

CEIVAP

AGEVAP

## Aproveitamento de água de chuva



MSc. Monica Pertel

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

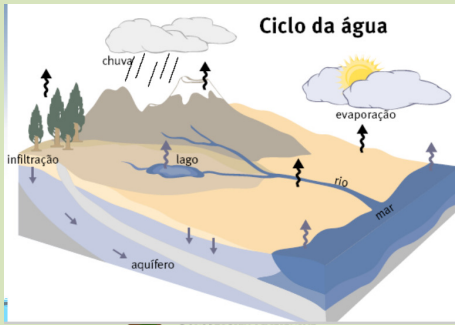
---

CEIVAP

AGEVAP

## Introdução

### Ciclo da água



chuvia

evaporação

infiltração

lago

rio

mar

aquifero

---

---

---

---

---

---

---

---

CEIVAP

AGEVAP

## Águas azuis



Aproveite a água de chuva

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

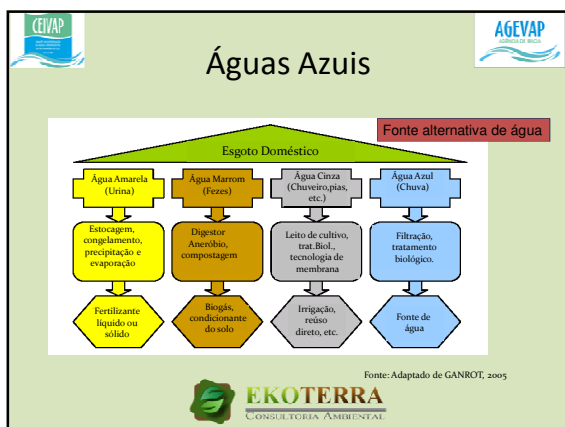
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Água de chuva**

USOS

- Alimentação de bacias sanitárias e mictórios;
- Irrigação de jardins, pomares e outros cultivos;
- Limpeza de pavimentos, paredes, pátios, peças e equipamentos industriais e veículos;
- Reserva de incêndio;
- Recarga de aquíferos;
- Ar condicionado central ou sistemas de resfriamento;
- Espelhos e fontes d'água.

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

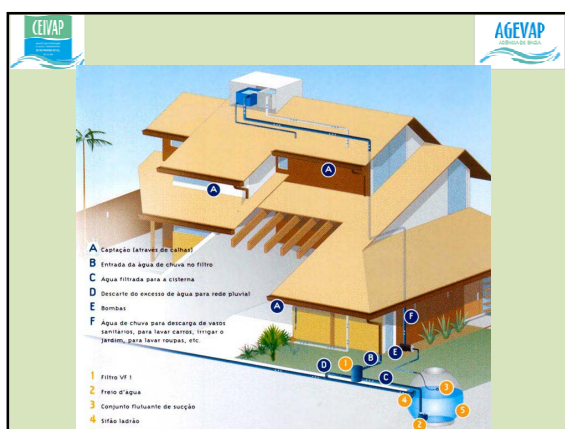
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### Usos

1. Distribuição para irrigação  
2. Coleta e filtro de 50µm  
3. Água de chuva para uso sanitário  
4. Sistema de distribuição para lavagem de pisos e paredes  
5. Sistema de distribuição para lavagem de roupas  
6. Para uso de rega no frasco  
7. Sistema de filtro  
8. Sistema de filtro  
9. Sistema de distribuição  
10. Sistema de distribuição

---

---

---

---

---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### Captação de Água de Chuva

- Conhecida e utilizada há centenas de anos (registros de 850 a.C.);
- Processo simples, próximo ao local de consumo e com relativo baixo nível de perdas;
- Aproveita a água da chuva diretamente, não diminuindo a quantidade de outros mananciais.

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### O que é aproveitamento de água de chuva

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

CEIVAP AGEVAP

### O que é aproveitamento de água de chuva

```
graph TD; WH[WATER HARVESTING] --> VA[vapor d' água]; WH --> ES[escoamento superficial]; WH --> AS[águas subterrâneas]; VA --> C1[captação de água de neblinas e de orvalho]; ES --> C2[captação de água de chuva]; ES --> C3[captação de vazões de cheia]; AS --> C4[captação de águas subterrâneas];
```

Figura 1: Os quatro principais grupos de técnicas de water harvesting (adaptado de Prinz, 1999)

Cedido por Luiz Palmier

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

CEIVAP AGEVAP

### O que é aproveitamento de água de chuva

Barragem Subterrânea

Fonte: <http://www.tropiologia.org.br/>

Barragem Subterrânea

Foto: Rodolfo Nóbrega

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

CEIVAP AGEVAP

### O que é aproveitamento de água de chuva

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

Cedido por Luiz Palmier

---

---

---

---

---

---

---

---

**Água de Chuva e Semi-Árido**

- Armazena certa quantidade de água a ser utilizada em períodos de estiagem, aumentando a segurança hídrica.
- Na maioria dos sistemas (cisterna de placas) contém cobertura e proteções contra entrada de insetos, fornecendo uma maior proteção sanitária.
- Investimento razoavelmente baixo (R\$ 700,00 a R\$ 2.000,00).
- Incentivo de programas governamentais e não-governamentais.

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

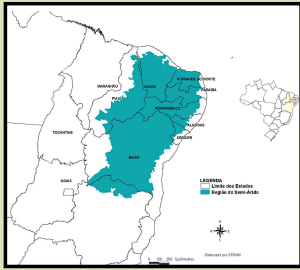
---

---

---

**Semi-Árido**

- Região de grande abrangência territorial
- Alta variabilidade climática
- Baixo índice pluviométrico (<700mm)



Fonte: Ministério da Integração

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

O que é aproveitamento de água de chuva através de cisternas



Juazeiro da Bahia - BA      Nascente - CE

Puxinanã - PB      Petrolina - PE

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

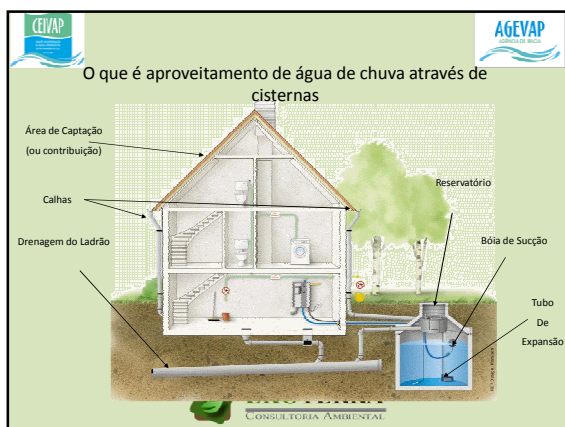
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

P1MC – Programa 1 Milhão de Cisternas

- Construção de 1 milhão de cisternas no Semi-árido Brasileiro.
- Promovido pela Articulação do Semi-Árido (ASA).
  - Fórum de organizações da sociedade civil, que reúne cerca de 750 entidades, entre sindicatos de trabalhadores rurais, associações de agricultores, cooperativas de produção, igrejas, entre outras.
- Acesso à água para um número crescente de famílias rurais do Semi-Árido.
- Promover melhora sensível na qualidade de vida de toda a família.
- Contribuição para diminuir a dependência das famílias em relação aos grandes proprietários de terra e aos políticos.

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

P1MC  
Programa 1 Milhão de Cisternas Rurais

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---



---

---

---


---

---

 **P1MC** 

### Programa 1 Milhão de Cisternas Rurais

- É uma das ações da ASA e vem sendo desenvolvido pelas Unidades Gestoras e pelo conjunto de instituições microrregionais, municipais e locais, com respaldo técnico e político da ASA e da AP1MC.
- O P1MC é um processo de formação, educação e mobilização de pessoas e instituições, que vem desencadeando um movimento de articulação e de convivência sustentável com o semi-árido, através do fortalecimento da sociedade civil e da construção de cisternas.

 **EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---



---

---

---


---

---

 **P1MC - Objetivos** 

### Programa 1 Milhão de Cisternas Rurais

- Implementar um processo de formação, calcado na educação para a convivência com o semi-árido e na participação das pessoas e grupos na implantação de políticas públicas.
- Mobilizar e capacitar 1 milhão de pessoas.
- Construir 1 milhão de cisternas para captação e armazenamento de água de chuva.
- Propiciar o acesso descentralizado à água potável para 1 milhão de famílias, aproximadamente 5 milhões de pessoas.

 **EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

 **P1+2: 1 terra, 2 águas** 



 **EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

Cedido por Luiz Palmier

---

---

---

---

---

---

---

---

**Mercado imobiliário de alto padrão**

**Vai ser divertido viver no Residencial Des Arts.**

Piscina de adultos aquecida, com 2 salas de 25m - Bar na piscina de adultos e Solário - Piscina infantil - Área de recreação infantil - Salão de festas - Espaço Gourmet - Pista de cooper externa - Fitness Center - Sauna seca, úmida e hidromassagem - Sala de repouso e ducha das saunas - Estacionamento para motocicletas - Central de comunicação via interfonos - Aproveitamento de água de chuva para descarga de banheiro - Lan House

**Residencial Des Arts**

**Edifício L'Atelier.**  
 2 apartamentos duplex com 2 suites, piscina e churrasqueira.

**Edifício L'Opera.**  
 30 apartamentos de 2 quartos (2 suites e suíte) e 4 coberturas duplex de 3 quartos (2 suites, pool, piscina e churrasqueira).

Preços a partir de R\$ 289.000,00 (\*\*)  
 Prestações a partir de R\$ 1.204,00 (\*\*)  
 Prestações mensais sem juros, sem intermediárias durante a obra.  
 Até 240 meses para pagar (\*\*).

Plano: Vivêr é amar...

**Residencial Des Arts**

Cedido por Luiz Palmier

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Produtos para aproveitamento de água de chuva**

**Entrada da água de chuva bruta**

**Entrada da água de chuva bruta**

**Água filtrada indo para a cisterna**

**Água filtrada indo para a cisterna**

**A sujeira (e os pontos de água) vão para a garrafa plástica**

**Pronto a fazer!**

**VOCE MESMO INSTALA FACIL!**

**EKO CONSULTORIA AMBIENTAL**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Algumas empresas que lidam com a Água de Chuva**

- 3P Technick do Brasil – [www.aguadechuva.com](http://www.aguadechuva.com)
- Aquastock – [www.aquastock.com.br](http://www.aquastock.com.br)
- Sharewater - [www.sharewater.com.br](http://www.sharewater.com.br)

- UK Rainwater Systems Comercial Association – **Inglaterra**
- Space Smart Water Tanks – **Austrália**
- Rainwater Harvesting Solutions – **Austrália**
- Wisys - **Alemanha**
- Rain Barrel – **EUA**

**EKOTERRA CONSULTORIA AMBIENTAL**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---




**CEIVAP** **AGEVAP**

### Pesquisa em aproveitamento de água de chuva

- Cada vez mais numerosa;
- Universidades, centros de pesquisa, ONGs e empresas privadas;
- No Brasil, papel pioneiro do CPATSA (EMBRAPA Semi-Árido) em trazer este tema ao nível de pesquisa.

**RESULTADO**



**EKOTERRA** **PESQUISA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### A comunidade técnico-científica



**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---


---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### A comunidade técnico-científica



**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

- Alternativas de aproveitamento de águas de chuva visando à conservação de água e energia;
- <http://www.finep.gov.br/prosab/produtos.htm>

**IPT** Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo Centro Tecnológico do Ambiente Construído Laboratório de Instalações Prediais e Saneamento



**EKOTERRA** CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### Aproveitamento da água de chuva e as políticas públicas

- A consideração da água de chuva ainda é tímida nas políticas de recursos hídricos, saneamento, defesa civil, agricultura;
- Mas há norma da ABNT e vários municípios com legislações específicas (Guarulhos, Curitiba, SP).



**EKOTERRA** CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---


---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**



**EKOTERRA** CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### Aproveitamento da água de chuva e as políticas públicas

Plano Nacional de Recursos Hídricos:  
"A água de chuva é um bem a ser captado de telhados, do chão e do solo, armazenado e/ou infiltrado de forma segura, tratado conforme requerido pelo uso final e utilizado no seu potencial pleno, substituindo ou suplementando outras fontes atualmente usadas."



**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### Projetos de captação

**CAPTÇÃO** — água da chuva — água da rua — água filtrada e reutilizada



**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### Projeto de captação

- A concepção do projeto do sistema de coleta de água de chuva deve atender às NBR 5626 e NBR 10844. No dimensionamento do sistema devem constar as séries históricas das precipitações pluviométricas da região onde será projetado o aproveitamento de água de chuva (ABNT, 2007);
- O sistema de coleta para água de chuva é normalizado pela NBR 10844 e composto por calhas, condutores horizontais e verticais (ABNT, 1989). A área de captação da água de chuva será a cobertura da instituição.



**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

**Projeto de captação**

- Para a implantação do sistema de captação da água de chuva é necessário modificar as instalações prediais, ou seja, a água não potável deve ser totalmente independente daquela destinada ao uso da água potável, evitando a conexão cruzada (ABNT, 1998);
- De acordo com a NBR 5626 também é necessário identificar os pontos de consumo de água potável, com símbolos, cores e placa de advertência com a inscrição de "água não-potável!". O reservatório de água de chuva também deve ser separado da distribuição de água potável (ABNT, 1998).



---

---

---

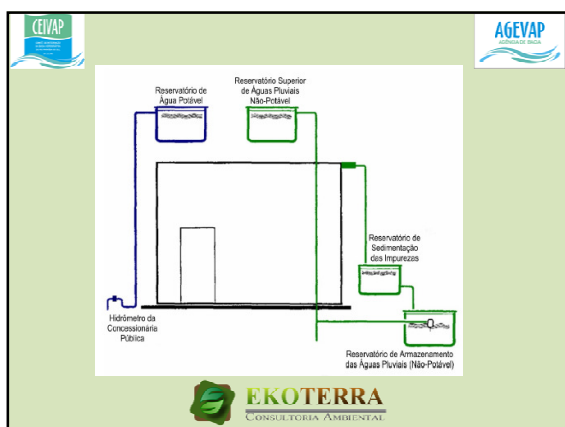
---

---

---

---

---



---

---

---

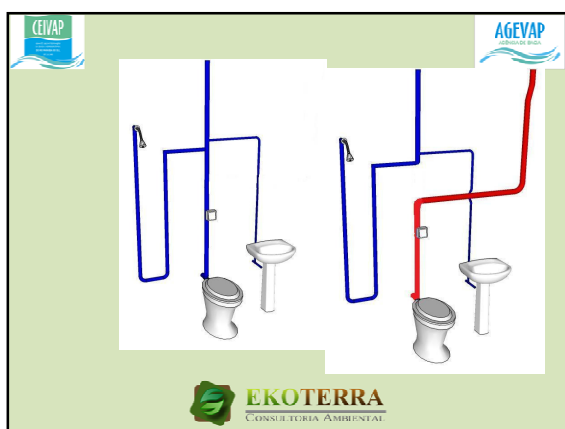
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

**Captação**

Entrada de água do telhado  
Nível operacional  
Bola flutuante  
Água da primeira chuva  
Pequeno furo para descarte da 1ª chuva  
Material sedimentado  
Fundo removível para limpeza  
Reservatório de armazenamento  
Tela  
Reservatório de 1ª chuva  
Cisterna  
Condutor  
Descarga

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Cálculos para projeto**

- Estimar o consumo médio de água do local

**Consumo de Água na Instituição**

Mês	Consumo (l/s)
Jul/09	5
ago/09	30
set/09	27
out/09	20
nov/09	23
dez/09	7
jan/10	4
fev/10	36
mar/10	21
abr/10	26
maio/10	27
jun/10	24

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Precipitação pluviométrica**

- Encontrado em sites como ANA: <http://www2.ana.gov.br>

**Frequência Média de Precipitação entre Janeiro de 1976 e Julho de 2010 em Campos dos Goytacazes - RJ**

Mês	Precipitação Média (mm)
Jan	123
Fev	64
Mar	82
Abr	83
Mai	48
Jun	32
Jul	32
Ago	30
Set	66
Out	92
Nov	139
Dez	156

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

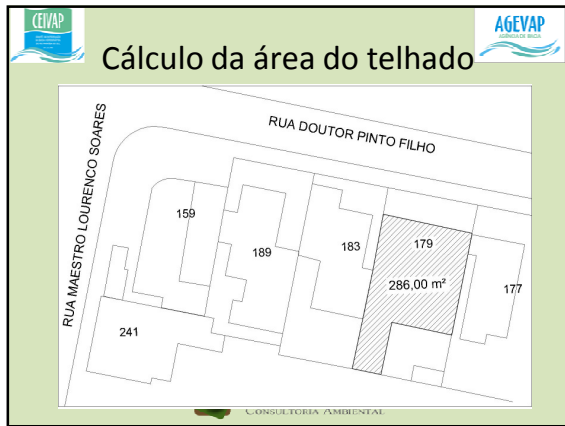
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

### Vazão

- Para o cálculo da vazão utilizou-se a equação 3
- Equação 3 - Cálculo de Vazão segundo ABNT (1989)

$$Q = \frac{l \times A}{60}$$

- Onde:
- Q = Vazão de projeto, em L/min;
- l = intensidade pluviométrica, em mm/h;
- A = área de captação, em m².

- Adotando a intensidade pluviométrica igual 132 mm/h (ABNT, 1989, p.11) e área de captação igual a 286 m², foi encontrada a vazão de 629,2 L/min. Utilizando o coeficiente de rugosidade (n) igual a 0,011. Como a vazão calculada não está na norma, adotou-se o valor acima que foi de 757 L/min. Para o cálculo da calha encontrou-se o diâmetro interno de 150 mm e inclinação de 2%.

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

### Calhas

- Capacidades de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade n = 0,011 (Vazão em L/min)

Diâmetro Interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: ABNT (1989)

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

CEIVAP AGEVAP

### Remoção de folhas e material grosseiro

EKOTERRA CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

CEIVAP AGEVAP

### Dimensionamento do reservatório

Meses	Precipitação média mensal	Área de Captação	Volume de chuva provável no Mês	Demanda Mensal Não Potável	Volume de chuva acumulado	Demanda Acumulada	Diferença entre Volume de chuva Acumulada e Demanda Acumulada
	mm						
Janeiro	123	286	28	4	28	4	24
Fevereiro	64	286	15	30	43	34	9
Março	82	286	19	17	62	51	10
Abril	83	286	19	22	81	73	8
Maior	48	286	11	22	92	95	0
Junho	32	286	7	20	99	115	0
Julho	32	286	7	4	106	119	0
Agosto	30	286	7	25	113	144	0
Setembro	66	286	15	22	128	167	0
Outubro	92	286	21	17	149	183	0
Novembro	139	286	32	19	181	202	0
Dezembro	156	286	36	6	217	208	8

EKOTERRA CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

CEIVAP AGEVAP

### APROVEITAMENTO DA ÁGUA DE CHUVA

RESERVATÓRIO DA ÁGUA DE CHUVA (só chuva forte)

RESERVATÓRIO DA ÁGUA DE CHUVA (só chuva fraca)

DESCARTE INFERIOR DA CHUVA ou ÁGUA DE CHUVA FRACA

www.ecovestibular.org.br

ATENÇÃO: só usar clore de cálcio orgânico (Cloro para potabilidade)

EKOTERRA CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---






---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Custos

- Todo investimento deve ter seus custos avaliados antecipadamente;
- O reservatório é o responsável pelo maior ou menor valor de uma obra para captação e armazenamento de água de chuva;
- Cálculo do pay back é muito importante nesses casos;
- levantamento do tempo de habitação deve ser realizado;
- Qual o aproveitamento final da água captada, para a escolha do tratamento mais eficiente e menos oneroso;
- Abatimento na conta de água e possível incremento na conta de energia devem ser avaliados e levados em conta;
- Importância ambiental do empreendimento – papel da empresa para um melhor ambiente.

CEIVAP

AGEVAP

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Aproveitamentos

- O designer holandês Bas van der Veer desenvolveu «Uma gota de água», que é um tonel de chuva que torna a conservação da água realmente fácil, providenciando um regador que é enchido automaticamente quando chove. Desta forma, o usuário não tem que encher o recipiente com a nossa preciosa água da torneira, mas usa a água “grátis” da chuva para regar o jardim.

EKOTERRA CONSULTORIA AMBIENTAL

CEIVAP

AGEVAP

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

CEIVAP AGEVAP

## Aproveitamento



**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

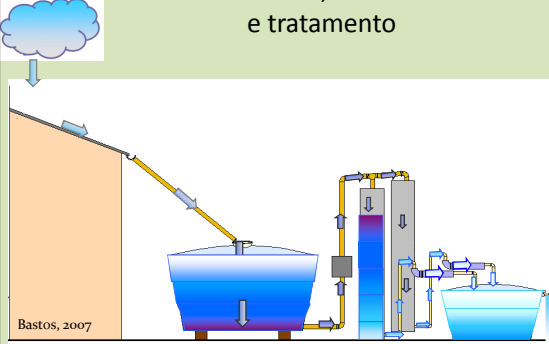
---

---

---

CEIVAP AGEVAP

## Sistema de coleta, armazenamento e tratamento



Bastos, 2007

---

---

---

---

---

---

---

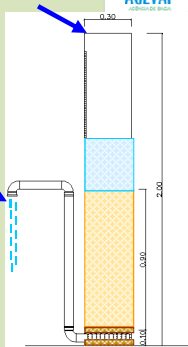
---

CEIVAP AGEVAP

## Tratamento

Tubo de PVC  
Diâmetro = 300mm  
Altura = 2,0 m

Camadas	Espessura (m)	Tamanho dos grãos (mm)
Suporte	0,1	1,7 – 3,17
Leito Filtrante	0,9	0,2 – 1,2



**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

Bastos, 2007

---

---

---

---

---

---

---

---

**Tratamento**

Escoamento livre

**Reator UV**

- PVC
- D=100mm
- C= 450mm
- lâmpada de 8W

Bastos, 2007

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Pesquisa água de chuva**

Parâmetro	Atmosfera	Telhado
Turbidez (UNT)	0,9	10,4
Dureza (mg/L)	8,4	19,8
Cloretos (mg/L)	4,1	14,5
Sulfato (mg/L)	3,9	13,3
DBO (mg/L)	2,7	6,4
DQO (mg/L)	8,9	32,2

Anecchini, 2005

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Pesquisa água de chuva**

Reserv. (mm)	SST	SDT	ST
Reserv. (0,5mm)	13,2	49,4	62,6
Reserv. (1,0mm)	4,0	15,0	19,0
Reserv. (1,5mm)	1,5	14,0	15,5

Anecchini, 2005

**EKOTERRA**  
CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

CEIVAP AGEVAP

### Aproveitamentos



---

---

---

---

---

---

---

---

CEIVAP AGEVAP

### Projeto de captação



---

---

---

---

---

---

---

---

CEIVAP AGEVAP

### Projeto de captação



---

---

---

---

---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### Aproveitamentos



Sistema de Água de Chuva  
Residencial - Ilha do Frade - Vitória/ES



---

---

---

---

---

---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### Aproveitamentos



Sistema de Água de Chuva  
Vitória Motors (1000m²) - Vitória/ES



CONSULTORIA AMBIENTAL

---

---

---

---

---


---

---

---

**CEIVAP** **AGEVAP**

### Aproveitamentos



---

---

---

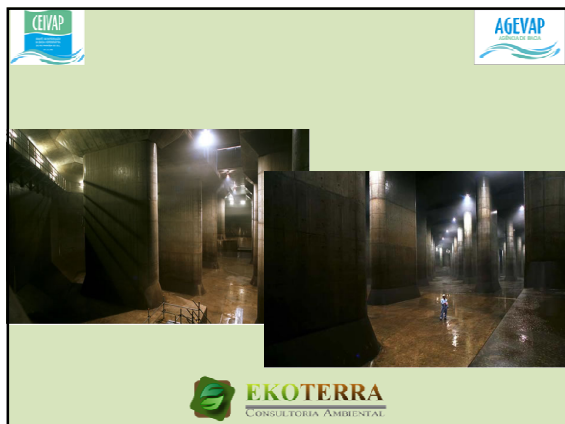
---

---

---

---

---



---

---

---

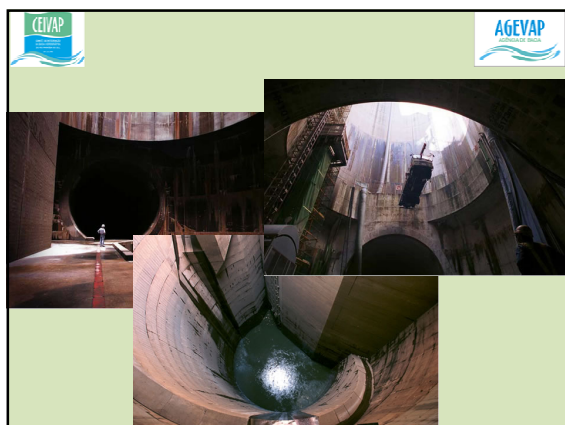
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---


CEIVAP

AGEVAP

## Água de chuva

- A hidrovía subterrânea é a maior no mundo, fica em Tóquio e possui:
- 32m de diâmetro, 65m de profundidade;
- silos de contenção de concreto que são conectados por 64 km de túneis a 50 metros abaixo da superfície;
- Todo o sistema é alimentado por turbinas de 14 mil cavalos-força que consegue bombear 200 toneladas de água por segundo;
- O objetivo é contenção de enchentes e abastecimento público.

EKOTERRA CONSULTORIA AMBIENTAL



---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---