

Elementos para construção de coletores de esgôto

Milciades Emílio de Moraes
engenheiro encarregado da rede de esgôto

O presente artigo teve sua origem no pedido constante de esclarecimentos por parte de interessados, principalmente por firmas empreiteiras, sobre o critério a ser adotado para composição de preços na construção de coletores sanitários.

Portanto o mesmo, nada mais é que a compilação de dados e conhecimentos obtidos na execução de obras afetas ao desenvolvimento da rede de esgotos da cidade.

Tratando-se de um trabalho de divulgação, procuraremos entrar em detalhes, o que parecerá um tanto pretencioso, porém assim o fazemos baseados nos pedidos de esclarecimentos já formulados.

A construção de um coletor de esgoto corresponde uma série de serviços complementares de cuja composição de preços vai originar o custo final da obra.

Passaremos a descreve-lo na ordem de execução :

1) Escavação

A classificação por nós adotada é baseada na maior ou menor dificuldade de escavação e identificada com os conhecimentos dos "fiscais permanentes" geralmente operários conhecedores do serviço :

- Terra solta ou arêia — afroxavel com pá;
- Terra compacta — afroxavel com pá e picareta;
- Taguá ou barro — afroxavel com picareta e pá;
- Piçarra, pedregulho ou entulho — afroxavel com pá.

Há casos esporádicos de se encontrar materiais de difícil remoção, como por exemplo: de certo trecho proximo à Companhia Antartica, na qual o terreno fora entulhado com cacos de garrafa, ou noutro, em rua recentemente aberta pela Prefeitura em que se encontrou restos de alicerces em concreto armado. Nestes casos costuma-se executar o serviço pelo sistema de "administração contratada".

Devido às dificuldades que ainda perduram com a falta de "braços" e deficiência do rendimento da mão de obra torna-se hoje muito difícil estabelecer-se a incidência do custo da mão de obra neste tipo de serviço.

Afim de obtermos dados mais atualizados, procedemos o controle da produção em diferentes turmas de operários trabalhando por "ta-

refa" em obras sob o regime de empreitada, obtendo-se assim o seguinte rendimento médio:

Terra solta ou arêia.....	0,45 hora/m ³
Terra compacta	0,70 hora/m ³
Taguá ou barro.....	0,90 hora/m ³
Piçarra ou pedregulho.....	1,60 hora/m ³

Na escavação de vâlas além do rendimento, deve-se levar em conta a elevação vertical. A largura da vala não tem influência na elevação vertical, o mesmo não acontece com a profundidade. Suporemos sempre que a cada 2,00m de profundidade corresponde a instalação de uma "banca" auxiliar.

Segundo (H. Ritter — El Precio de Coste en la Construccion) o tempo de paleamento até 2,00m de altura ou 3,00m de extensão para os diferentes tipos de terreno é:

Arêia	0,6 a 0,8 horas/m ³ .
Terra	0,8 a 1,2 horas/m ³ .
Piçarra	1,2 a 1,6 horas/m ³ .
Tabatinga	1,6 a 2,4 horas/m ³ .

Confrontando estes valores com dados obtidos em turmas de operários da R.A.E., resolvemos adotar os seguintes valores:

Terra solta ou arêia.....	0,65 horas/m ³
Terra compacta	0,80 horas/m ³
Taguá ou barro.....	0,90 horas/m ³
Piçarra ou pedregulho.....	0,95 horas/m ³

Com estes elementos poderemos estabelecer um critério racional para a composição de preço da escavação dos diferentes tipos de classificação.

Considerando na escavação um homem no fundo da vala, "n", homens nas bancas correspondentes ao numero de camadas de 2m, outro homem na beira da vala teremos:

1) — Terra solta ou arêia

Afrouxavel com pá. Consideremos que o aumento de volume com a escavação (empolamento) deste tipo de terreno seja de 10% e que o custo do operário hora Cr\$ 4,00:

$$\text{Produção média por hora} - \frac{1}{0,45} = 2,22 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume a transportar p/ hora} - (1 + 10\%) 2,22 = 2,44 \text{ m}^3$$

$$\text{Tempo gasto na elev. vertical} - 2,44 \times 0,65 = 1,59/\text{hora}$$

Sendo "n" o numero de camadas de 2,00m, o preço será dado por:

$$\text{Cr\$ } 4,00 \left(\frac{1 + (n + 1) 1,59}{2,22} \right) = \text{Cr\$ } 4,00 \left(0,45 + 0,716 (n + 1) \right) =$$

$$\text{Cr\$ } 1,80 + \text{Cr\$ } 2,86 (n + 1).$$

Para as diferentes camadas usuais teremos:

n.º de camadas		Custo unitário
1	— Cr\$ 1,80 + Cr\$ 5,72 ≈	Cr\$ 7,50/m ³
2	— Cr\$ 1,80 + Cr\$ 8,58 ≈	Cr\$ 10,40/m ³
3	— Cr\$ 1,80 + Cr\$ 11,40 ≈	Cr\$ 13,20/m ³
4	— Cr\$ 1,80 + Cr\$ 14,30 ≈	Cr\$ 16,10/m ³

II) — Terra compacta

Afrouxavel com pá e picareta — Empolamento 20%

Produção média por hora $\frac{1}{0,70} = 1,43\text{m}^3$.

Volume a transportar por hora (1 — 20%) 1,43 = 1,71 m³

Tempo gasto na elevação vertical 1,71 × 0,80 = 1,36/hora.

O “custo” será dado por:

$$\text{Cr\$ } 4,00 \left(\frac{1 + (n + 1) 1,36}{1,43} \right) = \text{Cr\$ } 4,00 \left(0,69 + 0,95 (n + 1) \right) = \\ \text{Cr\$ } 2,76 + \text{Cr\$ } 3,80 (n + 1)$$

Para as “n” camadas usuais teremos:

n.º de camadas		Custo unitário
1	— Cr\$ 2,76 + Cr\$ 7,60 ≈	Cr\$ 10,40/m ³
2	— Cr\$ 2,76 + Cr\$ 11,40 ≈	Cr\$ 14,20/m ³
3	— Cr\$ 2,76 + Cr\$ 15,20 ≈	Cr\$ 17,90/m ³
4	— Cr\$ 2,76 + Cr\$ 19,00 ≈	Cr\$ 21,80/m ³

III) — Taguá

Afrouxavel com pá e picareta:

Empolamento 30%

Produção média por hora $\frac{1}{10} = 1,111 \text{ m}^3$

Vol. a transportar por hora (1 + 30%) 1,111 = 1,444m³

Tempo gasto na elev. vertical — 1,444 × 0,9 = 1,30/hora.

O preço do custo será dado por:

$$\text{Cr\$ } 4,00 \left(\frac{1 + (n + 1) 1,30}{1,111} \right) = \text{Cr\$ } 4,00 \left(0,9 + 1,18 (n + 1) \right) = \\ \text{Cr\$ } 3,60 + \text{Cr\$ } 4,72 (n + 1)$$

Para as “n” camadas usuais teremos:

n.º de camadas		Custo unitário
1	— Cr\$ 3,60 + Cr\$ 9,44 ≈	Cr\$ 13,00/m ³
2	— Cr\$ 3,60 + Cr\$ 14,16 ≈	Cr\$ 17,80/m ³
3	— Cr\$ 3,60 + Cr\$ 18,88 ≈	Cr\$ 22,50/m ³
4	— Cr\$ 3,60 + Cr\$ 23,60 ≈	Cr\$ 27,20/m ³

IV) — Piçarra ou pedregulho

Afrouxavel com picareta.

Empolamento 40%

Produção média por hora $\frac{1}{1,60} = 0,62 \text{ m}^3$

Volume a transportar (1 - 40%) $0,62 = 0,87 \text{ m}^3$

Tempo gasto na elev. vertical $0,87 \times 0,95 = 0,82/\text{hora}$

O preço do custo será dado por:

$$\text{Cr\$ } 4,00 \left(\frac{1 + (n + 1) 0,82}{0,62} \right) = \text{Cr\$ } 4,00 \left(1,61 + 1,32 (n + 1) \right) = \\ \text{Cr\$ } 6,44 + \text{Cr\$ } 5,28 (n + 1)$$

Para as "n" camadas usuais teremos:

n.º de camadas	Custo unitário
1 - Cr\$ 6,44 + Cr\$ 10,56 \cong	Cr\$ 17,00/m ³
2 - Cr\$ 6,44 + Cr\$ 15,84 \cong	Cr\$ 22,30/m ³
3 - Cr\$ 6,44 + Cr\$ 21,12 \cong	Cr\$ 27,60/m ³
4 - Cr\$ 6,44 + Cr\$ 26,40 \cong	Cr\$ 32,80/m ³

2.º) Tiro de pá

Na escavação subtende-se sempre um tiro de pá com o operário que está na beira da vala. (Alcance maximo de 3,00m na extensão e 1,50m na altura.

No momento em que seja necessário pelo excesso de material, fazer outros lances, entra em jogo outros tiros de pá ou outra modalidade de transporte.

Consideremos em média, que o aumento de volume do material escavado seja de 25% e o operário atirando a terra apenas num dos lados da vala, teremos:

$$1/2 \times 3,00 \times 1,50 \times \frac{1}{1,25} = 1,80 \text{ m}^3/\text{m}$$

No caso do "tiro" ser dado nos dois lados da vala teremos:

$$1,80 \times 2 = 3,60 \text{ m}^3/\text{m}$$

Simplificando o caso, nas valas de 1,00m de largura, esse valor corresponderia a uma profundidade de 3,60 m. Neste caso a partir desse limite outro tiro de pá é sempre necessário.

Os limites maximos normais são de um lado a profundidade da vala (7,20m) e do outro, a distância de transporte horizontal (6,00m) simultaneamente com 1,50 m de vertical.

O cálculo do custo do litro de pá poderá ser dado pelo tempo de paleamento em terra solta

$$\text{Cr\$ } 4,00 \times 0,65 = \text{Cr\$ } 2,60/\text{m}^3$$

Para distâncias superiores aos limites citados torna-se mais econômico outras modalidades de transporte como sejam :

I) — Carro de mão

distâncias entre 10 e 30 m capacidade 50 litros :

a) — Para 10 m tem-se :

Tempo consumido na carga: $0,05 \times 0,65 = 0,0375$ hora

” ” ” descarga e perdas: $\frac{40}{3600}$ seg. = 0,0110 hora

a velocidade de transporte sendo 0,8m/seg, o tempo consumido na ida

e volta é: $\frac{20}{0,8} + \frac{0,25}{3600} = \frac{0,070}{0,0537}$ h

O custo unitário é: $\text{Cr\$ } 4,00 \times \frac{0,0537}{0,05} = \text{Cr\$ } 4,30/\text{m}^3$

b) — Para 30 m teremos :

Tempo consumido na carga	— 0,0357/hora
” ” nas descargas e perdas	— 0,0110/hora
” de percurso	— 0,2130/hora

O custo unitário será :

$\text{Cr\$ } 4,00 \times \frac{0,0697}{0,05} = \text{Cr\$ } 5,60/\text{m}^3$

N. B. — Entre 0 a 3 Dm o custo médio é dado pela ordenada que passa pelo C. G. do trapézio correspondente. Levando ainda em conta a amortização horária de carro de mão.

II) — Transporte em caminhão

para as grandes distâncias torna-se mais econômico o transporte por meio de veículos de grande capacidade. Exemplifiquemos considerando o transporte por caminhão.

Neste caso basea-se o calculo na formula geral do transporte (ver caderno de Encargos — Paulo Costa pg. 223) $P = A \left(\frac{2D}{LC} + T \right)$

ou sendo $p = \frac{P}{D}$

$p = \frac{2A}{LC} + \frac{TA}{D}$ na qual:

C = capacidade do veiculo

L = percurso médio em 8 horas

T = tempo gasto para manobras, carga, descarga por m³

D = distância do transporte em Dm

$A = (x + y)$

x = despesas com equipamento

y = despesas com operação

segundo o autor já citado, substituindo na formula os valores correspondentes aos diversos fatores teremos para o transporte em caminhão (valor de Cr\$ 60.000,00)

$$p = \frac{2A}{15,120} + 0,062 \frac{A}{D} = \frac{2 \times 420,0}{15,120} + 0,062 \times \frac{420,0}{D}$$

$$p = 0,055 + \frac{26,04}{D}$$

que corresponde a expressão final da formula de transporte usada pela R.A.E.

$P = a - \frac{b}{D}$ na qual fixados pelo "contrato" os valores de a e b ,

o custo de transporte do m^3 de terra fica dependendo da distância D .

3.º — Esgotamento

Quando se procede a escavação em terrenos com presença de água, verifica-se que o rendimento diminue, isto é devido a tres fatores:

- a) necessidade de esgotamento
- b) embaraço de água na escavação
- c) aumento de volume (peso) da terra escavada.

Sendo " p " o custo de determinado serviço proveniente da soma dos tres itens e " L " o comprimento da vala, o custo por metro linear de esgotamento será dado por:

$$p = \frac{P}{L}$$

a) Esgotamento

Verificou-se num quarteirão de 120m (Ipiranga) com vala de 1m de largura e 3m de profundidade que a escavação foi feita em 8 dias de 10 horas.

Aprofundada a vala de 1,50m já se encontrou água, passando então a ser feito o esgotamento por meio de duas bombas manuais de 3", operadas cada uma por dois homens

O tempo consumido no restante da escavação em que se teve a presença de água, atingiu a 50% do tempo total portanto $0,55 (8 \times 10) = 44$ horas.

O custo do esgotamento correspondente é dado pela mão de obra, mais amortização do material.

I) — Mão de obra

$$\text{Cr\$ } 4,00 \times 4 \text{ op} \times 44 \text{ h} = \text{Cr\$ } 704,00$$

II) — Material

amortização — taxa 7%

Bomba

custo Cr\$ 1.800,00/cada, vida 5 anos, 10 meses, 25 dias, 8 horas.

$$5 + \frac{10}{12} + \frac{25,33}{365} = 5,9 \text{ pelas tabelas de amortização tem-se:}$$

$$1,8 \times 17,3242 = \text{Cr\$ } 31,20/\text{mês} = \text{Cr\$ } 0,156/\text{hora.}$$

Mangote

custo Cr\$ 1.000,00 — vida 12 meses, 25 dias, 8 horas (juro simples)

$$n = 12 + \frac{25,33}{33} = 13$$

$$p = \frac{2 E (100 + ni)}{n (i (n - 1) + 200)} \frac{2 \times 1000 (100 + 13 \times 7/12)}{12 (7/12 (13 - 1) + 200)} =$$

$$= \text{Cr\$ } 80,00/\text{mês} = \text{Cr\$ } 0,40/\text{hora}$$

custo do material:

$$2 (\text{Cr\$ } 0,16 + \text{Cr\$ } 0,40) \times 44 \text{ horas} = \text{Cr\$ } 49,20$$

e o custo de funcionamento da bomba:

$$p = \text{Cr\$ } 704,00 + \text{Cr\$ } 49,20 = \text{Cr\$ } 753,20$$

b) — Embarço devido a presença de água

Segundo "Viappiani" em "Le analyse dei Prezzi", há um acréscimo de 15% estabelecido sobre a escavação, devido às dificuldades oriundas da presença da água. Isto para a classificação "tagiá" onde geralmente se encontra água.

Levando em consideração este valor no exemplo citado no § a, teremos: que o excesso de custo do mesmo no Esgotamento é:

$$0,15 (120 \times 1,50 \times 1,00 \times \text{Cr\$ } 17,80) = \text{Cr\$ } 480,60$$

c) — Aumento de volume do terreno escavado

Para o mesmo exemplo, o autor já citado estabelece uma porcentagem de 20%, incidente sobre o esgotamento devido ao aumento de volume no terreno.

$$0,20 (120 \times 1,50 \times 1,00) 0,20 \times \text{Cr\$ } 17,80 = \text{Cr\$ } 640,80$$

portanto o custo unitário do esgotamento por m. l. é dado por:

$$p = \frac{P}{L} = \frac{\text{Cr\$ } 753,20 - \text{Cr\$ } 480,60 - \text{Cr\$ } 640,80}{120} = \text{Cr\$ } 15,60/\text{m. l.}$$

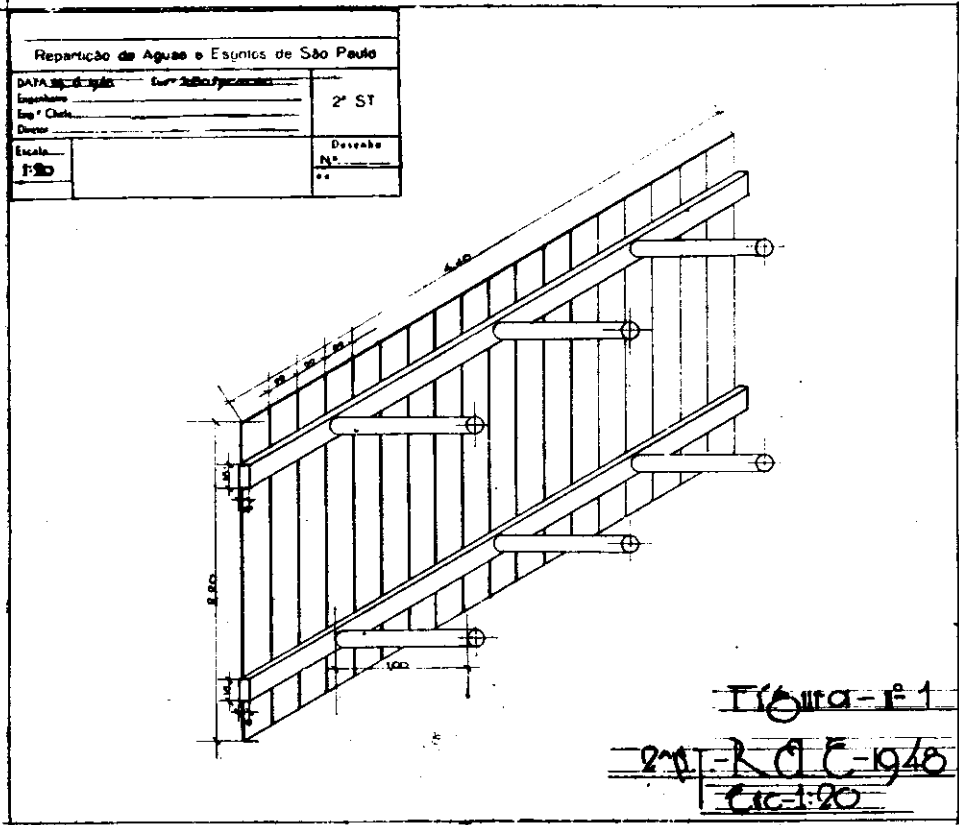
4.º) Escoramento

Na composição do preço do escoramento leva-se em conta:

- custo do material
- mão de obra para colocação e retirada do escoramento.
- acrescimento de tempo sobre a escavação devido à necessidade do escoramento.

a) Custo do material

À bitola comercial de comprimento de vigas e taboas, sendo de 4,40m, usaremos para facilidade de calculo o escoramento de uma vala de 4,40m de comprimento por 2,20m de profundidade (vêr fig. 1).



A área de 2 faces é

$$2 (4,40 \times 2,20) = 19,36 \text{ m}^2$$

O madeiramento empregado nessa área de escoramento é portanto:

1) — Taboas de peróba

$(2,20 \times 0,223 \times 0,25)$: superfície = 0,49m/taboa.

$$\text{n.º de taboas } \frac{19,39}{0,49} \cong 38 \text{ taboas ou 19 taboas inteiras.}$$

Adotando o coeficiente de uso 5 teremos:

$$\frac{19}{5 \times 19,36} = 0,19 \text{ taboa/m}^2$$

II) — Longarina de peroba

(4,40 × 0,18 × 0,08) — coeficiente de uso 8 — quantidade 4 por vala ao que corresponde 4 × 4,40 = 17,60m

$$\frac{4}{8 \times 19,36} = 0,026 \text{ longarina/m}^2$$

III) Estroncas

(sobras de estacas de eucalipto com diâmetros inferiores à 15 cm) — Coeficiente de uso 5 — quantidade por vala 6.

a) — Material

$$\frac{6}{5 \times 19,36} = 0,06 \text{ estronca/m}^2$$

Podemos portanto deduzir a incidência do custo do material no m² de escoramento.

Taboas (preço Cr\$ 32,00/taboa) 0,19 × Cr\$ 32,00 = Cr\$ 6,08)

Longarinas (peça de 4,40 a Cr\$ 76,00) = 0,26 × Cr\$ 76,00 = Cr\$ 1,98

Estroncas (base Cr\$ 10,00/m) = 0,06 × Cr\$ 10,00 = Cr\$ 0,06

Total: Cr\$ 8,66/m²

b) — Mão de obra

De acordo com dados obtidos em obras de coletores de esgoto da R.A.E., chegou-se aos seguintes resultados:

I) — Serragem de taboas de 4,40m ao meio:

$$\frac{0,25 \text{ hora}}{5} = 0,05 \text{ hora}$$

(considerando o coeficiente de uso 5)

II) — preparo de pontas $\frac{0,17}{5} = 0,034 \text{ hora}$

(considerando o coeficiente de uso 5)

III) — transporte médio do material até a beira da vala 0,09 hora

sendo $\frac{19}{4,40 \times 2,20} = 2,0$ numero de taboas por m², o tempo consumido para dispo-las em posição de uso 6:

$$0,05 + 0,034 + 0,09 = 0,174 \text{ hora}$$

IV) — Tempo médio consumido para bater as taboas 1,5 h/m²

V) — Retirada do escoramento . 0m³ 3 h/m²

Considerando o salario do escorador Cr\$ 8,00/h incidindo no item IV e de Cr\$ 4,00/h o salario dos operários, incidindo dos demais itens, tem-se: que o custo unitário da mão de obra é:

$$\text{Cr\$ } 4,00 (0,05 + 0,034 + 0,09 + 0,3) - \text{Cr\$ } 8,00 (1,50) = \text{Cr\$ } 9,70/\text{m}^2$$

b) — Acrescimento de tempo sobre a escavação

Quando a natureza do terreno obriga escoramento, os cuidados e atrasos decorrentes, correspondem a um acrescimo de tempo sobre a escavação. Segundo diversos autores o acrescimo médio varia entre 0,7 e 1,1. De acordo com observações atuais, podemos adotar um acrescimo de 0,9 hora sobre os tempos consumidos nas escavações correspondentes em volume, porem sem necessidade do emprego do escoramento.

O excesso de custo da escavação para ser medido sobre o escoramento depende da relação entre o volume escavado e a área escorada.

Para valas com larg. de	1,00m	1,50m	2,00m	2,50m
correspondem áreas de	2,00m ²	2,00m ²	2,00m ²	2,00m ²
correspondem vol. de	1,00m ³	1,50m ³	2,00m ³	2,50m ³
e por "relação"	2,00	1,33	1,00	0,80

Estas "relações" multiplicadas pelo acrescimo admitido, nos dão os valores em função do m² de escoramento:

$$\text{Cr\$ } 4,00 \times 0,9 = \text{Cr\$ } 3,60$$

2 × Cr\$ 3,60 = Cr\$ 7,20/m ²	p/ valas de 1,00m de larg.
1,33 × Cr\$ 3,60 = Cr\$ 4,80/m ²	" " " 1,50m " "
1,00 × Cr\$ 3,60 = Cr\$ 3,60/m ²	" " " 2,00m " "
0,80 × Cr\$ 3,60 = Cr\$ 2,90/m ²	" " " 2,50m " "

Portanto o custo unitário do m² de escoramento exemplificado para o caso de valas de 1,00m de largura é:

$$p = \text{Cr\$ } 8,66 + \text{Cr\$ } 9,70 + \text{Cr\$ } 7,20 = \text{Cr\$ } 25,50/\text{m}^2$$

Escoramento discontinuo

Cuja área escorada seja igual à área não escorada, o preço unitário será dado, tomando-se por base metade do numero de taboas e 5/8 do tempo para mão de obra.

5.) — Estaqueamento

De acordo com dados em turmas de operários da R.A.E., tem-se para estaqueamento com tóras de eucalipto de 0,20m, considerado as perdas de 5%

Tempo consumido p/ descarga	0,078 hora/m
" " " serrar e apontar	0,530 " "
" até beira da vala	0,190 " "
" consumido sondagem do terreno	0,040 " "
Cravação c/bate estacas comum (4 oper.)	1,200 " "
	2,038 hora/m

Portanto sendo o custo atual do m de estaca entregue na obra na base de Cr\$ 12,00/m, teremos que 1,00m de estaca cravada sae em:

$$P = 12,00 + (\text{Cr\$ } 4,00 \times 2,038) = \text{Cr\$ } 20,00/\text{m}$$

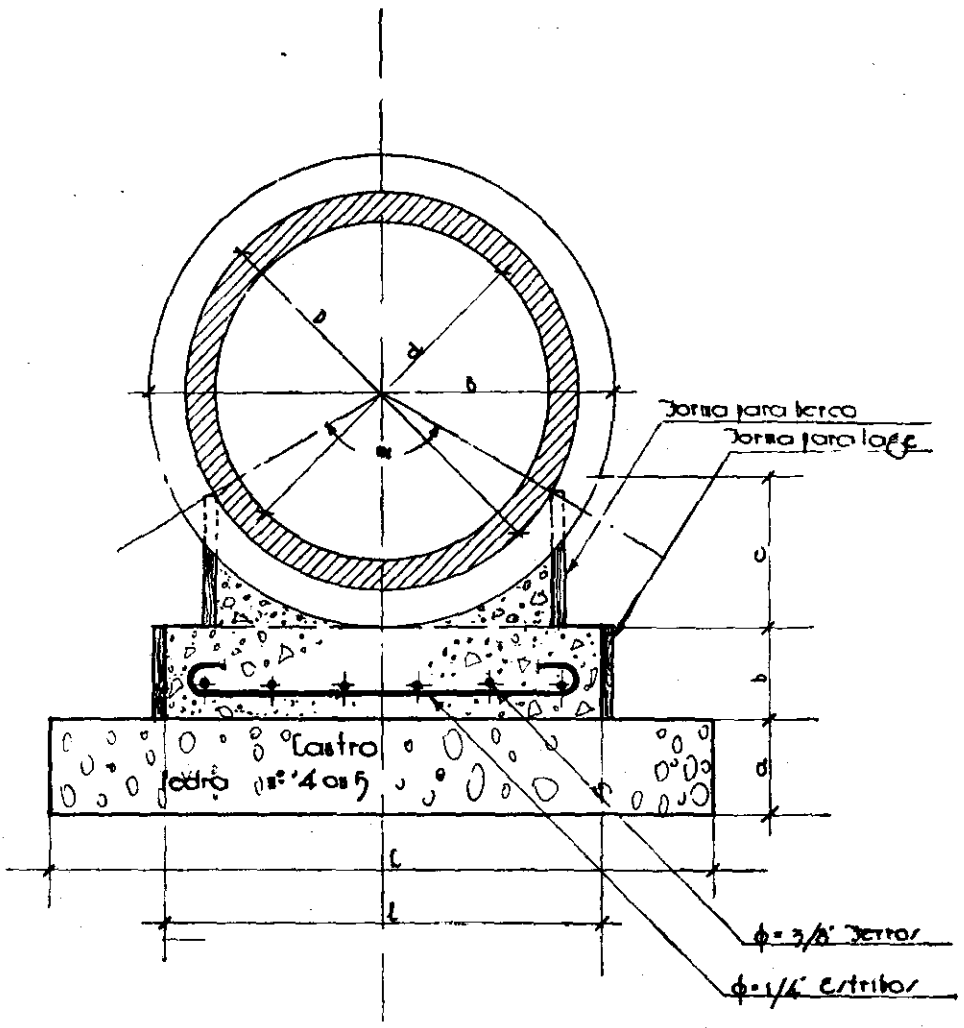


Figura nº 2

Alfonso

6.) — Lastro

A mão de obra para composição do preço de custo do lastro é dado.

- a) — Transporte de material a uma distância não superior a 50m
- b) — disposição do lastro no fundo da vala
- c) — preço da pedra britada posta na obra

Os dois primeiros itens de acôrdo com dados obtidos em obras contratadas pela R.A.E., pode ser tomada na base de 10 horas/m², portanto o custo é:

$$P = \text{Cr\$ } 4,00 \times 10 + \text{Cr\$ } 150,00 = \text{Cr\$ } 190,00$$

7.) — Formas para concreto

- a) — formas s/ escoramento
- b) — formas c/ escoramento

As formas sem escoramento são geralmente usadas em lages de fundação (ver fig. 2)

Material

taboas de pinho — coeficiente de uso 8 — toma-se um excesso de 10% para evitar cortes; ao que corresponde:

$$\frac{1 + 10\%}{8} = 0,14 \text{ m}^2/\text{m}^2$$

ripas de pinho — 2" × 1"
coeficiente de uso 5

$$1/5 \times 1,0 = 0,2^0 \text{ m/m}$$

Mão de obra

na base de 1 hora de oficial de 2.^a e 0,5 hora de ajudante, ao que corresponde

$$\text{Cr\$ } 6,00 \times 1 + \text{Cr\$ } 4,00 \times 0,5 = \text{Cr\$ } 8,00/\text{m}^2$$

Portanto o custo de m² de formas sem escoramento sãe na base

$$p = 0,14 \times \text{Cr\$ } 19,00 + 0,20 \times \text{Cr\$ } 3,00 - \text{Cr\$ } 8,00 = \text{Cr\$ } 11,30/\text{m}^2$$

Formas com escoramento

Este tipo de forma é usado principalmente em poços de visita e escoragens nas travessias de terrenos acidentados, corresponde a formas nos quais a distância entre a superfície de forma e a de suporte do escoramento esta compreendida entre 1,00 a 3,50m.

Material

taboas de pinho — coeficiente de uso 8 — toma-se um excesso de 40% sobre a área escorada

$$1/8 \times 1 - 4)\% = 0,17 \text{ m}^2/\text{m}^2$$

pontaletes 3" × 3" coeficiente de uso 5

$$1,40 \times 1/5 \times 3,50 = 0,98 \text{ m}^2$$

pregos 0,15 kg/m²

Custo do material

$$0,17 \times \text{Cr\$ } 19,00 + 0,98 \times \text{Cr\$ } 4,80 + 0,15 \times \text{Cr\$ } 8,00 = \text{Cr\$ } 9,13/\text{m}^2$$

Mão de obra

na base de 1,5 hora de carpinteiro e 0,5 hora de ajudante, ao que corresponde:

$$1,5 \times \text{Cr\$ } 12,00 + 0,5 \times \text{Cr\$ } 4,00 = \text{Cr\$ } 29,00/\text{m}^2$$

Portanto o custo do m² de fôrmas com escoramento é:

$$p = \text{Cr\$ } 9,13 + \text{Cr\$ } 20,00 = \text{Cr\$ } 29,00/\text{m}^2$$

8.º) Ferro

Mão de obra — o sistema usual de pagamento para dobramento de ferro é feito na base de Kg de material (atualmente de Cr\$ 0,80 a Cr\$ 1,20 kg.).

Material — considerando que o consumo de arame seja na base de 0,005 kg/kg, sendo "p" o preço do Kg de ferro para os diferentes diâmetros, teremos:

$$p = \text{Cr\$ } 1,200 + (P + 0,005 \times \text{Cr\$ } 8,00) =$$

para \varnothing 1/4" — Cr\$ 3,60/kg — $p = \text{Cr\$ } 1,20 + \text{Cr\$ } 3,60 + \text{Cr\$ } 0,04 = \text{Cr\$ } 4,80/\text{Kg}$.

" \varnothing 5/16" — Cr\$ 3,50/kg — $p = \text{Cr\$ } 1,20 + \text{Cr\$ } 3,50 + \text{Cr\$ } 0,04 = \text{Cr\$ } 4,70/\text{Kg}$.

" \varnothing 3/8" — Cr\$ 3,40/kg — $p = \text{Cr\$ } 1,20 + \text{Cr\$ } 3,40 + \text{Cr\$ } 0,04 = \text{Cr\$ } 4,60/\text{Kg}$.

" \varnothing 1/2" — Cr\$ 3,00/kg — $p = \text{Cr\$ } 1,20 + \text{Cr\$ } 3,00 + \text{Cr\$ } 0,04 = \text{Cr\$ } 4,20/\text{Kg}$.

" \varnothing 1" — Cr\$ 2,90/kg — $p = \text{Cr\$ } 1,20 + \text{Cr\$ } 2,90 + \text{Cr\$ } 0,04 = \text{Cr\$ } 4,10/\text{Kg}$.

N. B. — O preço unitário final a ser considerado corresponde a ferro colocado incluindo perdas.

9.º) Concreto

Supondo-se a mistura do concreto feita em batoneira a gasolina de 0,08m³/hora, cujo preço corrente esta nas proximidades de Cr\$ 10.600,00, levando em conta a amortização os reparos, transporte, armazenagem etc. teremos:

Maquinagem

Amortização anual	Cr\$ 2.500,00
Reparos gerais	Cr\$ 1.000,00
Armazenagem e transporte	Cr\$ 400,00
	Cr\$ 3.900,00

ao que corresponde por hora:

$$\frac{\text{Cr\$ } 3.900,00}{8 \times 25 \times 8} = \text{Cr\$ } 2,44/\text{hora}$$

Combustível — consumo na base de 15 litros de gasolina e 1 litro de óleo por 8 horas de funcionamento, ao que corresponde por hora:

$$\frac{15 \times \text{Cr\$ } 1,79 + 1 \times \text{Cr\$ } 8,00}{8} = \text{Cr\$ } 4,40/\text{hora}$$

Correspondendo a esse tipo de betoneira uma média de 20 betonadas de 0,08m³/hora (20 × 0,03) = 1,6m³/hora a incidência de custo da betoneira sobre o m³ de concreto é:

$$\frac{\text{Cr\$ } 2,44 + \text{Cr\$ } 4,40}{1,6} = \text{Cr\$ } 3,60/\text{m}^3$$

1 operador p/ betoneira	— Cr\$ 8,00/hora
2 homens na carga de pedra	— Cr\$ 8,00/hora
1 homem p/ água e cimento	— Cr\$ 4,00/hora
2 homens p/ arêia	— Cr\$ 8,00/hora
4 " no transporte	— Cr\$16,00/hora
2 " distribuindo	— Cr\$ 8,00/hora
2 " no acabamento	— Cr\$ 8,00/hora
	Cr\$ 60,00/hora

$$\text{por m}^3 \frac{\text{Cr\$ } 60,00}{1,6} = \text{Cr\$ } 37,50/\text{m}^3$$

Material

Cimento	— 1 Kg × Cr\$ 0,65 × t = Cr\$ 0,08 t; (variavel c/ traço)
pedra	— 1 × 0,8 × Cr\$ 150,00 = Cr\$ 120,00
arêia	— 1 × 0,6 × Cr\$ 80,00 = Cr\$ 48,00

Portanto o custo do m³ de concreto será dado por: .

inc. da betoneira + preço pedra + preço arêia + mão de obra + cimento:

$$\text{Cr\$ } 4,40 + \text{Cr\$ } 120,00 + \text{Cr\$ } 48,00 + \text{Cr\$ } 37,50 + (\text{Cr\$ } 0,80 t) = \text{Cr\$ } 209,90 + (\text{Cr\$ } 0,80 t)$$

para os diferentes traços usuais temos:

200kg/m ³	— Cr\$ 209,90 + 200 × Cr\$ 0,80 = Cr\$ 370,00/m ³
250kg/m ³	— Cr\$ 209,90 + 250 × Cr\$ 0,80 = Cr\$ 410,00/m ³
300kg/m ³	— Cr\$ 209,90 + 300 × Cr\$ 0,80 = Cr\$ 450,00/m ³

10.º) — Assentamento de tubos

a) *material* — junta de cimento e arêia — traço 1: 1 Feita a cubagem do espaço compreendido entre a ponta e a bolsa dos tubos de diferentes diâmetros pela formula:

$$\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) a$$

sendo a = comprimento da bolsa, podemos calcular a quantidade de material empregado nas juntas.

O custo da argamassa de cimento e arêia traco 1: 1, considerando as perdas de 5% é:

<i>Material solto</i>	<i>Material compacto</i>
Cimento — 1,00m ³ (1500Kg)	0,470m ³
Arêia — 1,00m ³	0,630m ³
Água — 1,40m ³ (20% de 2,00m ³)	0,400m ³
<u>2,40m³</u>	<u>1,500m³</u>

portanto cada m³ de argamassa requer $\frac{2,4}{1,5} = 1,6m^3$ de material solto distribuido como segue:

$$\text{cimento } \frac{1,60}{2,40} \times 1,500 \text{ a Cr\$ } 0,65 = \text{Cr\$ } 649,95$$

$$\text{areia } \frac{1,60}{2,40} \times 1.000 \text{ a Cr\$ } 80,00 = \frac{\text{Cr\$ } 53,28}{\text{Cr\$ } 702,63/m^3}$$

O preparo e o transporte da argamassa segundo dados obtidos para este tipo de obra são na base de 10 horas/m³. Ao que corresponde:

$$10 \times \text{Cr\$ } 4,00 = \text{Cr\$ } 40,00/m^3$$

Portanto o custo do m³ de argamassa para tomada de juntas são na base de:

$$p = \text{Cr\$ } 702,63 + \text{Cr\$ } 40,00 = \text{Cr\$ } 742,60/m^3$$

Junta de pixe — usado geralmente para manilhas e tubos de fibro-cimento com diametro de 15 a 22 cm.

a) *material*

<i>Ø 15 c</i>		
Pixe — 0,600Kg a Cr\$ 1,20	=	Cr\$ 0,72
estopa — 0,150Kg a Cr\$ 8,00	=	Cr\$ 1,20
arêia fina + mão de obra		Cr\$ 0,80
		<u>Cr\$ 2,72/junta</u>

<i>Ø/22 c</i>		
Pixe — 1,000Kg a Cr\$ 1,20	=	Cr\$ 1,20
estopa — 0,200Kg a Cr\$ 8,00	=	Cr\$ 1,60
arêia + mão de obra		Cr\$ 0,90
		<u>Cr\$ 3,70/junta</u>

b) — *mão de obra para assentamento* — A incidencia da mão de obra no assentamento de tubos varia muito com o material dos mesmos:

1) — *manilhas* — Geralmente são peças de 0,60 m de comprimento — De acôrdo com dados obtidos em obras da R.A.E., tem-se, incluindo transporte a distância maxima de 50m (junta de pixe) — que o custo do assentamento por metro é:

$$\varnothing 15 \text{ cm} - 0,80 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 4,80 \times 1}{0,60} = \text{Cr\$ } 8,00/\text{m}$$

$$\varnothing 20 \text{ cm} - 0,90 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 5,40 \times 1}{0,60} = \text{Cr\$ } 9,00/\text{m}$$

$$\varnothing 22 \text{ cm} - 0,95 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 5,70 \times 1}{0,60} = \text{Cr\$ } 9,50/\text{m}$$

2) *Tubos de concreto* (Hume) — Os tubos considerados tem um comprimento de 1,83 até o \varnothing de 38 cm. Os diâmetros superiores correspondentes a peças de 2,44m de comprimento (junta de cimento) — Incluindo transporte até 50m, o custo de assentamento por metro é:

$$\varnothing 15 \text{ cm} - 1,00 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 6,00 \times 1}{1,83} = \text{Cr\$ } 3,20/\text{m}$$

$$\varnothing 20 \text{ cm} - 1,20 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 7,20 \times 1}{1,83} = \text{Cr\$ } 3,90/\text{m}$$

$$\varnothing 22 \text{ cm} - 1,30 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 7,80 \times 1}{1,83} = \text{Cr\$ } 4,26/\text{m}$$

$$\varnothing 30 \text{ cm} - 1,40 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 8,40 \times 1}{1,83} = \text{Cr\$ } 4,58/\text{m}$$

$$\varnothing 38 \text{ cm} - 4,50 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 27,00 \times 1}{1,83} = \text{Cr\$ } 14,67/\text{m}$$

$$\varnothing 45 \text{ cm} - 10,00 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 60,00 \times 1}{1,83} = \text{Cr\$ } 24,20/\text{m}$$

3) *Tubos de fibro-cimento* — Comprimento dos tubos — 3,00m (junta de pixe) incluindo transporte a 50,00m o custo de assentamento por hora é:

$$\varnothing 15 \text{ cm} - 1,40 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 10,80 \times 1}{3} = \text{Cr\$ } 3,60/\text{m}$$

$$\varnothing 20 \text{ cm} - 1,90 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 11,40 \times 1}{3} = \text{Cr\$ } 3,80/\text{m}$$

$$\varnothing 22 \text{ cm} - 2,15 \text{ hora} \times \text{Cr\$ } 6,00 - \frac{\text{Cr\$ } 18,90 \times 1}{3} = \text{Cr\$ } 6,30/\text{m}$$

Com estes elementos poderemos obter o custo de assentamento, levando em conta o numero de juntas por metro de canalização (segundo o tipo de tubo usado) e a mão de obra para assentamento dos mesmos:

11.º — Poço de visita

Para obtermos o preço de custo global de um poço de visita de altura h (fig. 3) basta considerar o eusto dos diferentes itens que compoem o mesmo.

Material — a) Alvenaria de tijolos — Considerando as dimensões atuais de um tijolo $0,22 \times 0,11 \times 0,055$ e uma junta de argamassa de $0,001m$ teremos:

Volume de 1 tijolo: $0,22 \times 0,11 \times 0,055 = \dots\dots\dots 0,00133$

Volume de 1 tijolo: e/ junta em parede de 1 tijolo, incluindo excesso de reboco na face de assentamento $\dots\dots\dots 0,00198$

Volume de argamassa por tijolo $\dots\dots\dots 0,00065$

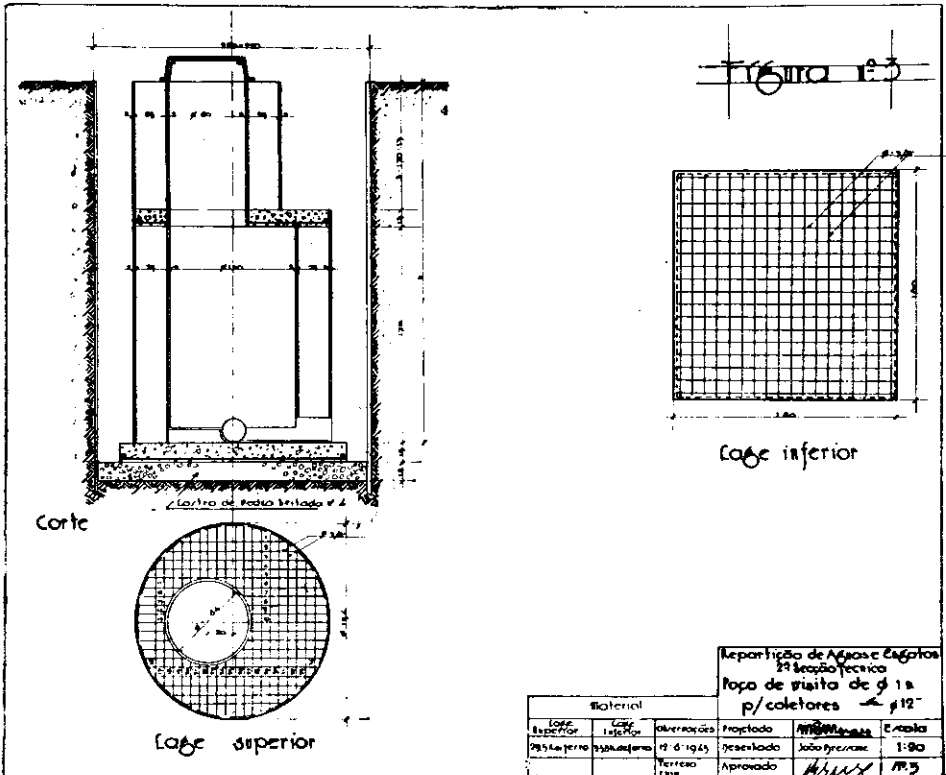
n.º de tijolos por $m^3 \frac{0,00198}{1} = 500$ tijolos

perda admitida 3% $\dots\dots\dots \frac{15}{515}$ tijolos

dando um total de 515 tijolos.

Argamassa por m^3 de alvenaria

$500 \times 0,0006 = 0,3 m^3/m^3$



Preço de argamassa (cimento e arêia) 1: 3

<i>Material solto</i>	<i>Material compacto</i>
cimento 1000m ³	— 0,470
agua 0,720 (18% de 4,0m ³)	— 0,720
arêia $\frac{3000}{4720}$	— 1,890
	3,080

Portanto cada m³ de argamassa requer:

$\frac{4720}{3080} = 1,53$ de material solto, distribuido como segue:

cimento: $\frac{1,53}{4,72} \times 1500 = 450$ a Cr\$ 0,65/Kg = Cr\$ 292,50

arêia: $\frac{1,53}{4,72} \times 1500 = 0,98$ a Cr\$ 80,00/m³ = $\frac{\text{Cr\$ } 78,40}{\text{Cr\$ } 370,90}$

mão de obra para preparo e transporte: base 12 horas m³.

12 × Cr\$ 4,00 $\frac{\text{Cr\$ } 48,00}{\text{Cr\$ } 418,90/\text{m}^3}$

Mão de obra para assentamento: — Considerando que por dia de 10 horas um pedreiro (Cr\$ 11,00/hora) e um servente (Cr\$ 4,00/hora) assentam uma média de 700 tijolos e que 1m³ de alvenaria de acôrdo com as dimensões do tijolo já admitidas, consome 500 tijolos; a mão de obra correspondente é:

$\frac{10 (\text{Cr\$ } 11,00 + \text{Cr\$ } 4,00)}{760} \times 500 = \text{Cr\$ } 107,00/\text{m}^3$

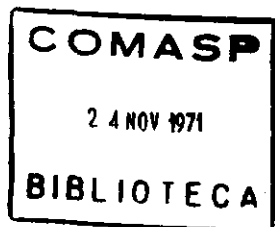
Portanto o preço de custo de 1m³ de alvenaria é:

Tijolo (base Cr\$ 350,00/milheiro): 0,500 × Cr\$ 350,00	= Cr\$ 175,00
argamassa: 0,3 × Cr\$ 418,80	= Cr\$ 125,67
mão de obra	= Cr\$ 107,00
	Cr\$ 407,70/m ³

b) *Revestimento* — Argamassa de cimento e arêia (traço 1: 2) com espessura de 0,015m, incluindo perdas:

Material

<i>Material solto</i>	<i>Material compacto</i>
Cimento 1.000m ³ (1500Kg)	0,470
Arêia 2.000m ³	1,260
Água 0.540m ³	0,540
$\frac{3,540\text{m}^3}{}$	2,270



Portanto cada m³ de argamassa requer:

$$\frac{35,40}{22,70} = 1,56 \text{ de material solto distribuido como segue:}$$

$$\text{Cimento: } \frac{1,56}{3,54} \times 1500 \text{ a Cr\$ } 0,65/\text{Kg} = \text{Cr\$ } 429,60$$

$$\text{Arêia: } \frac{1,56}{3,54} \times 2000 \text{ a Cr\$ } 80,00\text{m}^3 = \text{Cr\$ } 70,40$$

Cr\\$ 500,00

Mão de obra para preparo e transporte, base de 10 horas/m³

$$\text{Cr\$ } 4,00 \times 10 = \frac{\text{Cr\$ } 40,00}{\text{Cr\$ } 540,00\text{m}^3}$$

Mão de obra para revestimento — De acôrdo com dados obtidos, pode-se tomar uma média de 0,8 hora de oficial (Cr\$ 8,00/hora) e 0,4 hora de servente (Cr\$ 4,00/hora) para revestimento de 1m² de parede:

Portanto o preço de custo de revestimento é:

$$0,8 \times \text{Cr\$ } 8,00 + 0,4 \times \text{Cr\$ } 4,00 + 0,015 \times \text{Cr\$ } 540,00 = \text{Cr\$ } 15,00/\text{m}^2$$

Com estes dados poderemos facilmente obter o custo do poço de visita tendo em vista as dimensões o desenho "standard"

O poço de visita tipo R.A.E. compreende duas partes distintas: Uma fixa "balão", e outra variavel com a profundidade do coletor (chaminé) ver fig. 3.

Devido a sua forma geométrica poderemos determinar os volumes e áreas correspondentes e com os preços unitários correspondentes obter o custo final.

O excesso de escavação, necessidade de escoramento e lastro serão considerados nos itens correspondentes. Levaremos em consideração apenas o "poço em si":

1) Concreto

$$\text{Lage superior } V = \frac{\pi}{4} (1,04^2 - 0,64^2) \times 0,13 = 0,068$$

$$\text{lage inferior } V = 1,80 \times 1,80 \times 0,15 - 1,80 \times 0,40 \times 0,10 = 0,414$$

Total 0,482m³

2) Ferro

Lage superior (comprimento das barras já dobradas) 46m

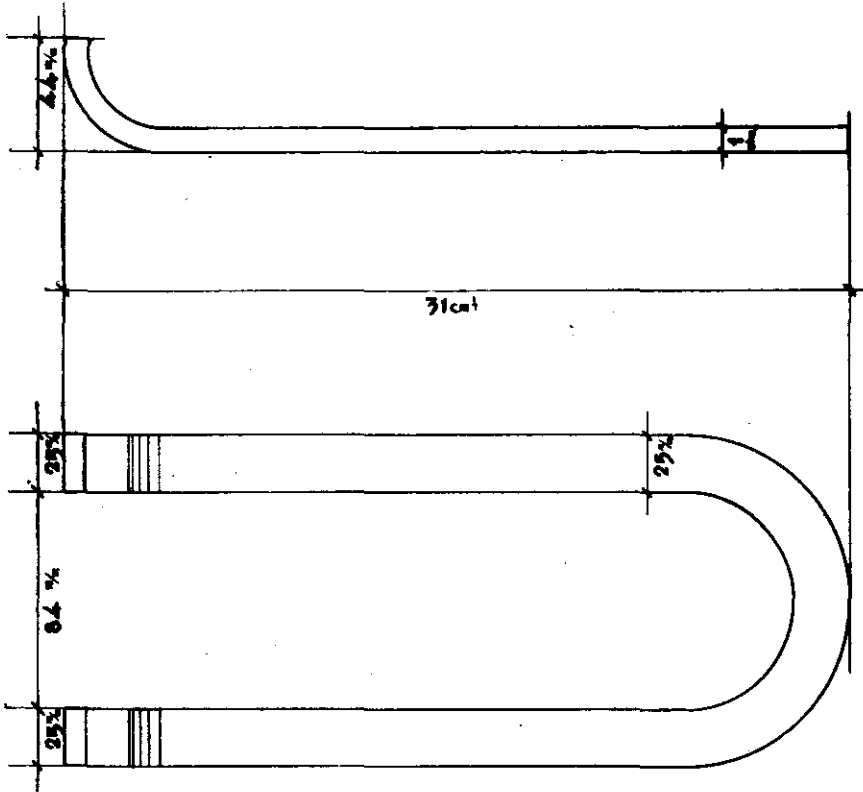
$$\text{peso } 45 \times 0,555\text{Kg/m} = \dots\dots\dots 25,0\text{Kg}$$

Lage inferior (barras já dobradas) 2 × 18 × 1,75 = 63m

$$\text{peso } 63 \times 0,555\text{Kg/m} = \dots\dots\dots 35,0\text{Kg}$$

$$\text{Ao que corresponde por poço } \dots\dots\dots 60,0\text{Kg}$$

FIGURA Nº 4



Repartição de Águas e Esgotos
2ª Seção Técnica

- ESTRIBOS -
para Poços de Visitas

Lista de material

Descrição	Material	Observações	Projetado	MBM/...	Escala
	ferro batido	3-4-1965	Desenhado	J. Pressac	1:2
			Aprovado		N-1

3) - *Alvenaria de tijolos*

Balão: $V = \frac{\pi}{4} \left(\overline{1,54^2} - \overline{1,04^2} \right) \times 1,70 = \dots = + 1,721$

Canaleta $V = \frac{\pi}{4} \times \overline{1,04^2} \times \frac{0,20}{2} - 1,5 \times \frac{\pi}{4} \times \overline{0,20^2} \times 1,04 \dots = + 0,06$

Chaminé $V = \frac{\pi}{4} \left(\overline{1,14^2} - \overline{0,64^2} \right) (h - 1,70 - 0,13)$
 $= \dots \dots \dots \frac{0,698 h - 1,28}{\dots}$

Volume total $\dots \dots \dots 0,698 h + 0,50m^3$

d) - *Colocação do tampão*

Uma unidade - base 2 horas de pedreiro:

Cr\$ 8,00 \times 2 $\dots \dots \dots$ Cr\$ 16,00/unid.

e) - *Colocação e fornecimento estribos* - (vêr fig. 4)

Formula $\frac{h}{0,4} - 1 - 2,5 h - 1$

custo - base de Cr\$ 18,00/unid.

f) - *Revestimento*

Balão - Revestimento externo:

$\pi \times 1,54 (1,70 + 0,13) \dots \dots \dots = + 8,849$

Revestimento interno:

$\pi \times 1,04 \left(17,0 - \frac{0,20}{2} \right) \dots \dots \dots = + 5,225$

Canaleta:

$\frac{\pi}{4} \times \overline{1^2} + 1,5 \times 1,00 \left(\frac{\pi}{2} \times 0,20 - 0,20 \right) \dots = + 0,926$

Topo:

$\frac{\pi}{4} \left(\overline{1,18^2} - \overline{0,06^2} \right) \dots \dots \dots = + 0,810$

Chaminé - Revestimento externo

$\pi \times 1,14 (h - 1,70 - 0,13) = \dots \dots \dots 3,58h - 6,750$

Revestimento interno

$\pi \times 0,64 (h - 1,70) = \dots \dots \dots \frac{2,01 h - 3,420}{5,59 h + 5,64m^2}$

g) — *Formas* — não escoradas — lage inferior:

$$A = \pi (1,54 - 0,64) \times 0,13 = 0,89 \text{ m}^2$$

Formas — escoradas — lage superior:

$$A = \frac{\pi}{4} \left(\overline{1,04^2} - \overline{0,64^2} \right) = 0,53 \text{ m}^2$$

Com estes elementos poderemos obter o custo global do poço de visita em função da altura, tendo em conta que uns dependem da altura e outros não:

1) Formas escor.	—	0,53 × Cr\$ 29,00 =		+ Cr\$ 14,84
2) Formas s/ escor.	—	0,89 × Cr\$ 11,30 =		+ Cr\$ 10,06
3) Concreto	—	0,482 × Cr\$450,00 =		+ Cr\$216,90
4) Ferro	—	0,60 × Cr\$ 4,60 =		+ Cr\$276,00
5) Revest.	(5,29h + 5,65)	Cr\$ 15,00 =	Cr\$ 83,80	+ Cr\$ 84,75
6) Estribos	(2,5 h — 1)	× Cr\$ 18,00 =	Cr\$ 45,00h —	Cr\$ 18,00
7) Ferragem	1	× Cr\$ 16,00 =	+ Cr\$ 16,00
8) Alven.	0,698 h —	0,50) × Cr\$407,70 =	Cr\$ 284,60h +	Cr\$203,80
				<hr/>
				Cr\$ 413,40h + Cr\$804,39

12.º) — Enchimento de vala

Corresponde a um tiro de pá — Como a terra escavada quasi sempre toma consistência após algum tempo, leva-se em conta um pequeno revolvimento.

Por observação poderemos computar uma base de 0,9 hora/m³, para o mesmo — Considerando ainda o apiloamento na base 1h/m³, o custo do enchimento é:

$$\text{Cr\$ } 4,00 (0,9 + 1) = \text{Cr\$ } 7,60/\text{m}^3$$

No caso de haver transporte suplementar, o mesmo será pago separadamente.

Os preços unitários obtidos para as diversos serviços complementares foram determinados apenas para fixar idéia e correspondem ao preço do custo.

Para obtermos o preço unitário final devemos levar em conta as taxas incidentes que poderão ser tomadas na seguinte base:

a) — Taxas incidentes sobre a mão de obra:

1) I.A.P.I.	—	3,0%
2) L.B.A.	—	0,5%
3) SENAI	—	0,7%
4) Indenizações	—	8,3%

5) Seguros	—	4,2%
6) Ferramentas	—	5,0%
7) Férias	—	5,0%
8) SESI	—	2,0%
		Total 28,7%

b) — Taxas que incidem sobre material e mão de obra :

1) Onus fiscais — Imposto de transações	—	1,25%
Imp. Industria e profissões	—	0,10%
Imp. Sindical e CREA	—	0,05%
Imp. de renda	—	0,3 %
Lei do selo	—	0,4 %
2) Despesas financeiras — Instalação	—	5,0 %
Lucro	—	15,0 %
Juros sobre capital em circulação	—	1,5 %
		20,0 %

Por exemplo : si na construção de determinado coletor a incidência do custo de mão de obra for Cr\$ 50,00 e a incidência do custo do material empregado, excluido o preço do tubo, for de Cr\$ 20,00, o preço unitário do coletor por metro será :

$$\text{Cr\$ } 50,00 + (\text{Cr\$ } 50,00 \times 0,287) + \text{Cr\$ } 20,00 (\text{Cr\$ } 50,00 + \text{Cr\$ } 20,00) \times 0,20 = \text{Cr\$ } 198,40/\text{m}$$

Observação: os cálculos, em sua maioria, foram feitos com aproximação, apenas para dar uma idéia do nosso sistema de composição de preços.

Bibliografia

- Le Analisi dei prezzi — Paolo Arciprete — (1946)
 Le analisi dei prezzi — Viappiani
 Caderno de encargos — Paulo Costa
 El Precio de Coste en la Construccion — H. Ritter
 Hand book of Cost Data — Gillette