



# URBANIZAÇÃO

# E

# DRENAGEM URBANA

# EM PORTO ALEGRE



Joel Avruch Goldenfum - IPH/UFRGS



# Impactos da urbanização

- Cerca de 80% da população brasileira
- Problemas (Recursos Hídricos):
  - degradação ambiental dos mananciais
  - poluição orgânica e química
  - contaminação dos rios
  - enchentes urbanas
  - ausência de tratamento dos efluentes
  - conflitos e limitações institucionais
  - ocupação inadequada de espaços
  - coleta e disposição de resíduos sólidos
  - projetos de drenagem que agravam enchentes



# Impactos da urbanização

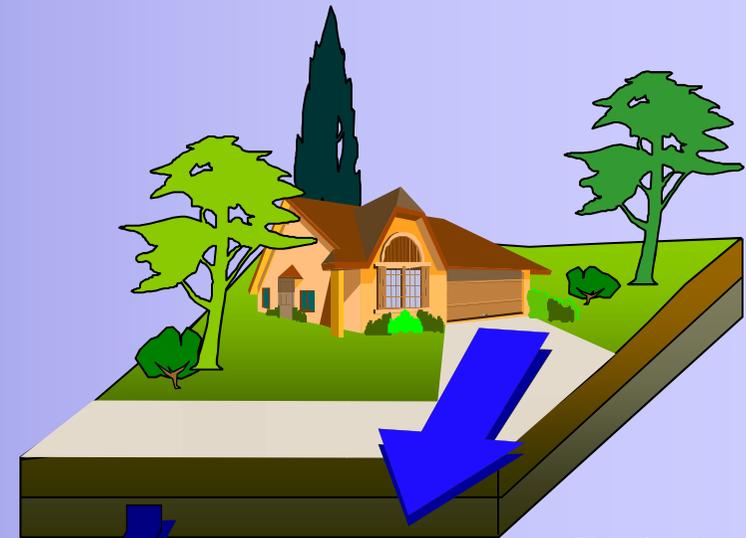
evapotranspiração



Esc. superficial

subterrâneo

evapotranspiração



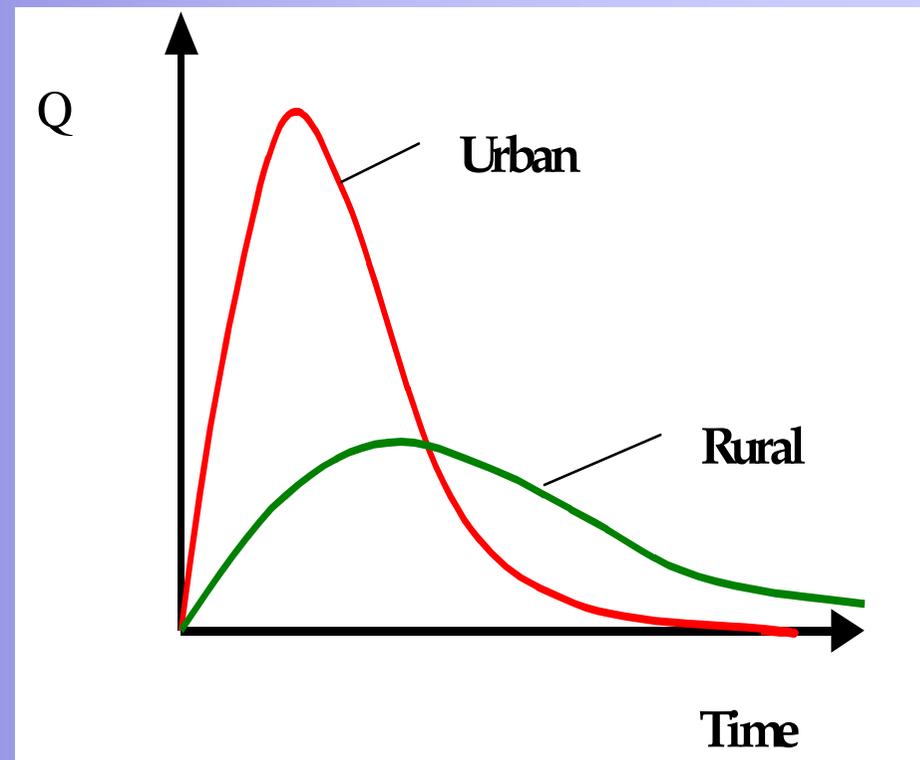
Esc. superficial

subterrâneo



# Impactos da urbanização

- Aumento da vazão de pico ( até 6 a 7 vezes);
- aumento do volume de escoamento superficial
- redução do tempo de concentração





# Impactos da urbanização

- Aumento do escoamento superficial
- redução da evapotranspiração
- redução do escoamento subterrâneo
- antecipação e aumento da vazão máxima
- erosão - perda de solo
- contaminação de mananciais
- resíduos sólidos - coleta e disposição



## **Enchentes em áreas ribeirinhas:**

Quando a população ocupa o leito maior do rio (inundado, em média, uma vez a cada 2 anos).

Decorrencia do processo natural do ciclo hidrológico.

## **Enchentes devido à urbanização:**

Quando a ocupação do solo (com superfícies impermeáveis e redes de condutos) aumenta a frequência e magnitude das enchentes.



## Drenagem Urbana: Abordagem Higienista (“tradicional”)

- Evacuação rápida dos excessos pluviais por canais e condutos enterrados
- Soluções caras e, muitas vezes, ineficientes

Apenas transfere para jusante as inundações. A população perde duas vezes: custo mais alto e maiores inundações.

→ Canais e condutos podem produzir custos 10 vezes maiores que o controle na fonte;

→ a canalização aumenta os picos para jusante



## Drenagem Urbana: Abordagem Ambientalista (“alternativa”)

- Manutenção e recuperação de ambientes, de forma a os terem saudáveis tanto interna quanto externamente à área urbana.
- Medidas de controle devem ser integradas ao planejamento ambiental do meio urbano



# Medidas de Controle

## **MEDIDAS ESTRUTURAIS:**

Modificam o sistema para reduzir o risco de cheias, pela implantação de obras para conter, reter ou melhorar a condução de escoamentos.

Ex.: barragens, diques, reflorestamento.

## **MEDIDAS NÃO-ESTRUTURAIS:**

Procuram reduzir impactos sem modificar o risco das enchentes naturais (por ações de convivência com as enchentes).

Ex.: regulamentação do uso da terra, previsão e alerta, seguro.



# Medidas não-estruturais

- **Estipulação dos princípios básicos**

Princípios que regem o processo de controle (impacto zero).

- **Ações de apoio aos princípios básicos**

**Legislação:** disciplinamento do uso e ocupação do solo (Plano Diretor) e códigos associados.

**Normas e procedimentos técnicos:** Manual de Drenagem.

- **Ações de preparação da sociedade**

Educação Ambiental; Capacitação de Recursos Humanos; Sistema de Alerta e Defesa Civil; Coleta de Lixo.

# Medidas estruturais



## Ação na bacia hidrográfica:

- Distribuída ou na fonte: atua sobre lotes, praças e passeios.
- Na microdrenagem: age sobre o hidrograma resultante de um ou mais loteamentos ( $A < 2\text{km}^2$ ).
- Na macrodrenagem: controle sobre áreas maiores do que  $2\text{ km}^2$  ou sobre os principais riachos urbanos.

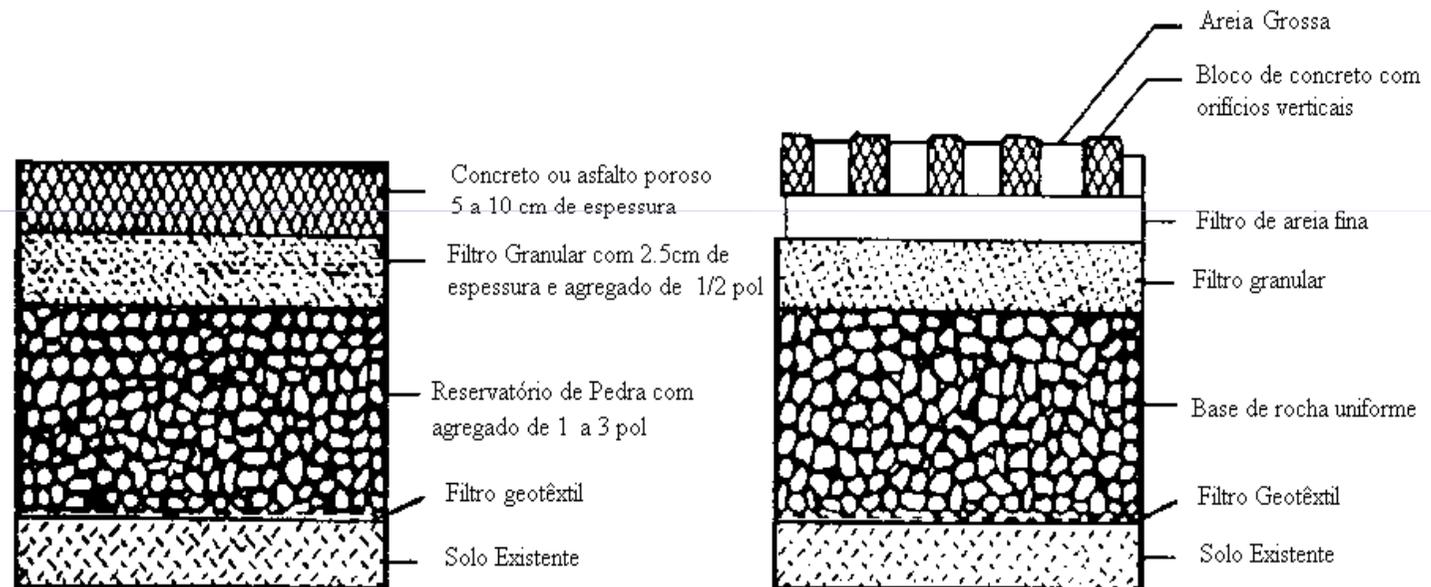


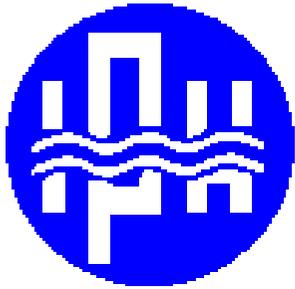
## Ação sobre o hidrograma:

- Aumento da eficiência do escoamento
- Diques e estações de bombeamento
- Infiltração ou percolação
- Armazenamento

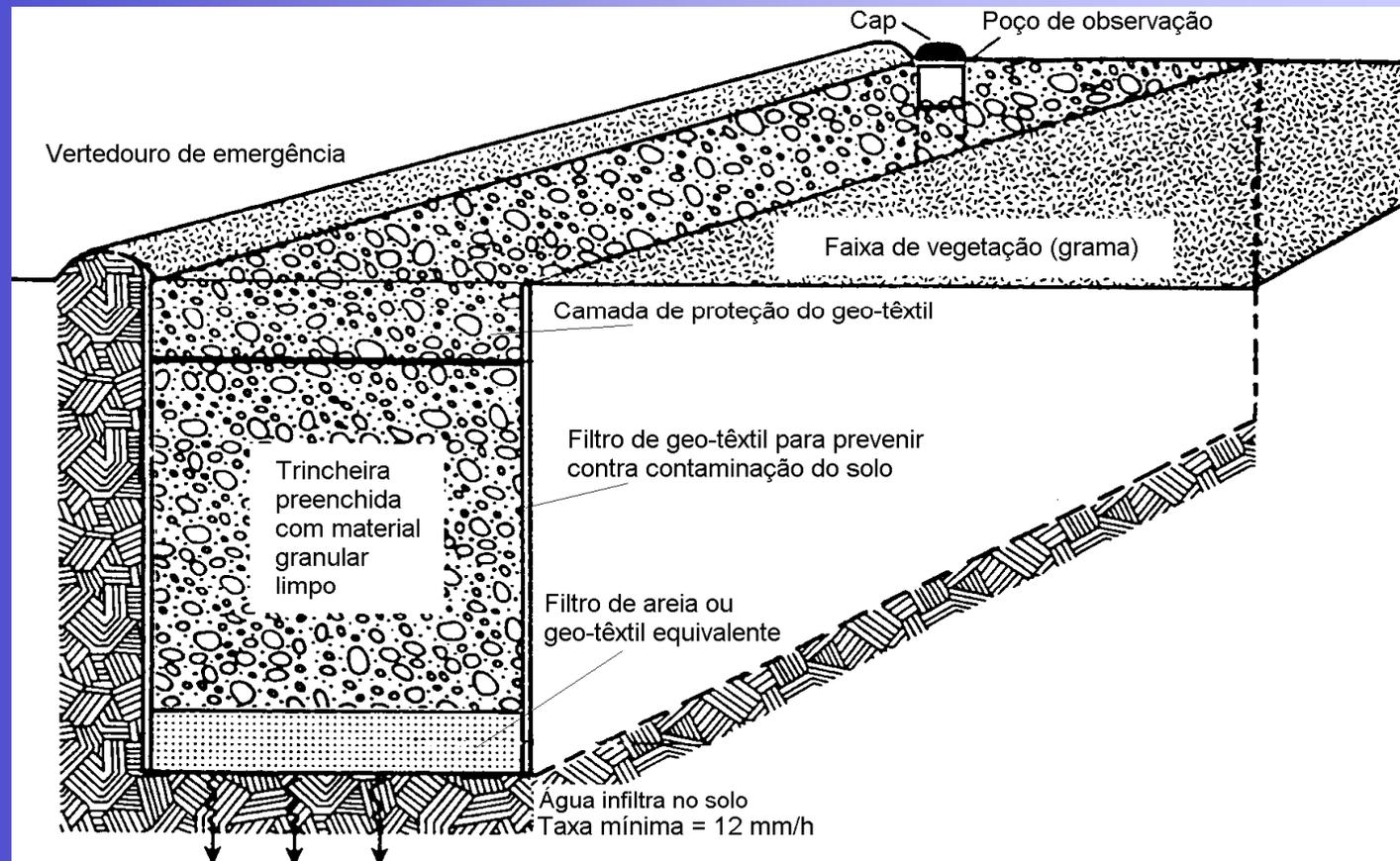


# Medida de Controle: Pavimento poroso



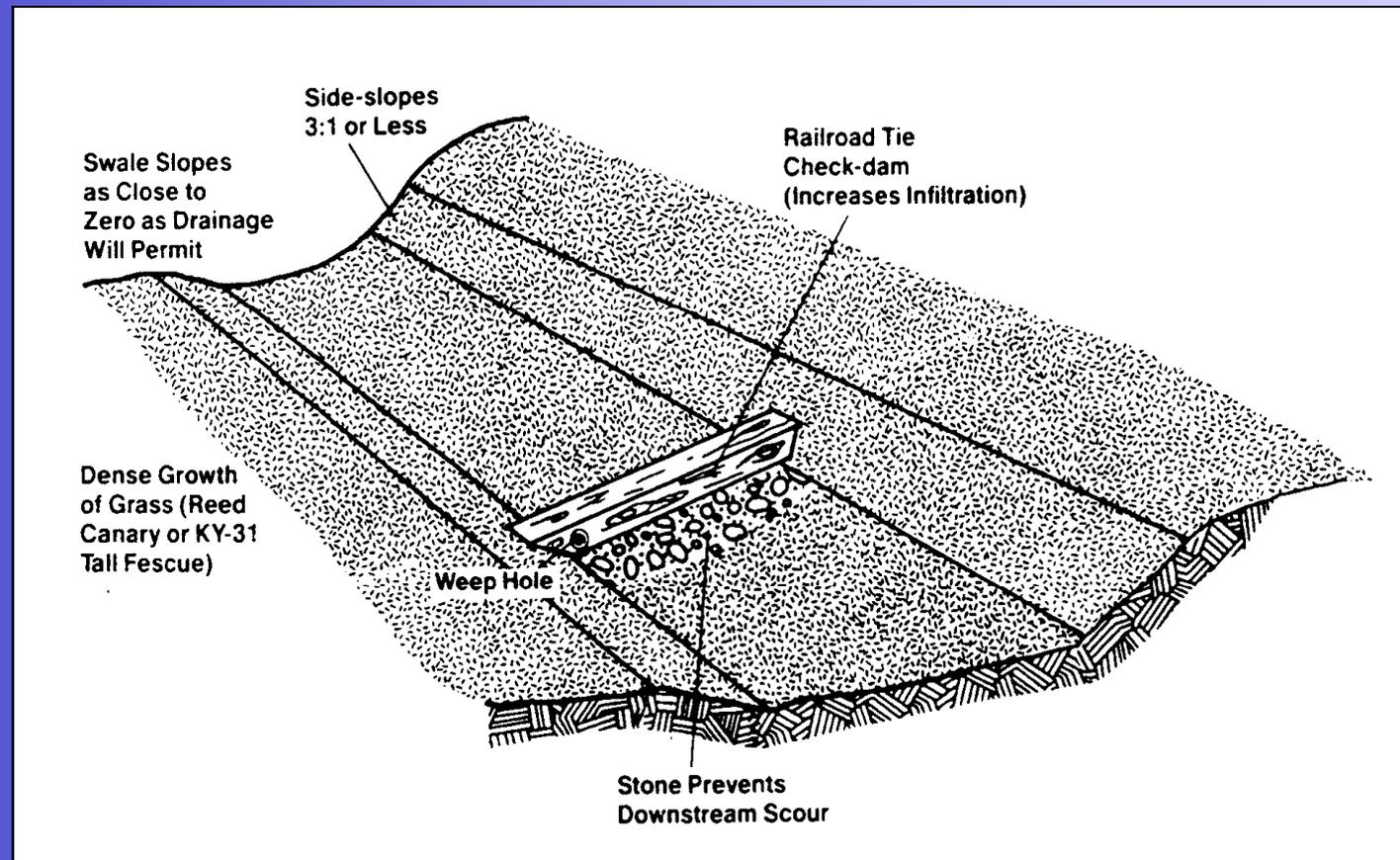


# Medida de Controle: Trincheira de infiltração



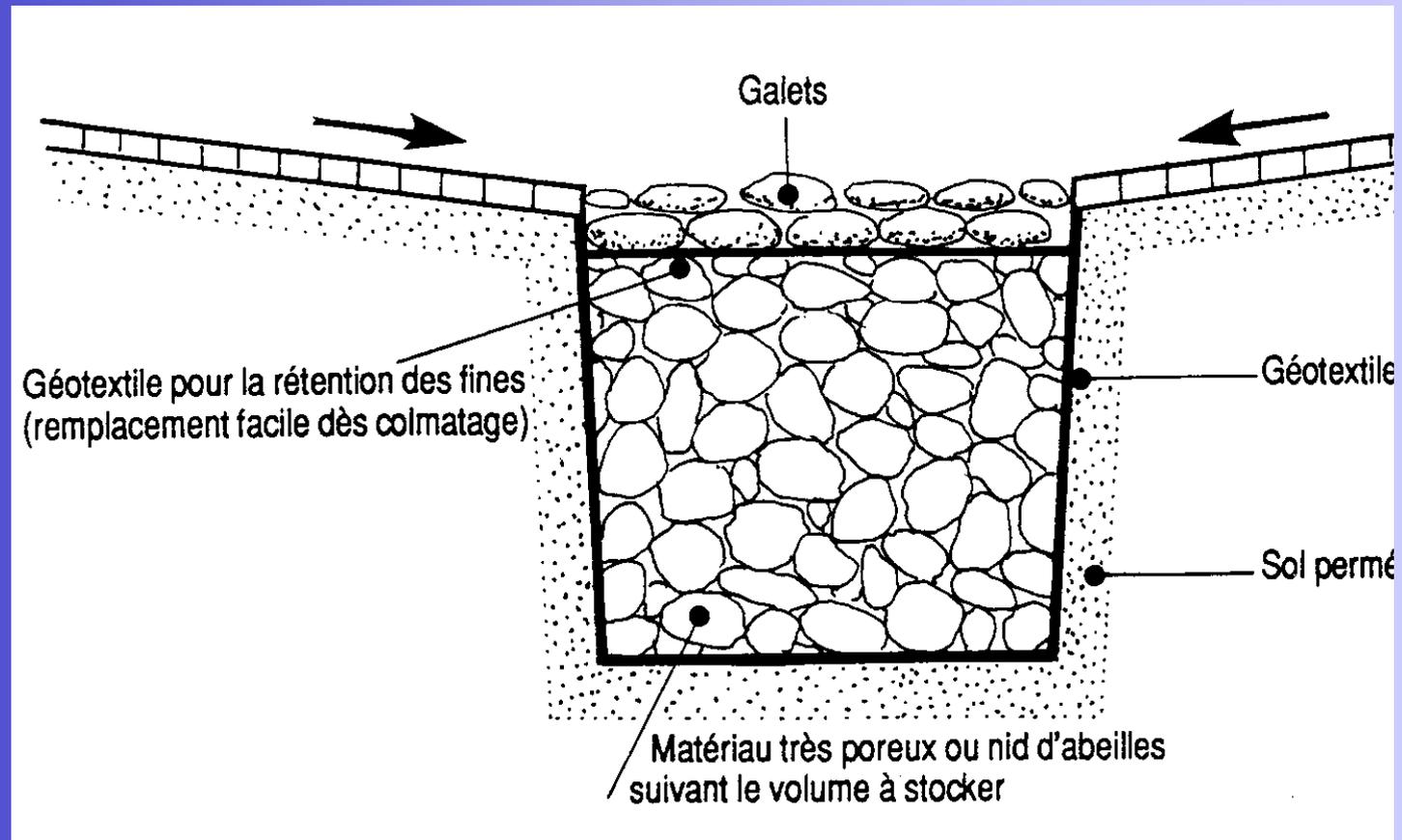


# Medida de Controle: Vala de infiltração



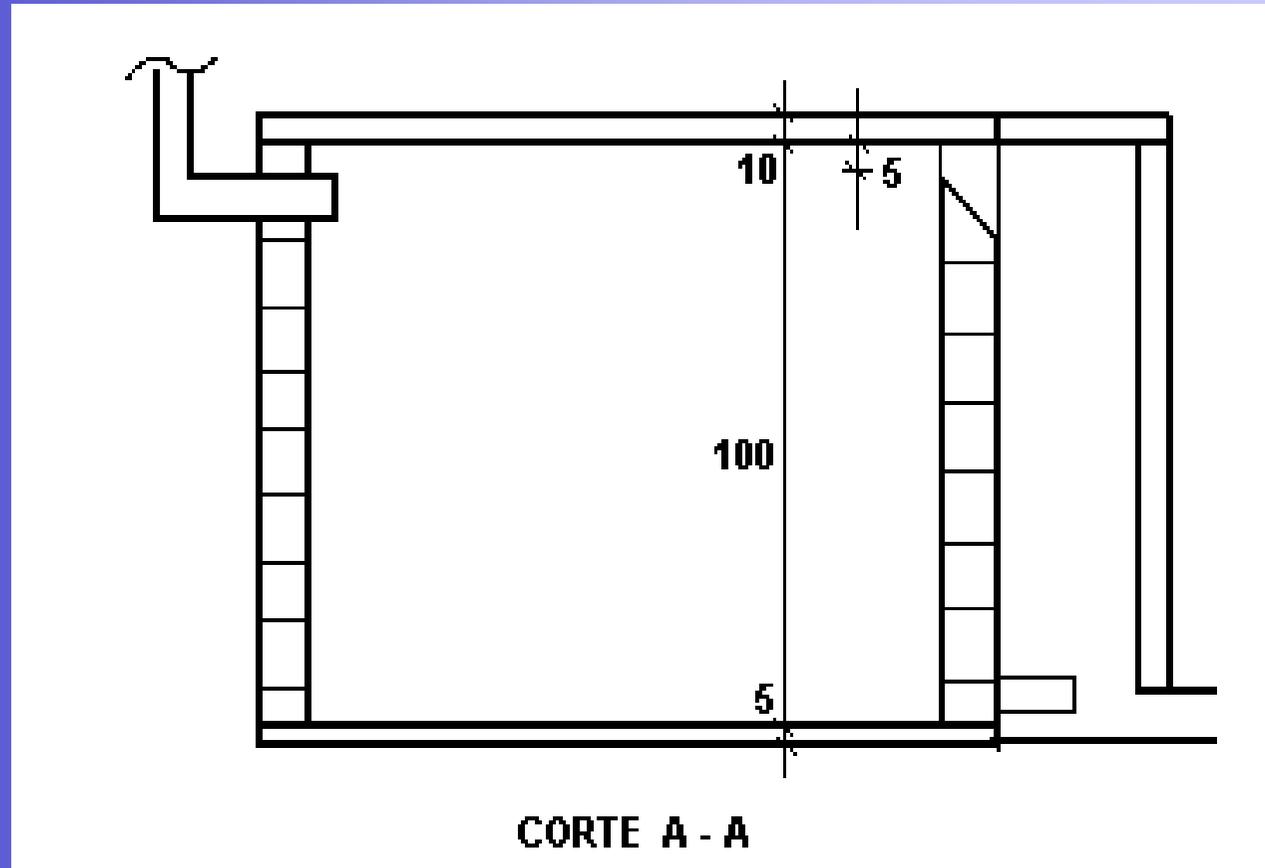


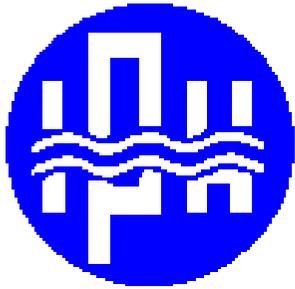
# Medida de Controle: Poço de infiltração



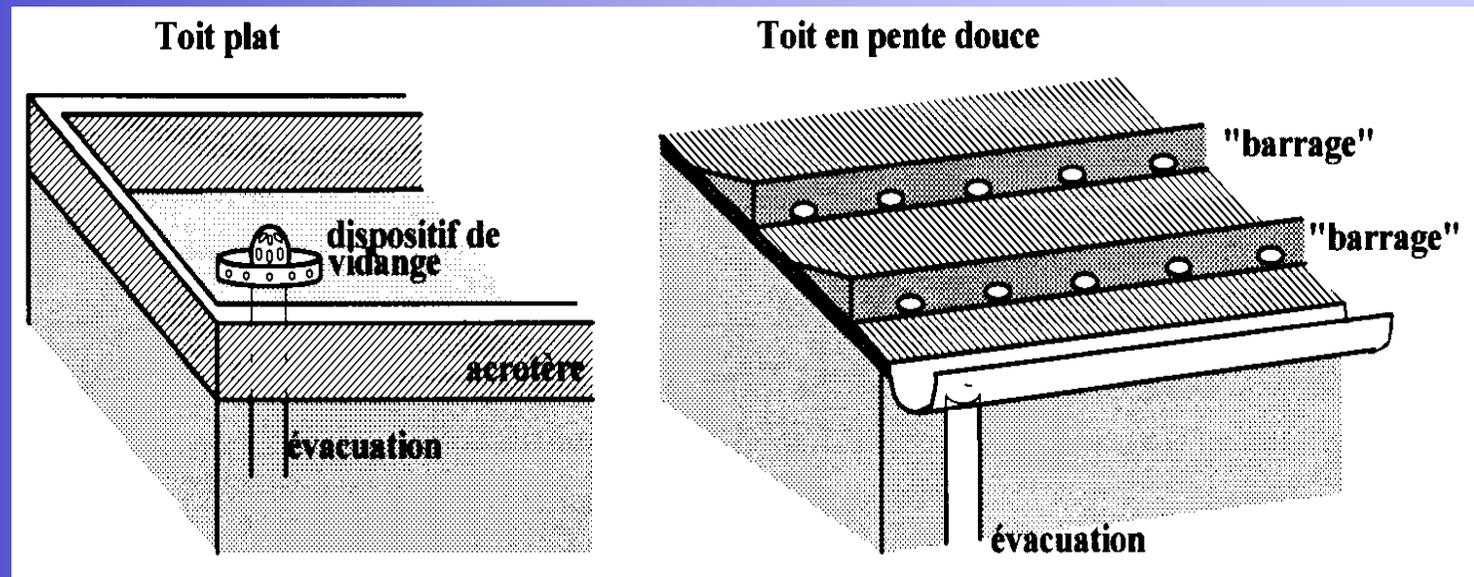


# Medida de Controle: Microrreservatório



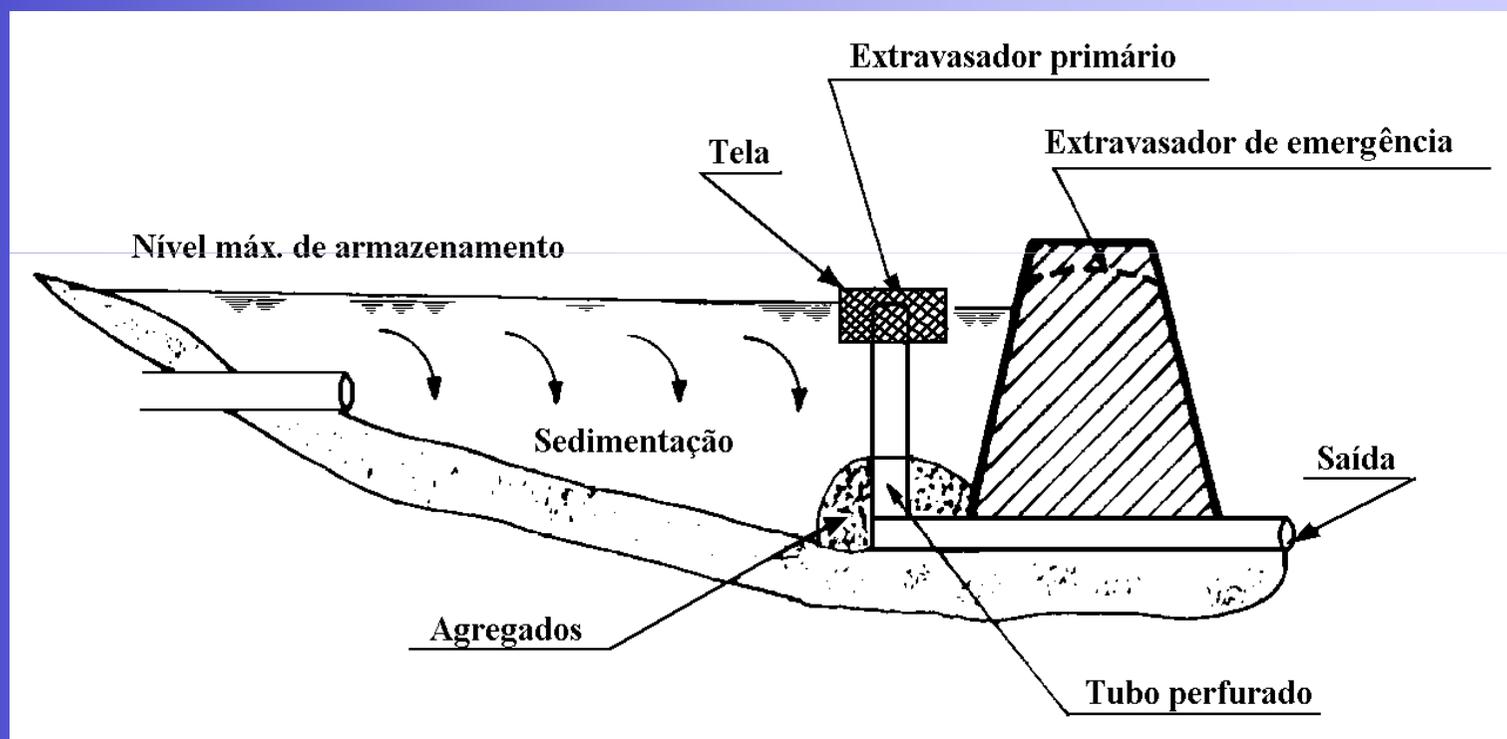


# Medida de Controle: Telhado reservatório



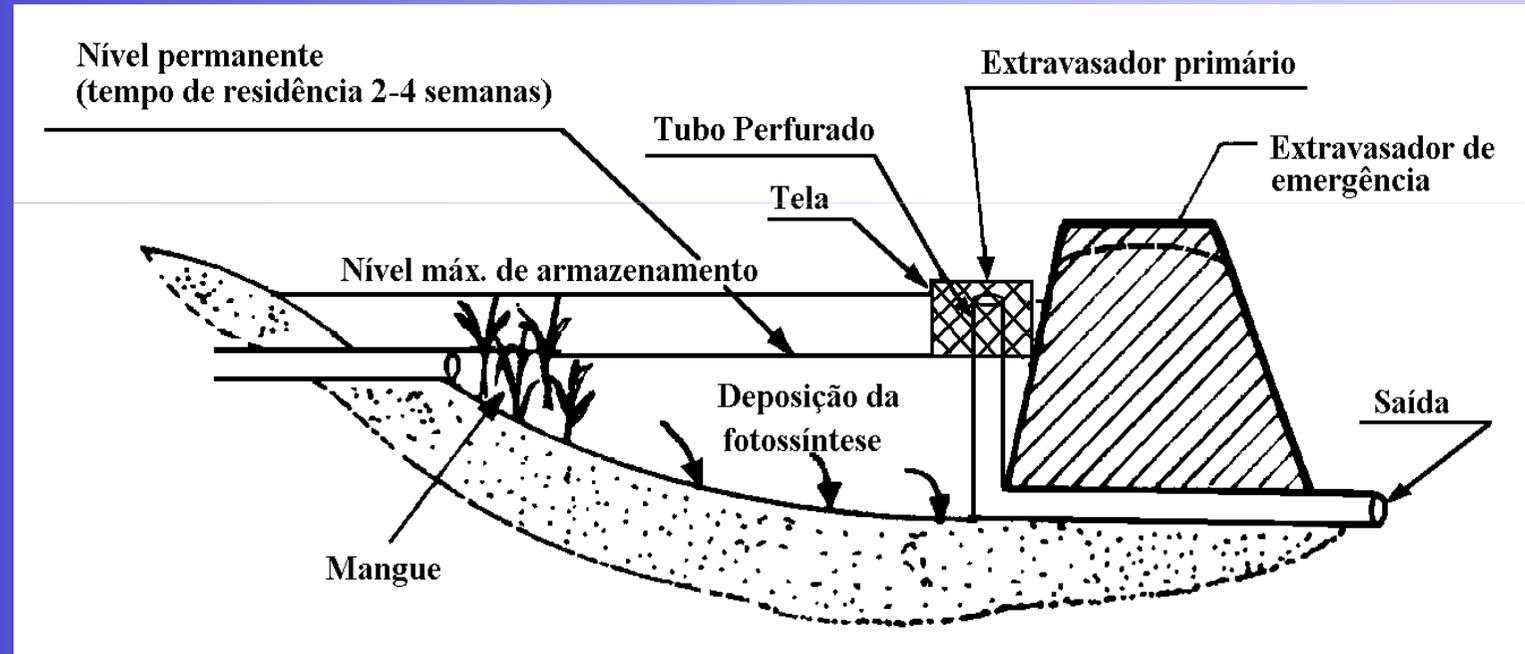


# Medida de Controle: Bacia de detenção



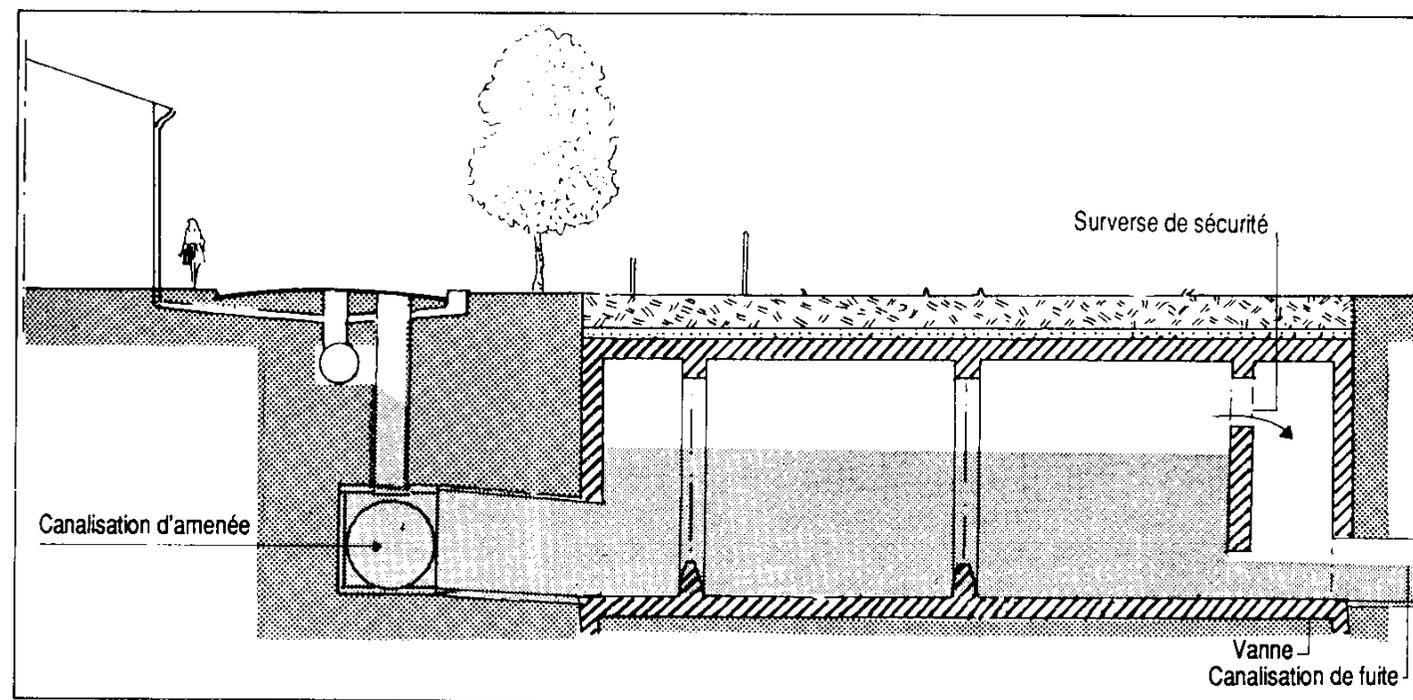


# Medida de Controle: Bacia de retenção





# Medida de Controle: Bacia subterrânea



Bassin enterré



# Princípios de controle

1. A bacia como sistema: os impactos de quaisquer medidas não devem ser transferidos
2. Medidas de controle no conjunto da bacia: controle realizado através de medidas estruturais associadas a medidas não-estruturais
3. Os meios: Plano Diretor Urbano, Legislações Estadual/Municipal, Manual de Drenagem
4. Não ampliar a cheia natural
5. Controle permanente
6. Educação:  
população, profissionais e administradores



## Princípios de controle

- **IMPACTO ZERO:** Novos desenvolvimento não podem aumentar a vazão de pico das condições naturais (ou prévias) novos loteamentos;
- planejar o conjunto da bacia para controle do volume;
- evitar a transferência dos impactos para jusante.



# Plano Diretor de Drenagem Urbana

- Objetivo:
  - criar os mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionados com o escoamento das águas pluviais e dos rios na área urbana
- Cenários:
  - Condições atuais;
  - PDDUA;
  - Tendencial;
  - Máximo



# O Manual de Drenagem Urbana

O Manual de Drenagem Urbana acompanha os estudos do Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Ele busca orientar os profissionais que planejam e projetam a drenagem urbana e a ocupação de áreas ribeirinhas nas cidades.





# Organização do Manual

- **CONCEPÇÃO E PRINCÍPIOS DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA:**

Apresenta os principais elementos que orientam o desenvolvimento do Plano Diretor e os princípios básicos adotados.

- **PROJETOS E CRITÉRIOS**

Apresenta os critérios e métodos básicos para elaboração de um projeto de drenagem urbana.

- **REGULAMENTAÇÃO POR DISTRITO DE DRENAGEM**

Identifica a regulamentação exigida em cada distrito de drenagem.



# Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre

## OBJETIVOS:

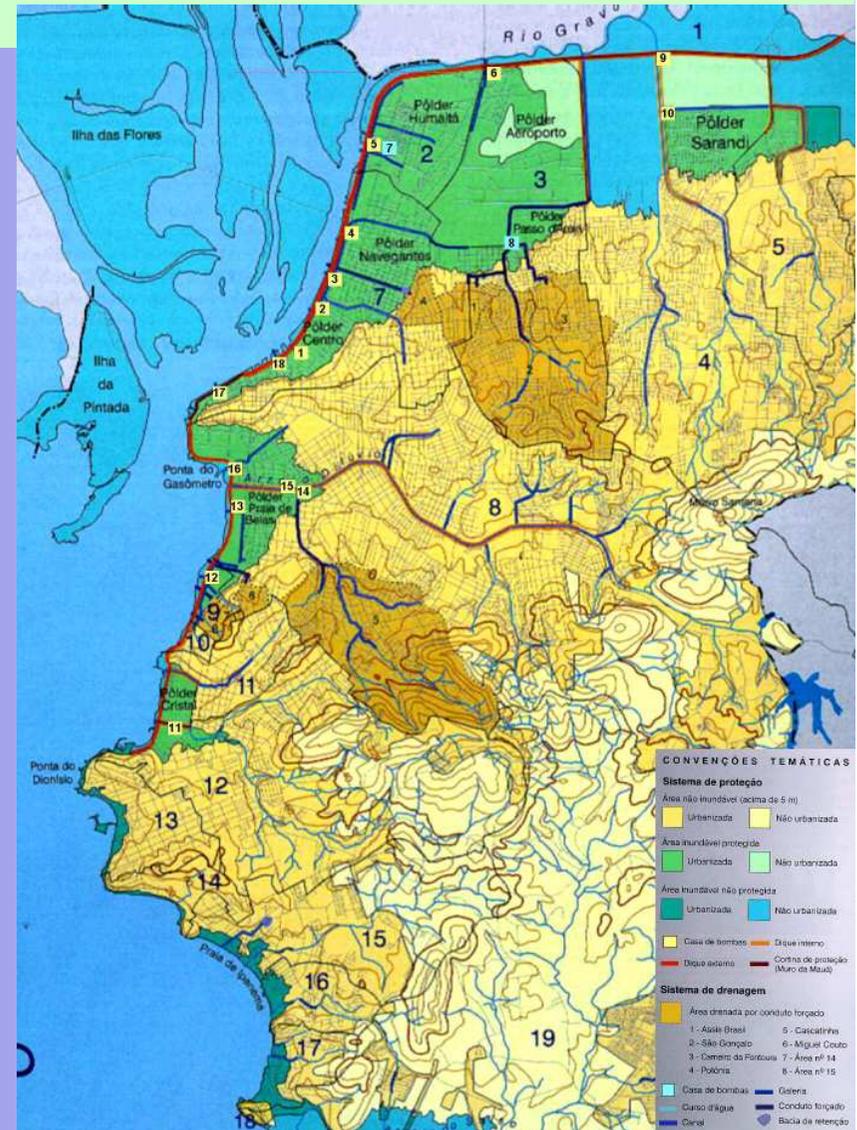
- ⇒ detecção dos principais pontos críticos no sistema de drenagem da cidade e proposta de soluções para os problemas constatados;
- ⇒ obtenção de diretrizes para planejamento do sistema de drenagem de Porto Alegre;
- ⇒ obtenção de subsídios para a regulamentação do PDDUA.



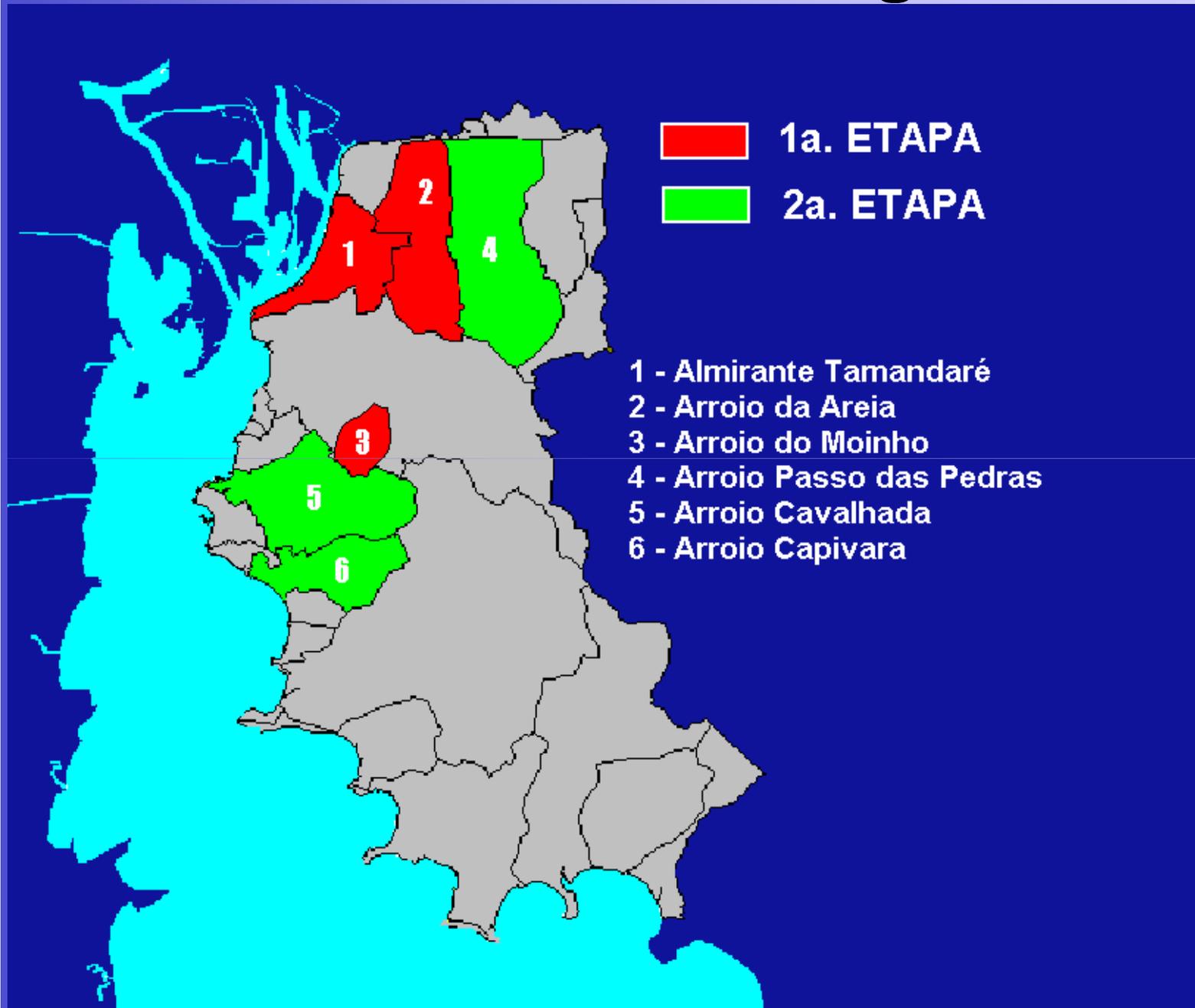
# Sistema de proteção contra inundações de Porto Alegre



- Diques externos
- Diques internos
- Condutos forçados
- Casas de bombas



# Bacias de Porto Alegre



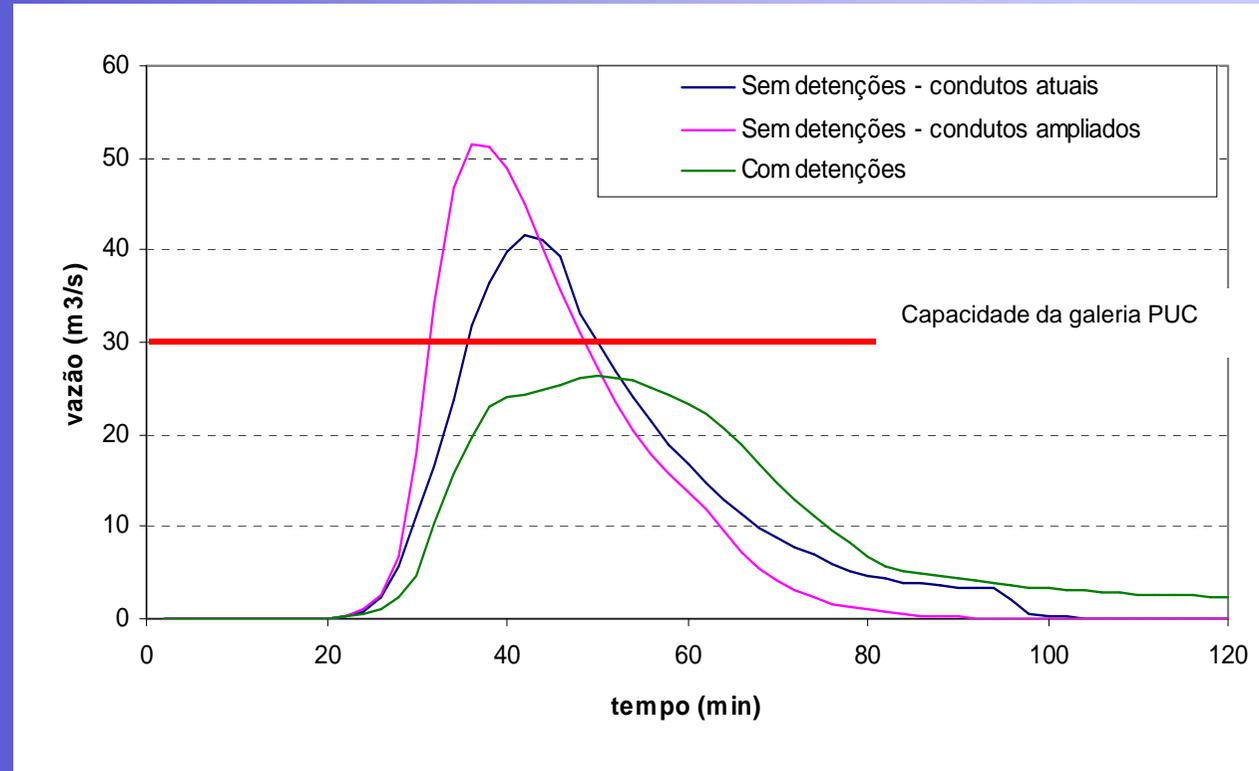
- 1 - Almirante Tamandaré
- 2 - Arroio da Areia
- 3 - Arroio do Moinho
- 4 - Arroio Passo das Pedras
- 5 - Arroio Cavalhada
- 6 - Arroio Capivara



## Bacia do Arroio da Areia

- Alternativa 1 -  
Melhoria dos canais:
  - ↑ pico aumenta de 18 para 73 m<sup>3</sup>/s
  - ↑ custo (apenas das melhorias nos canais): R\$ 43,7 milhões
- Alternativa 2 -  
Detenção + Melhoria de canais:
  - ↑ pico aumenta de 18 para 27 m<sup>3</sup>/s
  - ↑ custo total:  
R\$23,1 milhões

# Bacia do Arroio do Moinho



**Alternativa 1** = canalização até Arroio Dilúvio

→ R \$ 5,3 milhões

**Alternativa 2** = detenção e ampliação na canalização no Moinho → R\$ 2,8 milhões