

ESTIMATIVA DE CUSTOS PARA IMPLANTAÇÃO DOS SERVIÇOS DE ÁGUA E ESGOTOS

Eng.º MAZZINI MANDARANO (*)

Para o preparo do relatório preliminar, é indispensável ao engenheiro, o conhecimento do custo dos diversos componentes do sistema, com objetivo de fixar o orçamento global, para um estudo de viabilidade econômica.

Geralmente encontra-se certas dificuldades para obtenção de elementos para consulta, que nos possa dar uma estimativa geral das obras a serem executadas.

Com objetivo de facilitar a fixação de um orçamento estimativo, elaboramos o presente trabalho em que os preços são vigentes em Outubro de 1970.

É evidente que na época em que se estiver fazendo o orçamento, deverá ser levado em consideração os aumentos baseados na Conjuntura Econômica da Fundação Getúlio Vargas, no seu índice de preços.

Serviu-nos de roteiro para a elaboração do presente trabalho, o Estudo de Custos de Obras de Abastecimento de Águas e Esgotos Sanitários, organizado pelo Eng.º Ataulpho Coutinho e Ênio Tourasse.

Nossos gráficos, foram organizados baseados nos preços obtidos nas diversas Concorrências realizadas.

Queremos salientar a necessidade de um bom senso na manipulação dos diversos preços unitários, porquanto tem de levar em conta a zona em que a obra deverá ser implantada.

Esperamos que o nosso trabalho, venha a satisfazer aos engenheiros, que dedicam ao estudo para a implantação do sistema de abastecimento de água e de esgotos sanitários.

ABASTECIMENTO DE ÁGUA

ESTIMATIVA DE CUSTO

Para efeito de elaborarmos uma estimativa

(*) Engenheiro do Fomento Estadual de Saneamento Básico — FESB.

de custo, podemos dividir o sistema nas seguintes partes:

- 1) Tomada d'Água ou Captação
- 2) Casas de Bombas — Instalação de Recalque
- 3) Adutora
- 4) Estação de Tratamento (E.T.A.)
- 5) Reservatórios
- 6) Rêde Distribuidora
- 7) Aparelhos Medidores
- 8) Obras Complementares

1. TOMADA D'ÁGUA OU CAPTAÇÃO

É a parte mais difícil de estabelecer parâmetros para avaliação prévia do custo, dado a diversidade de sistema de captação e a constituição do terreno em que vai implantar a obra.

1.1. Captação por Drenos

Entra em sua avaliação o bom-senso e a experiência em obras dos engenheiros, avaliando o comprimento dos drenos até a caixa de areia. Os drenos geralmente são executados em manilhas de barro, diâmetros de 100 a 150 mm.

Para uma estimativa de custo adotamos o seguinte critério:

Comprimento dos drenos x Cr\$ 35,00 p/m.

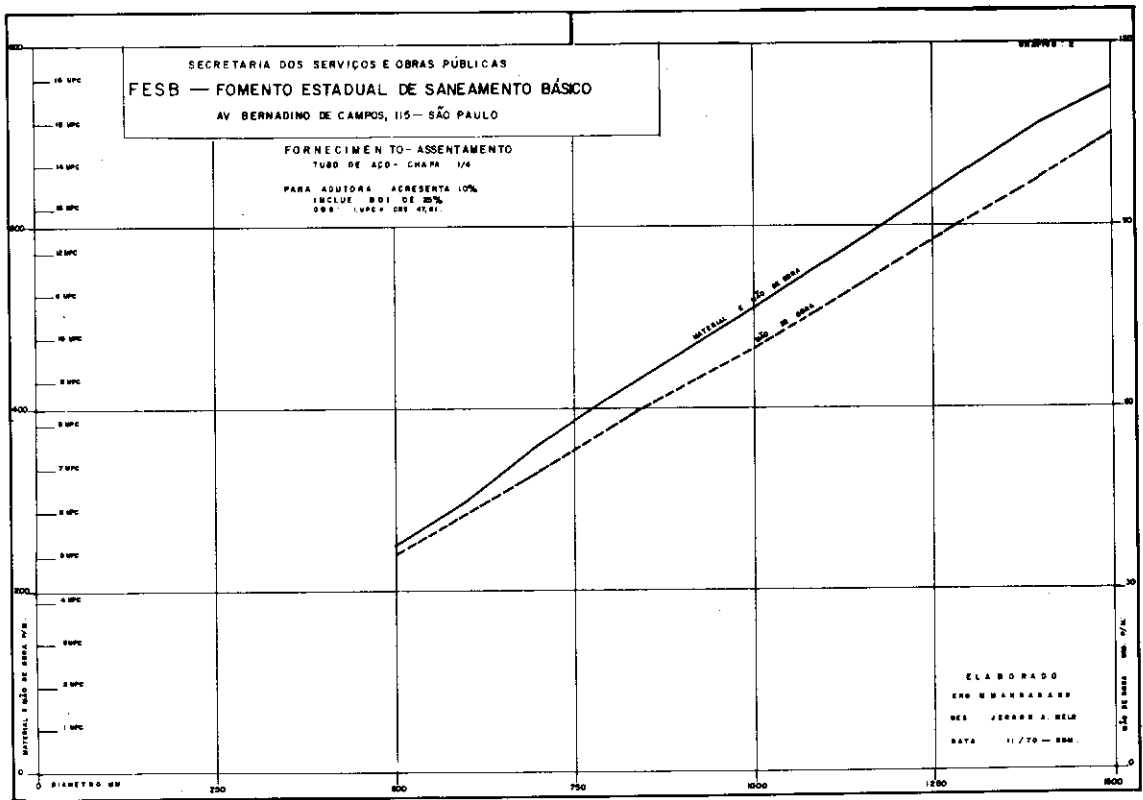
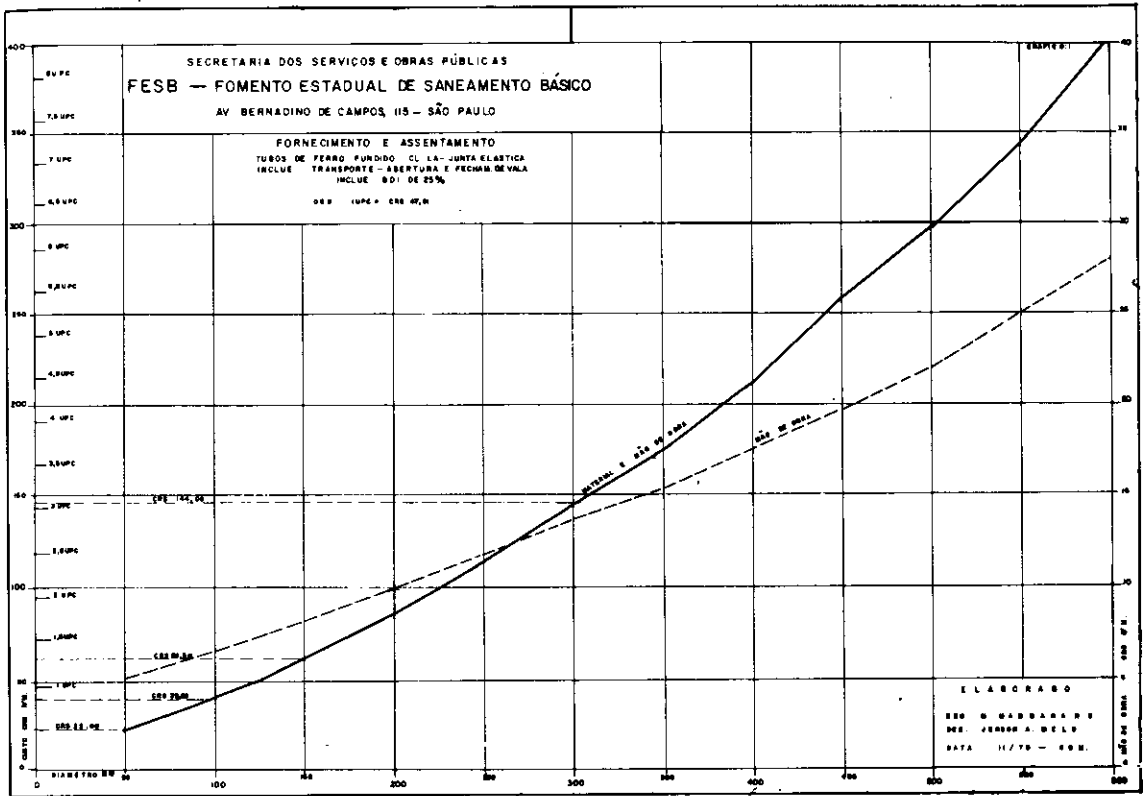
No preço acima estipulado acha-se incluído abertura das valas com profundidade de 1,50 m, pedra britada para envolver as manilhas drenantes, fechamento das valas, caixa de areia, cerca protetora da área drenada e eventuais escoramentos das valas.

1.2. Captação Superficial

Nêste tipo poderá ocorrer duas modalidades a saber:

1.2.1. Tomada Direta no Manancial

Nêste caso para uma estimativa de custo devemos considerar o preço de tubulação devi-



damente assentada, acrescentando o preço do registro respectivo.

1.2.2. Tomada Direta com Barragem

Quando se constrói pequena barragem para proceder a tomada, levamos em conta o volume de concreto.

Para estimativa de custo, levamos em consideração o tipo de concreto a ser utilizado, sendo o preço do mesmo dobrado para fazer face as escavações etc....

Tratando-se de uma barragem de péso o volume de concreto poderá ser avaliado conforme tabela n.º 1.

Altura m	Volume de concreto por m de compr.
2	2 m ³
3	4,5 m ³
4	8 m ³
5	12 m ³
6	17 m ³
7	24 m ³
8	30 m ³
9	40 m ³
10	55 m ³

1.3. Captação por Poços Profundos

A profundidade média do poço podemos considerar em torno de 120 m.

Podemos estimar a perfuração de um poço com revestimento em tubo de aço, com devido equipamento para extração d'Água nas seguintes bases:

- a) Perfuração -- inclusive revestimento Cr\$ 420,00 p/m.
- b) Conjunto -- Motor-Bomba de Eixo prolongado, inclusive chave -- etc.... Cr\$ 1.250,00 p/HP.

2. CASA DE BOMBAS E POÇO DE SUÇÃO

Temos aqui duas partes a serem avaliadas como segue:

2.1. Construção Civil

Inclue nesta parte, as instalações hidráulicas e elétricas normais em uma construção. Podemos adotar a área de 25 m² de construção para cada conjunto motor-bomba.

Construção Civil -- Cr\$ 300,00 p/m².

2.2. Conjunto Motor-Bomba

Temos geralmente dois conjuntos em uma casa de bombas.

Para cada conjunto considerando os implementos hidráulicos, quadro de manobras, chaves, etc.... temos o valor de:

até 30 H.P. Cr\$ 450,00 p/H.P.
 acima de 30 H.P. Cr\$ 350,00 p/H.P.

3. ADUTORA

Geralmente a adutora é de ferro fundido podendo entretanto ser também de aço -- cimento amianto.

Para estimar o custo da adutora, entramos nos gráficos n.º 1 2 -- 3 e 4.

Para as adutoras nos gráficos em tela acrescentar ao valor de m linear 10% para marcação, limpeza transporte de tubo até a vala e escoramentos, bem como peças especiais e acessórios.

4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO (E.T.A.)

A Estação de Tratamento é constituída de:

4.1. Casa de Química -- Administração e Galerias.

4.2. Flocladores -- Decantadores e Filtros.

4.3. Equipamento Geral da E.T.A.

O gráfico n.º 5 nos dá o valor da E.T.A. em função do m³ de água tratada por dia. Esse gráfico nos fornecem o custo total da E.T.A. (inclue os itens -- 4.1 -- 4.2 -- 4.3).

Existindo projeto para a E.T.A., podemos estimar o custo dos itens 4.1 -- 4.2 -- 4.3 da seguinte maneira:

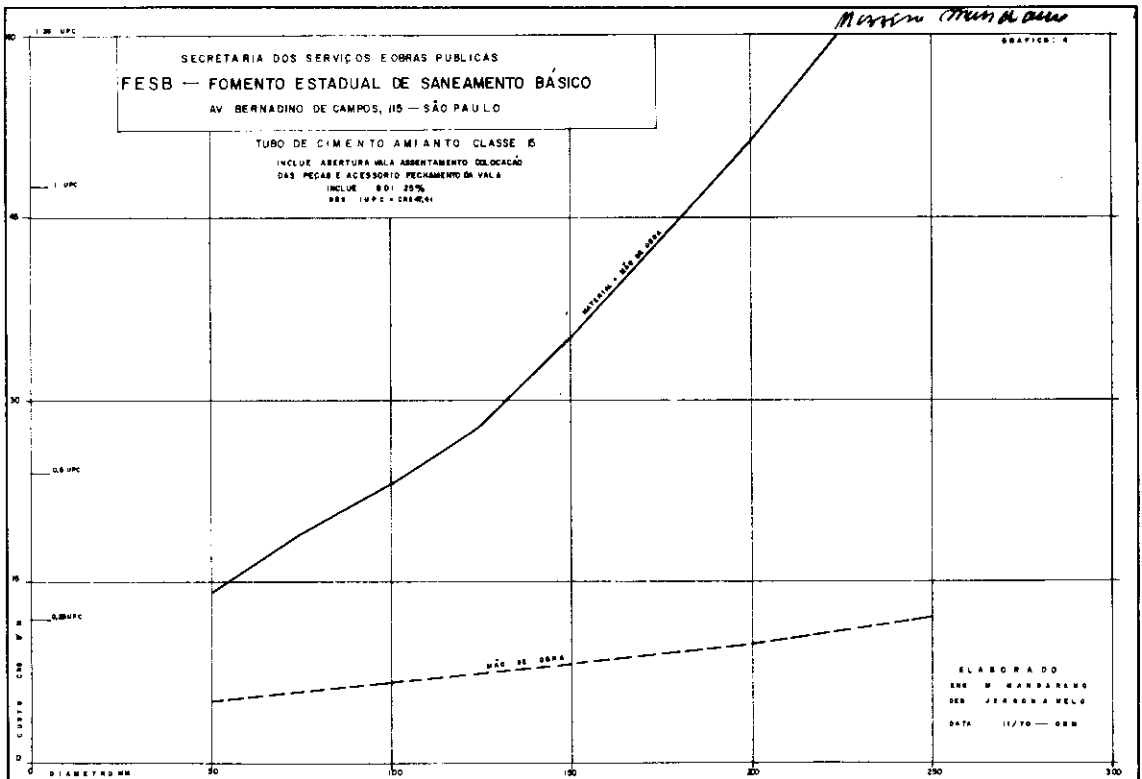
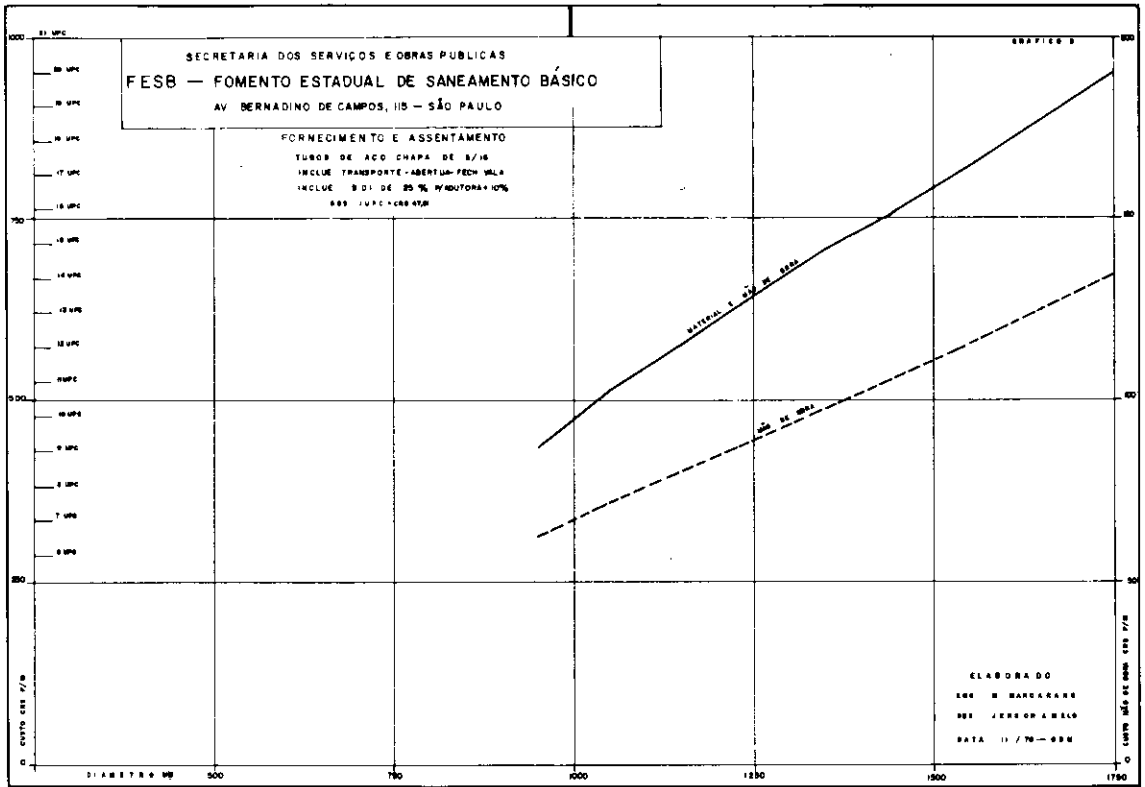
4.1. Casa de Química -- Administração e Galerias

Para uma estimativa de custo deste item, tomamos a área a ser construída e multiplicamos pelo custo do m³ de concreto armado de 300 kg/cimento/m³. Com este preço nós obtemos um acabamento de primeira para a construção civil.

Adotar 77 kg de ferro CAT 50 e 12 m² de fôrma por m³ de concreto.

4.2. Flocladores -- Decantadores e Filtros

Para uma estimativa de custo do item em aprêço, tomamos a área horizontal do conjunto



e multiplicamos por 0,60 afim de obter o volume de concreto.

Considerando que o traço de concreto para obras desta natureza deve ser no mínimo de 320 kg/cimento/m³, apuramos o preço do metro cúbico de concreto armado e acrescentamos 40% para revestimento, junta dilatação, etc....

Adotar 77 kg de ferro CAT 50 e 8 m² de fôrmas por m³ de concreto.

4.3. Equipamento Geral da E.T.A.

Para o equipamento da E.T.A. tomamos de 40 a 50% do valor da construção civil.

5. RESERVATÓRIOS

Consideramos na nossa estimativa, 2 (dois) tipos de reservatórios a saber:

- 5.1. Reservatório Semi-Enterrado ou Enterrado.
- 5.2. Reservatório Elevado.

Para estimar o custo de cada um dos itens acima adotamos o seguinte critério:

5.1. Reservatório Semi-Enterrado ou Enterrado

Considerando um cálculo de concreto bem executado, podemos avaliar o volume de concreto de um reservatório, multiplicando o parâmetro da tabela 1 pela capacidade de m³ de água armazenada.

TABELA N.º 1

Capacidade m ³ água	Parâmetro de concreto por m ³ de água
100	0,19
200 a 400	0,12
500 a 600	0,104
700	0,093
1.000 a 1.200	0,090

Para estimar o custo de um reservatório enterrado ou semi-enterrado entramos no gráfico n.º 5.

5.2. Reservatório Elevado

Consideramos o tipo clássico (Intze) de reservatório elevado e para avaliar o seu volume de concreto temos a tabela n.º 2.

TABELA N.º 2

Capacidade m ³	M ³ de concreto por m ³ de água
100	0,400
150	0,280
200	0,230
400	0,210
600	0,205
600 *	0,300

* Reservatório Elevado Tipo Cálice.

Para estimar o custo do reservatório elevado, entramos no gráfico n.º 7.

6. REDE DISTRIBUIDORA

Para avaliar o comprimento da rede distribuidora sem que tenha o projeto, levamos em consideração a densidade demográfica por hectare.

Aplicando-se a fórmula:

$$l = \frac{e}{h} = a H.$$

- l = comprimento total da rede
- e = extensão de ruas por hectare
- h = densidade demográfica por hectare
- H = habitantes a serem abastecidos

O valor de a nos é dado pela tabela n.º 3

TABELA N.º 3

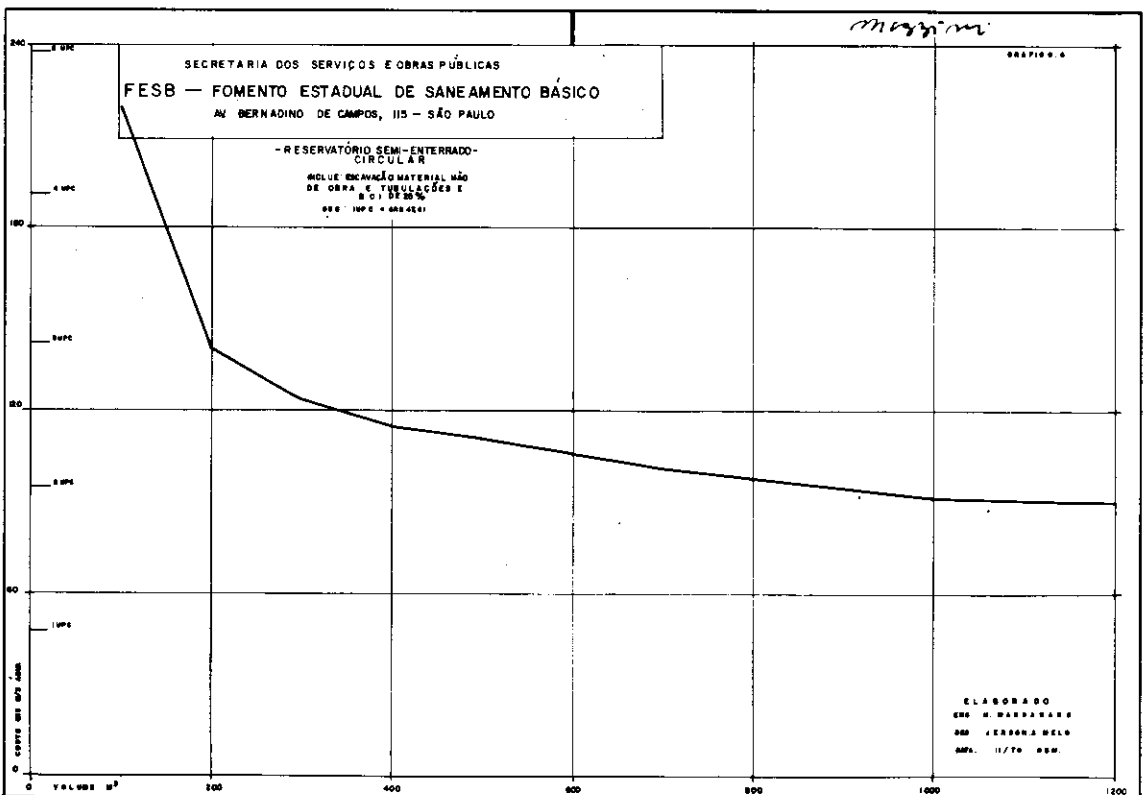
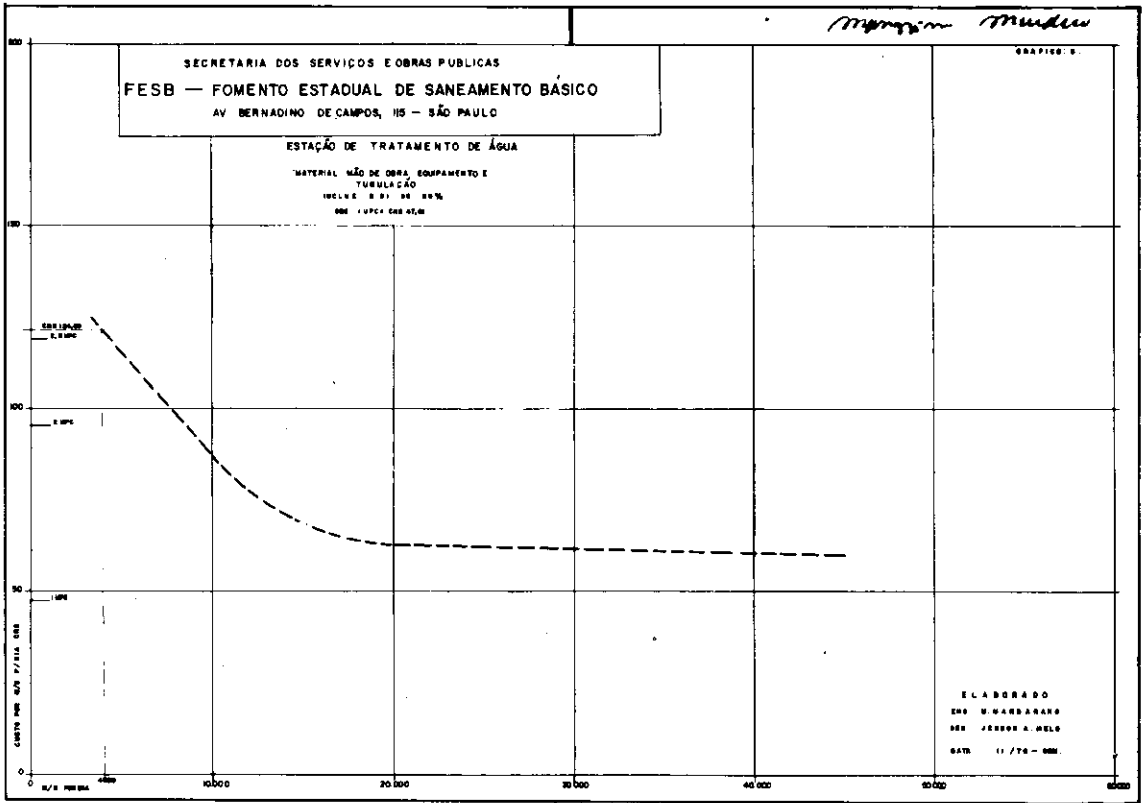
Densidade demográfica Hab/ha	Valores de a	
	e = 150 m/ha	e = 200 m/ha
50	3,00	4,00
60	2,50	3,33
80	1,88	2,50
100	1,50	2,00
120	1,05	1,67
150	1,00	1,39
200	0,75	1,00

A densidade demográfica por hectare entre 500 e 100 são geralmente encontradas nas pequenas cidades.

Obtida a extensão da rede, devemos escolher os diâmetros, os quais são aproximadamente:

Para grandes cidades:

- 50% da extensão da rede em 50 mm.
- 30% da extensão da rede em 100 mm.
- 20% da extensão da rede em 200 mm.



Para pequenas cidades:

65% da extensão da rede em 50 mm.

25% da extensão da rede em 100 mm.

10% da extensão da rede em 150 mm.

Podemos ainda obter a extensão da rede considerando que a mesma é de 2 m por habitante.

Para estimativa de custo da rede, usamos os gráficos n.º 1 e 4 dependendo do material escolhido. Devemos ainda acrescentar para peças especiais e acessórios e caixa de registro, 12,5% sobre o valor da rede. Quando se tratar de peças especiais e acessórios com junta de chumbo, nos tubos de f.º f.º, 15% do valor da rede.

7. APARELHOS MEDIDORES

Querendo implantar o serviço medido para o consumo de água, temos que avaliar a quantidade de hidrômetros.

Consideramos que 80% dos prédios instalarão medidores, é evidente que essa porcentagem varia com a localidade a abastecer.

O total de prédio será estimado como base no número de habitantes por unidade.

Os hidrômetros podem ser de 3 e 5 m³/hora, sendo que a maioria é de 3 m³/hora.

O número equivalente de medidores de pequeno diâmetro é cerca de 1,4 vezes o número total de medidores (equivalência de preços).

8. OBRAS COMPLEMENTARES

Como obras complementares, classificamos:

8.1. Linha de Transmissão de Energia Elétrica.

8.2. Estação Transformadora de Energia Elétrica.

Para estes itens temos as seguintes estimativas:

8.1. Linha de transmissão completa -- poste de madeira -- Cr\$ 15.000,00/p/km.

8.2. Para estação transformadora podemos adotar uma base de Cr\$ 400,00 p/K.V.A. inclue a Construção Civil e todo equipamento.

9. FILTROS LENTOS

Quando não há necessidade de um tratamento convencional completo, sendo somente resolvido com a filtragem lenta e desinfecção, pa-

ra estimar o custo deste processo, adotamos o seguinte critério:

9.1. Adotamos o coeficiente de 4 m³ de água filtrada por dias por m² de área filtrante, obtendo desta maneira o tamanho do filtro.

Devemos sempre considerar duas (2) unidades.

Para determinar o volume de concreto, tomamos as dimensões externas e determinamos a área de construção multiplicando pelo coeficiente 0,50.

O custo total considerando estrutura de concreto, revestimento, material filtrante e tubulação é obtido, multiplicando por 2,7 o valor em Cr\$ do concreto armado de 320 kg/cimento/m³, pelo volume de concreto.

Custo: Volume do concreto x Valor do m³ de concreto armado/320 kg/cimento/m³ x 2,70.

9.2. Desinfecção

Considerando uma bomba de 10 l/hora de solução, temos que a desinfecção ficará:

Bomba (incluso equipamento e abrigo de 9 m² de área construída) Cr\$ 15.000,00.

ESGOTOS SANITARIOS

Podemos considerar o sistema de Esgotos Sanitários como dividido em:

1. Rede
2. Poços de Visita
3. Tratamento
4. Recalque
5. Emissários
6. Prédio de Administração

1. REDE COLETORA

O custo de uma rede de esgotos, depende da topografia e urbanização da cidade, bem como, do consumo de água «per capita», habitantes servidos e densidade demográfica.

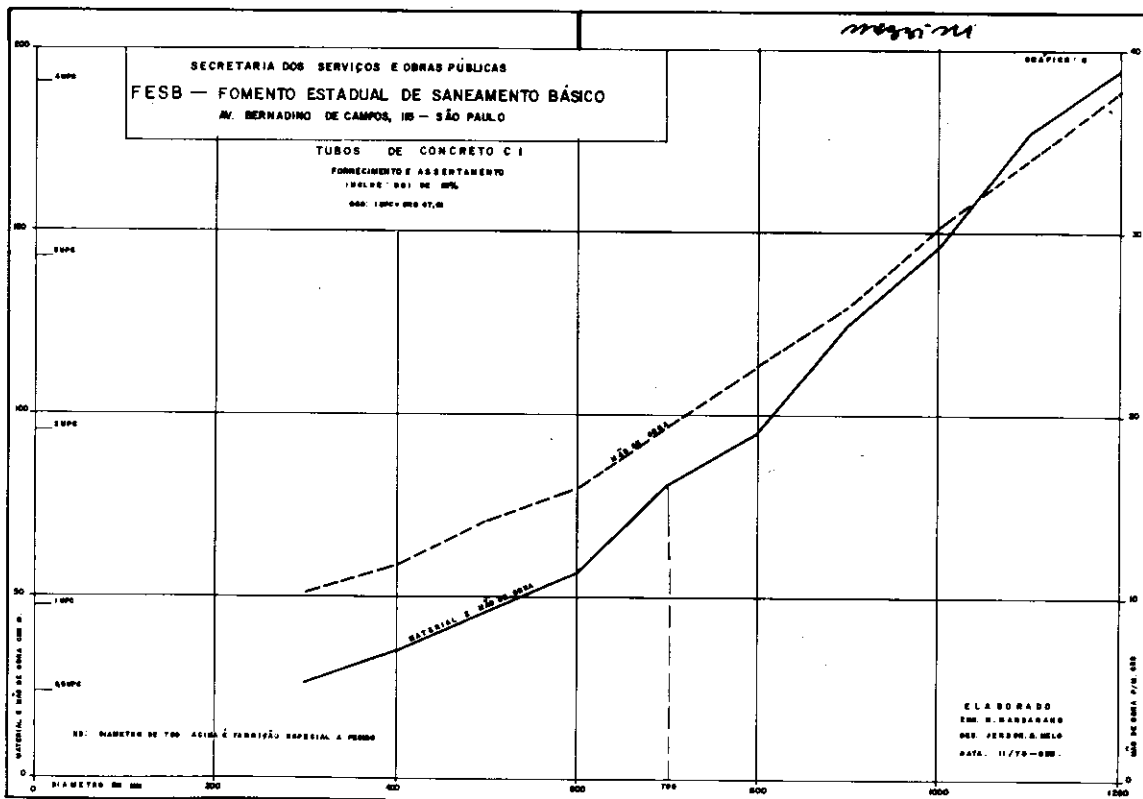
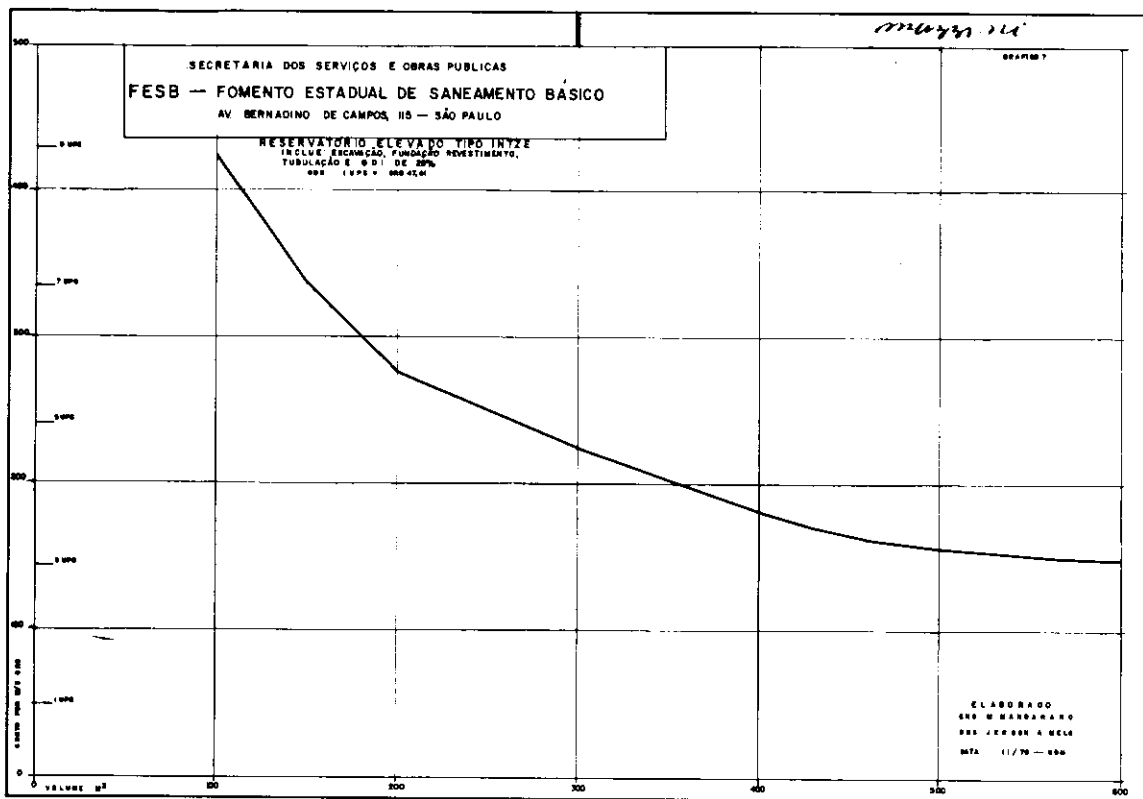
Para determinar a extensão da rede coletora, usamos o mesmo critério para determinação da rede de água.

Podemos admitir os diâmetros dos coletores como sendo:

1.1. Cidades Grandes:

50% da extensão total em 150 mm.

50% da extensão total em 200 mm.



1.2. Cidades Pequenas:

85% da extensão total em 150 mm.

15% da extensão total em 200 mm.

Geralmente usamos para rede coletora de esgotos manilhas de barro vidrado.

No gráfico n.º 10 encontramos o preço do material assente, inclusive abertura, fechamento das valas e material de juntas. Sobre o total deverá ser considerado um acréscimo de 5% (cinco por cento) para eventuais escoramentos.

2. POÇOS DE VISITA

Podemos considerar como sendo 1 (um) poço de visita, para cada 100 m da rede coletora ou emissário.

Poço de visita tipo usual, com tampão de ferro fundido (100 kg), temos o seu custo médio em: Cr\$ 600,00 por unidade.

3. TRATAMENTO

O volume diário de esgotos a ser tratado é estimado aproximadamente em 80% do volume diário de água.

O custo de um tratamento de esgotos, varia com o tipo a ser feito.

Os engenheiros Ataulpho Coutinho e Ênio Tourasse, estimaram o custo do tratamento em função do m³/dia tratado, cujos valores em cruzeiros foram atualizados e constam da tabela n.º 4.

TABELA N.º 4

Volume tratado m ³ /dia	Tratamento primário Cr\$/m ³	Tratamento completo Cr\$/m ³
5.000	150,00	285,00
10.000	120,00	250,00
20.000	80,00	175,00
30.000	50,00	135,00
40.000	30,00	75,00

3.1. Lagôa de Oxidação

Em pequenas comunidades, podemos usar o tratamento por meio da lagôa de oxidação.

Podemos considerar como área útil (espelho d'água) 6 m² por habitantes e o seu custo estimado em:

Lagôa de Oxidação Cr\$ 6,00/m² de área de construção.

4. RECALQUE

Adotamos o mesmo critério usado para o recalque de água (Casa de Bombas e Conjunto Motor-Bomba).

5. EMISSÁRIO

Normalmente usamos manilhas de barro ou tubos de concreto.

Para estimar o custo do emissário entramos nos gráficos n.ºs 8, 9 e 10 conforme o material escolhido. Acrescentamos ao total 10% (dez por cento) para escoramentos, etc.

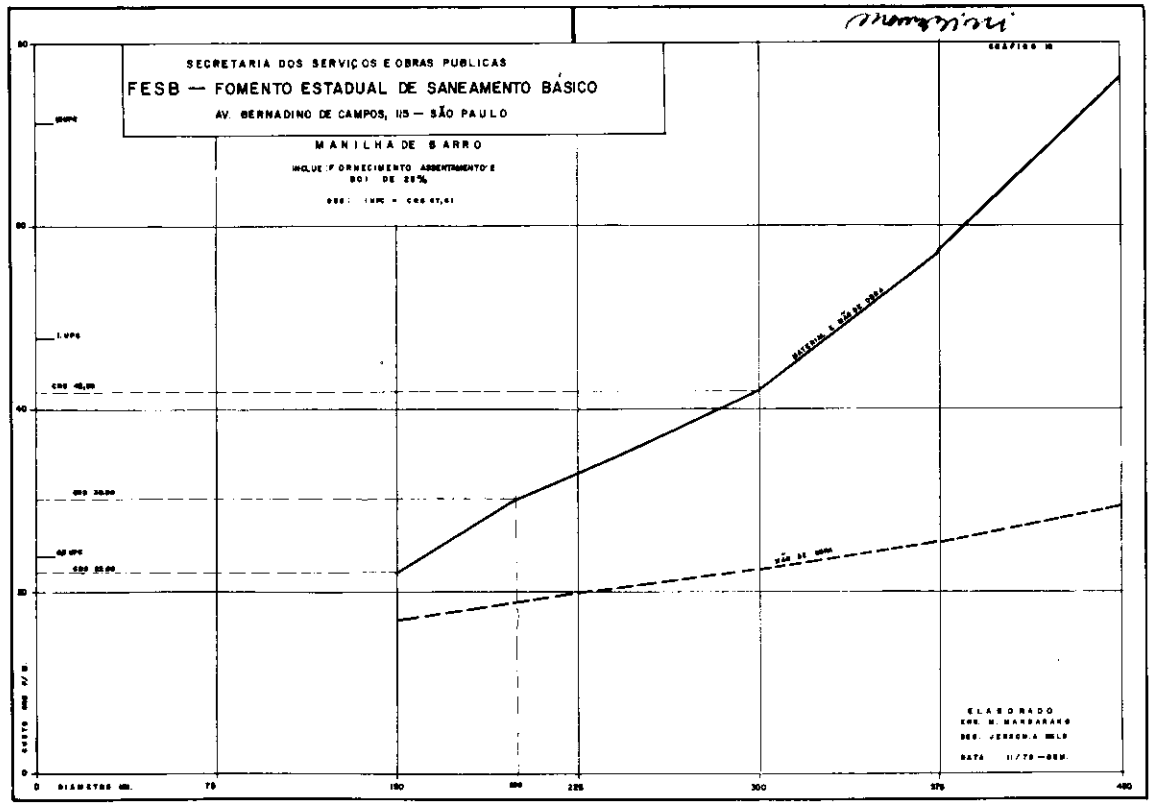
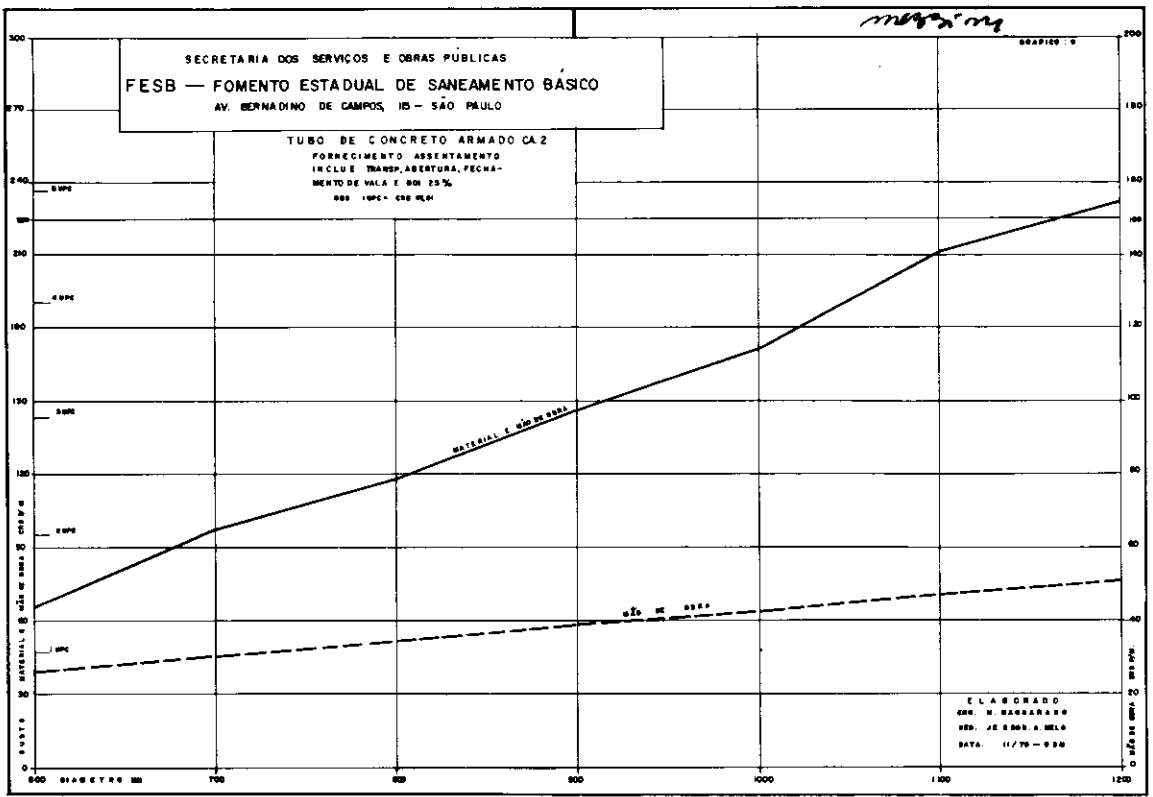
6. PRÉDIOS DE ADMINISTRAÇÃO

Para prédio de administração consideramos a área construída e tomamos o custo de Cr\$ 400,00 por m² para um acabamento de primeira.

EXEMPLO

Desejando implantar o Serviço de Abastecimento de Água e de Esgotos Sanitários de uma cidade cujos dados são os seguintes:

População de projeto	20.000 habitantes
Consumo de água (per capita)	200 l/ha/dia
Densidade demográfica média	80 hab/ha
Densidade dos logradouros	150 m/ha
Volume aduzido diário (médio)	4.000 m ³
Adutora até Casa de Bombas (gravidade)	300 m
Adutora Recalque à E.T.A.	1.500 m
Potência do conjunto Motor-Bomba de recalque	80 HP
Diâmetro Adutora Recalque	250 mm
Emissário	500 m
Tratamento de água convencional (floculadores -- decantadores -- filtros -- etc....)	
Tratamento do esgoto	completo
Captação no Ribeirão -- Barragem de concreto ciclópico, assente em rocha -- 15 m de comprimento e 3 m de altura	
Linha de Transmissão de 13.200 V	600 m



ABASTECIMENTO DE ÁGUA

NATUREZA	PREÇO UNITÁRIO	PREÇO TOTAL
1. Captação		
1.1 Barragem: altura 3 m comprimento 15 m. Pela tabela n.º 1 temos: $4,5 \text{ m}^3 \times 15 = 67,5 \text{ m}^3$ concreto ciclópico. Custo do m^3 de concreto ciclópico = Cr\$ 168,00. Custo captação $67,50 \times 168 \times 2$		22 680,00
2. Casas de Bombas (Recalque água bruta)		
Area construida = 50 m^2 para 2 conjuntos $\times 300,00$	15.000,00	
2 conjuntos = 160 HP $\times 350,00$	56.000,00	71.000,00
3. Adutoras		
3.1 Adutora gravidade f.º f.º classe LA.		
Gráfico n.º 1 nos fornece preço para $\varnothing 300 \text{ mm}$.		
$\varnothing 300 \text{ mm} \times 144,00$	43 200,00	
Obras complementares — 10% s/ 43 200,00	4 320,00	47 520,00
3.2 Adutora recalque f.º f.º classe LA.		
Gráfico n.º 1 temos para $\varnothing 250 \text{ mm}$.		
$1.500 \text{ mm} \times 118,00$	177.000,00	
Obras complementares 10% s/ 177 000,00	17 700,00	194 700,00
4. Estação de Tratamento (E.T.A.)		
Capacidade de $4\ 000 \text{ m}^3/\text{dia}$. Gráfico n.º 5 nos fornece para $4\ 000 \text{ m}^3/\text{dia}$ o custo de Cr\$ $124,00/\text{m}^3$.		
Custo E.T.A. (inclui itens 4.1 4.2 4.3) $4\ 000 \times 124,00$		496.000,00
5. Reservatório		
Semi-enterrado perto da E.T.A. Volume $1\ 200 \text{ m}^3$. O gráfico n.º 6 nos fornece o preço para 1.200 m^3 de Cr\$ $90,00/\text{m}^3$.		
Custo: $1.200 \times 90,00$		108 000,00
6. Réde		
6.1. Extensão		
Considerando 80 hab/ha e $= 150/\text{m}^3/\text{ha}$.		
$20.000 \times 1,88 = 37.600 \text{ m}$.		
Para pequenas cidades temos:		
$65\% \times 37.600 = 24.400$ — $\varnothing 50 \text{ m}$		
$25\% \times 37.600 = 9.400$ — $\varnothing 100 \text{ m}$		
$10\% \times 37.600 = 3.760$ — $\varnothing 150 \text{ m}$		
Custo da réde		
Pelo gráfico n.º 1 temos:		
$\varnothing 50 \text{ mm} \text{ --- } 24.440 \text{ m} \times 22,00$	537.680,00	
$\varnothing 100 \text{ mm} \text{ --- } 9.400 \text{ m} \times 39,50$	371.300,00	
$\varnothing 150 \text{ mm} \text{ --- } 3.760 \text{ m} \times 60,50$	227.480,00	1.136.460,00
Peças especiais, acessórios e caixa de registro.		
$12,5\% \text{ s/ } 1.136.460,00$		142.057,50
7. Aparelhos medidores		
Considerando que 80% instalarão hidrômetro temos:		
20.000		
Número de prédios = $\frac{\quad}{5/H/\text{pred.}}$		
4.000 prédios		
Número de pequenos medidores:		
$4.000 \times 1,4 = 5.600$ pequenos medidores.		
Custo: $5.600 \times 60,00$		336.000,00

8 **Obras complementares**

8.1	Linha de transmissão para Casa de Bombas: 0,600 km x 15.000,00	9.000,00	
8.2	Cabine transformadora: 80 K.V.A. x 400,00	32.000,00	41.000,00
Soma Total			<u>2.595.417,50</u>

Custo por habitantes:

$$\frac{2.595.417,50}{20.000} = \text{Cr\$ } 129,77 = \text{Cr\$ } 130,00/\text{habitante.}$$

E S G O T O S S A N I T A R I O S

1.	Rêde	Cr\$	Cr\$
	Determinamos a extensão da rêde usando o mesmo sistema adotado para a água. 20.000 x 1,88 = 37.600 m. Diâmetro das manilhas (cidades pequenas): 85% de 37.600 = 31.960 de ø 150 mm 15% de 37.600 = 5.640 de ø 200 mm Custo da rêde -- gráfico n.º 10: 31.960 x 22,00	703.120,00	
	5.640 x 30,00	169.200,00	872.320,00
	Escoramento, etc. -- 5% s/ 872.320,00	43.616,00	43.616,00
2.	Poços de Visitas		
	Número de Poços de Visita é de: 37.600 Rêde $\frac{\quad}{100} = 376$ poços		
	Emissário $\frac{1.000}{100} = 10$ poços		
	Custo dos Poços: 386 poços x 600,00		231.600,00
3.	Tratamento		
	Consideramos tratamento completo. A tabela n.º 3 nos fornece o custo do m³ por dia: 4.000 x 0,80 x 285,00		912.000,00
4.	Recalque		
	Havendo necessidade de recalque adotamos o critério usado para o abastecimento de água (item n.º 2).		
5.	Emissário		
	Adotamos manilhas de barro -- ø 300 mm. Gráfico n.º 10 -- 500 m x 42,00	21.000,00	
	Acréscimo de 10% para escoramento, etc. -- 10% s/ 21.000,00	2.100,00	23.100,00
6.	Administração		
	Adotamos área de construção de 100 m². Custo do Prédio: 100 x 400,00		40.000,00
	Custo por habitantes:		<u>2.122.636,00</u>
	$\frac{2.122.636,00}{20.000} = \text{Cr\$ } 106,13 = \text{Cr\$ } 106,50$ por habitante.		

N.B.: No exemplo do esgôto não consideramos recalque e linha de transmissão.