

Interceptador Sul de Pinheiros

RAYMUNDO MEDEIROS

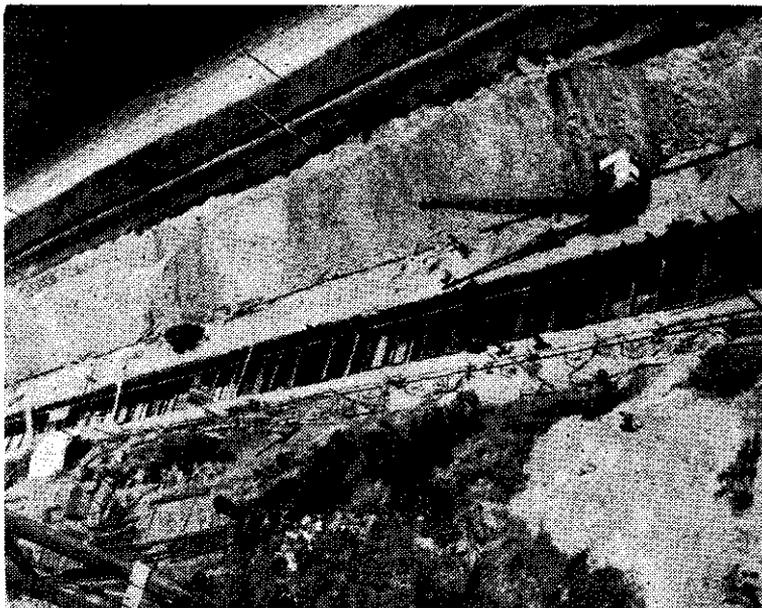
Engenheiro Fiscal

Serviço de Obras — 3 — S. O.-3 — DAE

1 — INTRODUÇÃO

O Interceptador Sul de Pinheiros tem a finalidade de receber as contribuições dos coletores troncos de esgotos, situados na margem direita do Rio Pinheiros, entre a rua do Sumidouro e a Estação Elevatória de Traição.

Projetado para a vazão máxima de $3,90\text{m}^3/\text{s}$., declividade média de $0,000398\text{mm}$. e extensão total de 4.000m ., drenará uma área aproximadamente de 5.000 ha . O Interceptor inicia-se na estaca $195+2,00\text{m}$, ao lado da Estação Elevatória de Traição, com cota de $716,720$, e termina na estaca 0 da rua Sumidouro, com cota $715,128$, ao lado da Estação de tratamento de Esgotos de Pinheiros.



Vista Geral da Obra — Vola aberta na extensão de $150,00\text{ m}$.

2 — PLANEJAMENTO

2.1 — A construção do Interceptador requereu do Departamento e da Firma Empreiteira um cuidadoso planejamento para possibilitar o bom desenvolvimento da obra.

Inúmeros foram os problemas que, se o serviço de Obras-3 não houvesse previsto e solucionado com antecedência, a obra seria paralisada constantemente. Cuidado especial foi dado aos córregos que chegam ao Canal do Rio Pinheiros, estudando-se com a Prefeitura Municipal as cotas e seções das galerias a serem construídas para se deixar prontos os sifões necessários.

O eixo do Interceptador intercepta a Avenida Euzébio Matoso, na cabeceira da Ponte Velha. O S.O.-3 está estudando com o D.E.R. a possibilidade de construção da ampliação da ponte, para interromper o tráfego da avenida uma única vez.

A ampliação da ponte da Cidade Jardim está sendo estudada pela Prefeitura Municipal. A sua execução imediata possibilitará a execução do Interceptador por baixo da ponte.

2.2 — Perfil Topográfico

O perfil topográfico do terreno, na faixa de 40.00m ao longo da Estrada de Ferro Sorocabana, era acidentado, apresentando a cota média de 723 e máxima de 727.

A cota média do greide sendo de 715,924, se a escavação fôsse totalmente executada em vala, resultaria a profundidade média de 8.00m. e a máxima de 11,000m. --- Fig. n.º 1.

2.3 — O Perfil Geológico

Conforme sondagem executada ao longo do eixo do interceptador, o terreno entre as cotas 723 a 717, era de natureza arenosa, com veios de pedregulho, sendo a camada superficial constituída de material de aterro. Entre as cotas 717 a 715, o terreno apresentava maior consistência, passando a rocha alterada com pequenos trechos de rocha compacta.

2.4 — Solução Adotada

O Serviço de Obras - 3, após acurados estudos feitos, sob o ponto de vista econômico e sob o ponto de vista de execução, levando em consideração as condições topográficas e geológicas apontadas, resolveu executar uma terraplenagem em tôda a extensão do interceptador, rebaixando a cota do terreno para 720; o material retirado seria transportado para a Estação de Tratamento de Esgotos de Vila Leopoldina e Ponte Pequena, solução perfeitamente justificável tendo em vista os seguintes pontos:

- a) a escavação seria feita com máquina;
- b) a redução média de 3,50m. na profundidade da escavação, eliminava a faixa de escavação de 6 a 10m. em vala;
- c) a área não edificada da E. T. E. de Vila Leopoldina estava inaproveitada, com lagoas internas e sujeitas a inundações;
- d) a Ponte Pequena estava em obras, necessitando elevar a cota geral do terreno junto as oficinas.

A solução adotada resultou ao Departamento extraordinária economia, conforme demonstração a seguir:

DESPESAS EFETUADAS

Volume total, escavado, transportado e esparramado	377.357,83m ³
Valor total da escavação, transporte e esparrame	Cr\$ 2.329.079.125
Profundidade média escavada	$\frac{377.357,83}{3.480 \times 35} = 3,098m.$

DESPESAS EVITADAS

Valor do escoramento	Cr\$ 26.868 × 3,098 × 3.480 × 2 = Cr\$ 580.886.160
Valor da escavação em vala (6,00 a 8,00m.)	5,00 × 3,00 × 3.480 × Cr\$ 21.789 = 1.137.385.800

Instalação da segunda rede de rebaixamento do lençol freático:

$$\text{Cr\$ } 43.355 \times 3.480 = \dots\dots\dots \frac{\text{Cr\$ } 150.875.400}{1.869.147.366}$$

Há de se salientar que a análise acima é simplista, tomando por base a profundidade adicional média de 3,098m. Nas condições reais a profundidade máxima chegava a 11,00m. O escoramento seria mais reforçado e o preço da escavação superior àquele tomado para profundidade de 6 a 8 m. A parcela de despesas evitadas forçoso seria considerar o valor econômico da recuperação da E.T.E. de Vila Leopoldina e Ponte Pequena.

3 — DIMENSIONAMENTO DO INTERCEPTADOR

3.1 — O projeto do Interceptador, feito pelo engenheiro Klaus Michel Karl Mayer, Chefe do Serviço de Obras - 3, apresenta 4 seções diferentes, aumentando sempre as seções tôdas as vêzes que recebe a contribuição de um coletor.

3.2 — Características das Seções

Seção 1 (Estaca 0 a 12+11,50)

Galeria dupla
Influente da Estação = 2,55 × 2,14m
Vazão máxima = 3,908m³/s
Declividade = 0,000193mm
Efluente da Estação = 2,55 × 2,40m
Vazão máxima = 5,16m³/s

Seção 2 (Estaca 12+11,50 a 47+12,00)

Dimensões = 2,55 × 2,14m
Vazão máxima = 3,90 m³/s
Declividade = 0,000193mm

Seção 3 (Estaca 47+12,00 a 109+11,00)

Dimensões = 9,35 × 2,10m
Vazão máxima = 3,50m³/s
Declividade = 0,000212mm

Seção 4 (Estaca 109+11,00 a 151+15,00)

Dimensões = 2,20 × 2,05m
Vazão máxima = 3,00m³/s
Declividade = 0,000231mm

Seção 5 (Estaca 151+15,00 a 195+2,00)

Dimensões = 1,80 × 1,85m
Vazão máxima = 2,23m³/s
Declividade = 0,000276mm

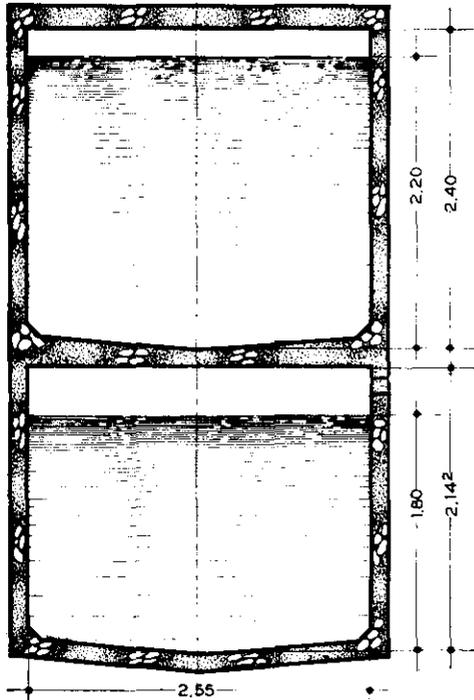
Fig. n.º 2

3.3 — Sifões — Foi necessário projetar três sifões ao longo do percurso do Interceptador para passar sob os córregos que vão desaguar no Canal do Rio Pinheiros.

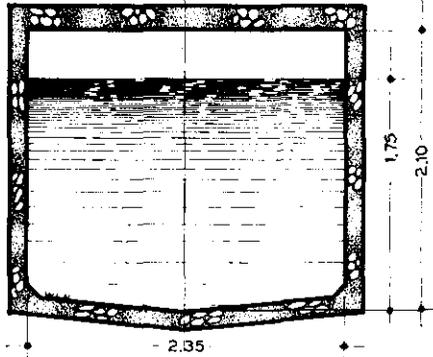
Projetados para as vazões máxima, média e mínima, são os mesmos construídos com tubos de ferro fundido de diâmetros diferentes.

Sistema de vertedores regula o funcionamento dos sifões para as diversas vazões. Para possibilitar limpeza nos tubos, foram projetadas comportas de madeira a montante e jusante de cada tubo.

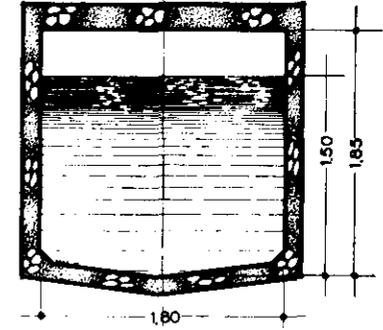
**EFLUENTE DA ESTAÇÃO
SECCÃO 1**
VAZÃO MÁXIMA = 5,16 m³/s



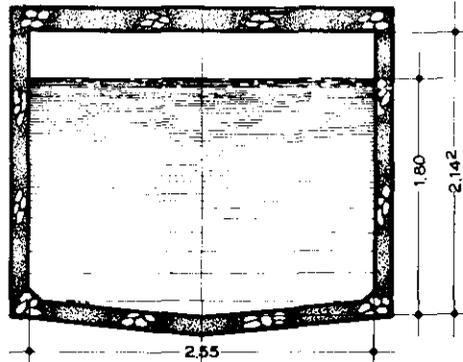
**INFLUENTE
SECCÃO 1**
ESTACAS 0 A 12+11,50
GALERIA DUPLA
VAZÃO MÁXIMA = 3,908 m³/s
DECLIVIDADE = 0,000193 m/m
ESCALA 1:25



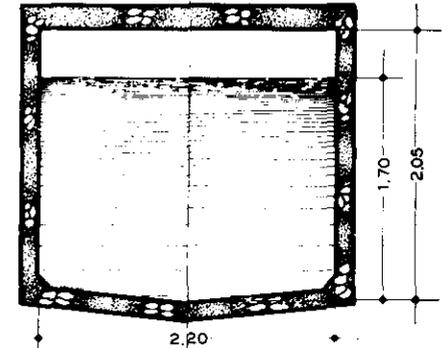
SECCÃO 3
ESTACAS 47+12,00 A 109+11,00
VAZÃO MÁXIMA = 3,50 m³/s
DECLIVIDADE = 0,000212 m/m
ESCALA 1:25



SECCÃO 5
ESTACAS 151+15,00 A 190+2,00
VAZÃO MÁXIMA = 2,23 m³/s
DECLIVIDADE = 0,000276 m/m
ESCALA 1:25

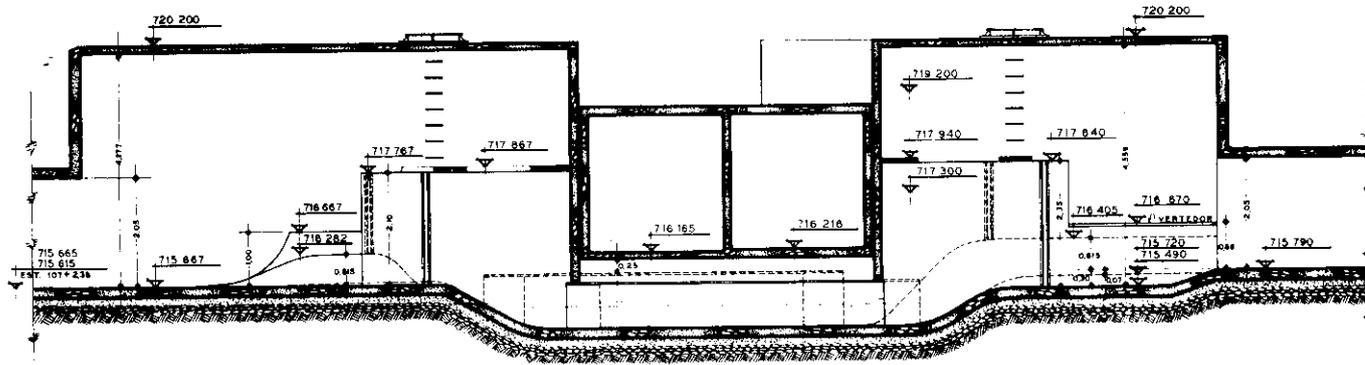


SECCÃO 2
ESTACAS 12+11,50 A 47+12,00
VAZÃO MÁXIMA = 3,908 m³/s
DECLIVIDADE = 0,000193 m/m
ESCALA 1:25

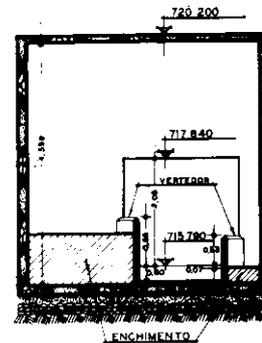


SECCÃO 4
ESTACAS 109+11,00 A 151+15,00
VAZÃO MÁXIMA = 3,00 m³/s
DECLIVIDADE = 0,000231 m/m
ESCALA 1:25

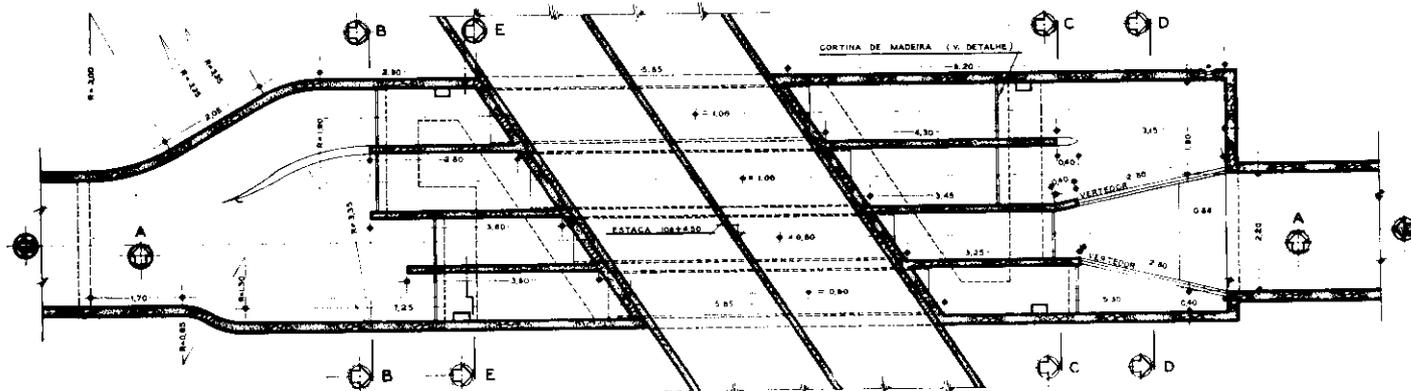
Fig. 2



CORTE A - A



CORTE D - D



PLANTA NA COTA 717.300

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ESGOTOS DE SÃO PAULO			
LEV. _____	DATA _____	PROJ. <i>M. L.</i>	
DIV. _____	PROJ. _____	PROJ. _____	
DEB. <i>de</i>	PROJ. <i>de</i>	PROJ. <i>de</i>	
S. O. - 3		INTERCEPTOR SUL DE PINHEIROS. SIFÃO 1	Escala 1:50
		CÓRREGO VERDE	Desenho N.º AI-1054

Fig. 3

3.3.1 — Sifão do Córrego Verde — (Fig. n.º 3)

Vazão máxima = 3,50m³/s
Vazão média = 1,55m³/s
Vazão mínima = 0,78m³/s
Altura sifonada = 0,954m
Tubos = 2 ϕ 1,00 + 2 ϕ 0,80

3.3.2 — Sifão do Córrego Sujo

Vazão máxima = 3,50m³/s
Vazão média = 1,55m³/s
Vazão mínima = 0,78m³/s
Altura sifonada = 1,65m
Tubos = 2 ϕ 1,00 + 2 ϕ 0,80

3.3.3 — Sifão do Córrego Sapateiro, Traição e Uberaba.

A Prefeitura Municipal vai retificar estes córregos, projetando para tanto uma galeria de três secções, ao longo da Avenida das Autovias.

O projeto do sifão ainda está sendo estudado.

4 — SOLUÇÃO ESTRUTURAL

Vários estudos foram realizados pelo Departamento quanto à solução estrutural do Interceptador. O S.O.-3 optou pelo concreto armado e conseguiu que o Departamento ado-

ESPAÇADORES DAS FORMAS

ESCALA 1:2

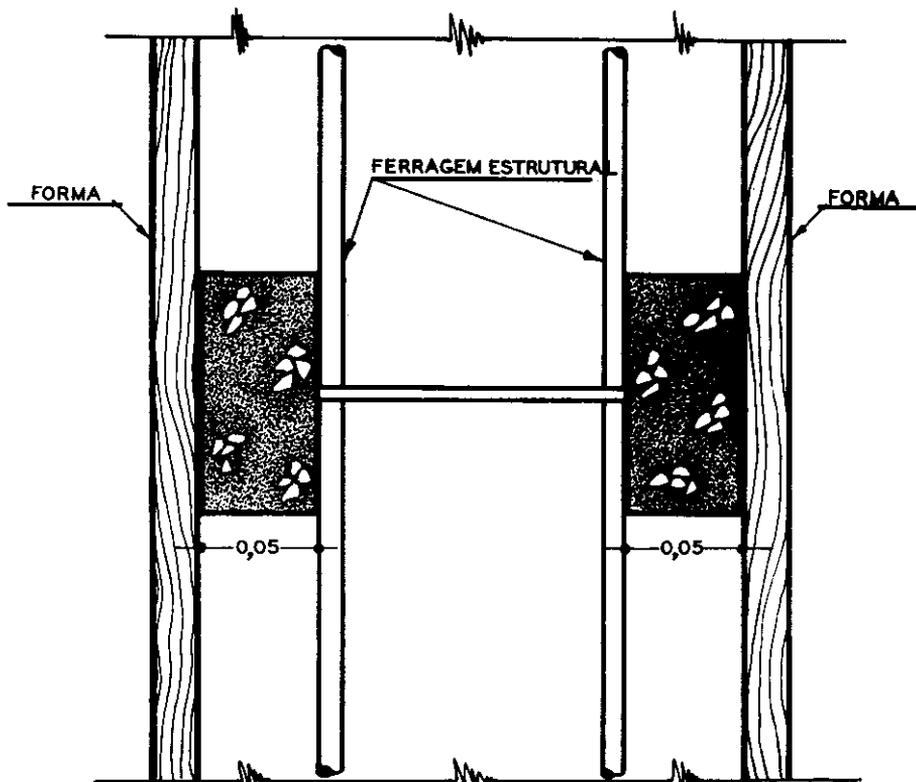


Fig. 4

tasse essa solução. A solução nos tem parecido acertada. O perfil geológico do terreno impediria o bom êxito de qualquer outra variante construtiva.

O projeto estrutural a cargo do Escritório de Cálculo Adolfo Veirano Jr. e Mário C. Ribeiro, apresenta o volume total de 8.000 m³ de concreto e 1.000 toneladas de ferro comum.

Tôdas as soluções foram estudadas para a boa execução de estrutura, economia da obra e rapidez de execução, conforme características abaixo:

1.º Foi adotado o recobrimento de 0,05m para a perfeita proteção da ferragem. Espaçadores especiais foram executados na obra para garantir êste recobrimento (Fig. n.º 4).

2.º A fôrma adotada de compensado de 20mm garantiu superfícies lisas não precisando de revestimentos posteriores. Economia e rapidez foram os fatores principais de tal medida.

3.º Foram adotadas juntas de dilatação de material PVC cada 20,00m. Tal solução se fêz necessária para evitar as juntas de concretagem e garantir estanqueidade e a elasticidade da estrutura.

4.º Anti-Sol — Para evitar fissuramento da estrutura durante o período de cura do concreto, foi aplicado Anti-Sol na laje superior. Pôde ser constatado que em um módulo onde o mesmo não foi aplicado, a laje apresentou fortes fissuras.

5 — ESCORAMENTO

Foi abandonado o sistema clássico de escoramento de madeira, usado pelo Departamento em tôdas as suas obras. Era necessário adotar uma solução que deixasse livre de estroncas o espaço ocupado pelo Interceptador. As paredes laterais precisavam ser concretadas de uma só vez, para evitar-se as juntas de concretagem. A concretagem parcial das paredes seria um fator forte no atraso da obra.

Foi introduzido o escoramento em perfil metálico, constando de estacas metálicas em perfil "I" de 12", estroncas em perfil "I" de 10" e longarinas em perfil "I" de 8". As



Fig. 5

Vista do fundo da valeta na Rua Sumidouro. A altura da camada de rocha alterada atingiu 2,00m. A eficiência do rebaixamento do lençól freático é notada pelo aspecto da valeta.

estacas são cravadas com espaço de 2,00m e entre duas estacas são colocadas pranchas de pinho cunhadas contra a aba do perfil.

As estacas são estroncadas a 3,00m de fundo da vala e seu pé fica cravado abaixo da cota de escavação (fig. n.º 5).

Esta solução foi adotada após estudos e visitas à obra do Interceptador Oceânico da Guanabara, onde foi adotada com êxito.

6 — REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO

O Interceptador, estando localizado à margem do Canal do Rio Pinheiros, com o greide na cota 715 e o nível máximo do canal na cota 717,50, um problema sério contra a boa execução da obra era o volume de água que forçosamente iria afluir para a vala.

O tempo mínimo para escavar, concretar e reaterrar um trecho de 100,00m é aproximadamente de 40 dias. Para manter a vala em condições de trabalho, mesmo nos dias de chuva, foi adotado o sistema de rebaixamento do lençol freático, com duas linhas de tubulação assentadas ao longo da vala. (Fig. n.º 6).

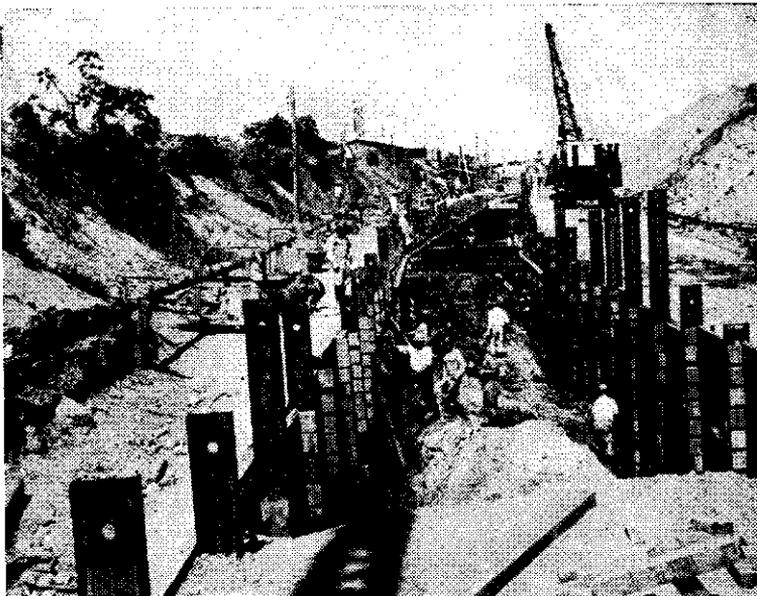


Fig. 6

VISTA DA MONTAGEM DO ESCORAMENTO — Vendo no primeiro plano os perfis cravados de 2,00 em 2,00m. e no segundo plano a montagem das estroncadas. Lateralmente à vala estão as duas linhas de rebaixamento do lençol freático.

Valor comparativo do sistema adotado e o sistema clássico de acréscimo de preço da escavação em presença de água.

Valor de março de 1966

$$\text{Rebaixamento do lençol freático} = 100,00 \times \text{Cr\$ } 78.125/\text{ml} = \text{Cr\$ } 7.812.500$$

$$\text{Acréscimo sobre o preço de escavação} = 100,00 \times 5,00\text{m} \times 5,30 \times \text{Cr\$ } 1219/\text{m}^3 = \text{Cr\$ } 3.230.350$$

O preço de Cr\$ 1.219/m³ para o acréscimo de escavação em presença de água se refere a obra do coletor de esgoto em que são abertos pequenos trechos e fechados logo após o assentamento dos tubos. Considerando que um trecho de 100,00m do Interceptador fica aberto aproximadamente 40 dias, o valor acima poderá ser multiplicado pelo fator 2 ou 3 dependendo da incidência de água, obrigando maior ou menor número de bombas necessárias à manutenção da vala seca.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ESGOTOS - SO-3

INTERCEPTOR SUL DE PINHEIROS

GRÁFICO DE PREVISÃO E EXECUÇÃO

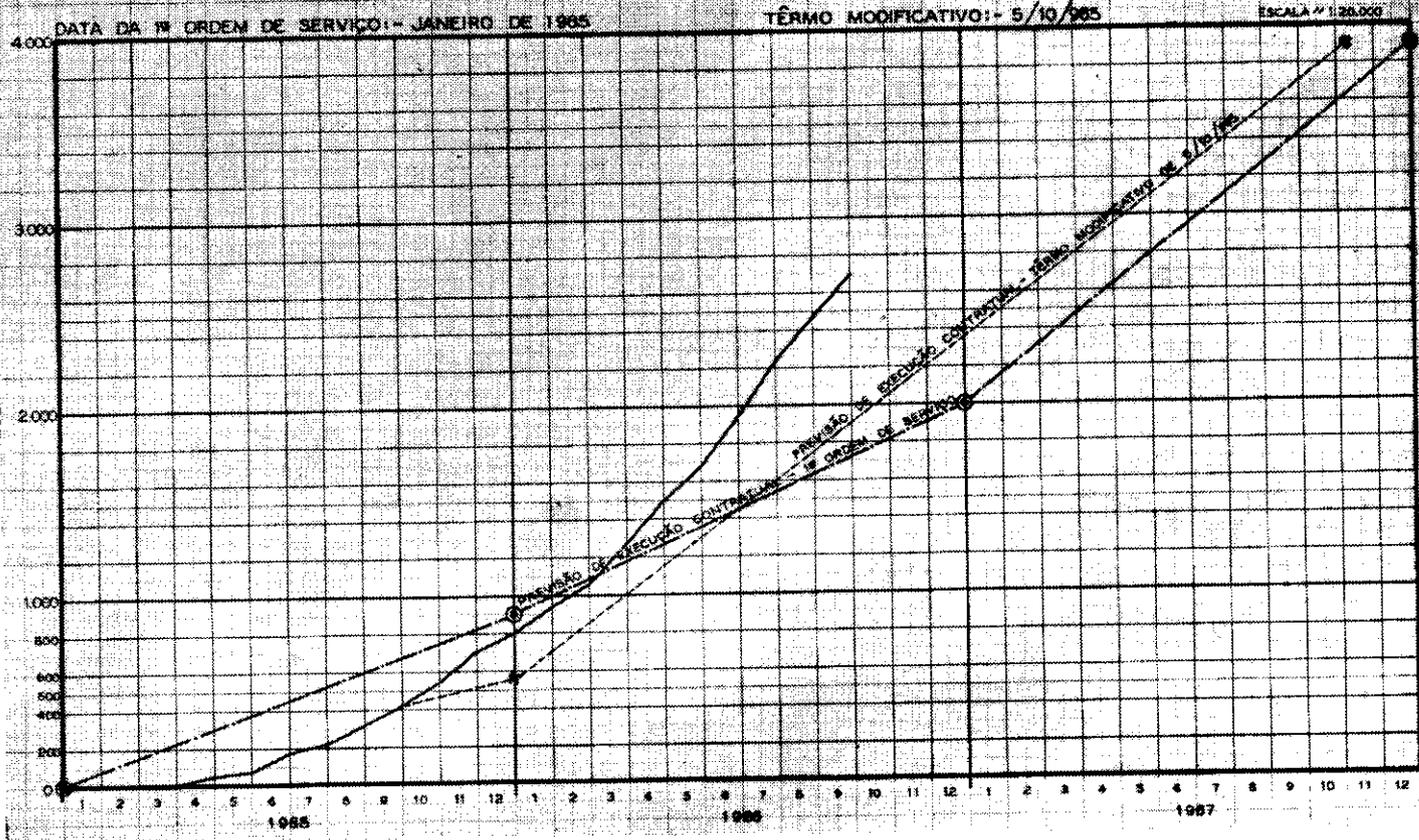


Fig. 7

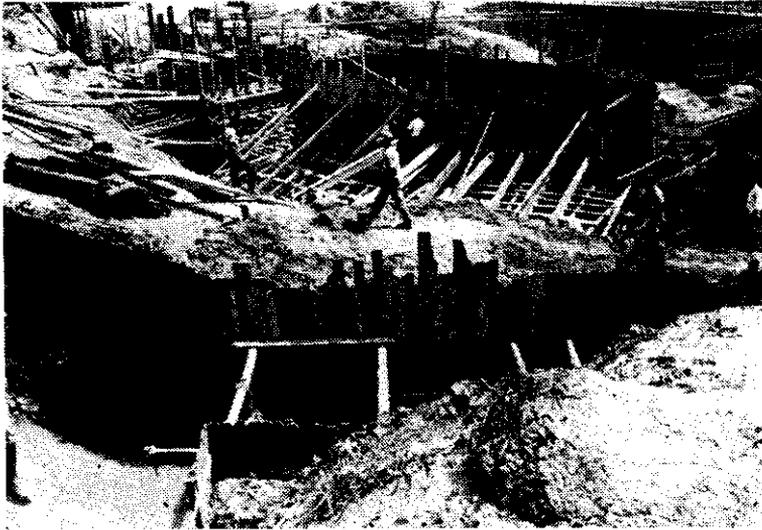


Fig. 8

Vista da obra de execução de sifão sob o Córrego Sujo. Foi preciso desviar o córrego para a execução da mesma.

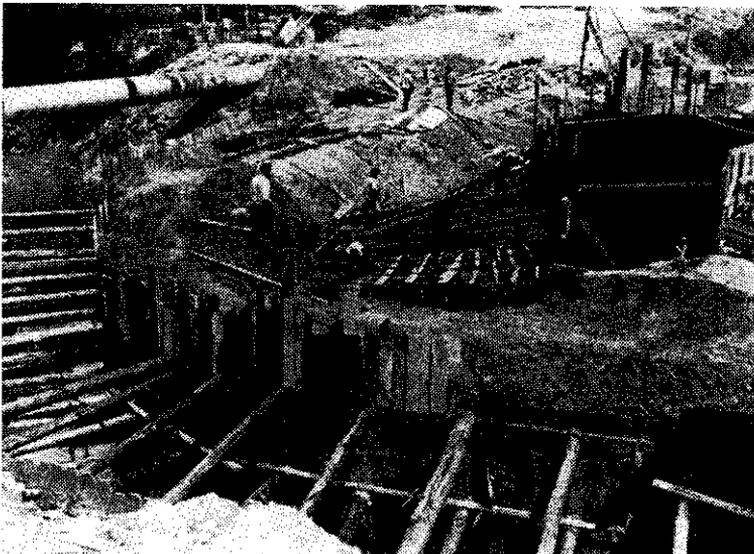


Fig. 9

Outra vista do sifão do Córrego Sujo. No primeiro plano vê-se o desvio do córrego.

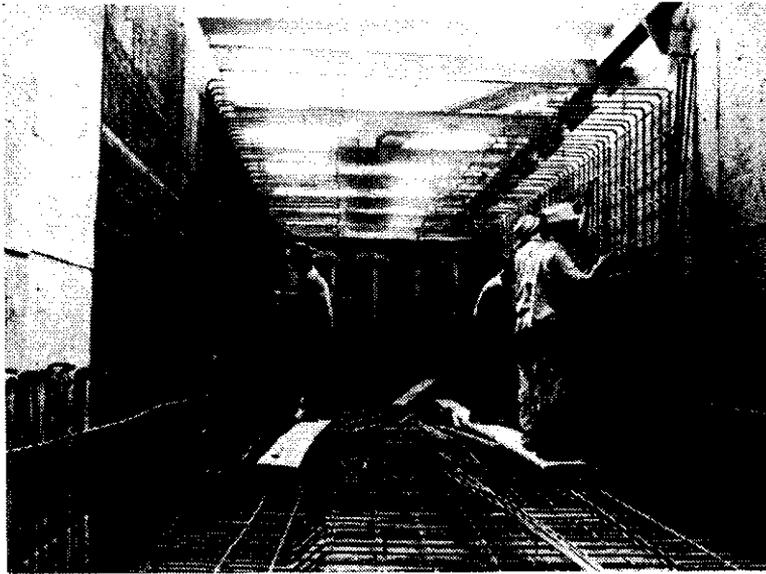


Fig. 10

Vista da montagem da ferragem. Ao fundo um módulo concretado.

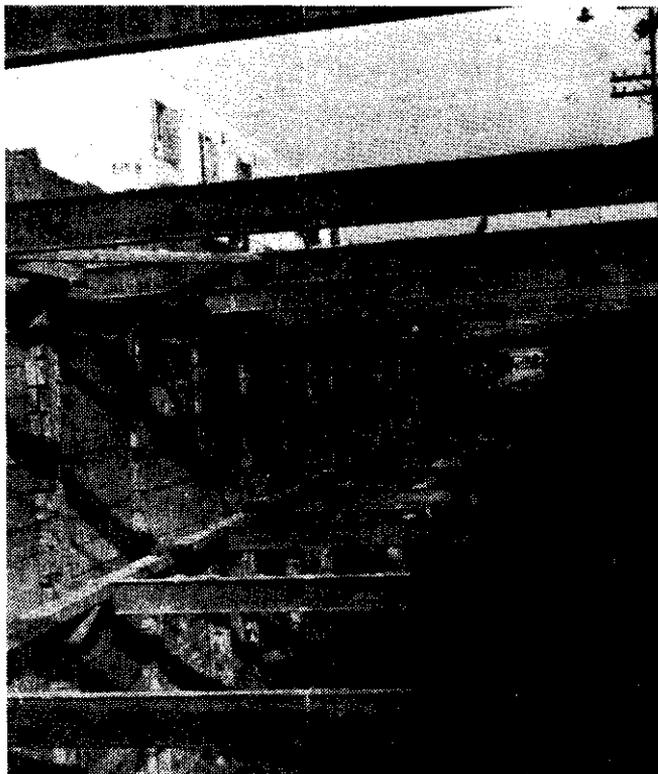


Fig. 11

Vista do escoramento da Rua Sumidoro. A profundidade de 7,00m. obrigou o uso de dois planos de estroncamento. Após a concretagem do influente da Estação, a vala era aterrada até 2,00m. e desmontado o estroncamento intermediário para possibilitar a concretagem do efluente.

7 — CUSTO DA OBRA

O Serviço de Obras - 3, ao planejar a obra, sempre procurou adotar as soluções técnicas mais convenientes à sua natureza. Se algumas soluções surgem aparentemente com valores elevados (escoramento e rebaixamento), elas são os fatores principais da rapidez e da boa qualidade dos serviços executados.

O custo médio real, considerando tôdas as medições realizadas desde janeiro a agosto de 1966, é de Cr\$ 1.698.087/metro linear. Nêste custo está excluído o valor da terraplenagem executado ao longo do eixo, que ficou no montante de Cr\$ 528.269/ml incluindo as vantagens apresentadas.

Custo real: valor total = Cr\$ 2.280.358/ml

8 — CRONOGRAMA

A obra do Interceptador foi contratada em 23-3-1964, com seu término programado para março de 1967. Os serviços de terraplenagem tiveram início imediatamente.

Por motivos técnicos o projeto do Interceptador só foi entregue à firma Empreiteira em janeiro de 1965.

Atendendo aos interesses do Departamento, em 5-10-1965, foi celebrado com a firma o termo de aditamento, estabelecendo o prazo de 25 meses para o término da obra. Durante os meses de outubro, novembro e dezembro, deveriam ser concluídos 80,00m/mês, e nos anos de 1966 e 1967, 157,00 m/mês.

A obra está adiantada com relação ao cronograma conforme demonstra o gráfico de execução. (Fig. n.º 7).

(As figuras n.ºs 8, 9, 10, 11 representam vários aspectos do andamento das obras).

Os serviços de execução da obra estão a cargo da firma: Construções e Transportes "CONSTRAN" Ltda., sendo responsável técnico o Eng.º Antonio Calmon de Brito Schaun, e supervisionados pela equipe de engenheiros do S.O.-3: Eng.º Klaus Michael Karl Mayer — Engenheiro Chefe do S.O.-3; Eng.º Joel F. P. B. Meira de Castro — Engenheiro Chefe do Setor de Construção Civil e Eng.º Raymundo Medeiros — Engenheiro Fiscal.