

# Otimização econômica dos projetos de esgotos

PROFESSOR JOSÉ M. DE AZEVEDO NETTO

(\*) Conferência proferida no 8.º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária.

## 1. INTRODUÇÃO

O esgotamento sanitário é uma necessidade decorrente do próprio abastecimento de água: as águas, uma vez usadas, devem ser coletadas e encaminhadas a um destino adequado. Inexistindo sistema de esgotos, as águas servidas passam a poluir o solo e o subsolo, contaminando as vias públicas e a água subterrânea.

Gordon M. Fair resume bem essa inter-relação: "O abastecimento de água e o esgotamento sanitário são atividades comunitárias correlatas a serviço das comunidades".

Nas regiões em desenvolvimento, o custo dos sistemas de esgotos, sobrepondo-se simultaneamente ao custo do abastecimento de água, não raro sobrecarrega em demasia a população, desestimulando-a a usar o serviço.

Constatou-se, em várias partes do Brasil onde foram executados sistemas de esgotos, que uma apreciável porcentagem da população não se interessa pelo serviço, deixando de conectar as suas habitações à rede sanitária.

Algumas razões podem ser aventadas para explicar esse desinteresse:

a) falta de mentalidade sanitária e, conseqüentemente, de motivação quanto ao serviço de esgotos;

b) inexistência de instalações sanitárias adequadas nas habitações e dificuldades para executá-las;

c) custo relativamente elevado do serviço, sobretudo para as classes populacionais de menores recursos.

Os dois primeiros motivos podem ser atenuados pela educação sanitária e mediante facilidades de financiamento para as instalações

QUADRO 1  
Extensão do sistema de esgotos e atendimento público — 1973

Cidades	População servida (hab.)	Número de ligações	Extensão da rede (km)	Coletor por habitante servido (m/hab.)	Média ponderada no grupo (m/hab.)
Natal	41.778	6.862	96	2,3	}
João Pessoa	33.320	6.831	60	1,8	
Recife	115.401	15.247	251	2,2	
Aracaju	14.395	3.204	24	1,7	
Belo Horizonte	690.622	70.563	700	1,0	}
São Paulo	3.915.200	406.572	3.993	1,0	
Curitiba	209.299	25.823	160	0,8	
Porto Alegre	361.141	28.660	337	0,9	

prediais mínimas, incluindo a execução das ligações aos coletores públicos.

O terceiro apenas poderá ser minorado a partir da redução de custo.

O custo médio atual "per capita", considerando-se apenas os investimentos dos sistemas de esgotos sanitários no Brasil, geralmente fica compreendido entre 250 e 500 cruzeiros (25 a 50 dólares), sendo que aproximadamente a metade desse custo corresponde a elevatórias, interceptores, emissários e instalações de tratamento e disposição final.

A maneira de tornar o serviço mais acessível à população, viabilizando cada vez mais o empreendimento, é reduzir o seu custo.

## 2. FATORES BÁSICOS QUE INFLUENCIAM O CUSTO

Com esse objetivo serão analisados os principais fatores que influem no custo das obras de esgotos. Na presente exposição serão abordados os fatores relacionados com a rede de esgotos, já que em nosso meio a técnica de tratamento e disposição das águas residuárias tem evoluído consideravelmente nesse sentido.

Os principais fatores são os seguintes:

- Custo do projeto.
- População de projeto.
- Traçado da rede.
- Declividade dos coletores.
- Profundidade dos coletores.
- Diâmetro mínimo.
- Condições hidráulicas admitidas.
- Poços de visita.
- Estações elevatórias.
- Fabricação de tubos.
- Tipos de junta.
- Etapas de projeto e de execução.

## 3. CUSTO DO PROJETO

Se, de um lado, o custo do projeto pode ser reduzido mediante a padronização e modulação de algumas partes, tais como elevatórias e obras acessórias, e ainda pela eliminação de exigências desnecessárias e requisitos de sofisticação, por outro lado deve incluir e prever gastos maiores para o aprimoramento do traçado e estudo de variantes e alternativas que possam conduzir a soluções mais satisfatórias.

Em outras palavras, é melhor despender mais tempo na otimização do projeto do que na preparação de itens de sofisticação.

As equipes de projeto sempre deveriam incluir engenheiros com experiência na construção e operação de sistemas de esgotos. O hábito de confiar projetos a profissionais que jamais tiveram a oportunidade de sentir os as-

pectos práticos do problema tem, freqüentemente, influenciado as soluções com enfoques extremamente teóricos.

## 4. POPULAÇÃO DE PROJETO

Muitos projetistas, partindo de idéias até certo ponto razoáveis ("a vida útil dos coletores de esgotos geralmente é longa"; "o remanejamento de coletores é dispendioso"; "do aumento de vazões e de diâmetros resultam acréscimos de custo que não são grandes"), recomendam que sejam adotadas nos projetos as maiores vazões que possam ocorrer no futuro (ainda que remoto), isto é, as vazões que iriam ocorrer na época de saturação urbanística.

Algumas ponderações deverão ser feitas em relação ao assunto:

a) esta orientação redundante na inviabilidade do serviço de esgotos para muitas cidades brasileiras;

b) certos materiais que estão sendo aplicados nos sistemas de esgotos não garantem uma vida muito longa;

c) na maior parte das vezes, é impraticável definir a população de saturação.

Para considerar a saturação urbanística é indispensável que as cidades (ou setores urbanos) possuam planos diretores e gabaritos máximos de ocupação e que tais planos e gabaritos sejam efetivamente obedecidos e, ainda, que se mantenham aplicados ao longo dos anos. Essas hipóteses podem ser encontradas em algumas cidades brasileiras, mas estão longe de constituir a regra geral.

Por outro lado, sobretudo nas cidades pequenas, para as quais a viabilidade pode constituir-se em uma restrição, o reforço do sistema mediante a construção de "coletores complementares" (ou de alívio) geralmente não conduz a custos exorbitantes.

Talvez, para essas numerosas cidades, o mais importante seja vencer, na época presente, as barreiras econômico-financeiras que dificultam a realização de um serviço tão essencial, ainda que no futuro distante venham a se tornar necessários alguns remanejamentos.

É possível que as condições econômicas da comunidade sejam melhoradas no futuro, facilitando as novas obras. Em qualquer caso, a população já teria sido beneficiada e estaria conscientizada da importância do serviço de esgotos.

Salvo casos excepcionais, é, pois, razoável projetar os sistemas de esgotos com alcance de 25 ou 30 anos.

Durante muitos anos os projetos de esgotos para cidades do interior de São Paulo foram

elaborados com previsão para atender ao dobro da população inicial.

### 5. TRAÇADO DA REDE

Apenas o projetista experiente reconhece, visualiza e domina a grande influência do traçado da rede de esgotos sobre as vazões nos coletores, os diâmetros, as declividades mínimas e, conseqüentemente, as profundidades.

Para servir a uma mesma área e à mesma extensão de rede, podem ser concebidos traçados diferentes, com custos também diferentes.

A otimização do traçado pode ser muitas vezes um recurso de redução de custos.

No exemplo da Figura 1 podem-se visualizar as diferenças devidas a três tipos de traçado. Para facilitar a construção desse modelo

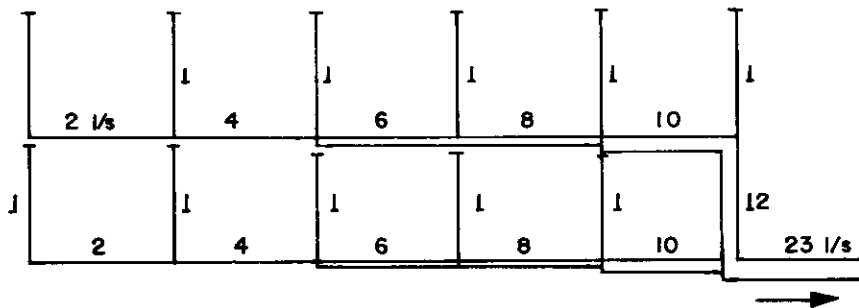
foram considerados, nos três casos, 23 trechos em terreno horizontal, de 200 m cada um, com vazão máxima de 1 l/s por trecho.

### 6. DECLIVIDADE DOS COLETORES

Tradicionalmente, as normas fixam as declividades mínimas a serem observadas no projeto das canalizações de esgotos. No Estado de São Paulo, por exemplo, essas declividades são estabelecidas por lei.

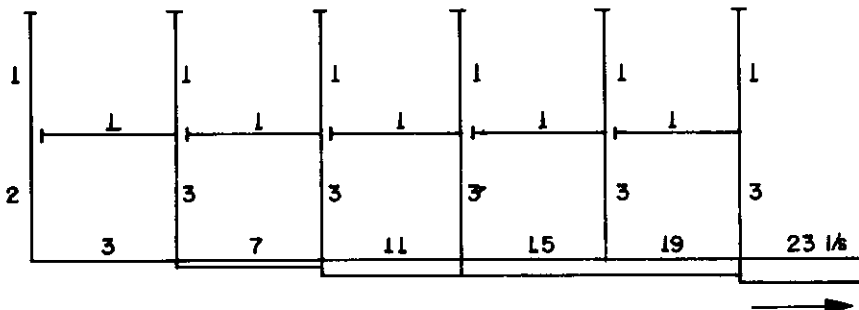
Esses limites são fixados para assegurar a velocidade mínima desejável, admitindo-se uma condição de escoamento (vazão a meia seção, por exemplo).

O Quadro 2 apresenta os valores mínimos para a velocidade de 0,60 m/s com escoamento a meia seção, de acordo com as fórmulas usuais.

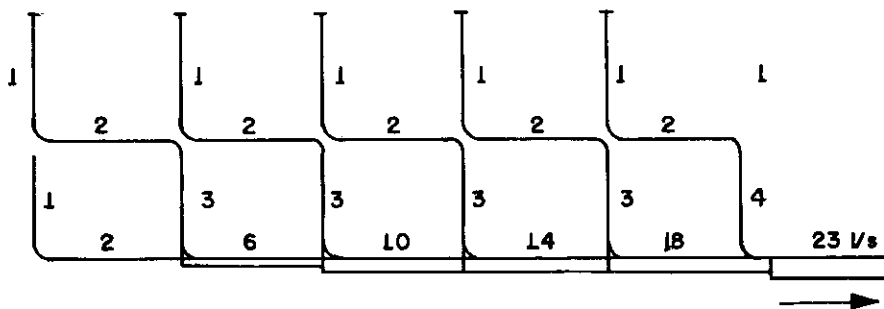


TRAÇADO TIPO 1

TRAÇADOS TÍPICOS  
FIG. 1



TRAÇADO TIPO 2



TRAÇADO TIPO 3

Nº TRECHOS		DIÂMETROS		Nº TRECHOS INICIAIS	CAIMENTOS DECL. MIN.
Ø150mm	Ø200mm	Ø 250 mm	> 250 mm		
13	4	3	1	11	8,10m
18	1	3	1	11	7,80m
18	1	3	1	7	7,60m

<b>QUADRO 2</b>				
<b>Declividades mínimas e vazões para V = 0,60 m/s</b>				
<b>(a meia seção)</b>				
Diâmetro (mm)	Bazin $r = 0,16$ (l)	G. Kutter $n = 0,013$ (l)	Universal $k = 2,0$ mm (l)	Vazões Q (l/s)
150	0,0040	0,0070	0,0050	5,4
200	0,0030	0,0040	0,0035	9,6
250	0,0020	0,0030	0,0026	15,2
300	0,0015	0,0022	0,0021	21,2
400	0,0011	0,0014	0,0014	38,0
500	0,0008	0,0011	0,0011	61,0
600	0,0006	0,0008	0,0008	86,0

<b>QUADRO 3</b>				
<b>Declividade mínima e vazões para V = 0,50 m/s</b>				
<b>(a meia seção)</b>				
Diâmetro (mm)	Bazin $r = 0,16$ (l)	G. Kutter $n = 0,013$ (l)	Universal $k = 2,0$ mm (l)	Vazões Q (l/s)
150	0,00300	0,00450	0,0036	4,5
200	0,00200	0,00300	0,0025	8,0
250	0,00150	0,00200	0,0018	12,5
300	0,00110	0,00150	0,0014	17,7
400	0,00070	0,00100	0,0010	32,0
500	0,00055	0,00070	0,0007	49,0
600	0,00045	0,00055	0,0006	71,0

Muitos técnicos têm sido levados a interpretações errôneas de tabelas desse tipo, imaginando que o simples aumento de diâmetro pode assegurar uma redução de declividade, esquecendo que as declividades mínimas indicadas apenas são válidas para as vazões que correspondem ao escoamento a meia seção.

O Quadro 4 apresenta os valores aproximados para as alturas da lâmina de água e para as declividades necessárias para manter a ve-

locidade de 0,50 m/s, em função da vazão.

Nas áreas urbanas com declividades muito pequenas, com o objetivo de não aprofundar excessivamente as canalizações, procura-se adotar declividades mínimas para os coletores, porém sem prejuízo para as condições de auto-limpeza.

É interessante conhecer as declividades mínimas recomendadas pela prática americana (Quadro 5).

<b>QUADRO 4</b>		
<b>Declividades mínimas e lâminas de água para V = 0,50 m/s em função das vazões</b>		
Vazões (l/s)	Declividade mínima (m/m)	Altura da lâmina (*) (m)
0,5	0,0150	0,025
1,0	0,0100	0,035
1,5	0,0075	0,040
2,0	0,0060	0,050
2,5	0,0055	0,055
3,0	0,0050	0,060
4,0	0,0040	0,070
5,0	0,0035	0,075
6,0	0,0030	0,085
8,0	0,0025	0,100
10,0	0,0020	0,110

(\*) Para os diâmetros mais comuns.

<b>QUADRO 5</b>			
<b>Declividades mínimas recomendadas pela prática americana</b>			
Diâmetro (mm)	Estados Unidos		São Paulo (DAE) (m/m)
	Mínimo desejável (m/m)	Mínimo extremo (*) (m/m)	
150	0,0050	0,0030	0,0070
200	0,0030	0,0024	0,0050
250	0,0022	0,0015	0,0035
300	0,0018	0,0012	0,0025
350	0,0015	0,0009	0,0023
400	0,0013	0,0008	0,0020
450	0,0011	0,0007	0,0018
500	0,0010	0,0006	0,0015
600	0,0008	0,0005	0,0010

(\*) Apenas admissível em casos onde a escavação se tornar excessivamente dispendiosa, com o emprego de tubos mais lisos e com menor número de juntas.

## 7. PROFUNDIDADE DOS COLETORES

O custo dos coletores sanitários varia de acordo com a profundidade de assentamento. A medida que aumenta a profundidade ele-

vam-se os custos de escavação, de transporte vertical de terra, de escoramento, de esgotamento, etc.

A Figura 2 mostra a variação do custo em função da profundidade de assentamento.

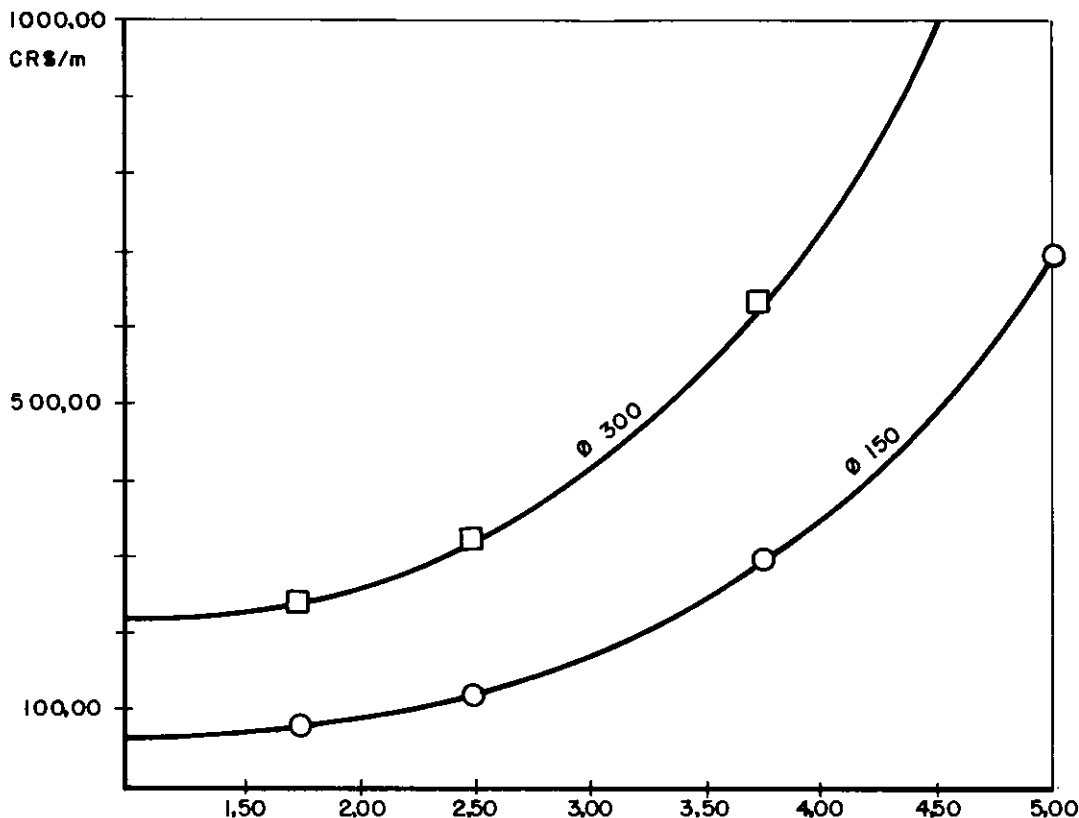


Figura 2  
Custos de coletores em relação à profundidade de assentamento

A profundidade mínima dos coletores depende de três fatores principais:

- Condições para a ligação dos coletores prediais.
- Recobrimento mínimo para proteção contra cargas externas.
- Interferências com outras canalizações.

Antigamente, procurava-se assentar os coletores públicos de maneira a possibilitar o esgotamento de instalações situadas abaixo da cota da via pública. Os problemas decorrentes dessa orientação sugeriram o seu abandono. Atualmente, as normas brasileiras de instalações prediais estabelecem que apenas os aparelhos sanitários situados em cota igual ou superior à da via pública sejam esgotados por gravidade. Nessas condições, um coletor com 1,25 m de profundidade poderia esgotar aparelhos sanitários situados no fundo de um lote de 30 m.

Com a profundidade mínima de 1,25 m haveria um recobrimento aceitável para os materiais mais comuns, considerados os diâmetros pequenos.

As interferências com outras canalizações, principalmente com as galerias de águas pluviais, podem constituir um problema sério, cuja solução satisfatória exige a normalização do uso do subsolo.

Na falta dessa normalização, procura-se dar uma profundidade maior aos coletores sanitários, onerando conseqüentemente o seu custo e também o custo de todas as ligações prediais.

Tendo em vista a economia, o projetista deve procurar otimizar as profundidades da rede, tirando partido das condições topográficas locais e considerando as observações que acabam de ser feitas.

Nas áreas planas com declividades muito

pequenas, os estudos deverão compreender o cotejo econômico entre estações elevatórias e coletores mais profundos.

## 8. DIÂMETRO MÍNIMO

O diâmetro mínimo dos coletores de esgotos tem sido estabelecido em 150 mm, excetuado o caso de bairros industriais, para os quais se recomenda diâmetro de 200 mm. Este último é o mínimo fixado pelas normas americanas.

Há vários anos os materiais empregados nas tubulações de esgotos vêm sendo melhorados e diversificados. Passou-se a fabricar tubos cerâmicos mais lisos, mais compridos e com juntas mais perfeitas e foram introduzidos os tubos de plástico, com características hidráulicas vantajosas.

Esses avanços tecnológicos sugerem a introdução de tubos com diâmetro de 125 mm para os trechos iniciais, sobretudo para o caso de cidades pequenas e bairros residenciais de baixo nível econômico.

A economia que seria obtida pode ser inferida do fato de que, em uma rede de esgotos, 65% a 80% dos coletores geralmente têm o diâmetro mínimo.

A variação de custo dos tubos em relação aos diâmetros está mostrada no Quadro 6.

O acréscimo de preço do diâmetro de 125 mm para o de 150 mm varia de 10% a 40%, conforme o material.

QUADRO 6			
Variação percentual de custo dos tubos conforme o diâmetro(*)			
Diâmetro (mm)	Cimento amianto	PVC	Cerâmica
100	100%	100%	100%
125	112%	180%	160%
150	123%	247%	204%
200	188%	424%	321%
250	260%	693%	431%

(\*) Preços atuais em São Paulo:

— Tubos de cimento-amianto, 150 mm	Cr\$ 37,00/m
— Tubos de PVC, 150 mm	Cr\$ 33,00/m
— Tubos cerâmicos, 150 mm	Cr\$ 24,00/m

## 9. CONDIÇÕES HIDRÁULICAS ADMITIDAS

Devem considerar-se dois aspectos importantes, que poderão contribuir favoravelmente para a economia dos sistemas:

### a) Coeficiente de rugosidade

No caso de manilhas cerâmicas com um grande número de juntas adotava-se (e adota-se) o coeficiente 0,013 das fórmulas de G. Kutter e Manning.

Com o emprego de manilhas cerâmicas de grande comprimento e de melhor qualidade e com a aplicação de tubos de cimento-amianto e de plástico, também maiores e mais lisos, pode-se reduzir o valor desse coeficiente para 0,012 ou 0,011 e até mesmo para 0,010 em casos mais favoráveis.

O Quadro 7 mostra como podem variar as declividades em função de coeficientes hidráulicos.

### b) Seção de escoamento

Tradicionalmente, em nosso país, os coletores secundários de esgotos são dimensionados para funcionar no máximo a meia seção, nas horas de maior vazão.

Considerava-se a meia seção excedente destinada a:

— Ventilar os coletores.

— Constituir margem de segurança para fluxos excepcionais ou imprevisíveis.

Os americanos qualificavam-na como "fator de ignorância".

Por volta de 1930, os próprios americanos passaram a admitir nos seus projetos o uso extremo da seção plena, sem pressão (condutos sempre livres).

O Quadro 8 dá uma indicação sobre o aumento de capacidade de escoamento dos coletores à medida que se eleva a porcentagem de ocupação.

Verifica-se que, ao se aproveitarem 2/3 da altura da seção, ao invés da metade, se aumenta a capacidade de escoamento em 60%, aproximadamente, e que a elevação até 3/4 proporcionaria apenas mais 20%.

Nas condições atuais, sempre que houver o objetivo de economia, os coletores poderão ser projetados para funcionar a 2/3 ou 3/4 do diâmetro.

Isto se justifica porque atualmente se dispõe de métodos melhores para a avaliação das vazões (podendo-se, conseqüentemente, reduzir o "coeficiente de ignorância") e também, porque a seção excedente é suficiente para assegurar o escoamento livre, "ventilando" a superfície.

É sempre necessário considerar, no cômputo das vazões, uma parcela que corresponde às águas de chuva que atingem indevidamente a rede sanitária, embora todo o esforço deva ser feito no sentido de evitar excessos(\*).

(\*) A antiga RAE, de São Paulo, mantinha um bom serviço de controle.

**QUADRO 7**  
**Influência dos coeficientes de rugosidade sobre as declividades (m/m)**  
**(Para V = 0,50 e 0,60 m/s) (\*)**

Diâmetro (mm)	C = 110 (Manilhas)		C = 130 (Concreto)		C = 140 (CA - PVC)	
	V = 0,050 m/s	V = 0,60 m/s	V = 0,50 m/s	V = 0,60 m/s	V = 0,50 m/s	V = 0,60 m/s
125	0,0040	0,0050	0,0025	0,0037	0,0022	0,0032
150	0,0030	0,0046	0,0022	0,0034	0,0019	0,0030
200	0,0021	0,0029	0,0016	0,0021	0,0014	0,0019
250	0,0015	0,0023	0,0011	0,0017	0,0010	0,0015
300	0,0013	0,0020	0,0009	0,0015	0,0008	0,0013
400	0,0010	0,0015	0,0007	0,0011	0,0006	0,0010
500	0,0007	0,0012	0,0006	0,0009	0,0005	0,0008

(\*) Fórmula de Hazen-Williams

**QUADRO 8**  
**Vazões em l/s para diferentes alturas da lâmina líquida**

Diâmetro (mm)	I (m/m)	50% (1/2)	67% (2/3)	75% (3/4)	100% (1/1)
150	0,0070	5,60	8,96	10,48	11,20
200	0,0040	9,45	15,08	17,62	19,90
250	0,0035	16,44	26,18	30,56	32,88
300	0,0025	22,98	36,54	42,64	45,96
350	0,0020	31,41	49,88	58,19	62,82

### 10. POÇOS DE VISITA

Os poços de visita são obras acessórias relativamente caras, que pesam no orçamento da rede de esgotos.

Três iniciativas podem ser tomadas com o propósito de limitar sua influência no custo dos sistemas:

- a) diminuição do número de poços de visita;
- b) redução do custo de construção;
- c) substituí-los, em parte, por inspeções tubulares.

O número de poços de visita nas redes de esgotos pode variar desde um poço para 50 m de coletores (em média) até uma unidade para 150 m de canalizações.

No Rio de Janeiro existe, em média, um poço de visita para 67 m de coletores. Na cidade de Americana, no Estado de São Paulo, a freqüência é de um poço para 120 m de coletores.

Para os trechos retos as normas de projeto apresentam exigências díspares, conforme se pode constatar no Quadro 9.

**QUADRO 9**  
**Distância máxima entre poços de visita**  
**(Trechos retos)**

Normas	Distâncias (m)
São Paulo	120
Sudene	70 a 80 (*)
Projeto de Normas Bras. 567	40 ou 100 (**)
Americanas	120 até 150
Inglesas	110

(\*) Coletores de 150 e 200 mm.  
(\*\*) 40 m para o caso de limpeza manual.



Basta comparar os limites acima relacionados para se concluir que o assunto merece melhor estudo.

Com os métodos de limpeza atualmente disponíveis poderão ser aceitos, em redes econômicas, os limites admissíveis nos Estados Unidos. Além disso, em sistemas econômicos poderão ser feitas as seguintes "concessões":

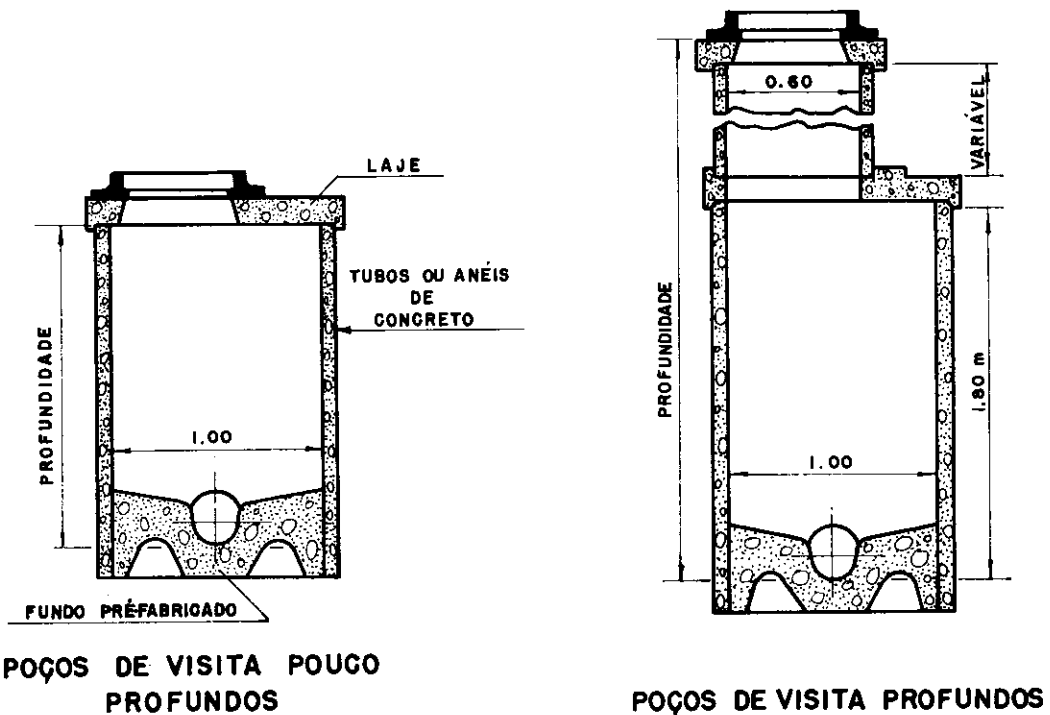
- a) eliminar poços de visita em deflexões pequenas executadas com os próprios tubos não alinhados;
- b) não instalar poços de visita em todas

as mudanças de declividade.

Novas idéias deverão ser consideradas, examinadas e aplicadas com o propósito de reduzir os custos dos poços de visita. Primeiramente, deverão ser eliminados os estribos, que se tornam perigosos devido à corrosão a que estão sujeitos.

Poços de visita pré-moldados de tipo mais simples poderão constituir uma solução vantajosa. Uma outra idéia consiste no emprego de tubos pré-fabricados, de concreto, com 800 mm de diâmetro, para essa finalidade.

Figura 3  
Poços de visita pré-fabricados



Os tubos cerâmicos retilíneos, com paredes compactas e com comprimentos longos, são fabricados em instalações industriais, com base em uma tecnologia avançada. Os tubos cerâmicos são relativamente pesados e sujeitos a quebras e por isso podem, quando transportados a grandes distâncias, ter seus custos excessivamente acrescidos.

Em programas de saneamento de âmbito nacional é indispensável incentivar e promover a implantação de indústrias de tubos para os sistemas de esgotos.

Essas indústrias deverão ficar estrategicamente localizadas, de modo a atender a mercados regionais.

Uma das grandes dificuldades para iniciativas dessa natureza tem residido na falta ou nas falhas de programação e, conseqüentemente, de um mercado firme e fidedigno.

### 13. TIPOS DE JUNTA

O progresso técnico na parte que se refere às juntas dos tubos tem sido maior do que a evolução dos próprios tubos.

Os novos tipos de junta, incluindo a aplicação de anéis de borracha ou de compostos plásticos, não trazem um barateamento direto, mas contribuem consideravelmente para restringir o volume de águas de infiltração e para menores gastos de manutenção (além de reduzir o custo de mão-de-obra da instalação).

No Brasil não vem sendo dada a importância devida ao problema das juntas e muitas redes sanitárias estão sendo executadas em condições sofríveis.

### 14. ETAPAS DE PROJETO E DE EXECUÇÃO

Com vistas à economia, este é um dos principais pontos a serem considerados. Os sistemas de esgotos das cidades são de natureza dinâmica, não devendo ser imaginadas soluções "definitivas". Em muitas cidades do Estado de São Paulo foram executados os sistemas essenciais e as próprias municipalidades, com recursos próprios ou dos interessados, cuidaram de estender as redes.

Constituem condições importantes:

a) examinar as condições locais, principalmente o nível econômico da população;

b) avaliar o comportamento real dos habitantes da área com relação ao benefício (serviço de esgotos);

c) delimitar a etapa de implantação inicial, considerando a execução inicial da rede coletora somente nas áreas onde se pode esperar um número significativo de ligações.

A execução de sistemas de coleta ociosos eleva o valor do investimento, onera as gerações presentes e muitas vezes inviabiliza o empreendimento.

Para cada região pode-se verificar a relação média L/h (metros de coletor por habitante) para a qual se torna viável o sistema de esgotos. O valor dessa relação pode, por exemplo, ficar compreendido entre 1,00 e 2,00 m/hab., dependendo essencialmente do custo médio unitário em cada hipótese. Nessas condições, haverá casos em que a viabilidade econômica será conseguida ao se programar a construção da rede para as partes urbanas onde se pode esperar uma freqüência de ligações que corresponda a 1,50 m de coletor por habitante. O Quadro 1 mostra que nas cidades do grupo 2 está ocorrendo um aproveitamento melhor das redes existentes.

O barateamento dos sistemas possibilita, evidentemente, o aumento do valor desse índice.

### 15. CONCLUSÕES

1. O sistema de esgotos é um melhoramento urbano considerado essencial na civilização atual.

2. O custo relativamente elevado dos sistemas de esgotos sanitários restringe a extensão desse benefício a uma parte das comunidades brasileiras.

3. O reexame das condições técnicas usualmente admitidas mostra muitas possibilidades para a redução do custo das obras de esgotos.

4. Os fatores técnicos que exercem maior influência sobre o custo dos sistemas foram analisados com vistas à economia de execução.

5. A aplicação de novas concepções com esse objetivo depende:

— da motivação e do empenho dos projetistas;

— da conscientização das autoridades responsáveis;

— de normas atualizadas e flexíveis.

6. O exame de alguns casos típicos revela que a aplicação de novos critérios de projeto poderá trazer economias de 40% a 50% nas obras de esgotos sanitários.

7. Essa constatação justifica a revisão de projetos existentes, principalmente nos casos em que a redução de custo é um requisito para a viabilização dos empreendimentos.

8. O autor espera que a presente iniciativa venha estimular estudos e investigações sobre a matéria.

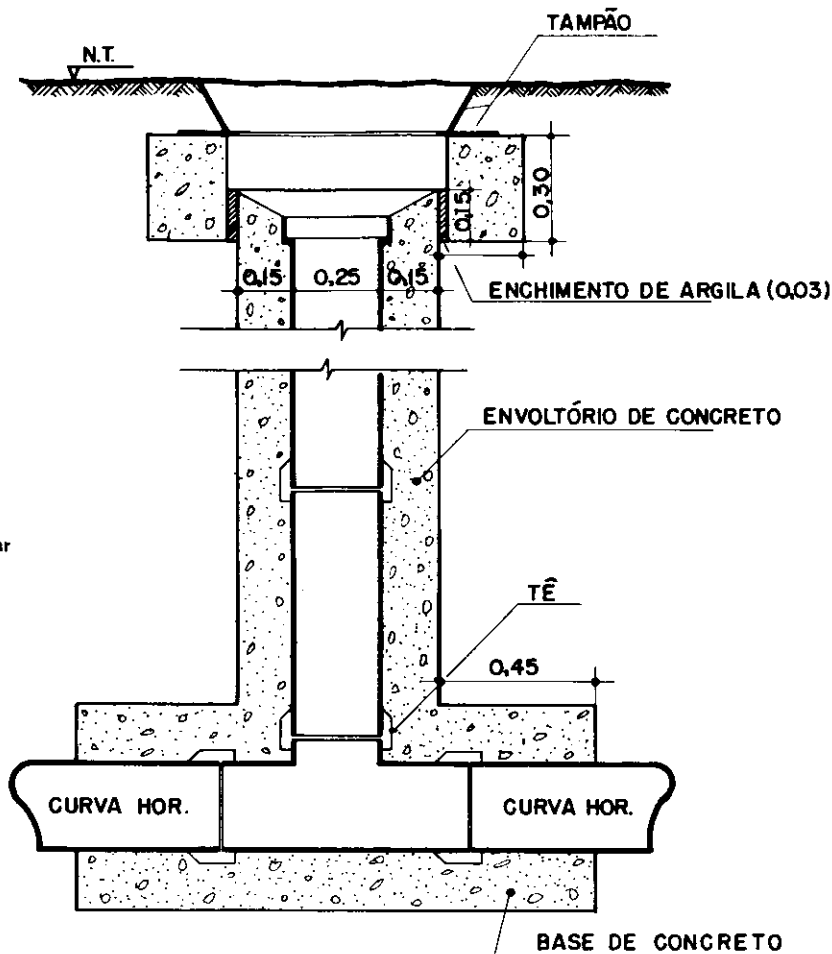


Figura 4  
Inspeção tubular

A Figura 3 mostra um tipo de poço de visita executado com elementos pré-moldados, de acordo com as normas inglesas.

Existia antigamente uma outra modalidade de inspeção, empregada simultaneamente com os poços de visita: era o dispositivo que os ingleses chamavam de "lamp-hole" e que chamaremos de "inspeção tubular" (Figura 4). Esse tipo de inspeção tubular era normalmente aplicado no início dos coletores, nas curvas, nas mudanças de declividade e nos trechos retílineos longos (nos demais casos executavam-se poços de visita).

Esse dispositivo de inspeção foi abandonado em nossa técnica e até mesmo esquecido. O retorno à solução primitiva poderia oferecer novas oportunidades de economia.

## 11. ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS

As estações elevatórias podem ser projetadas com grande economia, dependendo da concepção, do tipo escolhido, dos equipamentos e dos métodos construtivos.

Já existem no mercado nacional instala-

ções padronizadas e pré-fabricadas que podem ser obtidas até mesmo pelo sistema de "leasing", com opção de compra.

As bombas do tipo Flygt oferecem grandes vantagens para as instalações pequenas. Além dos aparelhos desse tipo, poder-se-ia reconsiderar para certos casos a aplicação dos antigos ejetores a ar comprimido do tipo Shone.

A redução do número de estações elevatórias numa rede pública deve ser um dos objetivos do projetista ao estudar, com a atenção devida, o traçado mais conveniente para o sistema. Entretanto, não se deve esquecer que às vezes a implantação de uma elevatória poderá oferecer uma solução mais econômica. É o que ocorre mais freqüentemente nas áreas onde o terreno apresenta condições difíceis de escavação, escoramento e esgotamento de vala (por exemplo: terrenos rochosos ou com o lençol freático elevado).

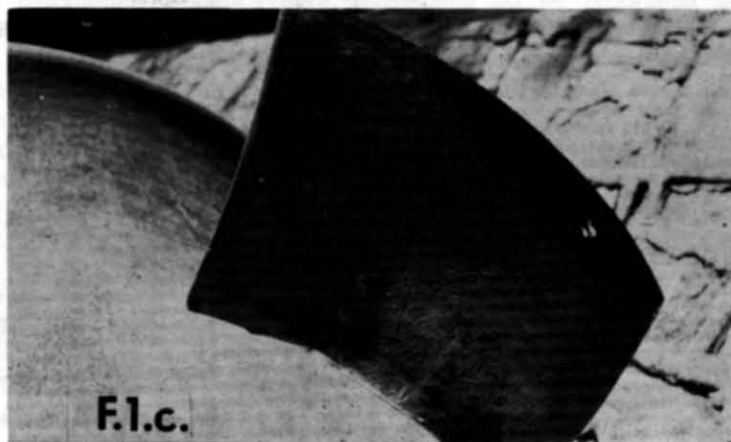
## 12. FABRICAÇÃO DE TUBOS

Os tubos mais baratos e mais duráveis para as redes de esgotos são as manilhas cerâmicas.

## nota da redação

Na matéria "Ensaio de cavitação nas bombas hidráulicas", de autoria do engenheiro Bela Petry, publicada no último número desta revista (104), foram cometidos alguns erros de revisão e seleção de fotos, por parte da produtora e editora.

Pedimos desculpas pela falha e que os senhores leitores considerem a seguinte errata:



página	coluna	linha	
46	1	50	: em vez de fanifestam, leia: manifestam.
47	2	13	: em vez de $\delta$ , leia: $\xi$ .
48	1	32	: leia: "densidade $\rho$ ".
48	2	—	: designação da foto: F.2.
48	2	6	: em vez de $m/\rho^2$ , leia: $m/s^2$ .
49	1	16	: em vez de $\Delta p$ , leia: $\sqrt{\Delta p}$ .
49	2	—	: designação da foto: F.1.a.
50	1	23	: em vez de $vd/s$ , leia: $rd/s$ .
50	1	47	: em vez de $\Delta p = (p)$ , leia: $\Delta p = (\Delta p)_1$ .
50	1	54	: em vez de $Q$ , leia: $Q_1$ .
51	—	—	: em lugar da foto publicada, considerar as fotos abaixo.

