

PHD 313 HIDRÁULICA E EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS

Aula 13: Aproveitamento, Uso Racional e Reuso de Água

Prof.: MIGUEL GUKOVAS

Prof.: J .RODOLFO S. MARTINS

Prof.: RONAN CLEBER CONTRERA

Objetivos da aula

- Normas
- Conceitos básicos
- Uso racional e reuso
- Água de chuva

NORMA
BRASILEIRA

ABNT NBR
15527

Primeira edição
24.09.2007

Válida a partir de
24.10.2007

**Água de chuva — Aproveitamento de
coberturas em áreas urbanas para fins não
potáveis — Requisitos**

*Rainwater – Catchment of roofs in urban areas for non-potable
purposes – Requirements*

CONSERVAÇÃO
E
REÚSO DE ÁGUA

Manual de Orientações
para o Setor Industrial

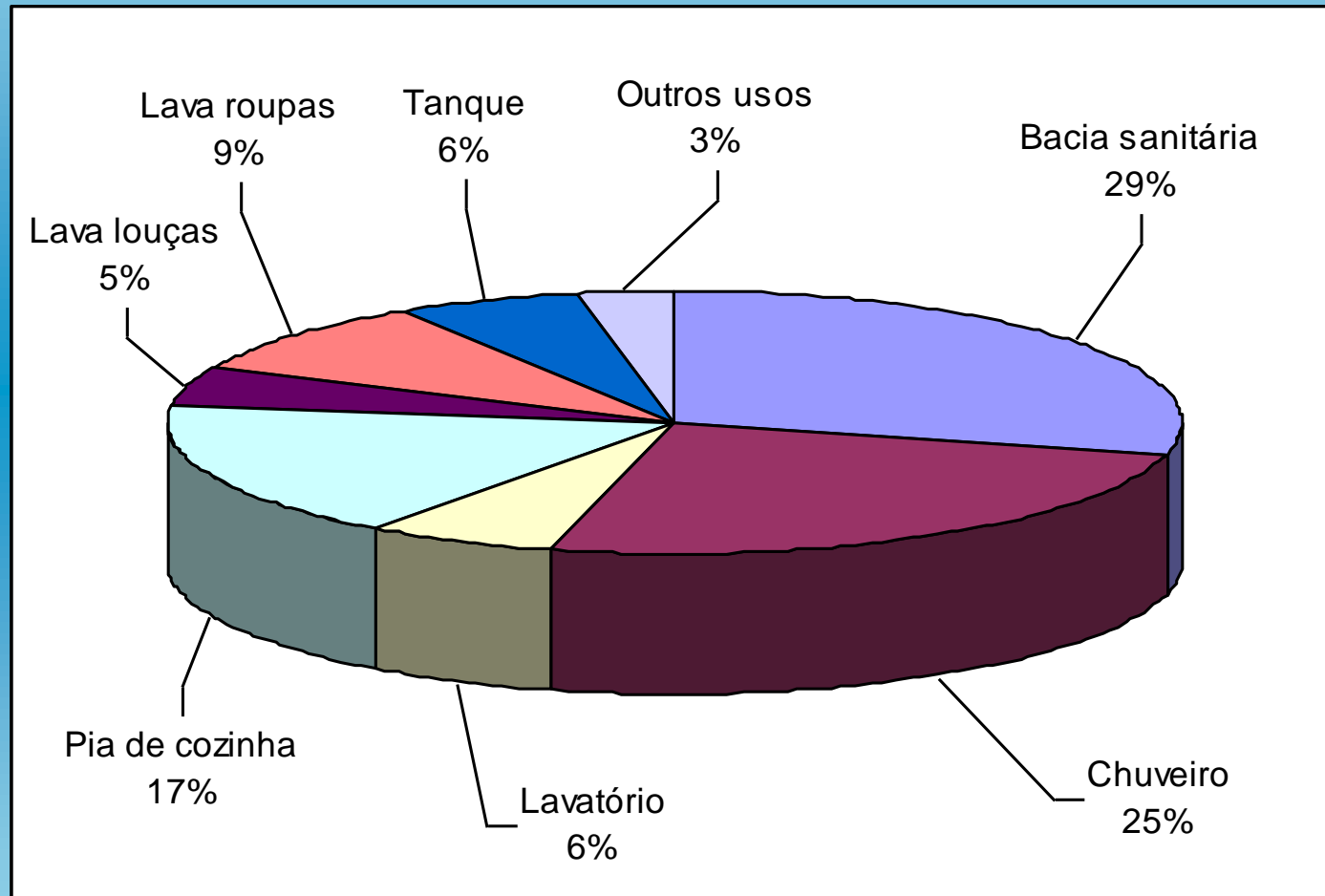
FIESP
CIESP

Volume 1

MANUAL DE CONSERVAÇÃO E
REÚSO DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

Conservação
e Reúso da
água
em Edificações

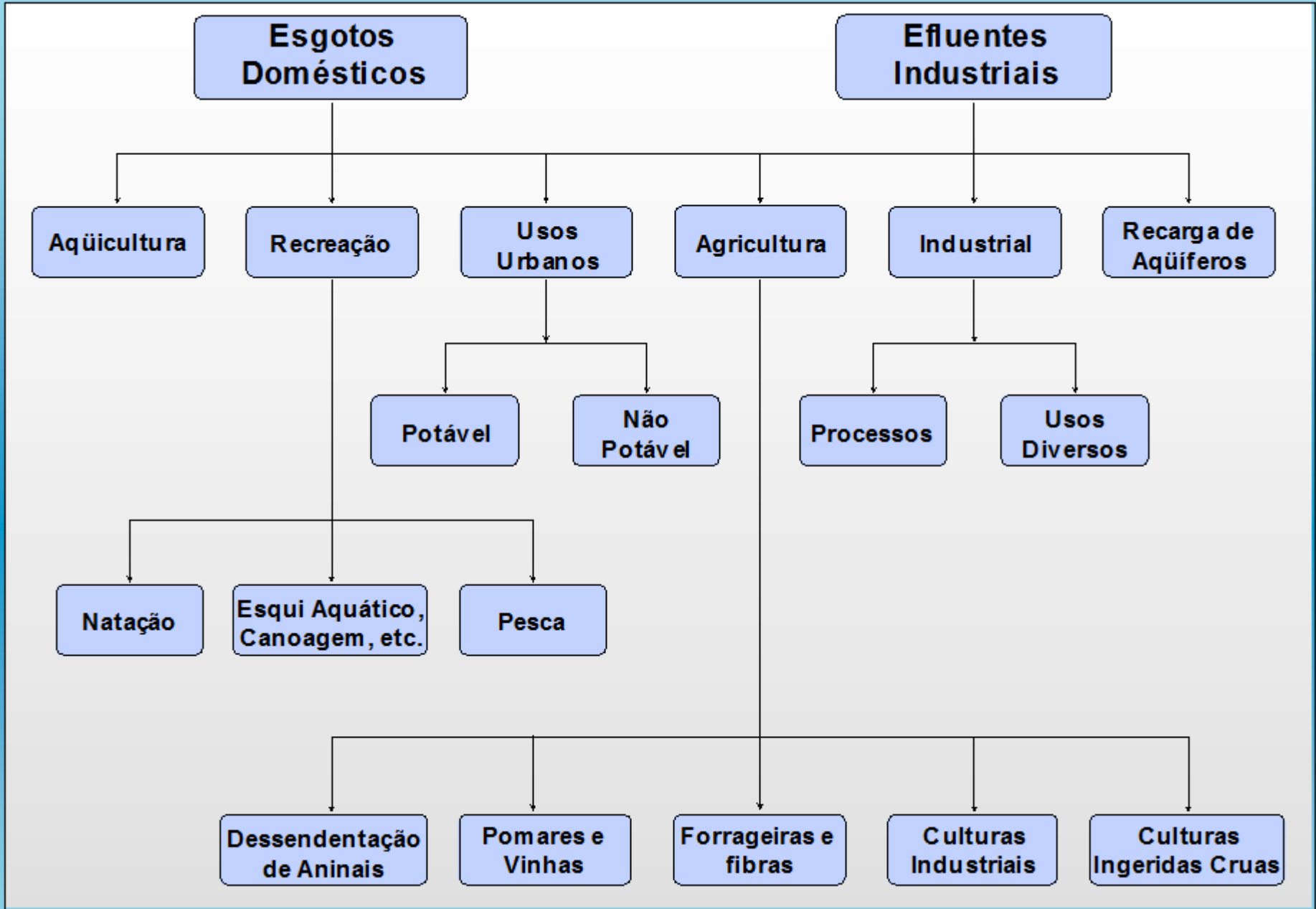
Distribuição do Uso da Água em uma Residência



Fonte: <http://www.deca.com.br>

Ferramentas Disponíveis

- Nas residências e estabelecimentos comerciais:
 - Programas de conscientização;
 - Minimização de desperdícios;
 - Utilização de dispositivos mais eficientes.



Formas Potenciais para o Reúso de Água

Condições para o Reúso

- As características do efluente disponível devem ser compatíveis com os requisitos de qualidade exigidos;
- Deve-se considerar a elevação da concentração de contaminantes durante o reúso;
- Depende da elaboração de um balanço hídrico na indústria.

Perigos associados à prática de reuso

- Contaminação microbiológica da água;
- Contaminação química;

Riscos associados à prática de reuso

- Contaminação de trabalhadores e usuários;
- Impactos no meio ambiente;
- Danos à materiais e equipamentos;

Criação de normas para programas de reuso

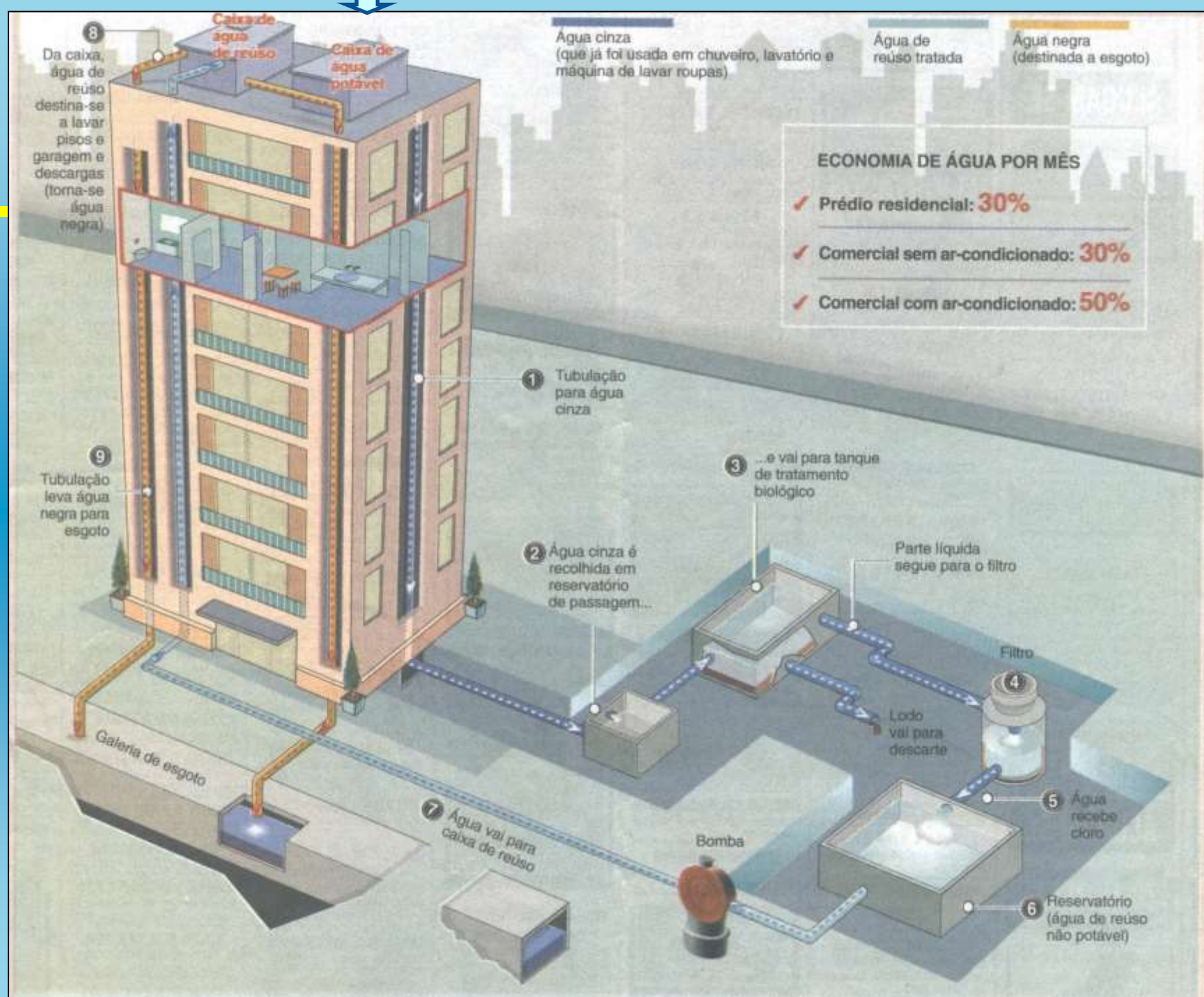
- Resolução CNRH nº 54/2005:
 - Genérica, define apenas modalidades de reuso e trata de questões institucionais.
- Lei 10.785/2003 – Curitiba:
 - Proposta de medidas de redução do consumo;
 - Uso de fontes alternativas de abastecimento:
 - Água de chuva e águas servidas.
 - Não define critérios de qualidade para a água de reuso;
 - Indica a possibilidade de uso de águas cinzas sem tratamento.

Normas reuso (cont.)

- Lei 14.018/2005 – São Paulo:
 - Mesmos princípios da lei de Curitiba;
 - Obriga a implantação de programas de redução do consumo e reuso de água em novas edificações;
 - Indica a possibilidade de uso direto de águas servidas (águas cinzas);
 - Não define critérios de qualidade para a água de reuso.

Custos associados aos programas de uso racional e reuso da água

- As opções para redução do consumo de água (uso racional) são, em geral, as de mais baixo custo:
 - Utilização de dispositivos de menor consumo;
 - Redução nos custos relacionados à água e esgotos.
- Programas de reuso:
 - O que deve ser considerado no custo de programas de reuso?
 - Depende da proposta do programa:
 - Águas cinzas;
 - Todo o efluente.



Água cinza
(que já foi usada em chuveiro, lavatório e máquina de lavar roupas)

Água de reuso tratada

Água negra
(destinada a esgoto)

ECONOMIA DE ÁGUA POR MÊS

- ✓ Prédio residencial: **30%**
- ✓ Comercial sem ar-condicionado: **30%**
- ✓ Comercial com ar-condicionado: **50%**

8 Caixa de água de reuso

Caixa de água potável

Da caixa, água de reuso destina-se a lavar pisos e garagem e descargas (torna-se água negra)

1 Tubulação para água cinza

9

Tubulação leva água negra para esgoto

3 ...e vai para tanque de tratamento biológico

2 Água cinza é recolhida em reservatório de passagem...

Parte líquida segue para o filtro

Filtro

Lodo vai para descarte

5 Água recebe cloro

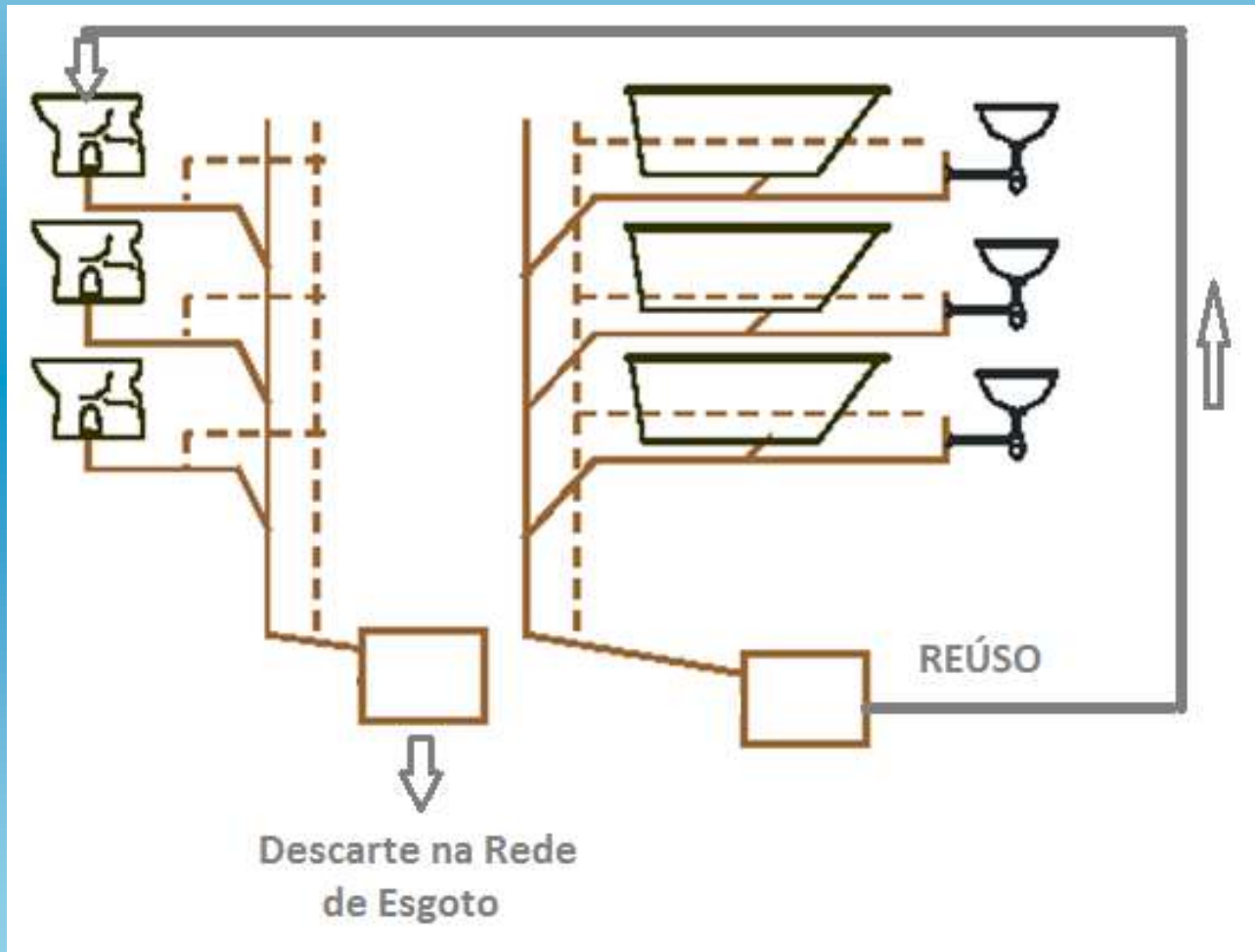
6 Reservatório (água de reuso não potável)

Bomba

7 Água vai para caixa de reuso

Galeria de esgoto

Separação das águas cinzas para reuso



Custos dos programas de reuso

- Tubulações e reservatórios adicionais;
- Sistema de tratamento:
 - Quando deve ser considerado?
 - Em condomínios atendidos pelo sistema público;
 - Quando não existe sistema público, o tratamento é obrigatório;
 - Considerar apenas os custos relacionados ao tratamento complementar.
- Operação e manutenção do sistema:
 - Energia elétrica;
 - Mão de obra;
 - Monitoramento;
 - Produtos químicos (cloro, etc.).

Custos para programas de reuso – Águas Cinzas

Estimativa de retorno	Uso água Concessionária (R\$/ano)	Reuso
Investimento	-	167.110,00
Operação	510.938,00	377.322,00
Total	510.938,00	544.432,00
Tempo de Retorno	1,25	anos
	15,01	meses

Prédio de apartamentos com 146 unidades.

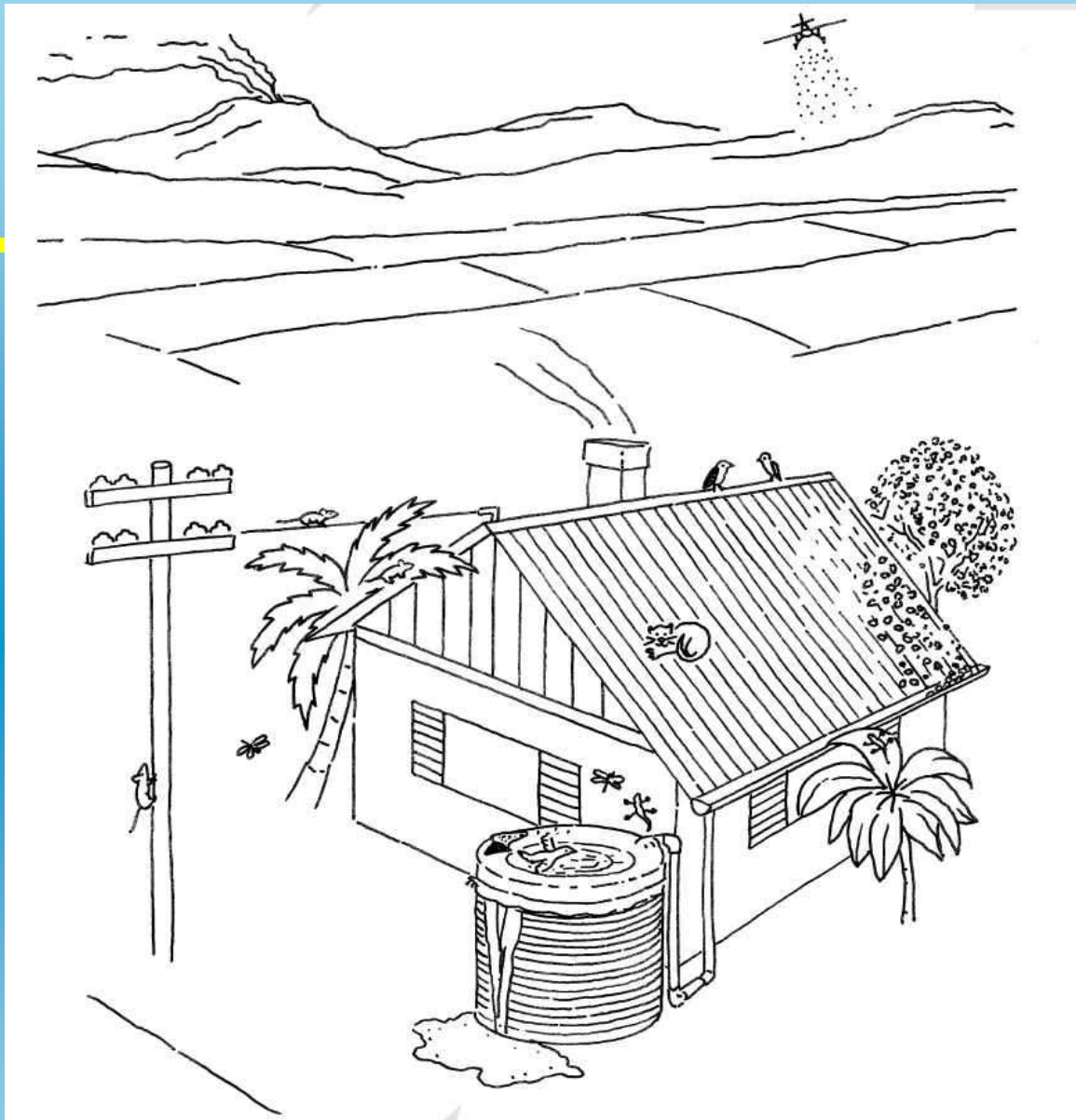
Valores em Real.

Aproveitamento de Água de Chuva

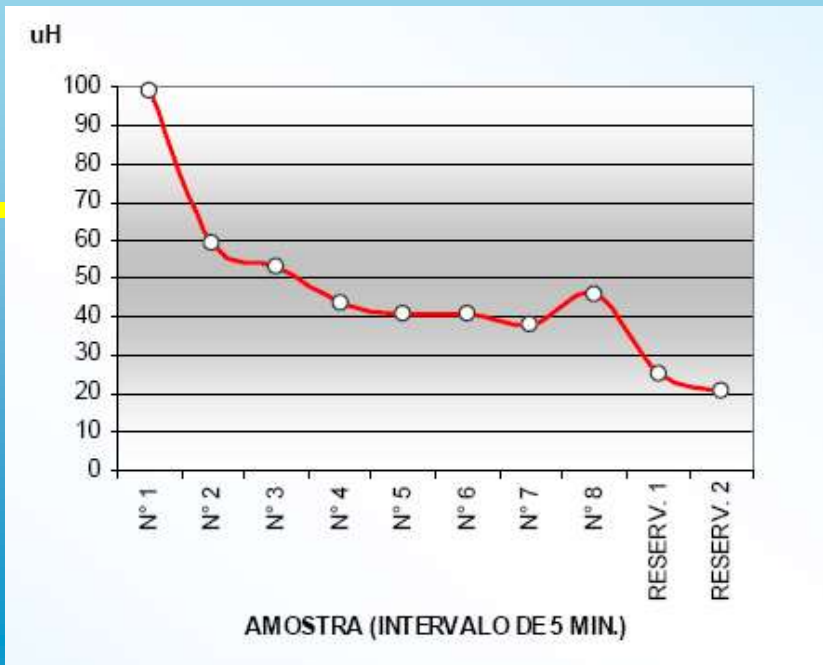
- ⦿ É uma prática antiga, que tem sido retomada na atualidade:
 - Inexistência de outra fonte disponível;
 - Preocupação com o problema de escassez de água;
 - Qualidade inerente da água de chuva;
 - Baixo custo para aproveitamento.
- ⦿ Pode ser coletada de qualquer superfície impermeável.

Conceitos básicos (cont.)

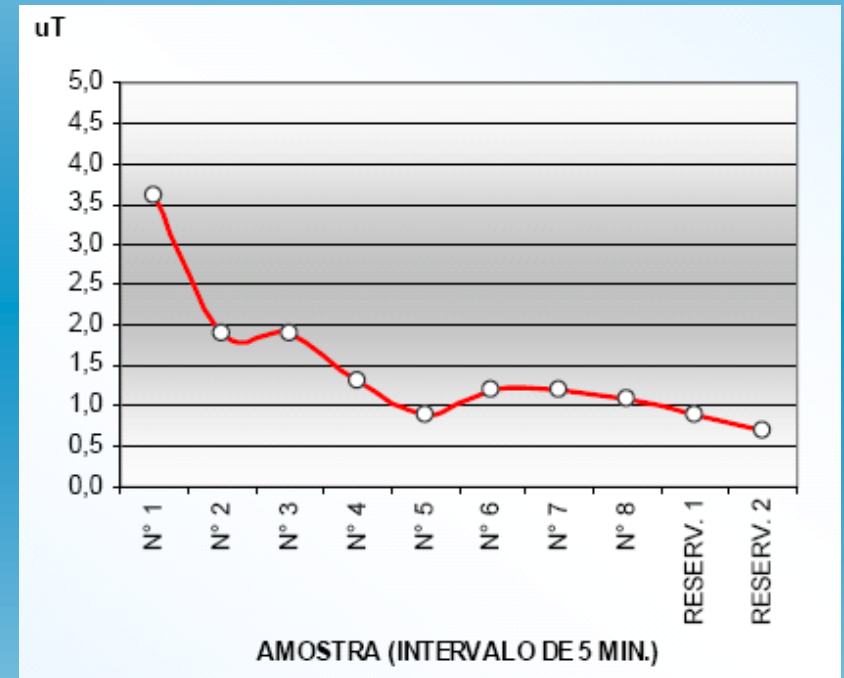
- A qualidade final da água depende:
 - Das atividades desenvolvidas no entorno da área de captação;
 - Do tipo de superfície onde será feita a coleta;
 - Dos procedimentos de coleta utilizados;
 - Da estrutura de armazenagem utilizada;
 - Da utilização ou não de sistemas de tratamento.



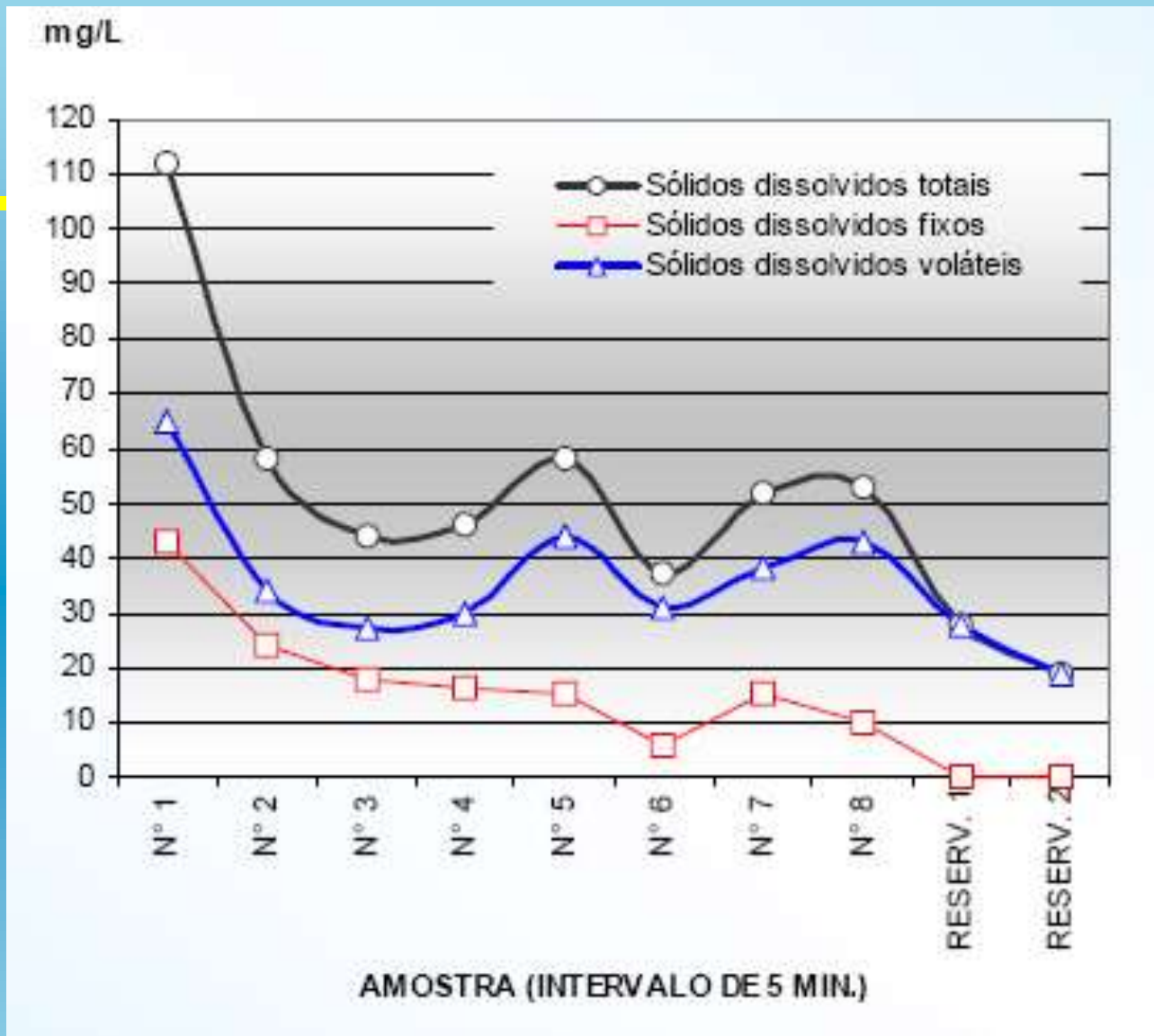
Interferência na qualidade da água de chuva



Varição da cor da água coletada em cobertura
(May, 2004)



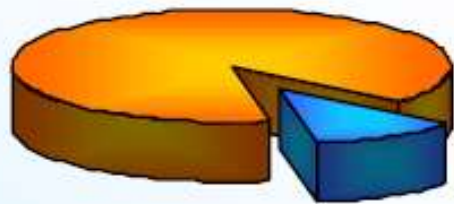
Varição da turbidez da água coletada em cobertura
(May, 2004)



Variação da concentração de sólidos da água coletada em cobertura (May, 2004)

COLIFORMES TOTAIS

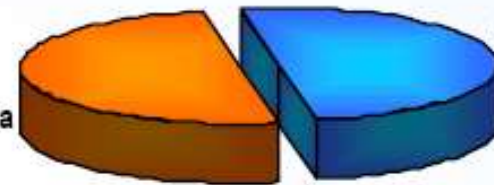
Presença
89%



Ausência
11%

COLIFORMES FECAIS

Presença
50%



Ausência
50%

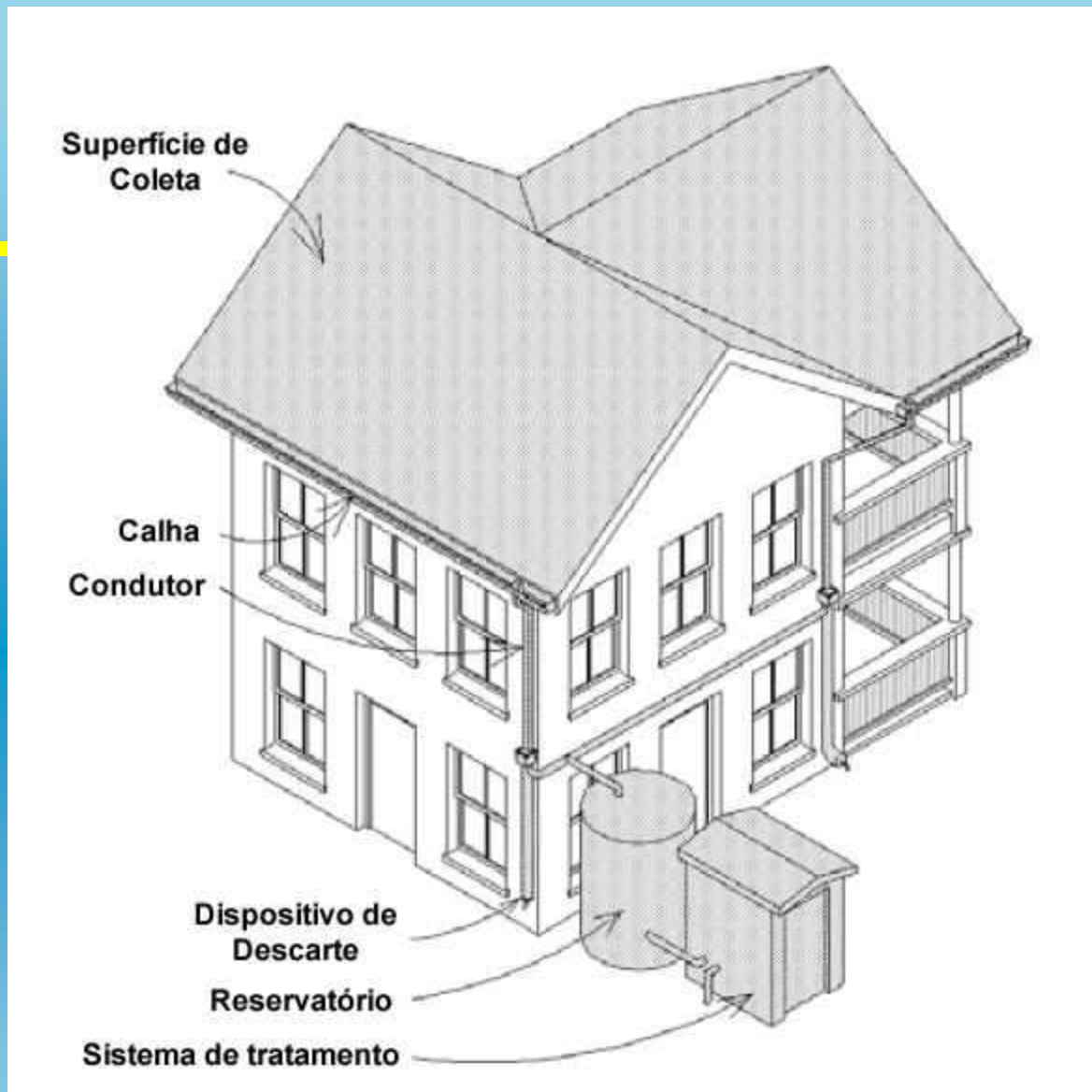
Indicadores de qualidade microbiológica da água coletada em coberturas (May, 2004)

Uso da água de chuva

- Não há, legalmente, restrição quanto ao uso da água de chuva;
- Fins potáveis:
 - Regiões onde não existe sistema de distribuição de água potável.
- Fins não potáveis:
 - Áreas urbanas dotadas de sistemas de distribuição de água potável;
 - Usos industriais.

Principais componentes do sistema

- Superfície de coleta;
- Calhas e condutores verticais;
- Peneiras e telas para retenção de detritos:
 - Folhas, galhos, penas de aves, etc...
- Dispositivo para descarte do escoamento inicial;
- Tanque de armazenagem;
- Sistema de tratamento e distribuição.



Componentes do sistema de aproveitamento de água de chuva

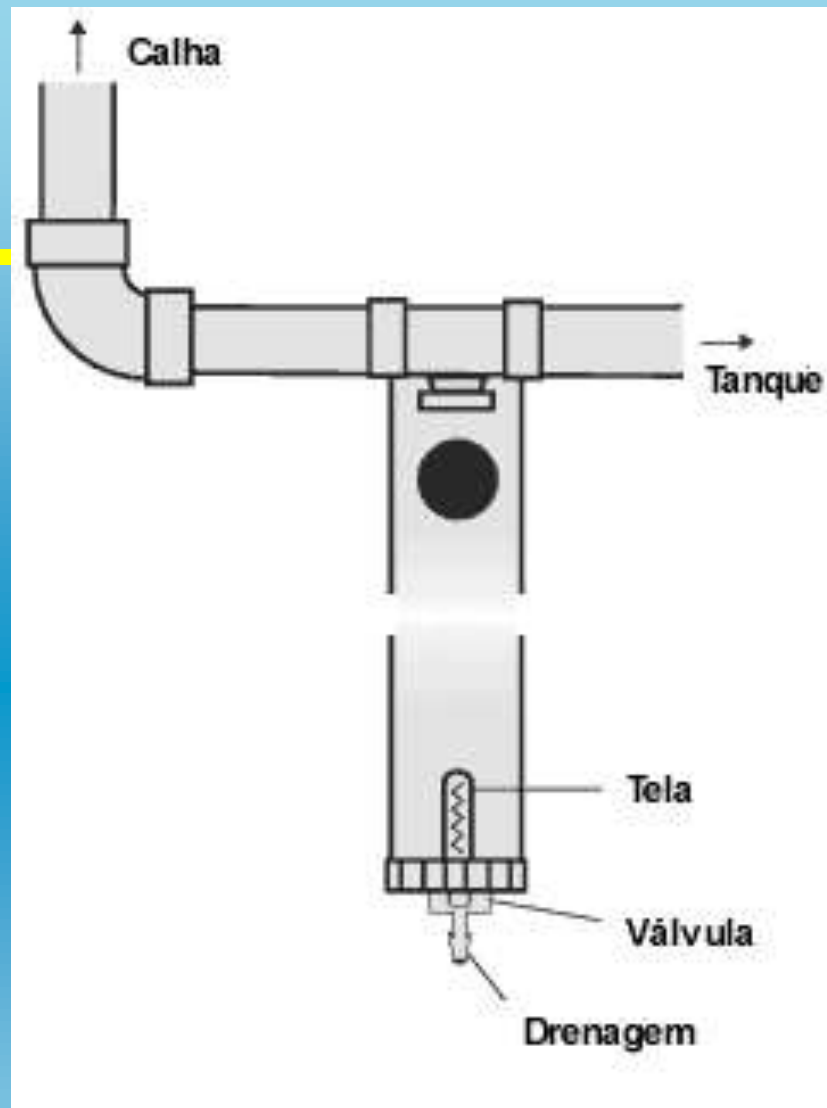


Dispositivos para separação de detritos



Escoamento inicial da água de chuva

- Após períodos prolongados de estiagem, há acúmulo de materiais na superfície das coberturas:
 - Deposição atmosférica (fuligem, poeira, etc.);
 - Detritos;
 - Folhas;
 - Fezes de pássaros e outros animais;
 - Animais mortos (insetos por ex.).
- No início da precipitação esses materiais são carregados com a água.



Dispositivo para
descarte do
escoamento inicial

Reservatório de armazenagem

- É uma das estruturas mais importantes do sistema;
- O seu dimensionamento depende:
 - Índice pluviométrico do local;
 - Área de coleta;
 - Coeficiente de aproveitamento;
 - Demanda de água a ser atendida;
 - Confiabilidade do sistema.

Índice pluviométrico

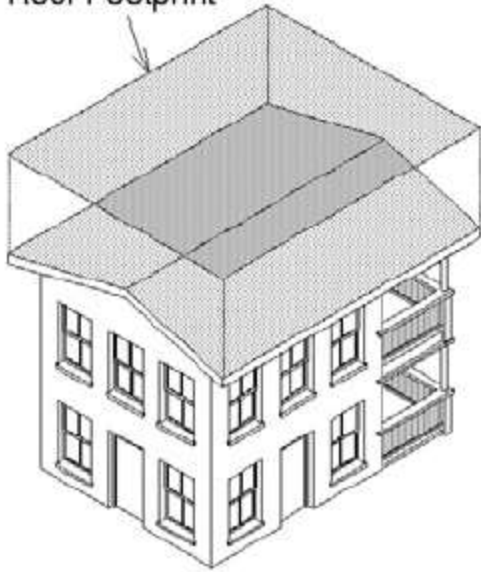
- É obtido por meio de consulta aos órgãos responsáveis pela coleta dos dados;
- Em São Paulo:
 - <http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plu>
- Deve-se utilizar uma média (alguns anos) que seja representativa;
 - Precipitação mensal;
 - Precipitação diária.

Cálculo do volume de água potencialmente aproveitável

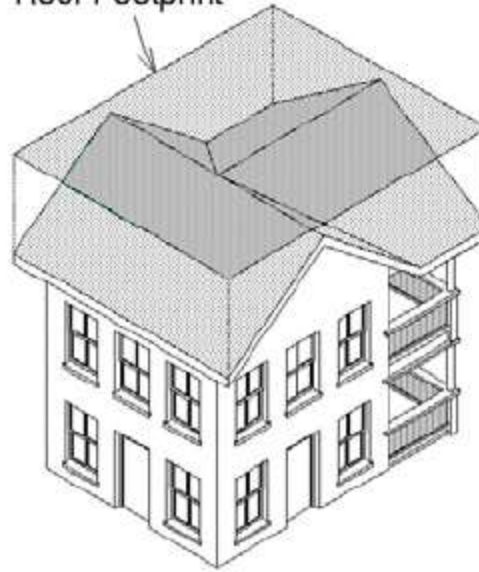
$$V = \frac{\textit{Área} * P * C}{1000}$$

- Na qual:
 - V = volume de água potencial (m³);
 - Área = área de captação (m²);
 - P = precipitação (mm)
 - C = fator de aproveitamento (0,8 a 0,9).

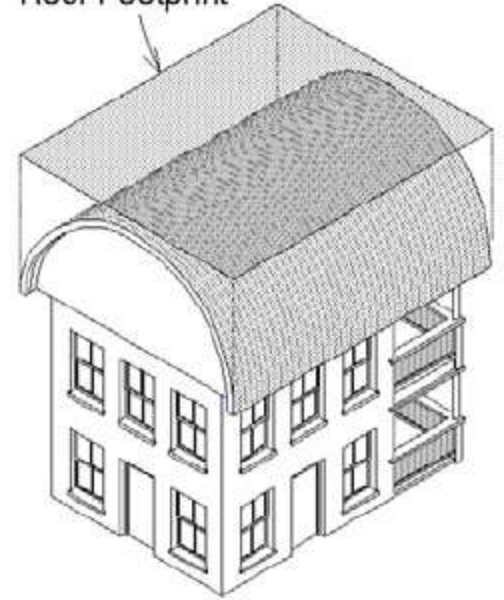
Roof Footprint



Roof Footprint



Roof Footprint



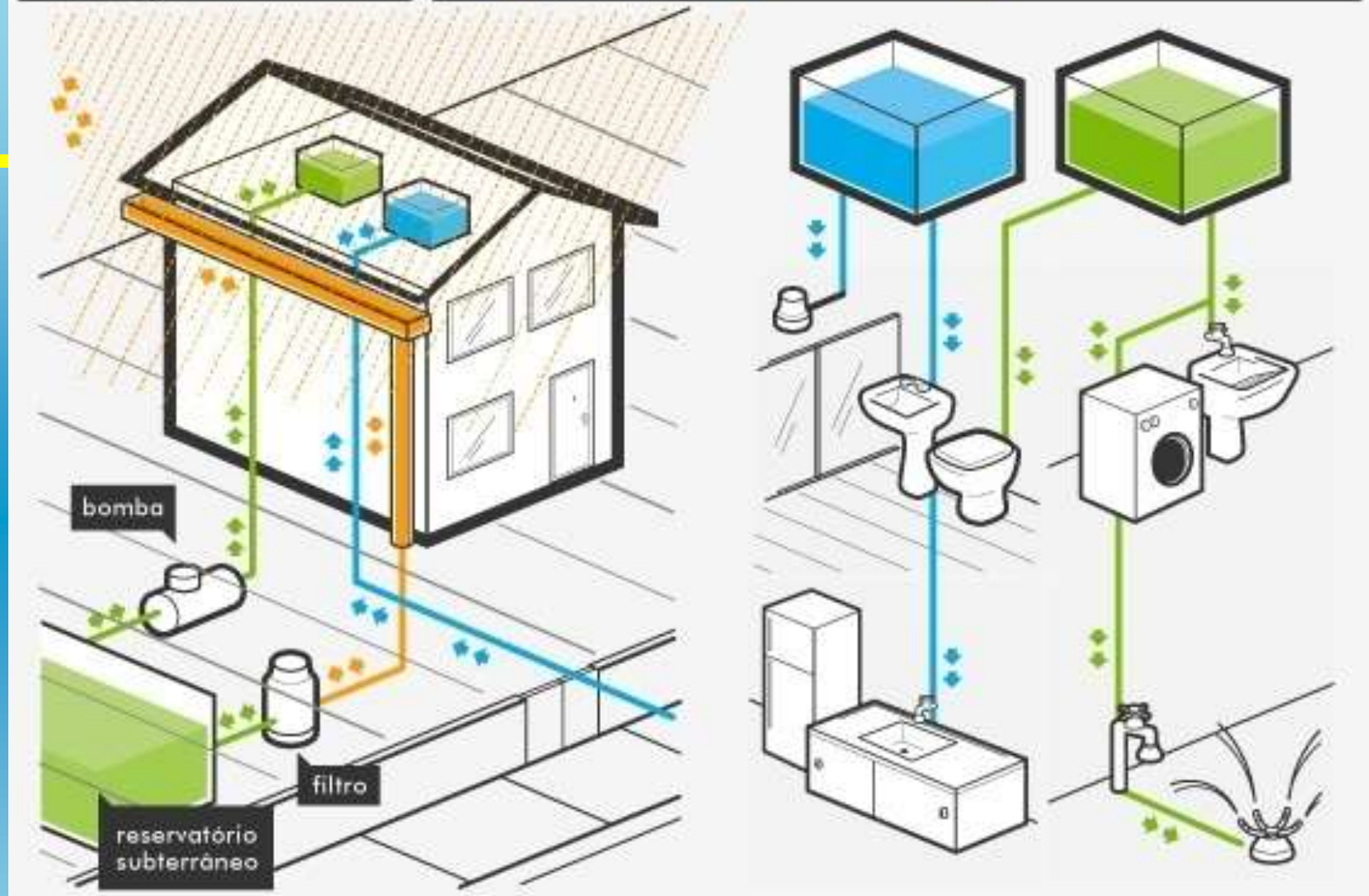
Área de coleta da água de chuva

CAPTAÇÃO

— água da chuva

— água da rua

— água filtrada e reutilizada



Instalações para uso não potável de água de chuva

Fonte: <http://movimentoterras.blogspot.com.br/2012/09/agua-um-recurso-realmente-precioso-o.html>

Cálculo do volume do reservatório

- Diagrama de volumes (Método de Rippl)
- Método utilizado para dimensionamento de reservatórios com o objetivo de regularização de vazão;
- Não é o mais adequado, quando se dispõe de outra fonte de abastecimento;
- Resulta em reservatórios de grandes dimensões.

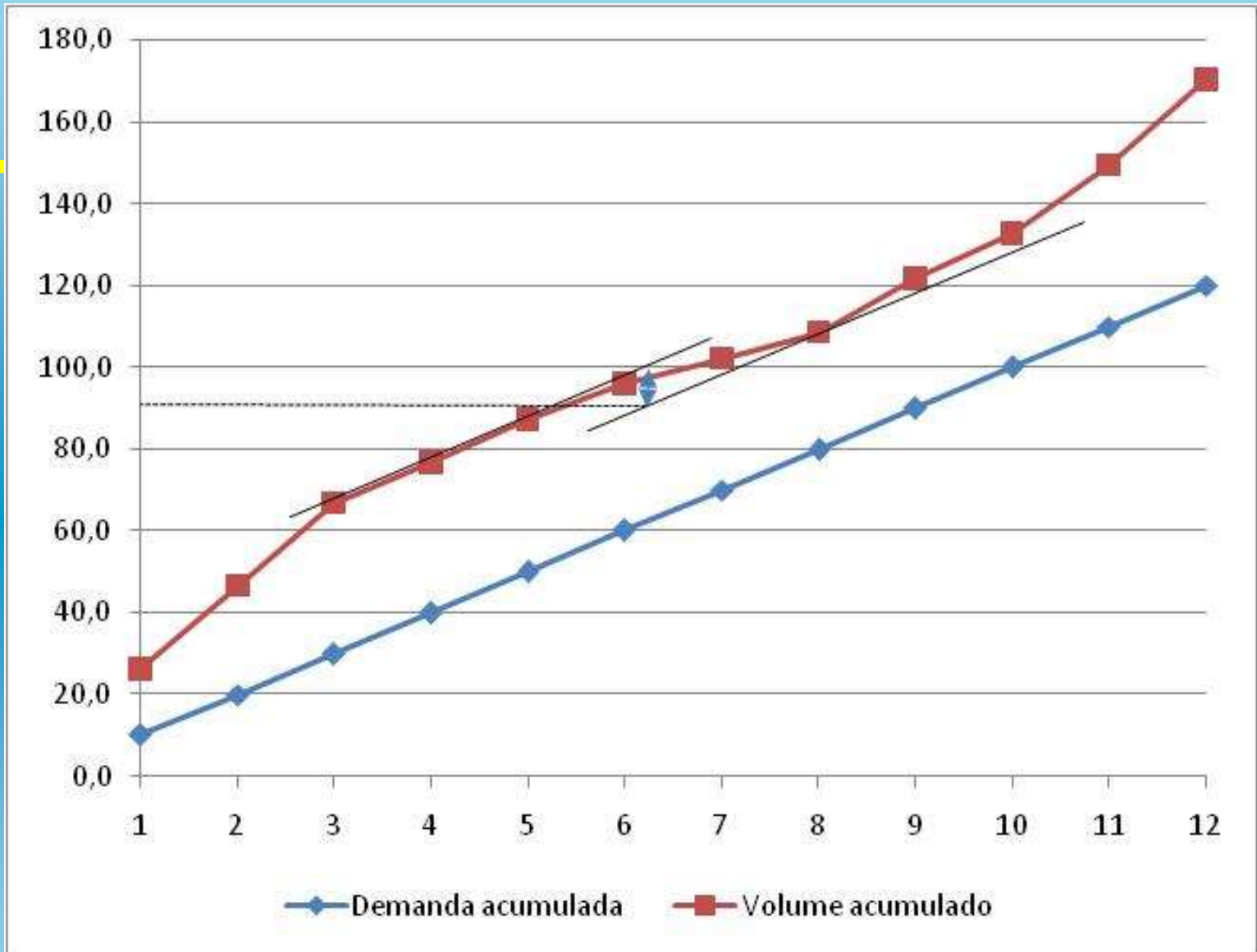
Exemplo de cálculo

- Demanda mensal de $10 \text{ m}^3/\text{mês}$;
- Área de coleta = 100 m^2 ;
- Coeficiente de aproveitamento = $0,8$
- Precipitação média da região de Cajamar.

Cálculo do volume de reservatório pelo método tabular

Mês	Precipitação (mm)	Demanda (m ³)	Volume de Chuva (m ³)	D - V (m ³)	Diferença Acumulada dos Valores Positivos (m ³)
Jan	325,5	10,0	26,0	-16,0	
Fev	257,2	10,0	20,6	-10,6	
Mar	251,9	10,0	20,2	-10,2	
Abr	125,2	10,0	10,0	0,0	
Mai	130,9	10,0	10,5	-0,5	
Jun	110,2	10,0	8,8	1,2	1,2
Jul	75,3	10,0	6,0	4,0	5,2
Ago	80,0	10,0	6,4	3,6	8,8
Set	165,3	10,0	13,2	-3,2	5,6
Out	137,1	10,0	11,0	-1,0	4,6
Nov	209,1	10,0	16,7	-6,7	
Dez	262,6	10,0	21,0	-11,0	

- O volume do reservatório é dado pelo maior valor da diferença acumulada entre a demanda e o volume de chuva.



Método Gráfico

PHD 313/11/37

Observações do Método de Rippl

- Método utilizado para cálculo de reservatórios para regularização de vazão;
- Implica que o reservatório deve garantir a demanda ao longo de todo o ano;
- Para garantir o atendimento da demanda, o volume do reservatório torna-se elevado;
- Pode-se utilizar métodos alternativos.

Método para o máximo aproveitamento

- Utilizado onde se deseja reduzir ao máximo a demanda de água das fontes tradicionais;
- Neste método é priorizado o máximo aproveitamento quando há disponibilidade;
- Efetuado com base no balanço de massa entre volume disponível e demanda a ser atendida.

$$\frac{dV}{dt} = Vp * C_e - Demanda$$

Aspectos a serem considerados

- Prioriza-se o máximo aproveitamento quando a água de chuva está disponível;
- Como consequência, a confiabilidade do sistema de aproveitamento é baixa.

Normatização para aproveitamento de água de chuva

- Norma ABNT-NBR 15.527, publicada em 24/09/2007;
- Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos;
- Escopo:
 - Fornecer requisitos para o aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis.

4.5 Qualidade da água

4.5.1 Os padrões de qualidade devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista. Para usos mais restritivos, deve ser utilizada a Tabela 1.

Tabela 1 — Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre ^a	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT ^b , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH ^c
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
NOTA Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
^a No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.		
^b uT é a unidade de turbidez.		
^c uH é a unidade Hazen.		

Lei Municipal – São Paulo
LEI Nº 13.276, 05 DE JANEIRO DE 2002

- **TORNA OBRIGATÓRIA A EXECUÇÃO DE RESERVATÓRIO PARA AS ÁGUAS COLETADAS POR COBERTURAS E PAVIMENTOS NOS LOTES, EDIFICADOS OU NÃO, QUE TENHAM ÁREA IMPERMEABILIZADA SUPERIOR A 500 m²;**