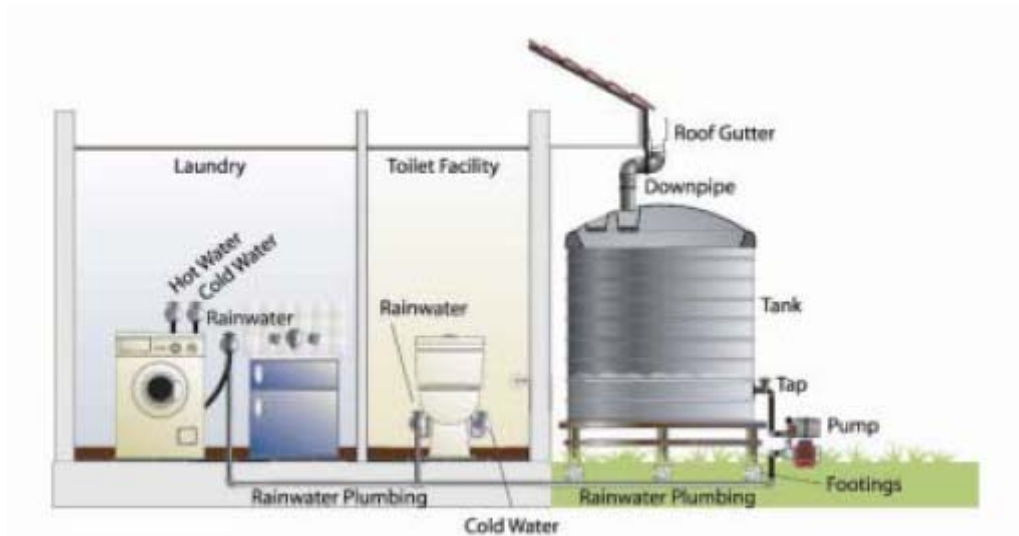


## Capítulo 8

### Custos dos reservatórios

“Setenta por cento da massa de um ser humano é composto por água cuja temperatura é mantida constante em parte devida a vaporização da água quando nós suamos quando fazemos um exercício muscular”

David Maidment, 1993



**Índice**  
**Capítulo 8- Custos dos reservatórios**

<b>Seção</b>	<b>Título</b>
8.1	Introdução
8.2	Estimativa de custo

## Capítulo 8- Custos dos reservatórios

### 8.1 Introdução

Os reservatórios podem ser basicamente de concreto armado, plásticos, aço, fibrocimento ou alvenaria de bloco armada.

Como veremos adiante os custos médios por metro cúbico de água de chuva armazenada de um reservatório de concreto armado varia de US\$ 107/m<sup>3</sup> a US\$ 178/m<sup>3</sup>, enquanto o custo de um reservatório apoiado de PVC ou de fibra de vidro varia de US\$105/ m<sup>3</sup> a US\$137/m<sup>3</sup>. Nestes custos estão inclusos a base de concreto, os tubos de entrada e descarga, bomba centrífuga flutuante, instalação elétrica, tampão, etc.

Na Tabela (8.1) apresentamos os custos dos reservatórios de cimento amianto e reservatórios de concreto feito em anéis baseado no preço de janeiro do ano 2000.

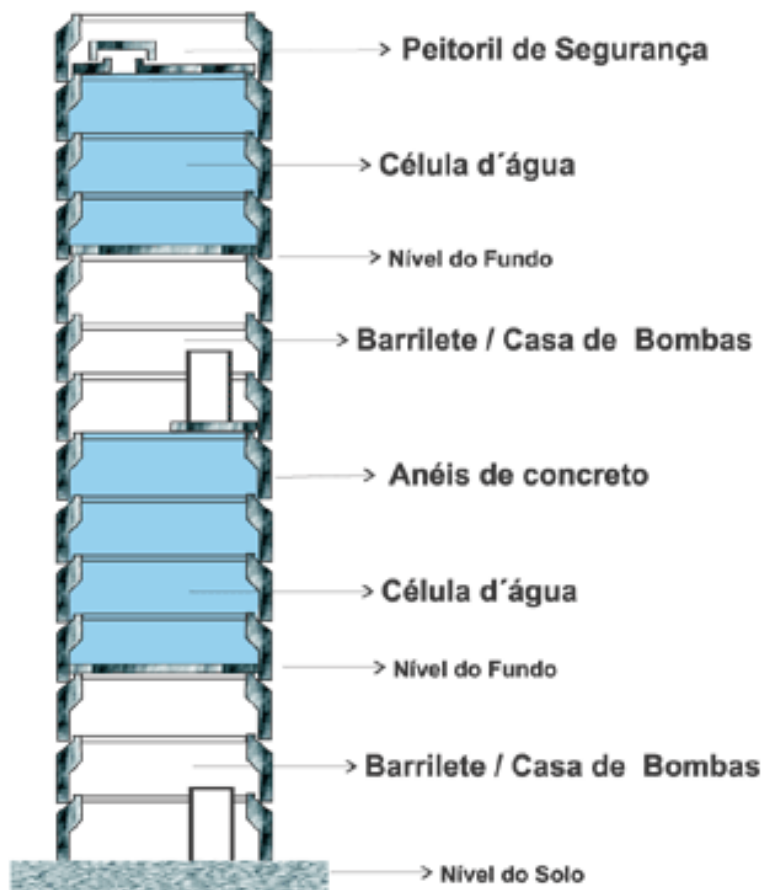


Figura 8.1- Reservatório de concreto armado

**Tabela 8.1- Preços de reservatórios de cimento amianto e reservatórios de concreto armado executado em anéis**

Reservatórios	Unidade	US\$
reservatório de cimento-amianto - capacidade de 500 litros	un	116
reservatório de cimento-amianto - capacidade de 750 litros	un	154
reservatório de cimento-amianto - capacidade de 1000 litros	un	154
cx d'água em anéis c.a.c/esc/al. e guarda corpo, h=8,00m c=30 m <sup>3</sup>	un	8628
cx d'água em anéis c.a.c/esc/al.e guarda corpo h=16m ci=15 m <sup>3</sup> cs=19 m <sup>3</sup>	un	15004
cx d'água em anéis c.a.c/esc/al. guarda corpo h=17m ci=16 m <sup>3</sup> cs=16 m <sup>3</sup>	un	16024
cx d'água em anéis c.a.c/esc/al. guarda corpo h=18m ci=24 m <sup>3</sup> cs=24 m <sup>3</sup>	un	18877
cx d'água em anéis c.a.c/esc.al.guarda corpo h=16m ci=20 m <sup>3</sup> cs=20 m <sup>3</sup>	un	18368
cx d'água em anéis c.a.c/esc.al.e g.corpo h=19,50m ci=32 m <sup>3</sup> cs=22 m <sup>3</sup>	un	20407
cx d'água em anéis c.a.c/esc al.e guarda corpo h=16m ci=14 m <sup>3</sup> cs=14 m <sup>3</sup>	un	18236
cx. d'água em anéis c.a.c/esc.alum.e g.c h=16 m ci=16m <sup>3</sup> cs=22 m <sup>3</sup>	un	18368

Preço da PMSP de janeiro de 2000 1US\$= R\$ 2,40 23/01/2002

O reservatório de cimento reforçado com fibras é de US\$58,50/unidade para volume de 500 L e de US\$ 121,00/unidade para 1000 L.

Os reservatórios de fibra de vidro cilíndricos possuem volume de 500 L, 1000 L, 1.500L, 3.000 L, 6.000 L e 15.000 conforme Tabela (8.1);

Tabela 8.1- Reservatórios de fibra de vidro cilíndricos

Volume (litros)	Custo (US\$)
500	69
1000	117
1.500	160
3.000	294
6.000	576
15.000	1.435

Fonte: Revista PINI, agosto, 2009 1US\$= R\$ 1,84

Na Tabela (8.2) estão os custos de reservatório de fibra de vidro enterrado com 50m<sup>3</sup> de capacidade. Usamos então dois reservatórios de 20m<sup>3</sup> e um de 10m<sup>3</sup> totalizando 50m<sup>3</sup>.

O custo total do reservatório é de US\$ 6862 e o custo por metro cúbico é de US\$137/m<sup>3</sup>.

**Tabela 8.2- Custo médio de um reservatório de fibra de vidro com 50m<sup>3</sup> e com bomba e instalação elétrica**

Itens	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário US\$	Preço total US\$
1	Reservatório de 10 m <sup>3</sup>	Unidade	1	781	781
2	Reservatório de 20 m <sup>3</sup>	Unidade	2	1702	3404
3	Lastro de brita de 0,10m	m <sup>3</sup>	2,7	15	40
4	Lastro de concreto magro 0,10m	m <sup>3</sup>	2,7	83	224
5	Tubo concreto 0,40 descarga	m	50	9	454
6	Tubos entrada e descarga 100mm	m	30	26	783
7	Bomba flutuante até 5HP	unidade	1	229	229
8	Válvula	unidade	1	114	114
9	Instalação elétrica	verba	1	208	208
				Sub-total	6238
				Outros (10%)	624
				Total	6862
					US\$
				Preço do reservatório por m <sup>3</sup> água reservada 137/m <sup>3</sup>	
<b>1 US\$ = R\$ 2,4</b>		<b>23/01/2002</b>			

**Tabela 8.3- Custo de um reservatório enterrado de concreto armado com 50m<sup>3</sup>**

Itens	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário US\$	Preço total US\$
1	Limpeza manual	m <sup>2</sup>	31,18	0,3	9,9
2	Locação da obra	m	50	0,8	37,9
3	Sondagens	m	20	9,9	197,1
4	Escavação mecânica	m <sup>3</sup>	58	2,3	131,2
5	Aterro compactado	m <sup>3</sup>	9	3,4	30,8
6	Carga e transporte de terra	m <sup>3</sup>	49	2,1	100,9
7	Lastro de brita de 0,10m	m <sup>3</sup>	3,11	14,8	45,9
	Lastro de concreto magro	m <sup>3</sup>			
8	0,10m		3,11	83,0	258,1
9	Concreto usinado fck=15MPa	m <sup>3</sup>	16,3	82,6	1345,6
10	Ferro CA-50	kg	1141	0,9	1060,2
11	Forma de tabua	m <sup>2</sup>	115	7,2	824,2
12	Emboço	m <sup>2</sup>	23	1,7	39,7
13	Drenagem 30cm tubo furado	m	180	7,4	1333,5
14	Geotêxtil 400g/ m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	198	1,5	302,8
15	Tubo concreto 0,40 descarga	m	50	9,1	454,2
	Tampão de ferro fundido				
16	600mm	unidade	1	43,1	43,1
	Tubos entrada e descarga				
17	100mm	m	30	26,1	783,3
	Impermeabilização com				
18	membrana asfalto	m <sup>2</sup>	31	8,8	271,3
19	Gramma em placas	m <sup>2</sup>	31	1,7	53,5
20	Bomba flutuante até 5HP	unidade	1	229,4	229,4
21	Válvula	unidade	1	114,2	114,2
22	Instalação elétrica	verba	1	208,3	208,3
23	Escada metálica	verba	1	208,3	208,3
				Sub-total	8083
				Outros	
				(10%)	808
				Total	8891
					US\$ 178/
					m <sup>3</sup>
					Preço do reservatório por m <sup>3</sup> água reservada
					1 US\$ = R\$ 2,4      23/01/2002

O custo de um reservatório enterrado de concreto armado com 50m<sup>3</sup> é de US\$ 8.891 e por metro cúbico é US\$ 178/m<sup>3</sup>, conforme Tabela (8.3).

**Tabela 8.4- Custo de um reservatório enterrado de concreto armado com 300m<sup>3</sup>**

Itens	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário US\$	Preço total US\$
1	Limpeza manual	m <sup>2</sup>	240	0,3	76
2	Locação da obra	m	50	0,8	38
3	Sondagens	m	30	9,9	296
4	Escavação mecânica	m <sup>3</sup>	783	2,3	1772
5	Aterro compactado	m <sup>3</sup>	54	3,4	185
6	Carga e transporte de terra	m <sup>3</sup>	729	2,1	1501
7	Lastro de brita de 0,10m	m <sup>3</sup>	19,8	14,8	292
8	Lastro de concreto magro 0,10m	m <sup>3</sup>	19,8	83,0	1643
9	Concreto usinado fck=15MPa	m <sup>3</sup>	99,7	82,6	8231
10	Ferro CA-50	kg	7000	0,9	6504
11	Forma de tabua	m <sup>2</sup>	235	7,2	1684
12	Emboço	m <sup>2</sup>	118	1,7	204
13	Drenagem 30cm tubo furado	m	180	7,4	1334
14	Geotêxtil 400g/ m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	198	1,5	303
15	Tubo concreto 0,40 descarga	m	50	9,1	454
		unidade		43,1	43
16	Tampão de ferro fundido 600mm	e	1		
	Tubos entrada e descarga			26,1	783
17	100mm	m	30		
	Impermeabilização com	m <sup>2</sup>		8,8	2765
18	membrana asfalto		316		
19	Gramma em placas	m <sup>2</sup>	240	1,7	414
		unidade		229,4	229
20	Bomba flutuante até 5HP	e	1		
		unidade		114,2	114
21	Válvula	e	1		
22	Instalação elétrica	verba	1	208,3	208
23	Escada metálica	verba	1	208,3	208
				Sub-total	29280
				Outros	2928
				(10%)	
				Total	32208
					US\$ 107/
					m <sup>3</sup>
Preço do reservatório por m <sup>3</sup> água reservada					
<b>1 US\$ = R\$ 2,4      23/01/2002</b>					

O custo de um reservatório enterrado de concreto armado é de US\$ 32.208 sendo o custo por metro cúbico de água de chuva armazenado é de US\$ 107/m<sup>3</sup>.

**Tabela 8.5- Custo dos reservatórios de fibra de vidro apoiado com total de 300m<sup>3</sup>**

Itens	Descrição	Unidade	Quantidade	Preço unitário	Preço total
				US\$	US\$
1	Reservatório de 20 m <sup>3</sup>	Unidade	15	1702	25531
2	Lastro de brita de 0,10m	m <sup>3</sup>	13,5	15	199
	Lastro de concreto magro			83	
3	0,10m	m <sup>3</sup>	13,5		1120
	Tubo concreto 0,40			9	
4	descarga	m	50		454
	Tubos entrada e descarga			26	
5	100mm	m	30		783
6	Bomba flutuante até 5HP	unidade	1	229	229
7	Válvula	unidade	1	114	114
8	Instalação elétrica	verba	1	208	208
				Sub-total	28.640
				Outros	
				(10%)	2.864
				Total geral	31.504
				Preço do reservatório por m <sup>3</sup> água reservada	US\$ 105m <sup>3</sup>

**1 US\$ = R\$ 2,4      23/01/2002**

O custo de 15 reservatórios de fibra de vidro de 20m<sup>3</sup> cada apoiados é de US\$ 31.504 sendo o custo por metro cúbico de US\$ 105m<sup>3</sup>.

**Tabela 8.6- Custos de aquisição de reservatórios de fibra de vidro**

Reservatório de fibra de vidro com tampa (m <sup>3</sup> )	Custo US\$
7	538
10	726
15	1450
20	1702

**1 US\$ = R\$ 2,4      23/01/2002**

Conforme Tabela (8.6) o custo médio por metro cúbico de água de chuva armazenada é de US\$ 85/m<sup>3</sup> não incluindo o preço da base de concreto e bomba centrífuga.





Figura 8.2 - Dois reservatórios de aço inox com 2.000 litros cada. Observar o filtro (seta).  
[http://www.acesita.com.br/download/ind\\_caso3.pdf](http://www.acesita.com.br/download/ind_caso3.pdf)

**Tabela 8.7 Preços das caixas - de aço inox cilíndrico**

Volume litros	Custo da caixa R\$
500	396
1.000	523
1.500	731
2.000	851
5.000	3.193
10.000	6.414

Fonte: Revista PINI, agosto, 2009 1US\$= R\$ 1,84

**Tabela 8.8- Preço das caixas de polietileno e fibra de vidro dezembro/2005**

Material e volume em litros	Custo em reais
Polietileno 1000 litros	190
Polietileno 500litros	205
Caixa Tigre 500litros	185
Fibra de vidro 500litros	136
Fibra de vidro 1000litros	250

**Tabela 8.9- Preço de cisternas de concreto armado**

Material e volume em litros	Custo em US\$/unidade
2.600	668
4.800	1.223
6.450	1.630
10.300	2.663
12.700	3.207

Fonte: Revista PINI, agosto, 2009 1US\$= R\$ 1,84



**Figura 8.3- Reservatório de aço inox da fabricado pela firma Sander mostrando o dispositivo de autolimpesa denominado “filtro” que está no tubo branco vertical e a tubulação de água a esquerda que entra no reservatório.**



**Figura 8.4- Motor usado para bombeamento da água de chuva**



R

**Figura 8.5- Reservatórios de 200litros a 200.000 litros**

## Cisternas enterradas de Polietileno

(150 litros , 3m<sup>3</sup>,5m<sup>3</sup>,10m<sup>3</sup>, 15m<sup>3</sup>)

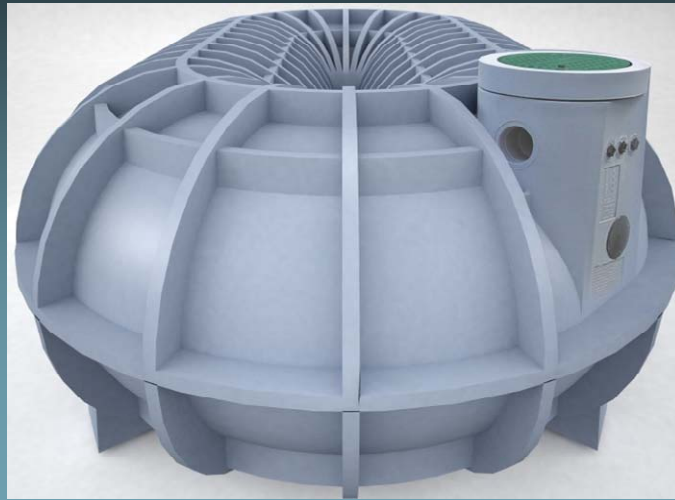


Figura 8.7- Caixas de água da Fortlev

### 8.2 Estimativa de custo

Aproximadamente obtemos por análise de regressão a seguinte equação:

$$C = 336 \times V^{0,85}$$

Sendo:

C= custo do reservatório em US\$

V= volume da cisterna (m<sup>3</sup>)

**Deve ser previsto custos imprevistos, projeto, despesas não esperadas, caixa de auto-limpeza ou equipamentos no valor de 30% do custo do projeto.**

Custo de manutenção e operação anual: **6% do custo do projeto**

#### Exemplo 8.1

Dado reservatório de concreto com 407m<sup>3</sup>.

$$C = 336 \times V^{0,85}$$

$$C = 336 \times 407^{0,85}$$

$$C = \text{US\$ } 41.116$$

Custo contingencial=30%

$$\text{Custo contingencial} = 0,30 \times 41.116 = \text{US\$ } 12.335$$

$$\text{Manutenção e operação anual: } 0,06 \times 41.116 = \text{US\$ } 2.467$$