

# Conceitos básicos de um sistema de esgotamento sanitário



**Renato de Oliveira Fernandes**

*Universidade Regional do Cariri – URCA*  
*renatodeof@gmail.com*



Água de chuva deve ser canalizada para a sua calçada e não para a rede de esgoto

Boca de lobo

Galeria de águas pluviais

Rede coletora de esgoto

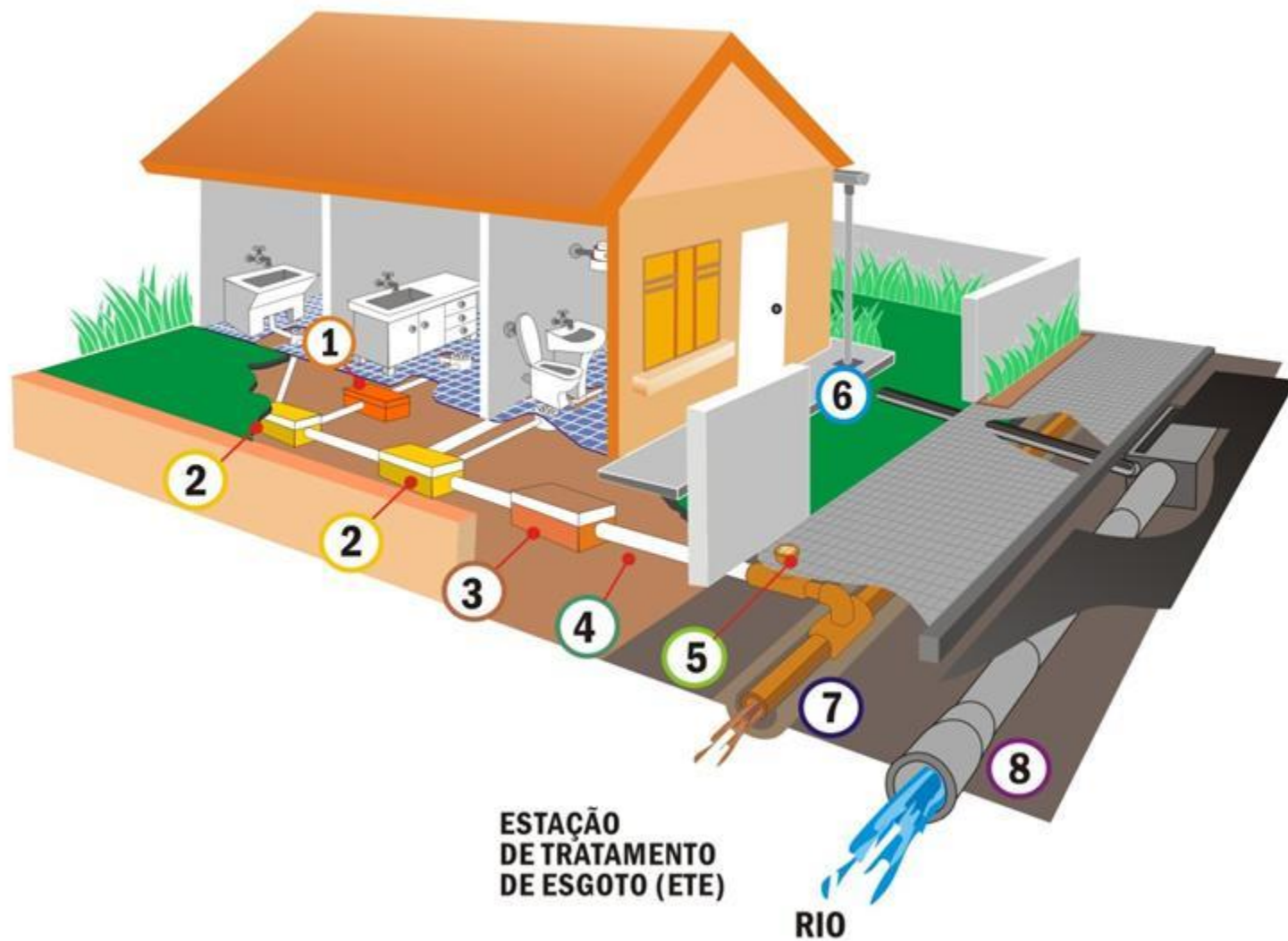
Tampão do TIL

**TIL**  
Tubo de inspeção e limpeza

Válvula de retenção de esgoto  
Opção por parte do cliente

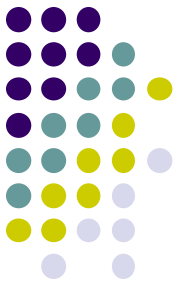
**Caixa de gordura**  
opção útil por parte do cliente e instalada no interno do terreno



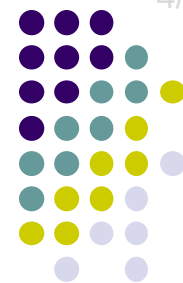








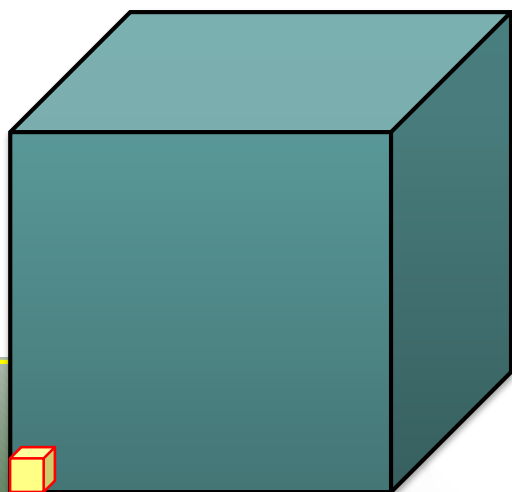
- ABNT – (NBR 12.215/2017a) e (NBR 12.218/2017b). Projeto de adutora de água. Conduitos forçados.



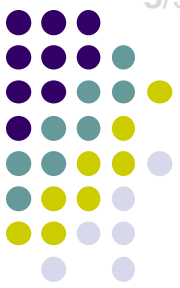
# Sistema de Esgotamento Sanitário

- *NBR-9648 (ABNT, 1986)*

*Definição: “É o conjunto de condutos, instalações e equipamentos destinados a coletar, transportar, condicionar e encaminhar, **somente esgoto sanitário**, a uma disposição final conveniente, de modo contínuo e higienicamente seguro.”*

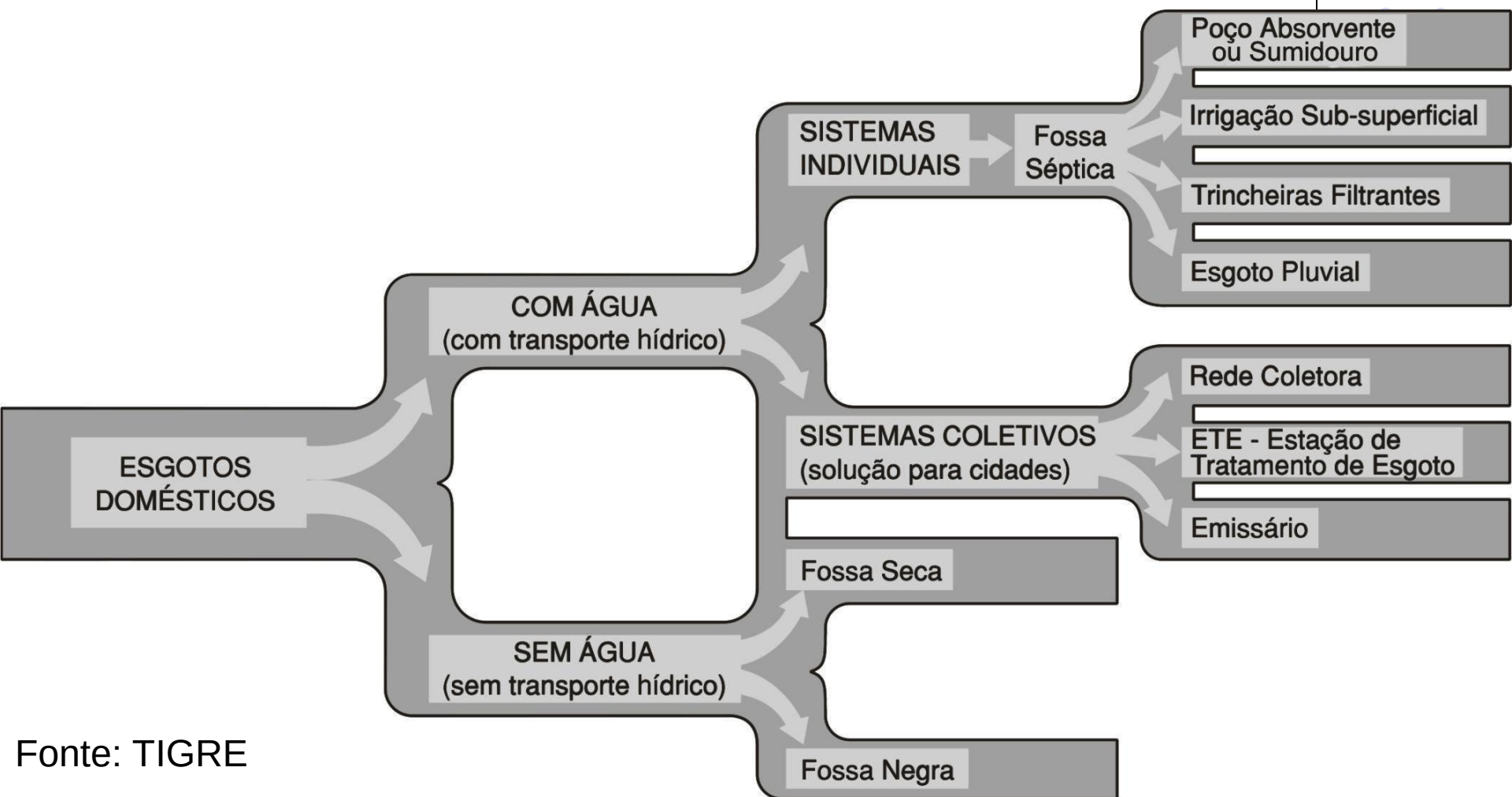


- *Composição do esgoto (isento de resíduo industrial);*
  - *99,87% de água;*
  - *0,04% de sólidos sedimentáveis;*
  - *0,02% de sólidos não sedimentáveis;*
  - *0,07% de substâncias dissolvidas.*



# Finalidades do Sistema de Esgotamento Sanitário

- *Controle e erradicação das doenças de veiculação hídrica;*
- *Melhorar a qualidade de vida da população atendida;*
- *Aumento da produtividade geral, em particular a produtividade industrial;*
- *Melhorias na fauna e flora terrestre ou aquática.*



Fonte: TIGRE



# Sistema Coletivo Convencional

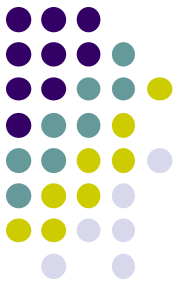
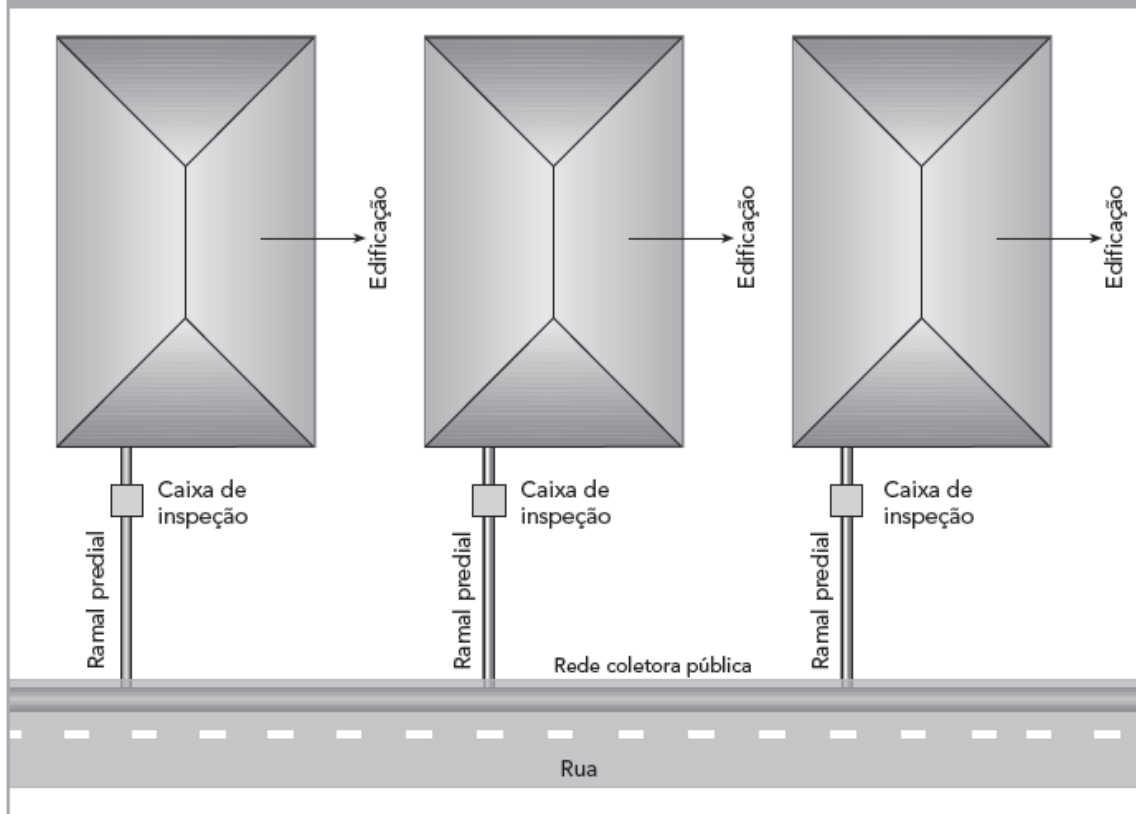
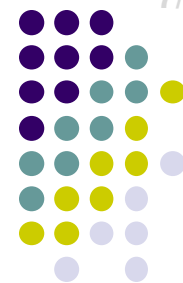


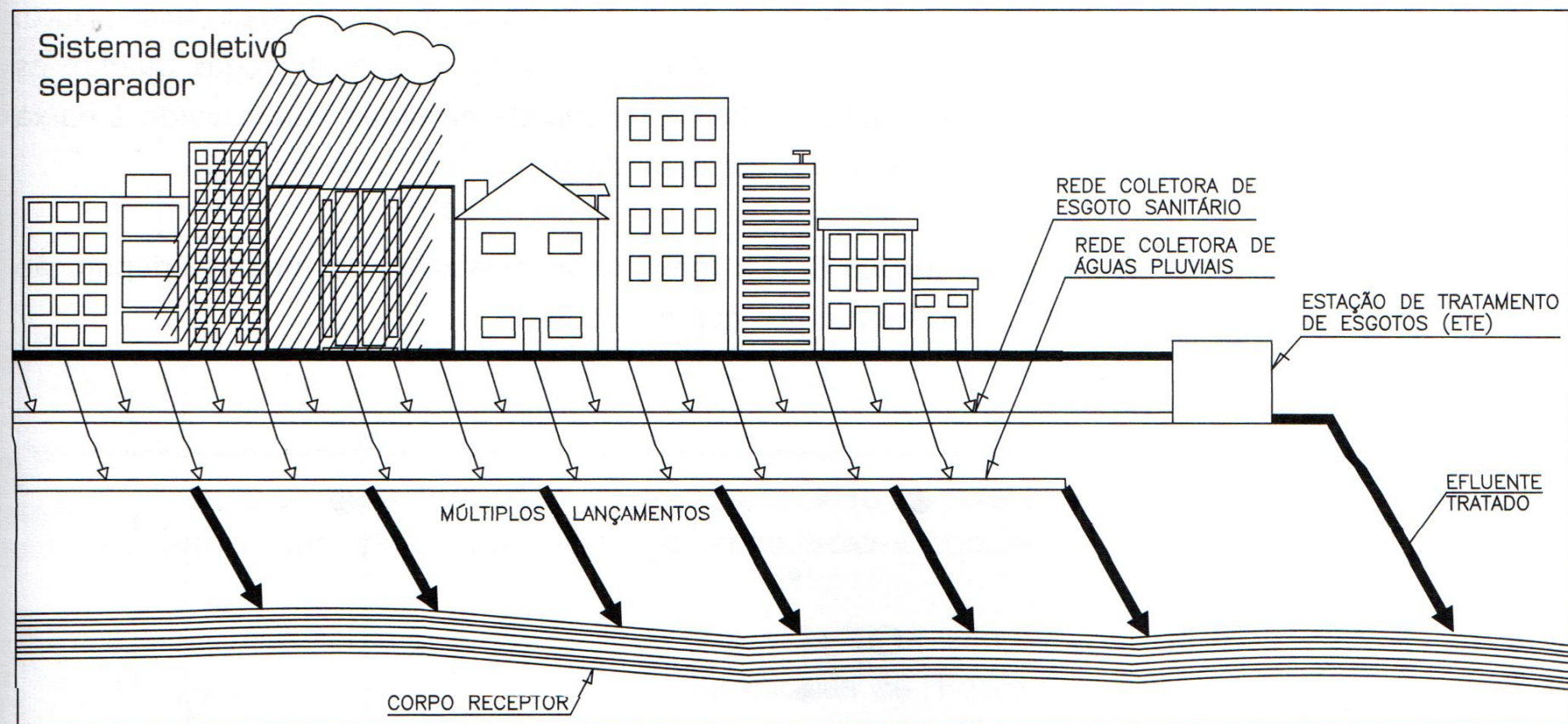
Figura 4.2 Sistema coletivo.

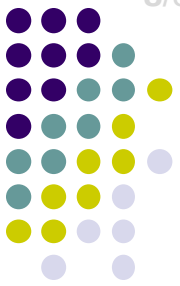


Fonte: Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura – Roberto de Carvalho Júnior

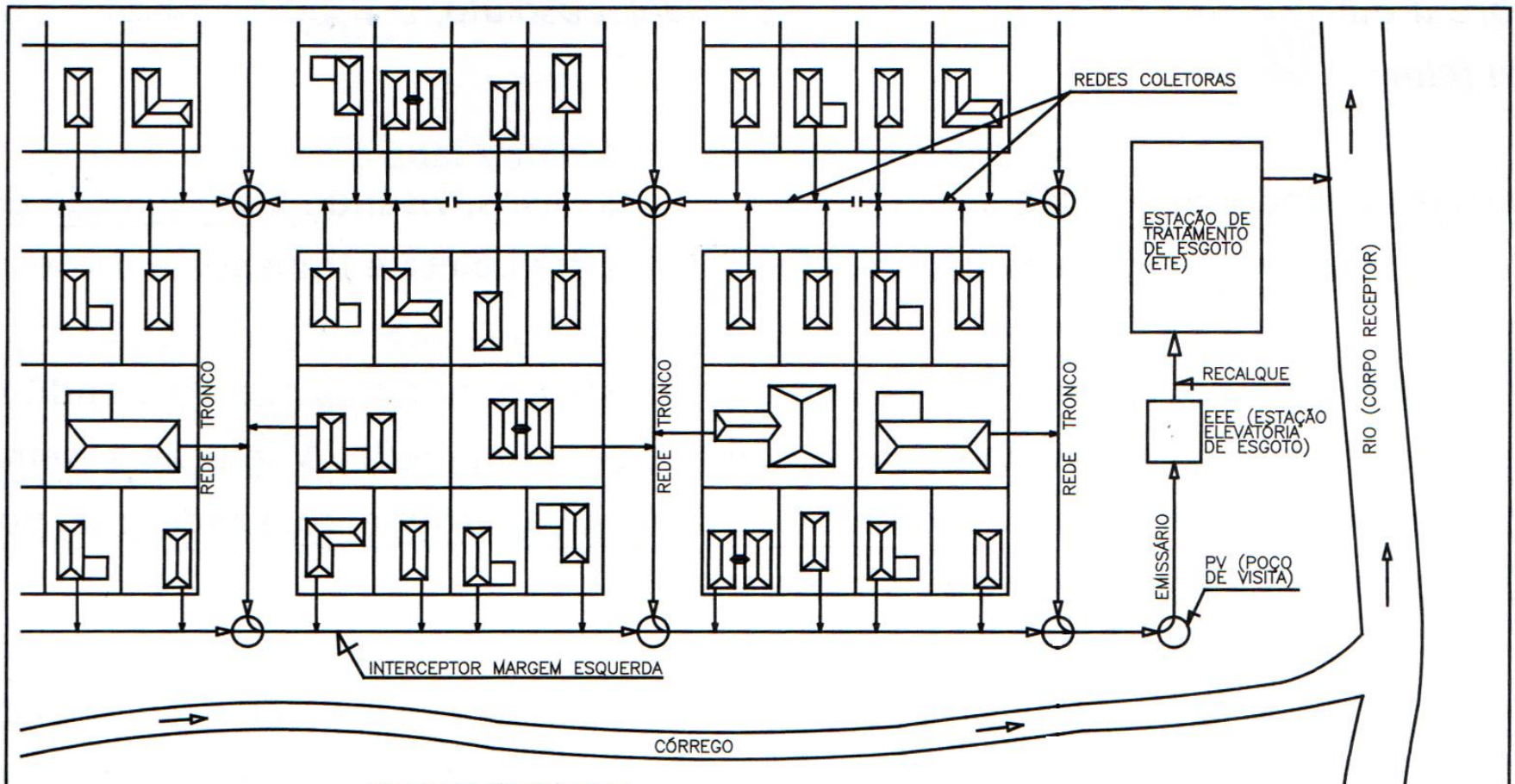


# Sistema separador



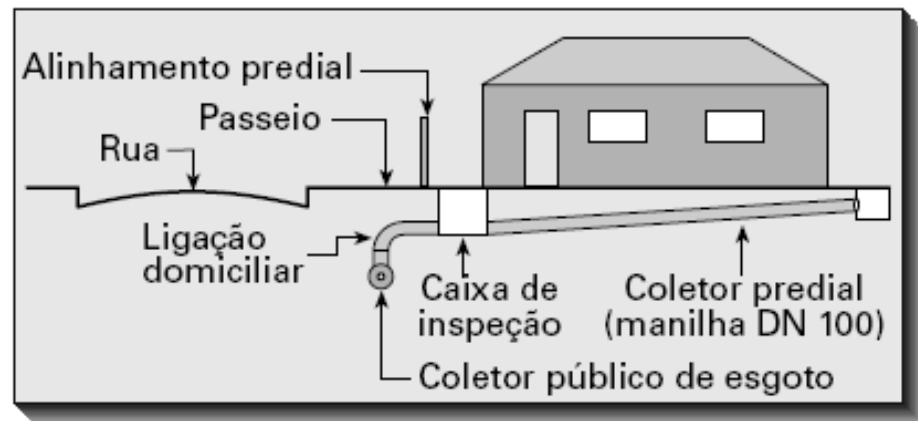
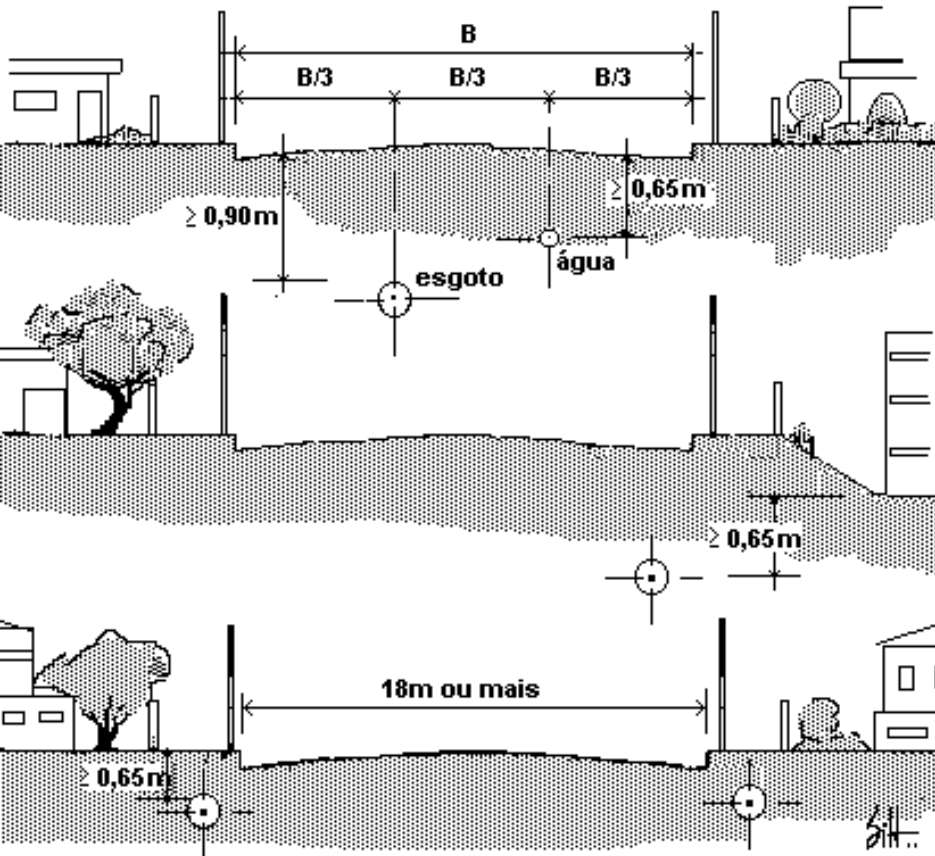
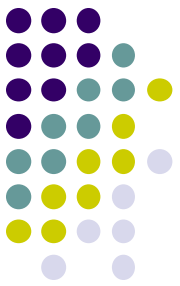


# Sistema convencional



Partes constitutivas do sistema convencional

# Posicionamento dos coletores



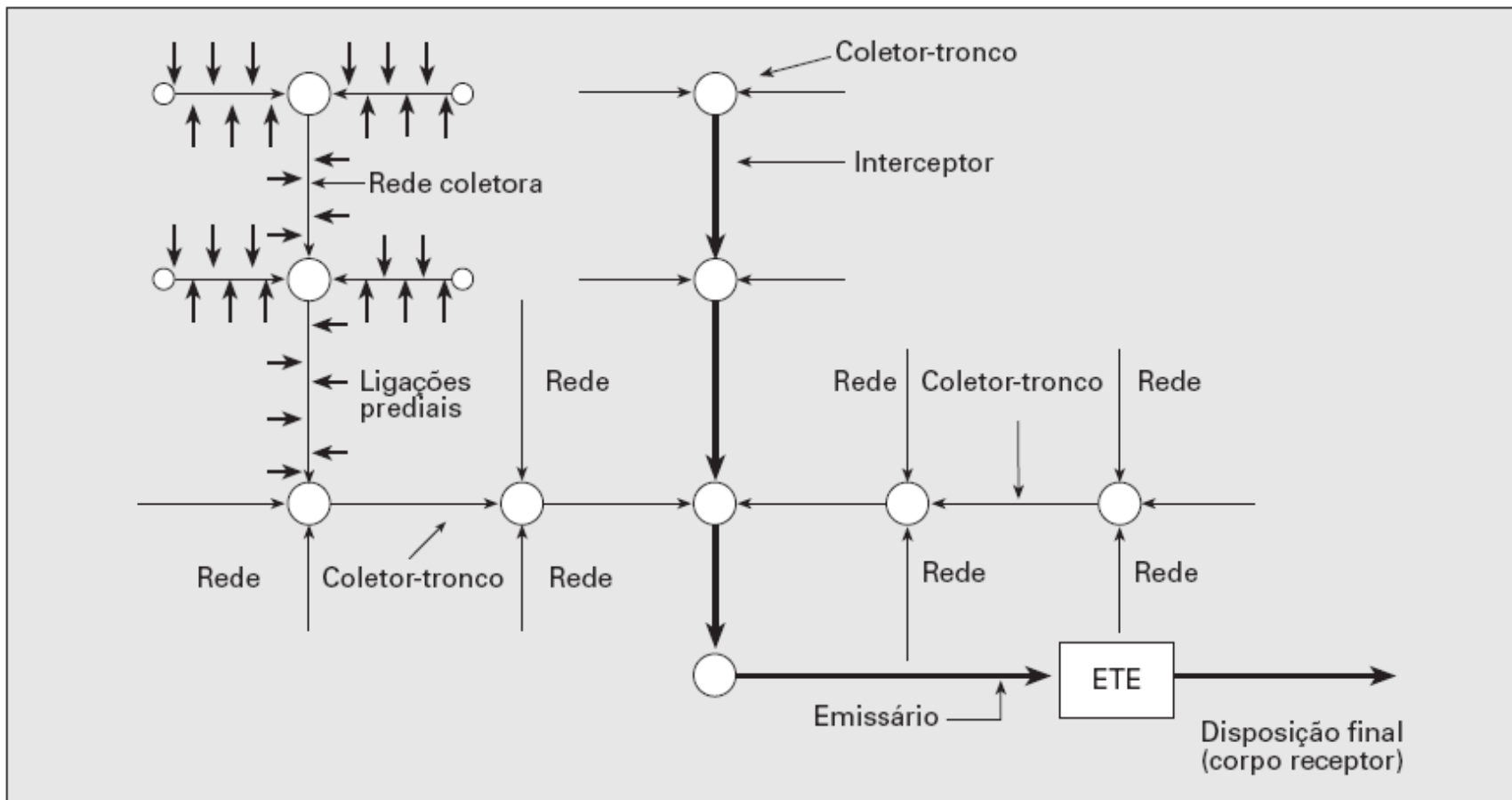
**Figura 4.1** Corte esquemático de uma ligação domiciliar ao coletor público de esgoto sanitário.



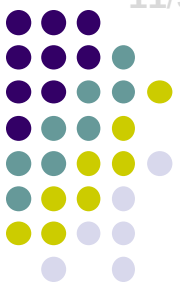


# Sistema de Esgotamento Sanitário

## As unidades do sistema

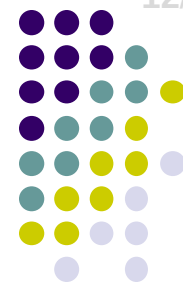


**Figura 3.1** Esquema de sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgoto sanitário



# Estudo de concepção do sistema

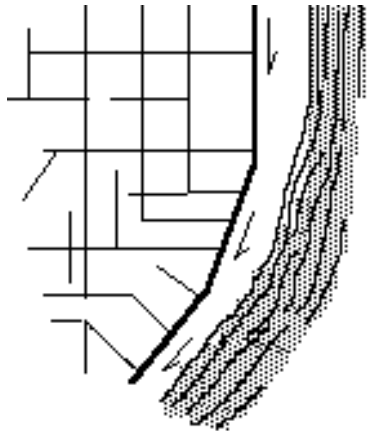
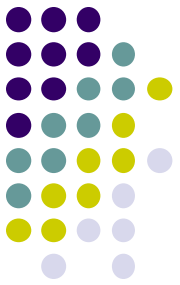
- *NBR 9648 (ABNT, 1986)*
  - *Reunir todas as informações disponíveis da área:*
    - *Geográficas;*
    - *Hidrológicas;*
    - *Demográficas;*
    - *Econômicas;*
    - *Uso e ocupação do solo;*
    - *Não considerar a divisão política administrativa;*



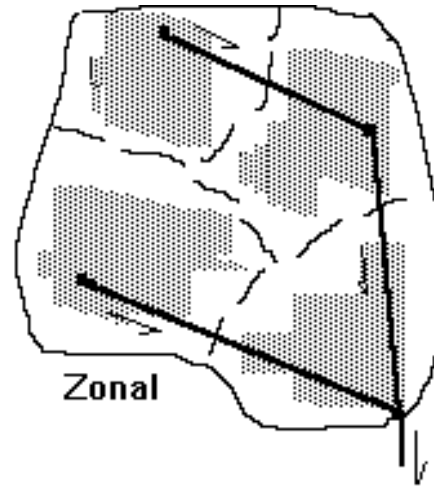
# Tipo de redes – traçados

- *Perpendicular*
- *Longitudinal*
  - *Quando o núcleo urbano se desenvolve principalmente ao longo de curso de água.*
- *Em leque*
- *Distrital (radial)*
  - *Utilizada quando a topografia apresenta baixas declividades e, para evitar excessiva profundidade dos condutos, divide-se a área de projetos em áreas, com pontos de concentração dotados de elevatórias.*

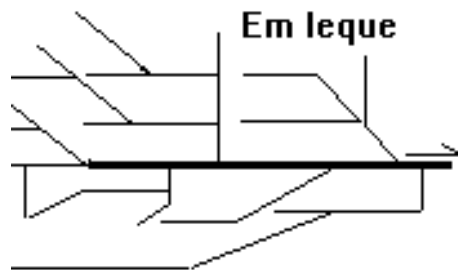
# Tipo de redes – traçados



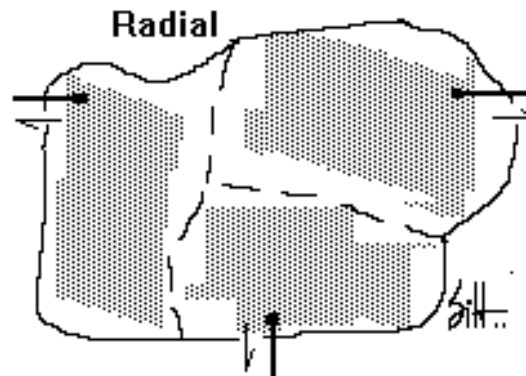
Perpendicular com Interceptor



Zonal

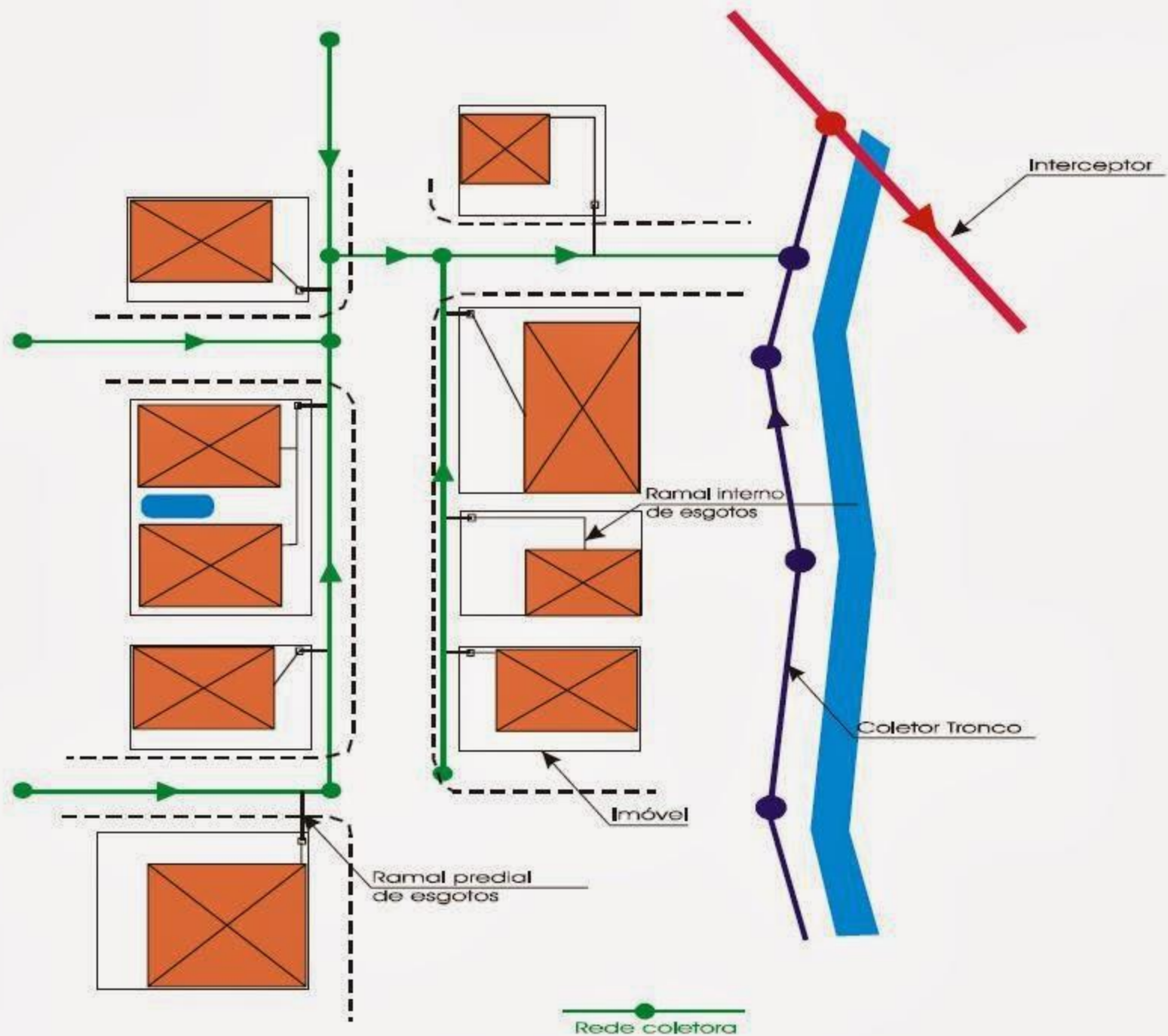


Em leque



Radial





# Órgãos acessórios – rede coletora



- *Poços de visitas - PV*
  - *Início de coletores*
  - *Mudanças de direção*
  - *Reunião de coletores*
  - *Mudança de declividade, de material ou de diâmetro*
  - *Mudanças de seção transversal*

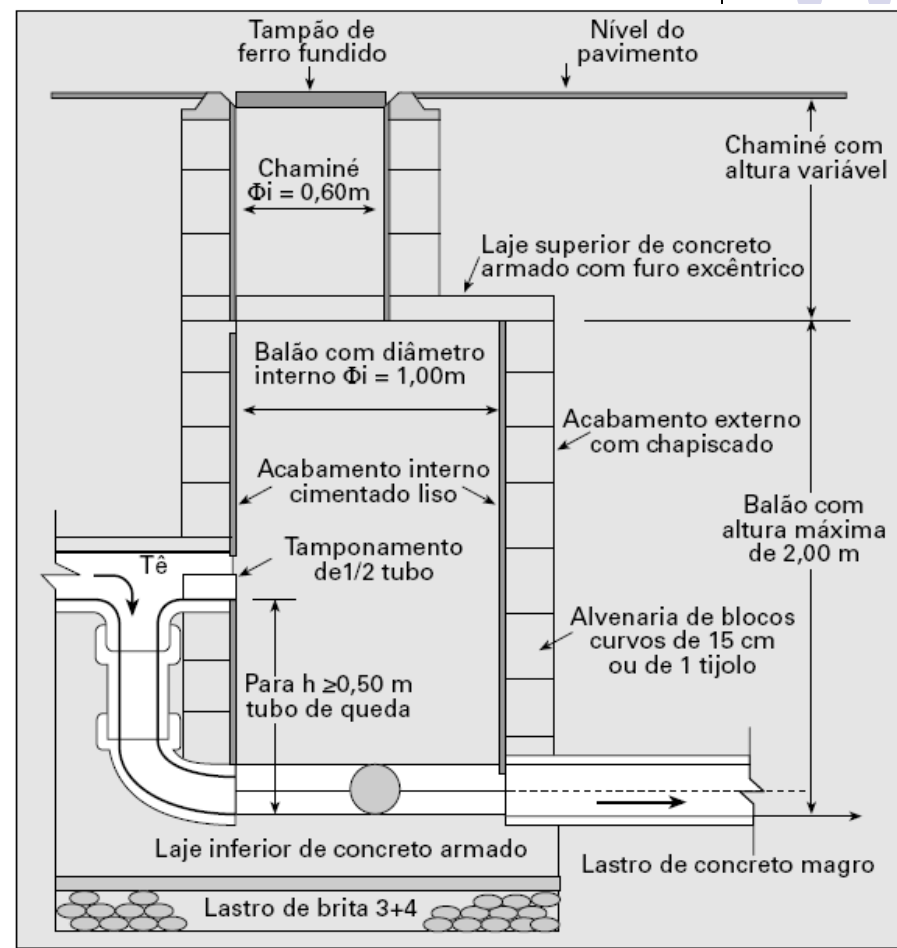
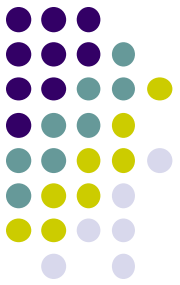


Figura 4.2 Corte esquemático de um PV (sem escala).

# Órgãos acessórios – rede coletora



- Nos trechos retos, respeitando-se as distâncias máximas de:
  - a) 100m, para diâmetros de até 150mm;
  - b) 120m, para diâmetros de 200 a 600mm;
  - c) 150m, para diâmetros superiores a 600mm.



# Órgãos acessórios – rede coletora

- *Terminal de limpeza – TL*
  - *Substitui o PV no início de coletores*
  - *Não permite visitas*
  - *Permite a introdução de equipamentos de desobstrução e limpeza*

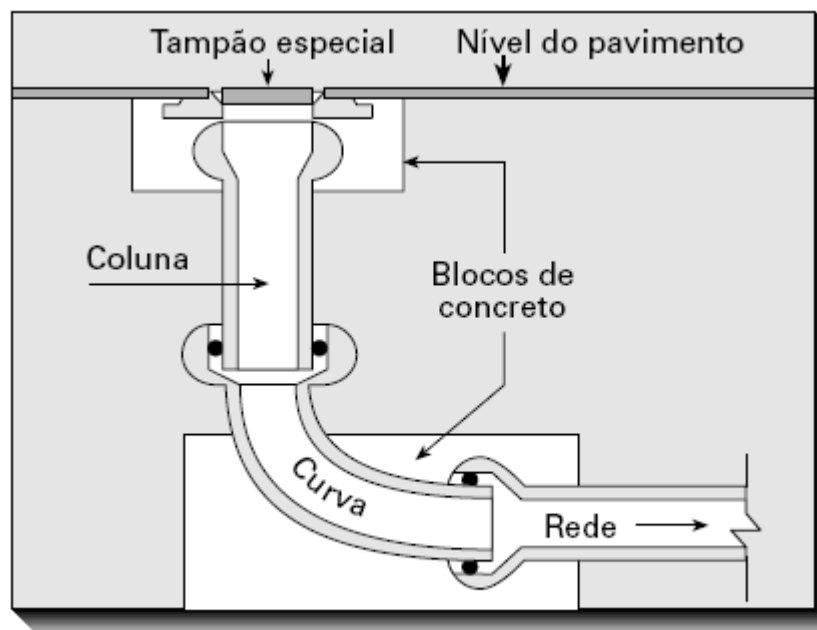


Figura 4.3 Corte esquemático de um TL (sem escala).

# Órgãos acessórios

- *Terminal de inspeção e limpeza – TIL*
  - Não permite visitas
  - Permite a inspeção visual
  - Permite a introdução de equipamentos de desobstrução e limpeza

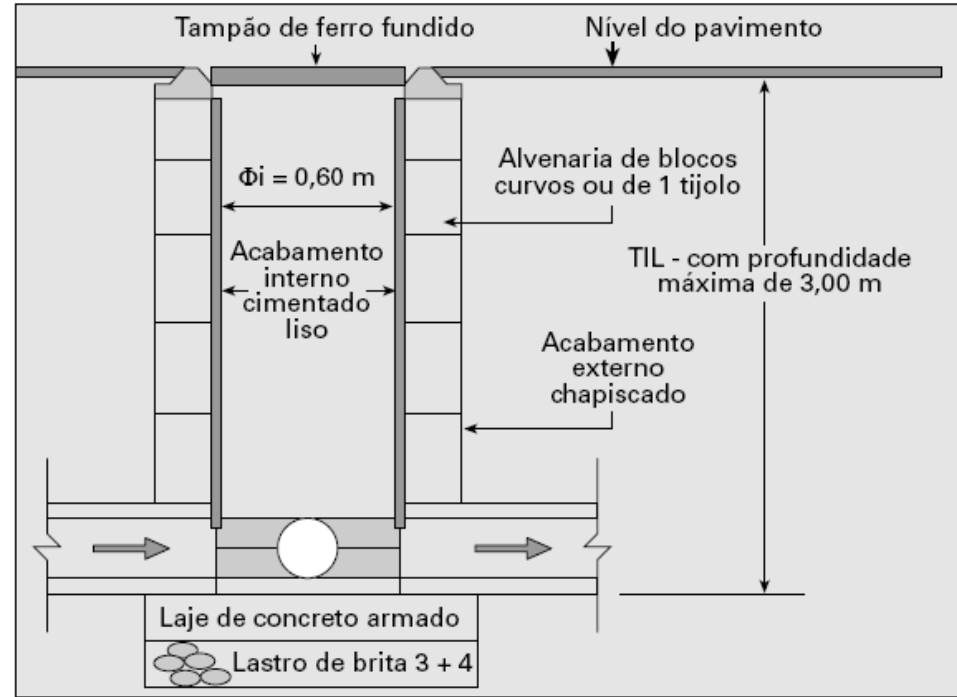


Figura 4.4 Corte esquemático e um TIL (sem escala).

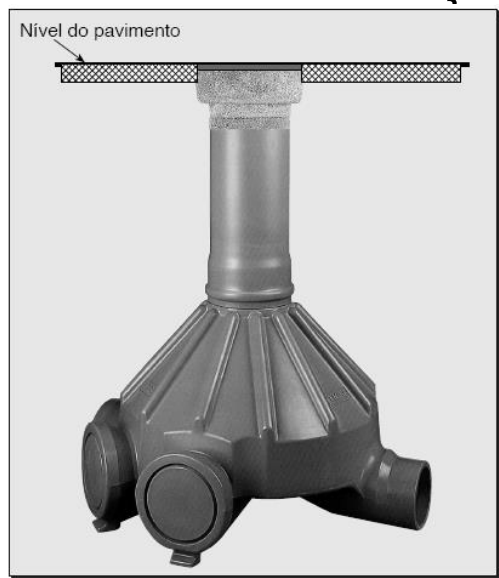
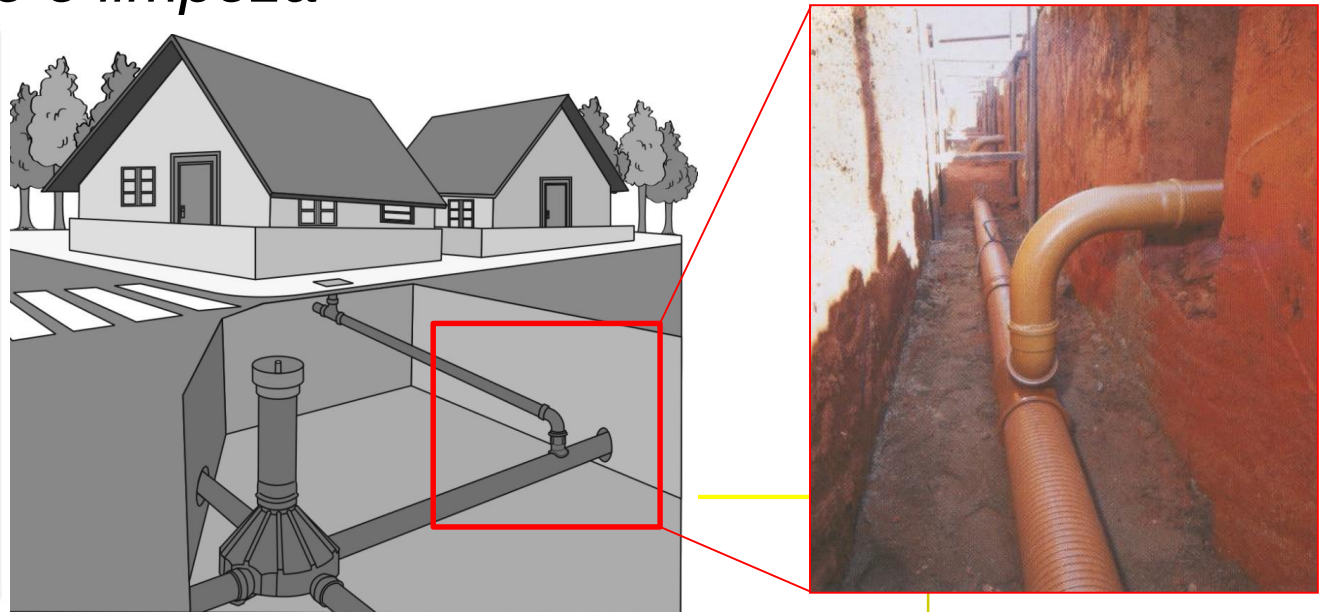


Figura 4.5 TIL radial. Fonte: Catálogo da Tigre.



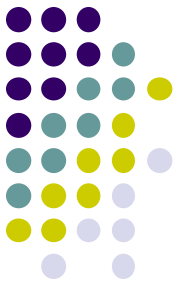




# Custos relativos de implantação de redes coletoras

**TABELA 4.1 Custos relativos de implantação de redes coletoras**

|                                                                                                                                                                   |                                |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-------|
| <b>Serviços Preliminares(*)</b><br>(responsável por 3,8% do custo total)                                                                                          | Canteiro e locação da obra     | 0,6%  |
|                                                                                                                                                                   | Tapumes e sinalização          | 2,1%  |
|                                                                                                                                                                   | Passadiços                     | 1,1%  |
| <b>Execução de valas</b><br>(responsável por 61,2% do custo total)                                                                                                | Levantamento da pavimentação   | 1,3%  |
|                                                                                                                                                                   | Escavação                      | 10,6% |
|                                                                                                                                                                   | Escoramento                    | 38,8% |
|                                                                                                                                                                   | Reaterro                       | 10,5% |
| <b>Assentamento de tubulações (*)</b><br>(responsável por 25,1% do custo total)                                                                                   | Transporte                     | 0,4%  |
|                                                                                                                                                                   | Assentamento                   | 4,1%  |
|                                                                                                                                                                   | Poços de visita                | 15,5% |
|                                                                                                                                                                   | Ligações prediais              | 4,6%  |
|                                                                                                                                                                   | Cadastro                       | 0,5%  |
| <b>Serviços complementares (*)</b><br>(responsável por 9,9% do custo total)                                                                                       | Lastro e bases adicionais      | 0,7%  |
|                                                                                                                                                                   | Reposição de pavimento         | 9,1%  |
|                                                                                                                                                                   | Reposição de galerias pluviais | 0,1%  |
| Acima sobressaem-se os custos relativos; abaixo, três deles (*) são função direta da profundidade, e o outro, o segundo maior custo, relativo à construção de PVs |                                |       |
| Esses 4 itens são responsáveis por 75,4% do custo total                                                                                                           | Escoramento                    | 38,8% |
|                                                                                                                                                                   | Poços de visita                | 15,5% |
|                                                                                                                                                                   | Escavação                      | 10,6% |
|                                                                                                                                                                   | Reaterro                       | 10,5% |

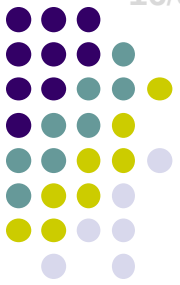


# Dimensionamento hidráulico de redes coletoras de esgoto

**Renato de Oliveira Fernandes**

*Universidade Regional do Cariri – URCA*  
*renatodeof@gmail.com*





# Dimensionamento hidráulico das redes coletoras

- *Parâmetros limites e valores de projeto*
  - *População ( $P$ , hab)*
    - *É o principal parâmetro para o cálculo das vazões de esgoto doméstico*
    - *Devem ser consideradas as populações atuais e futuras*
  - *Coeficiente de Retorno ( $C$ )*
    - *É a relação média entre os volumes de esgoto produzido e água efetivamente consumida*
  - *Taxa per capita ( $q$ , L/hab.dia)*
    - *É o produto da taxa per capita de consumo de água pela coeficiente de retorno*
  - *Coeficiente de variação de vazão ( $k_1$ ,  $k_2$  e  $k_3$ )*
    - $k_1 = 1,20$  – coeficiente do dia de maior demanda
    - $k_2 = 1,50$  – coeficiente da hora de maior demanda
    - $k_3 = 0,50$  – coeficiente da hora de demanda mínima (*Dimensionamento de ETE e EEE*)

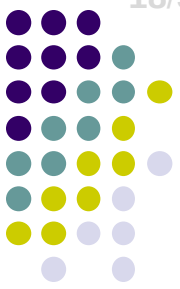


# Dimensionamento hidráulico das redes coletoras

- *Vazões de esgoto, contribuições e taxas*

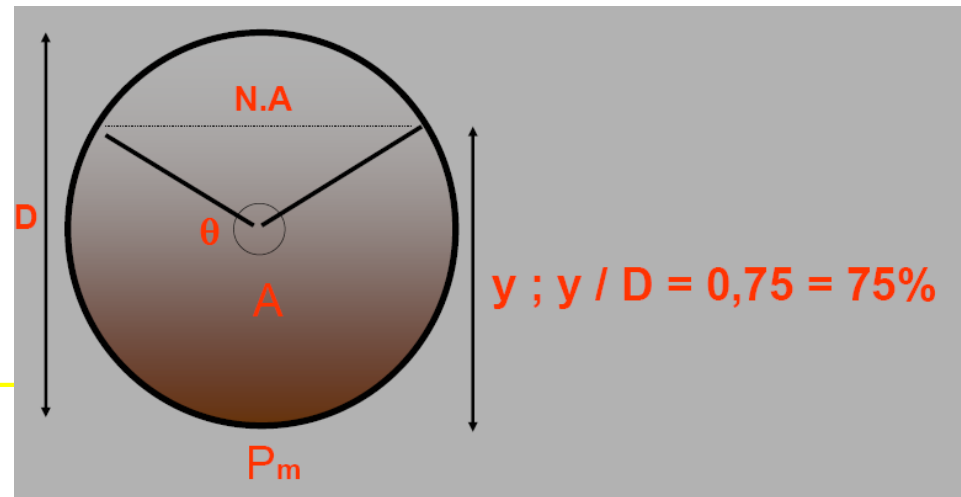
$$Q = Q_d + I + Q_c$$

- *$Q$  = Vazão de esgoto sanitário (mínima de 1,5 L/s)*
- *$Q_d$  = vazão de esgoto doméstico*
- *$I$  = vazão de água de infiltração, a NBR 9649 admite valores 0,05 a 1,0 L/s.km)*
- *$Q_c$  = vazão de contribuição concentrada*

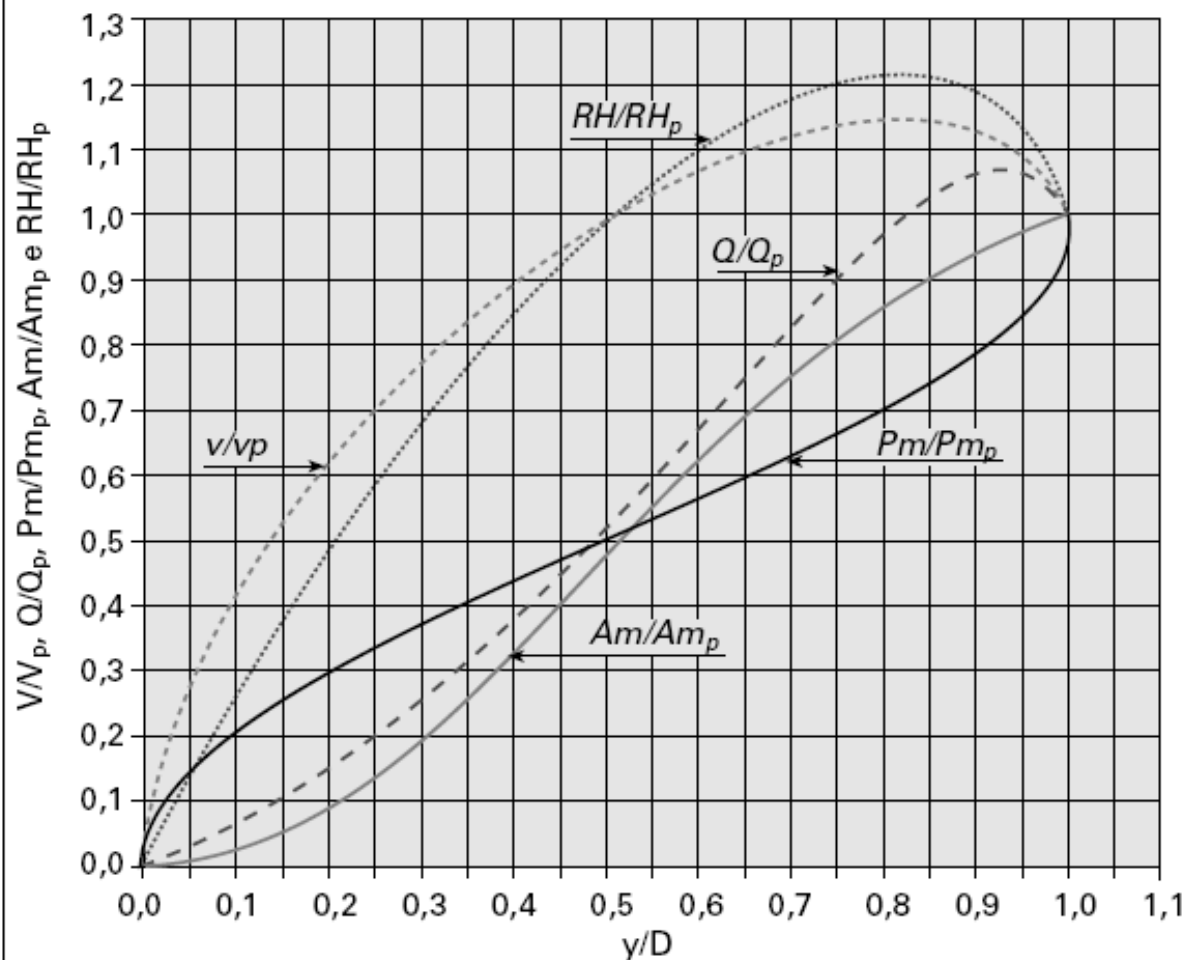


# Dimensionamento hidráulico das redes coletoras

- *Condições hidráulicas exigidas*
  - *Transportar as vazões esperadas (max. e min.)*
  - *Promover o arraste de sedimentos (autolimpeza)*
  - *Evitar as condições que favorecem a formação de sulfetos e a formação de gás sulfídrico.*
  - *Lâmina d'água máxima de 75% do diâmetro do coletor.*
- *Devemos determinar diâmetro e a declividade longitudinal do conduto para satisfazer as condições citadas acima.*







Legenda:

- $Y$  = altura da lâmina d'água
- $D$  = diâmetro do tubo
- $v$  = velocidade na altura  $y/D$
- $v_p$  = velocidade à seção plena
- $Q$  = vazão na altura  $y/D$
- $Q_p$  = vazão à seção plena
- $P_m$  = períim. molhado na altura  $y/D$
- $P_{m_p}$  = períim. molhado à seção plena
- $A_m$  = área molhada na altura  $y/D$
- $A_{m_p}$  = área molhada à seção plena
- $R_H$  = raio hidráulico na altura  $y/D$
- $R_{H_p}$  = raio hidráulico à seção plena

Figura 2.6 Elementos hidráulicos da seção circular.

**TABELA 2.18 Condutos circulares parcialmente cheios**  
**Relações baseadas na equação de Manning:  $v = R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}/n$  e  $Q = v \cdot A_m$**

| $y/D$ | $R_H/D$ | $A_m/D^2$ | $v/v_p$ | $Q/Q_p$ | $y/D$ | $R_H/D$ | $A_m/D^2$ | $v/v_p$ | $Q/Q_p$ |
|-------|---------|-----------|---------|---------|-------|---------|-----------|---------|---------|
| 0,01  | 0,0066  | 0,0013    | 0,0890  | 0,00015 | 0,51  | 0,2531  | 0,4027    | 1,0084  | 0,51702 |
| 0,02  | 0,0132  | 0,0037    | 0,1408  | 0,00067 | 0,52  | 0,2562  | 0,4127    | 1,0165  | 0,53411 |
| 0,03  | 0,0197  | 0,0069    | 0,1839  | 0,00161 | 0,53  | 0,2592  | 0,4227    | 1,0243  | 0,55127 |
| 0,04  | 0,0262  | 0,0105    | 0,2221  | 0,00298 | 0,54  | 0,2621  | 0,4327    | 1,0320  | 0,56847 |
| 0,05  | 0,0326  | 0,0147    | 0,2569  | 0,00480 | 0,55  | 0,2649  | 0,4426    | 1,0393  | 0,58571 |
| 0,06  | 0,0389  | 0,0192    | 0,2891  | 0,00708 | 0,56  | 0,2676  | 0,4526    | 1,0464  | 0,60296 |
| 0,07  | 0,0451  | 0,0242    | 0,3194  | 0,00983 | 0,57  | 0,2703  | 0,4625    | 1,0533  | 0,62022 |
| 0,08  | 0,0513  | 0,0294    | 0,3480  | 0,01304 | 0,58  | 0,2728  | 0,4724    | 1,0599  | 0,63746 |
| 0,09  | 0,0575  | 0,0350    | 0,3752  | 0,01672 | 0,59  | 0,2753  | 0,4822    | 1,0663  | 0,65467 |
| 0,10  | 0,0635  | 0,0409    | 0,4011  | 0,02088 | 0,60  | 0,2776  | 0,4920    | 1,0724  | 0,67184 |
| 0,11  | 0,0695  | 0,0470    | 0,4260  | 0,02550 | 0,61  | 0,2799  | 0,5018    | 1,0783  | 0,68895 |
| 0,12  | 0,0755  | 0,0534    | 0,4499  | 0,03058 | 0,62  | 0,2821  | 0,5115    | 1,0839  | 0,70597 |
| 0,13  | 0,0813  | 0,0600    | 0,4730  | 0,03613 | 0,63  | 0,2842  | 0,5212    | 1,0893  | 0,72290 |
| 0,14  | 0,0871  | 0,0668    | 0,4953  | 0,04214 | 0,64  | 0,2862  | 0,5308    | 1,0944  | 0,73972 |
| 0,15  | 0,0929  | 0,0739    | 0,5168  | 0,04861 | 0,65  | 0,2881  | 0,5404    | 1,0993  | 0,75641 |
| 0,16  | 0,0986  | 0,0811    | 0,5376  | 0,05552 | 0,66  | 0,2900  | 0,5499    | 1,1039  | 0,77295 |
| 0,17  | 0,1042  | 0,0885    | 0,5578  | 0,06288 | 0,67  | 0,2917  | 0,5594    | 1,1083  | 0,78932 |
| 0,18  | 0,1097  | 0,0961    | 0,5774  | 0,07068 | 0,68  | 0,2933  | 0,5687    | 1,1124  | 0,80551 |
| 0,19  | 0,1152  | 0,1039    | 0,5965  | 0,07891 | 0,69  | 0,2948  | 0,5780    | 1,1162  | 0,82149 |
| 0,20  | 0,1206  | 0,1118    | 0,6150  | 0,08757 | 0,70  | 0,2962  | 0,5872    | 1,1198  | 0,83724 |
| 0,21  | 0,1259  | 0,1199    | 0,6331  | 0,09664 | 0,71  | 0,2975  | 0,5964    | 1,2311  | 0,85275 |
| 0,22  | 0,1312  | 0,1281    | 0,6506  | 0,10613 | 0,72  | 0,2987  | 0,6054    | 1,1261  | 0,86799 |
| 0,23  | 0,1364  | 0,1365    | 0,6677  | 0,11602 | 0,73  | 0,2998  | 0,6143    | 1,1288  | 0,88294 |
| 0,24  | 0,1416  | 0,1449    | 0,6844  | 0,12631 | 0,74  | 0,3008  | 0,6231    | 1,1313  | 0,89758 |
| 0,25  | 0,1466  | 0,1535    | 0,7007  | 0,13698 | 0,75  | 0,3017  | 0,6319    | 1,1335  | 0,91188 |

**TABELA 2.18 Condutos circulares parcialmente cheios**  
**Relações baseadas na equação de Manning:  $v = R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}/n$  e  $Q = v \cdot A_m$**

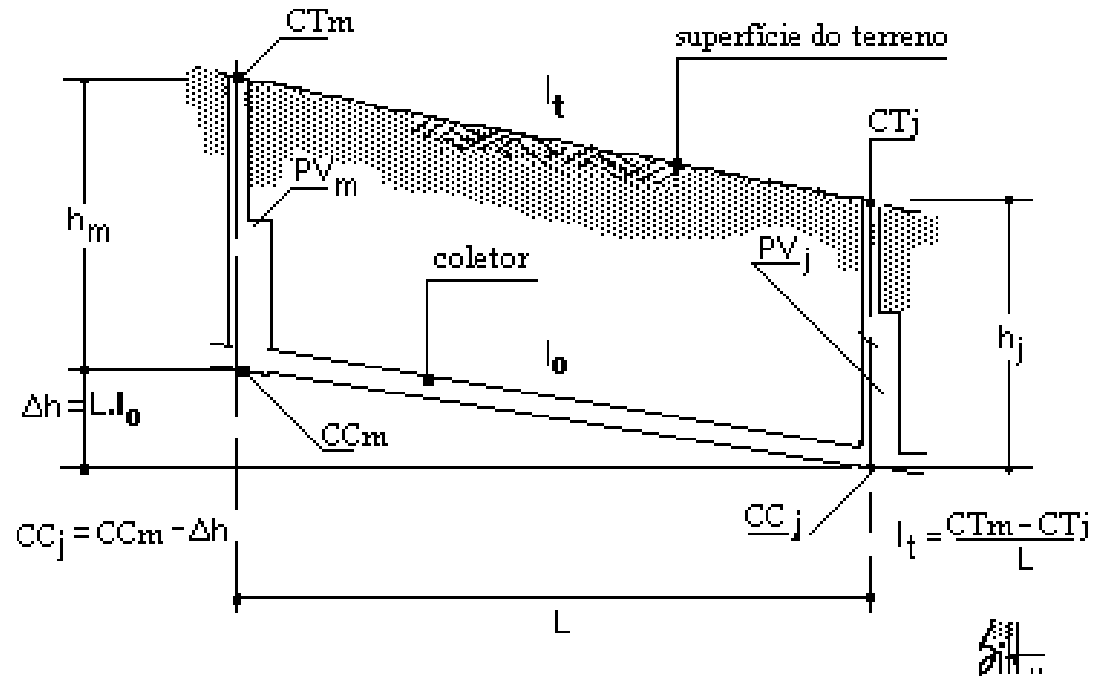
| $y/D$ | $R_H/D$ | $A_m/D^2$ | $v/v_p$ | $Q/Q_p$ | $y/D$ | $R_H/D$ | $A_m/D^2$ | $v/v_p$ | $Q/Q_p$ |
|-------|---------|-----------|---------|---------|-------|---------|-----------|---------|---------|
| 0,25  | 0,1466  | 0,1535    | 0,7007  | 0,13698 | 0,75  | 0,3017  | 0,6319    | 1,1335  | 0,91188 |
| 0,26  | 0,1516  | 0,1623    | 0,7165  | 0,14803 | 0,76  | 0,3024  | 0,6405    | 1,1354  | 0,92582 |
| 0,27  | 0,1566  | 0,1711    | 0,7320  | 0,15945 | 0,77  | 0,3031  | 0,6489    | 1,1369  | 0,93938 |
| 0,28  | 0,1614  | 0,1800    | 0,7470  | 0,17123 | 0,78  | 0,3036  | 0,6573    | 1,1382  | 0,95253 |
| 0,29  | 0,1662  | 0,1890    | 0,7618  | 0,18336 | 0,79  | 0,3039  | 0,6655    | 1,1391  | 0,96523 |
| 0,30  | 0,1709  | 0,1982    | 0,7761  | 0,19583 | 0,80  | 0,3042  | 0,6736    | 1,1397  | 0,97747 |
| 0,31  | 0,1756  | 0,2074    | 0,7901  | 0,20863 | 0,81  | 0,3043  | 0,6815    | 1,1400  | 0,98921 |
| 0,32  | 0,1802  | 0,2167    | 0,8038  | 0,22175 | 0,82  | 0,3043  | 0,6893    | 1,1399  | 1,00041 |
| 0,33  | 0,1847  | 0,2260    | 0,8172  | 0,23518 | 0,83  | 0,3041  | 0,6969    | 1,1395  | 1,01104 |
| 0,34  | 0,1891  | 0,2355    | 0,8302  | 0,24892 | 0,84  | 0,3038  | 0,7043    | 1,1387  | 1,02107 |
| 0,35  | 0,1935  | 0,2450    | 0,8430  | 0,26294 | 0,85  | 0,3033  | 0,7115    | 1,1374  | 1,03044 |
| 0,36  | 0,1978  | 0,2546    | 0,8554  | 0,27724 | 0,86  | 0,3026  | 0,7186    | 1,1358  | 1,03913 |
| 0,37  | 0,2020  | 0,2642    | 0,8675  | 0,29180 | 0,87  | 0,3018  | 0,7254    | 1,1337  | 1,04706 |
| 0,38  | 0,2062  | 0,2739    | 0,8794  | 0,30662 | 0,88  | 0,3007  | 0,7320    | 1,1311  | 1,05420 |
| 0,39  | 0,2102  | 0,2836    | 0,8909  | 0,32169 | 0,89  | 0,2995  | 0,7384    | 1,1280  | 1,06047 |
| 0,40  | 0,2142  | 0,2934    | 0,9022  | 0,33699 | 0,90  | 0,2980  | 0,7445    | 1,1243  | 1,06580 |
| 0,41  | 0,2182  | 0,3032    | 0,9131  | 0,35250 | 0,91  | 0,2963  | 0,7504    | 1,1200  | 1,07011 |
| 0,42  | 0,2220  | 0,3130    | 0,9239  | 0,36823 | 0,92  | 0,2944  | 0,7560    | 1,1151  | 1,07328 |
| 0,43  | 0,2258  | 0,3229    | 0,9343  | 0,38415 | 0,93  | 0,2921  | 0,7612    | 1,1093  | 1,07520 |
| 0,44  | 0,2295  | 0,3328    | 0,9445  | 0,40025 | 0,94  | 0,2895  | 0,7662    | 1,1027  | 1,07568 |
| 0,45  | 0,2331  | 0,3428    | 0,9544  | 0,41653 | 0,95  | 0,2865  | 0,7707    | 1,0950  | 1,07452 |
| 0,46  | 0,2366  | 0,3527    | 0,9640  | 0,43296 | 0,96  | 0,2829  | 0,7749    | 1,0859  | 1,07138 |
| 0,47  | 0,2401  | 0,3627    | 0,9734  | 0,44954 | 0,97  | 0,2787  | 0,7785    | 1,0751  | 1,06575 |
| 0,48  | 0,2435  | 0,3727    | 0,9825  | 0,46624 | 0,98  | 0,2735  | 0,7816    | 1,0618  | 1,05669 |
| 0,49  | 0,2468  | 0,3827    | 0,9914  | 0,48307 | 0,99  | 0,2666  | 0,7841    | 1,0437  | 1,04196 |
| 0,50  | 0,2500  | 0,3927    | 1,0000  | 0,5000  | 1,00  | 0,2500  | 0,7854    | 1,0000  | 1,00000 |

# Dimensionamento hidráulico das redes coletoras - condutos

(01 de 04) *Geometricamente calcula-se a declividade do terreno*

NBR 9649

- 0,65m entre o nível da superfície a geratriz do tubo PASSEIO (calçada)
- 0,90m entre o nível da superfície a geratriz do tubo LEITO DO TRÁFEGO



$$I_t = \frac{CT_m - CT_j}{L}$$

Comprimento do trecho



# Dimensionamento hidráulico das redes coletoras - condutos

(02 de 04) *Calcula-se a declividade mínima –  $I_{0 \min}$*

$$I_{0 \min} = 0,0055 \cdot Q_i^{-0,47}$$

$I_{0 \min}$  (m/m)  
 $Q_i$  (L/s)

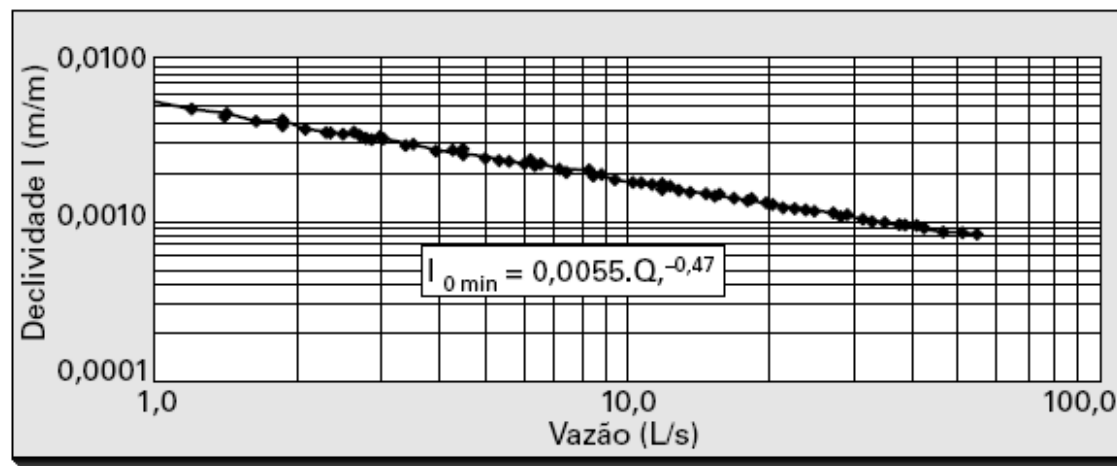
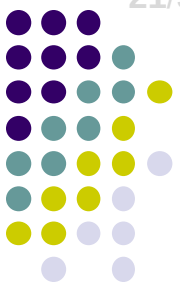


Figura 4.15 Declividade mínima  $I_{0 \min}$  em função da vazão para tensão trativa  $\sigma = 1,0$  Pa.

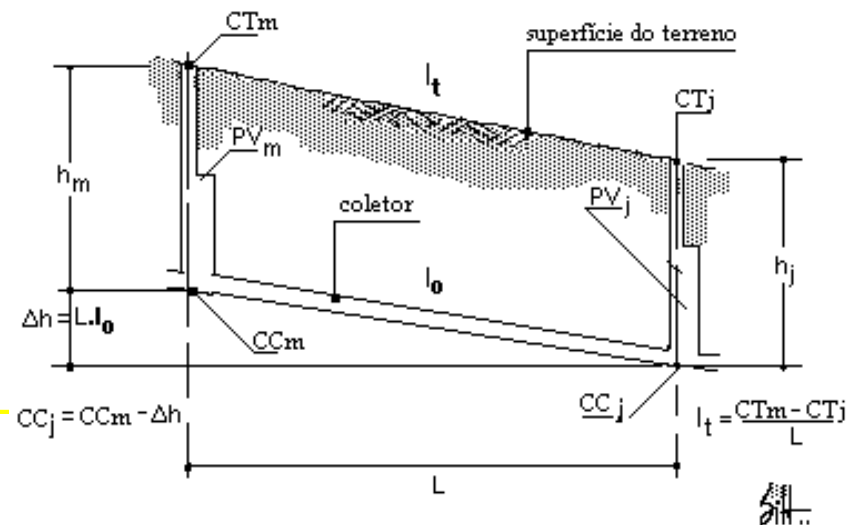
*A declividade do projeto do coletor é estabelecida a partir do conhecimento da declividade mínima recomendada na NBR 9649 e da declividade do terreno.*



# Dimensionamento hidráulico das redes coletoras - condutos

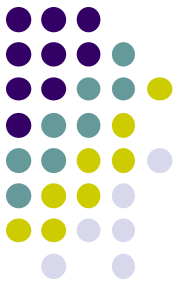
(03 de 04) Escolhemos a maior ( $I_0$ ) entre a declividade mínima –  $I_{0\min}$  e a declividade do terreno

(04 de 04) Tem em mãos a  $I_0$  e  $Q_f$ , calcula-se o diâmetro do tubo ( $D_0$ ) utilizando a equação de Manning.



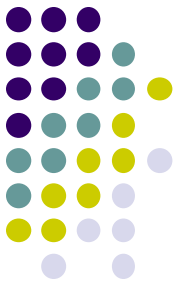


# Em função da declividade deve-se evitar:



- Coletores com grandes profundidades;
- Coletores com grandes diâmetros;
- Coletores com grandes extensões;
- Singularidades com profundidade excessiva;
- Estações elevatórias de esgoto em quantidade e em profundidade excessiva

# Tensão Trativa e o Arraste do Materiais Sólidos



- A tensão trativa crítica é definida como uma tensão mínima necessária para o início do movimento das partículas depositadas nas tubulações de esgoto ( $\sigma \geq 1,0 \text{ Pa}$ )

$$\sigma = \gamma \times RH \times I_p$$

Em que:

$\sigma$  = tensão trativa média [Pa]

RH = raio hidráulico [m]

$I_p$  = declividade de projeto da tubulação [m/m]

$\gamma$  = peso específico do esgoto,  $10^4 \text{ [N/m}^3\text{]}$  Ou  $10^4 \text{ kgf/m}^3$

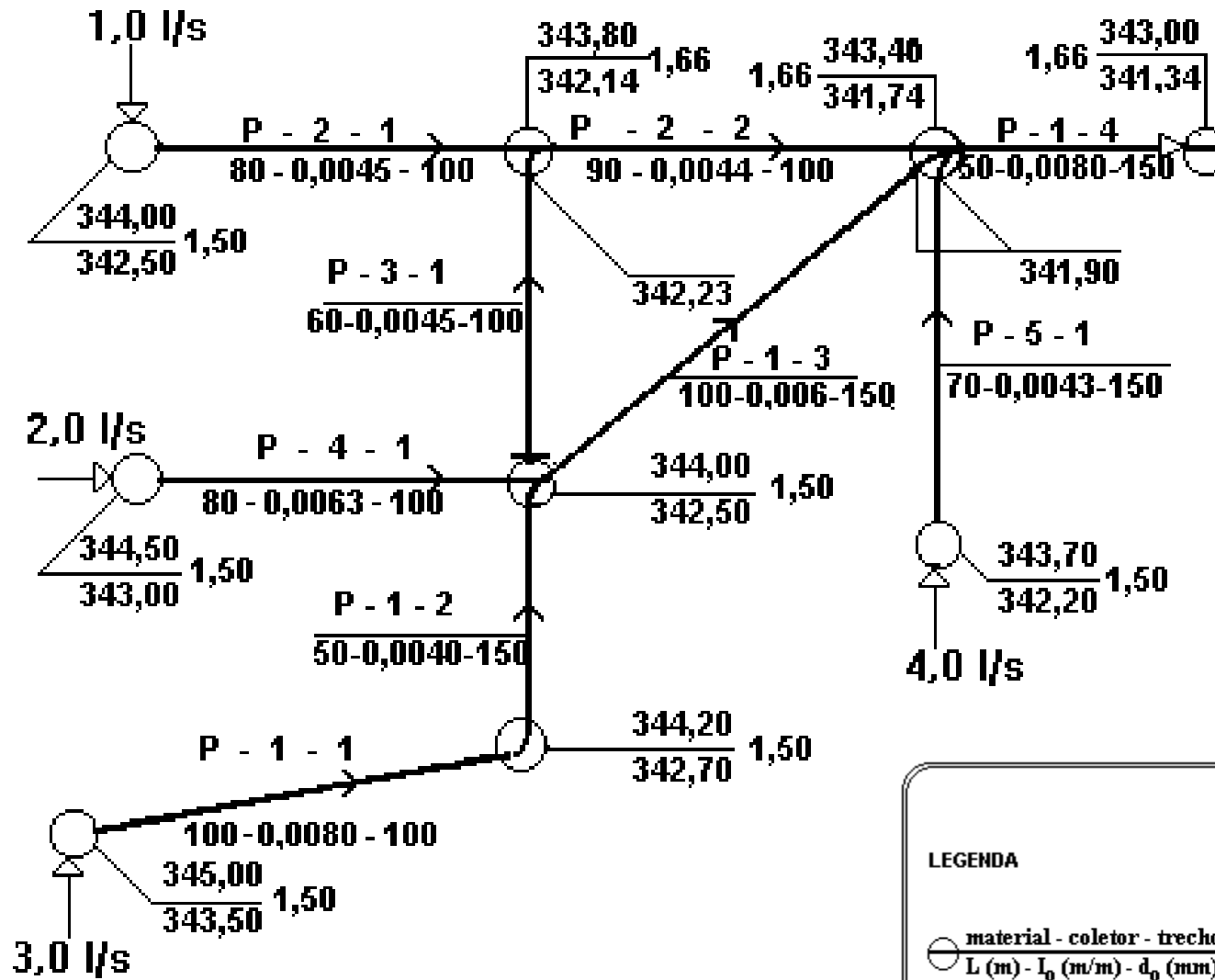
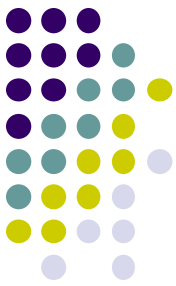


# Dimensionamento hidráulico das redes coletoras - condutos

- *O cálculo do diâmetro (Fórmula de Manning,  $n=0,012$ )*

$$D_o = 0,3145.(Q_f / I_p^{1/2})^{3/8}$$

- $D_o$  = diâmetro do tubo (m) – mínimo 100 mm
- $Q_f$  = vazão de fim de plano **do trecho** ( $m^3/s$ )
- $I_p$  = Declividade mínima ou econômica (m/m)



#### LEGENDA

cota do terreno  
cota do coletor profundidade

material - coletor - trecho  
L (m) - I<sub>0</sub> (m/m) - d<sub>0</sub> (mm)



### LEGENDA

- LINHA DE SUB-BAIXA
- LINHA DE REDECOLETA PRELIMINAR
- LINHA COLETORES EXISTENTES
- LINHA COLETORES PROPOSTA
- DRENAGEM PLUVIAL

□ COTAÇÃO DE TUBAGEM DE DRENAGEM

△ COTAÇÃO ALTERNATIVA DE DRENAGEM

○ PIVÔ PARA REDE COLETORES

○ PIVÔ DE PIVÔ PARA REDE COLETORES DE PLUVIAL PARA 1%

○ DRENAGEM



### ARTICULAÇÃO



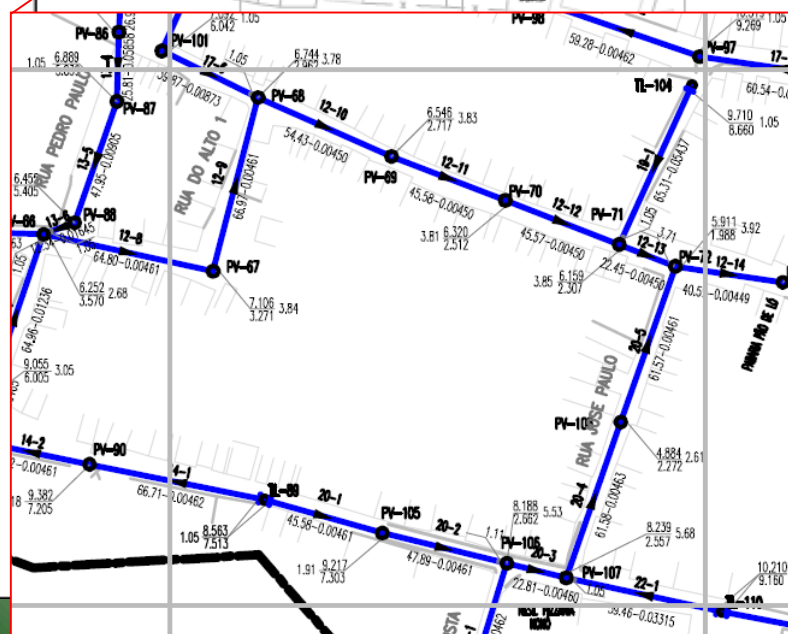
NOTA: 1. TUBAGEM DE 100mm DE DIÂMETRO PARA REDE COLETORES

NOTA: 2. AS TUBAGENS SÃO COLEADAS COM ANEL DE CONCRETO DE 100mm

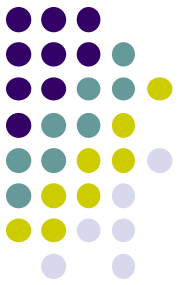
| DATA | PROJETO | REVISÃO |
|------|---------|---------|
|      |         |         |
|      |         |         |
|      |         |         |

|                                                          |  |         |
|----------------------------------------------------------|--|---------|
| COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO BRASIL                     |  | PROJETO |
| DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE                  |  | DATA    |
| SERVIÇO DE PLANEJAMENTO                                  |  | CODIGO  |
| SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE FLECHEIRAS - TRAFEGO |  |         |
| PROJETO EXECUTIVO                                        |  |         |
| REDE COLETORES DE ESGOTO                                 |  |         |
| PLANTA DE EXECUÇÃO                                       |  |         |

|            |                     |
|------------|---------------------|
| PROJETO    | PROJETO DE EXECUÇÃO |
| ELABORAÇÃO | PROJETO DE EXECUÇÃO |
| REVISÃO    | PROJETO DE EXECUÇÃO |
| APROVAÇÃO  | PROJETO DE EXECUÇÃO |
| DATA       | DATA                |



# Planilha de cálculo



Planilha de cálculo da rede coletora de esgoto – Flecheiras - Sub-Bacia 1

| Coletor | Trecho | PV Ini<br>PV Fim | Ext. (m) | Cont. Lin.<br>(L/s/km)<br>ini/fim | Cont. Tre.<br>(L/s)<br>ini/fim | Q pontual<br>(L/s) | Q Mont.<br>(L/s)<br>ini/fim | Q Jus.<br>(L/s)<br>ini/fim | Diam.<br>(mm) | Decliv.<br>(m/m) | Cota Ter.<br>(m) | Cota Col.<br>(m) | Rec. Col.<br>(m)<br>mon/jus | Prof. Vala<br>(m)<br>mon/jus | y/D<br>ini/fim | V (m/s)<br>ini/fim | Arr. In. (Pa)<br>Vc (m/s) | n Manning |
|---------|--------|------------------|----------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|------------------|------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------|--------------------|---------------------------|-----------|
| C1      | 1-1    | 1                | 79,20    | 1,02                              | 0,081                          | 0,000              | 0,000                       | 0,081                      | 150           | 0,0047           | 10,749           | 9,699            | 0,900                       | 1,050                        | 0,25           | 0,43               | 1,01                      | 0,012     |
|         |        | 2                |          | 1,68                              | 0,133                          | 0,000              | 0,000                       | 0,133                      |               |                  | 10,380           | 9,330            | 0,900                       | 1,050                        | 0,25           | 0,43               | 2,79                      | 0,012     |
|         | 1-2    | 2                | 75,92    | 1,02                              | 0,078                          | 0,000              | 0,081                       | 0,159                      | 150           | 0,0122           | 10,380           | 9,330            | 0,900                       | 1,050                        | 0,19           | 0,63               | 2,09                      | 0,012     |
|         |        | 3                |          | 1,68                              | 0,127                          | 0,000              | 0,133                       | 0,260                      |               |                  | 9,450            | 8,400            | 0,900                       | 1,050                        | 0,19           | 0,64               | 2,48                      | 0,012     |
|         | 1-3    | 3                | 75,51    | 1,02                              | 0,077                          | 0,000              | 0,159                       | 0,236                      | 150           | 0,0060           | 9,450            | 8,400            | 0,900                       | 1,050                        | 0,24           | 0,47               | 1,22                      | 0,012     |
|         |        | 4                |          | 1,68                              | 0,126                          | 0,000              | 0,260                       | 0,386                      |               |                  | 9,000            | 7,950            | 0,900                       | 1,050                        | 0,24           | 0,47               | 2,72                      | 0,012     |
|         | 1-4    | 4                | 75,43    | 1,02                              | 0,077                          | 0,000              | 0,236                       | 0,313                      | 150           | 0,0100           | 9,000            | 7,950            | 0,900                       | 1,050                        | 0,20           | 0,58               | 1,80                      | 0,012     |
|         |        | 5                |          | 1,68                              | 0,126                          | 0,000              | 0,386                       | 0,513                      |               |                  | 8,248            | 7,198            | 0,900                       | 1,050                        | 0,20           | 0,58               | 2,55                      | 0,012     |
|         | 1-5    | 5                | 16,77    | 1,02                              | 0,017                          | 0,000              | 0,313                       | 0,331                      | 150           | 0,0046           | 8,248            | 7,198            | 0,900                       | 1,050                        | 0,25           | 0,43               | 1,00                      | 0,012     |
|         |        | 6                |          | 1,68                              | 0,028                          | 0,000              | 0,513                       | 0,541                      |               |                  | 8,200            | 7,121            | 0,929                       | 1,079                        | 0,25           | 0,43               | 2,79                      | 0,012     |
|         | 1-6    | 6                | 29,99    | 1,02                              | 0,031                          | 0,000              | 0,496                       | 0,527                      | 150           | 0,0046           | 8,200            | 7,121            | 0,929                       | 1,079                        | 0,25           | 0,43               | 1,00                      | 0,012     |
|         |        | 7                |          | 1,68                              | 0,050                          | 0,000              | 0,812                       | 0,862                      |               |                  | 8,073            | 6,982            | 0,941                       | 1,091                        | 0,25           | 0,43               | 2,79                      | 0,012     |
|         | 1-7    | 7                | 73,63    | 1,02                              | 0,075                          | 0,000              | 0,527                       | 0,602                      | 150           | 0,0046           | 8,073            | 6,982            | 0,941                       | 1,091                        | 0,25           | 0,43               | 1,00                      | 0,012     |
|         |        | 8                |          | 1,68                              | 0,123                          | 0,000              | 0,862                       | 0,985                      |               |                  | 8,135            | 6,642            | 1,343                       | 1,493                        | 0,25           | 0,43               | 2,79                      | 0,012     |
|         | 1-8    | 8                | 53,73    | 1,02                              | 0,055                          | 0,000              | 0,602                       | 0,657                      | 150           | 0,0046           | 8,135            | 6,642            | 1,343                       | 1,493                        | 0,25           | 0,43               | 1,00                      | 0,012     |
|         |        | 9                |          | 1,68                              | 0,090                          | 0,000              | 0,985                       | 1,075                      |               |                  | 7,837            | 6,394            | 1,293                       | 1,443                        | 0,25           | 0,43               | 2,79                      | 0,012     |
|         | 1-9    | 9                | 53,73    | 1,02                              | 0,055                          | 0,000              | 0,657                       | 0,712                      | 150           | 0,0046           | 7,837            | 6,394            | 1,293                       | 1,443                        | 0,25           | 0,43               | 1,00                      | 0,012     |





## Exemplo:

- Dimensionar a rede de esgoto representada no croqui ao lado considerando as seguintes informações.
- Vazões específicas:
  - $Q_{C1} = 2,4 \text{ L/s}$
  - $Q_{C2} = 2,4 \text{ L/s}$
  - $Q_{C3} = 3,6 \text{ L/s}$
- Taxa de crescimento populacional:
- População de projeto:
  - Vazão inicial ( $Q_i$ ):  $1,72 \text{ L/s}$
  - Vazão final:  $2,56 \text{ L/s}$
  - Prof. Mínima:  $0,90 \text{ m}$

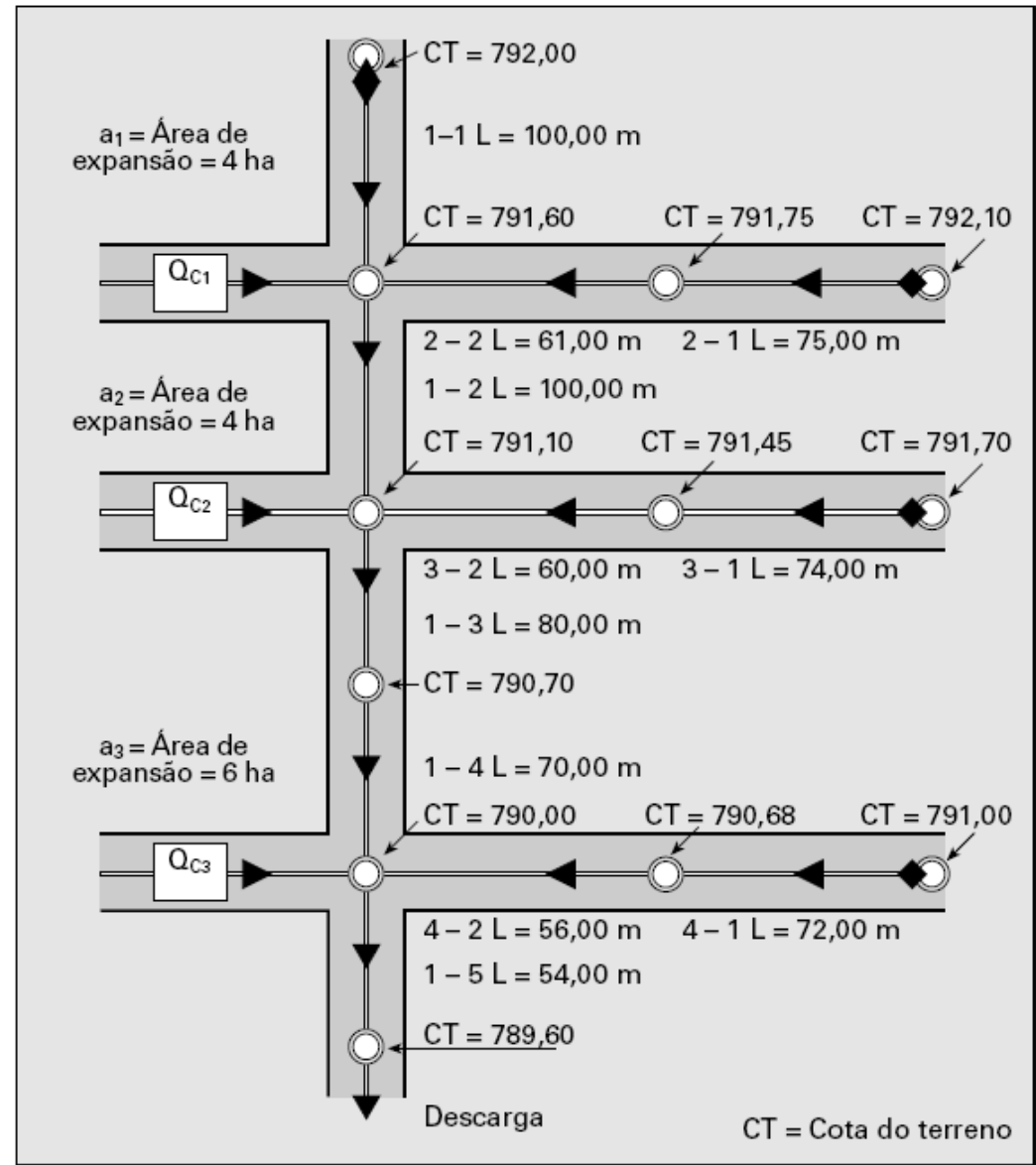


Figura 4.17 Esquema de rede coletora  
Fonte: Adaptado de Azevedo Netto, (1998).



PLANILHA DE DIMENSIONAMENTO DA REDE DE ESGOTO  
UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI - URCA  
DISCIPLINA: SANEAMENTO BÁSICO  
PROF. RENATO DE OLIVEIRA FERNANDES.

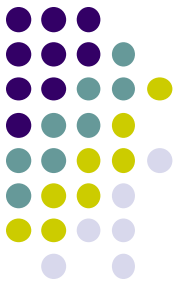
| Nome do aluno (a) : |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  | Data:             |              |                     |                      |
|---------------------|-----------|------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------|------------------|----------------|---------|------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|---------------------|----------------------|
| 1                   | 2         | 3          | 4                       | 5                     | 6                      | 7                      | 8        | 9                | 10             | 11      | 12         | 13               | 14               | 15                | 16           | 17                  | 18                   |
| Trecho              | Comp. (m) | Tx (L/s/m) | Vazão de Montante (L/s) | Vazão do trecho (L/s) | Vazão de jusante (L/s) | Vazão de projeto (L/s) | lp (m/m) | D Calculado (mm) | D Adotado (mm) | Y/D     | Vel. (m/s) | Cota Terreno (m) | Cota Coletor (m) | Prof. Coletor (m) | Prof. PV (m) | Tensão Trativa (Pa) | Veloc. Crítica (m/s) |
|                     |           | inicial    | inicial                 | inicial               | inicial                | inicial                |          |                  |                | inicial | inicial    | montante         | montante         | montante          | montante     |                     |                      |
|                     |           | final      | final                   | final                 | final                  | final                  |          |                  |                | final   | final      | jusante          | jusante          | jusante           | jusante      |                     |                      |
| 1-1                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| 2-1                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| 2-2                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| Qc1                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| 1-2                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| 3-1                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| 3-2                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| Qc2                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| 1-3                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| 1-4                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| 4-1                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| 4-2                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| Qc3                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |
| 1-5                 |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  |                   |              |                     |                      |

**Dados:**  
LT (m) = 0 Somatório de todos os trechos da rede  
Qi (L/s) 1.720 Calcular tomando como base a população de início de plano  
Qf (L/s) 2.564 Calcular tomando como base a população de fim de plano  
Prof. Mín: 1.1 Valor mínimo é de 0.90 m



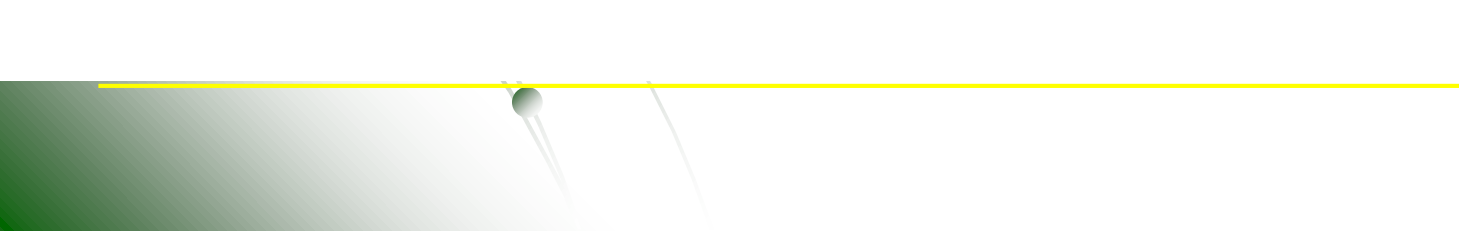
DISCIPLINA: SANEAMENTO BÁSICO  
PROF. RENATO DE OLIVEIRA FERNANDES.

| Nome do aluno (a) : |           |            |                         |                       |                        |                        |          |                  |                |         |            |                  |                  | Data:             |              |                     |                      |
|---------------------|-----------|------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|----------|------------------|----------------|---------|------------|------------------|------------------|-------------------|--------------|---------------------|----------------------|
| 1                   | 2         | 3          | 4                       | 5                     | 6                      | 7                      | 8        | 9                | 10             | 11      | 12         | 13               | 14               | 15                | 16           | 17                  | 18                   |
| Trecho              | Comp. (m) | Tx (L.s/m) | Vazão de Montante (L/s) | Vazão do trecho (L/s) | Vazão de jusante (L/s) | Vazão de projeto (L/s) | Ip (m/m) | D Calculado (mm) | D Adotado (mm) | Y/D     | Vel. (m/s) | Cota Terreno (m) | Cota Coletor (m) | Prof. Coletor (m) | Prof. PV (m) | Tensão Trativa (Pa) | Veloc. Crítica (m/s) |
|                     |           | inicial    | inicial                 | inicial               | inicial                | inicial                |          |                  |                | inicial | inicial    | montante         | montante         | montante          | montante     |                     |                      |
|                     |           | final      | final                   | final                 | final                  | final                  |          |                  |                | final   | final      | jusante          | jusante          | jusante           | jusante      |                     |                      |
| 1-1                 | 100       | 0,002      | 0,00                    | 0,21                  | 0,21                   | 1,5                    | 0,0045   | 75,5             | 150            | 0,26    | 0,416      | 792,00           | 790,90           | 1,10              | 1,10         | 1,03                | 2,83                 |
|                     |           | 0,003      | 0,00                    | 0,32                  | 0,32                   | 1,5                    |          |                  |                | 0,26    | 0,416      | 791,60           | 790,45           | 1,15              | 1,23         | 1,03                | 2,83                 |
| 2-1                 | 75        | 0,002      | 0,00                    | 0,16                  | 0,16                   | 1,5                    | 0,0047   | 75,1             | 150            | 0,25    | 0,413      | 792,10           | 791,00           | 1,10              | 1,10         | 1,03                | 2,79                 |
|                     |           | 0,003      | 0,00                    | 0,24                  | 0,24                   | 1,5                    |          |                  |                | 0,25    | 0,413      | 791,75           | 790,65           | 1,10              | 1,10         | 1,03                | 2,79                 |
| 2-2                 | 61        | 0,002      | 0,16                    | 0,13                  | 0,29                   | 1,5                    | 0,0045   | 75,5             | 150            | 0,26    | 0,416      | 791,75           | 790,65           | 1,10              | 1,10         | 1,03                | 2,83                 |
|                     |           | 0,003      | 0,24                    | 0,20                  | 0,43                   | 1,5                    |          |                  |                | 0,26    | 0,416      | 791,60           | 790,37           | 1,23              | 1,23         | 1,03                | 2,83                 |
| Qc1                 | -         | -          | -                       | -                     | 2,4                    | 2,4                    | -        | -                | -              | -       | -          | -                | -                | -                 | -            | -                   | -                    |
| 1-2                 | 100       | 0,002      | 0,51                    | 0,21                  | 0,72                   | 1,5                    | 0,0050   | 101,6            | 150            | 0,25    | 0,427      | 791,60           | 790,37           | 1,23              | 1,23         | 1,10                | 2,79                 |
|                     |           | 0,003      | 3,15                    | 0,32                  | 3,47                   | 3,5                    |          |                  |                | 0,39    | 0,543      | 791,10           | 789,87           | 1,23              | 1,23         | 1,58                | 3,34                 |
| 3-1                 | 74        | 0,002      | 0,00                    | 0,16                  | 0,16                   | 1,5                    | 0,0045   | 75,5             | 150            | 0,26    | 0,416      | 791,70           | 790,60           | 1,10              | 1,10         | 1,03                | 2,83                 |
|                     |           | 0,003      | 0,00                    | 0,24                  | 0,24                   | 1,5                    |          |                  |                | 0,26    | 0,416      | 791,45           | 790,26           | 1,19              | 1,19         | 1,03                | 2,83                 |
| 3-2                 | 60        | 0,002      | 0,16                    | 0,13                  | 0,29                   | 1,5                    | 0,0058   | 72,0             | 150            | 0,24    | 0,450      | 791,45           | 790,26           | 1,19              | 1,19         | 1,24                | 2,74                 |
|                     |           | 0,003      | 0,24                    | 0,19                  | 0,43                   | 1,5                    |          |                  |                | 0,24    | 0,450      | 791,10           | 789,91           | 1,19              | 1,23         | 1,24                | 2,74                 |
| Qc2                 | -         | -          | -                       | -                     | 2,4                    | 2,4                    | -        | -                | -              | -       | -          | -                | -                | -                 | -            | -                   | -                    |
| 1-3                 | 80        | 0,002      | 1,01                    | 0,17                  | 1,18                   | 1,5                    | 0,0050   | 128,9            | 150            | 0,23    | 0,427      | 791,10           | 789,91           | 1,19              | 1,23         | 1,10                | 2,79                 |
|                     |           | 0,003      | 6,30                    | 0,26                  | 6,56                   | 6,6                    |          |                  |                | 0,57    | 0,638      | 790,70           | 789,51362        | 1,19              | 1,19         | 2,01                | 3,76                 |
| 1-4                 | 70        | 0,002      | 1,18                    | 0,15                  | 1,33                   | 1,5                    | 0,0100   | 114,7            | 150            | 0,22    | 0,546      | 790,70           | 789,51           | 1,19              | 1,19         | 1,89                | 2,58                 |
|                     |           | 0,003      | 6,56                    | 0,22                  | 6,78                   | 6,8                    |          |                  |                | 0,47    | 0,839      | 790,00           | 788,81362        | 1,19              | 1,19         | 3,60                | 3,56                 |
| 4-1                 | 72        | 0,002      | 0                       | 0,15                  | 0,15                   | 1,5                    | 0,0045   | 75,5             | 150            | 0,26    | 0,416      | 791,00           | 789,90           | 1,10              | 1,10         | 1,03                | 2,83                 |
|                     |           | 0,003      | 0                       | 0,23                  | 0,23                   | 1,5                    |          |                  |                | 0,26    | 0,416      | 790,68           | 789,57271        | 1,11              | 1,11         | 1,03                | 2,83                 |
| 4-2                 | 56        | 0,002      | 0,15                    | 0,12                  | 0,27                   | 1,5                    | 0,0121   | 62,8             | 150            | 0,20    | 0,584      | 790,68           | 789,57271        | 1,11              | 1,11         | 2,20                | 2,53                 |
|                     |           | 0,003      | 0,23                    | 0,18                  | 0,41                   | 1,5                    |          |                  |                | 0,20    | 0,584      | 790,00           | 788,89271        | 1,11              | 1,19         | 2,20                | 2,53                 |
| Qc3                 | -         | -          | -                       | -                     | 3,6                    | 3,6                    | -        | -                | -              | -       | -          | -                | -                | -                 | -            | -                   | -                    |
| 1-5                 | 54        | 0,002      | 1,60                    | 0,12                  | 1,72                   | 1,7                    | 0,0074   | 145,2            | 150            | 0,24    | 0,508      | 790,00           | 788,89271        | 1,11              | 1,23         | 1,57                | 2,74                 |
|                     |           | 0,003      | 10,79                   | 0,17                  | 10,96                  | 11,0                   |          |                  |                | 0,70    | 0,831      | 789,60           | 788,49271        | 1,11              | 1,23         | 3,29                | 3,96                 |



# Tratamento Individual

(Fossa Séptica seguido de Sumidouro ou Vala de Infiltração)



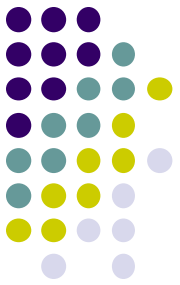
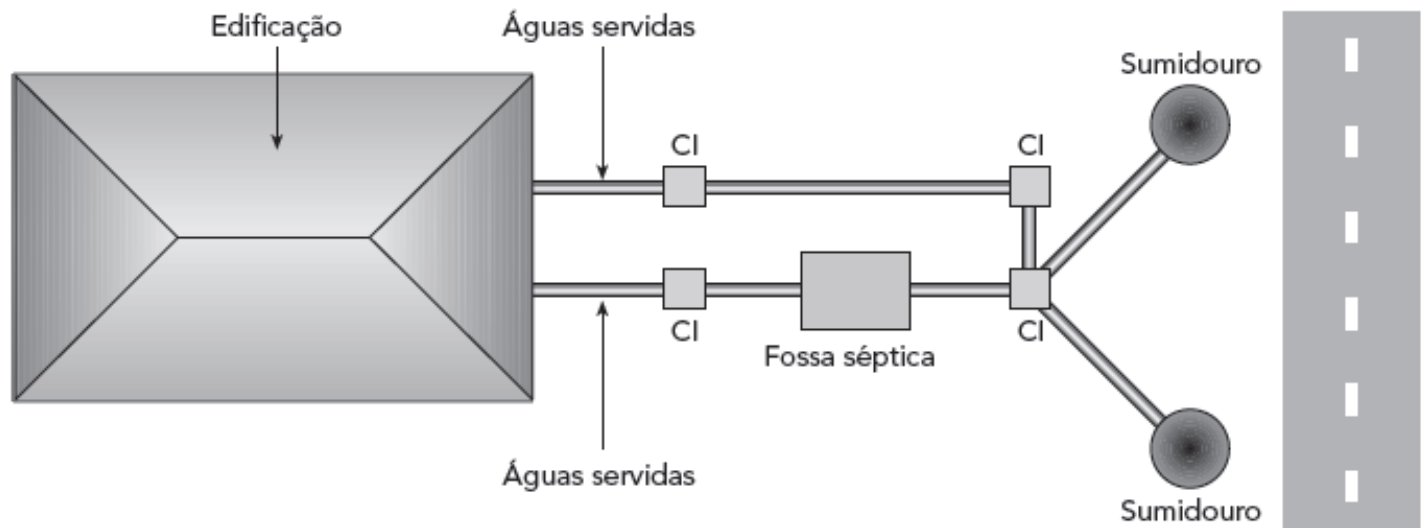
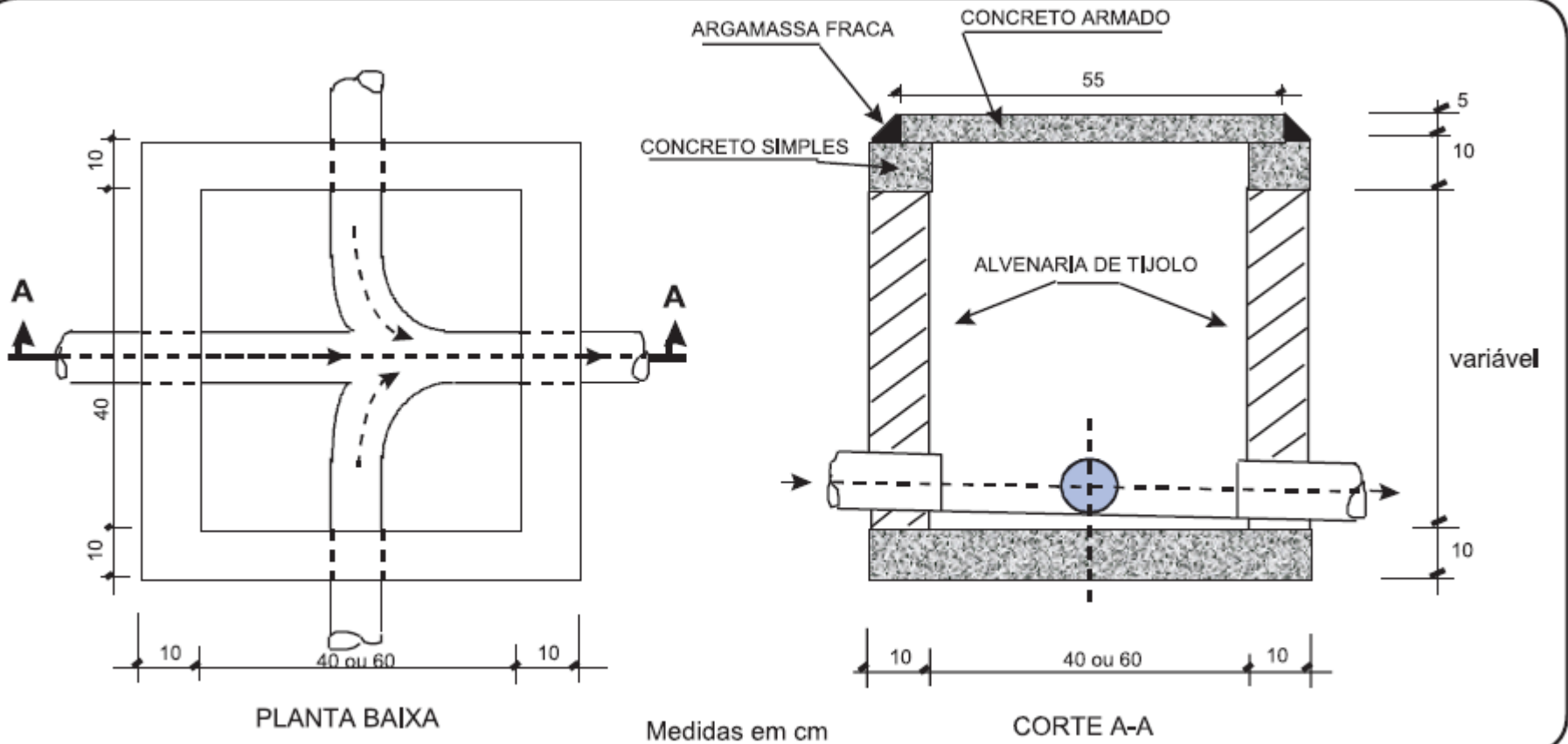
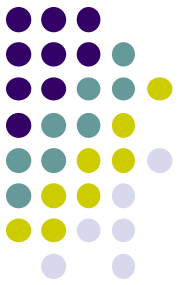


Figura 4.1 Sistema individual.



Fonte: Instalações Hidráulicas e o Projeto de Arquitetura – Roberto de Carvalho Júnior

# Caixa de Inspeção

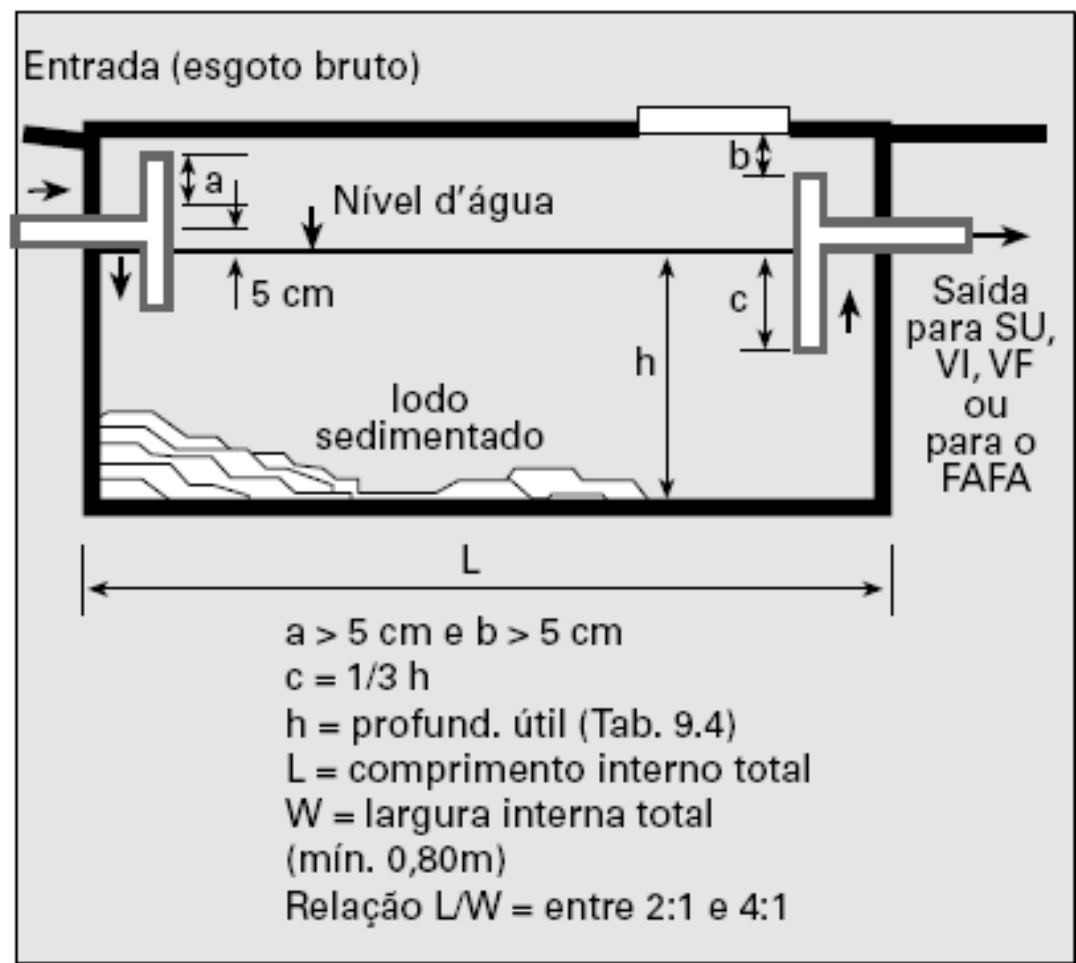




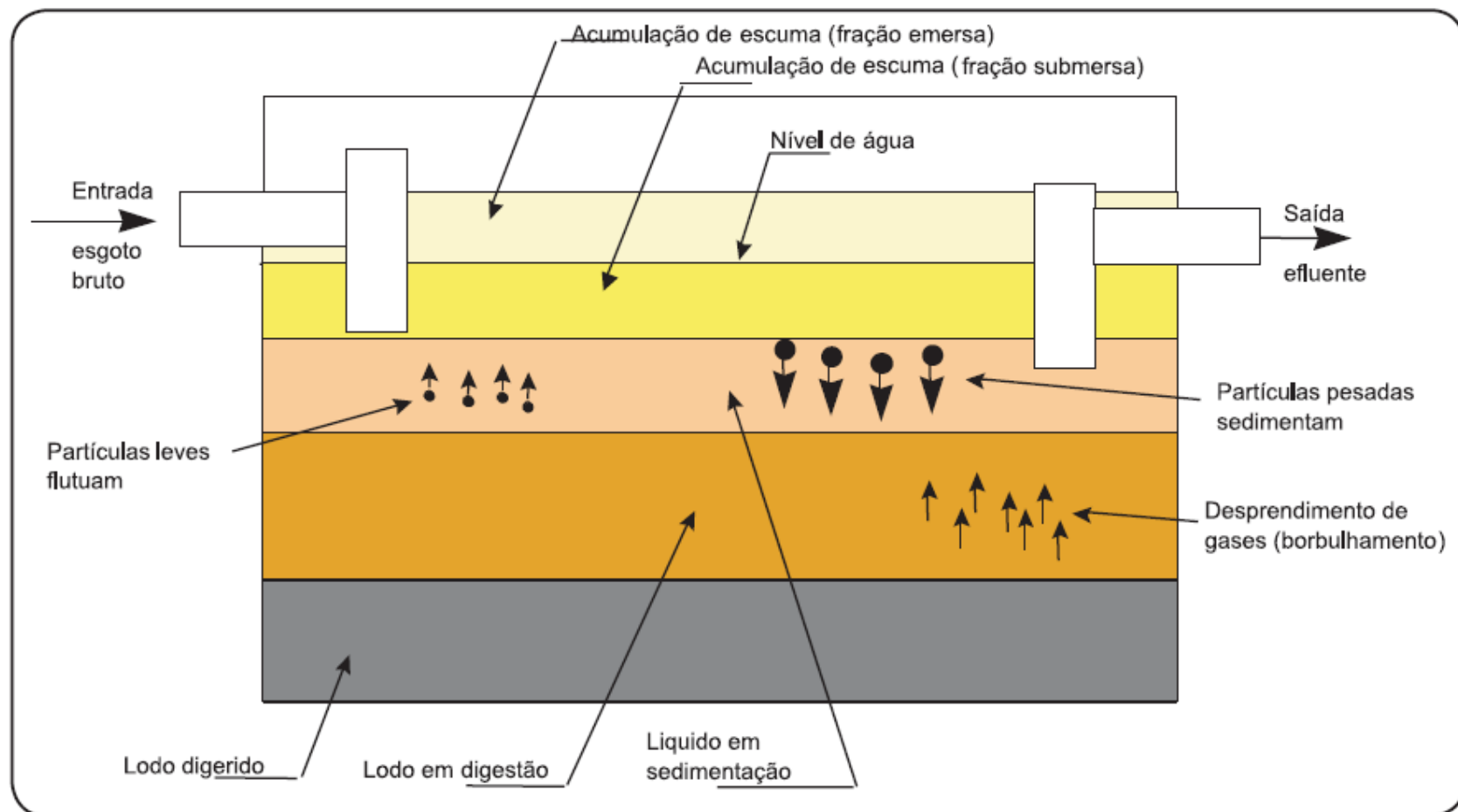


# As diversas opções de tratamento do esgoto sanitário

- *Fossa séptica*
  - *Seguido de*
    - *Sumidouro*
    - *Vala de infiltração*
    - *Filtro Anaeróbio*



**Figura 9.1** Corte esquemático de uma fossa séptica  
 Fonte: NBR 7229 (ABNT, 1993).



Fonte: ABNT-NBR n° 7.229/1993.

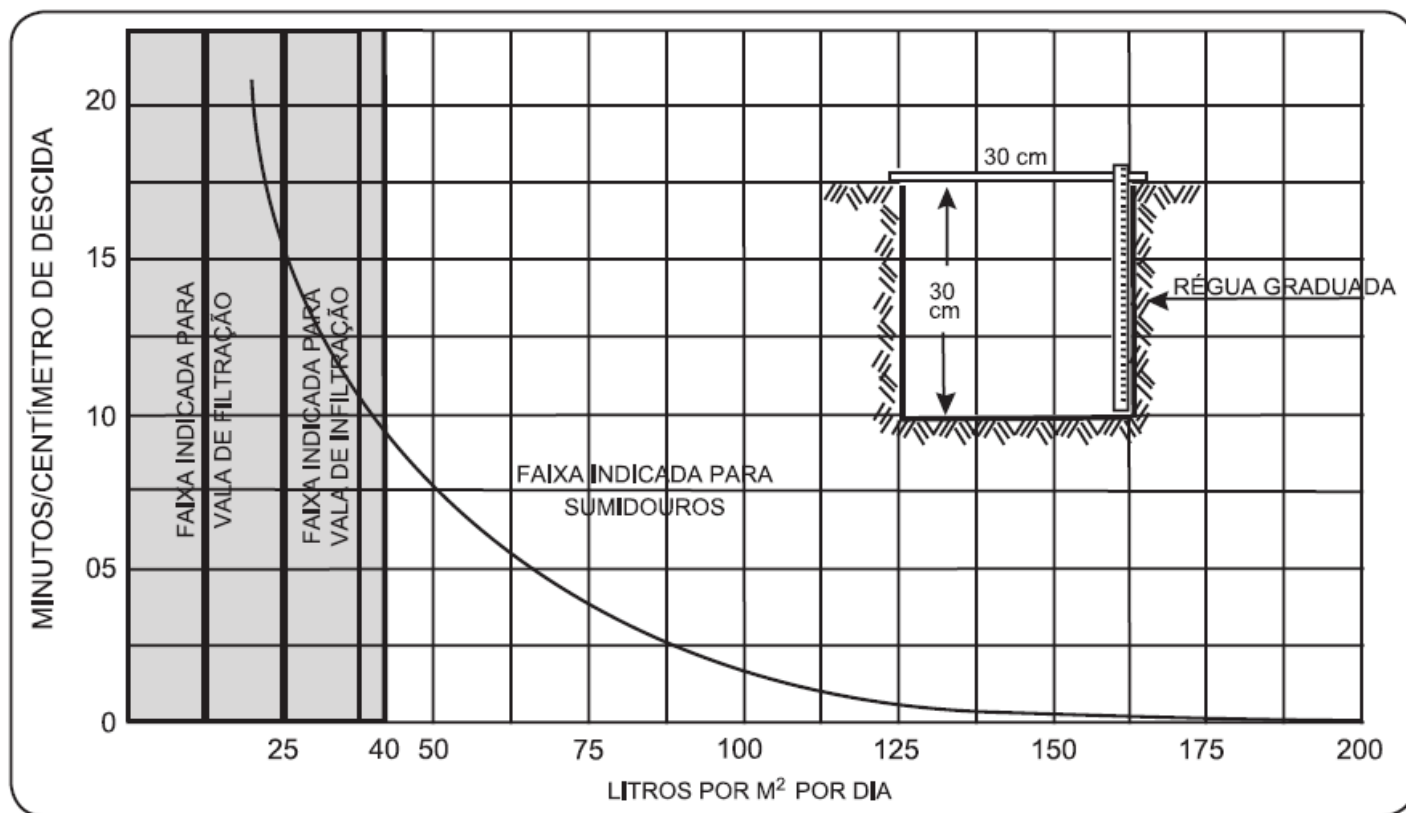
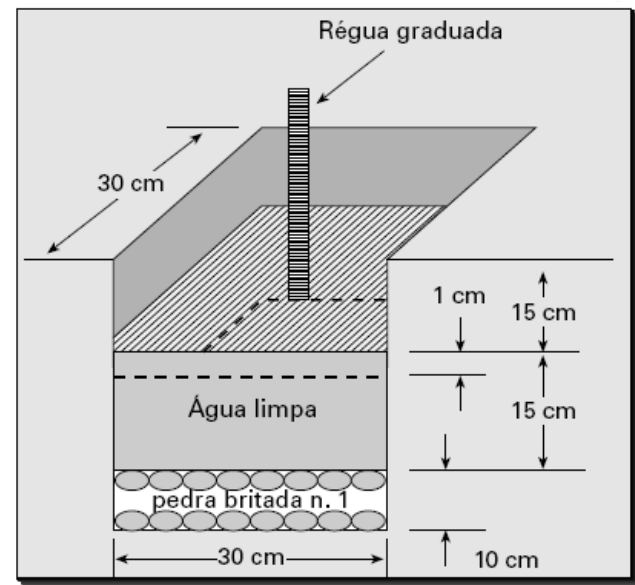
**TABELA 9.4 Profundidade útil em função do volume útil do tanque séptico**

| Volume útil (m <sup>3</sup> ) | Profundidade útil (m) |        |
|-------------------------------|-----------------------|--------|
|                               | Mínima                | Máxima |
| Até 6,0                       | 1,20                  | 2,20   |
| De 6,0 a 10                   | 1,50                  | 2,50   |
| Mais que 10                   | 1,80                  | 2,80   |

Fonte: NBR 7229 (ABNT, 1993)

# Coeficiente de infiltração de água no solo

- *Sumidouros e Valas de infiltração*

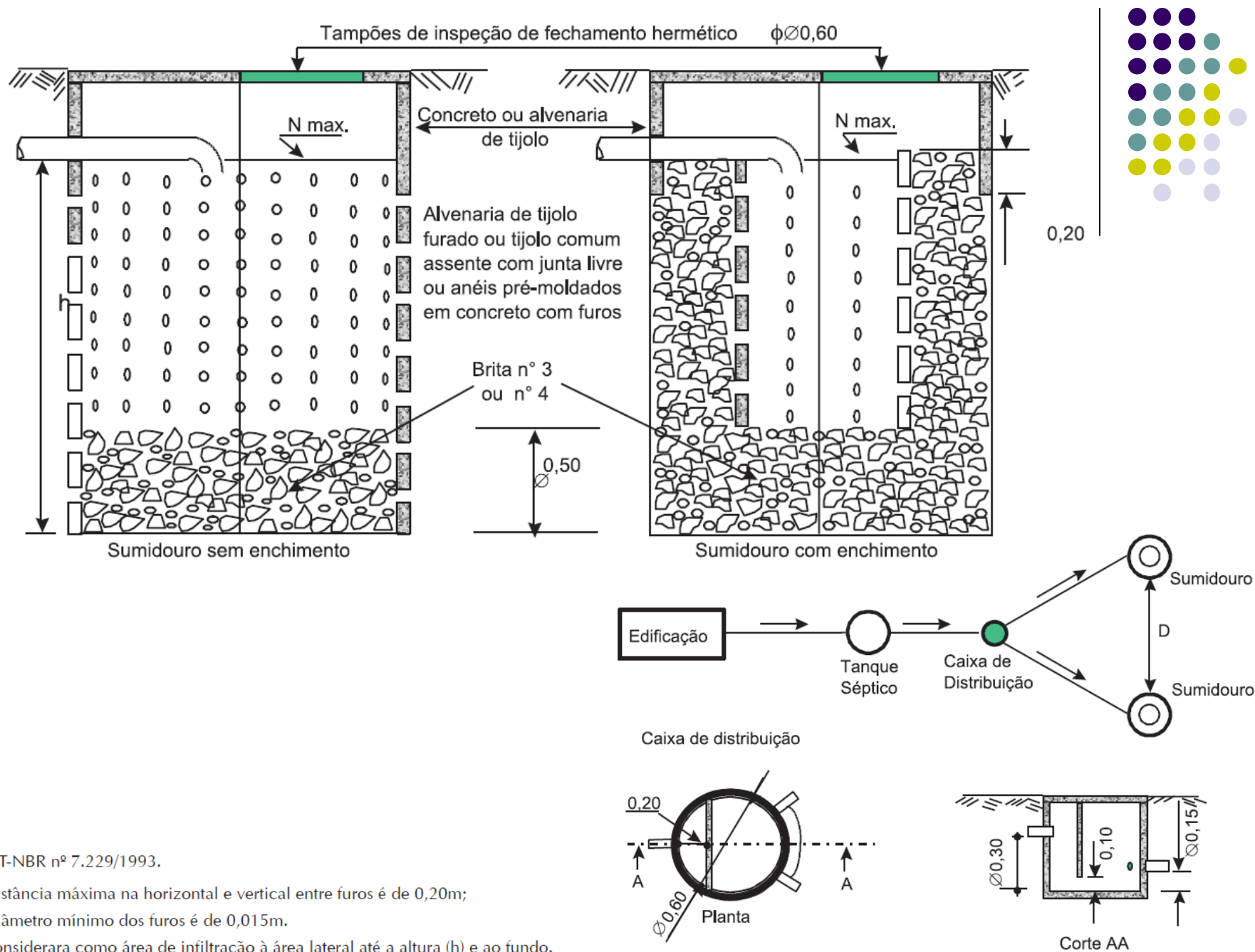


$$C_i = \frac{490}{t + 2,5}$$

# Capacidade de absorção do solo



| Tipos de solos                                                                                                                     | Coeficiente de infiltração litros/m <sup>2</sup> x Dia | Absorção relativa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|
| Areia bem selecionada e limpa, variando a areia grossa com cascalho.                                                               | maior que 90                                           | Rápida            |
| Areia fina ou silte argiloso ou solo arenoso com humos e turfas variando a solos constituídos predominantemente de areia e silte.  | 60 a 90                                                | Média             |
| Argila arenosa e/ou siltosa, variando a areia argilosa ou silte argiloso de cor amarela, vermelha ou marrom.                       | 40 a 60                                                | Vagarosa          |
| Argila de cor amarela, vermelha ou marrom medianamente compacta, variando a argila pouco siltosa e/ou arenosa.                     | 20 a 40                                                | Semi-impermeável  |
| Rocha, argila compacta de cor branca, cinza ou preta, variando a rocha alterada e argila medianamente compacta de cor avermelhada. | Menor que 20                                           | Impermeável       |



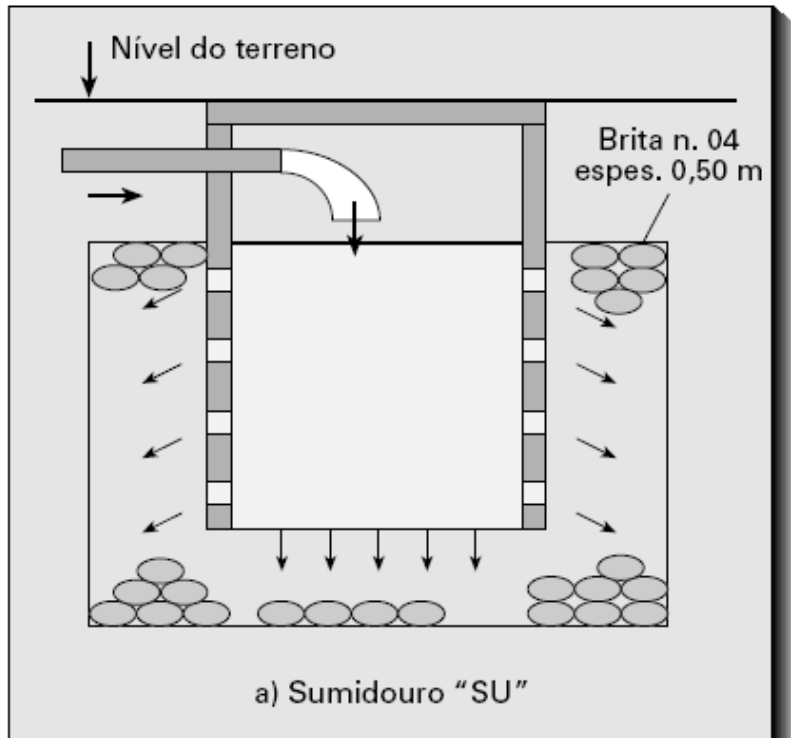
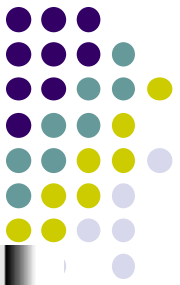
Fonte: ABNT-NBR nº 7.229/1993.

Notas: a) Distância máxima na horizontal e vertical entre furos é de 0,20m;

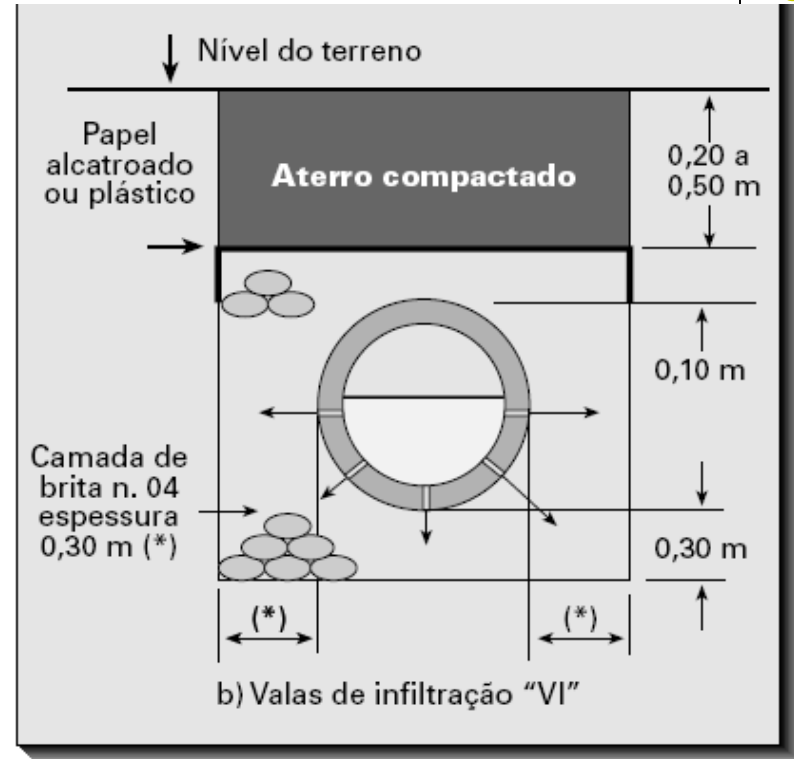
b) Diâmetro mínimo dos furos é de 0,015m.

c) Considerara como área de infiltração à área lateral até a altura ( $h$ ) e ao fundo.

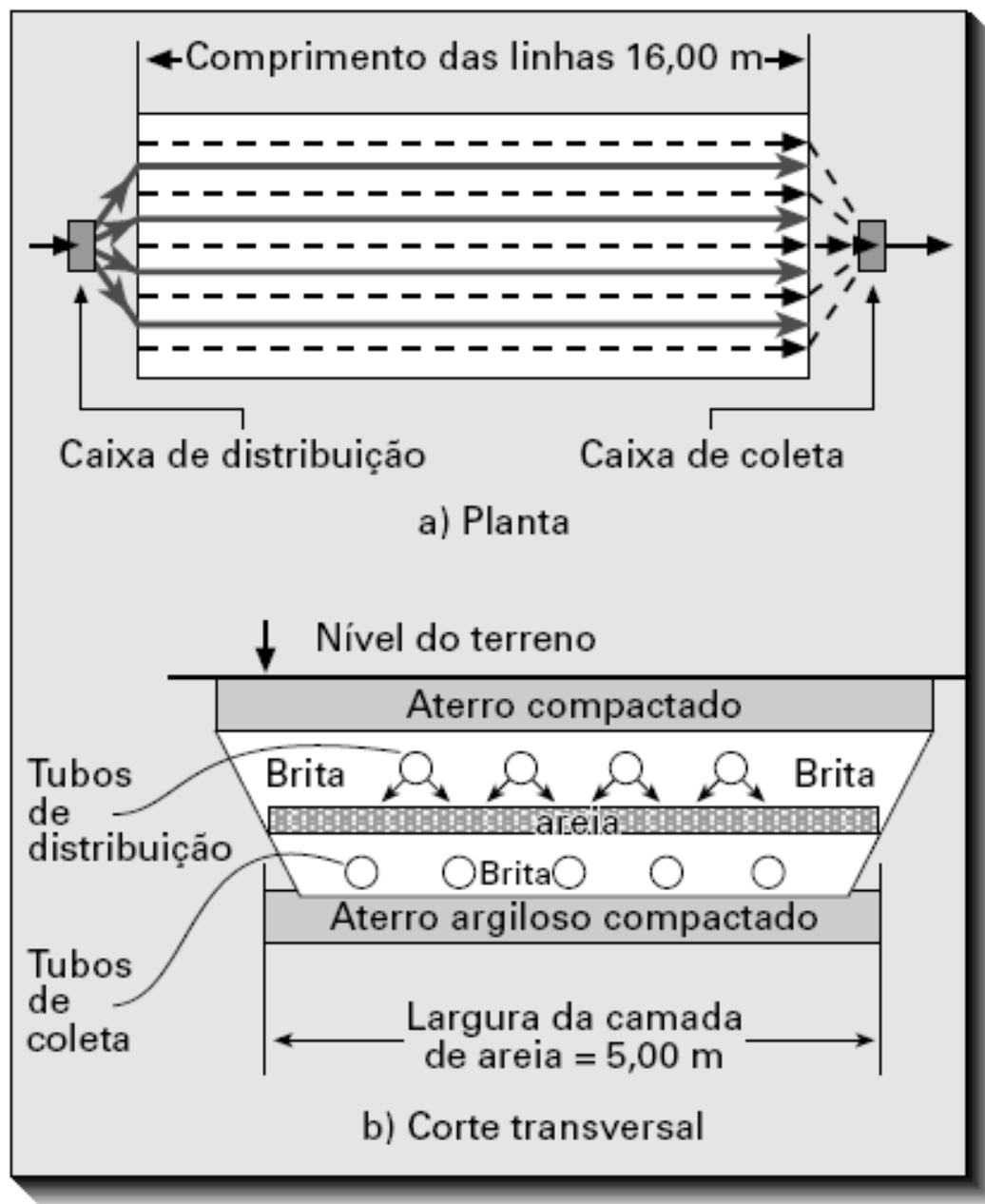
d) A distância ( $D$ ) entre os sumidouros deve ser maior que 3 vezes o diâmetro dos mesmos e nunca menor que 6 metros.



Sumidouro

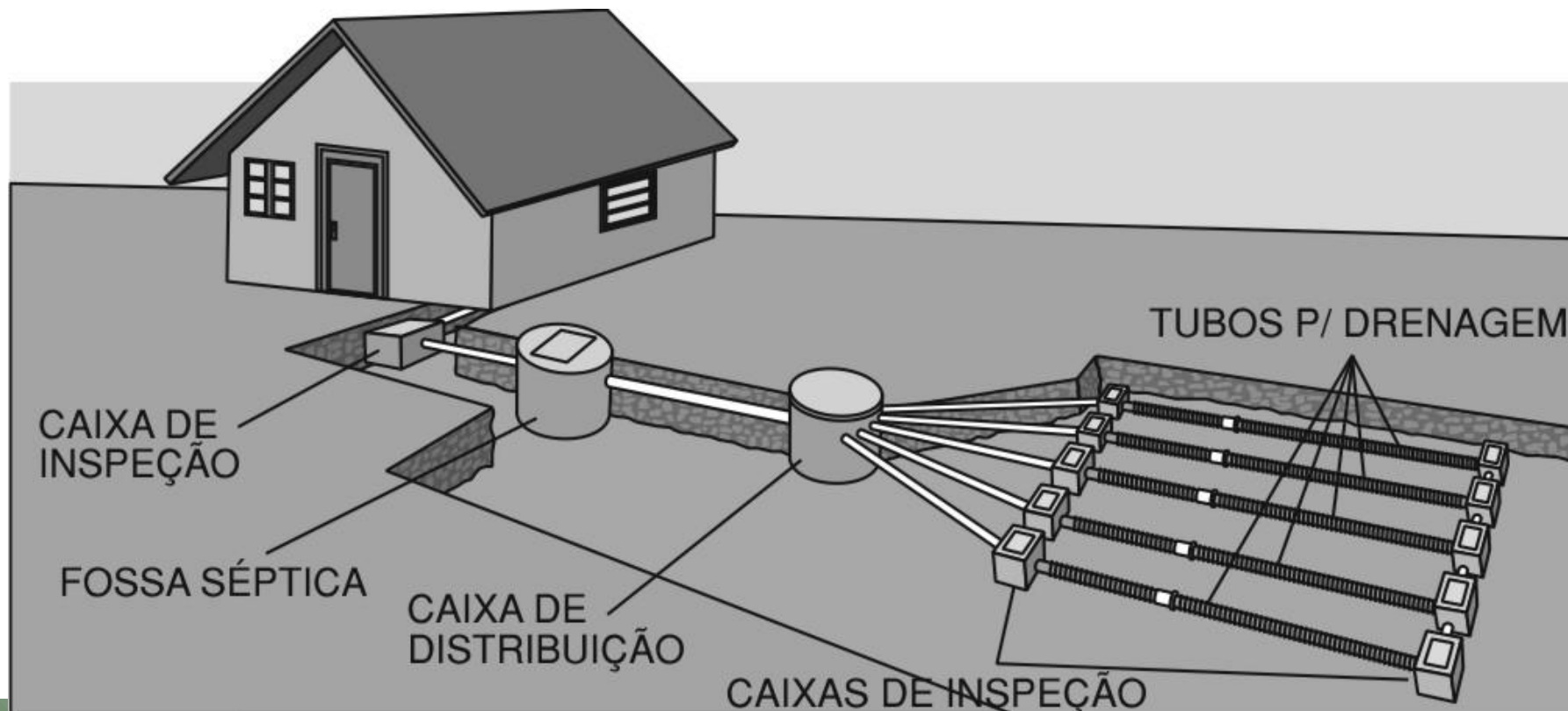


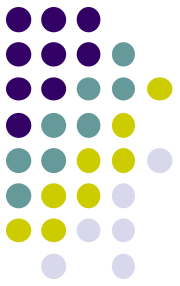
Vala de infiltração





# Vala de infiltração

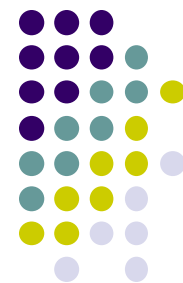




# **Estação de Tratamento de Esgoto de Pequenas Localidades**

*Tratamento Preliminar (ou Primário) e Secundário*

# Projeção populacional, vazões e carga de DBO

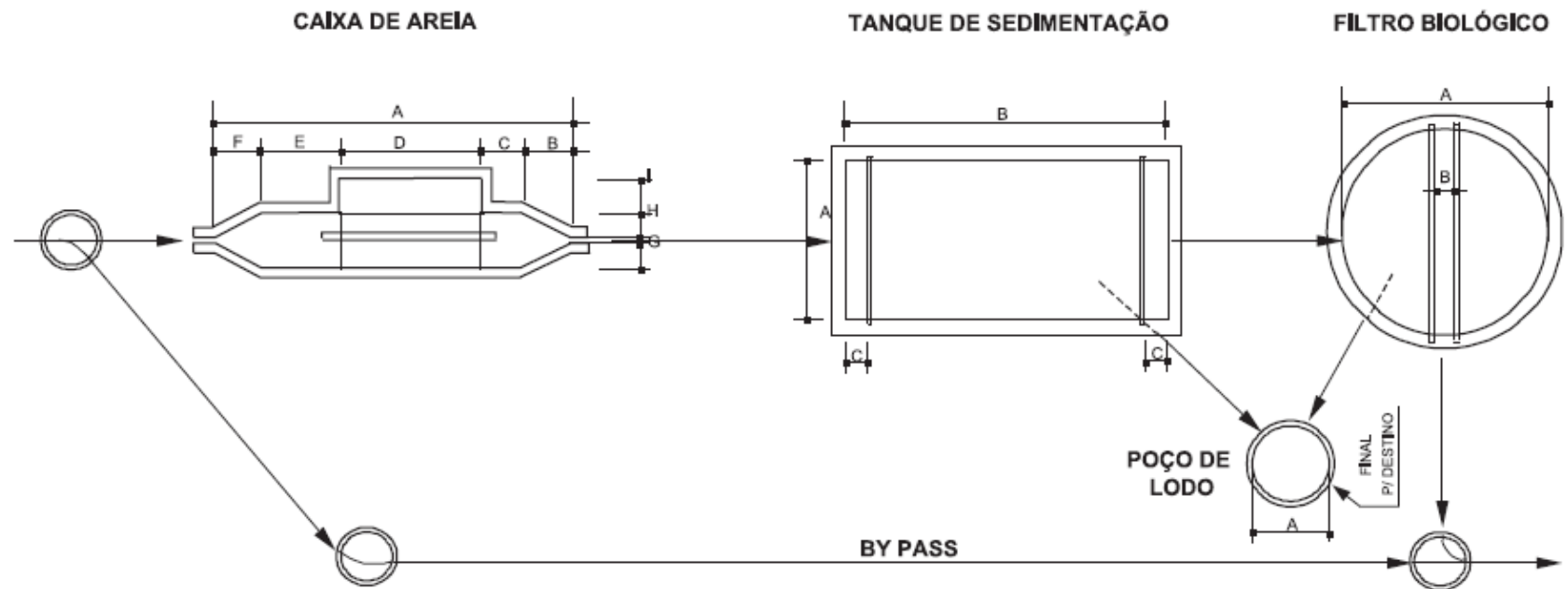


**TABELA 9.6 Dados gerais de vazões e DBO do esgoto sanitário a ser tratado**

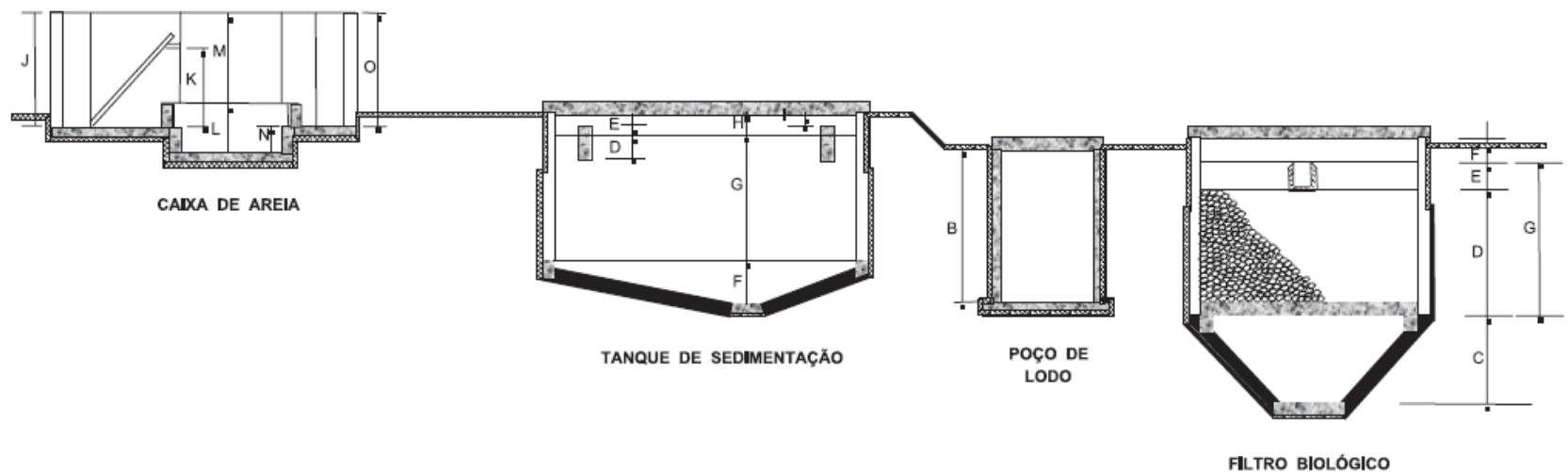
| Ano  | População<br>(n. de hab.) | Vazões dos esgotos sanitários |                 |             |                      | DBO               |                        |
|------|---------------------------|-------------------------------|-----------------|-------------|----------------------|-------------------|------------------------|
|      |                           | Média<br>(L/s)                | Máxima<br>(L/s) | $Q_l$ (L/s) | $Q_{\min.}$<br>(L/s) | Carga<br>(kg/dia) | Concentração<br>(mg/L) |
| 2000 | 15.000                    | 27,8                          | 50,0            | 41,7        | 13,9                 | 648,0             | 270                    |
| 2010 | 18.200                    | 33,7                          | 60,7            | 50,6        | 16,8                 | 815,4             | 280                    |
| 2020 | 21.800                    | 40,4                          | 72,7            | 60,6        | 20,2                 | 959,2             | 275                    |

*Exemplo*

— P L A N T A —

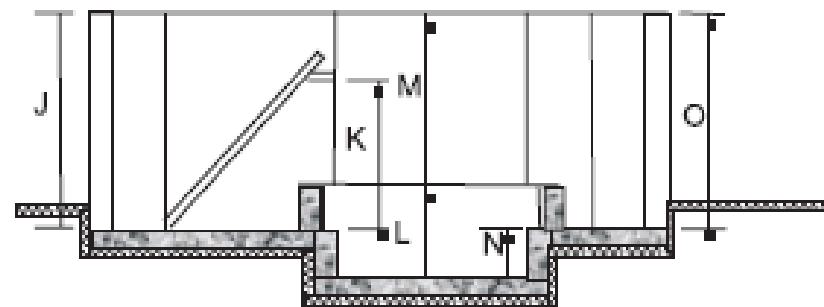
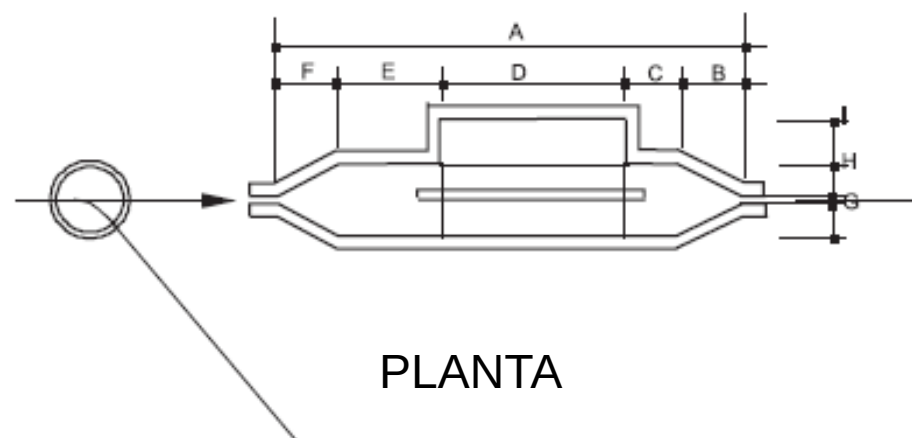


OBS: AS MEDIDAS SÃO INTERNAS



— P E R F I L —

# Dimensões sugeridas para caixa de areia



| Hab.  | Indicação no desenho (unidade em metros) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------|------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|       | A                                        | B    | C    | D    | E    | F    | G    | H    | I    | J    | K    | L    | M    | N    | O    |
| 500   | 6.00                                     | 0.55 | 0.55 | 2.50 | 1.30 | 0.50 | 0.45 | 0.30 | 0.60 | 1.70 | 1.00 | 0.75 | 1.30 | 0.35 | 1.70 |
| 1.000 | 6.00                                     | 0.55 | 0.55 | 2.50 | 1.30 | 0.50 | 0.45 | 0.30 | 0.60 | 1.70 | 1.00 | 0.75 | 1.30 | 0.35 | 1.70 |
| 1.500 | 7.00                                     | 0.55 | 0.55 | 3.50 | 1.30 | 0.50 | 0.45 | 0.30 | 0.60 | 1.70 | 1.00 | 0.75 | 1.30 | 0.35 | 1.70 |

# As diversas opções de tratamento do esgoto sanitário

- *Tratamento primário*
  - *Caixa de areia e medidor de vazão*



# As diversas opções de tratamento do esgoto sanitário



- *Tratamento preliminar*
  - *Caixa de areia e medidor*

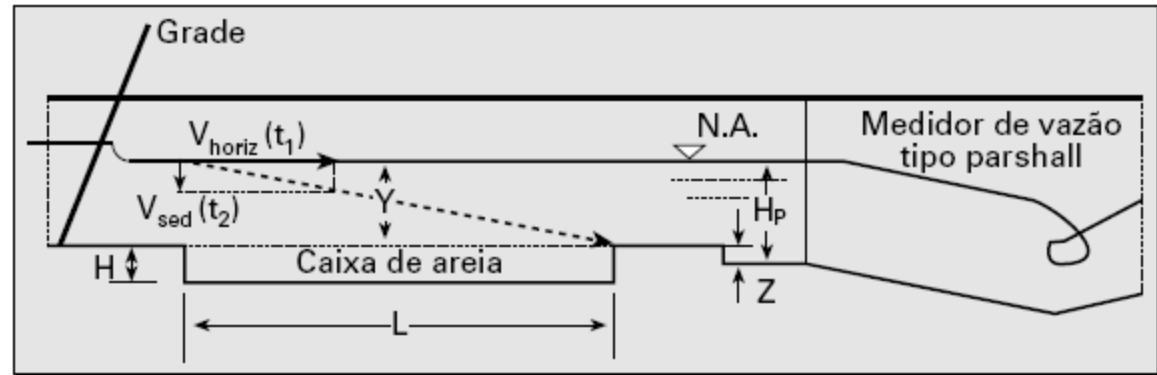


Figura 9.10 Corte longitudinal esquemático da grade, caixa de areia e medidor Parshall.

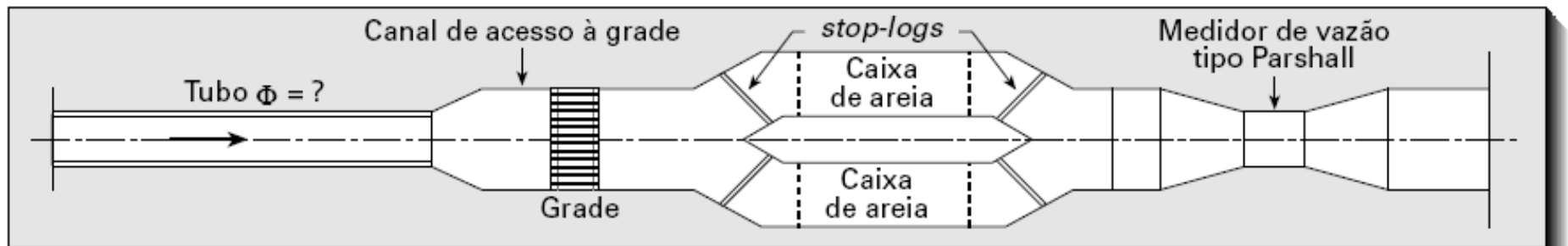


Figura 9.14 Planta esquemática da entrada da ETE (sem escala).