



**POLITÉCNICA**  
ENGENHARIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

# **PCC3461 - SISTEMAS PREDIAIS I**

## **Sistemas Prediais de Esgotos Sanitários**

Professores:

Lúcia Helena de Oliveira

Moacyr Eduardo Alves da Graça

Orestes Marraccini Gonçalves

São Paulo, 2019.

# Sistemas Prediais de Esgotos Sanitários

## Assuntos:

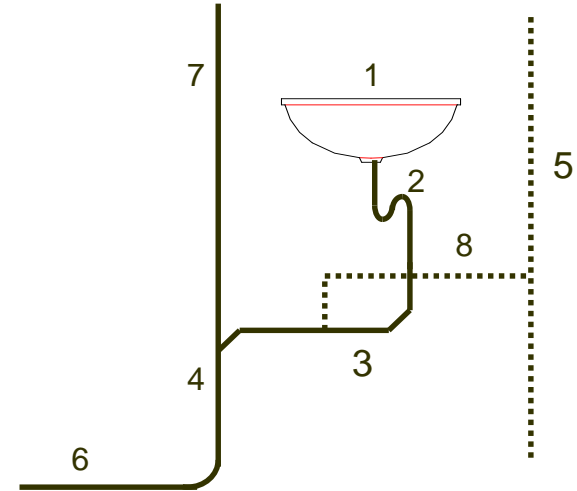
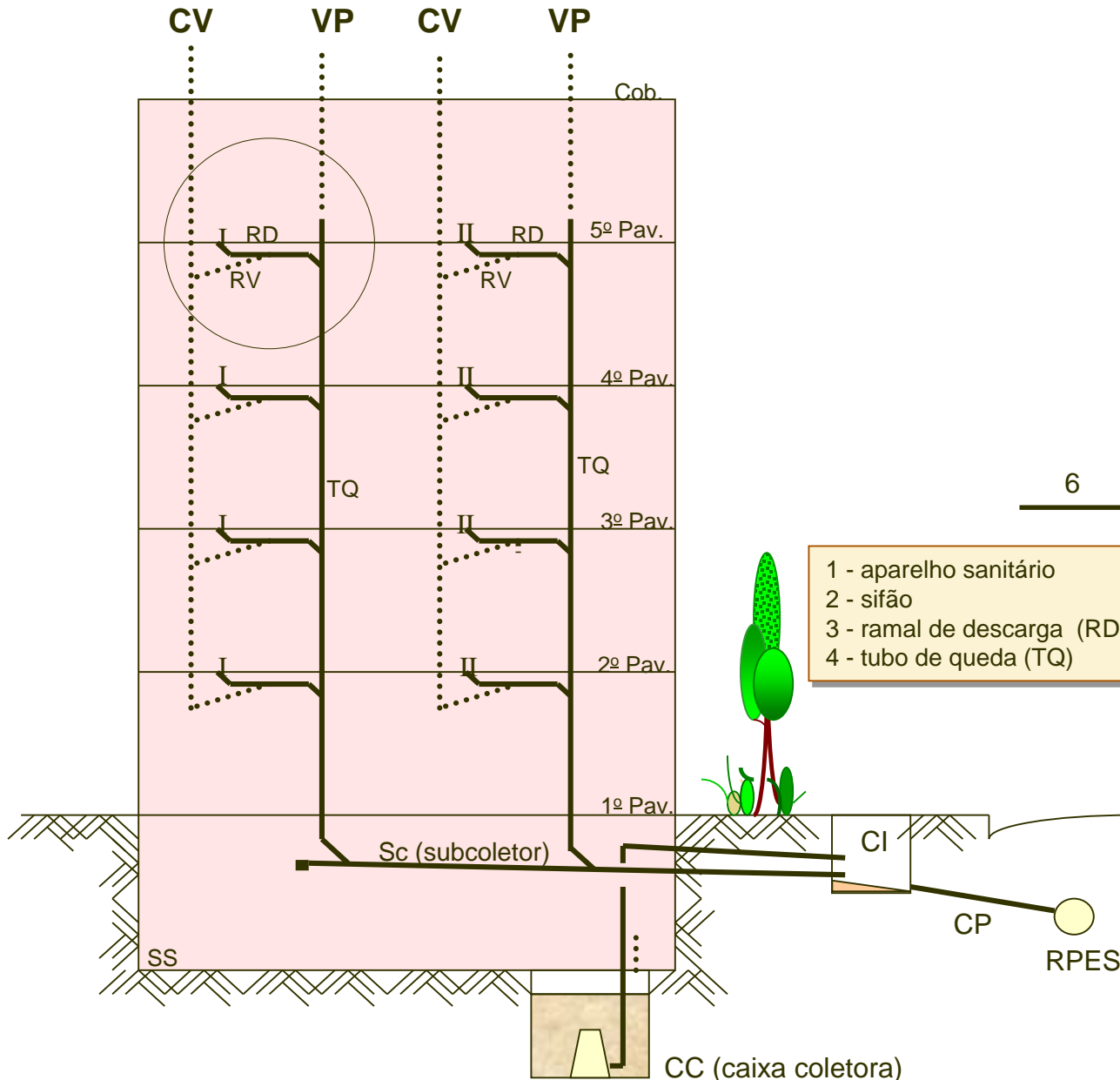
- Tipos de sistemas
- Elementos e componentes de SPES
- Representação gráfica
- Dimensionamento do sistema

# Requisitos de Desempenho

- Garantir a **qualidade da água** de consumo (evitando contaminação).
- Permitir o **rápido escoamento** da água utilizada.
- **Impedir** que os **gases** provenientes do interior do SPES atinjam os **ambientes** sanitários.
- Escoamento de **esgoto separado de águas pluviais**.

“O Sistema Predial de Esgoto Sanitário deve coletar e destinar, quando necessário, a água nele introduzida e os despejos provenientes do uso desta água, na quantidade, temperatura e de maneira adequada, de forma a assegurar a qualidade da água para consumo.”

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário



- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1 - aparelho sanitário     | 5 - coluna de ventilação (CV) |
| 2 - sifão                  | 6 - coletor predial (CP)      |
| 3 - ramal de descarga (RD) | 7 - ventilação primária (VP)  |
| 4 - tubo de queda (TQ)     | 8 - ramal de ventilação (RV)  |

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

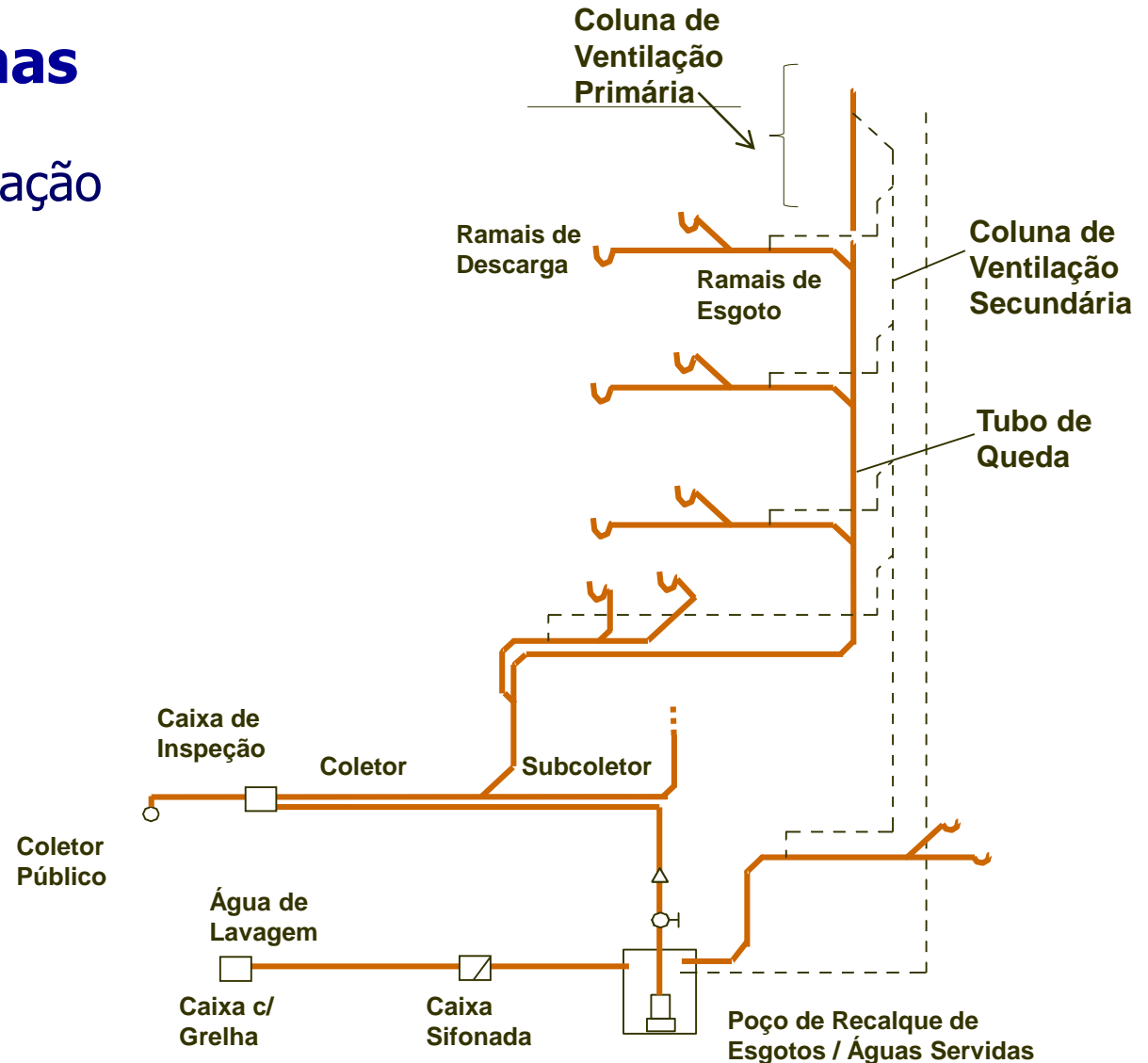
## Classificação dos Sistemas / Conceituação

- **Sistema com Ventilação Secundária** (Fully Vented System)
- **Sistema Modificado com tubo de queda ventilado** (Modified one pipe vented stack system)
- **Sistema de Coluna Única** (Single Stack System)

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Tipos de Sistemas

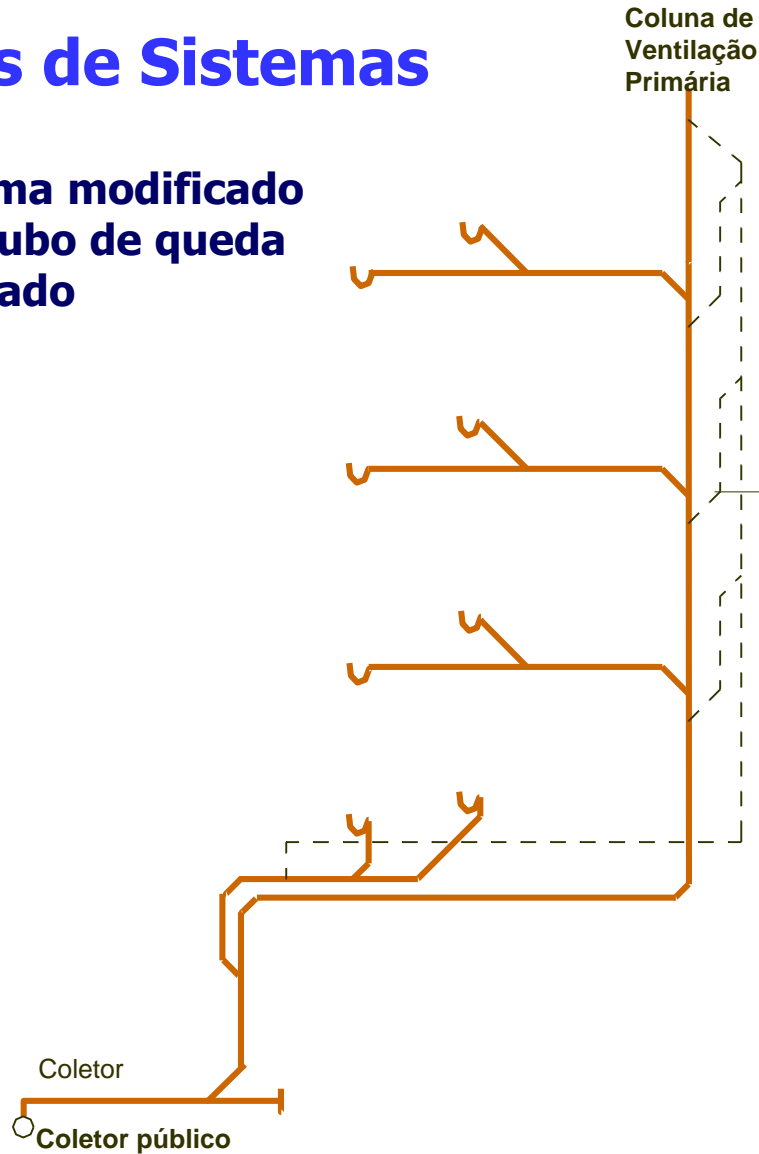
- Sistema com ventilação secundária



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Tipos de Sistemas

- Sistema modificado com tubo de queda ventilado



- Sistema de coluna única



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

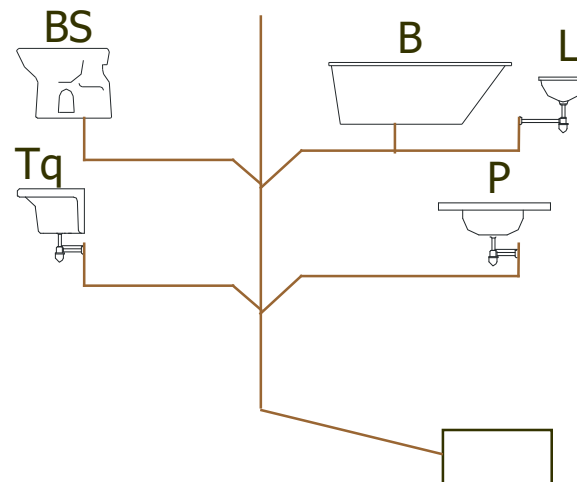
## Século XIX

- Gases provenientes das tubulações de ES podiam fazer mal à saúde, provocar epidemias, até mesmo morte.
- Verificou-se, posteriormente, que isto não era verdade, pois a **concentração dos gases é muito pequena**.
- Constatou-se que os gases provenientes de esgoto são bastante incômodos e **podem afetar o estado psicológico** das pessoas.

## Evolução dos sistemas prediais de esgotos sanitários

Sistema de **um só tubo de queda** (sem sifão)

- Banheiros permanentemente invadidos pelo mau cheiro



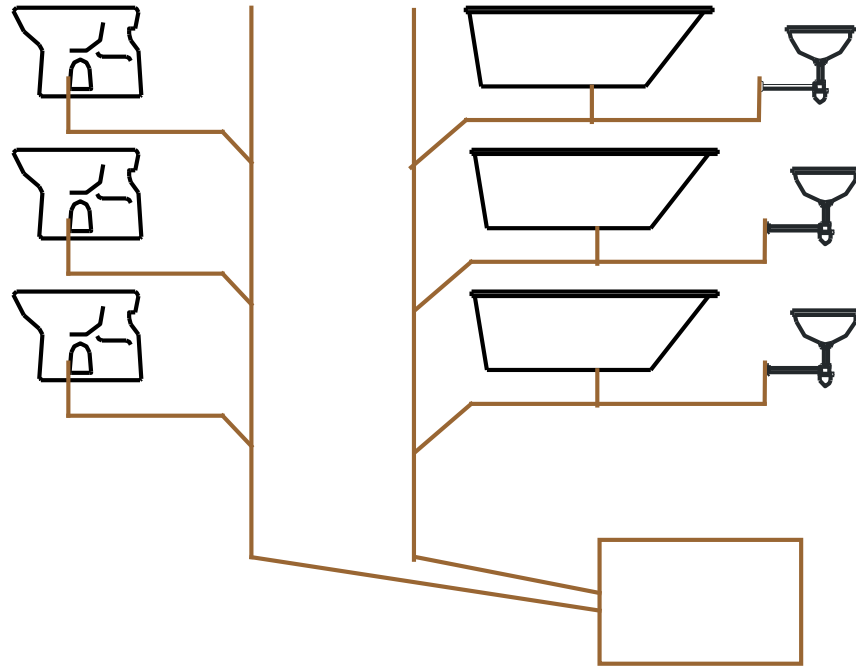


# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Evolução dos Sistemas

Sistema de **dois tubos de queda**

- Sifão



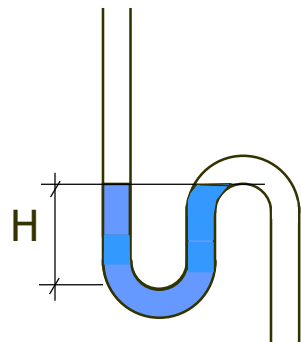
**Introdução dos sifões e a consequente  
necessidade de ventilar o sistema de esgotos.**

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

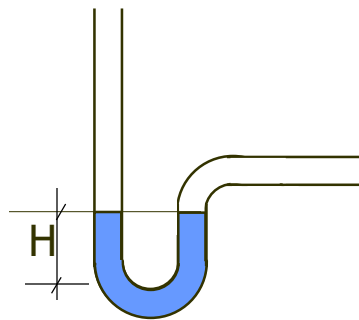
## Sifão

Componente separador destinado a **impedir a passagem dos gases** do interior das tubulações para o ambiente sanitário.

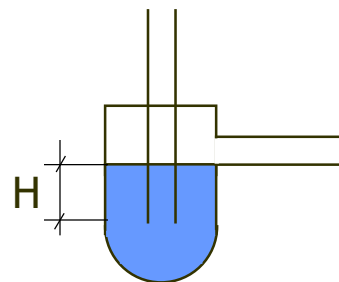
## Tipos de Sifão



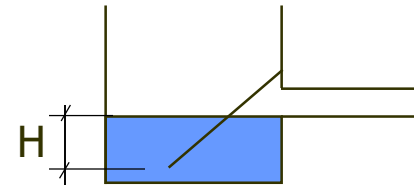
**Tipo S**



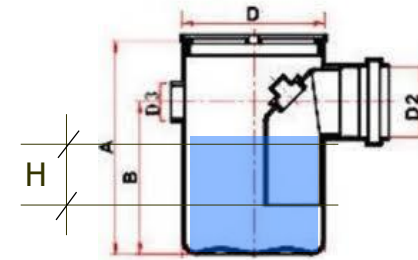
**Tipo P**



**Garrafa**



**Caixa sifonada**



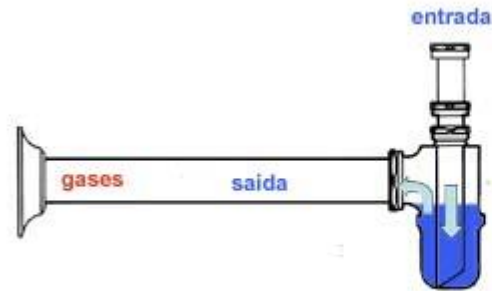
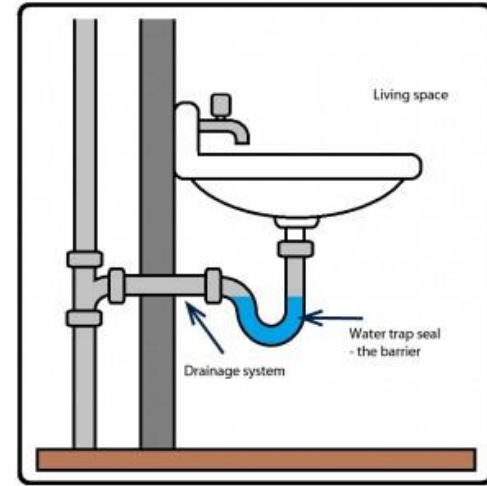
# Tipos de Sifão



**Tipo S**



**Tipo P**



Corte do Sifão

Sifão da DECA

## Garrafa



Corte da Caixa Sifonada

## Caixa sifonada



Caixa Sifonada Tigre



# Ralo linear

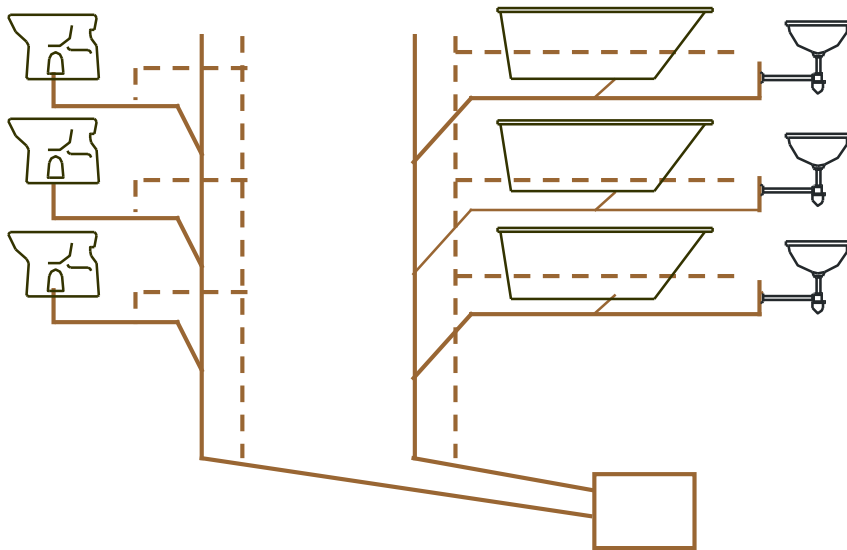


Fonte: [https://fotos.habitissimo.com.br/foto/banheiro-com-ralo-linear\\_965668](https://fotos.habitissimo.com.br/foto/banheiro-com-ralo-linear_965668)

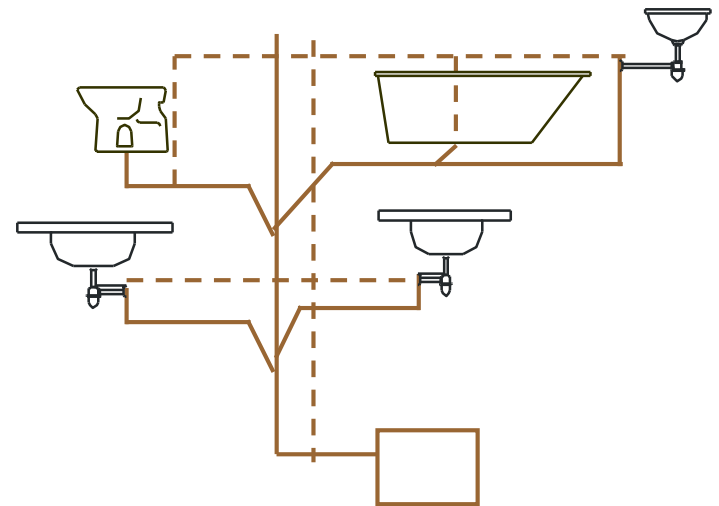
# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Evolução dos Sistemas

- Sistema com **dois tubos de queda** - totalmente ventilados



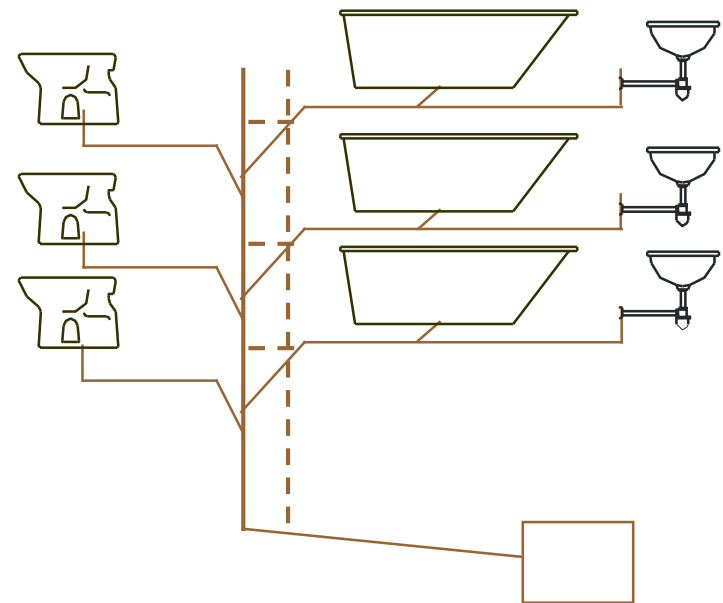
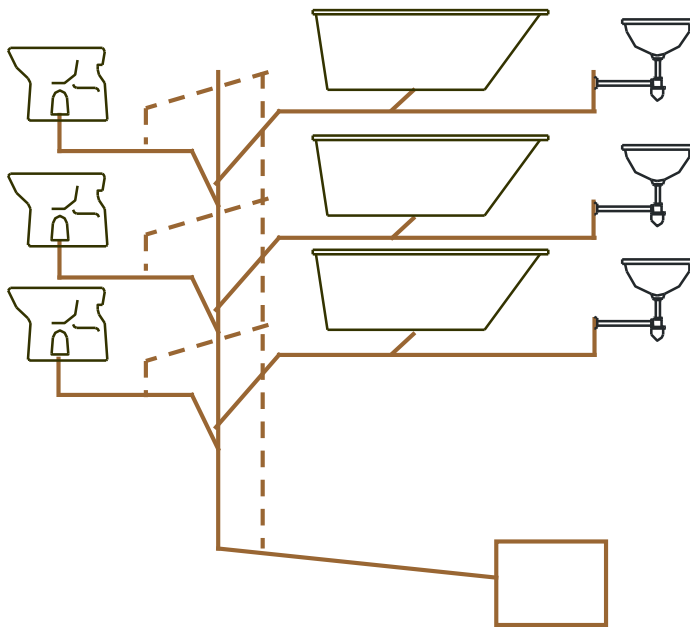
- Sistema com **um tubo de queda** - totalmente ventilado



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Evolução dos Sistemas

- Sistema modificado com um tubo de queda



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

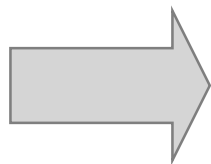
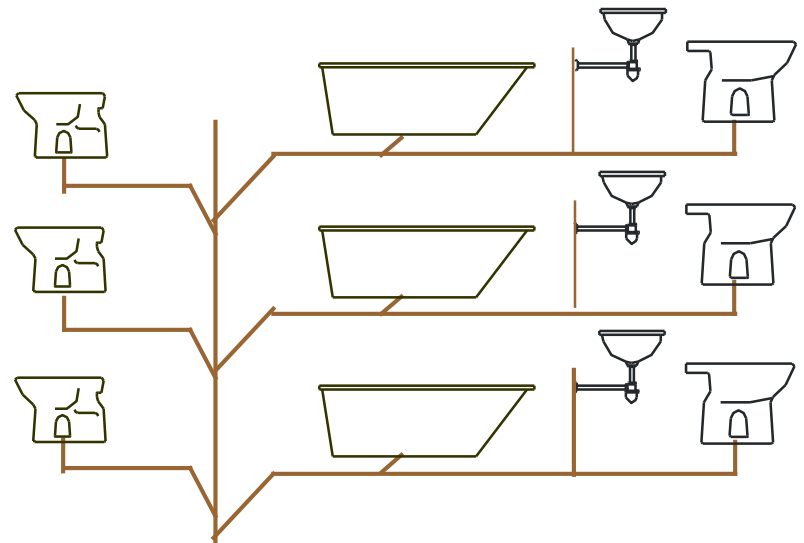
## Evolução dos Sistemas

Tendência



Sistema de coluna única

- **Norma Inglesa:** Regulamenta sistema de simples coluna com tubo de queda de diâmetro 100 mm para edifícios de até 10 andares e 150 mm até 25 andares.
- **Norma Francesa:** Idem para edifícios de até 12 m de altura.

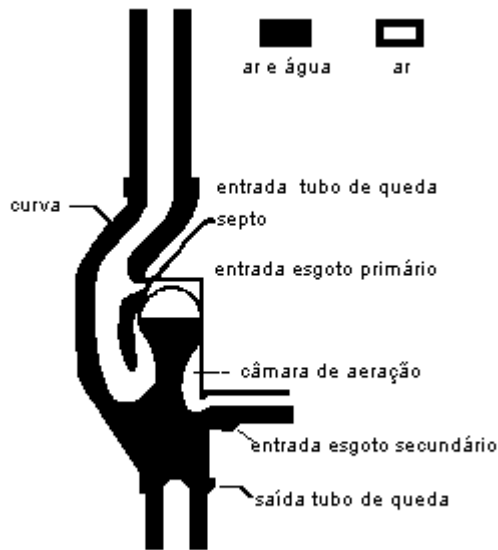


Norma Brasileira **NBR 8160 (1999)**

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

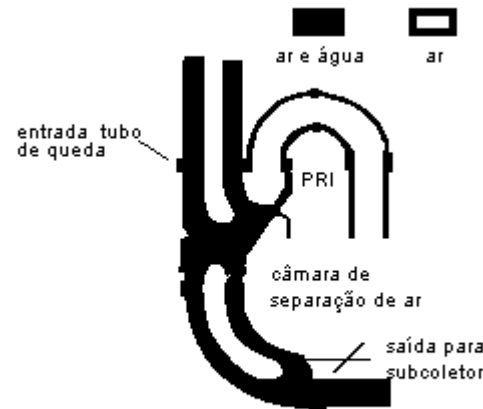
## Tipos de Sistemas

Suíça - 1959

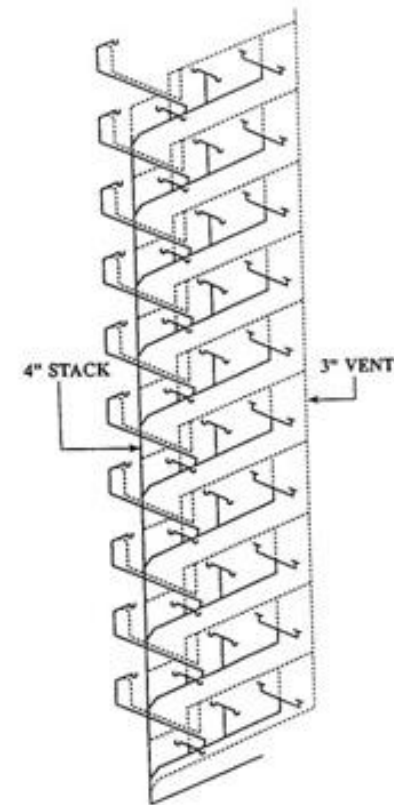


Conexão Aeradora  
(Equilibra as pressões negativas)

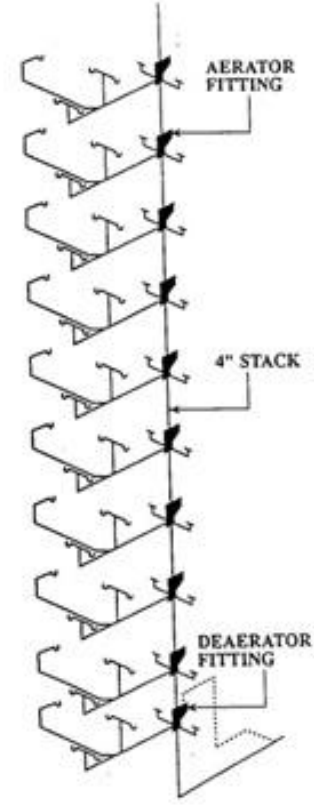
Sistema "Sovent"  
**SO**il stack and **VENT**



Conexão Desaeradora  
(Alivia as sobrepressões)



CONVENTIONAL  
TWO-PIPE SYSTEM



SOVENT  
SYSTEM



# Sistema Predial de Esgotos Sanitários

## Fenômenos que afetam os fechos hídricos dos sifões

### Sifonagem

Conjunto de fenômenos determinantes da redução total ou parcial da coluna d'água em um sifão.

### Evaporação depende da:

- periodicidade de uso dos aparelhos sanitários e da;
- velocidade de evaporação da água do sifão.

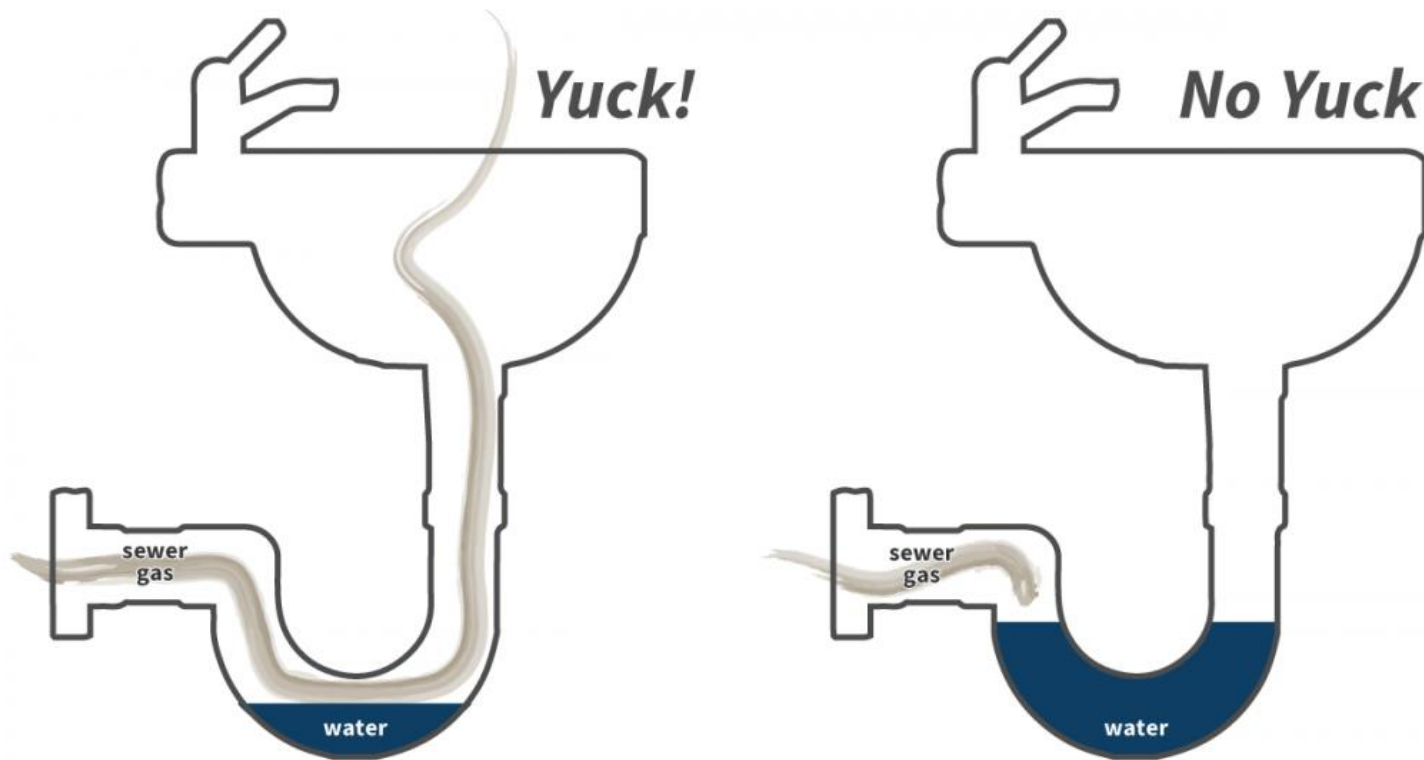
**Função das características do local  
e da área de exposição**



- Usualmente considerada: 1,3 a 11,4 mm/semana, para um período de não utilização de 4 semanas.  
**Inglaterra:** 2,5 mm/semana e **Dinamarca:** 2,0 mm/semana

# Sistema Predial de Esgotos Sanitários

## Redução parcial do fecho hídrico do sifão



Perda parcial do fecho hídrico

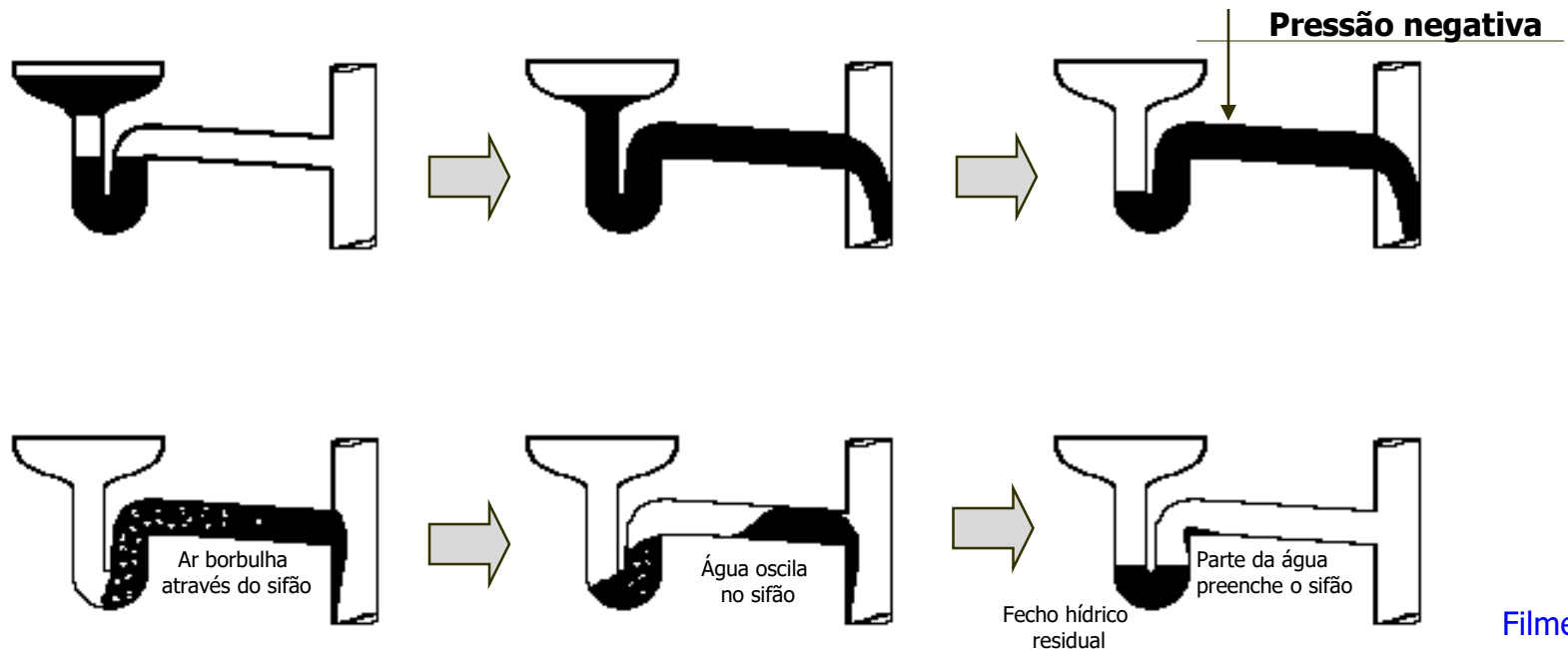
Fonte: <http://mvsd.org/residents-and-businesses/household-fyi/>

# Sistema Predial de Esgotos Sanitários

## Fenômenos que afetam os fechos hídricos dos sifões

### Auto-sifonagem

Redução de fecho hídrico pelo escoamento **do aparelho sanitário** por meio do sifão.



Filme 1

# Fenômenos que afetam os fechos hídricos dos sifões



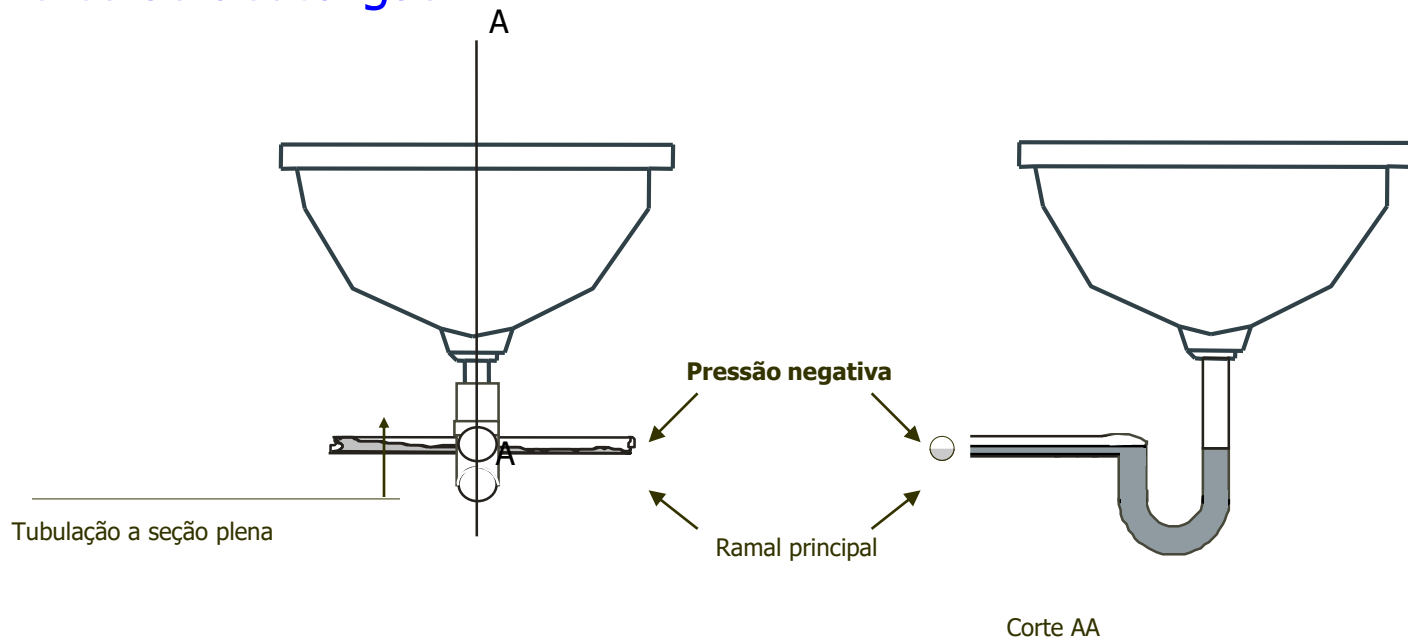
SIFÃO ?

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Fenômenos que afetam os fechos hídricos dos sifões

### Sifonagem Induzida

Redução de fecho hídrico devido a ação de descargas simples ou combinadas nos fechos hídricos dos **aparelhos não utilizados** durante estas descargas.



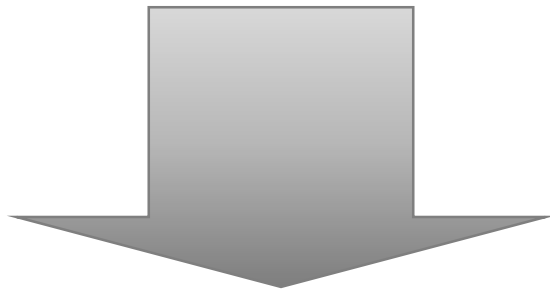
Filme 2

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

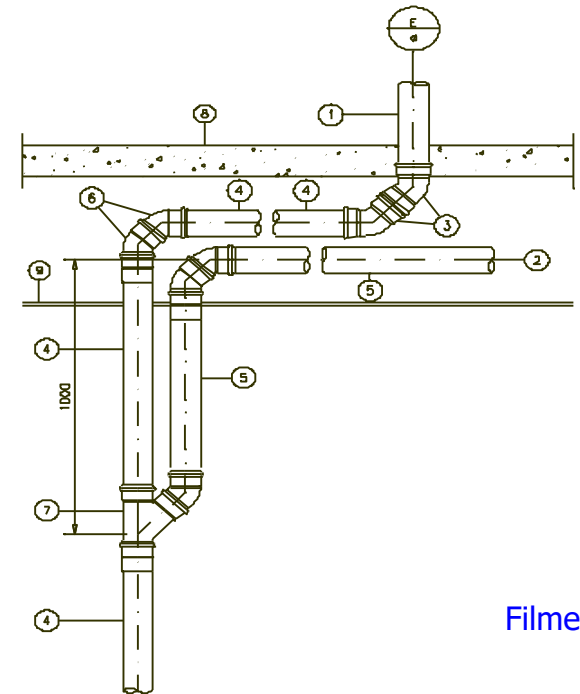
## Fenômenos que afetam os fechos hidráulicos dos sifões

### Sobrepessão

Ação de descargas simples ou combinadas que geram **pressão positiva** nos fechos hidráulicos ligados a trechos de tubulação próximos a **mudanças de direção** do tubo de queda.



Os ramais de esgoto do **primeiro pavimento tipo** não devem ser ligados, usualmente, no tubo de queda, quando houver desvio no forro do térreo.



Filme 3

DESVIO DAS COLUNAS NO 1º PAVIMENTO<sup>23</sup>

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

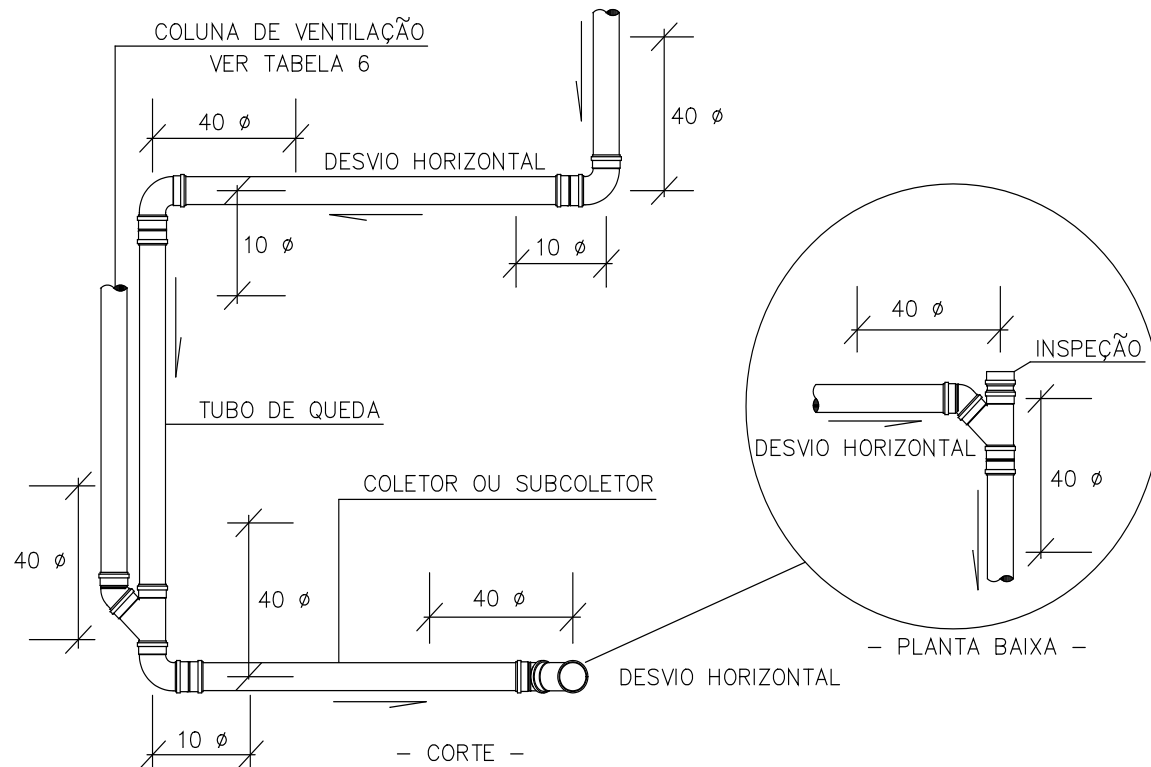
## Retorno de espuma



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Como evitar o retorno de espuma?

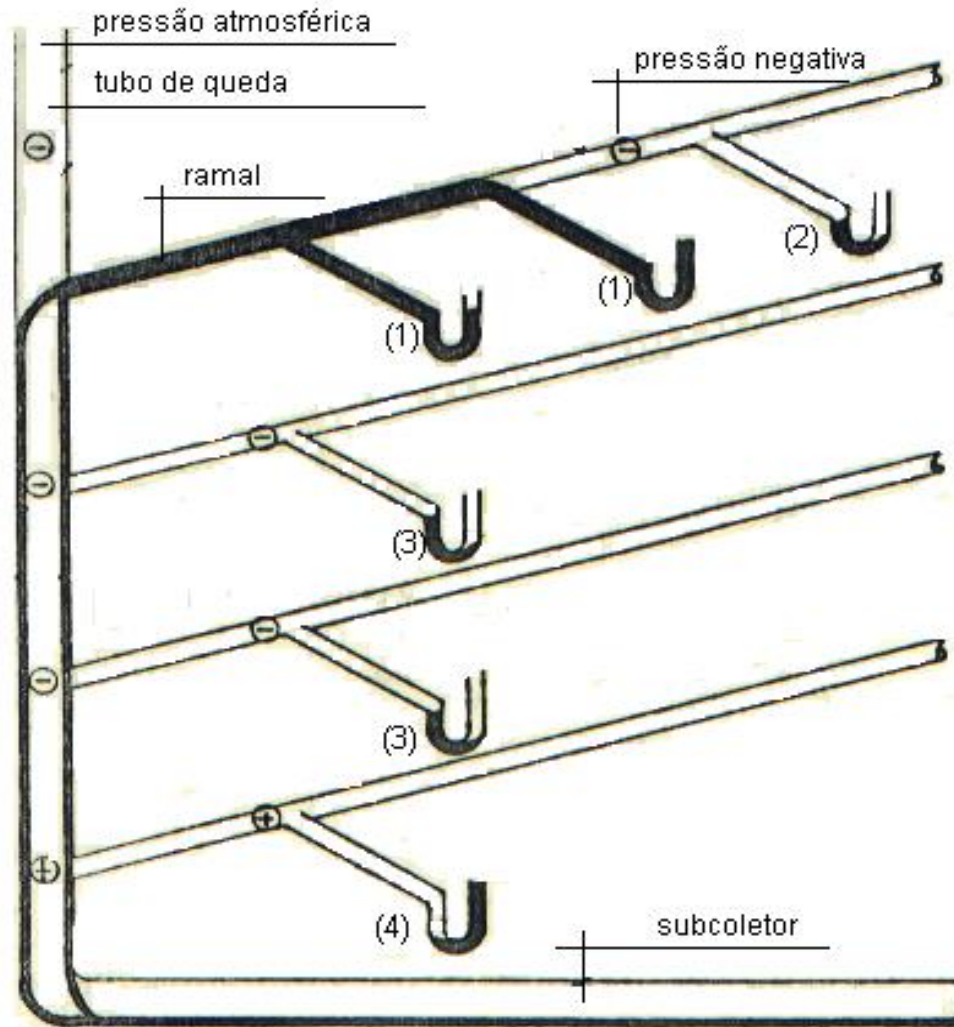
- Não efetuar ligações nas regiões de ocorrência de sobrepressão.
- Efetuar o desvio do tubo de queda para a horizontal com componentes que atenuem a sobrepressão - curva de 90° raio longo ou duas curvas de 45°.
- Instalar componentes com a finalidade de evitar o retorno de espuma.





# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Caracterização dos fenômenos



*Heriot –Watt University*

(+) pressão positiva  
(-) pressão negativa

(1) aparelhos sujeitos à auto-sifonagem

(2) sifonagem induzida devido ao fluxo no ramal

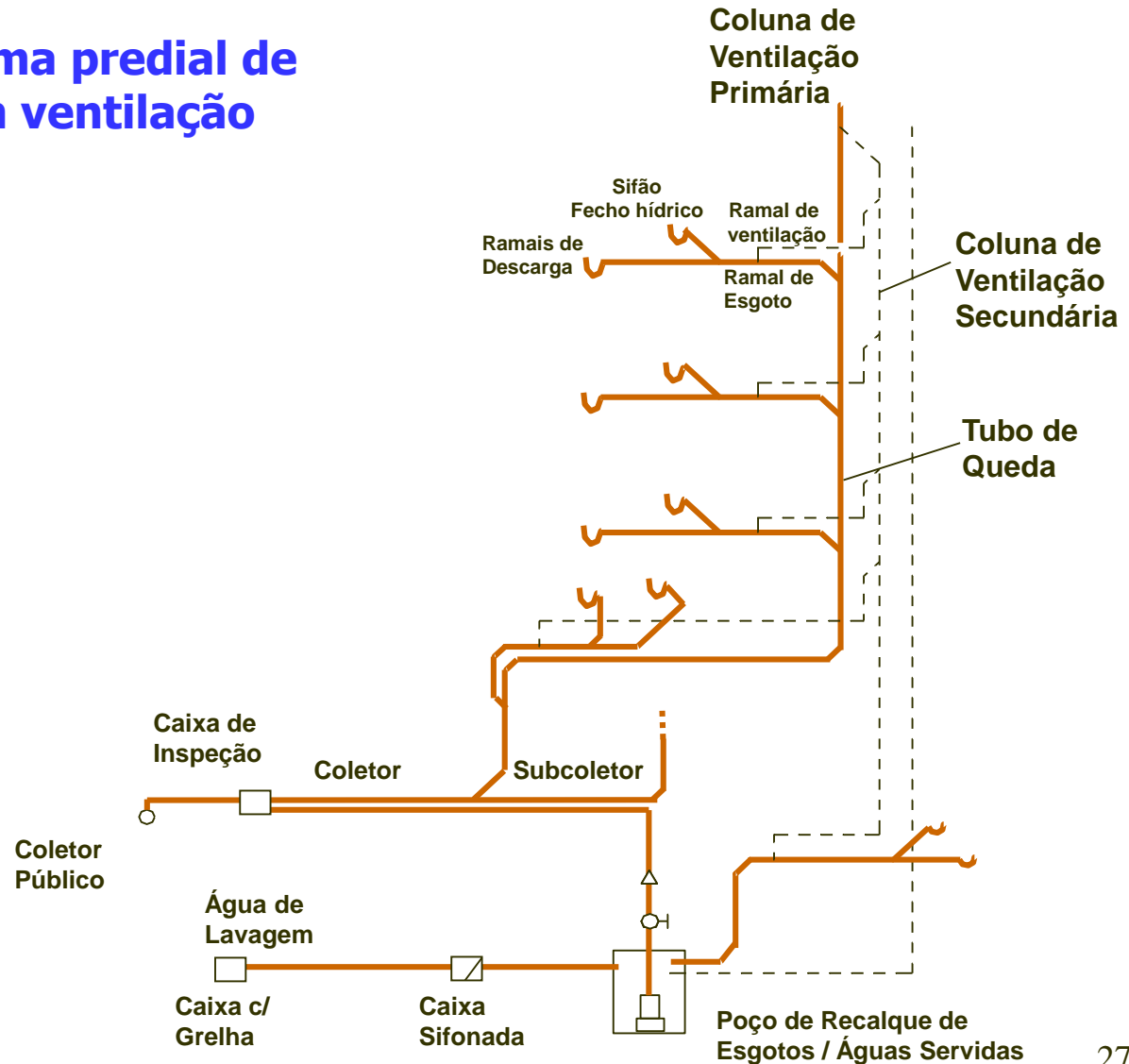
(3) sifonagem induzida devido ao escoamento no tubo de queda

(4) sobrepessão

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Componentes do sistema predial de esgotos sanitários com ventilação secundária

- Aparelho sanitário
- Ramal de descarga
- Ramal de esgoto
- Ramal de ventilação
- Tubo de queda
- Coluna de ventilação
- Subcoletor
- Poço de águas servidas
- Coletor predial



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Elementos do Sistema

### **Tubulações de esgoto primário**

Acesso a gases provenientes do coletor público ou sistemas de tratamento.

### **Tubulações de esgoto secundário**

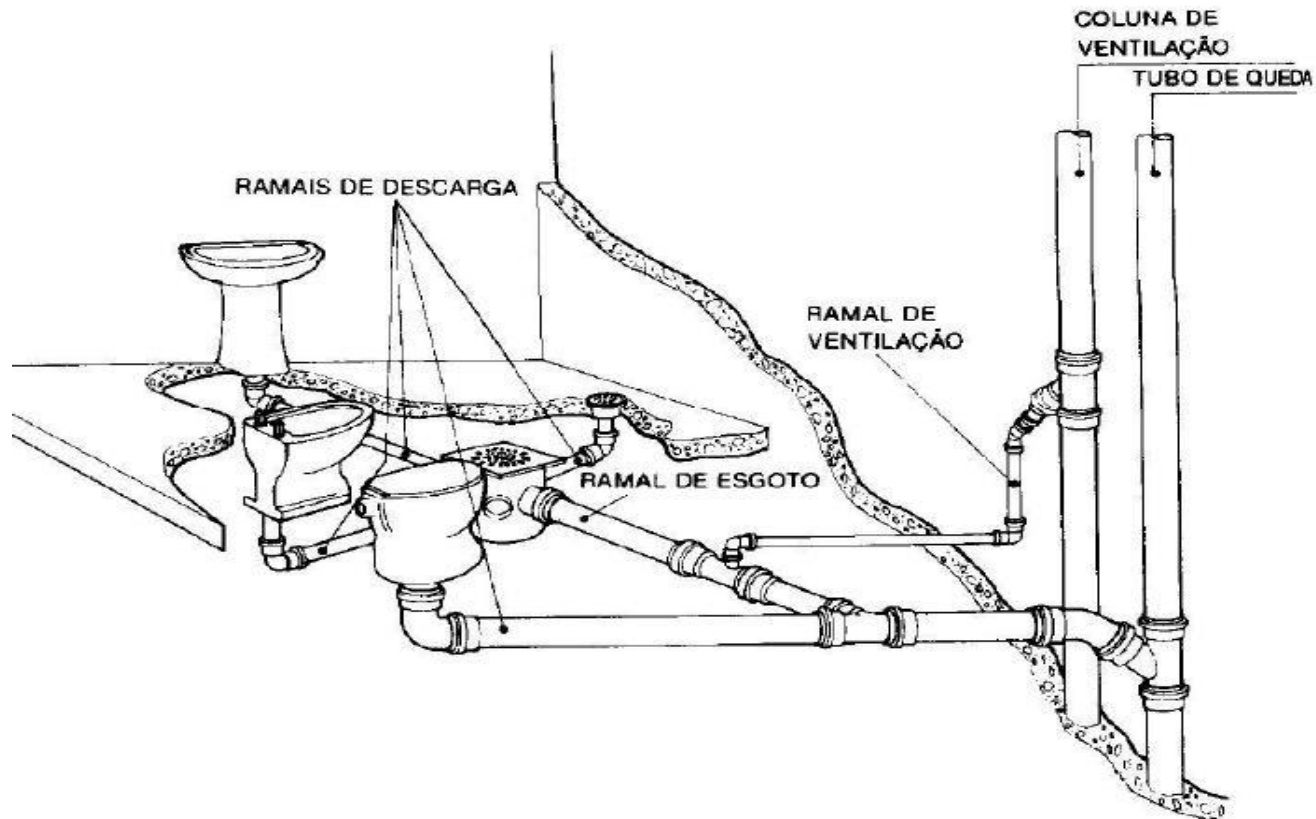
Protegidas por desconectores dos gases provenientes das tubulações primárias.

### **Tubulações de ventilação**

Proteção dos fechos hídricos dos desconectores.

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

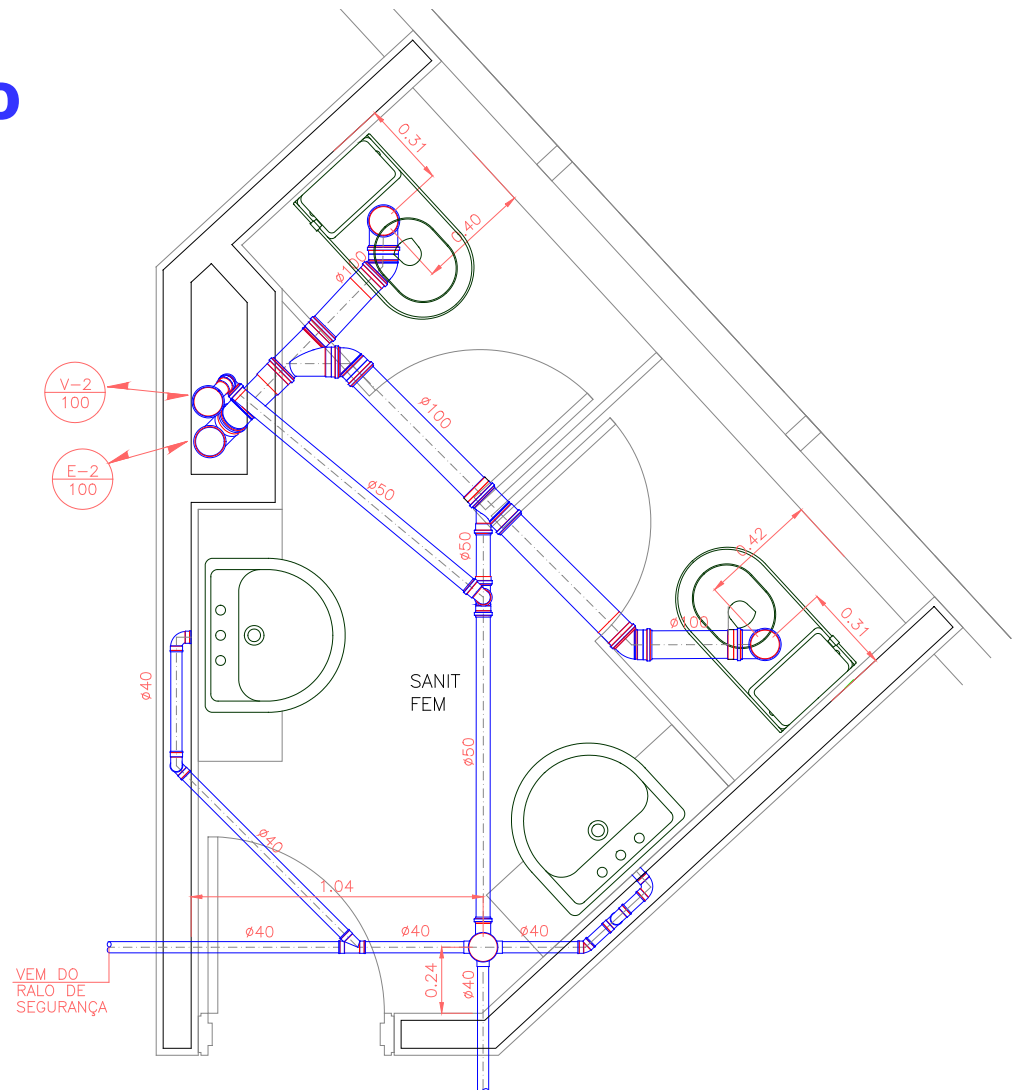
## Componentes do Sistema





# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Detalhes de projeto

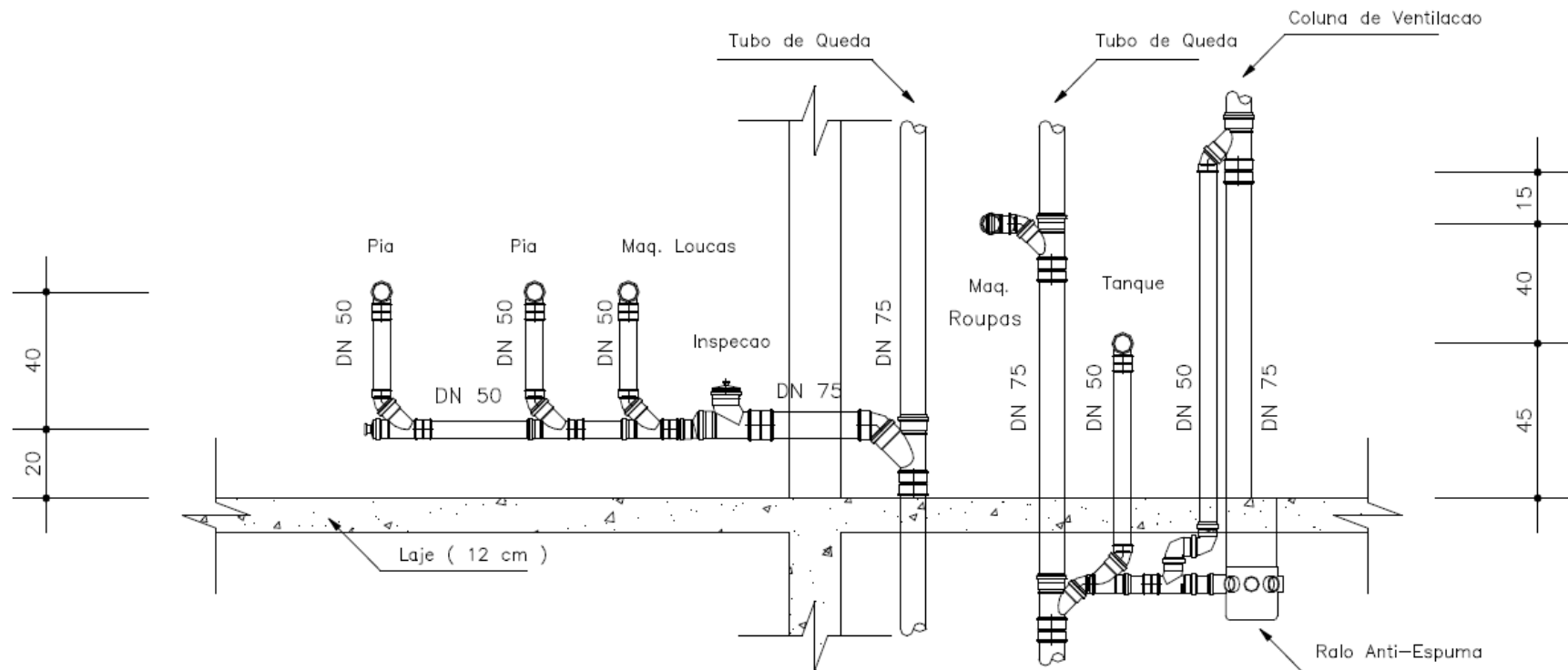


Planta A

Escala 1:25

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

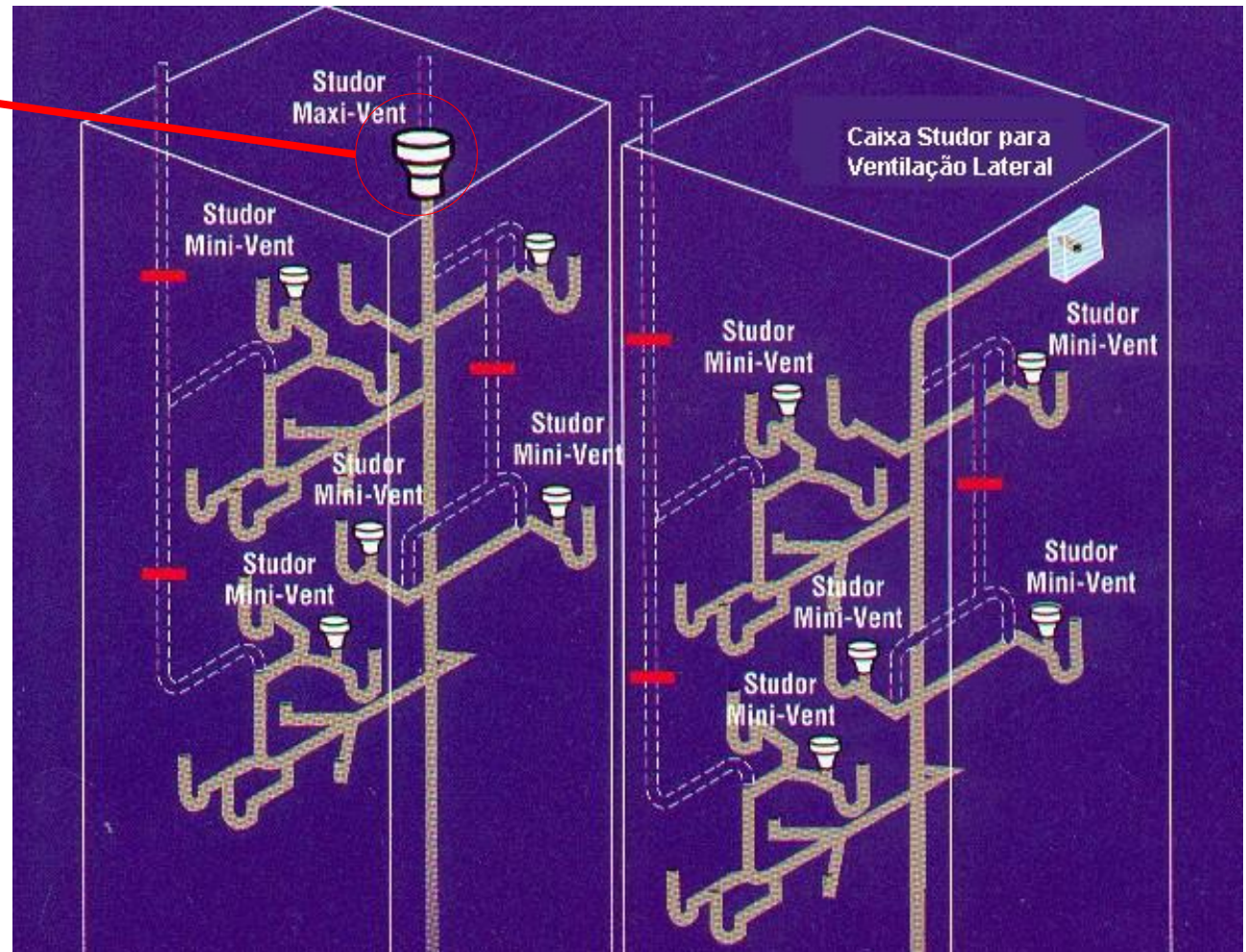
## Detalhes de projeto





# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

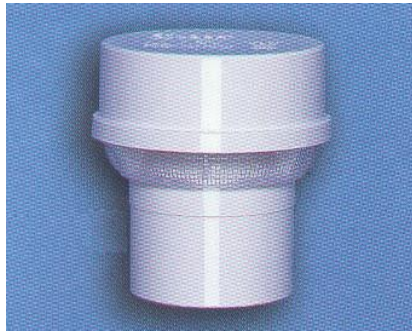
## Sistema com VAA (Válvula de Admissão de Ar)





# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Sistema VAA (Válvula de Admissão de Ar)



Válvulas: 50mm  
100mm



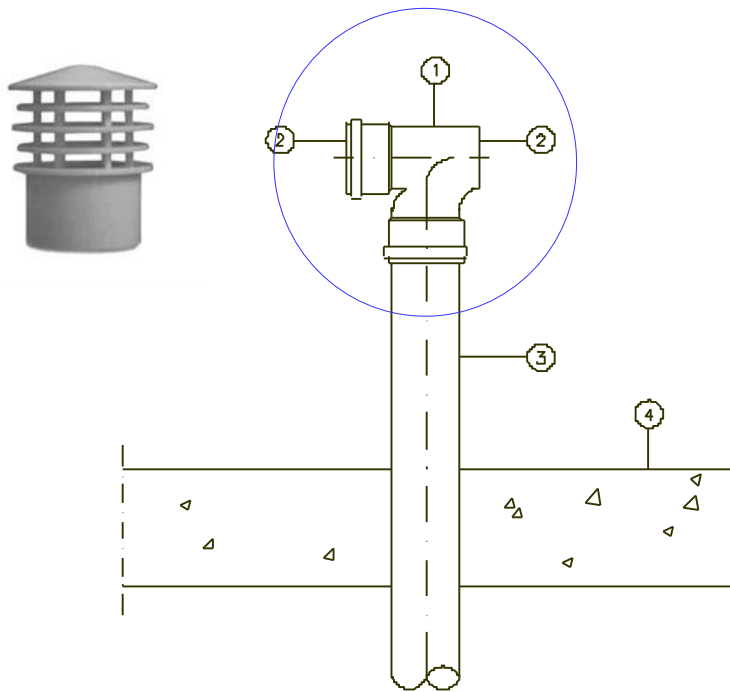
Aplicação da Mini-vent (50mm)



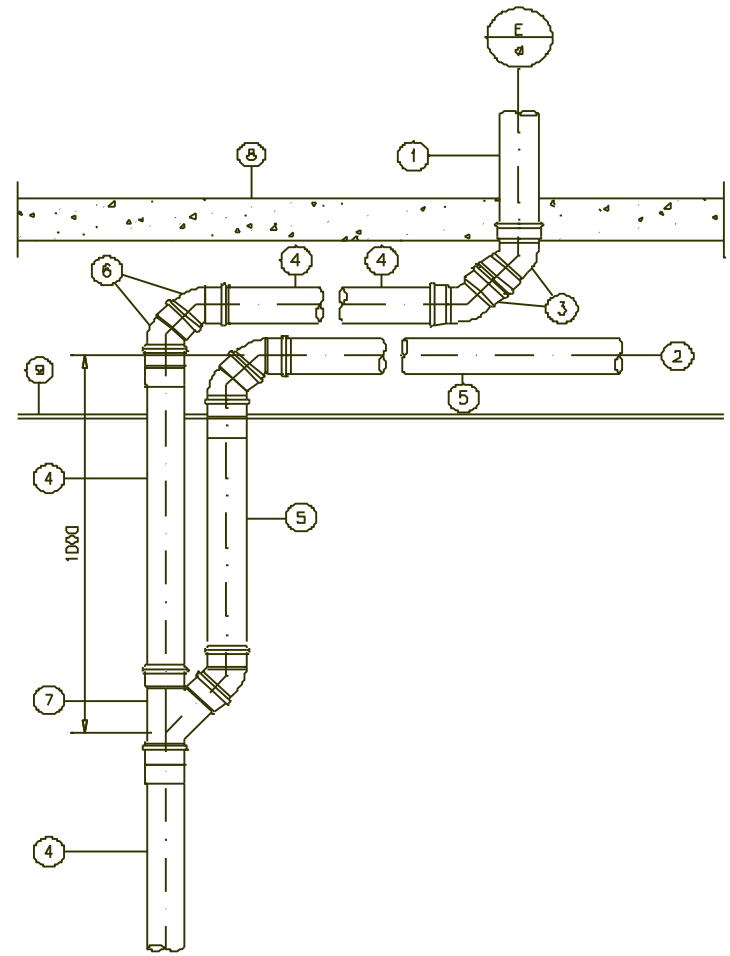
Instalação sob telhado

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Detalhes de projeto



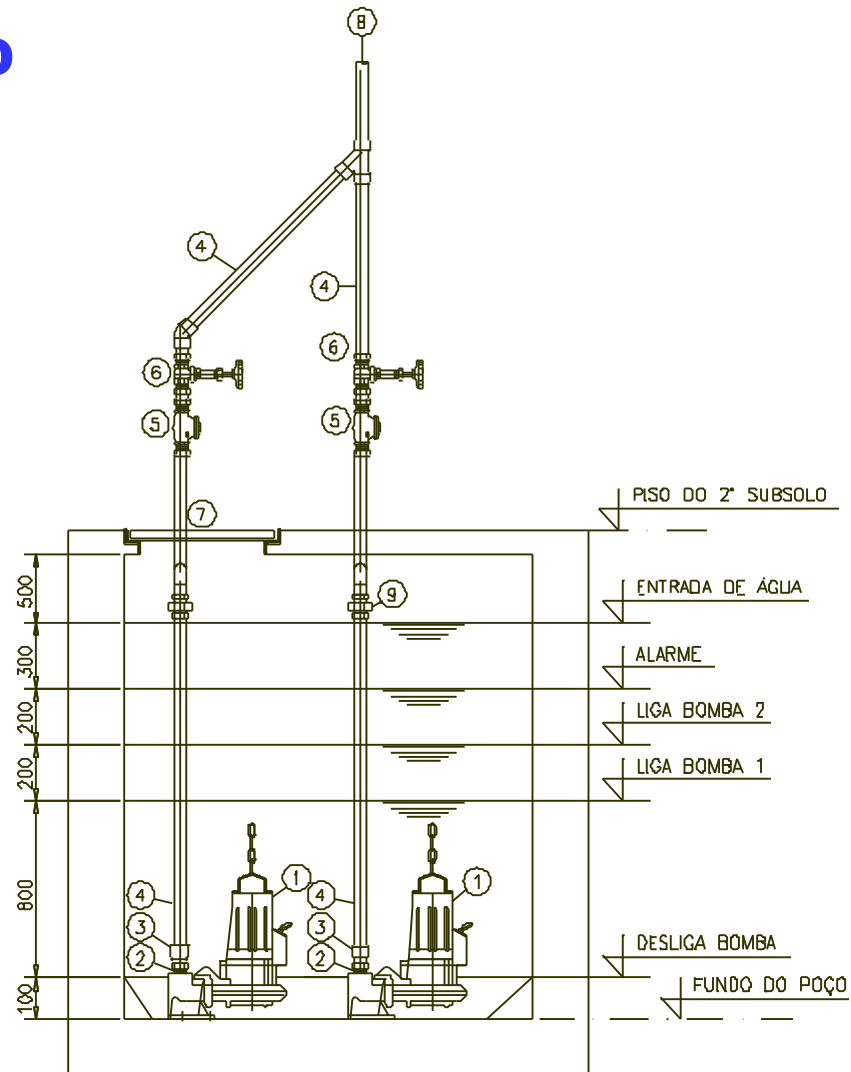
TERMINAL DE VENTILAÇÃO



DESVIO DAS COLUNAS NO 1º PAVIMENTO

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Detalhes de projeto



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Elementos do Sistema



Poço de esgoto sanitário

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Critérios de projeto NBR 8160 (1999):

O sistema predial de esgotos sanitário deve ser projetado e executado de tal modo a:

- possibilitar o **rápido escoamento** e facilitar a manutenção;
- **impedir os gases** provenientes do interior do SPES atinjam áreas de utilização;
- **evitar a contaminação** da água potável.

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Dimensionamento do sistema

Podem ser dimensionados utilizando-se:

- método hidráulico;
- método das Unidades de Hunter de Contribuição - **UHC**.

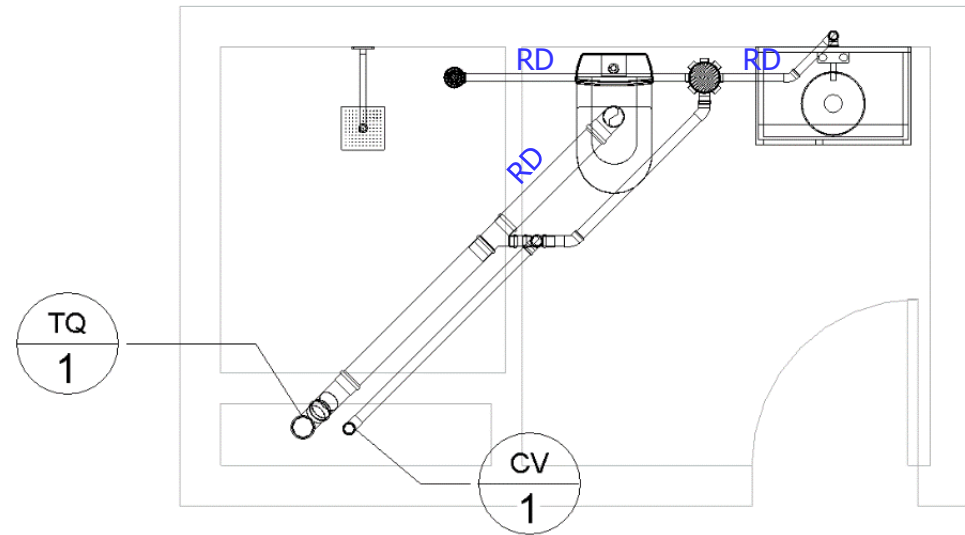
Em qualquer um dos métodos respeitar os diâmetros nominais mínimos dos ramais de descarga indicados na Tabela 1.

## Unidades de Hunter de Contribuição - UHC

Fator numérico que representa a contribuição considerada em função da utilização habitual de cada tipo de aparelho sanitário.

# Sistema Predial de Esgoto Sanitários

## Dimensionamento do sistema



## Ramais de descarga

Recebem os efluentes dos aparelhos sanitários.

$$i_{\min} \begin{cases} D \leq 75\text{mm} & 2\% \\ D \geq 100\text{mm} & 1\% \end{cases}$$



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Dimensionamento do sistema: Ramais de Descarga

**Tabela 1** - Unidades de Hunter de Contribuição (UHC) dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Aparelho sanitário		Número de Unidades de Hunter de Contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga DN
bacia sanitária		6	100 <sup>(1)</sup>
banheira de residência		2	40
bebedouro		0,5	40
bidê		1	40
chuveiro	de residência	2	40
	coletivo	4	40
lavatório	de residência	1	40
	de uso geral	2	40
mictório	válvula de descarga	6	75
	caixa de descarga	5	50
	descarga automática	2	40
	de calha	2 <sup>(2)</sup>	50
pia de cozinha residencial		3	50
pia de cozinha industrial	preparação	3	50
	lavagem de painéis	4	50
tanque de lavar roupas		3	40
máquina de lavar louças		2	50 <sup>(3)</sup>
máquina de lavar roupas		3	50 <sup>(3)</sup>



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Dimensionamento do sistema: Ramais de Descarga

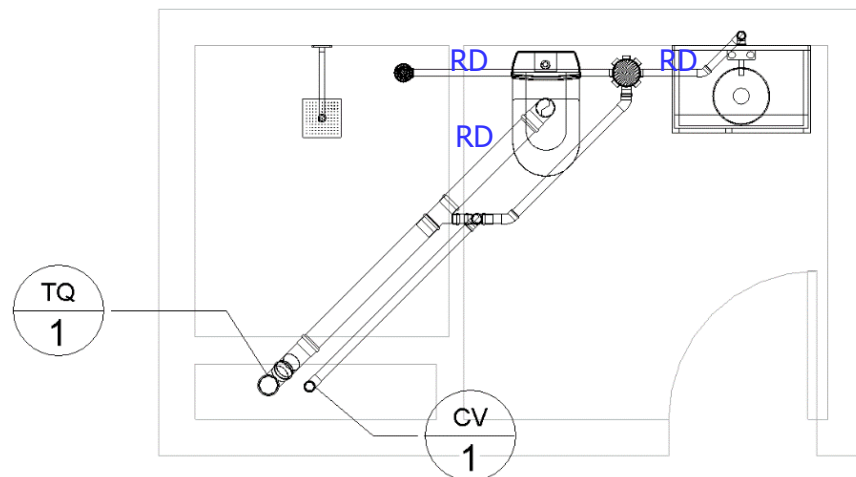
**Tabela 2:** Unidades de Hunter de Contribuição para aparelhos não relacionados na Tabela 1

Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <b>DN</b>	Número de unidades de Hunter de contribuição <b>UHC</b>
40	2
50	3
75	5
100	6

### Exercício 1 (Tab. 1)

**Lavatório de residência**  
UHC = 1 → D = 40mm

**Bacia sanitária**  
UHC = 6 → D = 100mm



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Dimensionamento do sistema: Ramais de Esgoto

Recebem os efluentes de ramais de descarga diretamente ou por meio de um desconector.

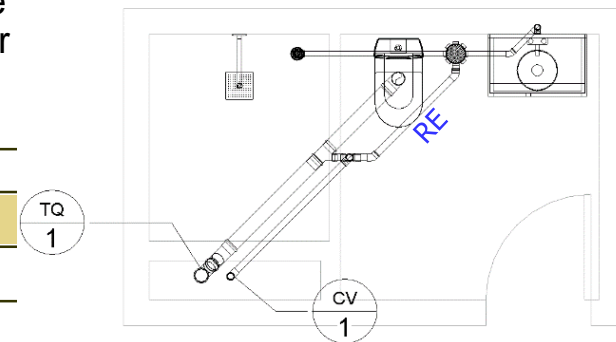
**Tabela 3:** Dimensionamento dos ramais de esgoto

### Ímín.

$D \leq 75\text{mm} - 2\%$

$D \geq 100\text{mm} - 1\%$

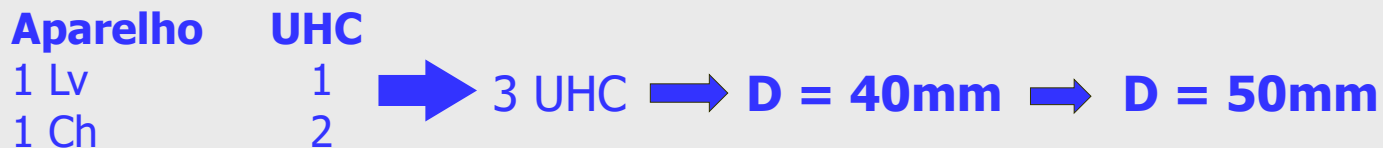
Diâmetro nominal do tubo <b>DN</b>	Número máximo de Unidades de Hunter de contribuição <b>UHC</b>
40	3
50	6
75	20
100	160



A partir da soma das UHC dos aparelhos sanitários da Tabela 1, determinar por meio da Tabela 3 os diâmetros dos ramais de esgoto.

### Exercício 2:

Ramal de esgoto de banheiro edifício residencial.



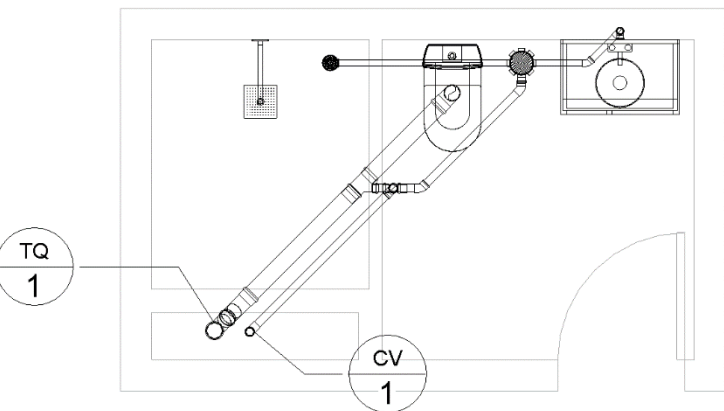
# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

**Dimensionamento do sistema:** Tubo de Queda

Recebem os efluentes dos ramais de esgoto e ramais de descarga.

**Tabela 4 - Dimensionamento do tubo de queda**

Diâmetro nominal do tubo <b>DN</b>	Nº máximo de Unidades de Hunter de Contribuição	
	Prédio de até 3 pavimentos	Prédio com mais de 3 pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1900
200	2200	3600
250	3800	5600
300	6000	8400



## Exercício 3:

Edifício residencial de 12 pavimentos

Banheiro contendo 1BS, 1 Lv e 1Ch

$\Sigma$  UHC = 6 + 1 + 2 = 9 UHC / pavimento

Para todo o TQ: 9 UHC x 12 pavimentos = 108  $\longrightarrow$  **DN 100**

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

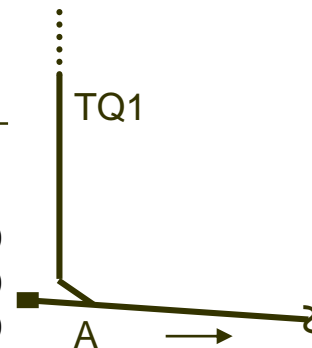
**Dimensionamento do sistema:** Coletores e subcoletores

**Edifícios residenciais** → aparelho de maior UHC de cada banheiro

**Demais casos** → UHC de todos os aparelhos

**Tabela 5** - Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

Diâmetro nominal do tubo	Número máximo de Unidades Hunter de Contribuição em função das declividades mínimas			
	%			
DN	0,5	1	2	4
100	---	180	216	250
150	---	700	840	1000
200	1400	1600	1920	2300
250	2500	2900	3500	4200
300	3900	4600	5600	6700
400	7000	8300	10000	12000



## Exercício 4:

Edifício residencial de 12 pavimentos

Banheiro contendo 1BS, 1 Lv, e 1Ch

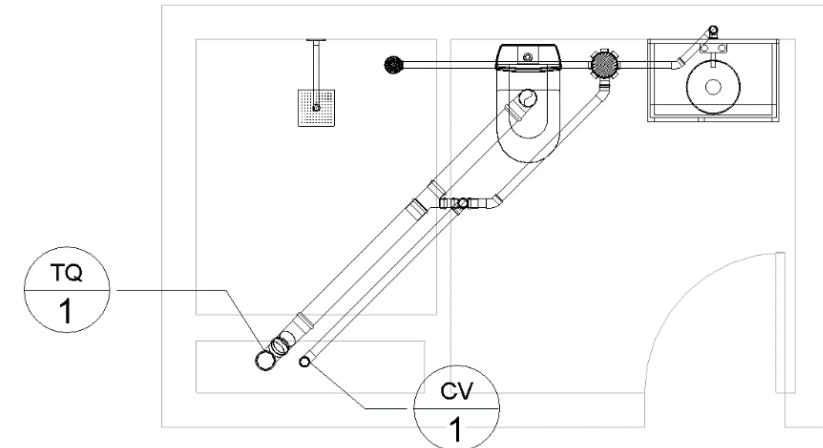
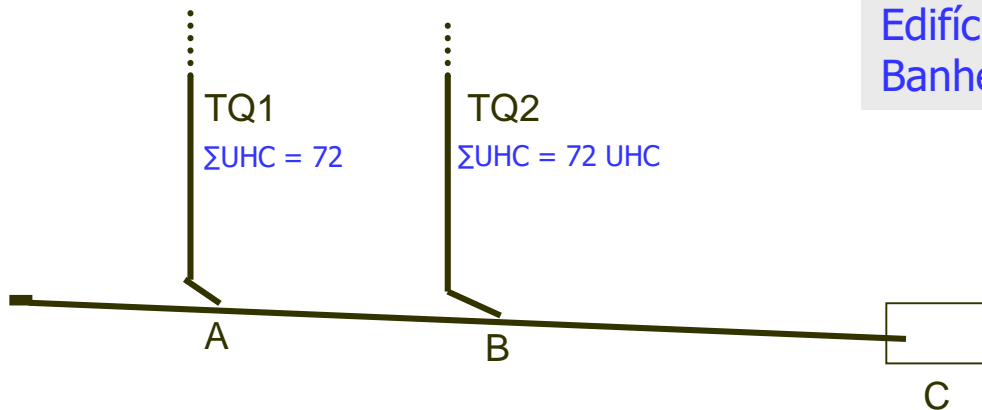
6 UHC x 12 pavimentos = 72 com  $i = 1\%$  → **DN 100**

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Dimensionamento do sistema: Coletores e subcoletores

### Exercício 5:

Edifício residencial de 12 pavimentos.  
Banheiro contendo 1BS, 1 Lv e 1Ch.



Aparelho de maior UHC → **BS = 6**

### Trecho AB:

6 UHC x 12 pav. = 72 UHC → **100 mm, com  $i_{\text{mín}} = 1\%$**

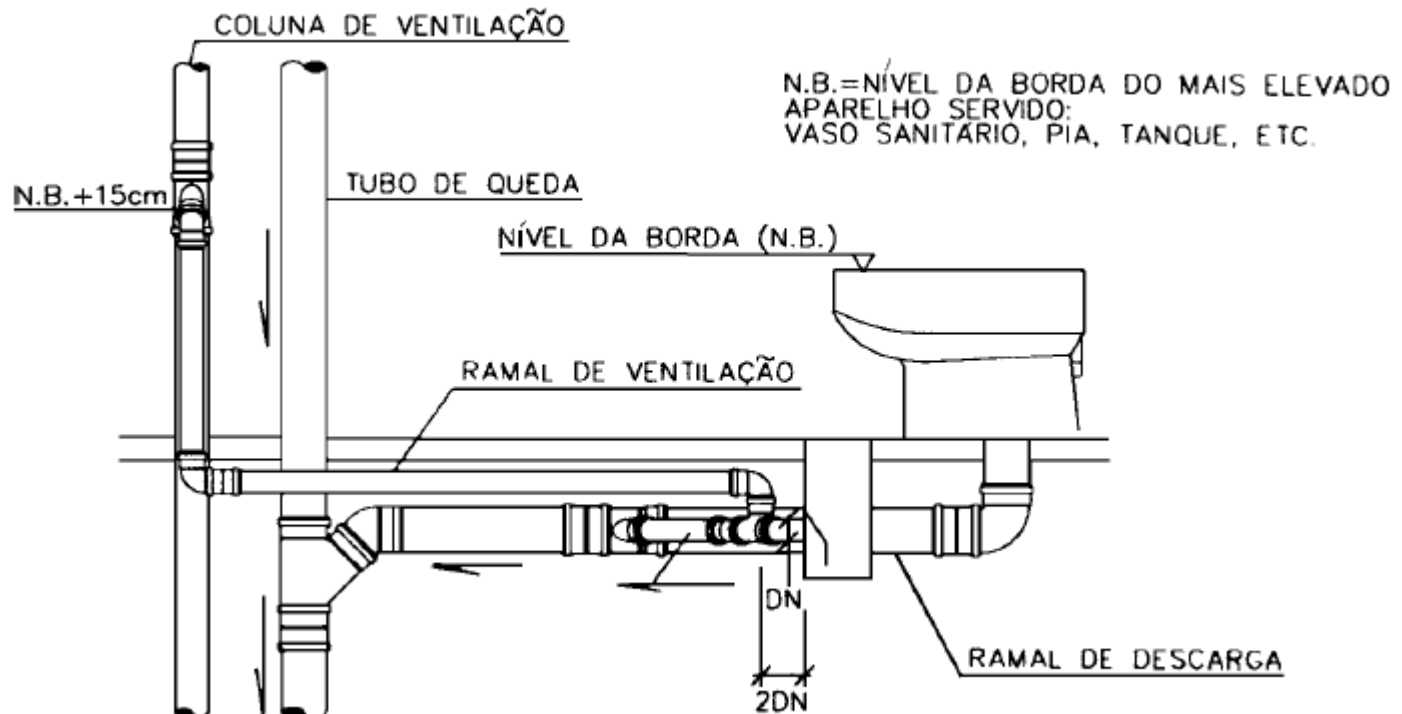
### Trecho BC:

72 UHC x 2 → 144 UHC → **100 mm, com  $i_{\text{mín}} = 1\%$**

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Sistema de ventilação

Conjunto de tubulações e componentes com a finalidade de **manter o equilíbrio das pressões** no interior das tubulações e, assim, **assegurar a integridade dos fechos hídricos** de modo a **impedir a passagem de gases** para o Ambiente sanitário. Outra função é conduzir os gases para a atmosfera.



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Dimensionamento do sistema

### Sistema de ventilação - ramal de ventilação

Distância máxima de um desconector (sifão) ao tubo ventilador.

Diâmetro nominal do ramal de descarga <b>DN</b>	Distância máxima <b>m</b>
40	1,00
50	1,20
75	1,80
100	2,40

# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

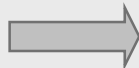
## Dimensionamento do sistema: Ramais de ventilação

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de Unidades Hunter de Contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de Unidades Hunter de Contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação
até 12	40	até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	---	---

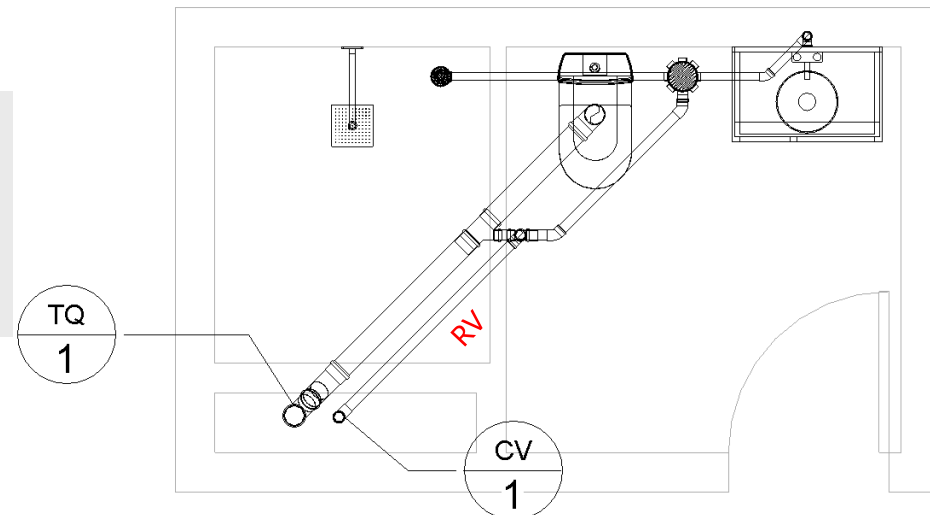
### Exercício 6:

Edifício residencial de 12 pavimentos  
Banheiro contendo 1BS, 1 Lv e 1Ch

$\Sigma$  UHC = 9



**DN 50**





# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Dimensionamento do sistema: coluna de ventilação

DN TQ	Nºde UHC	Diâmetro nominal mínimo do tubo de ventilação							
		40	50	75	100	150	200	250	300
		Comprimento permitido ( m )							
40	8	46	--	--	--	--	--	--	--
40	10	30	--	--	--	--	--	--	--
50	12	23	61	--	--	--	--	--	--
50	20	15	46	--	--	--	--	--	--
75	10	13	46	317	--	--	--	--	--
75	21	10	33	247	--	--	--	--	--
75	53	8	29	207	--	--	--	--	--
75	102	8	26	189	--	--	--	--	--
100	43	--	11	76	299	--	--	--	--
100	140	--	8	61	229	--	--	--	--
100	320	--	7	52	195	--	--	--	--
100	530	--	6	46	177	--	--	--	--
150	500	--	--	10	40	305	--	--	--
150	1100	--	--	8	31	238	--	--	--
150	2000	--	--	7	26	201	--	--	--
150	2900	--	--	6	23	183	--	--	--

## Dimensionamento de colunas de ventilação

### Exercício 7:

Edifício residencial de 12 pavimentos

Tubo de queda – DN 100 -  $\Sigma$  UHC = 108

Comprimento da CV = 38 m  $\rightarrow$  **DN 75**

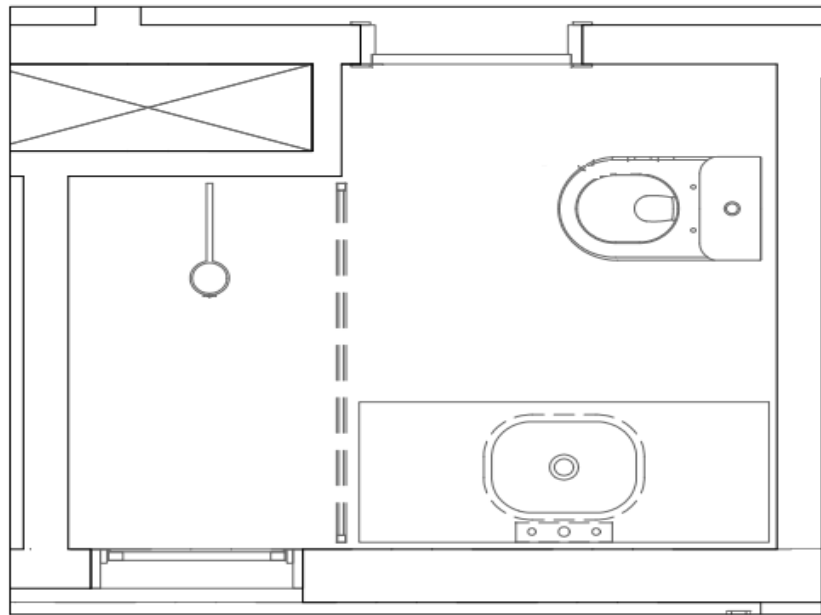


# Exercício 8



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

**Exercício:** Dimensionar o sistema de esgoto sanitário para um edifício residencial de 15 pavimentos-tipo, térreo e subsolo. O banheiro está ilustrado na Figura abaixo. Considerar desnível de 2,80 m.



# Sistema Predial de Esgoto Sanitário

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**.  
Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário - Projeto e Execução. 1999.  
<https://uspdigital.usp.br/wsusuario/gedweb.jsp>

Sistemas Prediais de Esgotos Sanitários. Texto complementar.  
<http://moodle.pcc.usp.br/file.php/10/html/esgsanitario.html>

Gormley, Michael. **Building Drainage Waste and Vent Systems: options for efficient pressure control**. Herriot Watt University, 2007.