



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

72^a. SOEA

MÉTODOS ALTERNATIVOS DE DRENAGEM URBANA E APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS DE CHUVA

Aparecido Vanderlei Festi

Eng^o Agrim. – Mestre em Engenharia Urbana

Fortaleza/2015

CHUVA:

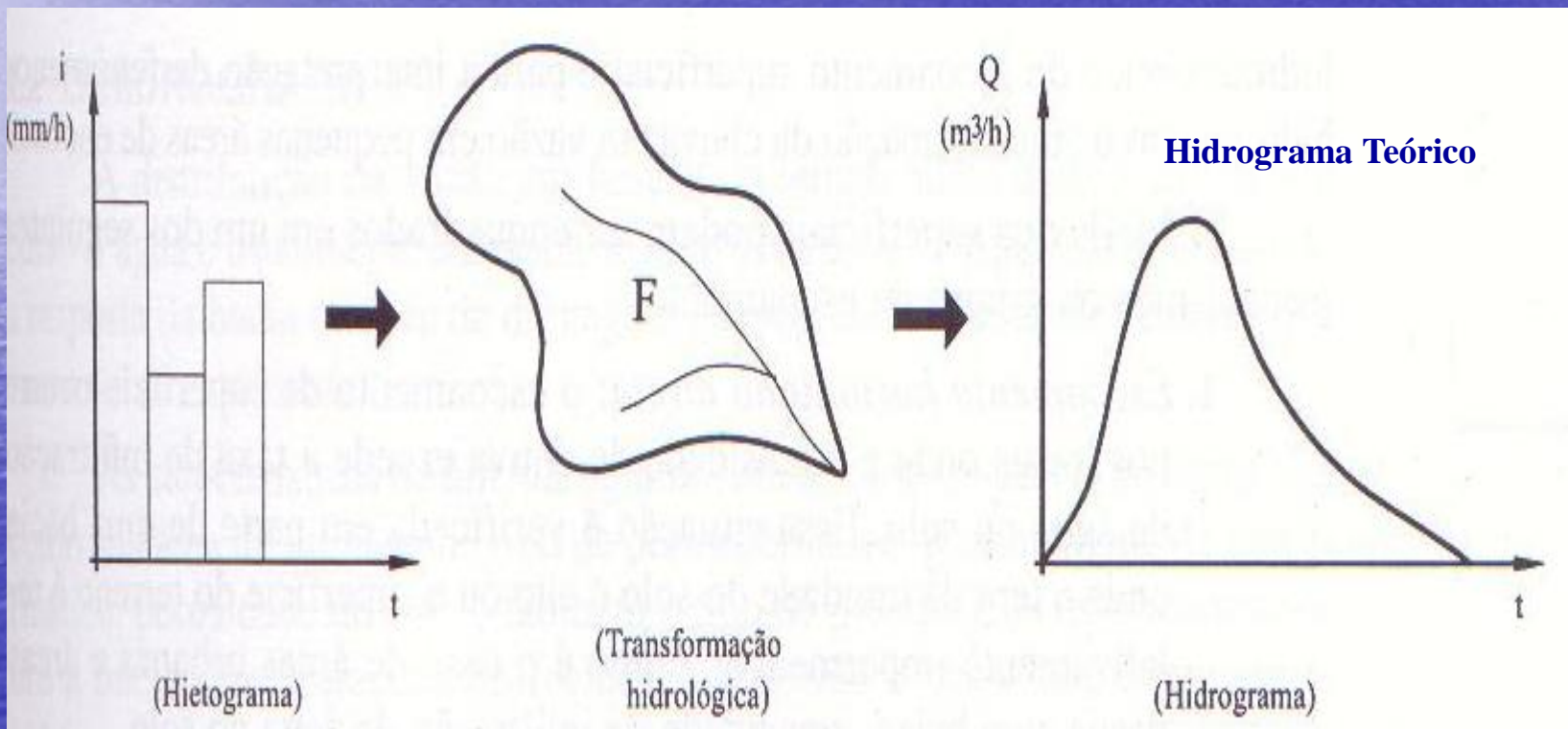
ARMAZENAMENTO NATURAL

- **Água retida pela vegetação**
- **Água infiltrada e retida no solo**
- **Água retida em depressões do terreno**
- **Água retida em grandes depressões e lagos**
- **Água armazenada dinamicamente nos rios e várzeas**



Drenagem Urbana

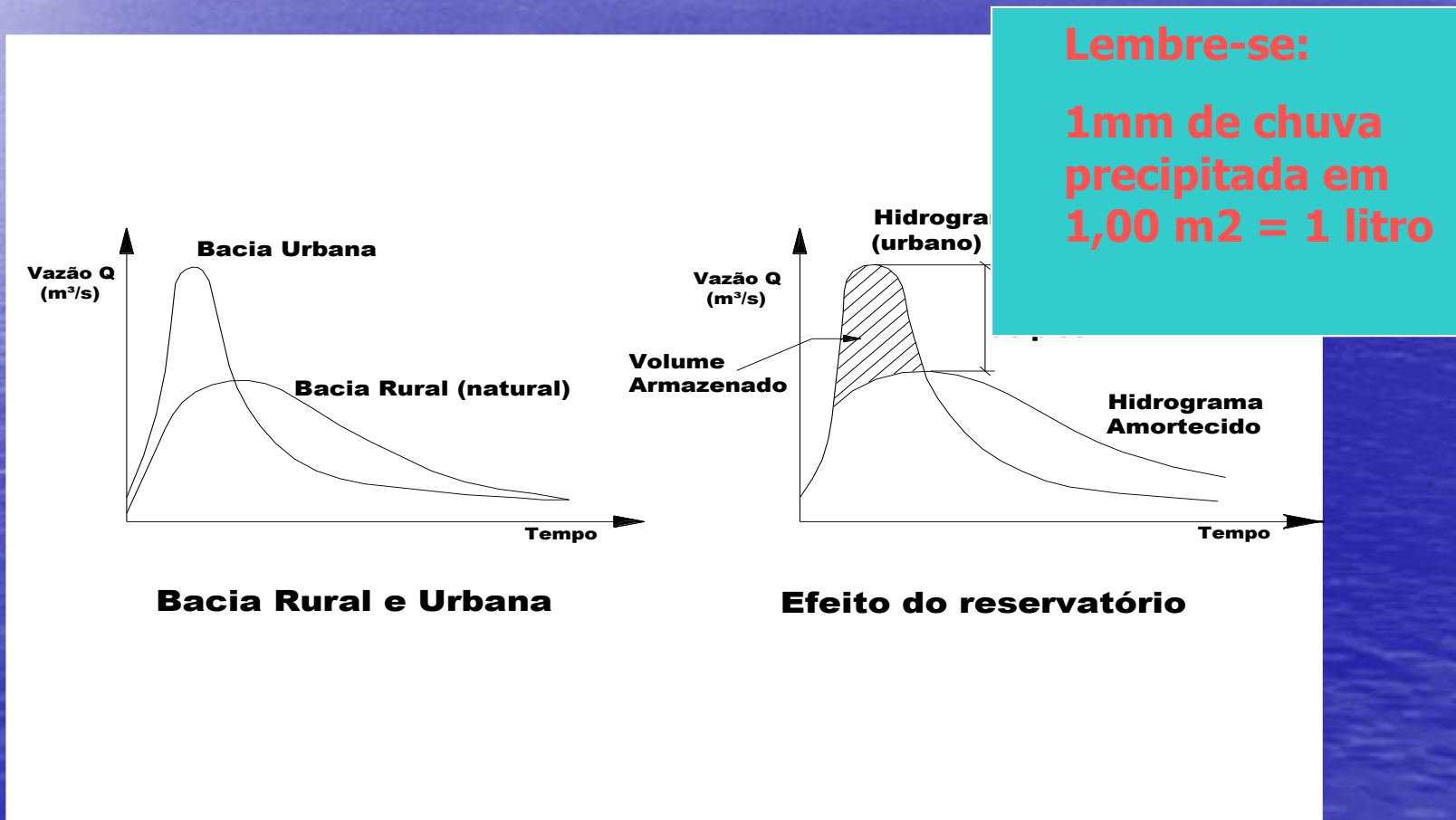
Hietograma  Bacia Hidrográfica  Hidrograma





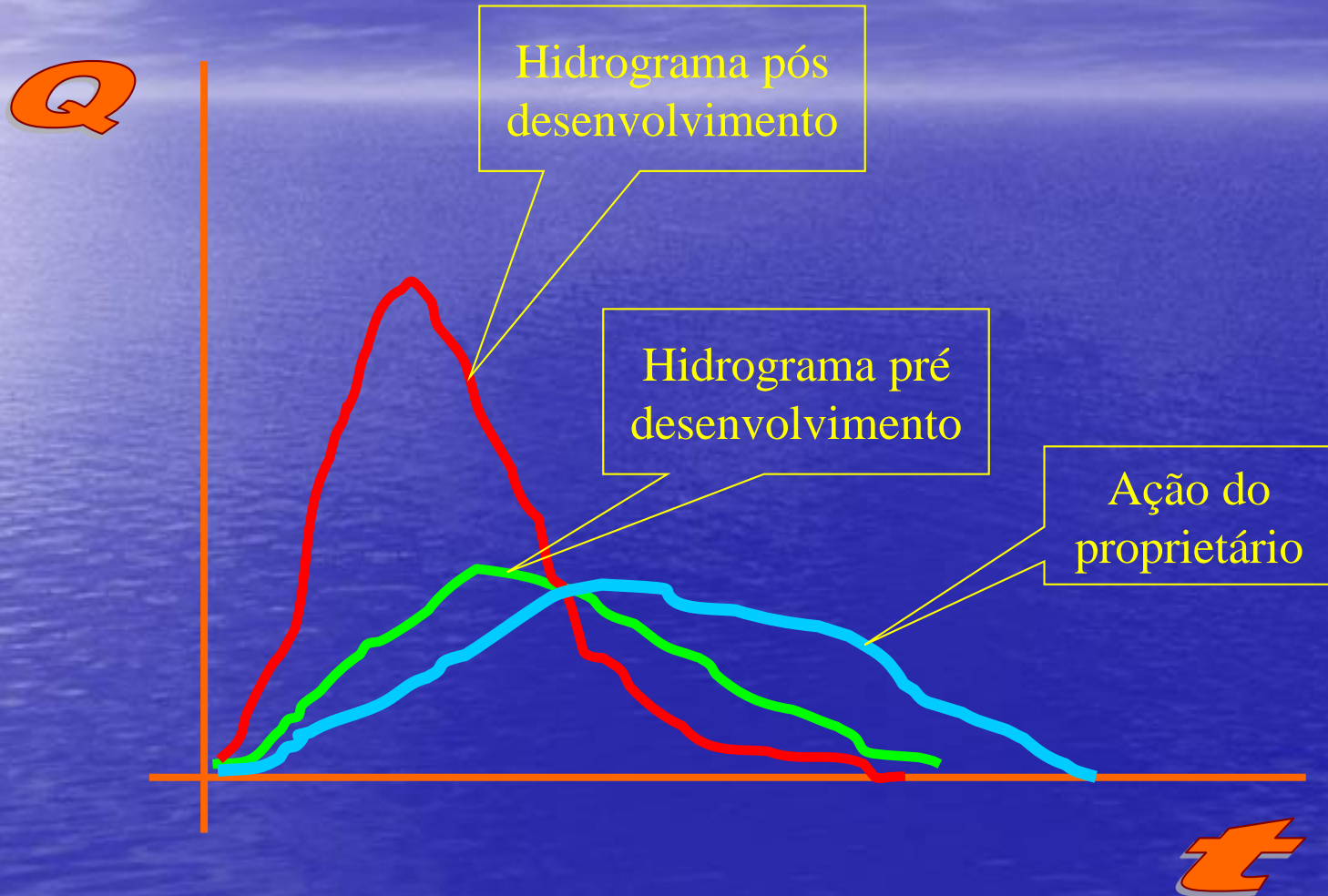
Drenagem Urbana

Transformações ocorridas no hidrograma unitário de uma bacia devido à urbanização e intervenção posterior.





Drenagem Urbana





FEBRAE Drenagem Urbana

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Consequências da Urbanização Sobre o Regime Hidrológico

$$R = \frac{\text{Vazão depois da urbanização}}{\text{Vazão antes da urbanização}}$$

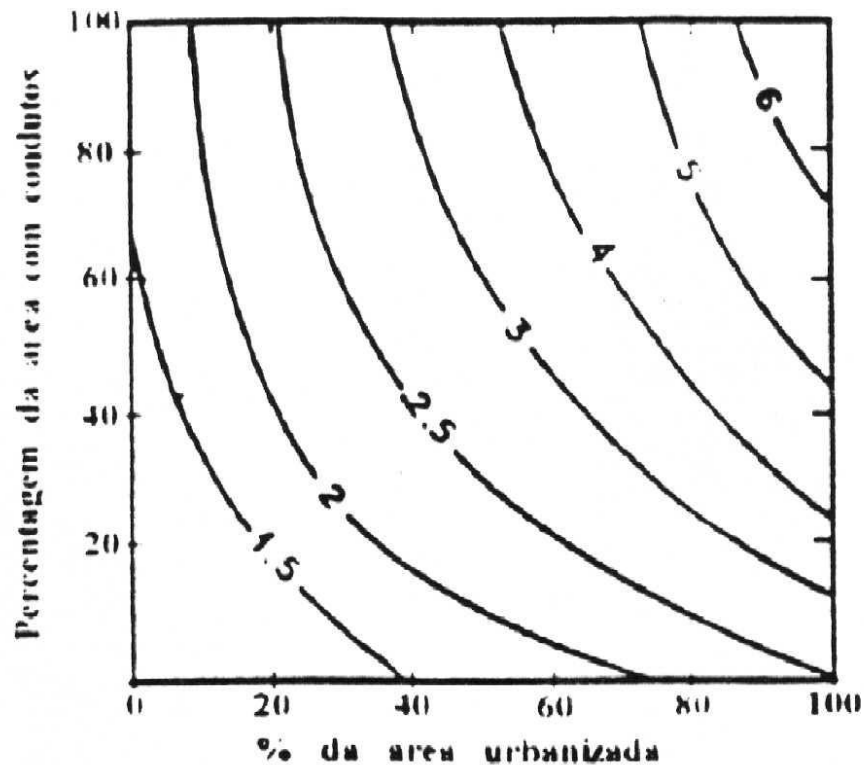


Figura 7.2 Aumento da vazão máxima (Leopold, 1968)



FEBRAE Drenagem Urbana

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Armazenamento Artificial

- **Objetivo de repor ou aumentar o armazenamento perdido por urbanização ou agricultura**
- **Objetivo do armazenamento é retardar a taxa de resposta do escoamento superficial das áreas pavimentadas**



Controle na Fonte x Controle a Jusante

Fonte:

- **Armazenamento próximo à formação do escoamento direto**
- **Reservatórios pequenos**
- **Permitem utilização mais eficiente do sistema de drenagem a jusante**



Controle na Fonte x Controle a Jusante

Categorias de Armazenamentos na Fonte:

- **Disposição local:**
 - infiltração, percolação, pavimento poroso
- **Controle na entrada**
 - armazenamento em telhados, áreas de estacionamento, Micro reservatório, Trincheiras
- **Detenção local :**
 - drenos, lagoas “secas” ou “molhadas”, reservatórios de concreto, estruturas no lote.



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

Princípios Fundamentais do Controle no Lote

- O proprietário não tem o direito de provocar inundações para jusante e passar os custos de controle para a sociedade
- As vazões descarregadas não podem ser superiores à condição pré desenvolvimento
- As ações e custos para manter as condições pré desenvolvimento são de responsabilidade do proprietário



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

Controle na Fonte x Controle a Jusante

Jusante

- **Redução nos custos de construção, operação e manutenção (efeito de escala)**
- **Dificuldade em encontrar local adequado**
- **Grandes barragens ou reservatórios podem encontrar oposição pública**

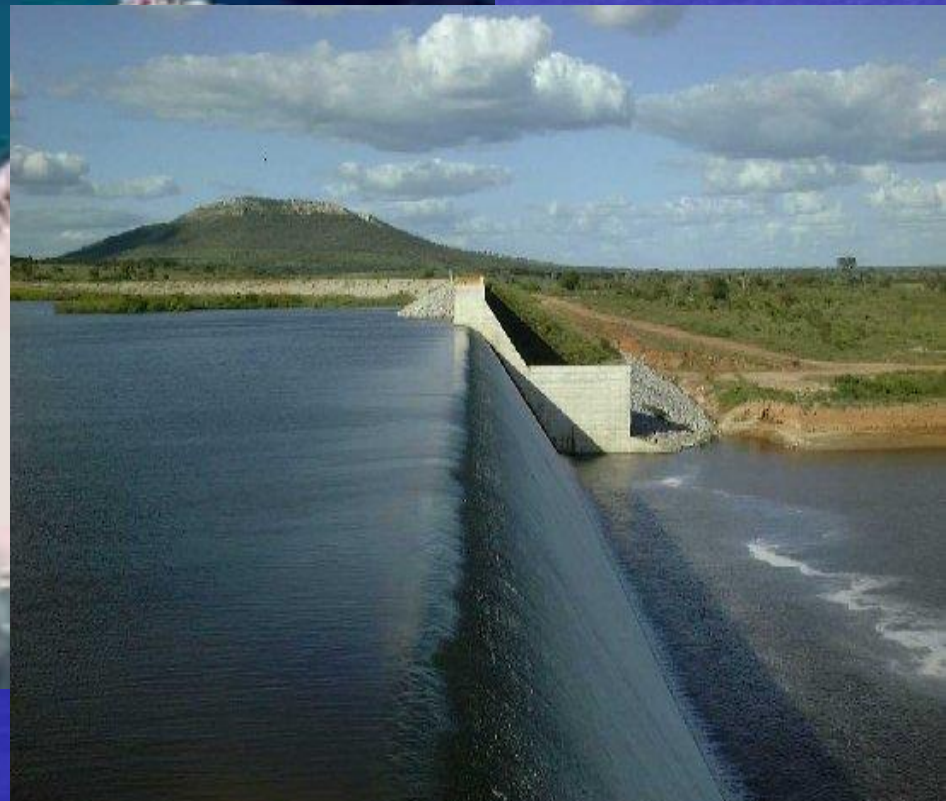
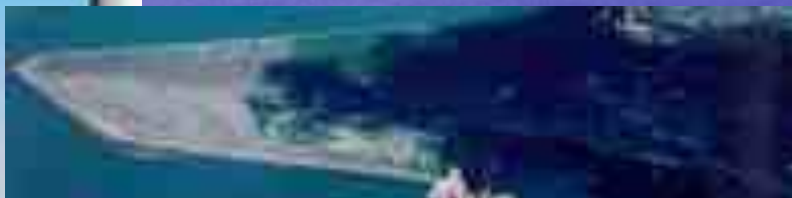
Controle na Fonte x Controle a Jusante

Categorias de Armazenamento a Jusante

- Reservatórios no Rio ("in stream")
- Reservatórios fora do rio ("off-stream")



Reservatório “in stream”



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Reservatório “in stream”



FEBRAE

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AERONÔMOS E ARQUITETOS

Rio

Amortecimento

Vazão amortecida

Reservatório “off stream”



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Reservatório “off stream”



FEBRAE

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

JRSM/FCTH/2001



FEBRAE

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS



Reservatório de Detenção de Concreto - Enterrado

Tipos de Armazenamento

CONDUÇÃO :

- O armazenamento é feito de forma transitória, quando os canais, várzeas e drenos conduzem o escoamento superficial.
- Construção de canais de baixa velocidade, com seções transversais largas ajudam nesse armazenamento.



FEBRAE

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Rio com Calhas Variáveis



FEBRAE

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Medidas Estruturais



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

- **implicam na execução de obras**
- **intervêm na drenagem natural (microdrenagem)**
- **intervêm no canal (macro drenagem)**
- **efeitos localizados**
- **custos elevados e investimentos concentrados**

Medidas Não Estruturais

- não implicam na execução de obras
- adaptação ao fenômeno das inundações
- privilegiam medidas preventivas
- aplicação difusa (na várzea especialmente)
- apoiam-se em aspectos de caráter socio-políticos (educação, participação pública, legislação, etc)
- custos baixos, mas de difícil aplicação



Nos lotes

- **Controle do Escoamento:**
- **Princípio: A ocupação não deve agravar o hidrograma das condições pré desenvolvimento**
- **Factível para grandes lotes**
- **Incentivos financeiros e fiscalização**
- **Aplicação a toda a bacia: factibilidade duvidosa**
- **Medidas mais comuns:**
 - **Micro reservatórios**
 - **Trincheiras de infiltração**
 - **pisos permeáveis**

Nos lotes

- **Controle da Erosão:**
- **Origem dos sedimentos: bacias em fase de desenvolvimento**
- **Controlar: serviços de terraplanagem, obras, desmatamento**
- **Exigir recomposição do solo orgânico e da vegetação**



Algumas Questões Institucionais

- Não existem políticas governamentais específicas para o setor
- Legislações específicas municipais (são poucas)
- Não existe organização institucional em qualquer dos níveis
- Planos diretores... O que vem depois?
- Financiamento dos programas?
- Sustentabilidade



Tendência atual

- **Medidas mais compreensivas e integradas**
- **Drenagem urbana é um problema de alocação de espaço**
- **O planejamento e a disciplina do uso do solo é fator essencial para o combate às inundações.**
- **A bacia hidrográfica deve ser a unidade de planejamento (Planos Diretores de Drenagem Urbana)**
- **O Homem deve aprender a conviver com o fenômeno das inundações (Medidas "não estruturais")**

Medidas compreensivas de controle



Ambição + Falta de Planejamento



Várzea
Domínio do Rio



Antiga Várzea
Reclamada pelo
Rio



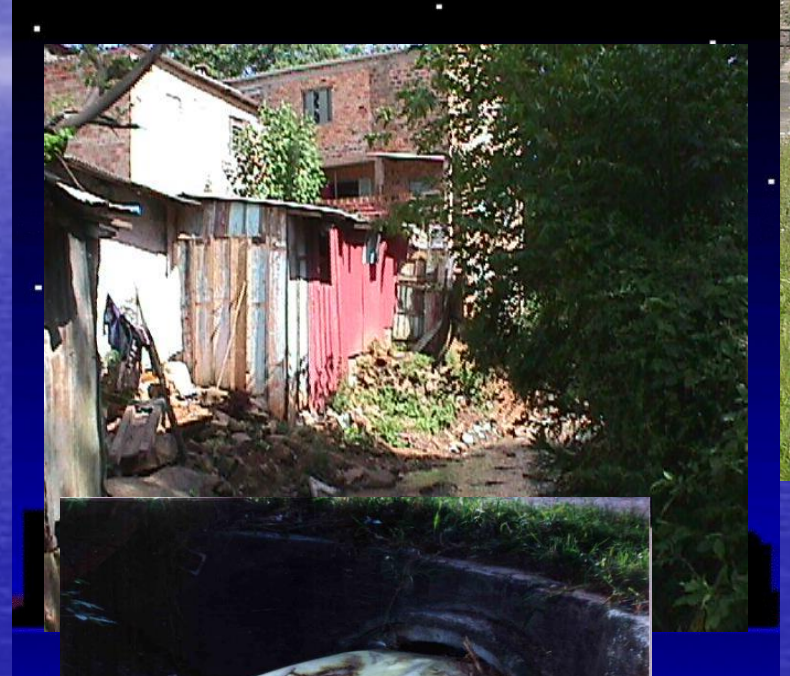
FEBRAE

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS



FEBRAE O que desejamos?

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS



A questão da alocação de espaço



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

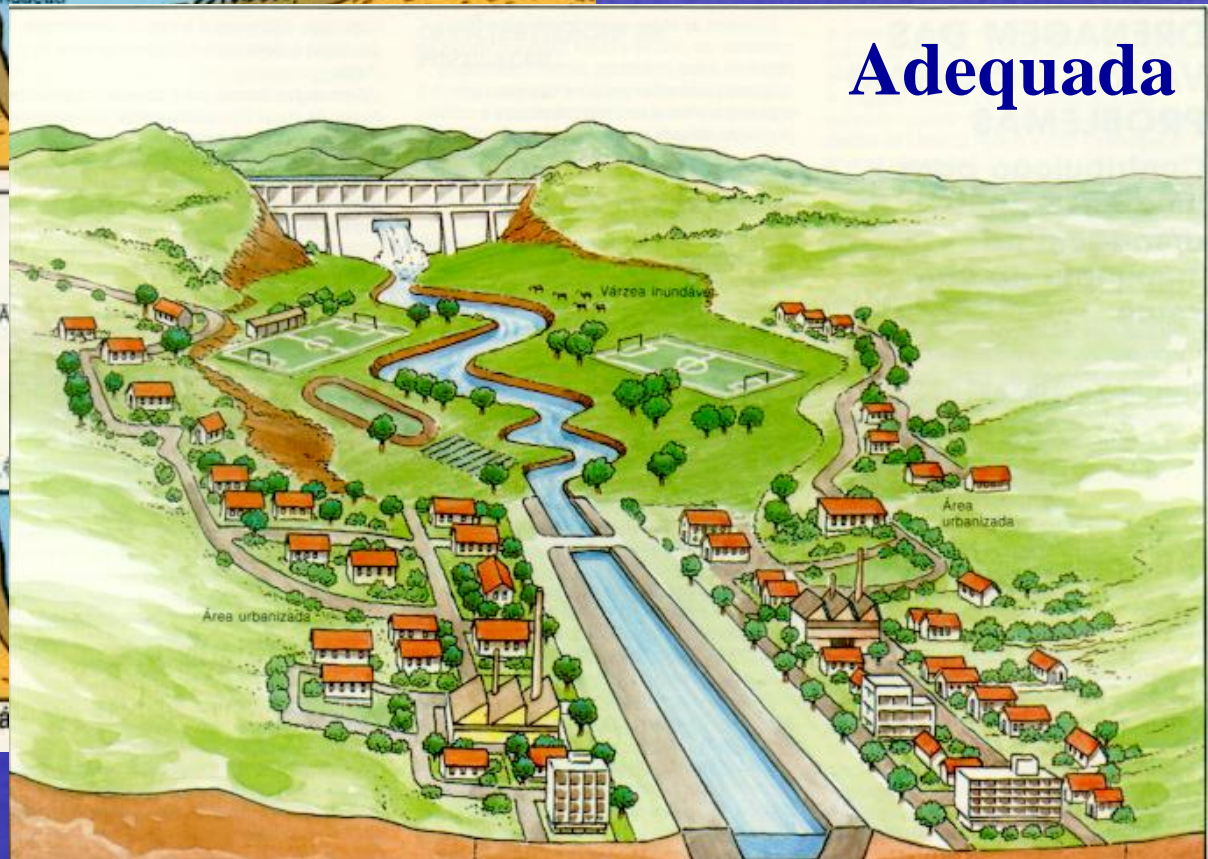
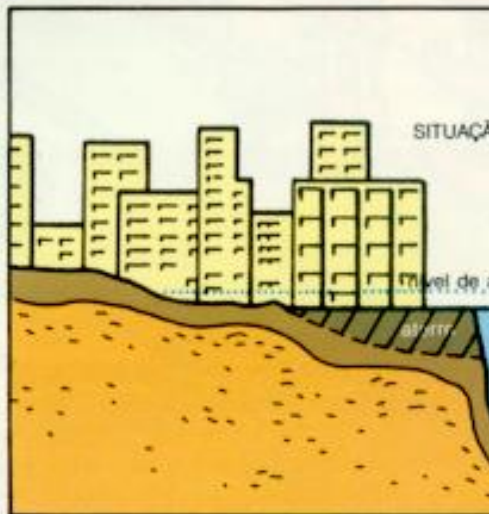


Figura 3. Ocupação urbana da várzea

Melhorias nos canais (velocidade menor)



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Controle na Fonte:



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS



Retenção no Lote – Bacia de detenção



- **SOLUÇÕES GENÉRICAS**

soluções integradas nas bacias urbanas, buscando resolvê-los o mais próximo possível da fonte;

- amortecer os picos de enchente através da detenção em reservatórios;
- conter os escoamentos na fonte, através da melhoria das condições de infiltração ou ainda em tanques de detenção;
- dispositivos armazenadores da água precipitada, que permitam o retardo do tempo de concentração;
- controle do escoamento pluvial objetivando a recuperação do amortecimento natural perdido com a impermeabilização.

- **SOLUÇÕES ESPECÍFICAS**

TRINCHEIRA DE INFILTRAÇÃO

- **Medida de controle com
detenção no próprio Lote**

“Trincheira de infiltração são dispositivos que atua na micro-drenagem para o controle do escoamento superficial por meio da infiltração das águas pluviais urbanas na origem de sua formação”

(Graciosa, 2005)

Trincheira de Infiltração



Figura 3 – Revestimento da trincheira com geotêxtil e preenchimento com brita.



Figura 5 – Trincheira após recobrimento com terra e detalhe dos postos de monitoramento.



Figura 4 – Detalhe do dispositivo de extravasamento de vazões excedentes.



Figura 6 – Disposição final da trincheira no terreno.



Trincheira experimental



Características:

- geometria longa e estreita, para diminuir a área de fundo e aumentar a área lateral (área de infiltração efetiva) , bem como minimizar a área em planta;
- preenchida com brita para contenção dos taludes e possibilitar o aproveitamento da área em planta para outros fins;
- possibilidade de ser à superfície ou subterrânea;
- alimentação por tubulação conectada aos telhados, ou diretamente, por áreas pavimentadas e calçadas.
- provida de sistema para encaminhamento da vazão excedente à rede convencional de drenagem;
- risco de falha por colmatação - pré-tratamento das águas com o uso de manta geotêxtil;



FEBRAE

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

Composição de custos

A análise de custos de implantação é o passo seguinte, e deve ser feita, preferencialmente, considerando a implantação do sistema como um todo, o que diminui os custos em relação à implantação em um único lote.

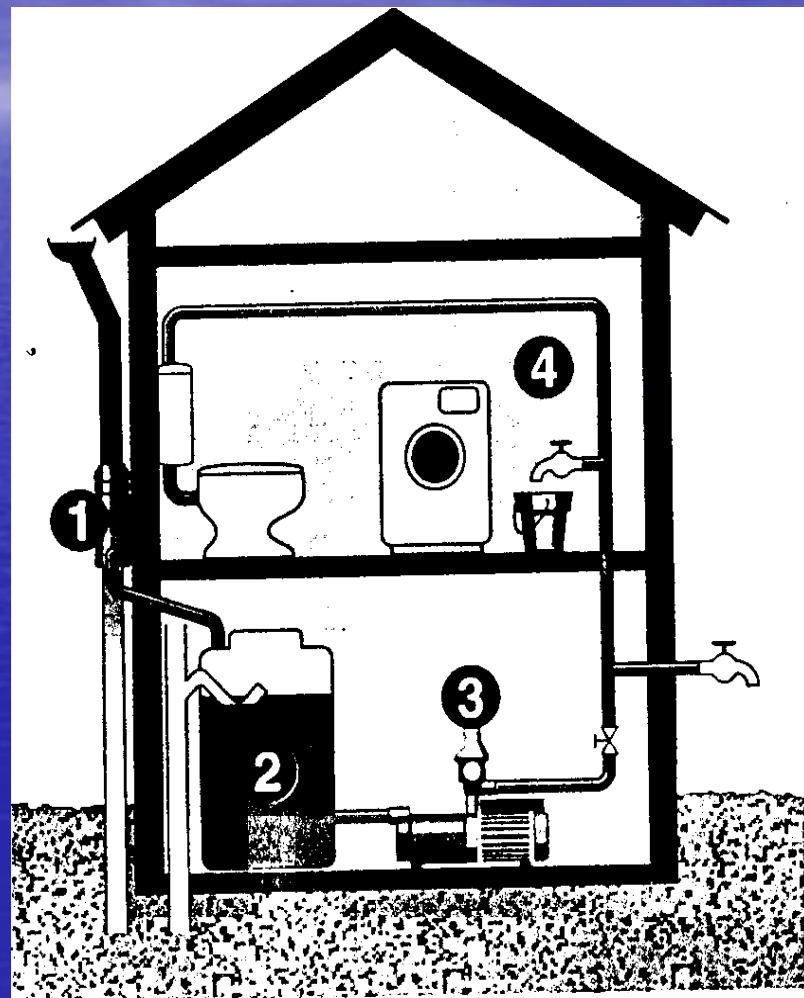
Estimativa de custos para a implantação de uma unidade

Item	Unidade	Quantidade	Custo unitário R\$	Custo total R\$
Brita 3	m ³	4,5	35,00	157,50
Escavação de solo	m ³	4,5	16,70	75,15
Carga de terra	m ³	4,5	10,62	47,79
Transporte de terra	m ³	4,5	7,13	32,09
Manta geotêxtil	m ²	11,8	2,30	27,14
MDO servente/ajudante	dia	1	25,00	25,00
Tubos e conexões	-	-	-	30,00
			Total:	394,67

- SOLUÇÕES ESPECÍFICAS

MICRORRESERVATÓRIOS

- Medida de controle com detenção no próprio Lote





- O microrreservatório funciona armazenando o escoamento que chega na estrutura e é amortecido pelo volume disponível, reduzindo o pico do hidrograma de saída a um valor igual ou menor que o existente antes da urbanização planejada, ou para valores de vazão que o sistema de drenagem a jusante possa suportar.
- Segundo Urbonas e Stahre (1993), pode ser *on-line*, se conectado em série ao sistema de drenagem; ou *off-line*, quando implantado em paralelo, para desvio dos escoamentos.



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

- **OBJETIVOS:**
- Cada lote construído é responsável por uma parcela de aumento nas cheias urbanas, sendo justo que se responsabilizem por isso através de medidas distribuídas de controle destas cheias.
- Proporcionar ao proprietário utilizar as águas da chuva para consumo de forma não-potável.



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

LEGISLAÇÃO

A aceitação por parte da população para a implantação de medidas estruturais de contenção ou retardamento das águas de chuvas no lote, torna-se difícil em face do desconhecimento e da importância de tal medida, da dificuldade da população em geral de diferenciar esgoto sanitário de águas pluviais, principalmente o conhecimento do sistema separador absoluto.

LEGISLAÇÃO

A implementação de tais medidas por parte do poder público, em especial as prefeituras municipais, tem encontrado dificuldades em conscientizar a população através de programas educacionais. Diante deste quadro, o único recurso que resta ao poder público, é através de legislação específica, inclusive com penalizações pecuniárias à aqueles que não a respeitarem.

Exemplos destas medidas, a prefeitura municipal de **Guarulhos**, que através da Lei 5617 de 9 de novembro de 2000, torna obrigatório a construção de piscinão para áreas acima de 10.000m². Para a detenção em lotes, isto é, os mini piscinões, ou micro reservatórios, que deverão ter a finalidade de retenção ou de reuso da água de chuva, e devem seguir os parâmetros relacionados com o tamanho do lote:

LEGISLAÇÃO

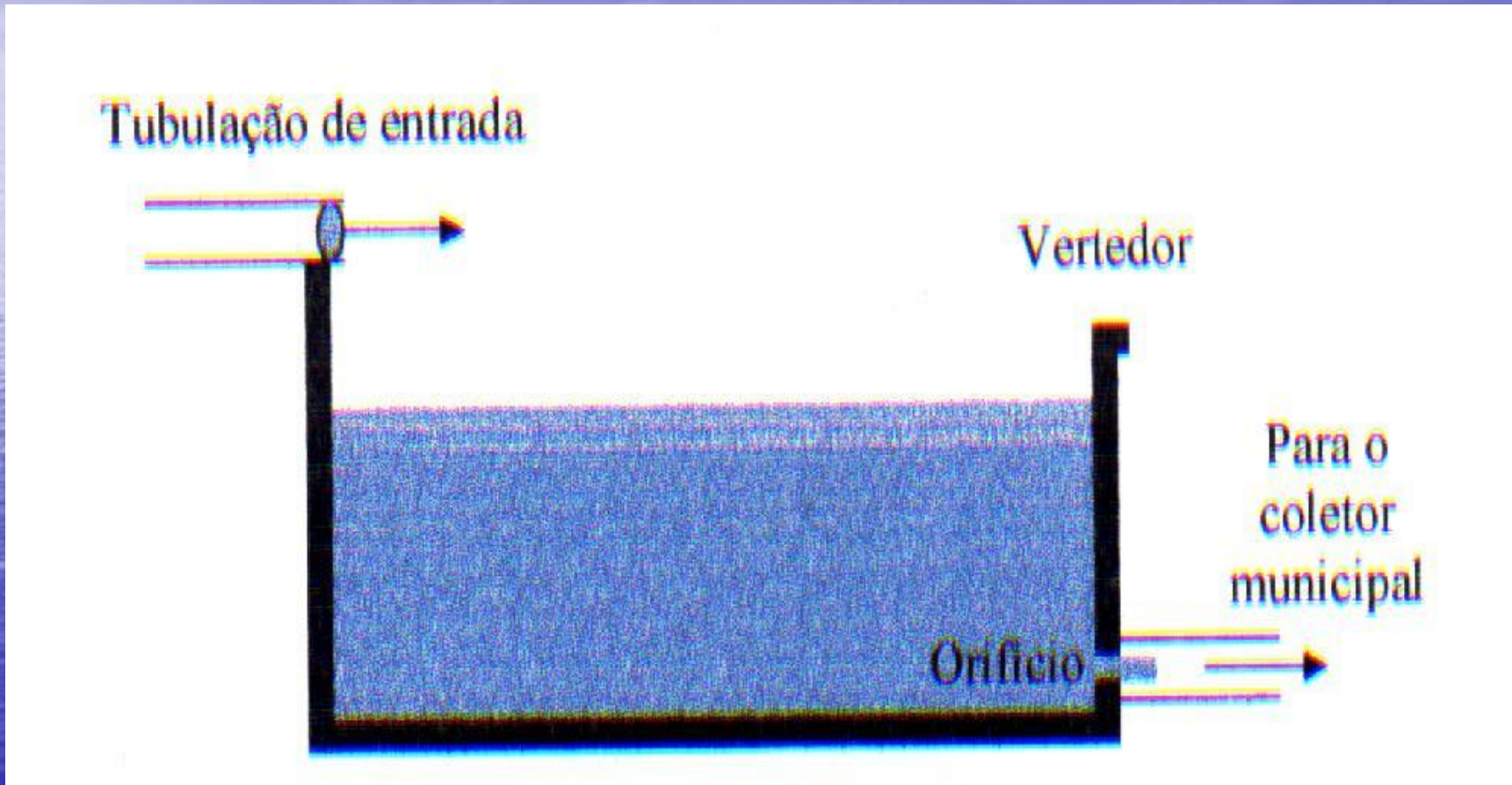
O município de **São Paulo**, através da Lei 13.276 de 4 de janeiro de 2002, torna obrigatório a construção de reservatórios para as águas de chuvas coletadas por coberturas e pavimentos dos lotes, edificadas ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500,00m².

MICRORRESERVATÓRIOS



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

TIPOS DE MICRO RESERVATÓRIOS



Funcionamento do reservatório



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

TIPOS DE MICRO RESERVATÓRIOS



Cisterna (reservatório) c/coleta no telhado para consumo diário de água

TIPOS DE MICRO RESERVATÓRIOS

Estruturas:

Subterrâneas:

MR Lacrado, retangular (1,00m prof.)

MR Lacrado, retangular (0,40m prof.)

MR Lacrado, cilíndrico (0,60m diâm.)

A Céu Aberto:

MR Aberto, gramado

MR Com infiltração (1,00m prof.)

MR Com infiltração (0,40m prof.,)



DIMENSIONAMENTO

Resumo

Guarulhos

$$V_s = 1,34 \text{ m}^3$$

São Paulo

$$V_s = 1,13 \text{ m}^3$$

Curitiba

$$V_s = 4,79 \text{ m}^3$$

Porto Alegre :

$$V_s = 4,65 \text{ m}^3$$

MICRORRESERVATÓRIOS

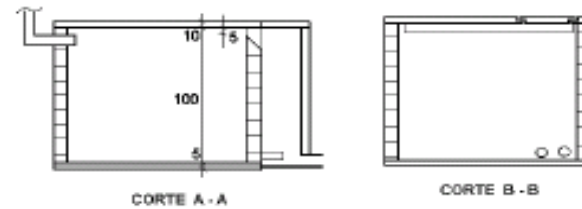
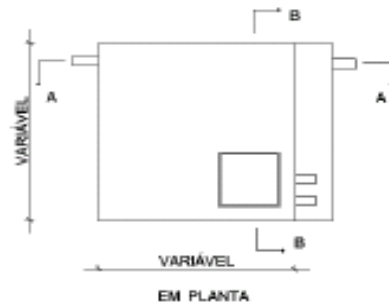


FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

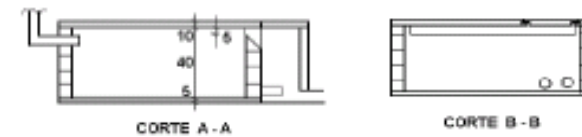
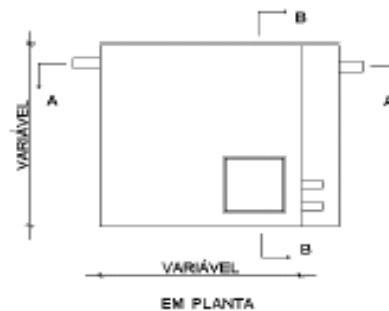
Relação entre a percentagem de lotes com MICRORRESERVATÓRIOS na bacia e redução da vazão de pico

% de lotes com reservatórios	Redução na vazão de pico (%)
25	21.74
50	36.73
75	50.59
100	64.16

Micro reservatório no lote



1 - Reservatório lacrado com 1 m de profundidade



2 - Reservatório lacrado com 0,40 m de profundidade



FEBRAE Drenagem Urbana

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Micro Reservatório no Lote



Foto 01- Preparação do fundo da vala e engradados agrupados formando



Foto 02 - Engradados revestidos com geotêxtil.

4 Comparativo econômico

Para efeito comparativo, a tabela 01 apresenta os custos em três sistemas de detenção, para um volume de água de 2 m³, com medidas iguais nas três dimensões.

Tabela 01-Quadro comparativo

Tipo do reservatório	Custo (R\$)
Reservatório em alvenaria	
Custo total (mão de obra + material) ⁽¹⁾	584,65
Dreno executado com agregado	
Custo total (mão de obra+ material) ⁽¹⁾	341,45
Reservatório permeável	
Custo total (mão de obra+ material) ⁽¹⁾	194,00



rio ao sistema de água pluvial e reaterro do local



FEBRAE

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

- **RESULTADOS:**
 - A adoção de uma restrição maior representa um menor custo de implantação do microrreservatório, uma vez que é possível trabalhar com volumes menores.
 - A percentagem de microrreservatórios implantados na bacia apresenta uma tendência praticamente linear com a eficiência obtida no controle das vazões de pico.
 - Resolve o problema gerado pela urbanização sem transferi-lo espacialmente.



Drenagem Urbana

- **BENEFÍCIOS PARA O SISTEMA DE DRENAGEM**
 - Possibilidade de reaproveitamento das águas pluviais para utilizações diversas;
 - Controle do escoamento superficial, diretamente onde é inicialmente gerado, ou seja, no lote;
 - Diminuição das vazões de projeto para obras de micro e macro-drenagem;
 - Possibilitar a diminuição do risco de inundações;
 - Transferência da responsabilidade de realização de obras para o proprietário ou construtor.



FEBRAE

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

REUSO DA ÁGUA DE CHUVA

Aliado ao micro reservatório, a água de chuva poderá ter seu uso destinado a fins não potáveis.

Fins Domésticos:

**Lavagem de Quintal e Passeios;
Lavagem de Veículos;
Descargas Sanitárias;
Regas de Jardins;**

Fins Públicos:

**Lavagem de Ruas;
Regas de Praças e Jardins;
Incendios, etc.**



REUSO DA ÁGUA DE CHUVA

Desagregação da Água de Uma Residência

Descarga Bacia Sanitária	41%
Banho e Lavagem de Roupa	37%
Cozinha – beber e cozinhar	2 a 6%
Cozinha – disposição de lixo	0 a 6%
Lavanderia	4%
Limpeza e arrumação geral da casa	3%
Rega de Jardim com sprinkler	3%
Lavagem de Carros (1 p/ semana)	1%

Fonte: Syed, 1994 in Tomaz, 2003



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

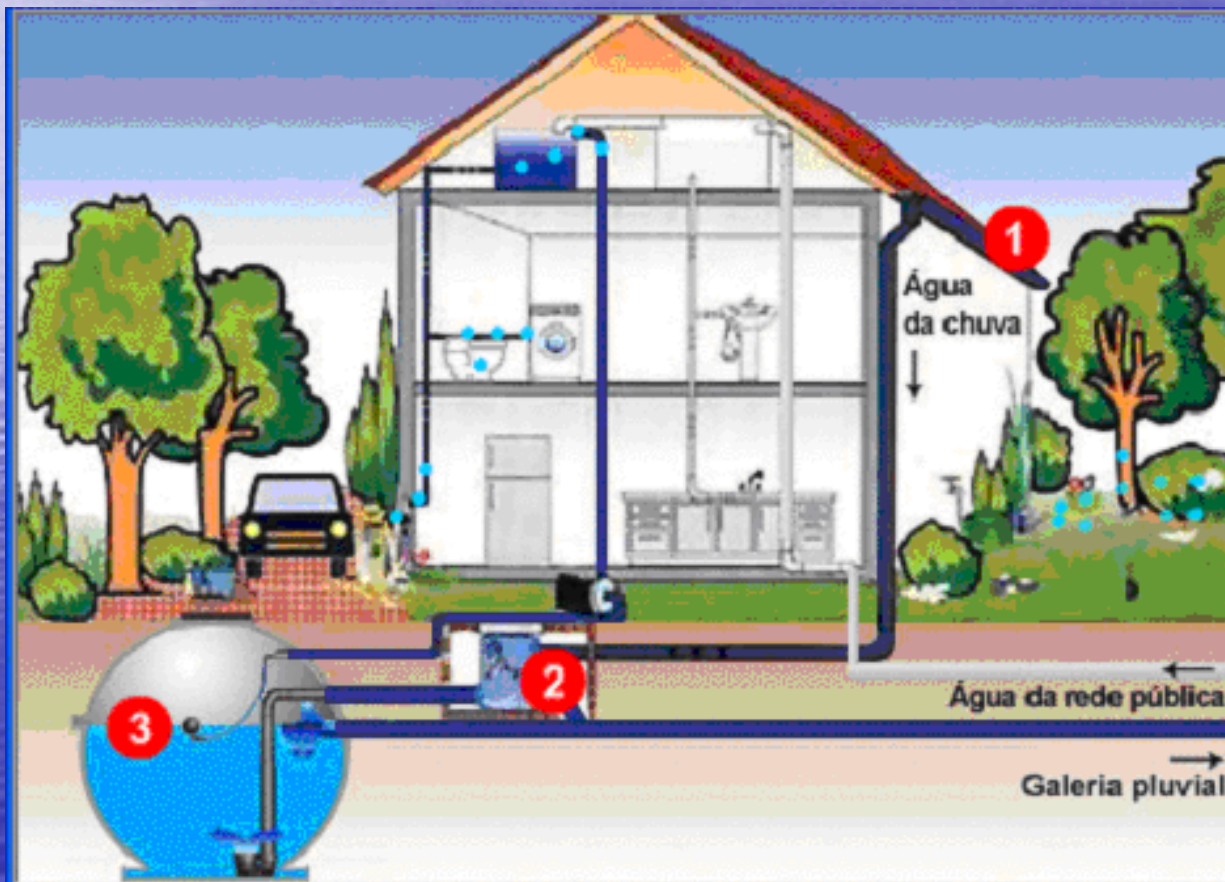
REUSO DA ÁGUA DE CHUVA





Drenagem Urbana

REUSO DA ÁGUA DE CHUVA



A água é succionada da cisterna pelo conjunto bóla-mangueira, sempre próximo à superfície (água mais limpa), sendo enviada para uma caixa d'água exclusiva, de onde é direcionada para o uso. Se faltar água da chuva, é prevista uma alimentação através da água da rede para alimentar o sistema.

■ Fechar



REUSO DA ÁGUA DE CHUVA



Componentes de captação e armazenamento

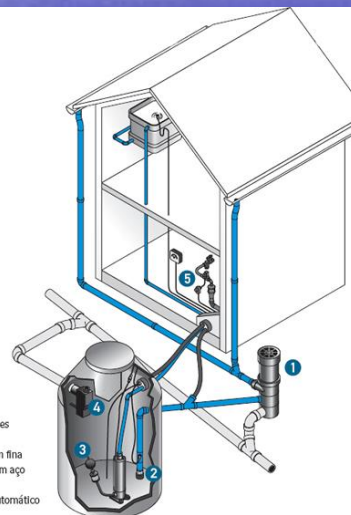


1 Filtros

Os filtros tipo Vortex são feitos de aço inox e carcaça de polietileno. São instalados na tubulação horizontal após reunir um ou mais condutores verticais. O princípio de funcionamento é baseado no efeito Vortex e na aderência superficial da água nas paredes laterais internas do filtro. Os filtros são de grande eficiência, separando a água de chuva de impurezas como folhas, galhos, insetos e musgo, com mínima perda de água e baixíssima manutenção. O filtro é autolimpante, altamente eficiente e tem aproveitamento de aproximadamente 90% da água de chuva, direcionando a água filtrada para o reservatório inferior (cisterna). A outra parte, ou seja, os 10% da água que não atravessou o filtro, serve para levar a sujeira embora pela tubulação de descarte. Em outras palavras, essa água de descarte efetua a autolimpagem do filtro e limpa a tubulação, levando detritos tais como: folhas secas, insetos mortos ou qualquer elemento superior a 0,28 mm para a sarjeta ou para a rede pública de águas pluviais.

Características e funções do sistema

- Efetua uma filtragem fina através de um malha em aço inox de 0,28 mm
- Efetua o descarte automático das primeiras águas
- Aproveita aproximadamente 90% da água de chuva
- Não há redução da seção da tubulação, evitando entupimentos
- Instalação extremamente fácil e baixíssima manutenção (o filtro é autolimpante)
- As tubulações de entrada e de saída giram livremente em torno do eixo e se ajustam a qualquer situação de instalação
- Tampa com capacidade de suportar cargas de até 30 t para os filtros WFF100 e WFF150 e 60 t para o filtro WFF 300
- Pode ser instalado um prolongador na parte superior do filtro, permitindo o ajuste da tampa a qualquer nível do piso acabado
- Dispõe de inserção cega para interromper a filtragem



2 Freio d'água

O freio d'água é um equipamento fabricado em aço inox e tem as seguintes funções:

- Desacelera a entrada de água filtrada na cisterna
- Provoca uma oxigenação natural da água armazenada com a entrada de água de chuva
- Evita que a água de entrada levante a sujeira decantada no fundo da cisterna



3 Filtro flutuante

O filtro flutuante é fabricado em aço inox, em diversas bitolas e vazões, e a bola, em polietileno. Deve ser conectado a uma mangueira flexível e possui válvula antirrefluxo. O filtro tem as seguintes funções:

- Capta a água mais limpa e mais oxigenada
- Efetua a segunda filtragem
- Protege a bomba



4 Multissifão

O multissifão é fabricado em polietileno e tem as seguintes funções:

- Permitir a saída do excesso de água de chuva
- Bloquear a entrada de pequenos animais (roedores)
- Evitar a entrada de água por refluxo da água externa no caso de uma enchente
- Inibir a entrada de insetos



5 Kit de interligação

O kit de interligação é fabricado em aço inox e pode ser instalado dentro ou fora da cisterna. Tem a função de permitir a entrada automática de água potável na cisterna, mantendo-a sempre com água.

A instalação requer apenas um ponto de água da rede e um ponto elétrico para acionamento de uma válvula solaríde que abre e fecha, permitindo a passagem de água potável para dentro da cisterna.



FEBRAE

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA



www.acquasave.com.br

1) Capacidade de captação (m³/ano)

O resultado da tabela é em metros cúbicos por ano.
Para se ter o volume médio mensal, dividir por 12.

Índice pluviométrico (mm) anual	Área do telhado (m ²)							
	100	200	300	400	500	1000	1500	2000
800	72	144	216	288	360	720	1080	1440
900	81	162	243	324	405	810	1215	1620
1000	90	180	270	360	450	900	1350	1800
1100	99	198	297	396	495	990	1485	1980
1200	108	216	324	432	540	1080	1620	2160
1300	117	234	351	468	585	1170	1755	2340
1400	126	252	378	504	630	1260	1890	2520
1500	135	270	405	540	675	1350	2025	2700
1600	144	288	432	576	720	1440	2160	2880

Ex.: Região com índice pluviométrico de 1300mm e área de telhado de 400m²

- capacidade de captação anual 468m³
- capacidade de captação mensal 39m³

Obs.: Se a capacidade de captação mensal não for o dobro do volume da cisterna, o sistema perde eficiência.

Índices pluviométricos de algumas capitais

média de 1997 a 2000	Porto Alegre	1453	Belo Horizonte	1417
	Florianópolis	1783	Brasília	1405
	Curitiba	1771	Salvador	2021
	São Paulo	1515		

Consulte outras capitais: www.inmet.gov.br

2) Volumes de uso de água

Vaso sanitário	1.200 litros/mês/pessoa
Máquina lavar roupa	600 litros/mês/pessoa
Jardim (irrigação)	30 litros/m ² /mês
Lavação de carro	200 litros/lavagem

3) Dimensionamento da cisterna (considerando período de estiagem de 15 dias)

1° passo Somar os volumes de uso de água (mensal)

2° passo Dividir por 2 (equivalente a 15 dias), daí tem-se o volume ideal da cisterna

3° passo Checar se o volume de captação é suficiente para este uso. A capacidade de captação mensal deverá ser o dobro do volume achado para a cisterna.

Ex. Residência com 4 pessoas em Florianópolis (1.300 mm/ano), com área de captação de 200m², jardim de 200m² e 3 lavações mensais de carro:

1° passo	vaso sanitário	4.800 litros
	máquina de lavar roupa	2.400 litros
	jardim	6.000 litros
	lavações de carro	600 litros
	Total	13.800 litros = 13,8m³

2° passo Dimensionamento da cisterna: 13,8/2 = 6,9m³

3° passo Checagem: índice pluviométrico de Florianópolis = 1.300mm/ano; área do telhado = 200m²; captação anual (tabela) = 234m³ ou 19,5m³/mês/mensal, que é mais que o dobro da cisterna.



FEBRAE
FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE
ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

ESTUDO DE CASO

Trincheira de infiltração



Drenagem Urbana

Tanque de Detenção e Infiltração – Industrias Romi S/A



Reservação:
1.000m³

Infiltração:
174.000m³



Drenagem Urbana

Reuso de efluentes de esgoto tratado



População: 6000 hab
1122 lotes
60 km de rede de esgoto



Esgoto tratado:
2.200m³/dia

Água de reuso:
3.100m³/dia





Controle na Fonte: Pavimento Permeável





FEBRAE

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ASSOCIAÇÕES DE ENGENHEIROS, AGRÔNOMOS E ARQUITETOS

Drenagem Urbana

• **MUITO OBRIGADO**



Drenagem Urbana

- Aparecido Vanderlei Festi
festi@terra.com.br