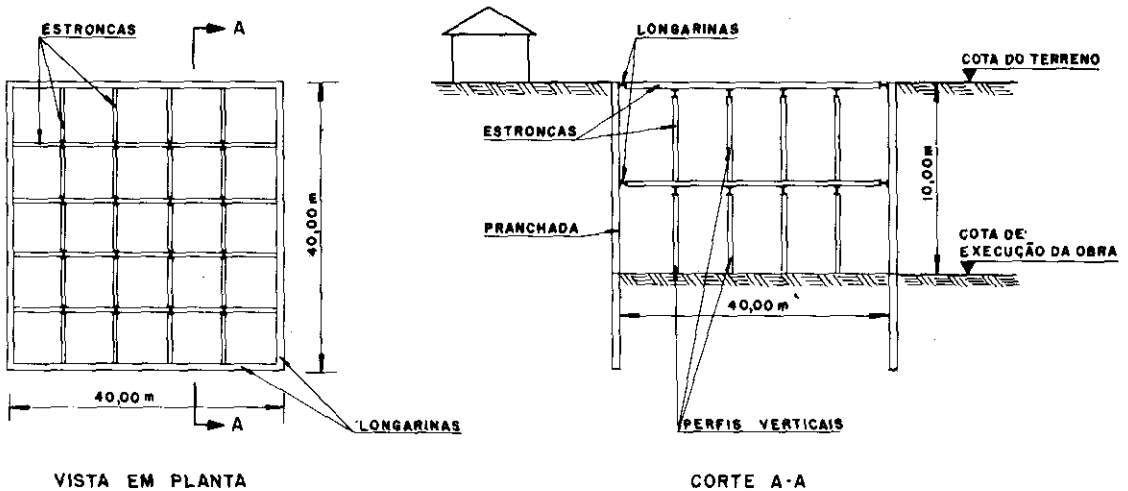


Fig. 2

Este tipo de estroncamento é usado quando o projeto prevê a construção de lajes intermediárias (garagens subterrâneas) sendo os perfis metálicos verticais aproveitados como pilares da estrutura. Está sendo utilizado, também, na construção do metro de São Paulo, para permitir o tráfego de veículos sobre a vala.

A interferência deste tipo de estroncamento com a estrutura, é muito mais acentuada do que aquela descrita no pro-

cesso anterior, apresentando portanto, maiores dificuldades executivas. Além disso, este processo é mais dispendioso que o primeiro, pois a montagem é mais difícil, mais lenta, e requer maior consumo de material.

c. **atirantamento**

O tirante é um feixe de fios de aço para protensão, ancorados no solo por

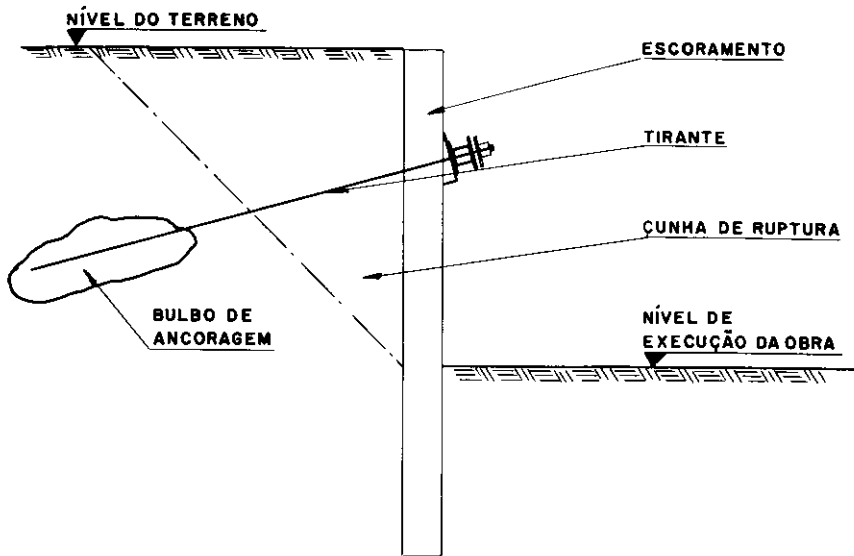


Fig. 3

meio de um bulbo de nata de cimento injetado, situado fora da cunha de ruptura do talude, e protendido contra a pranchada (fig. 3).

Esse processo tem a vantagem de não interferir com a estrutura facilitando o trabalho da armação de ferragens, montagem das formas, e da concretagem.

Apresenta ainda as seguintes vantagens:

- a escavação pode ser feita somente com emprego de máquinas, proporcionando maior rendimento do serviço;
- facilita a locomoção da obra, pois o escoramento fica restrito à área da pranchada.

Este processo tem custo inicial mais elevado do que os outros, porém, esse maior investimento é recuperado pelas vantagens citadas, pois a obra apresenta andamento livre de quaisquer interferências.

III — DESCRIÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO DO ESCORAMENTO

A execução do escoramento atirantado tem a seguinte sequência:

Cravação de perfis metálicos

Os perfis são cravados por bate-estacas do tipo convencional, espaçados de acordo com o projeto.

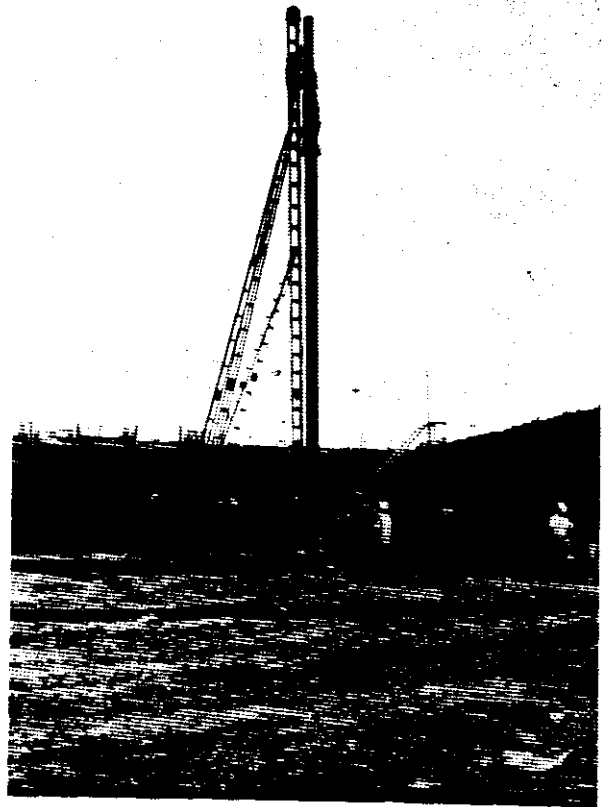


Foto 1 — Cravação de perfis utilizando bate-estaca DELMAG.

Escavação e pranchamento

A escavação e o pranchamento são feitos simultaneamente até o nível de colocação dos tirantes, sendo as pranchas de peroba, cunhadas contra as abas dos perfis.

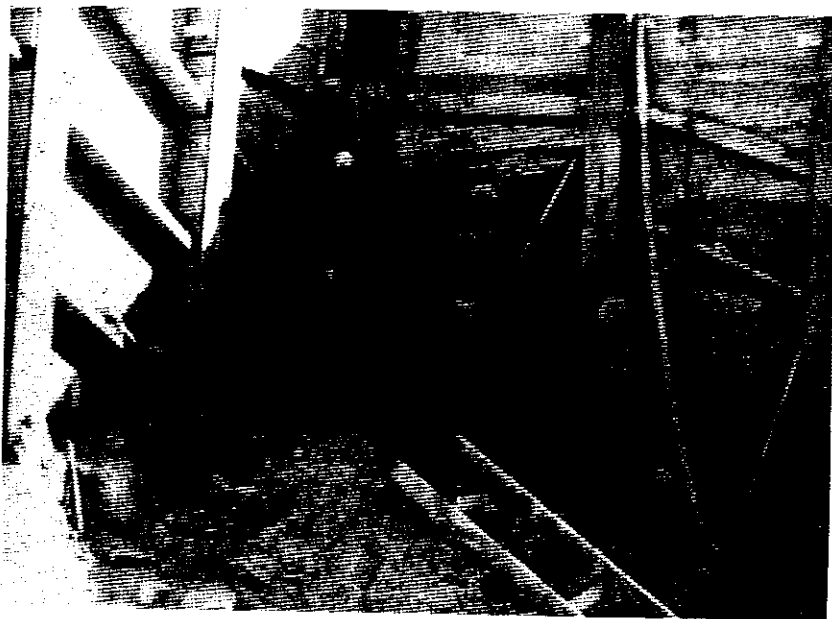


Foto 2 — Escavação entre perfis para colocação de pranchões de peroba.

Execução dos furos para colocação dos tirantes

Os furos são feitos com perfuratrizes, espaçados de acordo com o projeto. Se o terreno for coesivo, os furos não

necessitam de cuidados especiais, precisando ser revestidos quando for o caso, de terrenos moles. Esse revestimento é recuperado assim que o tirante é colocado.



Foto 3 — Detalhe da perfuratriz utilizada.

Colocação dos tirantes

Os tirantes são previamente montados no canteiro da obra. Cortam-se os fios de aço no comprimento desejado e dispõem-se esses fios em redor de anéis, fixando-os nessa posição por meio de

amarração com arame. Por dentro dos anéis coloca-se o tubo plástico com os orifícios para injeção, vedados por mangueiras de borracha (manchete) que impedem o retorno da pasta.

Esse conjunto forma o tirante (fig. 4).

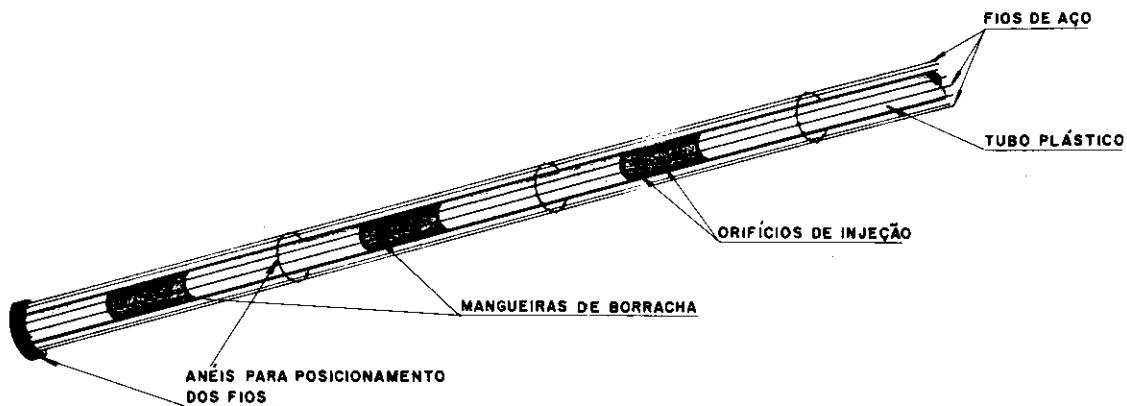


Fig. 4

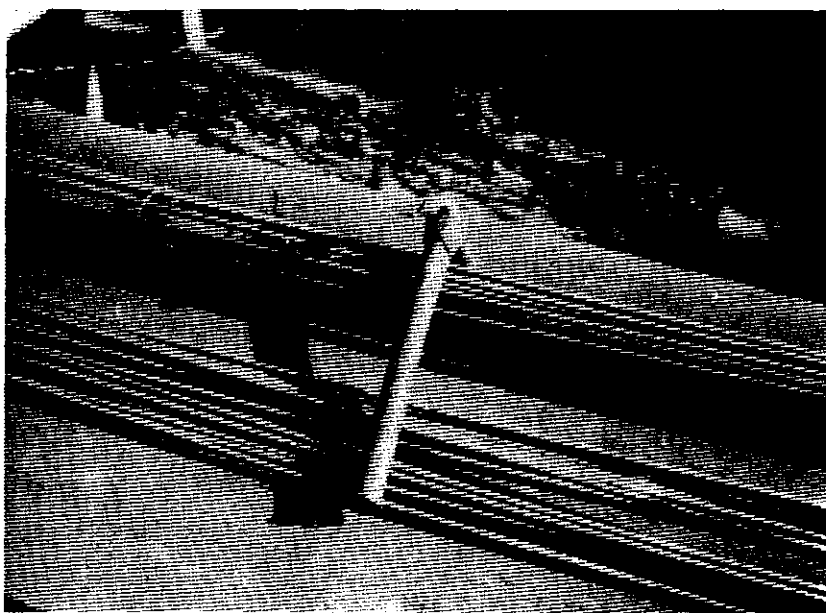


Foto 4 Detalhe do tirante em montagem na bancada.



Foto 5 — Aspecto do tirante já colocado no furo executado pela perfuratriz.

Injeção da pasta de cimento

A injeção é feita por meio de bombas mecânicas que, através do tubo plás-

tico equipado com manchetes, leva a pasta ao lugar onde será formado o bulbo de ancoragem.

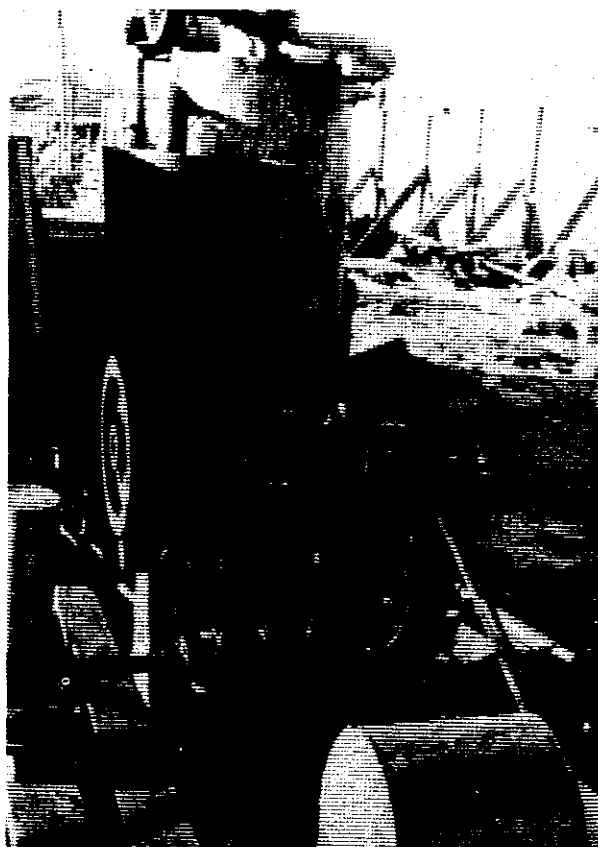


Foto 6 — Aspecto do misturador e bomba injetora (tipo pistão) para nata de cimento.

Colocação das longarinas

Durante a cura da pasta colocam-se as longarinas, que são montadas de modo que as almas dos perfis fiquem paralelas à linha de ação da força de protensão. Para tanto soldamos nos perfis verticais, suportes metálicos, que posicio-

narão a longarina durante a montagem. Para proteção do cone de ancoragem (tipo Freyssinet) usam-se, entre o cone e a longarina, chapas metálicas perfuradas no centro, de espessura que varia de acordo com a capacidade de carga do tirante (fig. 5).

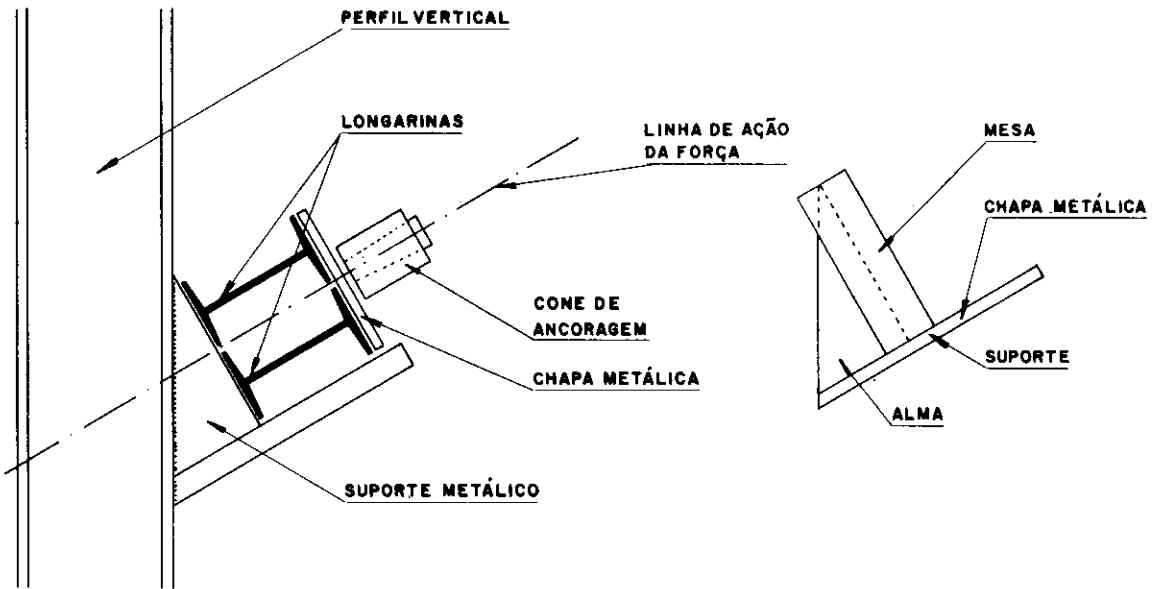


Fig. 5



Foto 7 — Detalhe da longarina colocada e posicionada.

Protensão dos tirantes

Passados três dias de cura, protendemos os tirantes, controlando-se os alongamentos dos cabos. Na carga desejada, fazemos a «prova de carga», que consiste em protender com uma força de cerca de 10% maior que a de trabalho, e depois voltamos a carga desejada, fazendo-se, então, a cravação do cone de ancoragem.

Se durante a prova de carga, ou mesmo durante a protensão o tirante soltar, fazemos nova injeção de nata de cimento.

Executada a protensão dos tirantes, a escavação e o pranchamento prosseguem, até que se atinja o nível de execução de outra linha de tirantes, ou até o nível de execução da obra.

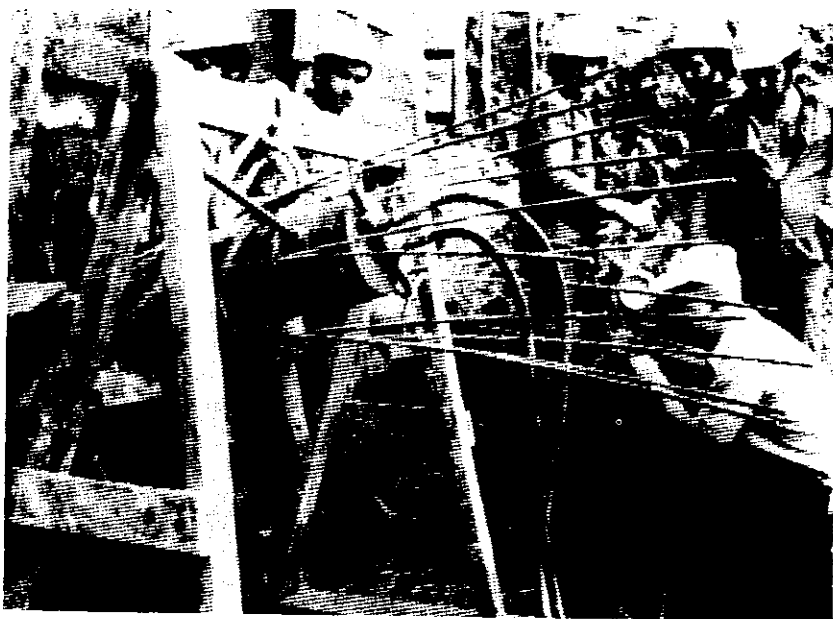


Foto 8 — Detalhe do macaco utilizado para protensão dos tirantes.

IV — ESCORAMENTO UTILIZADO PARA CONSTRUÇÃO DA 2.ª ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ESGOTOS DE PINHEIROS

A área prevista para construção desta Elevatória é confinada por construções de grande porte, cujas fundações se situam numa camada de areia, em nível superior às cotas de escavação necessárias à execução da obra (fig. 6).

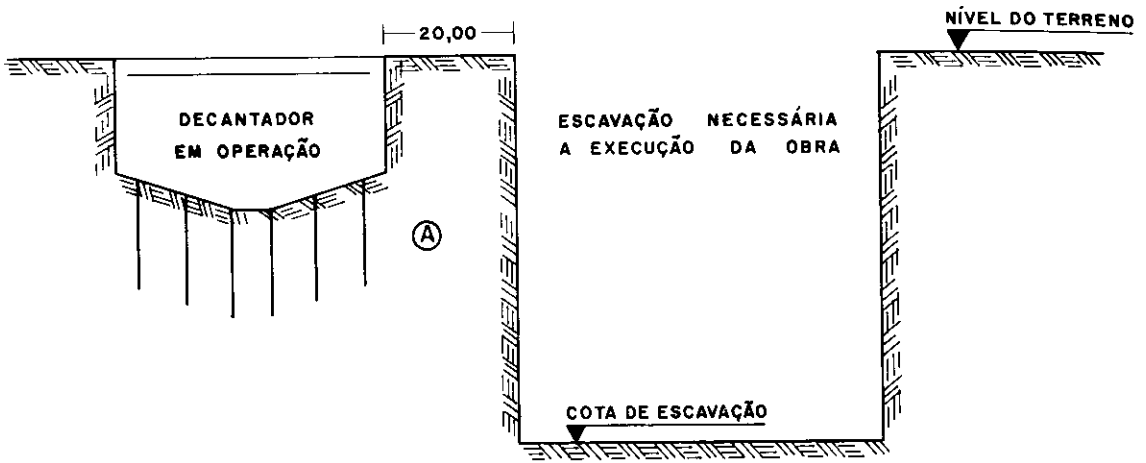


Fig. 6

A maior preocupação foi manter a estabilidade do terreno sob as fundações vizinhas (região A), afim de que suas estruturas não sofressem danos.



Foto 9 - Aspecto da 1.ª fase da escavação (em talude), observando-se os 2 decantadores próximos da obra.

No local da obra foram executados 3 furos de sondagens que apresentaram o seguinte perfil do terreno (fig. 7).

Um estudo mostrou que o mínimo custo para o serviço de escavação-escoramento, seria obtido por uma solução mis-

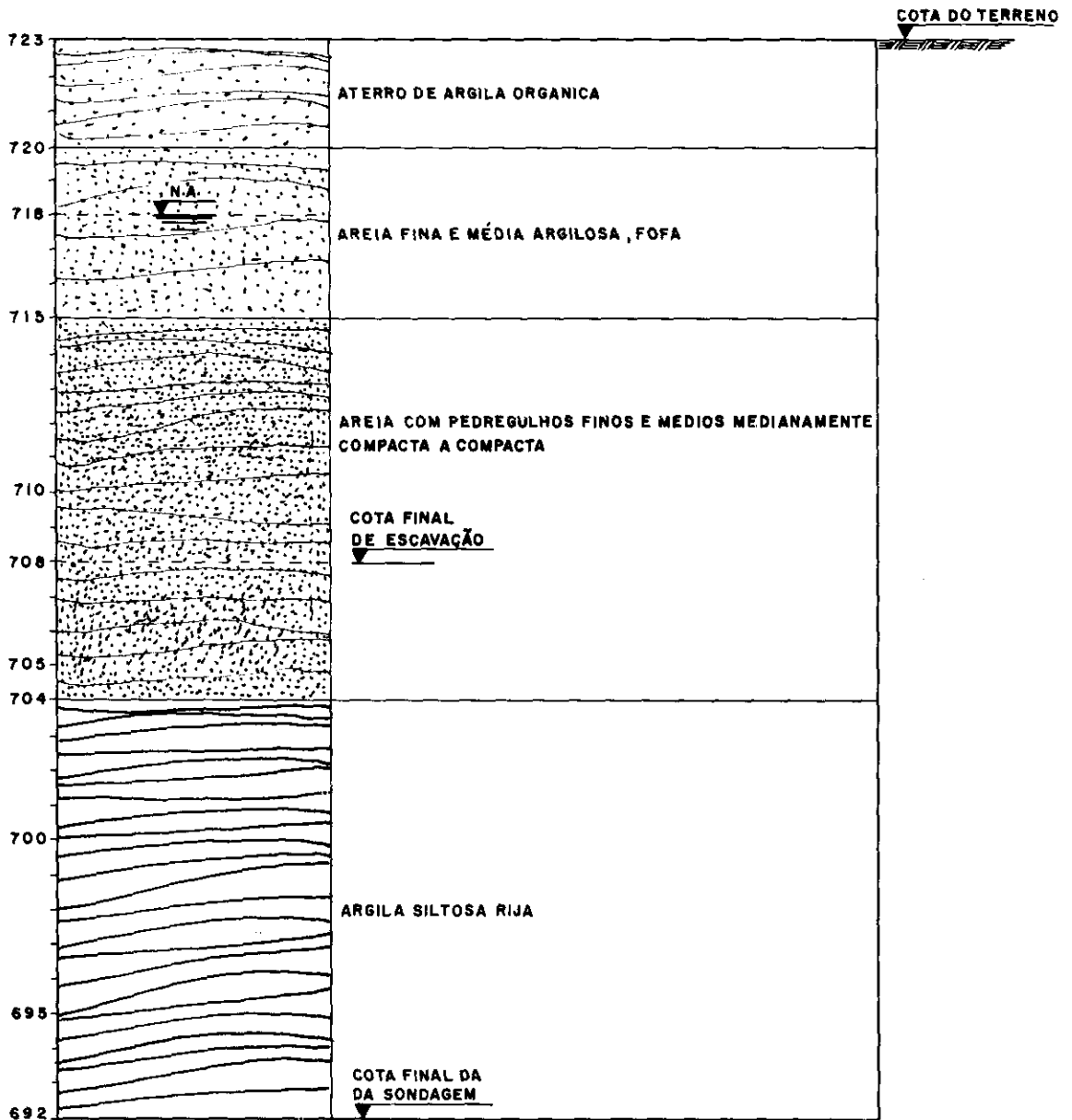


Fig. 7

ta, executando-se parte em talude e parte em escoramento atirantado.

A escavação entre cotas 723,00 e 718,50 foi executada em taludes 1:1 e protegida com camada de «Negrolin» para evitar infiltrações de água no terreno.

Nesta cota (718,50) foi deixado um patamar de 5,00 m de largura, onde foram instalados os poços profundos para rebaixamento do lençol freático. O restante da escavação (entre cotas 718,50 e 708,00) foi executada dentro do escoramento atirantado (fig. 8).

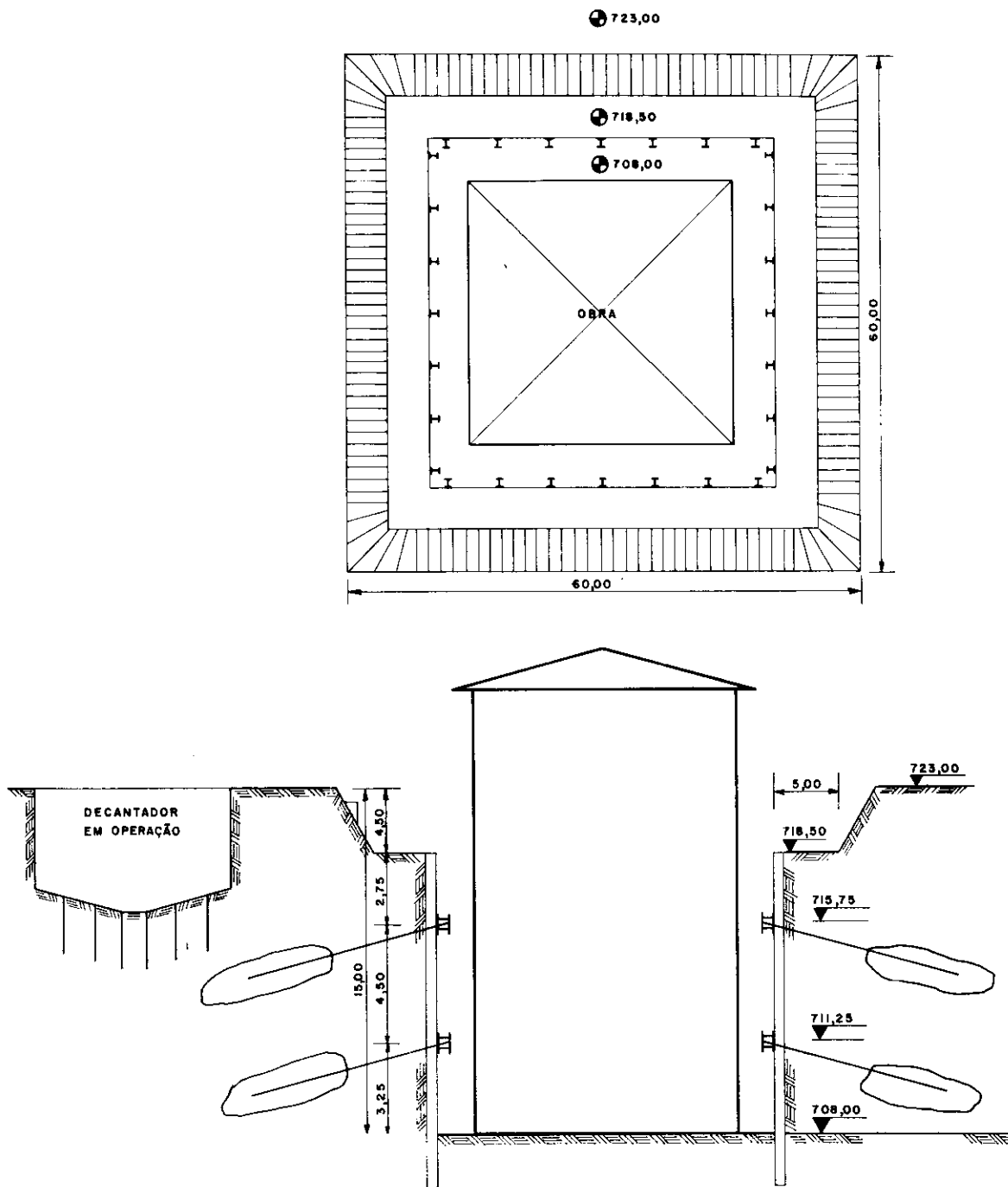


Fig. 8

Para execução do escoramento foram cravados perfis metálicos 2 I-12" (com 12,00 m de comprimento — proporcionan-

do ficha de 2,50 m) espaçados de 1,65 m e utilizados pranchões de peroba 6 x 16 cm com reforço oblíquo (fig. 9).

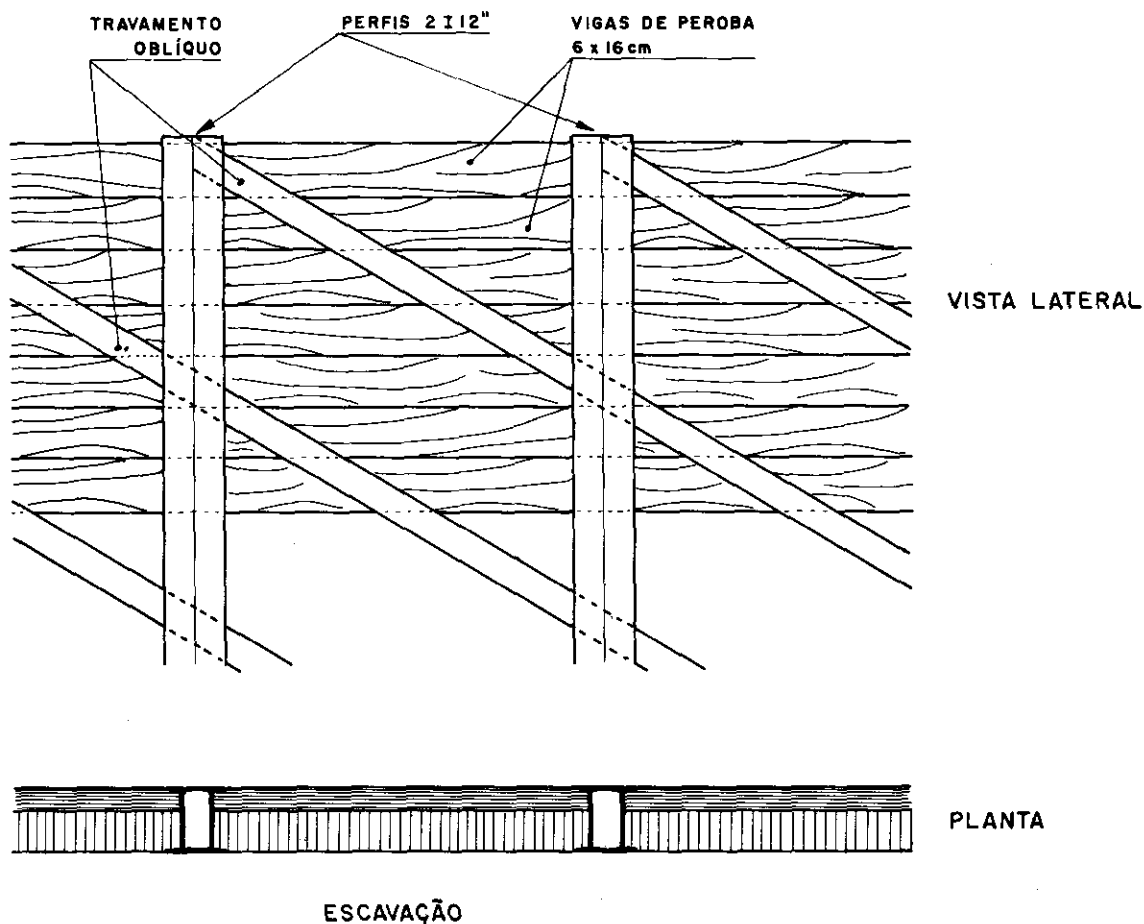


Fig. 9

Para longarinas foram utilizados 2 I 12" inclinados de 10°, tendo como suporte 1 I 12" (fig. 10).

Todos os tirantes foram executados com 12 fios de \varnothing 7 mm para carga de trabalho de 37 ton. com inclinação de 10°.

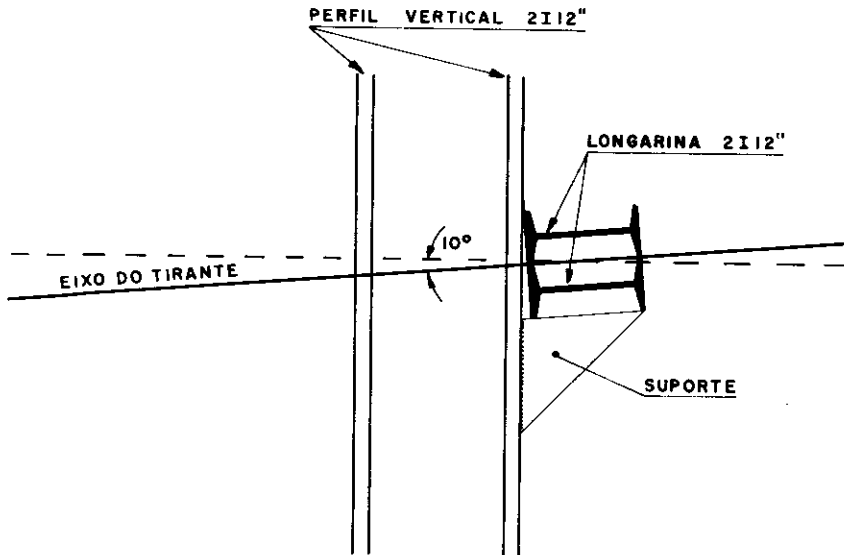


Fig. 10



Foto 10 — Posicionamento da longarina e chapa dupla para proteção do cone de ancoragem.

Os comprimentos dos tirantes variaram de 14,00 à 23,00 m, sendo 6,00 m para ancoragem e o restante trecho livre (fig. 11).

Os tirantes foram dispostos em 2 li-

nhas nas cotas 715,75 e 711,25 (fig. 8), sendo o espaçamento entre eles de 1,40 m. Para proteção do cone de ancoragem usaram-se 2 chapas superpostas.

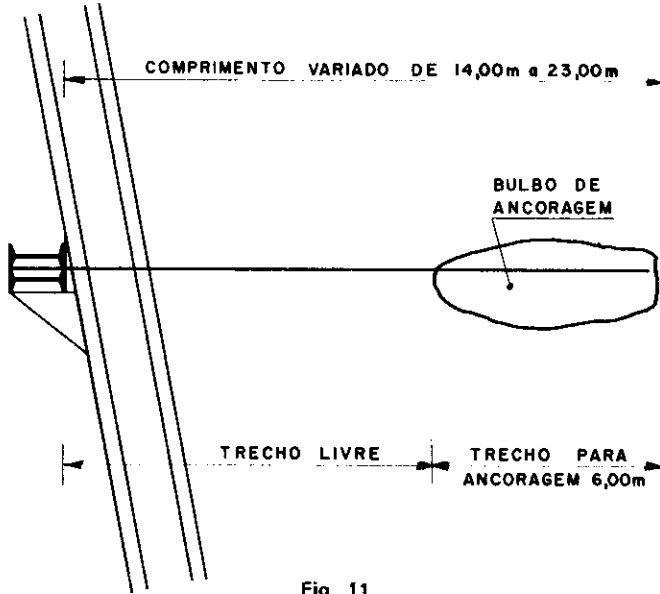


Fig. 11

Os 30.000 m³ de escavação foram executados com escavadeira equipada com «drag line», auxiliada por uma retro escavadeira de 1/4 jd³ operando junto à pranchada.

Foram executados 1.400 m² de escoramento, que não apresentaram problemas até o final da obra, proporcionando bom andamento dos trabalhos.



Foto 11 — Aspecto da escavação após executada a 2.^a linha (inferior) de tirantes.

V. PREÇO DO METRO QUADRADO PARA ESCORAMENTO ATIRANTADO

A composição de preços refere-se ao escoramento executado na obra da 2.^a Estação Elevatória de Pinheiros; onde foram utilizados tirantes com comprimento médio de 15,00 m.

.15.

Material	Coef.	Und.	Preço Unitário	Parcial	Sub-Total
- Perfil duplo com I 12"	121,20	kg	2,00	242,40	
- Pranchas de peroba	0,06	m ³	360,00	21,60	
- Preparo de perfis	121,20	kg	0,20	24,24	
- Cravação de perfis	0,78	m	18,00	14,04	
- Manuseio de perfis	121,20	kg	0,07	8,48	
- Extração de perfis	0,78	m	22,00	17,16	
- Tirante c/ 12,00m incluindo bulbo de ancoragem e cabeça de fixação e trecho livre	0,075	Und	1.950,00	146,25	
- Acréscimo de trecho livre para tirantes acima de 12,00 m	0,225	m	75,0	16,87	491,04
MÃO DE OBRA					
- Encarregado	0,012	h	3,50	0,42	
- Carpinteiro	1,20	h	2,00	2,40	
- Servente	2,40	h	0,94	2,26	5,08
- Encargos Sociais 85%					4,32
SOMA					500,44
B.D.I. 30%					150,13
TOTAL (Cr\$/m ²)					650,57
OS PREÇOS REFEREM-SE A MARÇO DE 1972					