

# Conceitos básicos de um sistema de esgotamento sanitário



**Kiosthenes Moreira Pinheiro**  
**Renato de Oliveira Fernandes**



## Esgotamento Sanitário no País – PNSB 2008

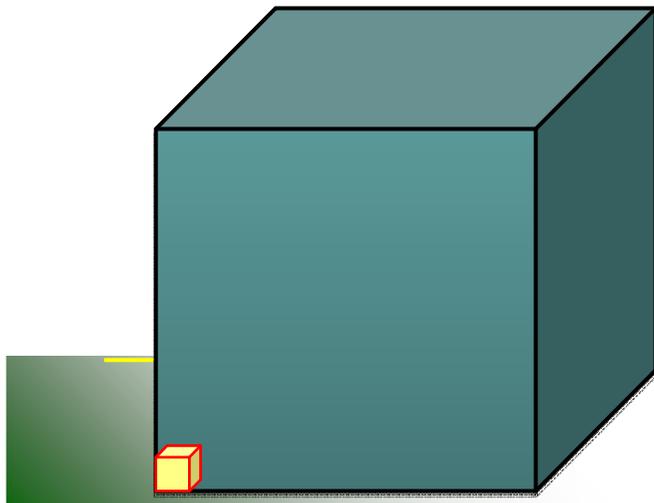
- Apenas quatro em cada dez domicílios brasileiros têm acesso à rede geral de esgoto.
- Pouco mais de um quarto dos municípios (28,5%) tratam o esgoto coletado.
- Apenas 27,7% dão o destino correto ao lixo, em aterros sanitários.
- Dos 34,8 milhões de brasileiros que vivem em municípios sem rede coletora, 15,3 milhões (44%) são nordestinos.
- Apenas três Estados e o Distrito Federal têm mais de metade dos domicílios atendidos por rede geral de esgoto. Em oito Estados, a proporção é de menos de 10%.



# 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

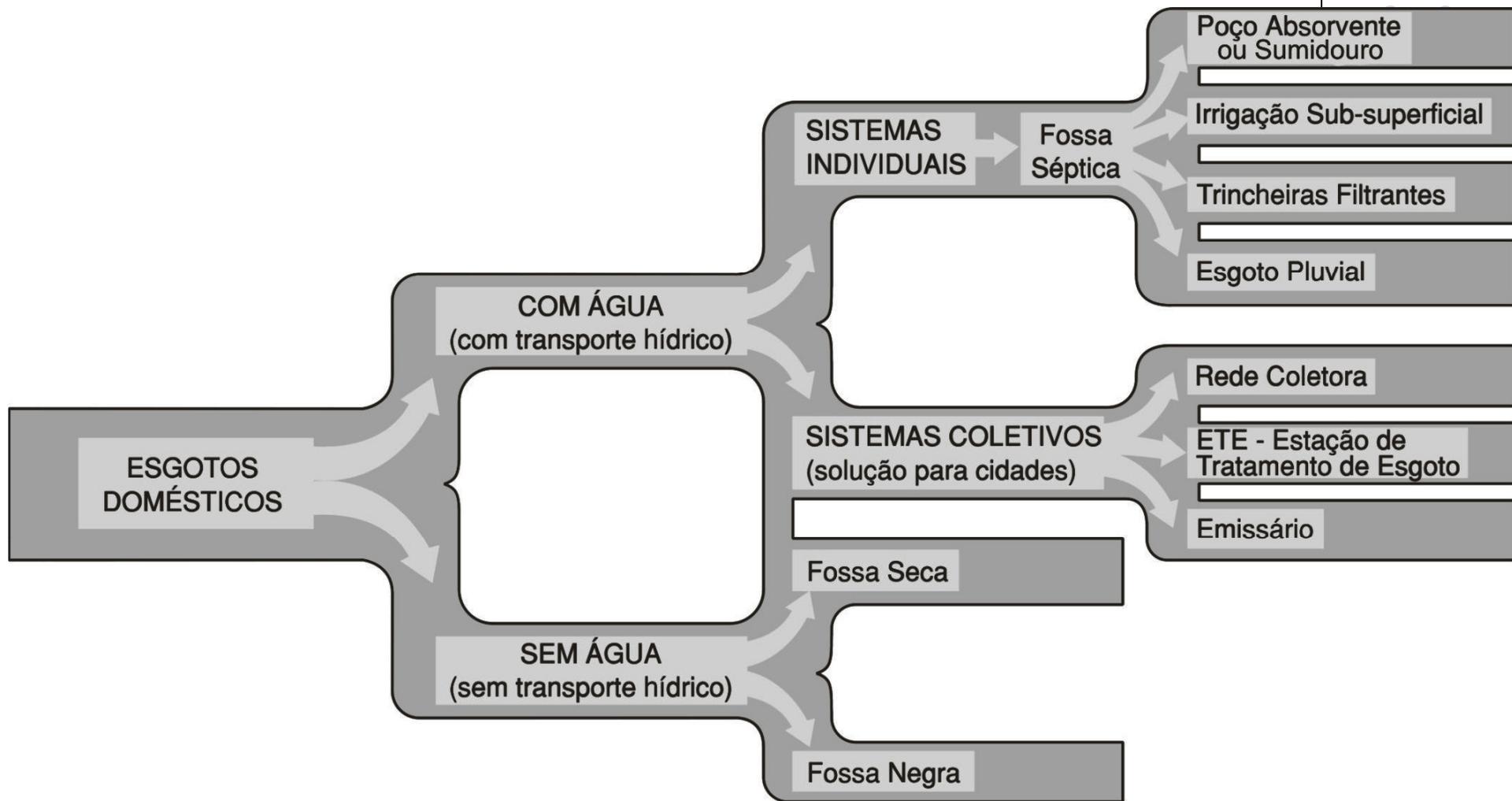
- *Controle e erradicação das doenças de veiculação hídrica;*
- *Melhorar a qualidade de vida da população atendida;*
- *Aumento da produtividade geral, em particular a produtividade industrial;*
- *Melhorias na fauna e flora terrestre ou aquática.*





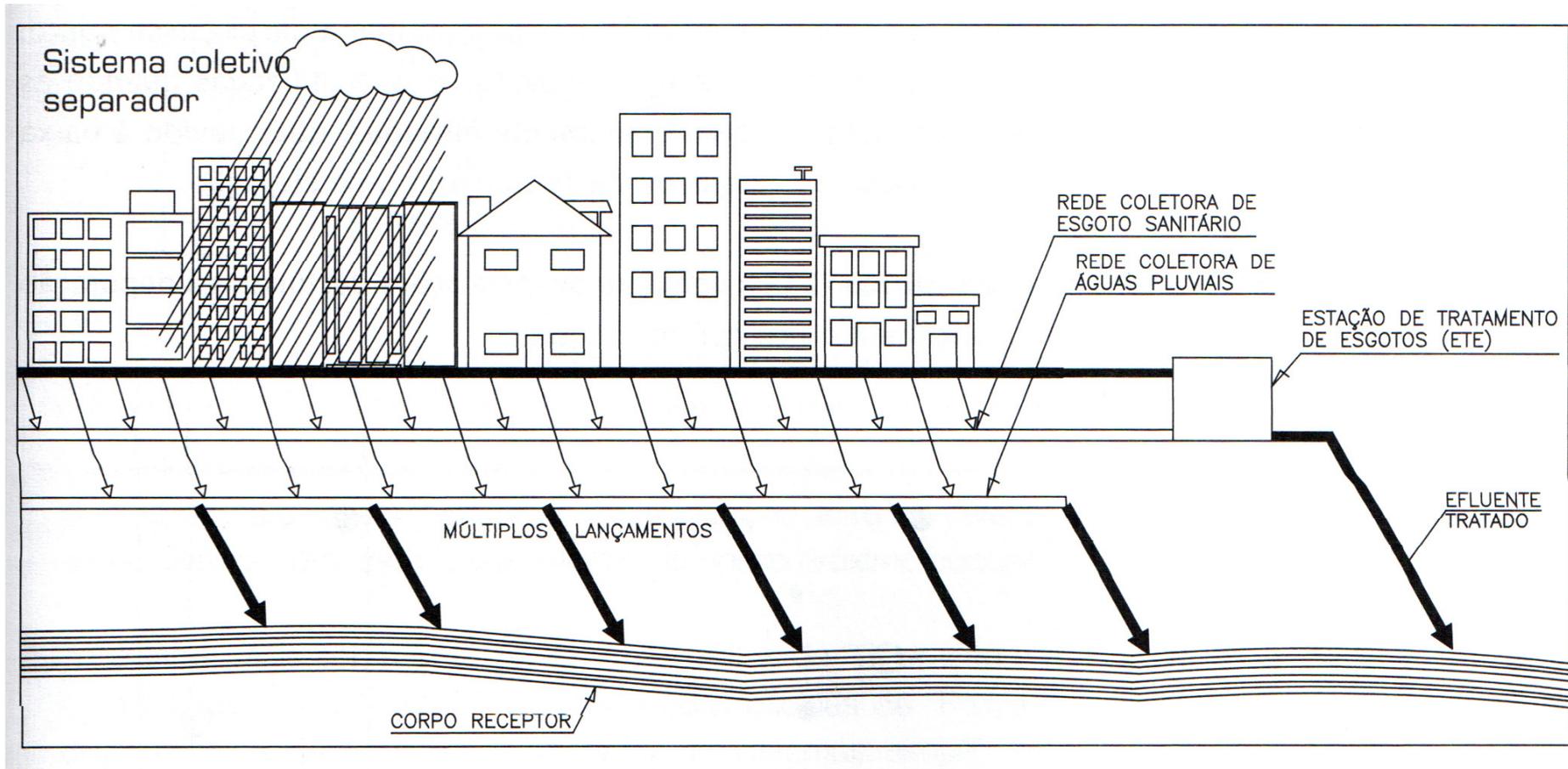
# Tipos de Sistemas de Esgotamento Sanitário

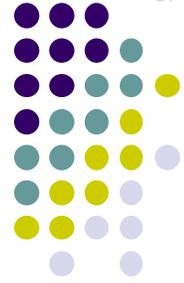




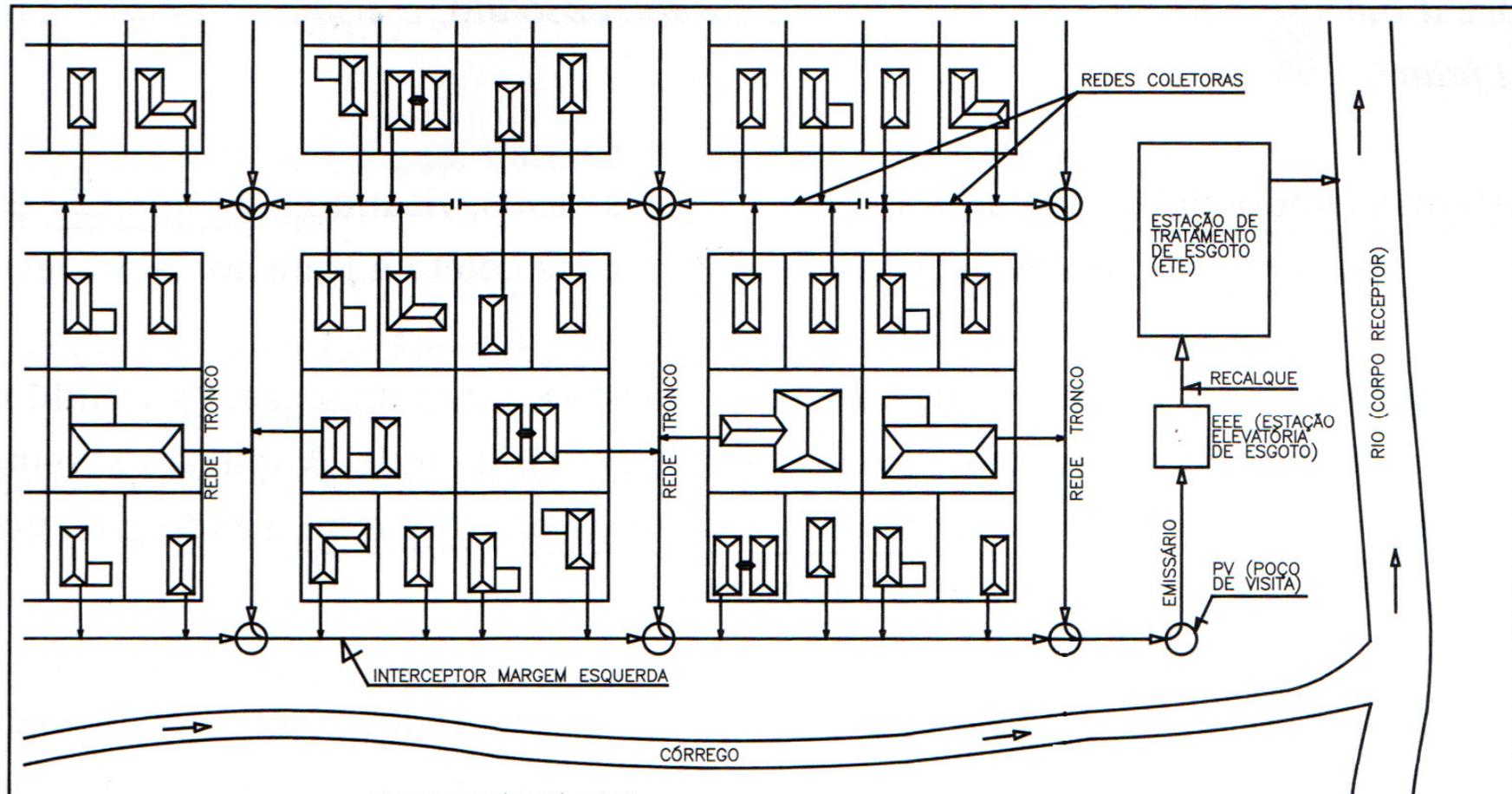


# Sistema separador





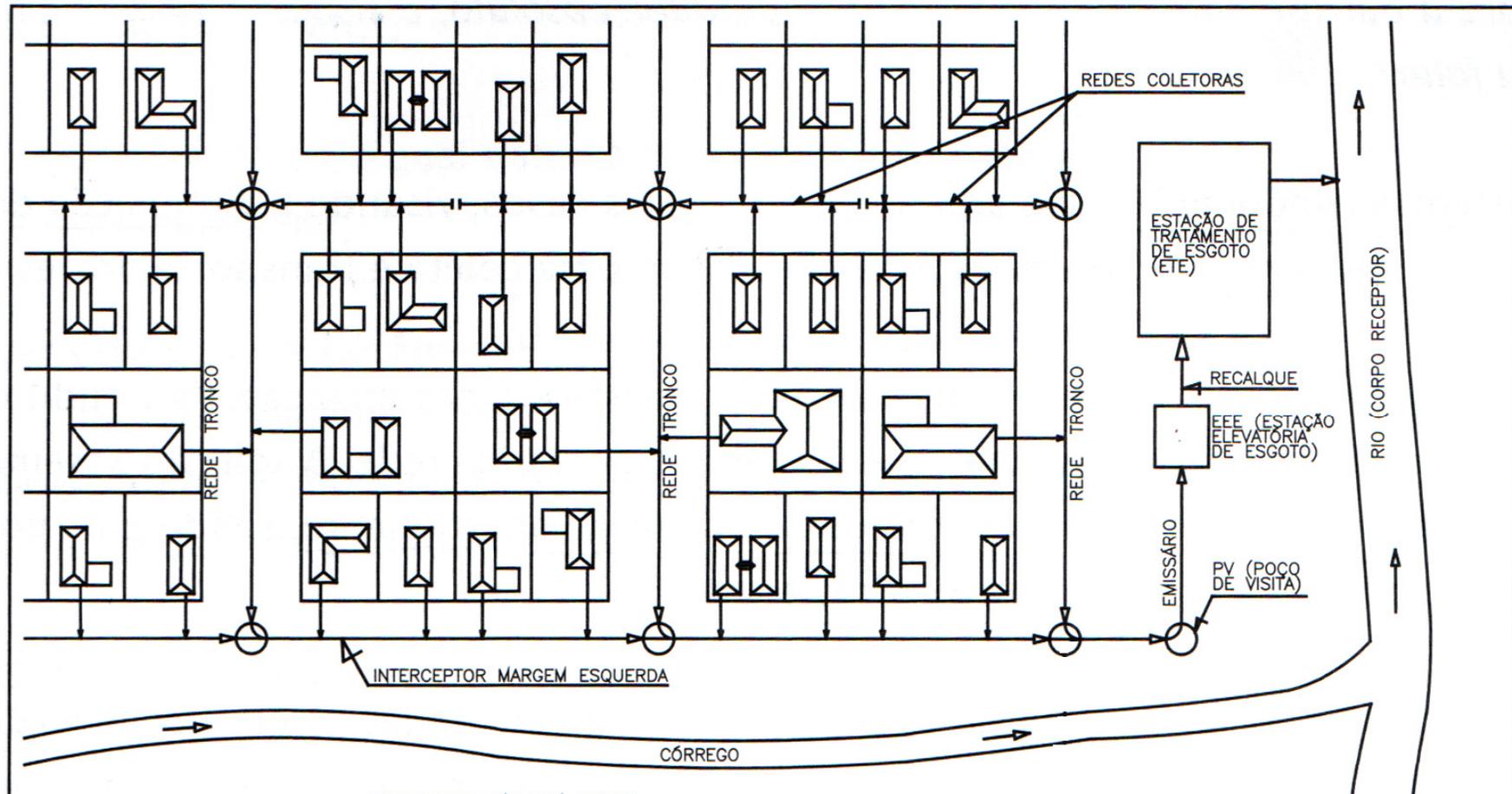
# Sistema convencional



Partes constitutivas do sistema convencional

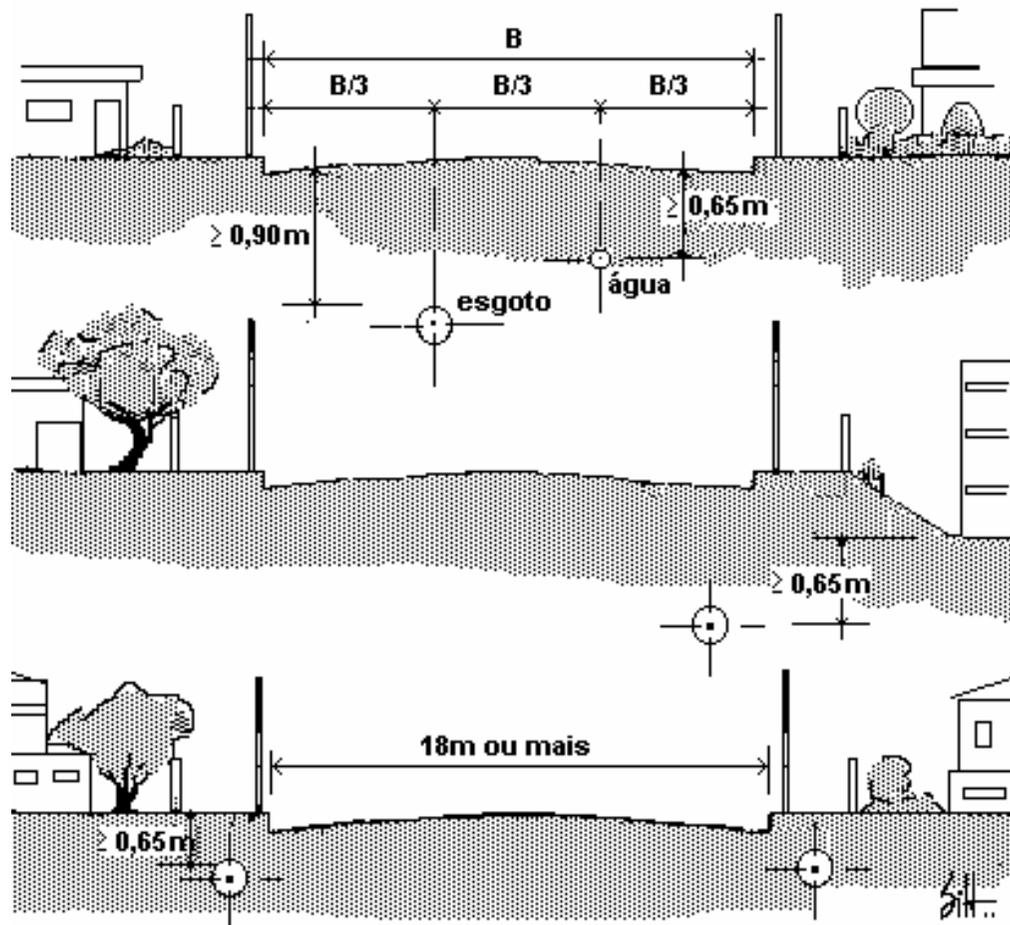
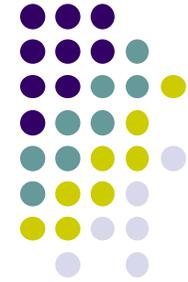


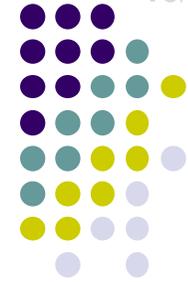
# Sistema convencional



Partes constitutivas do sistema convencional

# Posicionamento dos coletores





# Sistema de Esgotamento Sanitário

## As unidades do sistema

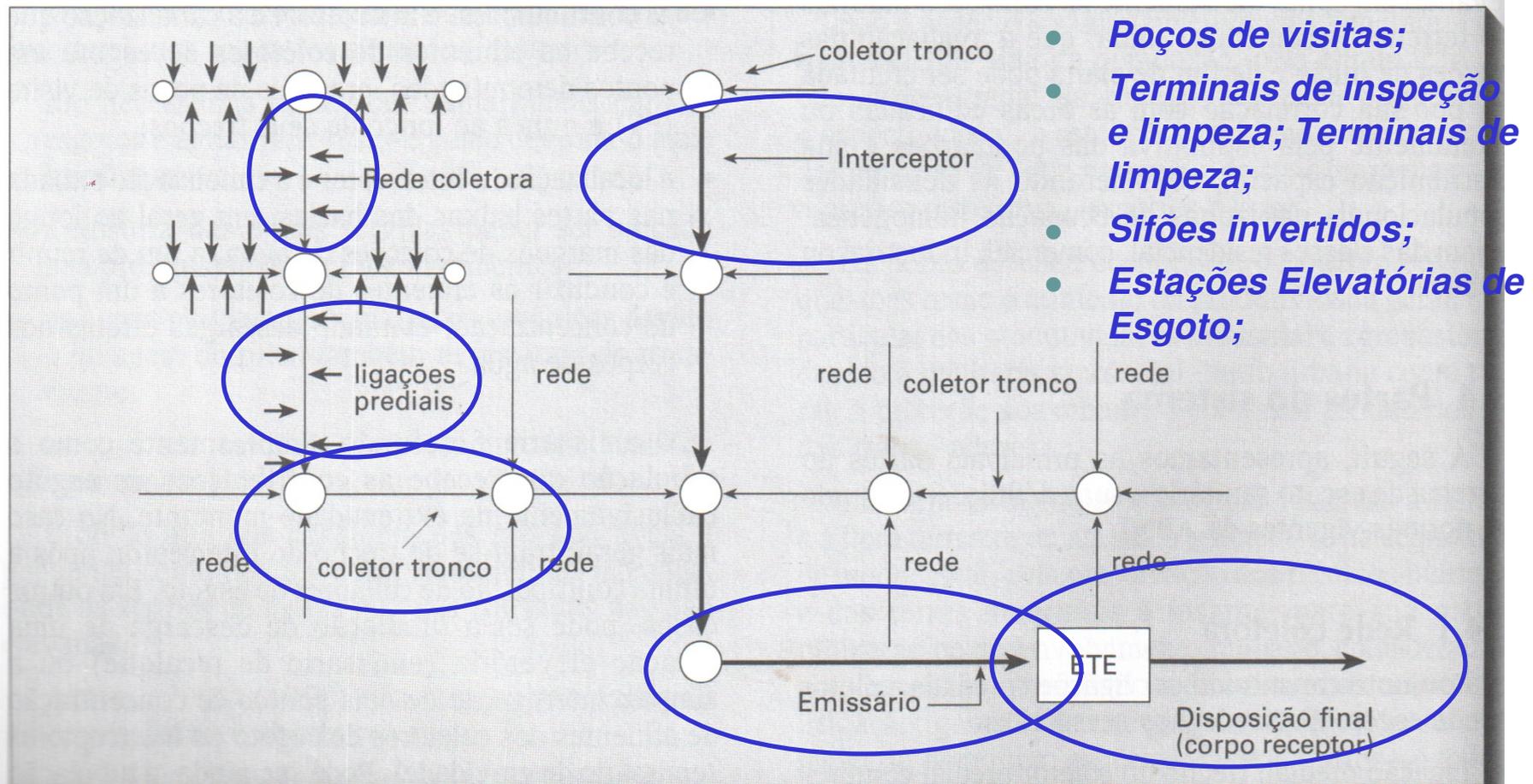


Figura 3.1 Esquema de sistema de coleta, transporte, tratamento e disposição final de esgoto sanitário



# 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;*



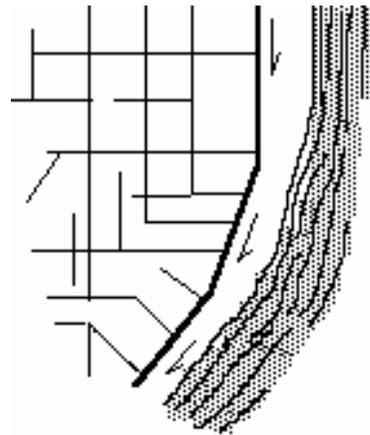
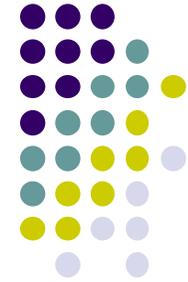


# Tipo de redes – traçados

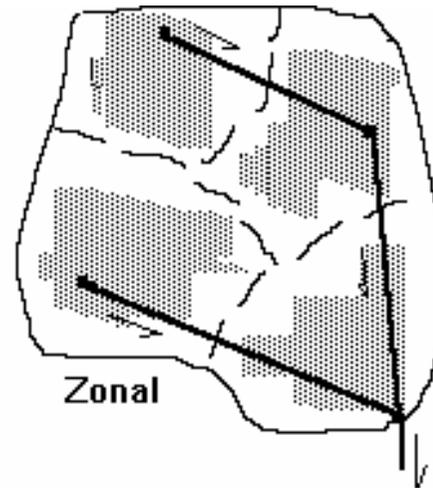
- *Perpendicular*
- *Longitudinal*
  - *Quando o núcleo urbano se desenvolve principalmente ao longo de curso de água.*
- *Em leque*
- *Distrital (radial)*
  - *Utilizada quando a topografia apresenta baixas declividades e, para evitar excessiva profundidade dos condutos, divide-se a área de projetos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



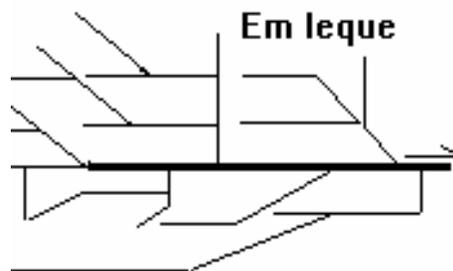
# Tipo de redes – traçados



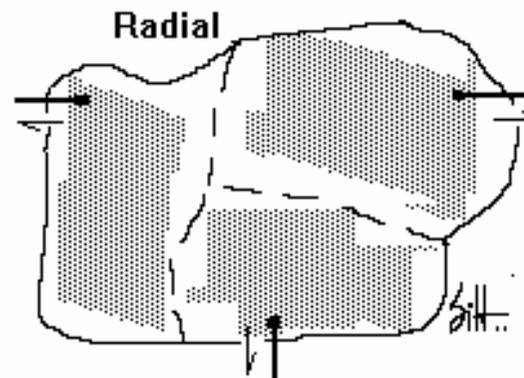
Perpendicular com Interceptor



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*

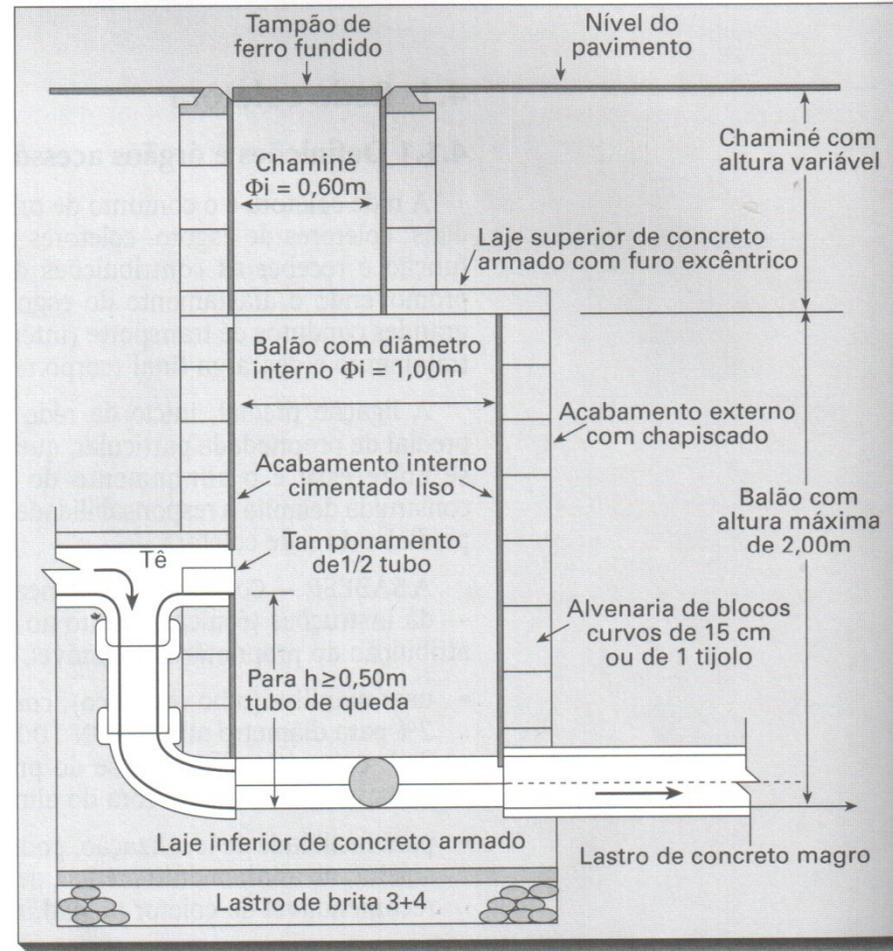
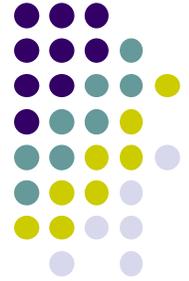


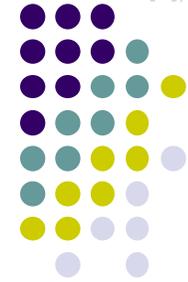
Figura 4.2 Corte esquemático de um PV (sem escala).

# Órgãos acessórios – rede coletora



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

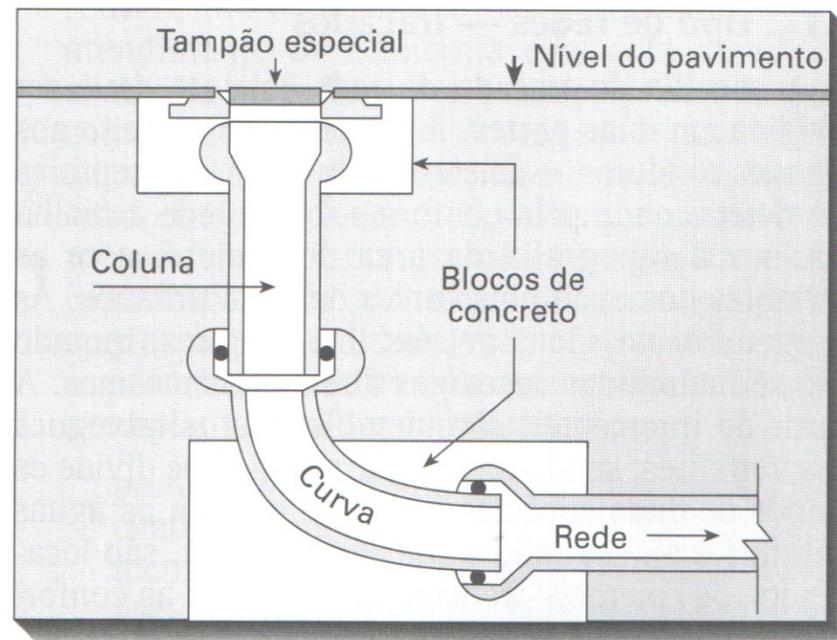


Figura 4.3 Corte esquemático de um TL (sem escala).



# Órgãos acessórios – rede coletora

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

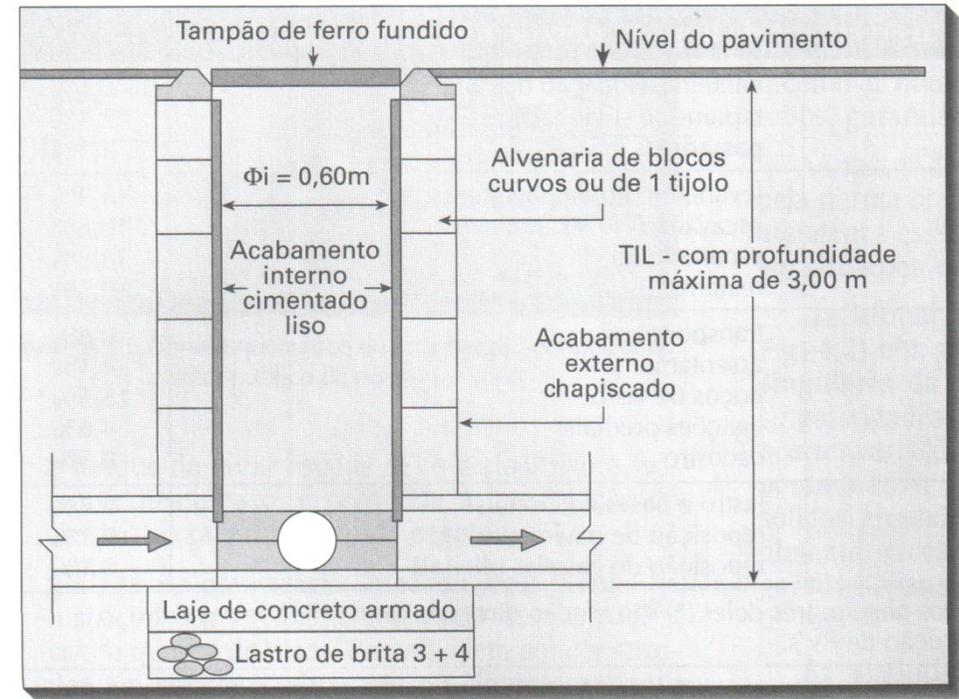


Figura 4.4 Corte esquemático de um TIL (sem escala).

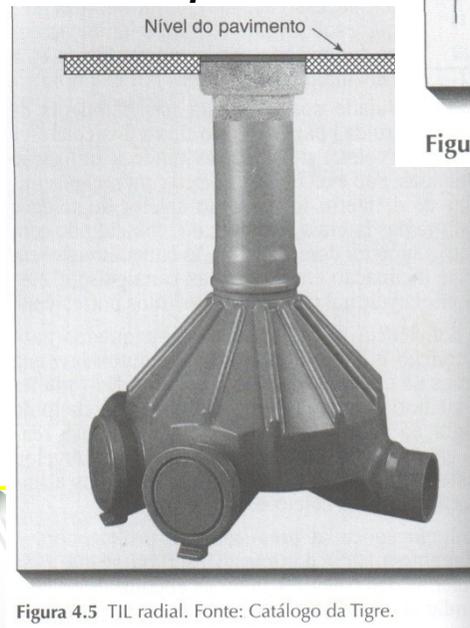
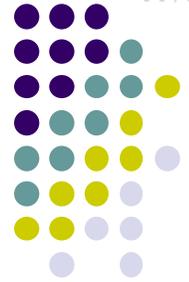


Figura 4.5 TIL radial. Fonte: Catálogo da Tigre.



# 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*
- *Q<sub>d</sub> = vazão de esgoto doméstico*
- *I = vazão de água de infiltração, a NBR 9649 admite valores 0,05 a 1,0 L/s.km)*
- *Q<sub>c</sub> = 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 essas condições.*





# Dimensionamento hidráulico das redes coletoras - condutos

(01 de 04) *Geometricamente calcula-se a declividade econômica –  $I_{0ec}$*

*NBR 9649*

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

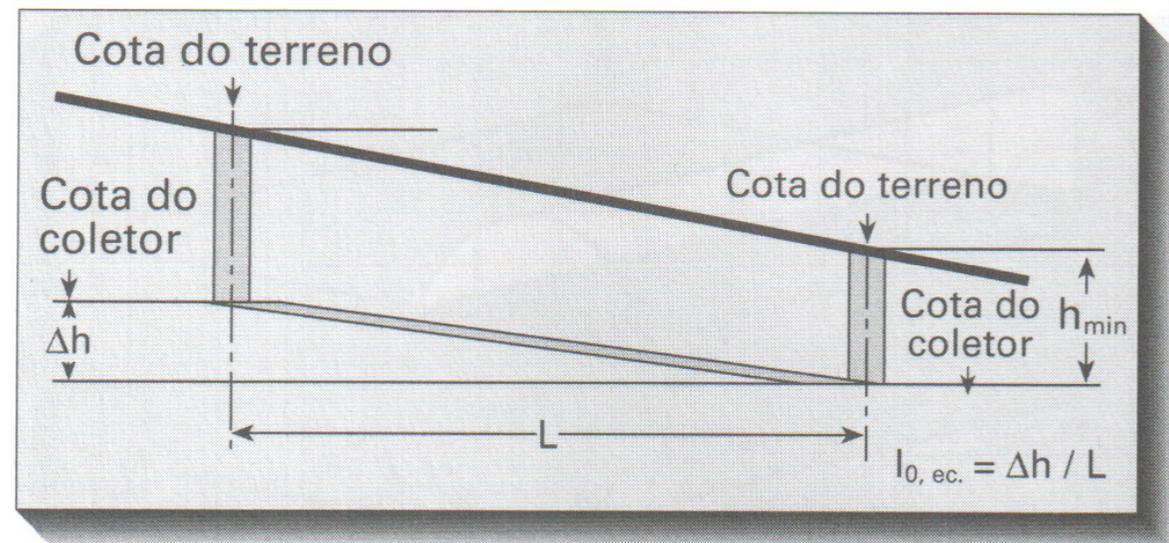


Figura 4.16

# 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)

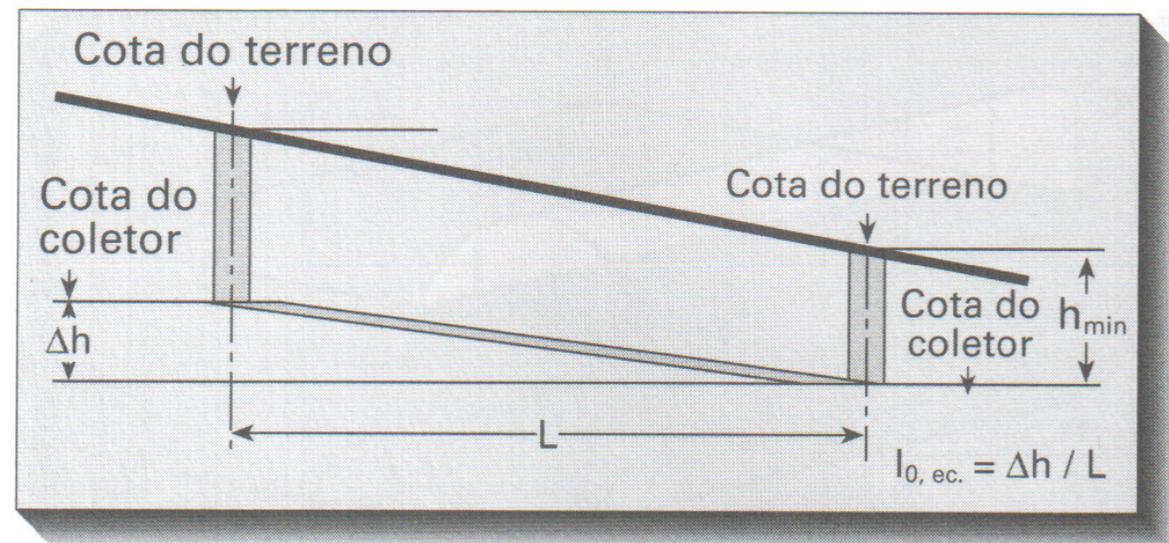


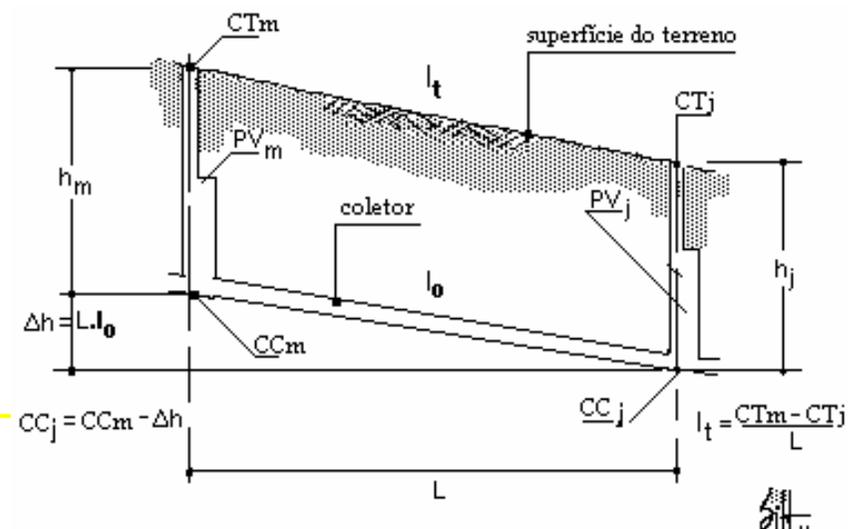
Figura 4.16



# Dimensionamento hidráulico das redes coletoras - condutos

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

(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.





## Dimensionamento hidráulico das redes coletoras - condutos

- *O cálculo do diâmetro (Fórmula de Manning,  $n=0,013$ )*

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

- $d_o$  = diâmetro do tubo (m)
- $Q_f$  = vazão de fim de plano ( $m^3/s$ )
- $I_o$  = Declividade mínima ou econômica (m/m)





# Custos relativos de implantação de redes coletoras

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

<b>Serviços Preliminares(*)</b> (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> (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> (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> (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 PV's.		
Esses 4 itens são responsáveis por 75,4% do custo total	escoramento poços de visita escavação reaterro	38,8% 15,5% 10,6% 10,5%