

# Adução do Rio Guaratuba

*Walter Engracia de Oliveira*

Eng.º Civil - Secção de Adução do Rio Claro

*Não apresenta êste trabalho nenhuma novidade no assunto referente a adutóras. Constitue apenas um estudo comparativo sob o ponto de vista econômico, entre diversos diâmetros, de diversos materiais e diferentes tipos de juntas, utilizadas normalmente entre nós. Permitiu-nos chegar a conclusões interessantes, que são apresentadas no fim dêste relatório, para êste caso particular.*

*Julgamos que a sua publicação venha facilitar e orientar os estudos e projetos daqueles que se dedicam direta ou indiretamente a êste assunto, de adutóras de uma maneira geral. Receberemos quaisquer críticas a êste trabalho com prazer, pois as críticas bem fundadas aumentam o nosso campo de visão e são construtivas.*

• •

## 1 — INTRODUÇÃO

**Referência:** A idéia do aproveitamento do Rio Guaratuba como reforço das águas da adutôra do Rio Claro, não é nova, pois já havia sido indicada esta solução pelo saudoso engenheiro João Ferraz em relatório do ano de 1929 da Comissão de Saneamento. As referências a este assunto podem ser encontradas no Boletim da Repartição de Águas e Esgôtos n.º 17 (Ano 8 — Novembro 1946) pag. 26, na parte referente à "Última etapa das obras da Adutôra do Rio Claro".

**Considerações preliminares:** O Rio Guaratuba pertence à bacia marítima. É um rio de natureza torrencial, como em geral o são os rios desta região, de situação e topografia particular, pois se acham nas zonas de grandes precipitações. Segundo o mapa do Instituto Geográfico e Geológico (na ocasião Departamento Geográfico e Geológico) Folha de Salesópolis (arquivo da 4.ª Secção Técnica n.º 9082), sua posição é aproximadamente situada entre as latitudes 23º40' e 23º50' e as longitudes 2º40' *w* e 2º50' *w*.

**Condições do projeto:** O problema resume-se em recalcar as águas do Rio Guaratuba próximo ao local denominado "Tanque" até à chamada Garganta da Bôa Vista, de onde ela irá até o Rio Claro, por gravidade, por intermédio do Córrego da Bôa Vista. O ponto de tomada será constituído por uma pequena represa do tipo de barragem vertedor, cuja função é a de garantir a altura de água necessária pa-

ra o funcionamento das bombas, armazenando uma quantidade razoável de água.

Neste primeiro estudo as águas do Rio Guaratuba serão recalçadas sómente nos meses de estiagem, que compreendem Julho, Agosto, Setembro e Outubro, para reforçar as águas do Rio Claro, que nestes meses são insuficientes, nas condições atuais, para a utilização completa da capacidade da adutôra, causando sérios transtornos à população de São Paulo.

**Nota:** Os cálculos serão feitos com o auxílio de uma régua de cálculo, e portanto os resultados serão aproximativos.

## 2 — LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO

Foi feito o levantamento de uma linha de ensaio ligando a ponte na Vista Alegre ao local do Rio Guaratuba, denominado "Tanque". As linhas de ensaio acham-se indicadas na cópia anexa.

O levantamento planimétrico foi executado pelo autor deste relatório, utilizando um aparelho Keuffel S. Esser CO. n.º 5060 s — série n.º 50653.

O levantamento altimétrico foi executado pelo Sr. Armando Brandão Pinto, com um aparelho Carl Zeiss n.º 35988.

As secções transversais, que vão desde a garganta do Bôa Vista ao Tanque, foram executadas a nível na sua grande maioria, e pelo topógrafo Sr. Armando Brandão Pinto. Poucas delas, conforme se pôde verificar com as cadernetas de secções transversais, foram executadas à clinômetro, pois tratava-se de terreno excessivamente acidentado, e portanto de difícil trabalho com o nível; foram executadas pelo Sr. Miguel Artóia Gil, com um aparelho Casella (London) s/n.

As cadernetas do levantamento topográfico, bem como as folhas de cálculo do levantamento planimétrico acham-se anexas a este relatório. Compõem-se de :

- 2 cadernetas do levantamento planimétrico
- 3        "        "        "        altimétrico
- 3        "        "        secções transversais
- 1 pasta de cálculo das coordenadas planimétricas

## 3 — QUALIDADE DA ÁGUA

Foram feitas duas análises da água do Rio Guaratuba, no Laboratório de Química da Repartição de Águas e Esgôtos, em amostras colhidas, uma em 26/7/1948 e a outra em 2/8/1948 após dias de chuvas. Os resultados destas análises acham-se anexos a este relatório.

Os resultados das análises nos permitem chegar a duas conclusões:

1.º) Necessidade de tratamento.

Este problema será resolvido, pois as águas do Rio Guaratuba serão encaminhadas para a estação de tratamento de Casa Grande.

# Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo

## Laboratório de Química

Análise N.º 2.389

## ANÁLISE DE ÁGUA

Procedência: 1.ª. Seção Técnica - RAELocal da colheita: Ribeirão GuaratubaData da colheita: \_\_\_\_\_ Data da entrada: 26-7-948Colhida: 1.ª. S.T. Choveu? Não

Temperatura do ambiente: \_\_\_\_\_ Temperatura d'água: \_\_\_\_\_

## CARATERES FÍSICOS

Cór \_\_\_\_\_ 45 p. p. m. \_\_\_\_\_

Turbidez \_\_\_\_\_ 2,5 p. p. m. \_\_\_\_\_

Temperatura d'água \_\_\_\_\_

Odor Nenhum

Sabor Nenhum

Reação (pH) \_\_\_\_\_ 6,4 \_\_\_\_\_

## ANÁLISE QUÍMICA

RESULTADO EM ppm. (OU MG. POR LITRO)

Resíduo total \_\_\_\_\_ 47,2 \_\_\_\_\_

    "    fixo \_\_\_\_\_ 20,0 \_\_\_\_\_

Perda de calcinação \_\_\_\_\_ 27,2 \_\_\_\_\_

Dureza total (em CaCO<sub>3</sub>) \_\_\_\_\_ 11 \_\_\_\_\_

Clóro (dos cloretos) \_\_\_\_\_ 2,8 \_\_\_\_\_

N. Amoniacal \_\_\_\_\_ 0,000 \_\_\_\_\_

N. Albuminóide \_\_\_\_\_ 0,095 \_\_\_\_\_

N. Ni-roso \_\_\_\_\_ Não contem \_\_\_\_\_

N. Nítrico \_\_\_\_\_ ~~XXXXXXXX~~ 0,109 \_\_\_\_\_

Oxigênio consumido \_\_\_\_\_ 5,1 \_\_\_\_\_

Alcalinidade | Metil-orange \_\_\_\_\_ 11,0 \_\_\_\_\_

(em CaCO<sub>3</sub>) | Fenolftaleína \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

Ferro (em Fe.) \_\_\_\_\_ 0,18 \_\_\_\_\_

Corpos em suspensão total \_\_\_\_\_ 2,2 \_\_\_\_\_

OBSERVAÇÕES: Os resíduos total e fixo e a p.p.a. foram feitos sobre água filtrada (dissolved residue).

VISTO

São Paulo, 27 de Agosto de 1948.

QUÍMICO-CHEFE

VISTO

QUÍMICO

DIRETOR

NOTA: - Os resultados acima obedecem ao S. M. W. A.

# Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo

## Laboratório de Química

Análise N.º 2.390

## ANÁLISE DE ÁGUA

Procedência La. Seção Técnica - RAE.Local da colheita Ribeirão Guaratuba (após dias de chuvas)Data da colheita \_\_\_\_\_ Data da entrada: 2-8-948Colhida: La. S.T. Choveu? Sim

Temperatura do ambiente \_\_\_\_\_ Temperatura d'água \_\_\_\_\_

## CARATERES FÍSICOS

Côr \_\_\_\_\_ 70 p. p. m. \_\_\_\_\_  
 Turbidez \_\_\_\_\_ 6 p. p. m. \_\_\_\_\_  
 Temperatura d'água \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_  
 Odor Nenhum \_\_\_\_\_  
 Sabor Nenhum \_\_\_\_\_  
 Reação (pH) \_\_\_\_\_ 5,7 \_\_\_\_\_

## ANÁLISE QUÍMICA

RESULTADO EM ppm. (OU MG. POR LITRO)

Resíduo total 34,4 \_\_\_\_\_  
 " fixo 10,0 \_\_\_\_\_  
 Perda de calcinação 24,4 \_\_\_\_\_  
 Dureza total (em CaCO<sub>3</sub>) 12 \_\_\_\_\_  
 Cloro (dos cloretos) 1,0 \_\_\_\_\_  
 N. Amoniacal 0,059 \_\_\_\_\_  
 N. Albuminóide 0,140 \_\_\_\_\_  
 N. Niroso Não conter \_\_\_\_\_  
 N. Nítrico 0,059 \_\_\_\_\_  
 Oxigênio consumido 9,2 \_\_\_\_\_  
 Alcalinidade | Metil-orange 12,0 \_\_\_\_\_  
 (em CaCO<sub>3</sub>) | Fenolftaleína 0,12 \_\_\_\_\_  
 Ferro (em Fe.) \_\_\_\_\_ ---- \_\_\_\_\_  
 Corpos em suspensão total 2,6 \_\_\_\_\_

OBSERVAÇÕES: Os resíduos total e fixo e a ppe foram feitos sobre a amostra filtrada (dissolved residue)

VISTO

São Paulo, 27 de Agosto de 1948

QUÍMICO-CHEFE,

VISTO

QUÍMICO

DIRETOR

NOTA: Os resultados acima obedecem ao S. M. W. A.

2.º) Possibilidades de recalcar a água, sem necessidade de decantação prévia.

#### 4 — ESTUDO DA VAZÃO DE RECALQUE

Para encararmos o problema da vazão de recalque, devemos antes estudar a vazão do Rio Guaratuba nos meses de estiagem já assinalados anteriormente; este estudo será feito sob 4 critérios, que nos permitirão chegar a uma conclusão; estes 4 critérios decorrem da necessidade que nos encontramos de nos apoiar em dados e elementos comparativos devido à insuficiência de dados positivos, oriundos da observação direta.

1.º) Existem duas medições diretas feitas no ano de 1944, que se caracterizou por uma sêca das mais rigorosas que temos visto, pelo menos em 17 anos, e que acusaram:

13/9/1944	13/10/1944
310 l/seg	230 l/seg

Note-se que, segundo os autores dessas medidas, houve fuga de águas nestas medidas.

Estas vazões foram medidas num ponto que se acha à cerca de 2500 m do Tanque. Este ponto delimita uma bacia cuja área mede aproximadamente

$$7\,300\,000 \text{ m}^2$$

A estimativa desta bacia e também a da bacia do Rio Guaratuba foram obtidas no já referido mapa do Instituto Geográfico e Geológico, Folha de Salesópolis, e constituem dados aproximados portanto.

Para estendermos os resultados destas medidas de vazão à bacia do Rio Guaratuba até o Tanque temos:

$$\text{Bacia do Rio Guaratuba} = 13\,300\,000 \text{ m}^2$$

e portanto temos:

Vazão do Rio Guaratuba no Tanque:

$$Q = 230 \times \frac{13\,300\,000}{7\,300\,000} = 420 \quad \therefore \quad Q = 420 \text{ l/seg}$$

2.º) Podemos estabelecer um critério comparativo entre as bacias do Rio Claro e a do Rio Guaratuba. As características destas duas bacias são em certa parte diferentes, mas para estabelecer uma idéia da vazão do Rio Guaratuba os dados obtidos no Rio Claro podem ser extrapolados para o Rio Guaratuba.

A vazão do Rio Claro vem sendo medida desde 1931 por meio de um vertedor localizado em Casa Grande. Com o auxílio de gráficos das vazões, que estão traçados desde 1931, construímos o quadro das vazões mínimas, e constatamos como já havíamos afirmado, na pg. 2, que os meses críticos são Julho, Agosto, Setembro e Outubro. Considerando os meses críticos, calculamos a média ponderada das vazões mínimas.

**QUADRO DAS VAZÕES MÍNIMAS DO RIO CLARO — VERTEDOR DE CASA GRANDE**  
m<sup>3</sup>/seg

Ano	Jan.º	Fev.º	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Set.º	Out.º	Nov.º	Dez.º
1931	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	2,0	1,8	2,6	2,5	3,8	4,0
1932	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	3,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	3,0
1933	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	3,0	3,0	4,0
1934	5,0	4,0	6,0	5,0	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	4,0
1935	4,5	8,0	6,0	5,0	5,0	3,0	4,0	4,0	4,5	6,0	5,5	5,0
1936	4,0	5,0	5,0	6,0	7,5	5,0	3,0	3,0	3,5	3,0	3,0	3,5
1937	4,0	6,0	3,5	5,0	5,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	5,0	5,0
1938	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	3,5	4,0	4,0
1939	5,0	3,5	3,5	5,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	4,0
1940	4,0	5,0	4,0	5,0	5,0	4,0	3,0	3,0	3,0	4,0	4,0	4,0
1941	3,0	3,0	5,0	5,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	3,5	3,0	4,0
1942	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,7	2,7	3,0	4,0
1943	4,0	4,5	3,0	3,5	2,7	2,5	2,5	2,5	2,0	2,5	3,0	3,0
1944	2,5	3,0	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	2,0	2,0	1,5	2,0	2,5
1945	5,0	4,0	4,0	2,0	3,8	3,3	4,0	2,0	2,0	2,0	2,4	2,5
1946	4,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,4	1,8	1,8	2,0	3,0	2,5
1947	3,0	4,0	5,5	4,5	4,0	3,0	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0

MÉDIA PONDERADA DAS VAZÕES MÍNIMAS DO RIO CLARO  
NOS MESES CRÍTICOS JULHO, AGOSTO, SETEMBRO E OUTUBRO

Valores m <sup>3</sup> /seg	Frequência	Volume × Frequência
1,5	1	1,5
1,8	3	5,4
2,0	17	34,0
2,4	1	2,4
2,5	6	15,0
2,6	1	2,6
2,7	2	5,4
3,0	18	54,0
3,5	4	14,0
4,0	11	44,0
4,5	1	4,5
5,0	2	10,0
6,0	1	6,0
	68	198,8

$$\text{Vazão mínima média ponderada} = \frac{198,8}{68} = 2,93 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$\text{Vazão mínima observada} = 1,5 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

As áreas das bacias respectivas são:

Bacia do Rio Claro até o vertedor:

$$122\,204\,000 \text{ m}^2$$

Bacia do Rio Guaratuba até o Tanque:

$$13\,300\,000 \text{ m}^2$$

Relação das bacias:

$$\frac{122\,204\,000}{13\,300\,000} = 9,2$$

Vazão mínima média do Rio Guaratuba:

$$Q = \frac{2,93}{9,2} = 0,320 \therefore Q = 320 \text{ l/seg}$$

Vazão mínima do Rio Guaratuba:

$$Q = \frac{1,5}{9,2} = 0,163 \therefore Q = 163 \text{ l/seg}$$

3.º) No 3.º critério examinaremos as observações pluviométricas de Casa Grande e Poço Preto. Admitiremos que as observações pluviométricas de Poço Preto são as mesmas que seriam observadas no Tanque, e de uma maneira geral na bacia do Rio Guaratuba, pois as condições dos dois lugares são relativamente as mesmas, e a distancia entre eles é cerca de 4 km, o que nos permite fazer esta suposição. Os dados sobre chuvas foram obtidos das folhas do Serviço de Hidrografia, Posto Pluviométrico da Secretaria de Agricultura.

QUADRO DAS OBSERVAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS ANUAIS

Ano	Poço Preto mm	Casa Grande m	Poço Preto
			Casa Grande
Desde 6/1925	773,70	—	—
1926	3.316,82	—	—
1927	2.845,45	—	—
1928	2.668,58	—	—
1929	3.843,90	—	—
1930	3.081,90	—	—
1931	2.914,80	1.424,10	2,05
1932	2.764,80	1.374,50	2,01
1933	2.407,50	1.249,60	1,93
1934	3.640,40	2.254,40	1,62
1935	2.878,00	1.898,80	1,52
1936	2.757,20	1.550,10	1,78
1937	2.914,80	2.025,30	1,44
1938	3.463,70	2.393,90	1,45
1939	2.421,00	1.481,70	1,63
1940	2.820,50	1.925,70	1,46
1941	3.016,40	1.715,90	1,75
1942	3.294,40	1.511,40	2,18
1943	3.196,60	1.314,20	2,43
1944	2.505,20	1.251,35	2,00
1945	3.202,90	1.762,40	1,82
			27,07

Relação das chuvas entre Poço Preto e Casa Grande

Valor mínimo = 1,44

Valor médio = 1,80

Tendo em vista a relação das chuvas caídas em Poço Preto e Casa Grande, podemos no 2.º critério em que consideramos a relação das bacias, levar em consideração a quantidade de chuvas caídas, e termos portanto:

$$163 \times 1,44 = 235 \text{ l/seg}$$

$$163 \times 1,80 = 294 \text{ l/seg}$$

$$320 \times 1,44 = 460 \text{ l/seg}$$

$$320 \times 1,80 = 576 \text{ l/seg}$$

isto é, combinamos o valor mínimo da vazão com os valores mínimo e médio da relação das chuvas, e o valor da vazão mínima média com os valores mínimo e médio da relação das chuvas. É um critério muito relativo, pois só possuímos as observações pluviométricas localizadas em Casa Grande e Poço Preto, e estamos admitindo para a bacia do Rio Claro, a chuva caída em Casa Grande, o que não é certo exatamente.

4.º) A observação pessoal, de elementos conhecedores das condições e natureza da região, oriunda da vazão estimada do Rio do Campo, cujas condições de bacia são relativamente as mesmas do Rio Guaratuba e conduzem às conclusões a que chegamos adiante.



## RESUMO

1.º) Observação direta extrapolada:	$Q = 420 \text{ l/seg}$
2.º) Comparação de bacia baseada nas vazões medidas em Casa Grande:	$Q_{\text{min.}} = 163 \text{ l/seg}$ $Q_{\text{min. méd.}} = 320 \text{ l/seg}$
3.º) Comparação das chuvas:	$Q_{\text{min.}} = 235 \text{ l/seg}$ $Q_{\text{min.}} = 294 \text{ l/seg}$ $Q_{\text{min. méd.}} = 460 \text{ l/seg}$ $Q_{\text{min. méd.}} = 576 \text{ l/seg}$

## VAZÕES ADMITIDAS PARA A VAZÃO DE RECALQUE DO RIO GUARATUBA

Vazão mínima = 250 a 300 l/seg

Vazão mínima média = 400 l/seg

Adotaremos nos cálculos:  $Q = 400 \text{ l/seg}$ 

## 5 — DETERMINAÇÃO DO DIÂMETRO

A vazão a ser recalçada é:

$$Q = 0,4 \text{ m}^3/\text{seg}$$

**Diâmetro mais econômico:** Como primeira tentativa, determinemos o diâmetro por meio da fórmula de Bresse

$$D = k\sqrt{Q}$$

k variando de 1.35 a 1.70; tomando-se um valor médio  $k = 1.5$ , temos:

$$D_1 = 1.35 \sqrt{0.4} = 0.85 \text{ m}$$

$$D_2 = 1.50 \sqrt{0.4} = 0.95 \text{ m}$$

$$D_3 = 1.70 \sqrt{0.4} = 1.07 \text{ m}$$

Dos resultados obtidos com a aplicação da fórmula de Bresse verificamos que os diâmetros obtidos, mesmo para o fator mínimo ( $k = 1.35$ ), são superiores aos maiores diâmetros de ferro fundido fabricados entre nós. Pesquisaremos portanto os diâmetros de 600, 550, 500 e 450 mm, encontrados no mercado; faremos um estudo econômico entre estes diâmetros, e para diversos materiais, tais como ferro fundido, aço, concreto e cimento amianto.

**Verificação das velocidades:**Temos que:  $Q = A V$ 

A = área da seção

V = velocidade da água

$$V = \frac{Q}{A} \quad \therefore \quad V = \frac{0.4}{A}$$

ADUÇÃO DO RIO GUARATUBA

D m	A m <sup>2</sup>	V m/seg
0.450	0.159	2.52
0.500	0.106	2.04
0.550	0.238	1.68
0.600	0.283	1.41

O valor da velocidade correspondente ao diâmetro de 0.450 m é excessivo para o ferro fundido segundo Bonnet que para este diâmetro aconselha no máximo 1.30 m/seg. Abandonaremos portanto neste estudo este diâmetro.

**Fórmula empregada:** Para diâmetros entre 500 e 2000 mm, a fórmula de Williams e Hazen tem dado bons resultados, e como o nosso caso se enquadra perfeitamente dentro destes limites, será a empregada

**Fórmula de Williams e Hazen:**

$$V = 0.355 C D^{0.63} J^{0.54}$$

$$Q = 0,278531 C D^{2.63} J^{0.54}$$

V = velocidade em m/seg

C = coeficiente que depende do material e do tempo de uso

Q = vazão em m<sup>3</sup>/seg

D = diâmetro em m

J = perda de carga ou declividade piezométrica

**Valôres de C:** Do "Applied Hydraulics" de Davis, pg. 8, temos para o:

Ferro fundido (20 anos)	100
Aço	110
Concreto	120
Cimento amianto	130

Substituindo estes valôres nas expressões acima temos:

Material	Fórmula da velocidade	Fórmula da vazão
Ferro fundido	$V = 35.5 D^{0.63} J^{0.54}$	$Q = 27.9 D^{2.63} J^{0.54}$
Aço	$V = 39.1 D^{0.63} J^{0.54}$	$Q = 30.7 D^{2.63} J^{0.54}$
Concreto	$V = 42.6 D^{0.63} J^{0.54}$	$Q = 33.4 D^{2.63} J^{0.54}$
Cimento amianto	$V = 46.2 D^{0.63} J^{0.54}$	$Q = 36.2 D^{2.63} J^{0.54}$

Efetuando os cálculos respectivos, obtemos para a perda de carga os seguintes resultados:

Diâmetro mm	Velocidade m/seg	Perda de carga m/km			
		f.º f.º	aço	concreto	cim. ami.
500	2.04	11.235	9.450	7.977	6.966
550	1.68	7.062	5.940	5.014	4.237
600	1.42	4.631	3.890	3.288	2.871

Com os dados extraídos da planta e do perfil da linha de recalque, que se encontram anexas a este relatório, construímos o quadro seguinte, donde extraímos o comprimento real da linha de recalque.

**QUADRO GERAL DOS ANGULOS VERTICAIS E HORIZONTAIS E DAS CONEXÕES E PEÇAS ESPECIAIS**

Estacas	Distribuição horizontal m	Cotas Grade m	Dif de cotas m	Tangentes	Ângulos referidos à horizontal	Cosenos	Comprimento real m	Ângulos Verticais	Ângulos horizontais	Curvas	Registro de Gaveta	Ventosa
0	811.00	811.00	—	—	—	—	—	0	65°20'	45°+22°30'		
5 + 10	—	—	0	0	0	1	160	8°	—	11°15'		
8	160	811.00	0	0	0	0.990	50.5	8°	—	11°15'	1	
10 + 10	50	804.00	— 7	0.14	— 8°	—	—	—	—	—		
11 + 10	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—		
13	50	804.00	0	0	0	—	50	3°30'	—	—		
18	100	810.00	6	0.06	3°30'	0.998	100.10	3°30'	—	—		
18 + 16	20	810.00	0	0	0	1.000	20	16°20'	36°20'	22°30'+11°15'		1
19	34	800.00	— 10	0.294	— 16°20'	0.960	35.40	16°20'	—	11°15'	1	
20 + 14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11°15'		
21	51	800.00	0	0	0	1.000	51.00	4°15'	—	—		
23 + 5	135	810.00	10	0.0742	4°15'	0.997	135.50	4°30'	—	11°15'		
33 + 2	260	811.00	1	0.00385	0°15'	1.000	260.00	3°35'	11°15'	—		1
43	120	803.00	— 8	0.0667	— 3°50'	0.998	120.20	3°50'	—	—		
49	160	803.00	0	0	0	1.000	160.00	12°	—	11°15'		
57	40	794.50	— 8.5	0.2125	— 12°	0.978	40.90	12°	48°	11°15'	1	
59 + 6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45°		
59 + 10	30	794.50	0	0	0	1.000	30.00	7°20'	65°10'	45°+22°30'		1
60	90	806.00	11.5	0.128	7°20'	0.992	90.80	4°	—	11°15'		
60 + 10	70	802.00	— 4.0	0.0572	— 3°20'	0.998	70.20	19°40'	—	—		
65	80	778.50	— 23.5	0.294	— 16°20'	0.960	83.40	16°20'	64°20'	22°30'		
68 + 10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11°15'		
72 + 10	40	778.50	0	0	0	1.000	40.00	—	—	45°+22°30'		
72 + 14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3 de 90°		
74 + 10	3 x 3.5	—	—	—	—	—	10.50	—	—	3 de 45°		

1 508.50  
comprimento real da canalização

1 válvula de segurança  
3 registros de gaveta  
3 válvulas de retenção  
• 3 reduções  
3 válvulas de pé com crivo

— 32.5  
— 3.5 nível da tomada  
— 36.0 carga estática

PERDA DE CARGA

Considerando-se em 1.<sup>a</sup> aproximação, sòmente as perdas de carga por atrito, desprezando-se as perdas localizadas, por serem negligenciáveis neste caso, temos:

Quadro das Alturas Manométricas

Diâmet. mm	Pedra por atrito m				Altura Manométrica m			
	f.º f.º	conc.	aço	cimento amianto	f.º f.º	conc.	aço	cimento amianto
500	17.0	12.1	14.3	10.5	53.0	48.1	50.3	46.5
550	10.7	7.6	9.0	6.4	46.7	43.6	45.0	42.4
600	7.0	5.0	5.9	4.4	43.0	41.0	41.9	40.4

POTÊNCIA DO CONJUNTO MOTOR-BOMBA

A potência do conjunto motor-bomba é dada pela expressão:

$$P = \frac{H \times Q}{75 \times \vartheta}$$

H = Altura manométrica

Q = Vazão

$\vartheta$  = Eficiência do conjunto motor-bomba

$$\begin{aligned} \text{Motor elétrico} \dots\dots\dots 85\% &= \vartheta_1 & \vartheta &= \vartheta_1 \times \vartheta_2 = \\ \text{Bomba} = 75\% &= \vartheta_2 & \vartheta &= 65\% \end{aligned}$$

$$P = \frac{H \times 400}{75 \times 0.65} = 8.2 \text{ HP}$$

Diâmetro mm	Potência HP			
	f.º f.º	Concreto	Aço	Cimento am.
500	435	394	413	381
550	383	357	369	348
600	352	336	344	331

DETERMINAÇÃO DA ESPESSURA DAS PAREDES

Sobrepessão devida ao golpe de ariete

O estudo da sobrepessão devida ao golpe de ariete será feito com o auxilio do "Manual de Hidrotécnica" da ARMCO, pg. 358. Consideremos o diâmetro mais desfavoravel, que é o de 500 mm (velocidades maiores).

Consideremos em primeiro lugar o ferro e o aço, portanto, e admitamos tubos de classe LA para o ferro.

Examinemos em primeiro lugar o ferro.

## FERRO FUNDIDO

Diâmetro =  $d = 500$  mmEspessura da parede (admitida inicialmente) =  $t = 14$  mm

$$\frac{d}{t} = 35.7$$

e do gráfico n.º 42, do referido livro, temos o valor da velocidade de propagação da onda:

$a =$  velocidade de propagação da onda = 1 020 m/seg

$H_0 =$  altura manométrica (calculado na pg. 21) = 53.0 m

**1.º caso — Fechamento instantâneo:** sendo  $V_0$  a velocidade da água, a sobrepressão resultante  $h$  será:

$$h = \frac{a V_0}{g} = \frac{1\,020 \times 2.04}{9.81} = 212 \text{ m}$$

**2.º caso — Fechamento em prazo igual ao prazo crítico da tubulação,**  $2L + a$  ( $N = 1$ ) sendo  $L$  igual ao comprimento da tubulação.

$$\text{Prazo crítico de fechamento} = \frac{2 \times 1\,510}{1\,020} = 2.96$$

$$h = \frac{a V_0}{g} = \frac{1\,020 \times 2.04}{9.81} = 212 \text{ m}$$

**3.º caso — Prazo de fechamento duplo do crítico ( $N = 2$ ):**

$$N = \frac{aT}{2L} \therefore T = \frac{2L}{a} N$$

Periodo do fech.:  $T = 2 \times 2.96 \therefore T = 5.92$  seg

$$K = \text{constante da tubulação} = \frac{h_{\max}}{2H_0} = \frac{a V_0}{2gH_0}$$

$$K = \frac{1\,020 \times 2.04}{2 \times 9.81 \times 53.0} = 2.00$$

$$\frac{H_0 + h}{H_0} = 3.0 \therefore h = 106 \text{ m}$$

**4.º caso — Prazo de fechamento décuplo do crítico ( $N = 10$ ):**

Periodo de fechamento =  $10 \times 2.96 = 29.6$  seg

Para  $K = 2.00$  e  $N = 10$  resulta:

$$\frac{H_0 + h}{H_0} \cong 1.22 \therefore h = 11.7 \text{ m}$$

5.º caso — Prazo de fechamento vintuplo do crítico (N = 20):

$$\text{Periodo de fechamento} = 20 \times 2.96 = 59.2 \text{ seg}$$

$$\text{Para } K = 2.00 \text{ e } N = 20$$

$$\frac{H_0 + h}{H_0} = 1.12 \therefore h = 6.4 \text{ m}$$

Examinemos agora o caso do

A Ç O

O cálculo se efetua pelo mesmo processo anterior.

$$d = 500 \text{ mm}$$

$$t = 4.76 \text{ mm}$$

$$\frac{d}{t} = 105$$

$$a = 1000 \text{ m/seg}$$

$$H_0 = 48.1 \text{ m}$$

1.º caso):

$$h = \frac{1000 \times 2.04}{9.81} = 208 \text{ m}$$

2.º caso):

$$N = \frac{aT}{2L} \quad N = 1$$

$$T = \frac{2 \times 1510}{1000} \therefore T = 3.02 \text{ seg}$$

$$h = \frac{aV_0}{g} = \frac{1000 \times 2.04}{9.81} \therefore h = 208 \text{ m}$$

3.º caso):

$$N = 2$$

$$T = 2 \times 3.02 \therefore T = 6.04 \text{ seg}$$

$$K = \frac{aV_0}{2gH_0} = \frac{1000 \times 2.04}{2 \times 9.81 \times 48.1} = 2.17$$

$$\frac{H_0 + h}{H_0} = 3.0 \therefore h = 96.2 \text{ m}$$

4.º caso):

$$N = 10$$

$$T = 10 \times 3.02 = 30.2 \text{ seg}$$

$$\frac{H_0 + h}{H_0} = 1.25 \therefore h = 12.0 \text{ m}$$

5.º caso):

$$N = 20$$

$$T = 20 \times 3.02 = 60.4 \text{ seg}$$

$$\frac{H_0 + h}{H_0} = 1.12 \therefore h = 5.8 \text{ m}$$

## RESUMO DAS SOBREPRESSÕES RESULTANTES DO GOLPE DE ARIETE

D = 500 mm

Material	Unidade	Istantânea	N = 1	N = 2	N = 10	N = 20
Ferro	h em m	212	212	106	11.7	6.4
	T em seg		2.96	5.92	29.6	59.2
Aço	h em m	208	208	96.2	12.0	5.8
	T em seg		3.02	6.04	30.2	60.4

h = sobrepressão

T = tempo de fechamento

Estes resultados nos permitem chegar à conclusão de que, dadas as sobrepressões que podem ocorrer no caso de um golpe de ariete, torna-se necessário num estudo mais completo, já determinados os diâmetros e o material a empregar, colocar dispositivos que permitam reduzir o golpe de ariete, tais como câmara de equilíbrio ou válvulas apropriadas.

No caso de tubos de concreto ou de cimento amianto, deixaremos aos respectivos fabricantes uma orientação adequada ao tipo de material respectivo.

Portanto, no caso dos tubos de ferro e aço, que mais de perto nos interessam, adotaremos os tubos indicados, deixando a consideração do golpe de ariete, isto é, dos dispositivos que diminuam os efeitos do golpe de ariete, para um estudo definitivo.

## 6 — TUBULAÇÃO, CONEXÕES E PEÇAS ESPECIAIS

## CUSTO DA TUBULAÇÃO

## FERRO FUNDIDO

Tubos de classe LA

O comprimento da linha será de 1 510 m, conforme já determinamos.

Serão necessários:

$$\frac{1510}{6} = 250 \text{ tubos marca "A"}$$

$$\frac{1510}{4} = 380 \text{ tubos marca "B"}$$

Os custos unitários abaixo são de 23/8/1948.

Diâmetro mm	Custo unitário por metro linear		Custo total Cr.\$	
	A.	B.	A.	B.
500	685.30	601.60	1 034 000.00	910.000.00
550	750.70	—	1 133 000.00	—
600	870.10	—	1 313 000.00	—

**A Ç O**

Neste estudo a tubulação de aço será descoberta e portanto exigirá revestimentos especiais, que serão computados no custo da tubulação. Os revestimentos empregados são de acôrdo com as especificações de A. W. W. A. (American Water Works Association).

Nos custos unitários dos tubos estão computados os seguintes revestimentos:

interno: 1 demão de tinta primária betuminosa  
externo: 1 demão de zarcão

**Quadro dos Custos e Consumos Unitários e Mão de Obra**  
(Setembro de 1948)

	Unidade	Esmalte	Zarcão	Tinta de alumínio sintética	
Custo	Cr./kg	4.69	—	—	
	Cr./galão	—	97.00	143.00	
Consumo	kg/m <sup>2</sup>	3.90	—	—	
	galão/m <sup>2</sup>	—	0.043	0.02	
Mão de obra:					
	Pintor	h/m <sup>2</sup>	1.30	0.25	1.50
	Servente	h/m <sup>2</sup>	0.15	0.03	0.15

**Salários: (Setembro de 1948)**

Pintor Cr.\$ 6.00/h  
Serventes Cr.\$ 4.00/h

**Custo por metro linear**

Diâm. mm	Custo do tubo posto Rio	Demão de Esm. interno		Demão de zarcão externo		Demão de tinta de alumínio sintética externo	
		mat.	mão ob.	mat.	mão ob.	mat.	mão ob.
500	395.00	29.50	17.40	6.68	3.40	9.40	20.00
550	433.00	32.40	19.20	7.30	3.70	10.28	22.00
600	470.00	35.20	20.90	7.96	4.10	11.22	24.00

**Custo total**

Diâmetro mm	Custo total unitário Cr./ml	Custo total Cr.
500	481.38	726 000,00
550	527.88	798 000,00
600	573.38	866 000,00



## CONCRETO

O custo da tubulação de concreto foi considerada em relação também a dois tipos diferentes de tubos, fabricados por Companhias diferentes, C e D.

Nos custos unitários abaixo, os tubos são considerados entregues na fábrica, e datam de Setembro de 1948.

Diâmetro mm	Custo unitário		Custo total	
	C Cr./ml	D Cr./ml	C Cr.	D Cr.
500	350.00	490.00	530 000.00	740 000.00
550	—	—	—	—
600	433.30	685.00	655 000.00	1 035 000.00

## CIMENTO AMIANTO

No preço está incluído um anel de borracha, que é o tipo de junta que consideraremos. O custo unitário é de Outubro de 1948.

Diâmetro mm	Custo unitário Cr./ml	Custo total Cr.
500	520.00	785 000.00
550	—	—
600	—	—

## CONEXÕES E PEÇAS ESPECIAIS

FERRO FUNDIDO

Custo unitário de Outubro de 1948

PEÇA	A'	CUSTO UNITÁRIO				CUSTO TOTAL			
		D = 500 mm		D = 550	D = 600	D = 500 mm		D = 550	D = 550
		A	B	A	A	A	B	A	A
Curvas									
11°15'	10	1 180.00	940.00	1 410.00	1 863.00	11 800.00	9 400.00	14 100.00	16 630.00
22°30'	5	1 362.00	1 330.00	1 595.00	1 710.00	6 800.00	6 650.00	7 950.00	8 550.00
45°	4	1 720.00	2 110.00	1 950.00	2 240.00	6 880.00	8 450.00	7 800.00	8 960.00
Descarga	3	18 000.00	14 000.00	20 000.00	25 000.00	54 000.00	42 000.00	60 000.00	75 000.00
Ventosa		840.00	350.00	(admitido) 1 000.00	1 200.00	2 520.00	1 505.00	3 000.00	3 600.00
						82 000.00	67 550.00	92 850.00	112 740.00

Tomaremos para as outras peças um custo médio em relação a um diâmetro médio

PEÇA	Qde	CUSTO UNITÁRIO		CUSTO TOTAL	
		A	B	A	B
Válvula de retenção c/ by pass D = 250 mm. ....	3	3 230.00	4 250.00	9 690.00	1 270.00
Válvula de gaveta D = 250 mm. ....	3	3 250.00	3 140.00	9 750.00	9 420.00
Redução de 350 para 300 mm. ....	3	835.00	500.00	2 505.00	1 500.00
Válvula de pé c/ crivo D = 300 mm. ....	3	2 000.00	2 700.00	6 000.00	8 100.00
Válvula de segurança .....	1	1 600.00	1 600.00	1 600.00	1 600.00
Curvas de 90° de 300 mm. ....	3	795.00	(admitido) 816.00	2 385.00	2 380.00
31 930.00   24 270.00					

**CUSTO TOTAL**

500 mm		550 mm A	600 mm A
A	B		
113 930.00	91 820.00	124 780.00	144 670.00

Como nas tubulações de concreto empregamos peças de ferro fundido nas conexões e peças especiais, o seu custo é o mesmo do ferro fundido.

Admitiremos para o aço e o cimento amianto o mesmo custo (nos de 500 mm considerado o material da marca "A").

**CUSTO TOTAL DA TUBULAÇÃO, CONEXÕES E PEÇAS ESPECIAIS**

Diâmetro mm	FERRO FUNDIDO		AÇO	CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B		C	D	
500	1 147 930.00	1 001 820.00	839 930.00	643 930.00	853 930.00	898 930.00
550	1 257 780.00	—	922 780.00	—	—	—
600	1 457 670.00	—	1 010 670.00	799 670.00	1 179 670.00	—

7 — CUSTO DO MATERIAL PARA JUNTAS

FERRO FUNDIDO

(23/8/1948)

Marca	Diâmetro mm	Número de juntas	Chumbo kg/junta .....	Corda Alcatroada kg/junta	Quantidade	
					Chumbo kg	Corda kg
A.	500	250	10.5	1.05	2 630	263
B.	500	380	10.5	1.05	3 990	399
A.	550	250	10.5	1.05	2 630	263
A.	600	250	12.0	1.20	3 000	300

Custo unitário do chumbo = Cr\$ 12.00/kg

Custo unitário da corda = Cr\$ 4.70/kg

CUSTO

Marca	Diâmetro mm	Chumbo Cr\$	Corda Cr\$	Total Cr\$
A.	500	51.600,00	1.240,00	32.840,00
B.	500	48.000,00	1.880,00	49.880,00
A.	550	31.600,00	1.240,00	32.840,00
A.	600	36.900,00	1.410,00	37.410,00

## A Ç O

Estudaremos a solução das juntas de aço debaixo de 2 pontos de vista, que são: 1.º Juntas Dresser; 2.º Soldagem elétrica. Deixaremos de fazer o estudo de soldagem oxi-acetilénica, que num estudo mais completo poderá ser feito, dadas as facilidades e economia que apresenta.

## JUNTAS DRESSER

Comprimento de canalização = 1510 m  
 " dos tubos = 7.20 m.

$$\text{n.º de juntas} = \frac{1510}{7.20} = 210 \text{ juntas}$$

Custo das juntas C. I. F. Santos (sem incluir direitos alfandegários) para 210 juntas (9/1948).

Diâmetro mm	Custo unitário Cr./junta	Custo total Cr.
500	380.00	80 000 00
550	437.00	96 000 00
600	540.00	118 200 00

## Tipo da junta:

Junta Dresser tipo 38.

As características deste tipo são encontradas no "Manual de Hidrotécnica" da Armco, pg. 320.

## Estudo da expansibilidade:

A expressão que nos dá a variação do comprimento em função da variação da temperatura é:

$$\vartheta = \alpha L t$$

$\vartheta$  = variação do comprimento  
 $\alpha$  = coeficiente de dilatação linear  
 $L$  = comprimento  
 $t$  = variação de temperatura

Temos que:

$$\begin{aligned} \alpha &= 0.0000117 \\ L &= 7.20 \text{ m} \\ t &= 50^\circ \end{aligned}$$

Donde resulta substituindo:  $\vartheta = 0.0000117 \times 7.20 \times 50 = 0.004 \text{ m}$

$$\vartheta = 4 \text{ mm}$$

Características da junta Dresser tipo 38:

$$\text{Diâmetro externo: } \begin{cases} 20'' \\ 22'' \\ 24'' \end{cases}$$

$$B = 17.78 \text{ cm}$$

Não há necessidade portanto de juntas de dilatação, pois a propria junta Dresser absorve as variações de comprimento provenientes da variação de temperatura.

**SOLDAGEM ELÉTRICA**

Para a soldagem da chapa 3/16" necessita-se de 5 eletrodos 3/16".

Consumo unitário: 5 eletrodos 3/16" por metro de solda

Peso de 1 m de eletrodo = 85 g

e portanto o material consumido é:

$$0.085 \times 5 = 0.425 \text{ kg/m de solda}$$

$$\text{n.º de soldagens} = \frac{1510}{7.20} = 210$$

Custo unitário de eletrodo (9/1948) = Cr. \$10.40/kg

Diâmetro mm	Circunferência m	Consumo kg/junta	Consumo total kg	Custo Cr.
500	1.5959	0.677	142	1480.00
550	1.7554	0.746	157	1640.00
600	1.9149	0.814	171	1780.00

Para a soldagem elétrica há necessidade de aparelhamento que irá custar cerca de:

$$\text{Cr. \$ 17 650.00}$$

que iremos computar no custo da soldagem, desprezando o possível aproveitamento da máquina após o término do serviço.

**Juntas de dilatação:**

Tomando-se a mesma expressão anterior:

$$\delta = \alpha \cdot L \cdot t$$

vejamos qual é a distancia que deve existir entre as juntas de dilatação.

Adotemos como junta de dilatação a junta Dresser tipo 40.

$$\text{Para um diâmetro externo de: } \begin{cases} 20'' \\ 22'' \\ 24'' \end{cases}$$

$$B = 40.64 \text{ cm ou } 60.96 \text{ cm}$$

Admitamos o primeiro tipo, isto é:  $B = 40.64 \text{ cm}$

e por segurança sómente a variação da metade deste comprimento:

$$0.20 = 0.0000117 \times L \times 50 \therefore L = 342 \text{ m}$$

Poderemos assim adotar com segurança juntas de dilatação espaçadas de 300 m e portanto teremos necessidade de 5 juntas.

Admitamos que o custo de cada junta de dilatação seja 2 vezes o custo da junta Dresser tipo 38.

Diâmetro mm	Custo unitário Cr./junta	Custo total Cr.
500	780.00	3 820.00
550	915.00	4 570.00
600	1 080.00	5 400.00

**Consumo de energia elétrica:**

Podemos estimar o custo como:

Cr.\$ 1.00/hora

Da parte referente a "Assentamento de tubulação" extraímos o número de horas, donde calculamos o custo:

Diâmetro mm	Número de horas	Custo Cr.
500	112	120.00
550	123	130.00
600	134	140.00

**Custo total da soldagem elétrica**

Diâmetro mm	Custo total Cr.
500	23 050.00
550	23 990.00
600	24 970.00

**CONCRETO**

**TUBOS**

Junta de argamassa de cimento, areia e betume.

**Consumo**

Diâmetro mm	N.º de juntas	Betume kg/ju.	Cimento saco/j.	Areia m³/j.	Quantidade		
					Betume kg	Cimento s.	Areia m³
500	620	0.75	0.15	0.0045	465	93	3
550	—	—	—	—	—	—	—
600	620	1.00	0.20	0.0060	620	124	4

**Custos unitários (Agosto de 1948):**

Betume: Cr.\$ 7.00/kg  
 Cimento: Cr.\$ 24.00/seco  
 Areia: Cr.\$ 75.00/m³

**Custo Total**

Diâmetro mm	Betume Cr.	Cimento Cr.	Areia Cr.	Total Cr.
500	3 250.00	2 230.00	230.00	5 770.00
550	—	—	—	—
600	4 340.00	2 980.00	300.00	7 620.00

**TUBOS**

A junta, que é constituída unicamente de um anel de borracha, está incluída no custo do tubo.

**CIMENTO AMIANTO**

A junta, que também é constituída unicamente de um anel de borracha, está incluída no custo do tubo.

**Resumo**

**Custo do material para juntas**

**Cr\$**

Diâm. mm	Ferro fundido		Aço		Concreto		Cimento amianto
	A	B	Jun. Dres.	Sold. ele.	C	D	
500	32 840.00	49 880.00	80 000.00	23 050.00	5 710.00		(incluído no tubo)
550	32 840.00	—	98 000.00	23 990.00	—		
600	37 410.00	—	113 200.00	24 970.00	7 620.00		

**8 — TRANSPORTE, CARGA, DESCARGA**

**TRANSPORTE**

Os tubos deverão de uma maneira geral serem entregues no Depósito do Ipiranga pelas firmas fornecedoras, e daí serão transportados para o local do serviço.

A distancia média de transporte até o local da obra, será computado como 110 km.

Custo unitário (9/1948): Cr.\$ 2.20/tkm

Custo por tonelada:  $110 \times 2.20 = \text{Cr.} \$ 242.00/\text{t}$

**FERRO FUNDIDO**

**Tubos:**

Diâmetro mm	Peso unitário t/ml	Peso total t	Custo Cr.
500	0.174	263	63 600.00
550	0.194	290	70 200.00
600	0.263	397	96 000.00



**chumbo e corda alcatroada:**

Marca	Diâmetro mm	Chumbo kg	Corda kg	Total t	Custo Cr.
A	500	2 630	263	2.893	7 000.00
B	500	3 990	399	4.389	10 650.00
A	550	2 630	263	2.893	7 000.00
A	600	3 000	300	3.300	8 250.00

**A Ç O**

Os tubos de aço são supostos entregues no Rio de Janeiro.  
O transporte do Rio a São Paulo custa:

Cr.\$ 600.00/t

Podemos supôr este preço, do Rio ao local da obra.

**Tubos:**

Diâmetro mm	Peso unitário kg/m	Peso total t	Custo Cr.
500	60.09	91	54 800.00
550	66.04	100	60 000.00
600	71.99	109	65 400.00

**JUNTAS**

As juntas são descarregadas em Santos.

Podemos estimar o custo unitário de transporte em:

Cr.\$ 2.20/tkm (9/1948)

Distância aproximada de Santos ao local de serviço:

Santos-São Paulo	80 km
São Paulo-Casa Grande	85 km
Casa Grande-média do local do serviço	10 km
<b>Total =</b>	<b>175 km</b>

Custo unitário de transporte:

Cr.\$ 385.00/t

Diâmetro mm	Peso da junta (A médio) kg	Peso total t	Custo Cr.
500	47.2	9.9	3 810.00
550	54.9	11.52	4 440.00
600	62.1	13.01	5 010.00

**SOLDAGEM ELÉTRICA**

**Eletrodos:**

O custo unitário de transporte será tomado na mesma base anterior:

Cr.\$ 2.20/tkm

Cr.\$ 242.00/t

Díâmetro mm	Peso dos eletrod. t	Custo Cr.
500	0.142	40.00
550	0.157	40.00
600	0.171	40.00

**Aparelho de soldar:**

Estimemos o transporte do aparelhamento para soldagem em:

Cr.\$ 1 000.00

**Juntas de dilatação:**

Conforme já estabelecemos anteriormente, o custo unitário de transporte é:

Cr.\$ 385.00/t

Díâmetro mm	Peso da junta kg/junta	Peso total t	Custo Cr.
500	91.2	0.46	180.00
550	102.1	0.51	200.00
600	112.5	0.56	220.00

**Custo Total**

Díâmetro mm	Custo total Cr.
500	1 220.00
550	1 240.00
600	1 260.00

**CONCRETO**

**TUBOS:**

Díâmetr. mm	Peso unitário t/ml		Peso total t		Custo Cr.	
	C	D	C	D	C	D
500	220	233	392	352	80 400.00	85 200.00
550	—	—	—	—	—	—
600	275	290	415	438	100 500.00	108 000.00

**Cimento, areia e betume: Tubos C**

Os custos unitários de transporte (9/1948) são respectivamente:

Cimento	Cr.\$ 0.09/saco km
Areia	Cr.\$ 3.52/m <sup>3</sup> km
Betume	Cr.\$ 3.08/m <sup>3</sup> km

As distâncias médias de transporte são:

Cimento	110 km
Areia	10 km
Betume	110 km

Da pg. 39 extraímos os consumos destes materiais.

Diâmetro mm	Custo unitário			Custo parcial			Custo Total Cr.
	Cimento sacos	Areia m <sup>3</sup>	Betume t	Cimento Cr.	Areia Cr.	Betume Cr.	
500	9.9	35.2	242.00	920.00	110.00	110.00	1 140.00
550	"	"	"	—	—	—	—
600	"	"	"	1230.00	140.00	150.00	1 520.00

**Tubos D**

Podemos admitir uma cota para o transporte dos anéis de borra-cha de Cr.\$ 300.00, pois são leves, e além disso poderão ir dentro dos tubos.

**CIMENTO AMIANTO**

Admitiremos uma quota para o transporte dos anéis de borra-cha de Cr.\$ 300.00, pois são leves e além disso poderão ir dentro dos tubos.

Diâmetro mm	Peso unitário t/ml	Peso total t	Custo Cr.
500	0.100	151	38 600.00
550	—	—	—
600	—	—	—

**CUSTO TOTAL DO TRANSPORTE**

Cr\$

Diâmetro mm	FERRO FUNDIDO		AÇO		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junta Dresser	Solda Elétrica	C	D	
500	70.600,00	74.250,00	58.410,00	55.820,00	81.540,00	85.500,00	35.900,00
550	77.200,00	—	64.440,00	61.240,00	—	—	—
600	104.250,00	—	70.410,00	66.660,00	102.020,00	106.300,00	—

**CARGA E DESCARGA**

**FERRO FUNDIDO**

Custo unitário de carga dos tubos = descarga (9/1948)

Diâmetro mm	Custo unitário de carga Cr./ml	Custo total de carga e descarga Cr.
500	5.22	7 900.00
550	5.82	8 800.00
600	6.60	10 000.00

**Chumbo e corda:**

Custo unitário de carga = descarga

= Cr.\$ 16.00/t (9/1948)

Diâmetro mm	Peso t		Custo Cr.	
	A.	B.	A.	B.
500	2.893	4.389	100.00	140.00
550	2.893	—	100.00	—
660	3.300	—	110.00	—

**A Ç O**

Admitiremos para os tubos de aço o mesmo custo encontrado para carga e descarga dos tubos de ferro fundido da marca "A", que são os maiores.

Admitiremos uma cota de Cr.\$ 1000.00 para a carga e descarga das juntas Dresser, ou do material e aparelhamento necessário para a soldagem elétrica.

**CONCRETO**

Suporemos um salário, em Setembro de 1948, de:

Cr.\$ 5.00/h

Leis sociais = 30% ∴ 1.50

Cr.\$ 6.50/h

Diâmetro mm	Mão de obra h/ml	N.º de horas b	Custo Cr.
500	0.240	362	2 350.00
550	—	—	—
600	0.272	410	2 660.00

## TUBOS C

Custos unitários de carga e descarga (9/1948):

Cimento	Cr.\$ 1.29/saco
Areia	Cr.\$ 48.00/m <sup>3</sup>
Betume	Cr.\$ 42.00/m <sup>3</sup> ou Cr.\$ 30.00/t

Diâmetro mm	Custo parcial			Custo total Cr.
	Cimento Cr.	Areia Cr.	Betume Cr.	
500	120.00	150.00	200.00	470.00
550	—	—	—	—
600	180.00	200.00	260.00	620.00

## TUBOS D

Podemos admitir para os anéis de borracha uma taxa para a carga e descarga de:

Cr.\$ 100.00

## CIMENTO AMIANTO

Admitiremos para os tubos de cimento amianto o custo médio encontrado para a carga e descarga dos tubos de concreto.

## CUSTO DE CARGA E DESCARGA

Cr\$

Diâmetro mm	FERRO FUNDIDO		AÇO	CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B		C	D	
500	8.000,00	8.040,00	9.000,00	2.820,00	2.450,00	2.640,00
550	8.900,00	—	9.900,00	—	—	—
600	10.110,00	—	11.110,00	2.280,00	2.760,00	—

## CUSTO TOTAL DO TRANSPORTE, CARGA E DESCARGA

Cr\$

Diâmetro	FERRO FUNDIDO		AÇO		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junta Dresser	Solda Elétrica	C	D	
500	78.800,00	82.290,00	67.410,00	64.820,00	84.360,00	87.950,00	39.540,00
550	86.100,00	—	74.340,00	71.140,00	—	—	—
600	114.360,00	—	81.520,00	77.770,00	105.300,00	109.060,00	—

**9 — MOVIMENTO DE TERRA, ASSENTAMENTO DOS TUBOS  
E JUNTAS**

**MOVIMENTO DE TERRA  
EXCAVAÇÃO E RECOBRIMENTO**

E' geral para qualquer tipo de tubo

Estacas	Prof.	Volume a Excavar m <sup>3</sup> /m			Volume a Excavar m <sup>3</sup> por faixa de 20 m		
		DIAMETRO mm			DIAMETRO mm		
		500	550	600	500	550	600
0	0	0	0	0	0	0	0
1	1.5	2.55	2.63	2.70	51.00	52.60	54.00
2	1.7	2.89	2.98	3.06	57.80	59.60	61.20
3	1.0	1.70	1.75	1.80	34.00	35.00	36.00
4	—	—	—	—	—	—	—
5	0	0	0	0	0	0	0
6	1.7	2.89	2.98	3.06	57.80	59.60	61.20
7	0.7	1.19	1.22	1.26	23.80	24.40	25.20
8	1.4	2.30	2.45	2.52	47.60	49.00	50.40
9	1.2	2.04	2.10	2.16	40.80	42.00	43.20
10	1.1	1.87	1.93	1.98	37.40	38.60	39.60
11	0	0	0	0	0	0	0
12	—	—	—	—	—	—	—
13	0.6	1.02	1.05	1.08	20.40	21.00	21.60
14	0.6	1.02	1.05	1.08	20.40	21.00	21.60
15	0.2	0.34	0.35	0.36	6.80	7.00	7.20
16	0.3	0.51	0.52	0.54	10.20	10.40	10.80
17	0.6	1.02	1.05	1.08	20.40	21.00	21.60
18	1.2	2.04	2.10	2.16	40.80	42.00	43.20
19	1.3	2.72	2.80	2.88	54.40	56.60	57.60
20	1.0	1.70	1.75	1.80	34.00	35.00	36.00
21	—	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—	—
23	1.0	1.70	1.75	1.80	34.00	35.00	36.00
24	3.6	6.42	6.60	6.78	138.40	133.20	135.60
25	1.7	2.89	2.98	3.06	57.80	59.60	61.20
26	1.2	2.04	2.10	2.16	40.80	42.00	43.20
27	0.5	0.85	0.87	0.90	17.00	17.40	18.00
28	0.4	0.68	0.70	0.72	13.60	14.0	14.40
29	1.0	1.70	1.75	1.80	34.00	35.00	36.00
30	1.0	1.70	1.75	1.80	34.00	35.00	36.00
31	2.0	3.60	3.70	3.80	72.00	74.00	76.00
32	2.5	4.50	4.63	4.75	90.00	92.60	95.00
33	1.5	2.55	2.63	2.70	51.00	52.60	54.00
34	0.9	1.53	1.58	1.62	30.60	31.60	32.40
35	0.7	1.19	1.22	1.26	23.80	24.40	25.20

Estacas	Prof.	Volume a Excavar m <sup>3</sup> /m			Volume a Excavar m <sup>3</sup> por faixa de 20 m		
		DIAMETRO mm			DIAMETRO mm		
		600	500	550	500	550	600
36	—	—	—	—	—	—	—
37	—	—	—	—	—	—	—
38	—	—	—	—	—	—	—
39	0.9	1.53	1.58	1.62	30.60	31.60	32.40
40	2.2	3.96	4.07	4.18	79.20	81.40	83.60
41	1.8	3.06	3.15	3.24	61.20	63.00	64.80
42	1.2	2.04	2.10	2.16	40.80	42.00	43.20
43	0.7	1.19	1.22	1.26	23.80	24.40	25.20
44	0.3	0.51	0.52	0.54	10.20	10.40	10.80
45	0.4	0.68	0.70	0.72	13.60	14.00	14.40
46	0.9	1.53	1.58	1.62	30.60	31.60	32.40
47	0.5	0.85	0.87	0.90	17.00	17.40	18.00
48	0.8	1.36	1.40	1.44	27.20	28.00	28.80
49	0.4	0.68	0.70	0.72	13.60	14.00	14.40
50	—	—	—	—	—	—	—
51	0.4	0.68	0.70	0.72	13.60	14.00	14.40
52	2.0	3.60	3.70	3.80	72.00	74.00	76.00
53	2.2	3.96	4.07	4.18	79.20	81.40	83.60
54	2.3	4.14	4.26	4.37	82.80	85.20	87.40
55	2.1	3.78	3.89	3.99	75.60	77.80	79.80
56	1.5	2.55	2.63	2.70	51.00	52.60	54.00
57	2.2	3.96	4.07	4.18	79.20	81.40	83.60
58	1.9	3.23	3.33	3.42	64.60	66.60	68.40
59	—	—	—	—	—	—	—
60	0.9	1.33	1.58	1.62	30.60	31.60	32.40
61	0.5	0.85	0.87	0.90	17.00	17.40	18.00
62	0.4	0.68	0.70	0.72	13.60	14.00	14.40
63	0.3	0.51	0.52	0.54	10.20	10.40	10.80
64	2.2	3.96	4.07	4.18	79.20	81.40	83.60
65	2.1	3.78	3.89	3.99	75.60	77.80	79.80
66	1.2	2.04	2.10	2.16	40.80	42.00	43.20
67	1.0	1.70	1.75	1.80	34.00	35.00	36.00
68	1.5	2.55	2.63	2.70	51.00	52.60	54.00
69	0.9	1.53	1.58	1.62	30.60	31.60	32.40
70	2.6	4.68	4.81	4.94	93.60	96.20	98.80
71	1.7	2.89	2.98	3.06	57.80	59.60	61.20
72	3.2	5.74	5.90	6.06	114.80	118.00	121.20
73	4.2	7.56	7.77	7.98	151.20	155.40	159.60
74					2 860.40	2 934.40	3 014.00

As condições do solo da região nos permitem, para efeito de orçamento, admitir a seguinte composição em porcentagem, para profundidade da ordem das empregadas:

Terra 40%  
 Piçarra 60%

**Volume**

Diâmetro mm	Volume total m <sup>3</sup>	Terra m <sup>3</sup>	Piçarra m <sup>3</sup>
500	2 860.400	1 143.000	1 715.000
550	2 934.400	1 172.000	1 760.000
600	3 014.000	1 205.000	1 810.000

**Custo**

Dia- metro mm	Custo Unitário (9/1948) Cr\$/m <sup>3</sup>			Custo Parcial Cr\$			CUSTO TOTAL Cr\$
	Excavação		Recobri- mento	Excavação		Recobri- mento	
	Terra	Piçarra		Terra	Piçarra		
500	11.00	16.00	8.00	12 600.00	27 500.00	22 900.00	63 000.00
550	11.00	16.00	8.00	12 900.00	28 200.00	23 500.00	64 600.00
600	11.00	16.00	8.00	13 300.00	29 000.00	24 100.00	66 400.00

A taxa de recobrimento pesa somente para o ferro fundido, concreto e cimento amianto, pois a tubulação de aço é prevista a descoberto, pois o aço altera-se mais em contato com o solo, e neste caso, torna-se mais economico empregado descoberto.

**ASSENTAMENTO DA TUBULAÇÃO**

**FERRO FUNDIDO**

Mão de obra:

Trabalhador comum:

Salário (9/1948): Cr.\$ 5.00/hora  
 30% leis sociais: 1.50  
 Total..... Cr.\$ 6.50/hora

Feitor:

Salário (9/1948): Cr.\$ 7.00/hora  
 30% leis sociais: 2.10  
 Total..... Cr.\$ 9.10/hora



Número de horas de feitor =  $1/8$  número de horas de trabalhador

Díam. mm	Assentam. h/m	N.º de horas		Custo		Custo Total Cr\$
		Trabalhad. h	Feitor h	Trabalhad. Cr\$	Feitor Cr\$	
500	2.15	3 250	410	21 100.00	3 700.00	24 800.00
550	2.80	4 230	530	27 500.00	4 800.00	32 300.00
600	3.55	5 360	670	34 800.00	6 100.00	40 900.00

## A Ç O

Admitiremos que o custo de assentamento dos tubos de aço seja o mesmo dos tubos de ferro fundido.

## CONCRETO

## TIPO C.

Díam. mm	Assentam. h/m	N.º de horas		Custo		Custo Total Cr\$
		Trabalhad. h	Feitor h	Trabalhad. Cr\$	Feitor Cr\$	
500	0.752	1 140	143	7 400.00	1 300.00	8 700.00
550	—	—	—	—	—	—
600	0.832	1 260	158	8 200.00	1 440.00	9 640.00

## TIPO D

No custo unitário (9/1948) abaixo estão computados a descida do tubo na vala, o alinhamento dos tubos e as juntas.

$$\text{N.º de juntas} = \frac{1\ 510}{3} = 500$$

Dímetro mm	Custo unitário Cr./junta	Custo total Cr.
500	32.00	16 000.00
550	—	—
600	36.00	18 000.00

## CIMENTO AMIANTO

Admitiremos que o custo de assentamento e das juntas dos tubos de cimento amianto seja o mesmo dos tubos de concreto tipo D, pela semelhança do tipo de junta.

**JUNTAS**

**FERRO FUNDIDO**

Mão de obra: (C)

Trabalhador comum:

Salário (9/1948): Cr.\$ 6.00/h  
 30% leis sociais: 1.80  
 Total..... Cr.\$ 7.80/h

Feitor:

Salário (9/1948): Cr.\$ 10.00/h  
 30% leis sociais: 3.00  
 Total..... Cr.\$ 13.00/h

Número de horas de feitor = 1/4 número de horas de trabalhador

Comp.	Díam. mm	Juntas h/jt.	N.º de horas		Custo		Custo total Cr.
			Trabalh. h	Feitor h	Trabalh. Cr.	Feitor Cr.	
F. B.	500	10	2 500	625	19 500.00	8 130.00	27 630.00
B.	500	10	3 800	950	29 600.00	12 400.00	42 000.00
F. B.	550	11	2 750	688	21 500.00	6 950.00	30 450.00
F. B.	600	12	3 000	750	23 400.00	9 750.00	33 150.00

**JUNTAS DRESSER**

**A Ç O**

Do trabalho "The use of couplings" de Rossiter S. Scott, pg. 405, extraímos o seguinte dado estatístico para o cálculo da mão de obra:

2 homens-minuto por parafuso da junta

Número de horas de feitor = 1/5 do número de horas de trabalhador

Diâmetro mm	n.º de parafusos por junta	homens-mín. por junta	homens-mín. total	Homens-Hora Total	
				Trabalh.	Feitor
500	12	24	5 050	84	17
550	14	28	5 880	98	20
600	14	28	5 880	98	20

O salário (9/1948) será computado na mesma base do utilizado na confecção das juntas de ferro fundido.

Trabalhador (incluindo leis sociais): Cr.\$ 7.80/h  
 Feitor (incluindo leis sociais): Cr.\$ 13.00/h

Diâmetro mm	Custo da mão de obra		
	Trabalhador Cr.	Feitor Cr.	Total Cr.
500	660.00	220.00	880.00
550	770.00	260.00	1 030.00
600	770.00	260.00	1 030.00

**SOLDAGEM ELÉTRICA**

1 soldador produz 1 m de solda em 20 minutos.

Salário do soldador (9/1948): Cr.\$ 8.00/h

30% leis sociais: 2.40

Total Cr.\$ 10.40/h

Díâmetro mm	Circunferên. m	n.º total de m m	n.º de min. min.	n.º de h h	Custo Cr.
500	1.5959	336	6 720	112	1 170.00
550	1.7554	389	7 380	123	1 280.00
600	1.9149	402	8 040	134	1 400.00

**CONCRETO****TUBOS C**

Os tubos C acima de 16'' têm o comprimento de 2.44 m.

$$\text{N.º de juntas} = \frac{1510}{2.44} = 620$$

Díâmetro mm	Custo unitário (9/1948) Cr./junta	Custo total Cr.
500	10.00	6 200.00
550	—	—
600	11.00	6 820.00

**TUBOS D**

O custo da junta já foi computado no assentamento.

**CIMENTO AMIANTO**

O custo da junta já foi computado no assentamento.

**RESUMO****CUSTO DO MOVIMENTO DE TERRA, ASSENTAMENTO DA TUBULAÇÃO E JUNTAS**

Díâ- metro mm	FERRO FUNDIDO		AÇO		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junta Dresser	Solda Elétrica	C	D	
500	115 430.00	129 800.00	85 780.00	86 070.00	77 900.00	79 000.00	79 000.00
550	127 350.00	—	74 430.00	74 680.00	—	—	—
600	140 450.00	—	84 230.00	84 600.00	82 860.00	84 400.00	—

10 — LINHA DE TRANSMISSÃO, ETC.

Deverá ser instalada uma linha de transmissão, corrente trifásica, 11000 volts, desde a ponte da Vista Alegre até à estação elevatória. O comprimento aproximado é da ordem de 4.300 km.

Os dados para o cálculo do custo são estimativos.

Material e Mão de Obra	Unidade	Quantidade por km	Custo unít. (9/1948)	Custo por km
Poste	peça	17	1 500.00	25 500.00
Isolador de porcelana	"	51	22.00	1 120.00
Cruzeta	jogo	17	540.00	9 200.00
Pino de ferro forjado e galvanizado.	peça	51	40.00	2 040.00
Fio de cobre nú, eletrolítico, meio duro, n. 1 B&S (3 fios)	kg	1130	16.50	18 650.00
Mão de obra total: linha trifásica estendida (inclusive transporte e instalação de todos os materiais acima discriminados, condução e estadia do pessoal técnico e operário	km	1	30 000.00	30 000.00
			Total	86 510.00

Custo Total:  $4.3 \times 86\,510.00 = \text{Cr.}\$ 372\,000.00$

LINHA TELEFÔNICA

Deverá ser feita uma linha telefônica desde a Ponte da Vista Alegre até à estação elevatória. O comprimento aproximado é da ordem de 4300 km.

Os dados para o cálculo do custo são estimativos.

Material e Mão de Obra	Unidade	Quantidade por km	Custo unít. (9/1948)	Custo por km
Poste de madeira roliça (tirado no local)	peça	17	30.00	510.00
Isolador	"	34	4.00	136.00
Cruzeta de madeira e braçadeira para a cruzeta	jogo	17	10.00	170.00
Pino de madeira	peça	34	2.00	68.00
Fio de cobre nú n.º 12 B. & S. (2 fios)	kg	58.8	16.50	970.00
Mão de obra total: linha estendida (inclusive transporte e instalação de todos os materiais acima descritos, condução e estadia do pessoal técnico e operário	km	1	7 000.00	7 000.00
			Total	8 854.00

Custo Total:  $4.300 \times 8\,854.00 = \text{Cr.}\$ 38\,100.00$

## ESTRADA

Existem cerca de 2,900 km de estrada por abrir e 1,400 km por reabrir, e que estão assim distribuídos por estimativa:

Ponte da Vista Alegre-Córrego de Boa Vista (ponte velha)	1,400 km
Córrego da Boa Vista-Garganta de Boa Vista	1,200 "
Garganta de Boa Vista-Estação Elevatória	1,700 "
	<u>          </u>
	Total = 4,300 km

Dadas as condições do terreno, esta estrada poderá de uma maneira geral seguir o traçado da adutôra, facilitando com isto a construção e conservação da mesma.

A estrada terá 3 m de largura, que será suficiente para todos os fins da construção e conservação da adutôra, e como ligação futura com a Estação Elevatória. Possuirá "viradouros" convenientemente espaçados, e que serão determinados por ocasião de um estudo mais completo, e ditados também pelas condições particulares que poderão ocorrer durante a construção da adutôra.

Com base no custo de estradas feitas na região, podemos estimar o custo atual médio, em Setembro de 1948, como:

Cr.\$ 100 000.00/km

Este custo médio por quilômetro compreende: desmata, excavação, boeiros, empedramento, valetas de proteção e eventuais, possíveis de ocorrer.

Custo Total:

$$4,3 \times 100\,000.00 = \text{Cr.}\$ 430\,000.00$$

## OBRAS DE ARTE

Para transpôr o Córrego de Boa Vista cuja largura é da ordem de 3 m, podemos utilizar ou um aterro com boeiro, ou uma pequena ponte com um vão da ordem de 6 m. Podemos estimar o custo em:

Cr.\$ 10 000.00

Para transpôr o Corrego Coruja, precisamos construir uma ponte, que servirá à estrada e à adutôra, com um vão da ordem de 16 m, e cujo custo podemos estimar em:

Cr.\$ 40 000.00

O custo das obras de arte será portanto de:

Cr.\$ 50 000.00

## BARRAGEM VERTEDOR

O tipo de barragem mais conveniente, que nos aparece à primeira vista, é o de barragem vertedor.

**Determinação da vazão máxima:**

**Bacia:**

A bacia do Rio Guaratuba até o tanque tem cêrca de:

13 300 000 m<sup>2</sup>

conforme já dissemos.

**Chuva máxima:**

As características da região do Poço Preto não diferem muito das do Rio Guaratuba, e podemos admitir os dados das precipitações pluviométricas medidas em Poço Preto como sendo iguais às que ocorrem na bacia do Rio Guaratuba. Note-se além disso que entre o Tanque e Poço Preto, há uma distancia de 3 a 4 km sómente.

Apresentamos uma tabela das alturas de chuvas máximas diárias em todos os meses, desde 6/1925 a 7/1948. Estes dados foram extraídos dos boletins do Posto Pluviométrico de Poço Preto.

ALTURAS DE CHUVA MÁXIMA

mm

EXTRAÍDA DOS BOLETINS DO POSTO PLUVIOMÉTRICO DE POÇO PRETO

ANO	Jan.º	Fev.º	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Set.º	Out.º	Nov.º	Dez.º	
1925						18.4	15.6	0.5	12.2	31.7	6.5	196.1	
26	69.5	96.6	68.9	52.5	31.5	89.1	28.6	138.4	41.3	42.6	78.8	79.6	
27	63.0	27.0	100.8	61.2	18.4	53.9	33.0	45.0	34.9	61.5	58.7	63.0	
28	79.4	107.1	41.0	44.0	45.3	19.5	125.7	10.0	49.6	32.9	94.9	49.2	
29	71.5	140.0	72.0	57.6	92.0	22.8	40.5	37.1	90.2	38.6	99.2	113.5	
1930	25.0	79.7	104.0	156.0	52.6	16.1	50.2	31.9	69.0	59.7	75.0	94.7	
31	44.6	62.8	88.5	60.7	Não foi encontrada		33.0	44.0	47.0	143.0	130.0	111.0	48.0
32	110.0	171.0	115.0	58.0	120.0	19.0	34.0	51.0	46.0	47.0	39.0	125.0	
33	74.0	39.0	96.0	33.0	40.0	124.0	39.0	17.0	89.0	61.0	36.0	77.0	
34	109.0	145.0	190.0	132.0	78.6	69.0	88.0	74.0	80.0	41.0	61.0	161.0	
35	83.0	52.0	84.0	42.0	26.0	35.0	69.9	59.0	132.0	46.9	38.4	136.0	
36	112.8	46.0	109.8	95.5	76.5	31.8	9.8	33.5	93.8	54.8	56.1	102.8	
37	107.0	46.0	24.0	70.6	91.0	33.0	22.5	41.6	29.0	51.3	78.4	85.0	
38	80.9	167.5	Não há Medição		52.3	42.9	200.2	37.1	77.9	70.0	81.1	66.3	106.0
39	125.5	37.0	50.0	128.5	36.7	38.4	57.9	30.0	54.0	51.5	77.3	27.9	
1940	111.0	44.3	68.4	18.8	117.4	33.4	13.0	86.3	56.3	82.4	158.5	98.1	
41	98.1	Não há Medição		97.3	73.2	105.5	71.2	25.7	32.0	112.4	45.5	53.5	122.5
42	180.7	52.7	108.5	111.6	20.0	37.0	74.6	54.2	70.4	102.0	42.7	125.5	
43	121.5	81.0	54.0	51.5	43.5	32.6	7.1	91.9	111.7	62.2	44.0	70.0	
44	55.2	135.8	26.0	43.2	47.0	30.0	44.3	10.5	26.1	33.2	135.6	50.2	
45	161.2	172.0	58.4	68.6	80.8	79.6	72.6	6.2	62.3	58.2	82.4	114.5	
46	145.9	15.3	154.6	42.3	16.4	52.3	35.9	4.5	184.8	131.4	111.6	33.1	
47	114.3	82.3	80.7	164.0	117.8	416.2	107.7	120.2	57.2	90.4	41.6	54.5	
48	57.4	74.3	114.5	223.6	92.7	25.9	70.1	—					

Chuva máxima diária = 416.2 mm (21/6/1947)

Nota: — De uma maneira geral não existem dados referentes à duração das chuvas.

**Cálculo da vazão:**

Uma das expressões que nos dá a vazão de um curso d'agua é a seguinte:

$$Q = c p \frac{A}{\sqrt[6]{A}}$$

Q = vazão

c = coeficiente de "run-off"

p = precipitação

A = área

$\sqrt[6]{A}$  = coeficiente (A expresso em hectares)

Como se trata de uma região de terreno acidentado, porém coberta de vegetação, adotaremos:

$$c = 0.30$$

**Determinação de p:**

A chuva máxima diária observada foi de 416.2 mm ocorrida em 21/6/1947. Como nos dados referentes às alturas de chuvas, não existem de uma maneira geral dados referentes à duração das mesmas, e como também não conhecemos dados referentes ao tempo de escoamento das águas, adotaremos um coeficiente de segurança = 2.

$$p = \frac{2 \times 0.4162}{24 \times 3600} \therefore p = 0.0000097 \text{ m/seg}$$

$$A = 13300000 \text{ m}^2$$

$$\sqrt[6]{A} = \sqrt[6]{1330} \therefore \sqrt[6]{A} = 3.31$$

$$Q = \frac{0.30 \times 0.0000097 \times 1330000}{3.31} \approx 12$$

$$Q = 12 \text{ m}^3/\text{seg}$$

que é a vazão máxima.

**Cálculo da altura de barragem:** Adotaremos no caso uma barragem para garantir com segurança a altura d'agua necessária na tomada.

O perfil adotado está indicado adiante. Constitui apenas um estudo para efeito de orçamento.

Do compêndio "Hidraulica" de King, pg. 182 extraímos a expressão seguinte, que nos permite calcular H:

$$Q = C L H^{3/2}$$

Q = vazão

C = coeficiente que depende do tipo de vertedor e de H

L = extensão da barragem

H = altura de barragem



Vertedor tipo D (ver o referido livro):

$$Q = 12 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$L = 22 \text{ m}$$

$$12 = 22 C H^{3/2} \therefore C H^{3/2} = 0.545$$

Temos que para um determinado tipo de vertedor:

$$c = \vartheta (H)$$

Resolvamos o problema por tentativas:

Admitamos: 1.º)

$$H = 0.60 \text{ m} \therefore C = 1.96$$

$$H = \left( \frac{0.545}{1.96} \right)^{2/3} \text{ m} \therefore H = 0.428 \text{ m}$$

2.º) Admitemos agora:

$$H = 0.428 \text{ m} \therefore C = 1.93$$

$$H = \left( \frac{0.545}{1.93} \right)^{2/3} \text{ m} \therefore H = 0.428 \text{ m}$$

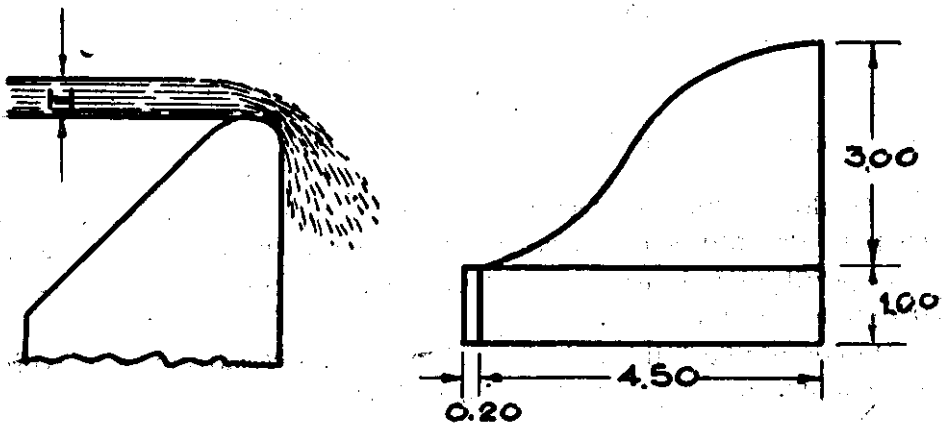
Podemos portanto admitir com a vazão máxima, com segurança:

$$H = 0.50 \text{ m}$$

Este dado vai interessar no estudo da localização da Estação Elevatória.

A altura da barragem poderá ser portanto de 3 m.

Como estudo prévio, podemos admitir o seguinte perfil para a barragem vertedor.



ESCALA = 1:100

Extensão da barragem = 22,00 m

Volume por metro linear = 11.87 m<sup>3</sup>

Volume total = 22.00 × 11.87 = 262.00 m<sup>3</sup>

Custo unitário para uma barragem de pedra com argamassa 1:4 (9/1948):

$$\text{Cr.}\$ 300.00/\text{m}^3$$

Custo total:

$$262.00 \times 300.00 = \text{Cr.}\$ 78\,600.00$$

### ESTAÇÃO ELEVATÓRIA

A Estação Elevatória será um edificio semelhante ao construído para a Estação Elevatória de Casa Grande, de construção simples e econômica.

Ocupará uma área de:

$$6.5 \times 13.4 = 87.00 \text{ m}^2$$

e terá um pé direito de 4.5 m.

Podemos estimar o custo unitário (9/1948) em:

$$\text{Cr.}\$ 550.00/\text{m}^3$$

Custo da Estação Elevatória:

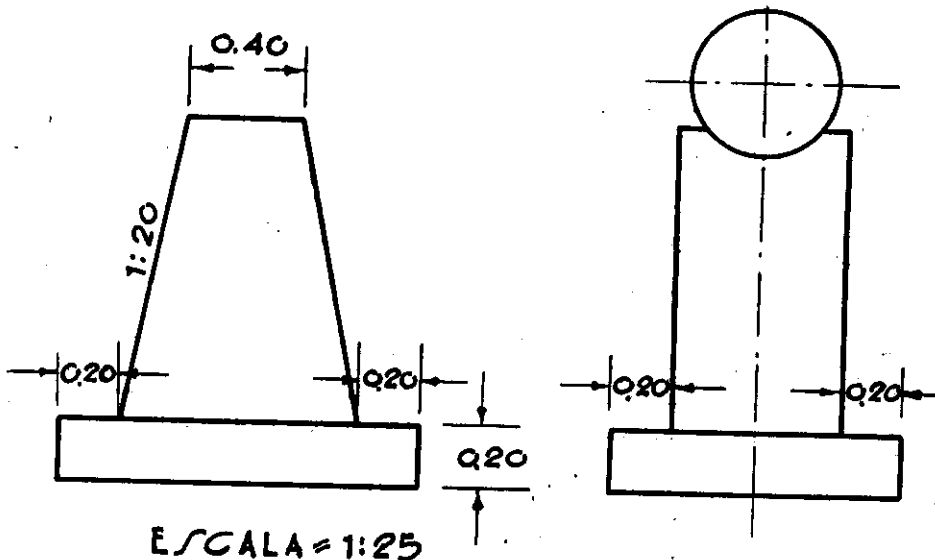
$$87.00 \times 550.00 = \text{Cr.}\$ 48\,000.00$$

### PILARES DE CONCRETO

Alguns trechos da canalização devem passar acima da cota do terreno, e portanto repousarão sobre pilares de concreto.

Admitiremos um espaçamento de 4 m entre os pilares.

Esquemáticamente os pilares apresentam as seguintes dimensões de uma maneira geral:



## QUADRO DAS ALTURAS E VOLUMES DOS PILARES

Estaca	Altura do Pilar m	Volume m <sup>3</sup>	Estaca	Altura do Pilar m	Volume m <sup>3</sup>
4	0.80	0.361	22+8	1.60	0.605
4+4	1.00	0.418	22+12	1.40	0.540
4+8	1.00	0.418	22+16	1.00	0.418
4+12	0.80	0.361	36+12	0.30	0.227
4+16	0.80	0.305	36+16	0.60	0.305
5	0.50	0.278	37	0.8	0.361
5+4	0.40	0.252	36+4	0.80	0.361
11+16	0.20	0.201	37+8	0.90	0.389
12	0.40	0.252	37+12	0.90	0.389
12+4	0.40	0.252	37+16	0.80	0.361
12+8	0.40	0.253	38	0.80	0.361
12+12	0.20	0.201	38+4	0.70	0.333
21+4	0.30	0.227	38+8	0.60	0.305
21+8	0.80	0.361	38+12	0.50	0.278
21+12	0.10	0.448	50+12	0.30	0.227
21+16	0.30	0.514	50+16	0.30	0.227
22	0.40	0.448	51	0.10	0.176
22+4	0.50	0.572			
Total					11.776

Os primeiros serão feitos de concreto simples.

Custo unitário de pilares de concreto simples (a 9/1948) =

Cr.\$ 500.00/m<sup>3</sup>

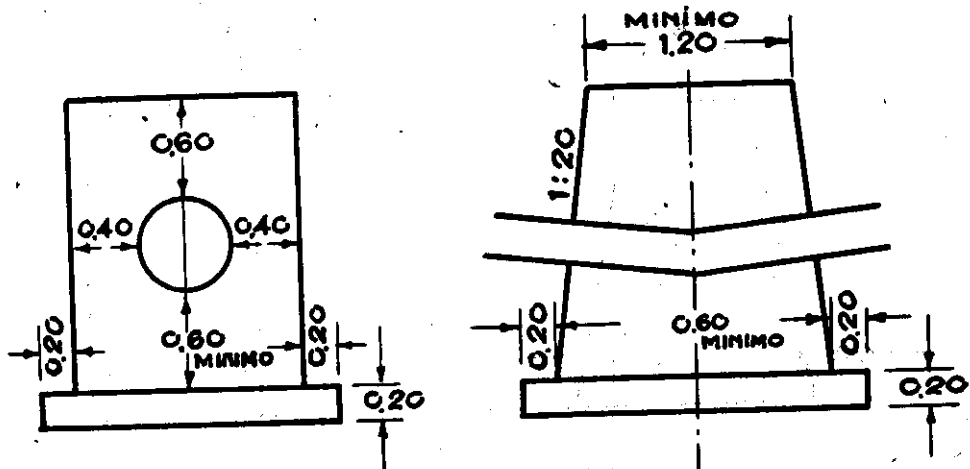
Custo total: = 11.776 × 500 = Cr\$ 6000.00

## ANCORAGENS

Serão colocadas ancoragens de uma maneira geral, em todos os pontos onde há variação de direção, tanto horizontal como vertical.

Estas ancoragens serão de concreto simples ou de concreto armado, conforme sua posição na Tubulação. As primeiras são localizadas nos pontos baixos de uma maneira geral, e as segundas nos pontos altos, e nos pontos onde houver sensível variação de direção horizontal.

As ancoragens serão do seguinte tipo:



ESCALA = 1:50

ADUÇÃO DO RIO GUARATUBA

Quadro das ancoragens

Estaca	Ancoragem		Estaca	Ancoragem	
	C. Armado	C. simples		C. armado	C. simples
5+10	1		57	1	
8	1		59		1
10+10		1	60		1
18+18	1		60+10		1
20+14		1	68+10	1	
23+5		1	72+10		1
33+2	1				
			Total	6	7

Consumo médio:

Ancoragem de concreto simples: 12 m<sup>3</sup>  
 " " " armado: 5 m<sup>3</sup>

Custo unitário (9/1948):

Ancoragem de concreto simples: Cr.\$ 500.00/m<sup>3</sup>  
 " " " armado: Cr.\$ 800.00/m<sup>3</sup>

Custo total:

$$7 \times 12 \times 500.00 = 42\ 000.00$$

$$6 \times 15 \times 800.00 = 72\ 000.00$$

Total Cr.\$114 000.00

OBRAS DIVERSAS

Estimamos o custo das obras de tomada d'água, do ponto onde começa o canal, e do ponto onde as águas do canal desaguam no Córrego da Boa Vista, em:

Cr.\$ 5 000.00

RESUMO

Obra	Custo Cr\$
Linha de transmissão elétrica.....	372 000.00
Linha Telefônica.....	38 100.00
Estradas.....	430 000.00
Obras de Arte.....	50 000.00
Barragem vertedor.....	78 800.00
Estação elevatória.....	46 000.00
Pilares de concreto.....	6 000.00
Ancoragens.....	114 000.00
Obras diversas.....	5 000.00
	<b>1 141 700.00</b>

## 11 — CONJUNTO ELEVATORIO

Serão utilizados 3 conjuntos bomba-motor, de 200 l/seg cada uma, e vencendo as alturas manométricas já calculadas atrás.

A "Firmia A" apresentou-nos um orçamento preliminar (30/9/1948) em que estão computados:

3 bombas centrífugas "A" cujas características são as seguintes:

Vazão		200 l/seg
Velocidade		1750 rpm
Altura manométrica:	1.º tipo	41 = 46 m
	2.º tipo	50 = 56 m
Rendimento:	1.º tipo	85% - médio
	2.º tipo	86% - médio

3 motores elétricos "B", cujas características são:

Potência:	1.º tipo	150 HP
	2.º tipo	200 HP
Velocidade		1750 rpm
Corrente trifásica		440 volts

(Note-se que devemos utilizar de preferência motores de 220 volts)

60 ciclos

3 compensadores manuais de partida

3 compensadores automáticos de partida

O custo total do aparelhamento descrito é:

Altura manométrica m	Custo F.A.S. New York US\$
41 a 46	13 917.00
50 a 56	15 915.00

Computando-se além disso:

Taxa de remessa	5%
Despesas C. I. F. Santos	10%
Acréscimo total	15%

sem levar em conta portanto as despesas de Alfandega.

Supondo-se o câmbio (incluindo as despesas bancárias) de 1 dolar = Cr.\$ 20.00, temos:

Altura manométrica m m	15 %	Custo Total	
	US\$	US\$	Cr.\$
41 a 46	2 090.00	16 007.00	320 140.00
50 a 56	2 390.00	18 305.00	366 100.00

**Transporte, Carga e Descarga:**

Peso de cada bomba = 1.45 t  
 Peso de cada motor  $\cong 1/3$  peso da bomba 0.50 t  
 Peso dos 3 conjuntos =  $3 \times 1.45 + 3 \times 0.5 = 5.85$  t

Admitamos que o peso total dos 3 conjuntos e dos compensadores seja:

6.000 t

**Custo unitário de transporte:**

Extraímos da pg. 156.

Cr.\$ 385.00/t

Custo total de transporte =  $6 \times 385.00 =$  Cr.\$ 2315.00

Admitamos que o custo do transporte, carga e descarga seja:

Cr.\$ 3000.00

**Montagens e necessários téstes experimentais:**

Suponhamos que o tempo necessário para a montagem e os necessários téstes experimentais seja de 30 dias.

Segundo o referido orçamento preliminar da "Ingersoll-Rand", o salário do técnico montador daquela empresa é de Cr.\$300.00 por dia, e mais as despesas de estadia e viagem do Rio a S. Paulo.

Teremos portanto:

Salário	$30 \times 300.00$	9 000.00
Viagem		500.00
Estadia	$30 \times 20.00$	600.00
		<u>Total Cr.\$ 10 100.00</u>

O custo é o mesmo para qualquer tipo de conjunto.

**Instalação Elétrica:**

O custo total da instalação elétrica necessária para ligar o motor à corrente elétrica, pode ser estimado como sendo da ordem de 5% do custo dos 3 conjuntos. Neste custo total estão incluídos todo o material, aparelhamento e mão de obra necessária, excluindo os transformadores necessários, que a R. A. E. já possui em estoque, e que portanto não serão computados no cálculo.

Altura Manométrica m	Custo Cr.
41 a 46	19 300.00
50 a 56	22 400.00

**Custo total do conjunto elevatório**

Altura Manométrica m	Custo Cr.
41 a 46	352 540.00
50 a 56	401 600.00

## CANAL

Na estaca O da linha de recalque a água recalçada é atirada em um canal, onde vai por gravidade até o Córrego da Boa Vista.

As características deste canal são:

Comprimento	108 m
Cota inicial	810.000 m
Cota final	807.000 m
Declividade = $3 \div 108 = 0.0278$	ou 2.78%

Material construtivo: pedra revestida com argamassa 1:4

Temos que a vazão é de  $0.400 \text{ m}^3/\text{seg}$ .

Calculamos o canal pela fórmula de Bazin:

$$V = C \sqrt{RI}$$

$$C = \frac{87}{1 + \frac{V}{\sqrt{R}}}$$

V = velocidade

R = raio hidráulico

I = declividade

C = coeficiente que depende da forma da seção transversal, da natureza das paredes internas do canal.

No nosso caso podemos tomar:

$$y = 0.46$$

O problema deve ser resolvido por meio de tentativas.

## 1.ª tentativa:

Admitamos uma velocidade de  $2.2 \text{ m/seg}$ . e uma vazão 50% maior (caso das 3 bombas funcionando):

$$Q = 600 \text{ l/seg} = AV$$

$$A = \frac{0.600}{2.2} = 0.273 \text{ m}^2$$

Admitamos uma seção trapezoidal de talude  $1 \times 1$ .

$$\text{Área} = (0.7 + 3 \times 0.7) \frac{0.7}{2} = 0.98 \text{ m}^2$$

que é portanto bem suficiente.

Altura d'água:  $0.273 = (0.7 + b) \frac{h}{2} \therefore b = 0.7 + 2h$ , e substituindo:

$$0.273 = (0.7 + 0.7 + 2h) \frac{h}{2} \therefore h^2 + 0.7h - 0.273 = 0$$

$$h = \frac{-0.7 \pm \sqrt{0.7^2 - 4 \times 1(-0.273)}}{2 \times 1}$$

$$h = \frac{-0.7 \pm 1.25}{2} \therefore h = 0.27 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Raio hidráulico} = R &= \frac{\text{Seção molhada}}{\text{Perímetro molhado}} = \\ &= \frac{0.6}{0.7 + 2 \times 0.27 \times \text{sen } 45^\circ} \\ R &= 0.187 \end{aligned}$$

Extraindo o valor de C do "Problemas de Hidráulica Aplicada" do Dr. O. Streck, pg. 355 temos:

Para  $y = 0.46$  e  $R = 0.187$  resulta:  
 $C = 42.2$

e substituindo temos:

$$V = 42.2 \sqrt{0.187 \times 0.0278} \therefore V = 3.04 \text{ m/seg}$$

que é superior ao valor admitido.

2.ª tentativa:

Façamos:

$$V = 2.7 \text{ m/seg}$$

$$A = \frac{0.600}{2.7} = 0.222 \text{ m}^2$$

$$h^2 + 0.7 h - 0.222 = 0 \therefore$$

$$h = \frac{-0.7 \pm \sqrt{0.7^2 - 4 \times 1 (-0.222)}}{2 \times 1} = \frac{-0.7 \pm 1.17}{2} \therefore h = 0.235 \text{ m}$$

$$R = \frac{0.222}{0.7 + 2 \times 0.235 \times \text{sen } 45^\circ} = 0.163$$

Para  $y = 0.46$  e  $R = 0.163$  resulta:

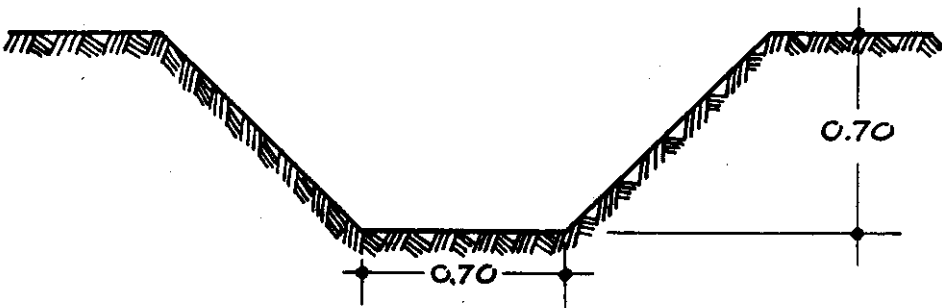
$$C = 40.7$$

$$V = 40.7 \sqrt{0.163 \times 0.0278} \therefore V = 2.73 \text{ m/s}$$

Encontramos portanto:  $V = 2.73 \text{ m/seg}$  que é relativamente igual ao valor admitido inicialmente.

A velocidade da água no canal será portanto:  $2.7 \text{ m/seg}$ .

Podemos adotar portanto o seguinte perfil para o canal:



ESCALA = 1:25



$$\begin{aligned}
 \text{Espessura das paredes} &= 0.50 \text{ m} \\
 \text{Volume por metro linear} &= 0.50 (0.7 + 2 \times 0.7 \times \text{sen } 45^\circ) = \\
 &= 0.50 \times 1.69 = 0.845 \text{ m}^3/\text{m1} \\
 \text{Custo unitário (9/1948)} &= \text{Cr.}\$ 300.00/\text{m}^3 \\
 \text{Custo por metro linear} &= 0.845 \times 300.00 = \text{Cr.}\$ 250.00/\text{m1}
 \end{aligned}$$

**Movimento de terra:**

Tratando-se de terreno relativamente plano, admitamos uma excavação média de 0.70 m

$$\begin{aligned}
 \text{Volume por metro linear} &= 0.7 (0.7 \times 2 \times 0.7 + 2) \cong \\
 &\cong 3.000 \text{ m}^3/\text{m1} \\
 \text{Custo unitário médio (9/1948)} &= \text{Cr.}\$ 13.00/\text{m}^3 \\
 \text{Custo por metro linear} &= 3.000 \times 13.00 = \text{Cr}\$ 39.00/\text{m1} \\
 \text{Custo total do canal por metro linear} &= \quad \quad \quad 250.00 + 39.00 \cong \\
 &\cong \text{Cr.}\$ 290.00/\text{m1} \\
 \text{Custo total do canal} &= 108 \times 290.00 = \\
 &\text{Cr.}\$ 31\,300.00
 \end{aligned}$$

## 13. RESUMO

Custo total da instalação  
" da instalação por metro linear.

## RESUMO DO ORÇAMENTO

D = 500 mm

Cr\$

OBRA	FERRO FUNDIDO		AÇO		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junta Dresser	Solda Elétrica	C	D	
1) Preço da tubulação, das conexões e das peças especiais .....	1.147.930,00	1.001.820,00	839.930,00	839.930,00	643.930,00	853.930,00	898.930,00
2) Custo do material para juntas .....	32.840,00	49.880,00	80.000,00	23.050,00	5.710,00	—	—
3) Transporte, carga e descarga .....	78.600,00	82.290,00	67.410,00	64.820,00	84.360,00	87.950,00	39.540,00
4) Assentamento da tubulação .....	115.430,00	129.800,00	65.780,00	63.970,00	77.900,00	79.000,00	79.000,00
5) Linha de transmissão elétrica .....	372.000,00	372.000,00	372.000,00	372.000,00	372.000,00	372.000,00	372.000,00
6) Linha telefônica .....	38.100,00	38.100,00	38.100,00	38.100,00	38.100,00	38.100,00	38.100,00
7) Estradas .....	430.000,00	430.000,00	430.000,00	430.000,00	430.000,00	430.000,00	430.000,00
8) Obras de Arte .....	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.900,00
9) Barragem vertedor .....	78.600,00	78.600,00	78.600,00	78.600,00	78.600,00	78.600,00	78.600,00
10) Estação elevatória .....	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00
11) Pilares de concreto .....	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00
12) Ancoragens .....	114.000,00	114.000,00	114.000,00	114.000,00	114.000,00	114.000,00	114.000,00
13) Obras diversas .....	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00
14) Conjunto elevatório .....	401.600,00	401.600,00	401.600,00	401.600,00	401.600,00	401.600,00	401.600,00
15) Canal .....	31.300,00	31.300,00	31.300,00	31.300,00	31.300,00	31.300,00	31.300,00
	Cr\$ 2.949.400,00	2.838.390,00	2.627.720,00	2.568.470,00	2.386.500,00	2.595.480,00	2.592.070,00
Eventuais 5% .....	147.300,00	142.000,00	131.000,00	128.200,00	119.000,00	129.600,00	129.000,00
	3.096.700,00	2.980.390,00	2.758.720,00	2.696.670,00	2.505.500,00	2.725.080,00	2.721.070,00
Administração e benefício 15% .....	464.000,00	447.000,00	413.000,00	404.000,00	376.000,00	409.000,00	408.000,00
<b>TOTAL</b> .....	<b>Cr\$ 3.560.700,00</b>	<b>3.427.390,00</b>	<b>3.171.720,00</b>	<b>3.100.670,00</b>	<b>2.881.500,00</b>	<b>3.134.080,00</b>	<b>3.129.070,00</b>

## RESUMO DO ORÇAMENTO

D = 550 mm

Cr\$

OBRA	FERRO FUNDIDO		A Ç O		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junça Dresser	Solda Elétrica	C	D	
1) Preço da tubulação, das conexões e das peças especiais .....	1.257.780,00	—	922.780,00	922.780,00	—	—	—
2) Custo do material para juntas .....	32.840,00	—	96.000,00	23.990,00	—	—	—
3) Transporte, carga e descarga .....	86.100,00	—	74.340,00	71.140,00	—	—	—
4) Assentamento da tubulação .....	127.350,00	—	74.430,00	74.680,00	—	—	—
5) Linha de transmissão elétrica .....	372.000,00	—	372.000,00	372.000,00	—	—	—
6) Linha telefônica .....	38.100,00	—	38.100,00	38.100,00	—	—	—
7) Estradas .....	430.000,00	—	430.000,00	430.000,00	—	—	—
8) Obras de Arte .....	50.000,00	—	50.000,00	50.000,00	—	—	—
9) Barragem vertedor .....	78.600,00	—	78.600,00	78.600,00	—	—	—
10) Estação elevatória .....	48.000,00	—	48.600,00	48.000,00	—	—	—
11) Pilares de concreto .....	60.000,00	—	60.000,00	60.000,00	—	—	—
12) Ancoragens .....	114.000,00	—	114.000,00	114.000,00	—	—	—
13) Obras diversas .....	5.000,00	—	5.000,00	5.000,00	—	—	—
14) Conjunto elevatório .....	352.540,00	—	352.540,00	352.540,00	—	—	—
15) Canal .....	31.300,00	—	31.300,00	31.300,00	—	—	—
Cr\$	3.029.610,00	—	2.693.090,00	2.618.130,90	—	—	—
Eventuais 5% .....	151.500,00	—	134.500,00	130.800,00	—	—	—
	3.181.110,00	—	2.827.590,00	2.748.930,00	—	—	—
Administração e benefício .....	477.000,00	—	424.000,00	412.000,00	—	—	—
<b>TOTAL</b> .....	<b>Cr\$ 3.658.110,00</b>	—	<b>3.251.590,00</b>	<b>3.160.930,00</b>	—	—	—

## RESUMO DO ORÇAMENTO

D = 600 mm

Cr\$

OBRA	FERRO FUNDIDO		A Ç O		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junta Dresser	Solda Elétrica	C	D	
1) Preço da tubulação, das conexões e das peças especiais .....	1.457.670,00	—	1.010.670,00	1.010.670,00	799.670,00	1.179.670,00	—
2) Custo do material para juntas .....	37.410,00	—	113.200,00	24.970,00	7.620,00	—	—
3) Transporte, carga e descarga .....	114.360,00	—	81.520,00	77.770,00	105.300,00	109.060,00	—
4) Assentamento da tubulação .....	140.450,00	—	84.230,00	84.600,00	82.860,00	84.400,00	—
5) Linha de transmissão elétrica .....	372.000,00	—	372.000,00	372.000,00	372.000,00	372.000,00	—
6) Linha telefônica .....	38.100,00	—	38.100,00	38.100,00	38.100,00	38.100,00	—
7) Estradas .....	430.000,00	—	430.000,00	430.000,00	430.000,00	430.000,00	—
8) Obras de Arte .....	50.000,00	—	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00	—
9) Barragem vertedor .....	78.600,00	—	78.600,00	78.600,00	78.600,00	78.600,00	—
10) Estação elevatória .....	48.000,00	—	48.000,00	48.000,00	48.000,00	48.000,00	—
11) Pilares de concreto .....	60.000,00	—	60.000,00	60.000,00	60.000,00	60.000,00	—
12) Ancoragens .....	114.000,00	—	114.000,00	114.000,00	114.000,00	114.000,00	—
13) Obras diversas .....	5.000,00	—	5.000,00	5.000,00	5.000,00	5.000,00	—
14) Conjunto elevatório .....	352.540,00	—	352.540,00	352.540,00	352.540,00	352.540,00	—
15) Canal .....	31.300,00	—	31.300,00	31.300,00	31.300,00	31.300,00	—
Cr\$	3.275.430,00	—	2.815.160,00	2.723.550,00	2.520.990,00	2.898.670,00	—
Eventuais 5% .....	163.600,00	—	140.700,00	136.300,00	126.000,00	145.000,00	—
Cr\$	3.439.030,00	—	2.955.860,00	2.859.850,00	2.646.990,00	3.043.670,00	—
Administração e benefício 15% .....	516.000,00	—	444.000,00	428.000,00	397.000,00	456.000,00	—
<b>TOTAL</b> .....	<b>Cr\$ 3.955.030,00</b>	—	<b>3.399.860,00</b>	<b>3.287.850,00</b>	<b>3.043.990,00</b>	<b>3.499.670,00</b>	—

**CUSTO TOTAL**  
**RESUMO FINAL**

**Cr\$**

DIAMETRO mm	FERRO FUNDIDO		AÇO		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junta Dresser	Solda Elétrica	C	D	
500	3.560.700,00	3.427.390,00	3.171.720,00	3.100.670,00	2.881.500,00	3.134.080,00	3.129.070,00
550	3.658.110,00	—	3.251.590,00	3.160.930,00	—	—	—
600	3.955.030,00	—	3.399.860,00	3.287.860,00	3.043.990,00	3.499.670,00	—

**CUSTO POR METRO LINEAR**

**Cr\$/ml**

DIAMETRO mm	FERRO FUNDIDO		AÇO *		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junta Dresser	Solda Elétrica	C	D	
500	2.360,00	2.170,00	2.100,00	2.055,00	1.910,00	2.075,00	2.073,00
550	2.425,00	—	2.160,00	2.095,00	—	—	—
600	2.620,00	—	2.250,00	2.180,00	2.015,00	2.320,00	—

**CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA**

**Estudo do custo do quilowatt-hora**

Foi estabelecido um custo médio, tendo por base os consumos de electricidade e as quantias pagas em 1941, 1944, 1946, 1947 e 1948.

Nos anteriores a 1947, o custo da energia eléctrica era inferior; vejamos o aumento sofrido:

	antes de 1947	depois de 1947	aumento
kwd	Cr.\$ 22.00/mês	Cr.\$ 25.564/mês	16.7%
kwh	Cr.\$ 0.03	Cr.\$ 0.035	16.2%

Houve portanto um aumento médio de 16.5% que iremos considerar no custo total, para atualizar os elementos que possuímos dos anos anteriores a 1947.

## ESTUDO DO CUSTO DO QUILOWATT-HORA

MESES	ANO									
	1941		1944		1946		1947		1948	
	kwh cons.	Cr\$	kwh cons.	Cr\$	kwh cons.	Cr\$	kwh cons.	Cr\$	kwh cons.	Cr\$
Janeiro	574 240.00	39.640,80	179 840.00	25.582,10	463 360.00	40.715,10	222 560.00	26.755,20	246 560.00	35.030,50
Fevereiro	371 360	25.336,30	119 360	15.141,70	326 080	29.933,10	148 640	20.882,10	254 240	27.850,60
Março	501 760	34.828,50	138 080	14.915,10	336 480	28.392,80	89 600	17.671,80	210 400	26.062,90
Abril	457 120	30.862,80	160 480	17.509,40	375 360	32.940,00	146 080	18.281,20	251 200	30.328,70
Mai	469 600	32.808,80	145 600	15.561,60	316 320	27.235,00	192 160	22.890,70	186 880	26.196,80
Junho	460 160	32.032,90	183 200	17.812,10	376 000	32.249,30	169 120	20.556,30	211 200	26.731,20
Julho	442 240	29.324,30	164 960	16.678,40	335 040	28.694,40	173 600	22.051,30	—	—
Agosto	490 080	32.230,40	238 720	18.931,70	242 400	26.156,80	270 560	26.903,40	—	—
Setembro	478 240	32.071,60	279 040	25.006,60	205 440	24.292,60	228 800	25.968,90	—	—
Outubro	343 840	27.719,50	225 760	20.264,50	250 880	22.820,60	180 160	20.950,40	—	—
Novembro	49 600	5.462,40	163 840	17.113,20	204 320	21.622,00	200 800	23.189,20	—	—
Dezembro	26 560	3.541,40	124 320	14.611,30	169 280	15.176,60	136 160	15.012,90	—	—
<b>TOTAL</b>	<b>4.664.800</b>	<b>325.859,70</b>	<b>2 123 200</b>	<b>219.127,70</b>	<b>3 600 960</b>	<b>330.228,30</b>	<b>2 158 240</b>	<b>261.103,40</b>	<b>1 360 480</b>	<b>172.200,70</b>
<b>Aumento 18,5%</b>		<b>53.700,00</b>		<b>36.200,00</b>		<b>54.500,00</b>				
<b>SOMA . . .</b>		<b>397.559,70</b>		<b>255.327,70</b>		<b>384.728,30</b>				

### RESUMO

ANO	Cr\$/kwh
1941	0.082
1944	0.120
1945	0.107
1947	0.121
1948	0.126
	0.556

Média = Cr\$ 0.111/kwh

**Consumo de energia elétrica**

Temos que 1 HP = 0.735 kwh, e portanto da pg. 139, temos:

Diâmetro mm	Trabalho kwh			
	Ferro fundido	A ç o	Concreto	Cimento amianto
500	320	304	289	280
550	281	271	262	256
600	258	253	247	243

Tempo de funcionamento das bombas = 4 meses

Periodo de funcionamento = 24 h/dia

Numero de horas =  $4 \times 30 \times 24 = 2880$  h

Quantidade de quilowatt-hora consumidos:

Diâmetro mm	Trabalho kwh			
	Ferro fundido	A ç o	Concreto	Cimento amianto
500	921 000	875 000	875 000	808 000
550	810 000	780 000	753 000	737 000
600	743 000	729 000	729 000	700 000

Custo de energia elétrica fornecida ao Estado:

Cr.\$ 0.111/kwh

**CUSTO DA ENERGIA ELÉTRICA POR ANO**

Diâmetro mm	C U S T O Cr\$			
	Ferro Fundido	A ç o	Concreto	Cimento amianto
500	102 400.00	97 300.00	90 500.00	89 600.00
550	90 000.00	86 800.00	84 000.00	82 000.00
600	82 600.00	79 200.00	81 100.00	77 800.00

**CONSERVAÇÃO DA ESTRADA**

Serão necessários 2 homens para conservar de 4.3 km de estrada.

Computando um salário de Cr.\$ 1 000.00/mês, isto constará por ano:

$$2 \times 1\,000.00 \times 12 =$$

Cr.\$ 24 000.00

**BOMBEIROS**

As bombas funcionarão 4 meses por ano, e portanto, só haverá necessidade de 1 bombeiro para a conservação das bombas, e na época de funcionamento, poderemos contar também com os bombeiros já existentes em Casa Grande.

Podemos computar o salário do bombeiro como:

$$\text{Cr.}\$ 1\,300.00 \text{ por mês, e custará por ano portanto: } 12 \times 1\,300.00 =$$

Cr\$ 15 600.00



## CONSERVAÇÃO DA LINHA DE RECALQUE

Os tubos de ferro fundido, concreto e cimento amianto estando enterrados não necessitam praticamente de conservação.

Os tubos de aço, estando descobertos necessitam aproximadamente de 5 em 5 anos de uma demão externa de tinta de alumínio sintética. A face externa é a que mais se acha sujeita à corrosão, e portanto a conserva será feita somente nesta face.

Consideraremos como já fizemos na pg. 143 e afirmamos acima, que na face externa será feita uma demão de tinta de alumínio sintética. Deve-se notar contudo, que este assunto deverá merecer consideração especial num estudo mais completo, pois a experiência adquirida pela R. A. E. neste ponto, tem indicado o pixe como ótima pintura, e de baixo preço.

Dados para a composição do custo por m<sup>2</sup>:

Estes dados já foram apresentados na pg. 143.

Suporemos pintura sem aparelhamento.

## a) Materiais:

Tinta:

Custo: Cr.\$ 147.00/galão

Consumo: 0.02 galão/m<sup>2</sup> ∴ Custo por m<sup>2</sup> = Cr.\$ 2.94

Raspadeira, escova etc. " " " = 0.24

b) Mão de obra: por m<sup>2</sup> (9/1948)

Raspagem: 0.20 h e com salário de

Cr.\$ 6.50/h 0.20 × Cr.\$ 6.50 = 1.30

Pintura:

1.50 h de pintor, e com salario de

Cr.\$ 6.00/h 1.50 × 6.00 9.00

0.15 h de servente, e com salario de

Cr.\$ 4.00/h 0.15 × 4.00 0.60

Total do custo por m<sup>2</sup> Cr.\$ 14.08

## Custo Total

Diâmetro mm	Circumf. m	Custo por m <sup>2</sup> Cr./m <sup>2</sup>	Custo por ml Cr./ml	Custo total Cr:	Custo anual Cr.
500	1.5959	14.08	22.50	34 000.00	6 800.00
550	1.7554	14.08	24.75	37 400.00	7 500.00
600	1.9149	14.03	27.00	40 750.00	8 200.00

**AMORTIZAÇÃO DO CAPITAL**

Suporemos um prazo de 30 anos a 8% ao ano para amortização do custo de obra. A quota de juros e amortização pagável anualmente pelo empréstimo de Cr.\$1,00 é

Cr.\$ 0,088883

Do quadro do custo total de obra teremos:

**QUOTA ANUAL DE JUROS E AMORTIZAÇÃO**

Cr\$

Diâmetro mm	FERRO FUNDIDO		AÇO		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junta Dresser	Solda Elétrica	C	D	
500	318 000.00	305.000.00	282 000.00	275 000.00	256 000.00	278 000.00	278 000.00
550	325 000.00	—	289 000.00	281 000.00	—	—	—
600	352 000.00	—	302 000.00	292 000.00	271 000.00	311 000.00	—

**RESUMO  
CUSTO ANUAL TOTAL**

D = 550 mm  
Cr\$

DESIGNAÇÃO	FERRO FUNDIDO		AÇO		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junta Dresser	Solda Elétrica	C	D	
1) Energia elétrica .....	102.400,00	102.400,00	97.300,00	97.300,00	90.500,00	90.500,00	24.000,00
2) Conservação da estrada .....	24.000,00	24.000,00	89.600,00	24.000,00	24.000,00	24.000,00	15.600,00
3) Bombeiros .....	15.600,00	15.600,00	15.600,00	15.600,00	15.600,00	15.600,00	89.600,00
4) Conservação de linha de recalque .....	—	—	8.800,00	8.800,00	—	—	—
5) Amortização e juros (30 anos a 8% ao ano) ..	316.000,00	304.000,00	282.000,00	275.000,00	256.000,00	278.000,00	278.000,00
<b>T O T A L</b> .....	<b>458.000,00</b>	<b>447.000,00</b>	<b>425.700,00</b>	<b>418.700,00</b>	<b>386.100,00</b>	<b>408.100,00</b>	<b>407.200,00</b>

D = 550 mm  
Cr\$

1) Energia elétrica .....	90.000,00	—	86.600,00	86.600,00	—	—	—
2) Conservação da estrada .....	24.000,00	—	24.000,00	24.000,00	—	—	—
3) Bombeiros .....	15.600,00	—	15.600,00	15.600,00	—	—	—
4) Conservação de linha de recalque .....	—	—	7.500,00	7.500,00	—	—	—
5) Amortização e juros (30 anos a 8% ao ano) ..	325.000,00	—	289.000,00	281.000,00	—	—	—
<b>T O T A L</b> .....	<b>454.600,00</b>	<b>—</b>	<b>422.700,00</b>	<b>414.700,00</b>	<b>—</b>	<b>—</b>	<b>—</b>

D = 600 mm  
Cr\$

1) Energia elétrica .....	82.600,00	—	81.100,00	81.100,00	79.200,00	79.200,00	—
2) Conservação da estrada .....	24.000,00	—	24.000,00	24.000,00	24.000,00	24.000,00	—
3) Bombeiros .....	15.600,00	—	15.600,00	15.600,00	15.600,00	15.600,00	—
4) Conservação de linha de recalque .....	—	—	8.200,00	8.200,00	—	—	—
5) Amortização e juros (30 anos a 8% ao ano) ..	352.000,00	—	302.000,00	292.000,00	271.000,00	311.000,00	—
<b>T O T A L</b> .....	<b>474.200,00</b>	<b>—</b>	<b>430.900,00</b>	<b>420.900,00</b>	<b>389.800,00</b>	<b>429.800,00</b>	<b>—</b>

**RESUMO**  
**CUSTO ANUAL TOTAL**  
**Cr\$**

Diâmetro mm	FERRO FUNDIDO		A Ç O		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junta Dresser	Solda Elétrica	C	D	
500	458.000,00	447.000,00	425.700,00	418.700,00	386.100,00	408.100,00	407.200,00
550	454.600,00	—	422.700,00	414.700,00	—	—	—
600	474.200,00	—	430.900,00	420.900,00	389.800,00	429.800,00	—

**CUSTO ANUAL TOTAL POR METRO LINEAR**  
**Cr\$/ml**

Diâmetro mm	FERRO FUNDIDO		A Ç O		CONCRETO		CIMENTO AMIANTO
	A	B	Junta Dresser	Solda Elétrica	C	D	
500	304,00	296,00	282,00	277,00	256,00	270,50	269,50
550	301,00	—	280,00	274,50	—	—	—
600	314,00	—	285,00	284,00	258,00	284,50	—

## CONCLUSÃO FINAL

O estudo dos quadros do custo de instalação da obra e do custo anual total nos permite tirar as seguintes conclusões:

1.ª) Abandono da solução do emprego do tubo de ferro fundido por ser o de custo mais elevado.

2.ª) Abandono da solução do emprego do tubo de cimento amianto e do tubo de concreto D por serem de custo pouco inferior ao do aço, material que apresenta melhores qualidades no emprego nas linhas de recalque, sujeitas a pressões altas.

3.ª) Abandono da solução do tubo de concreto C, pois, apesar do custo inferior, não apresenta vantagem. O custo não é tão menor que justifique o emprego de um material, que no mesmo caso dos citados na 2.ª conclusão, nas linhas de recalque, sujeitas a pressões elevadas, não é muito aconselhável.

4.ª) Utilização do tubo de aço.

Na utilização do tubo de aço, podemos tecer as seguintes considerações:

a) Abandono da solução do tubo de diâmetro de 500 mm, por ser de uma maneira geral de custo mais elevado.

b) Abandono da solução do tubo de diâmetro de 550 mm, por ser de custo pouco inferior ao tubo de diâmetro de 600 mm, e com o emprego deste podemos contar com maior capacidade de vazão, e além disso a velocidade da água na canalização é inferior, o que reduzirá os efeitos do golpe de ariete e do desgaste interno.

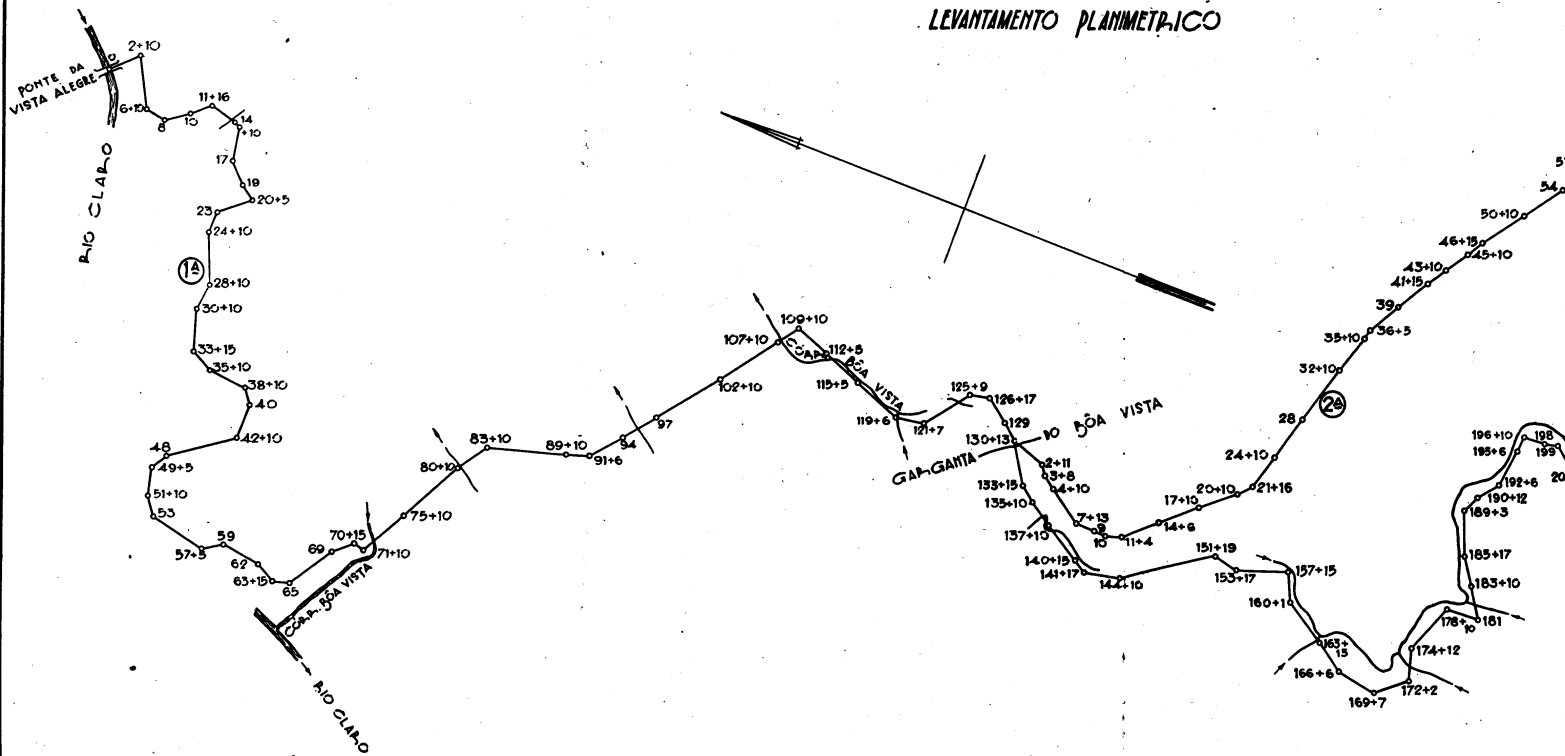
c) Emprego, como já foi dito, do tubo de diâmetro de 600 mm. A escolha entre o tubo com junta Dresser ou soldado eletricamente, dependerá de um estudo mais completo das condições particulares de cada uma das soluções citadas, levando em consideração não só as facilidades para adquirir as juntas Dresser, como também os elementos necessários à soldagem no campo, e também a questão de conservação da linha, e da reparação no caso de possíveis acidentes.

Em primeira aproximação aconselhamos o emprego dos tubos de aço soldados eletricamente, e de diâmetro de 600 mm. Neste caso torna-se necessária a existência, em Casa Grande, de um pequeno conjunto móvel para soldagem no campo, do material necessário e de pessoal habilitado, o qual no caso de um possível acidente poderá reparar a linha em pouco tempo.

# Adição do Rio Guaratuba

## ESTUDO DA LINHA DE RECALQUE

LEVANTAMENTO PLANIMETRICO



# Adição do Rio Guaratuba

## ESTUDO DA LINHA DE RECALQUE

LEVANTAMENTO PLANIMETRICO



<b>P.A.E. SÃO PAULO 4<sup>o</sup> S.T.</b>	
<b>ADUÇÃO DO RIO GUARATUBA ESTUDO DA LINHA DE RECALQUE</b>	
a) WALTER ENGRAÇADA DE OLIVEIRA ENGRº CIVIL	<b>ESCALA = 1:5 000</b>
VISTO a) OSCAR AMARANTE ENGRº CHEFE	<b>Nº 9116</b>
VISTO a) MARCIO DOS-SA DIP-ETOP	15-7-48 a) WALTER L. ROQUEIRA REPERT.

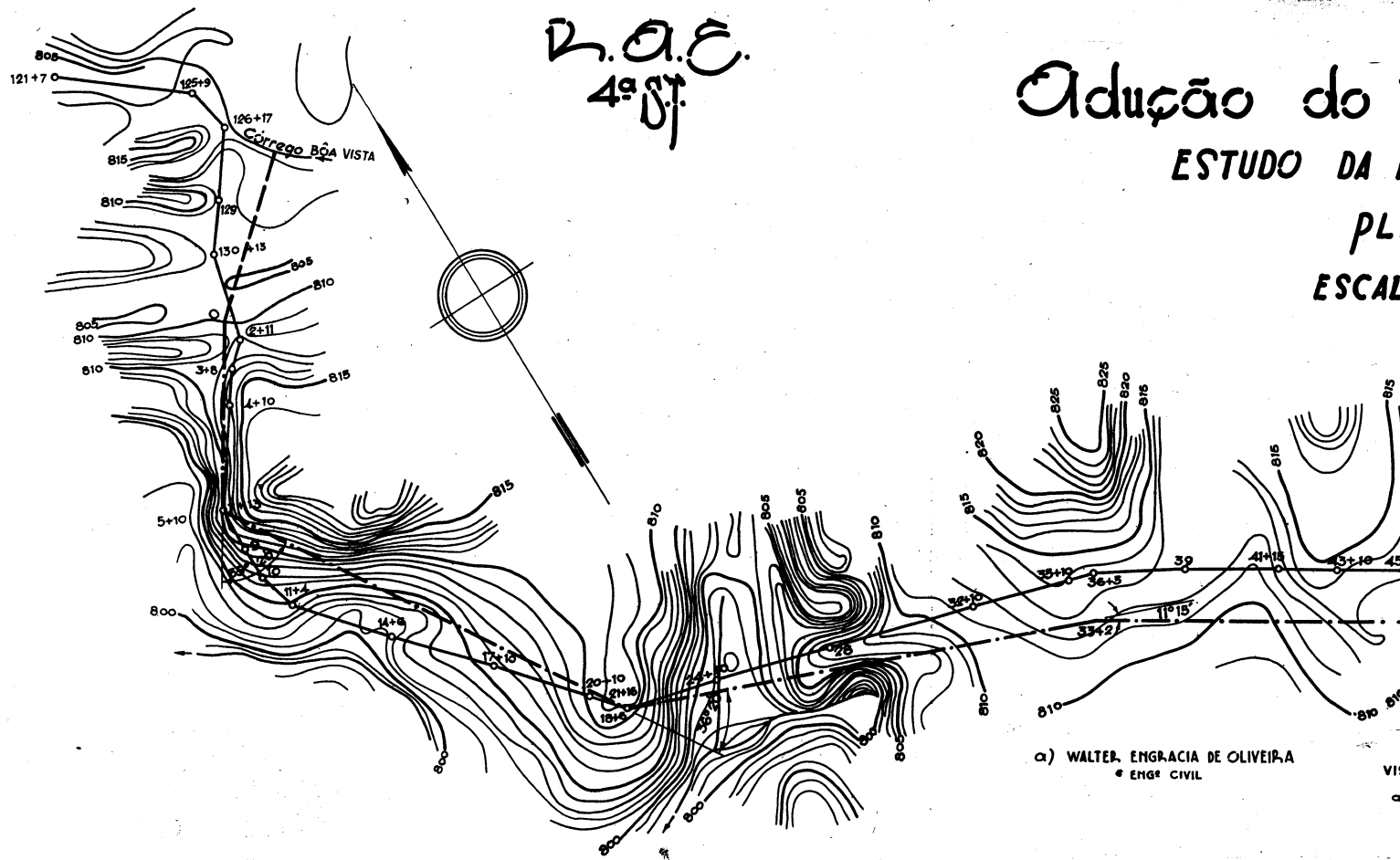
R.A.E.  
4º ST.

# Adução do

## ESTUDO DA

### PL

### ESCAL

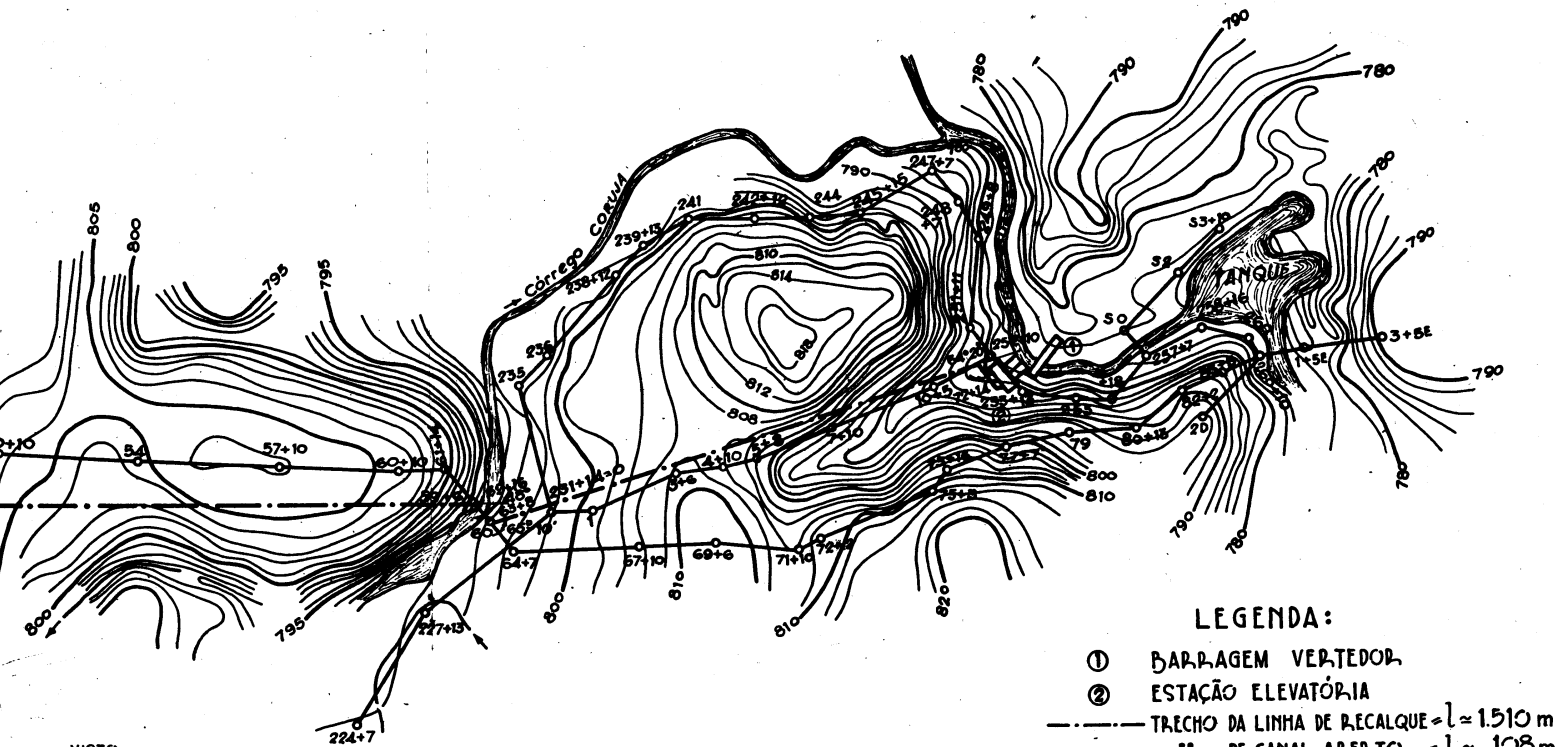


a) WALTER ENGRACIA DE OLIVEIRA  
• ENGE CIVIL



# Juaraatuba

## RECALQUE



### LEGENDA:

- ① BARRAGEM VERTEDOR
- ② ESTAÇÃO ELEVATÓRIA
- — — — — TRECHO DA LINHA DE RECALQUE =  $l \approx 1.510$  m
- — — — — " DE CANAL ABERTO =  $l \approx 108$  m

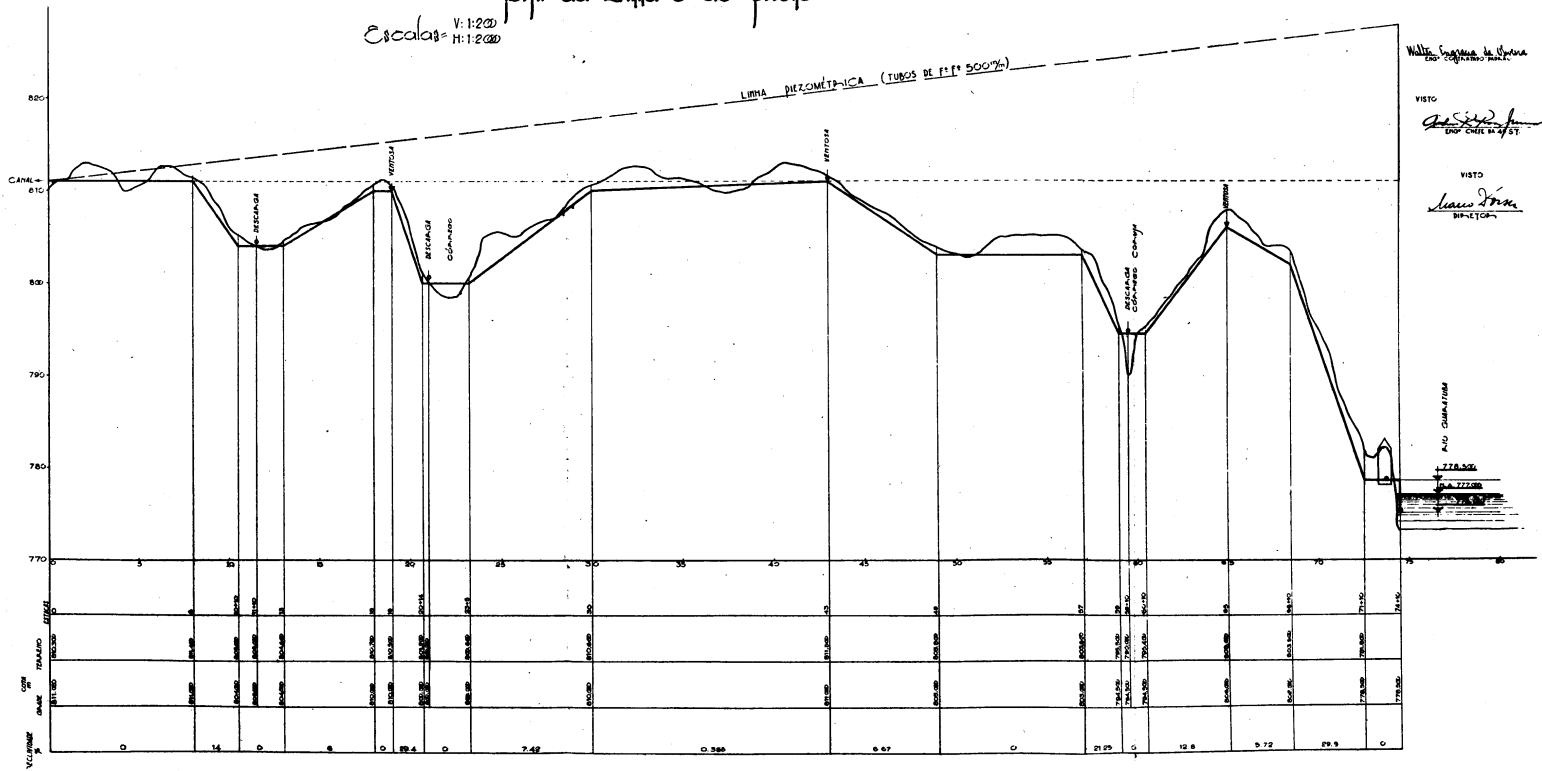
VISTO  
a) MARIO DORSA  
DIRETOR

# Adição do Rio Guaratuba

## Estudo da Linha de Recalque

### perfil da Linha e do Ferrão

Escalas = V: 1:200  
H: 1:200



Walter Gonçalves de Oliveira  
Eng. Civil - R. 100

VISTO  
*[Assinatura]*  
Eng. Civil - R. 100

VISTO  
*[Assinatura]*  
Eng. Civil - R. 100

A.U. DIMANTISM

772.50  
772.00  
771.50