

# SOLUÇÕES ALTERNATIVAS E INDIVIDUAIS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Profa. Margarita Ma. Dueñas Orozco

[margarita.unir@gmail.com](mailto:margarita.unir@gmail.com)

**FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA - UNIR**  
**CAMPUS DE JI-PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

# INTRODUÇÃO

**Abrangem todas as modalidades de abastecimento coletivo de água distintas do sistema tradicional**



- Poços comunitários
- Distribuição por veículo transportador
  - Chafarizes
  - Fontes

Soluções individuais

# INTRODUÇÃO

Soluções improvisadas ou destinadas a população de baixa renda

Técnicas que fazem parte do leque de opções do projetista



**PADRÃO DE POTABILIDADE**

Aspectos técnicos, culturais, socioeconômicos e os ambientais, dentre outros.

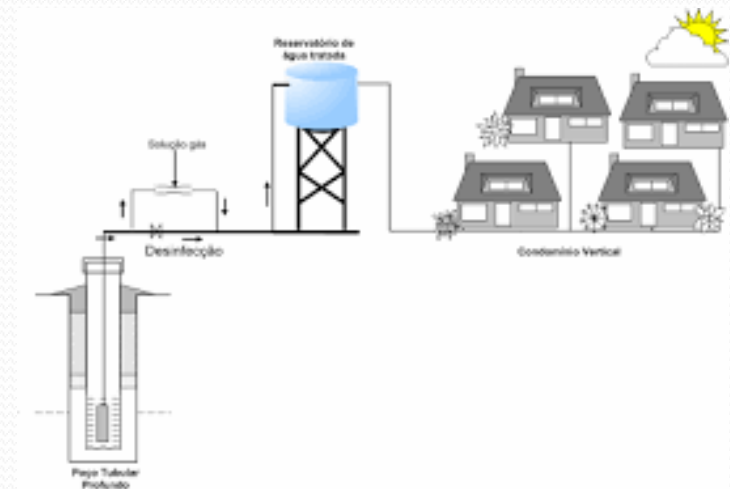
# SISTEMA TRADICIONAL

## **SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

“Instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão”.

# SOLUÇÕES ALTERNATIVAS

- Não há obrigatoriedade de distribuição por rede
- Não há obrigatoriedade de responsabilidade do poder público.



# SOLUÇÕES ALTERNATIVAS

## SITUAÇÃO TRANSITÓRIA

Situações de emergência de origem natural ou operacional

## SITUAÇÃO PERMANENTE

Alternativas utilizadas por longos períodos, em áreas rurais ou urbanas

**Localidades brasileiras com escassez hídrica**

**Exemplo: comunidades rurais do semi-árido**

# SOLUÇÕES ALTERNATIVAS

REFLITA :

*“Soluções individuais implicam transferir para a população, em geral a população mais carente e com menor nível de instrução, a responsabilidade que compete ao poder público”*

# SOLUÇÕES ALTERNATIVAS E INDIVIDUAIS

**Tabela 7.2 - Exemplos de soluções alternativas e individuais de abastecimento de água para consumo humano**

<b>Componente do sistema de abastecimento de água</b>	<b>Exemplo de solução alternativa ou individual</b>
Captação	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nascente, poço de uso familiar ou coletivo, manancial de superfície, água de chuva</li></ul>
Tratamento	<ul style="list-style-type: none"><li>• Desinfecção solar, fervura, uso de desinfetantes a base de cloro, filtros domésticos, tratamento domiciliar com filtros de areia, emprego de coagulantes naturais, sachês com produtos químicos</li></ul>
Reservação	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reservatórios domiciliares (caixas d'água), cisternas ou caixas para armazenamento de água de chuva, pequenos reservatórios públicos</li></ul>
Distribuição	<ul style="list-style-type: none"><li>• Chafariz, torneiras públicas, veículos transportadores</li></ul>



# CAPTAÇÃO



- Água de nascentes e poços pode não existir próximo às residências
- Água de superfície, quando há, frequentemente apresenta qualidade insatisfatória para o consumo humano



# CAPTAÇÃO

## ÁGUA DE CHUVA



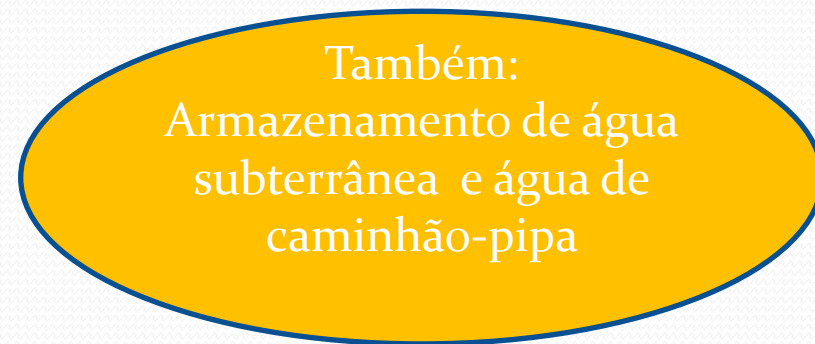
## P1MC PROGRAMA

Objetivo: construir um milhão de cisternas destinadas ao armazenamento de água de chuva na região do semi-árido, beneficiando cerca de 5 milhões de pessoas.

# CAPTAÇÃO

- Reservatórios das águas de chuva (cisternas ou caixas)

- Alvenaria → Sobre o terreno
- Ferrocimento → Sobre o terreno
- **Placas de cimento** → Semi-enterrada



# CAPTAÇÃO

*Heller e Pádua, 2006*



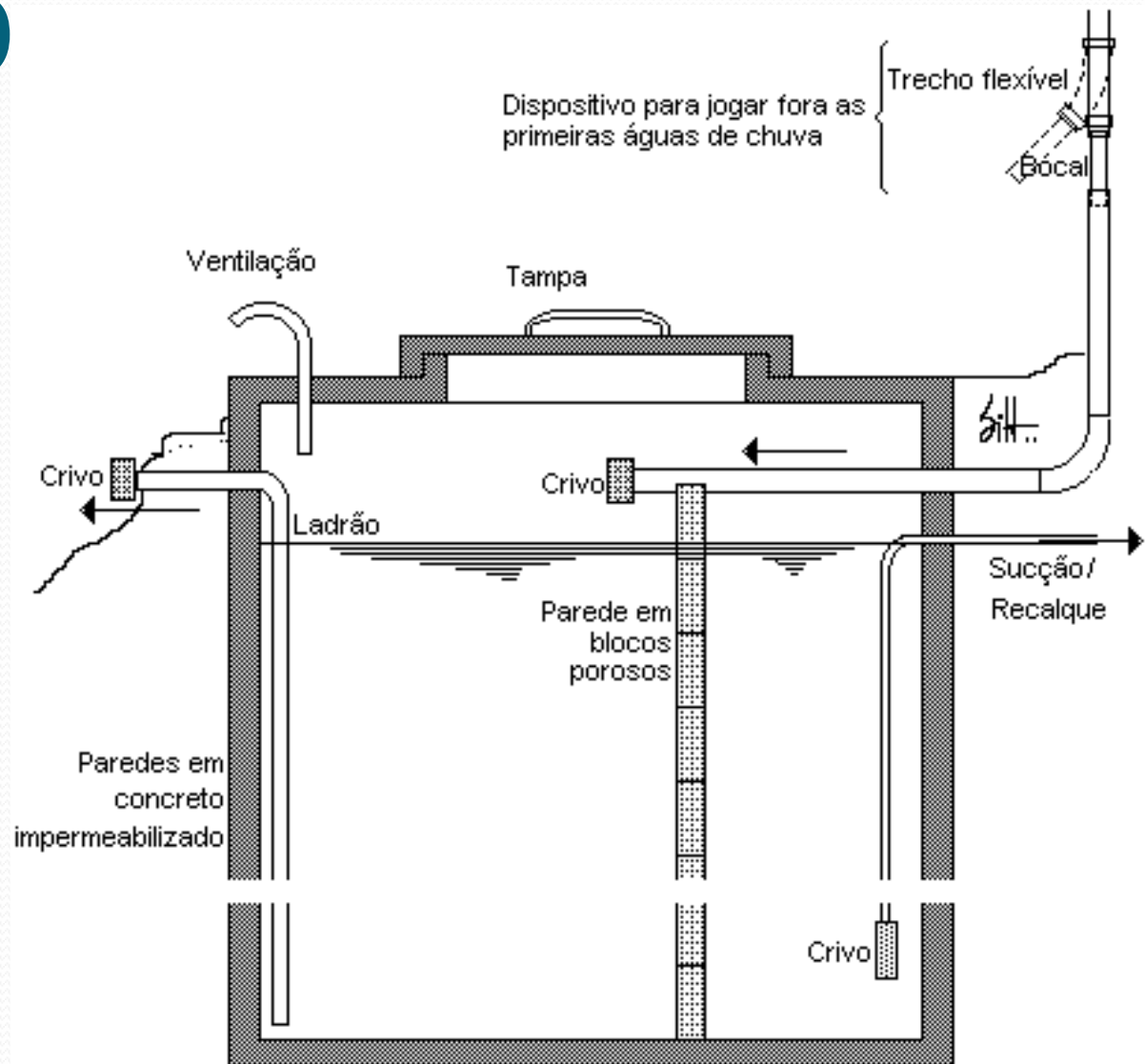
Figura 7.2 - Algumas etapas da construção de cisternas de placas destinadas ao armazenamento de água de chuva: início da escavação, escavação concluída, peneiramento da areia para confecção das placas, colocação das placas, colocação das vigas da cobertura e cisterna pronta

# CAPTAÇÃO

## Considerações para escolha do local – CISTERNAS

- Para evitar o risco de contaminação da água, a cisterna deve ser construída a, pelo menos, 15 m de distância de locais como fossas, latrinas, currais e depósitos de lixo;
- A cisterna deve ser colocada em ponto baixo do terreno, para receber por gravidade a água escoada de todos os lados do telhado;
- Sempre que possível, deve-se aproximar a cisterna da cozinha, para facilitar o acesso das donas de casa;
- Deve-se procurar um local isento e/ou afastado de árvores ou arbustos, para evitar que as raízes da vegetação cresçam e provoquem rachaduras e vazamentos na cisterna.

# CAPTAÇÃO

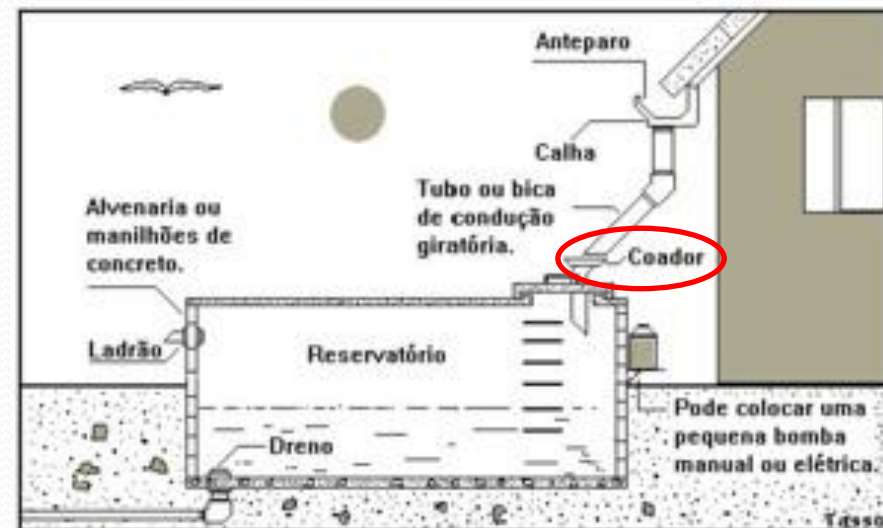


# CAPTAÇÃO

Cuidados – CISTERNAS

Barreiras físicas

- **Coador:** dispositivo colocado na entrada da cisterna
  - Coador de pano
  - Coador de zinco

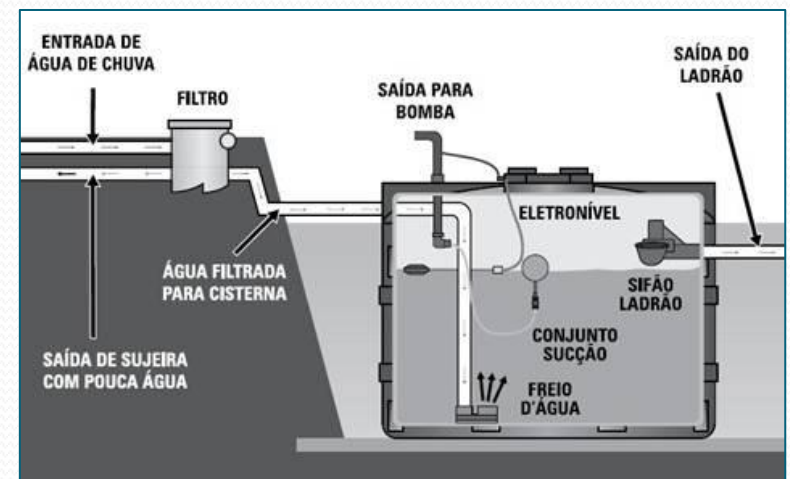


# CAPTAÇÃO

## Cuidados – CISTERNAS

### Barreiras físicas

- **Filtro de areia:** trata-se de um filtro constituído por camadas sucessivas de material granular, dispostas em um compartimento de alvenaria instalado acima do teto da cisterna, no local de entrada de água





# TRATAMENTO

- Responsabilidade da população
- Vários locais de tratamento
- Dificuldade no controle da qualidade da água



**TREINAMENTO**

# TRATAMENTO

- COAGULAÇÃO



Figura 7.3 - Criança coagulando água com “pedra branca”, nome dado ao sulfato de alumínio no Quênia

Fonte: JAHN (1989)

# TRATAMENTO

- COAGULAÇÃO: semente como coagulante natural



Figura 7.4 - Etapas do tratamento de água com semente de moringa: coleta da semente (a), sementes sem casca (b), senhoras fazendo o tratamento da água (c) e coleta de amostras para análise da qualidade (d)

Fonte: JAH (1989)

# TRATAMENTO

## TTO. CONVENCIONAL

- COAGULAÇÃO
- FLOCULAÇÃO
- SEDIMENTAÇÃO
- FILTRAÇÃO
- DESINFECÇÃO

## TTO. ALTERNATIVO

- ✓ Sementes trituradas e adicionadas à água para coagulação
- ✓ Água agitada por um tempo, agregação impurezas
- ✓ Água em repouso
- ✓ Água é filtrada: tecidos ou filtros domésticos
- ✓ Água é desinfetada

# TRATAMENTO

- COAGULAÇÃO



**Moringa oleífera - quiabo  
de quina - lírio branco**

# TRATAMENTO

- COAGULAÇÃO



**Moringa oleífera - quiabo  
de quina – lírio branco**

- Suco de folhas frescas e extratos das sementes inibem o crescimento de *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphylococcus aureus*
- Reduções superiores a 98% de coliformes termotolerantes
- Remoção de cercárias do *Shistosoma mansoni*, agente causador da esquistossomose
- Semente: elevado potencial de remoção de toxinas (cianobactérias)
  - Folhas: alto valor protéico
  - Óleo: valor comercial

## **Importante:**

- Quantidade determinada previamente para cada tipo de água a ser tratada
- Casos onde a eficiência é insatisfatória para potabilização.

# TRATAMENTO

- COAGULAÇÃO
- Pequenos pacotes de produtos químicos para potabilizar água

Bangladesh:

Sachês destinados à remoção de arsênio na água destinada ao consumo humano.

# TRATAMENTO

- FILTRAÇÃO

- Filtros constituem-se numa barreira sanitária a mais, quando não a única, capaz de reter partículas e alguns microrganismos presentes na água.
- O tipo de filtro, a forma como é efetuada sua limpeza e a qualidade da água bruta são determinantes do sucesso desses dispositivos
- Havendo dúvida quanto à procedência da água, não se deve confiar somente no filtro

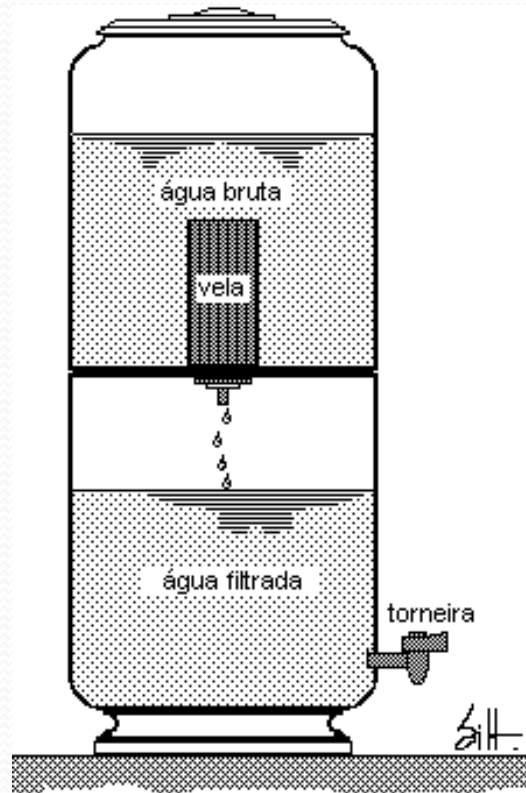


# TRATAMENTO

## FILTRAÇÃO

### FILTRO DE VELA

- Tradicionais
- Limpeza (?)

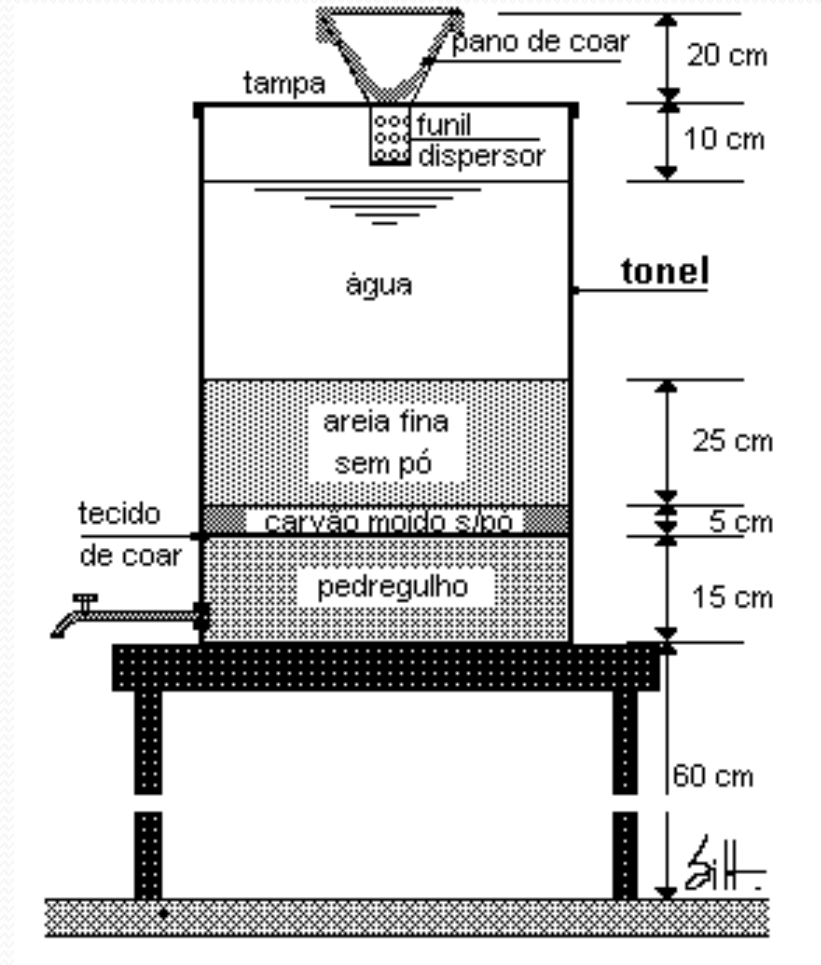


# TRATAMENTO

## FILTRAÇÃO

### FILTRO DE AREIA

- Semelhante a filtros lentos de ETA
- Limpeza: raspagem de camada superficial
- Camada de carvão vegetal
- Eficiência discutível



# TRATAMENTO

## FILTRAÇÃO

### APARELHOS INDUSTRIALIZADOS

Diversos meios filtrantes:

- Terra diatomácea,
- Carvão
- Materiais sintéticos (membranas)



# TRATAMENTO

## DESINFECÇÃO

- A desinfecção destina-se a garantir a qualidade microbiológica da água
- Eficiência: Água presente baixa concentração de sólidos dissolvidos e turbidez reduzida

# TRATAMENTO

## DESINFECÇÃO

### MEIOS FÍSICOS

- Ebulição
- Irradiação
- Outros

### MEIOS QUÍMICOS

- Compostos de cloro
- Ozônio
- Outros

# TRATAMENTO

## DESINFECÇÃO - HIPOCLORAÇÃO

### Hipoclorito de Cálcio

- Produto sólido
- Cerca de 70% de cloro ativo
- Aplicação por diluição



### Hipoclorito de Sódio

- Solução
- Cerca de 12 a 15% de cloro ativo
- A água sanitária é uma solução diluída de hipoclorito de sódio, contendo entre 2 e 5% de cloro ativo



# TRATAMENTO

## DESINFECÇÃO - HIPOCLORAÇÃO

### QUANTIDADE

- Volume de água a desinfetar,
- Qualidade da água
- Concentração da solução de hipoclorito

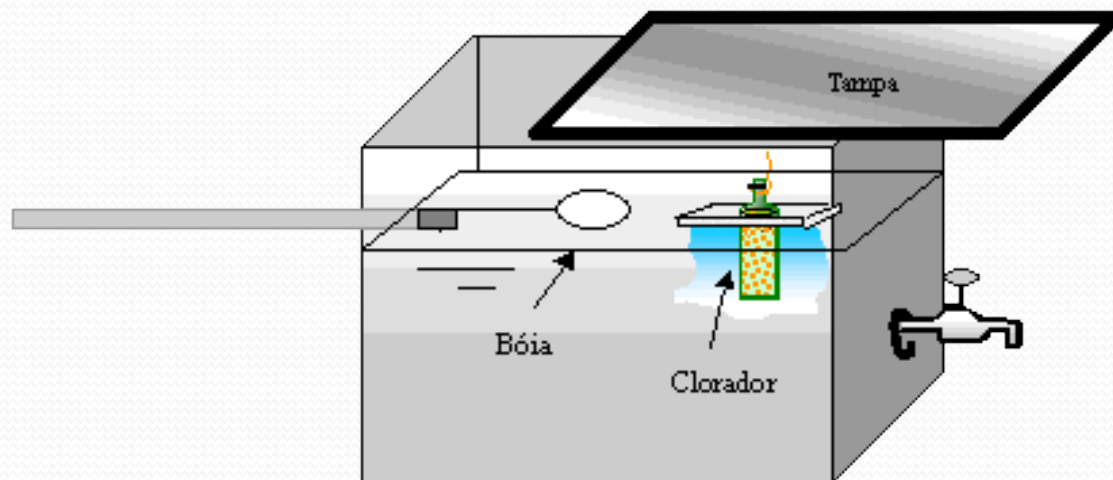
#### RECOMENDAÇÃO

Dosagens entre 1 e 5 mg/L.  
Costuma-se recomendar 3 gotas  
de água sanitária para cada  
litro de água a ser desinfetada.

# TRATAMENTO

## DESINFECÇÃO – CLORADOR POR DIFUSÃO

Equipamento para dosagem de cloro, que pode ser instalado no interior do poço raso





# TRATAMENTO

## DESINFECÇÃO – CLORADOR DE PASTILHA

Pastilhas de hipoclorito de cálcio



# TRATAMENTO

## DESINFECÇÃO – IODO



### Tintura de iodo a 8% e uma solução de hiposulfito de sódio

*São colocadas 20 gotas da tintura de iodo em um garrafão de 20 litros e, posteriormente, este é completado com água a ser tratada. A mistura é deixada em repouso por uma hora. Em seguida, adicionam-se 20 gotas da solução de hiposulfito de sódio. O garrafão é então agitado e colocado novamente em repouso por uma hora*

*Barros et al. (1995)*

# TRATAMENTO

## DESINFECÇÃO – RADIAÇÃO SOLAR

### ENERGIA SOLAR

- Calor
- Radiação UV



# TRATAMENTO

## DESINFECÇÃO – RADIAÇÃO SOLAR

1 Lave bem as garrafas antes de usá-las pela primeira vez.



2 Agora, termine de encher as garrafas.



3 Coloque-as ao sol sobre uma placa escura...



5



Deixe as garrafas ao sol durante 6 horas.

An illustration featuring a clock face showing 6 o'clock, flanked by two suns.

6 Deixe a água esfriar. Depois, é só bebê-la.



# RESERVAÇÃO

- Utilidade: intermitência no fornecimento de água de sistemas públicos
- Em sistemas alternativos: **IMPRESCINDÍVEL**

# RESERVAÇÃO

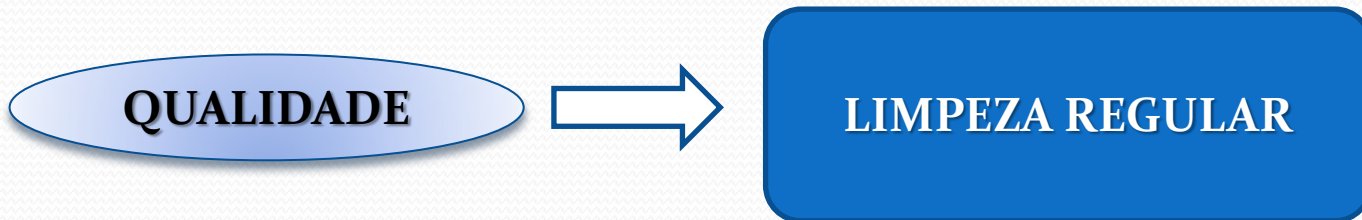
## CISTERNAS

- Dispositivos de extravasão,
- Limpeza de fundo e ventilação, devidamente protegidos por telas, para evitar o acesso de animais e o carreamento de impurezas ao seu interior.
- Em qualquer reservatório, deve-se cuidar para evitar condições propícias ao criadouro de vetores que procriam na água.

# RESERVAÇÃO

## LIMPEZA

- Reservatórios domiciliares (caixas d'água): 6 meses
- Cisternas:
  - 1 vez por ano
  - Telhados de captação,
  - Calhas de coleta
  - Sistema de condução de água



# RESERVAÇÃO – LIMPEZA

Figura 62 - Instruções para Limpeza e Desinfecção da Caixa d'água





# RESERVAÇÃO – LIMPEZA



# RESERVAÇÃO – LIMPEZA



BRASIL, 2006

# DISTRIBUIÇÃO

## ARRANJO “CONVENCIONAL”

- Captação
- Tratamento (opcional)
- Armazenamento (reservatório)
- Distribuição
  - Torneira pública ou
  - Distribuição direta por chafariz
    - Balde ou recipiente
  - Veículos transportadores (caminhão-pipa)

# DISTRIBUIÇÃO

## RESERVATÓRIOS COM TORNEIRAS PÚBLICAS

- Evitar o aparecimento de fendas que causam vazamentos e eventuais contaminações externas;
- Dotar o reservatório com dispositivos de extravasão, limpeza e ventilação adequados, que evitem a entrada de pássaros, insetos, poeira e outros animais e substâncias indesejáveis;
- Cuidar para que o reservatório contenha tampa de inspeção devidamente selada, para evitar penetração de água de drenagem da cobertura ou entrada de objetos indesejáveis;
- Efetuar a limpeza periódica do reservatório e após serviços de reparos ou construções

# DISTRIBUIÇÃO

## RESERVATÓRIOS COM TORNEIRAS PÚBLICAS

- Manter controle de qualidade da água adequado e de acordo com a legislação vigente;
- Evitar condições propícias ao criadouro de vetores que procriem na água, a exemplo de mosquitos transmissores de dengue, especialmente nos locais imediatamente abaixo da torneira;
- Requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água, apresentando laudo sobre a análise da qualidade da água a ser fornecida;
- Garantir que as torneiras tenham as suas saídas em nível pouco acima do fundo, para evitar que eventuais impurezas acumuladas no fundo do reservatório venham a ser transportadas para o coletor de água

# DISTRIBUIÇÃO

## CHAFARIZ

- Manter controle de qualidade da água adequada e de acordo com a legislação vigente;
- Garantir que a fonte supridora do chafariz seja segura;
- Evitar condições propícias ao criadouro de vetores que procriem na água, a exemplo de mosquitos transmissores de dengue, especialmente nos locais imediatamente abaixo da torneira;
- Requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água, apresentando laudo sobre a análise da qualidade da água a ser fornecida.

# DISTRIBUIÇÃO

## VEÍCULOS TRANSPORTADORES

Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde

I - garantir que tanques, válvulas e equipamentos dos veículos transportadores sejam apropriados e de uso exclusivo para o armazenamento e transporte de água potável;

II - manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e a fonte de água;

III - manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água, previstos nesta Portaria;

IV - assegurar que a água fornecida contenha um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L; e

V - garantir que o veículo utilizado para fornecimento de água contenha, de forma visível, a inscrição "ÁGUA POTÁVEL" e os dados de endereço e telefone para contato.

# DISTRIBUIÇÃO



(a) chafariz público



(b) torneira pública



(c) distribuição individual

Figura 7.6 - Soluções alternativas e individuais de distribuição de água

Fonte da Figura (c): BUEHNE *et al.* (2001)



# ARRANJOS DE INSTALAÇÕES

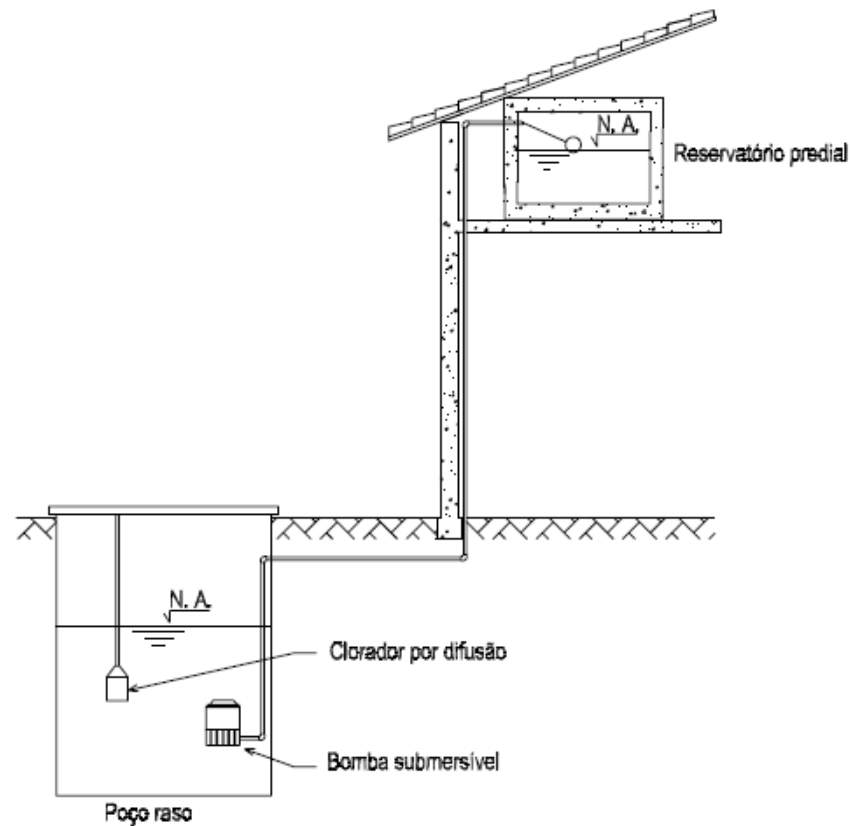


Figura 2.18 - Solução individual com poço raso

# ARRANJOS DE INSTALAÇÕES

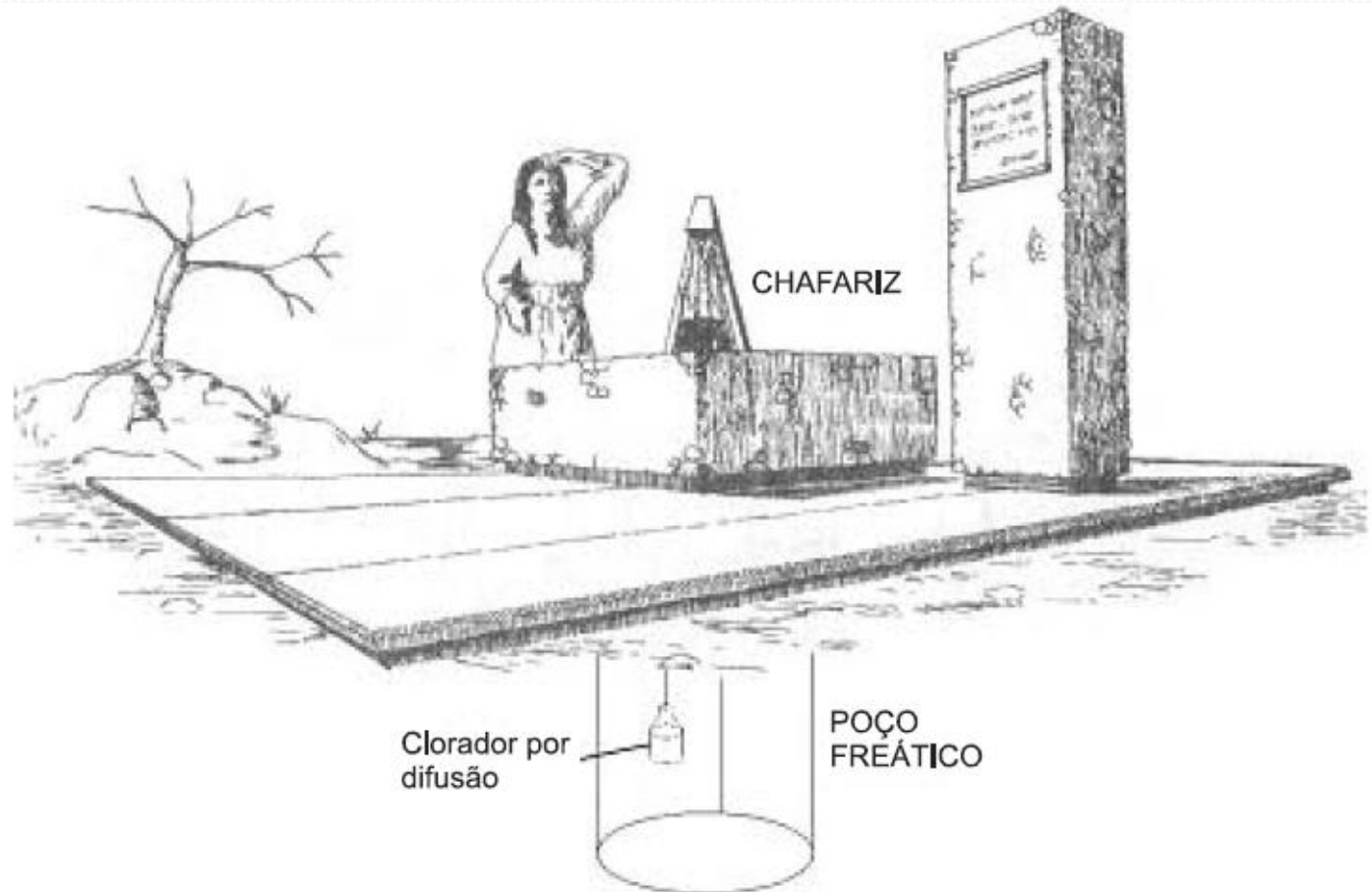


Figura 2.20 - Chafariz com bomba manual sobre poço freático  
Fonte: adaptado de DIS-SSA (1980)

# ARRANJOS DE INSTALAÇÕES

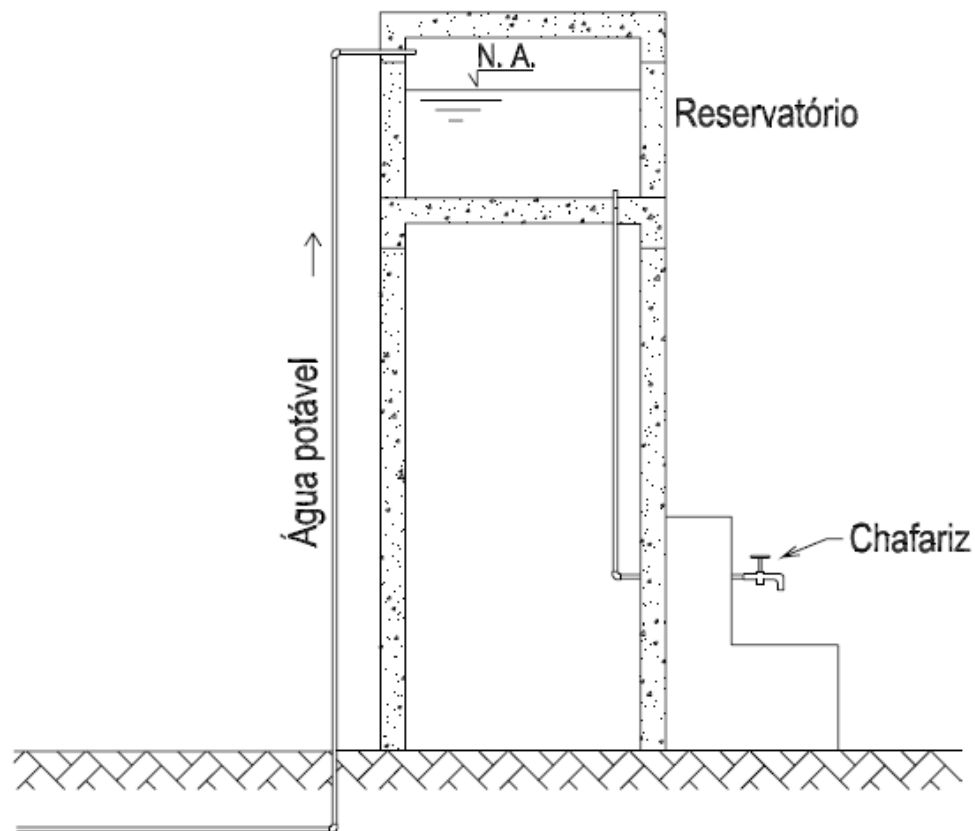


Figura 2.21 - Chafariz alimentado por reservatório elevado

Fonte: DACACH (1990)

# CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Desenvolvimento de técnicas alternativas que possam ser adotadas por comunidades não atendidas atualmente pelos sistemas tradicionais de abastecimento de água
- **Soluções alternativas não devem ser sinônimo de soluções improvisadas**
- Considerar ainda que ações que não envolvam a participação da comunidade dificilmente terão resultados positivos
- Portaria no 2914/2011, ao atribuir responsabilidades legais e explicitar particularidades das soluções alternativas de abastecimento de água

# DESAFIOS

- A água de chuva, por apresentar pH tendendo à acidez, pode ser agressiva ao concreto dos reservatórios e com isso promover a liberação de metais potencialmente prejudiciais à saúde?
- A água de chuva é excessivamente desmineralizada para ser recomendada ao consumo humano?
- Qual a qualidade da água da chuva nas diversas localidades onde estão sendo construídas as cisternas?
- A população está devidamente instruída para adotar boas práticas de manejo da água?

# EXERCÍCIOS

- Cálculo de Um Sistema de Captação de Água de Chuva

**Considere uma casa localizada na região do Vale do Jequitinhonha - MG, cuja família necessita de água de chuva para beber e cozinhar durante o ano todo.**

Pede-se:

- i) listar os dados que são necessários para dimensionar a cisterna destinada à captação de água de chuva;
- ii) dimensionar a cisterna de captação de água de chuva para atender a família no período de um ano.

# EXERCÍCIOS

- Cálculo de Um Sistema de Captação de Água de Chuva

## Dados para dimensionamento:

- ✓ Índice pluviométrico da região
- ✓ Número de pessoas que habitam a casa
- ✓ Área do telhado da casa
- ✓ Tipo de cobertura do telhado

# EXERCÍCIOS

Dimensionamento:

Volume anual de água necessário ( $V_n$ )

$V_n = \text{consumo per capita} \times \text{número de pessoas na família} \times \text{período de uso}$

Tabela 7.3 - Consumo diário de água

Uso	Consumo em litros/pessoa/dia		
	Mínimo	Máximo	Média
Beber, cozinhar	2	4	3
Banho, limpeza, roupas, louça	7	19	13



# EXERCÍCIOS

Dimensionamento:

Volume de água potencial ( $V_p$ ) e efetivo ( $V_e$ )

$V_p = \text{pluviometria média local} \times \text{área do telhado} =$

# EXERCÍCIOS

Dimensionamento:

Volume de água potencial ( $V_p$ ) e efetivo ( $V_e$ )

$V_e = V_p \times$  coeficiente de escoamento superficial ( $C$ ) =

**Tabela 7.4 - Valores médios do coeficiente de escoamento superficial ( $C$ ), de acordo com as características do material usado na cobertura de captação, para o trópico semi-árido brasileiro**

<b>Material da cobertura</b>	<b><math>C</math> (médio)</b>
Polietileno	0,90
Argamassa de cimento e areia	0,88
Asfalto	0,88
Telha de barro	0,75

# EXERCÍCIOS

Dimensionamento:

Assim, pode-se construir uma  
cisterna com capacidade para  
armazenar  
**16.000 litros de água.**

# BIBLIOGRAFIA

- BRASIL. Portaria MS 2914. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 2011.
- HELLER, L.; PADUA, V.L. **Abastecimento de água para consumo humano**. 2ª Edição. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.
- BARROS, R.T.V et al. **Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.