

1 **SISTEMAS DE CAPITAÇÃO: UM ESTUDO DE CASO PARA FINS DE**  
2 **UTILIZAÇÃO EM UMA GALERIA COMERCIAL EM ARACAJU-SE**

3 **Guilherme José Rodrigues Nogueira ([guilhermeipse05@hotmail.com](mailto:guilhermeipse05@hotmail.com)); Michael**  
4 **Gabriel de Lourdes ([gabrielmichael1@hotmail.com](mailto:gabrielmichael1@hotmail.com)); Prof. Dr. Anderson da**  
5 **Conceição Santos Sobral([sobral.acs@hotmail.com](mailto:sobral.acs@hotmail.com))**

6 **RESUMO**

7 *A utilização da água pluvial é vista no mundo como uma forma de uso consciente da água tendo em*  
8 *vista a viabilidade econômica e o respeito ao meio ambiente, mostrando inúmeros benefícios, tais*  
9 *como, redução de consumo e do custo de fornecimento de água da rede, entre outras. Um dos pontos*  
10 *principais é o reservatório. Este presente artigo tem como objetivo dimensionar um reservatório de água*  
11 *pluvial para fins não potáveis, em uma galeria na cidade de Aracaju SE, utilizando o método de*  
12 *simulação. Levando em conta uma galeria cuja média mensal para usos não potáveis de 25,26 m<sup>3</sup> e*  
13 *com uma área de captação de 861,64 m<sup>2</sup>. Os resultados da simulação realizada mostram que a água*  
14 *pluvial foi capaz de atender totalmente a demanda estimada, sendo utilizado um reservatório de 35 m<sup>3</sup>,*  
15 *com orçamento de R\$22.969,38 e uma estimativa de economia anual de R\$3.392,02.*

16 **Palavras-chave:** Reservatório. Economia. Uso não potável.

17 **ABSTRACT**

18 *The use of rainwater is seen in the world as a form of conscious use of water in view of economic*  
19 *viability and respect for the environment, showing numerous benefits, such as reduced consumption*  
20 *and cost of water supply system, among others benefits. One of the main points is the storage tank.*  
21 *This article objective is to dimension a storage tank for the rainwater for non-potable ending, in a*  
22 *shopping gallery in the city of Aracaju SE, using the simulation method. Taking into account a*  
23 *shopping gallery whose monthly average for non-potable needs is 25.26 m<sup>3</sup> and with a catchment*  
24 *area of 861.64 m<sup>2</sup>. The simulation results shows that rainwater was able to fully meet the estimated*  
25 *demand, using a 35 m<sup>3</sup> storage tank, with a budget of R\$22,969.38 and an estimated annual savings*  
26 *of R\$3,392.02.*

27  
28 **Keywords:** Reservoir. Economy. Non-potable use.  
29  
30  
31  
32  
33  
34  
35  
36  
37  
38  
39  
40  
41  
42

## 1. INTRODUÇÃO

Os desastres de origem natural, provocados especialmente por inundações, enxurradas, secas e deslizamentos, que acometem o Brasil, Neste contexto, sofreram um expressivo aumento de suas ocorrências, devido, ao crescente aumento populacional e ao crescimento urbano desordenado, tornando as cidades mais vulneráveis aos eventos adversos. Tem-se como consequência destes, agravos sociais, econômicos e culturais que afetam diretamente o funcionamento de uma sociedade. Logo, fez-se necessário as comunidades estarem preparadas para o enfrentamento destas situações críticas (UFSC, 2013).

Nesta perspectiva a Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres (UNISDR - do inglês: United Nations International Strategy for Disaster Reduction) lançou em 2010 a campanha “Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade está se Preparando” com o objetivo de subsidiar os governos locais a reduzir riscos e aumentar a resiliência nas áreas urbanas. A campanha disponibilizou soluções e instrumentos para que os gestores locais pudessem corrigir as falhas na sua capacidade de resistência e potencializassem a gestão de riscos (UNISDR, 2012).

Uma cidade resiliente realiza investimentos necessários em redução de riscos e é capaz de se organizar antes, durante e depois de um desastre. Além disso, o oferecimento de serviços plenos à população, a preservação do meio ambiente e a incorporação da participação pública na gestão do território dão 37 condições para que as cidades possam conviver com os riscos de desastres, superá-los e reconstruírem-se de forma mais rápida e eficiente (SILVA, 2017).

De acordo com May (2004), o crescimento populacional aliado ao uso impróprio da água tem levado à cenários de degradação ou contaminação deste recurso. O tema “disponibilidade hídrica” a partir de então passou a ser manchete e assunto em muitos meios de comunicação, os quais passaram a expor frequentemente informações sobre, casos de escassez, desperdício, e poluição.

O consumo excessivo água despertou a procura de alternativas para redução dos gastos e a urgência para criar alternativas de sua reutilização. Dentre estas passou a se destacar o aproveitamento da água potável, trazendo ainda como benefício a redução do escoamento superficial, minimizando os problemas com enxurradas e inundações (BONA, 2014).

O recurso hídrico coletado pode ser utilizado para a irrigação de áreas verdes, lavagem de pisos, piscinas, descarga de vaso sanitário, no auxílio da agronomia, na indústria e incêndios. A prática desse tipo de comportamento, traz equilíbrio para as dificuldades enfrentadas, com a perspectiva de um dia, esse tipo de aproveitamento ser comum na maioria das residências e estabelecimentos, após uma conscientização de todos (OLIVEIRA, 2019).

1 Porém, o dimensionamento da capacidade dos reservatórios para  
2 armazenamento de água pluvial é um dos pontos críticos na implantação do sistema,  
3 pois geralmente, é um dos itens mais caros na realização do projeto, impactando  
4 significativamente o tempo de retorno do investimento. De modo que o correto  
5 dimensionamento do reservatório é fundamental para evitar gastos desnecessários  
6 quando a estrutura é superdimensionada; Segundo o dimensionamento do  
7 reservatório de água pluvial para residências deve ser específico para cada situação,  
8 e não baseado na tradição local (GHISI 2010).

9 Segundo Tomaz (2009), o Método Rippl de dimensionamento (que utiliza as  
10 médias mensais de precipitação) é um dos métodos mais utilizados para calcular o  
11 volume do reservatório. Entretanto perante a comunidade acadêmica a melhor  
12 maneira para se avaliar um reservatório é o método da Análise de Simulação que  
13 arbitra um volume e permite acompanhar esse dado de água excedente (*overflow*),  
14 bem como a demanda de água, sendo possível portanto avaliar a eficiência do sistema  
15 de captação de água pluvial.

16 A eficiência e a confiabilidade dos sistemas de aproveitamento de água de chuva  
17 estão ligadas diretamente ao dimensionamento do reservatório de armazenamento,  
18 necessitando de um ponto ótimo na combinação do volume de reserva e da demanda  
19 a ser atendida, que resulte na maior eficiência, com o menor gasto possível (PROSAB,  
20 2006).

21 A NBR 15527, ABNT (2019), estabelece alguns requisitos/conceitos para o  
22 aproveitamento de água não potável: Classifica água de chuva, como água resultante  
23 de precipitações atmosféricas coletadas em coberturas, telhados, onde não haja  
24 circulação de pessoas, veículos ou animais. Área de captação, área, em metros  
25 quadrados, projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a  
26 água é captada. Coeficiente de escoamento superficial, coeficiente de Runoff,  
27 coeficiente que representa a relação entre o volume total de escoamento superficial e  
28 o volume total precipitado, variando conforme a superfície.

29 Um dos aspectos fundamentais relacionados ao armazenamento das águas  
30 pluviais envolve o a determinação do volume dos reservatórios, de modo a considerar  
31 não somente o atendimento ao consumo como também fatores climáticos,  
32 hidrológicos e ambientais. E ainda, a interferência de tais sistemas no processo  
33 natural do ciclo hidrológico na bacia hidrográfica (GIACCHINI, 2010).

34 O objetivo deste trabalho foi apresentar uma proposta de redução de custo há  
35 médio prazo através da captação de água da chuva para fins não potáveis, sendo  
36 para uso comercial. Diante disso foi preciso, dimensionar um reservatório para  
37 reaproveitamento de água pluvial, elaborar um projeto de custo dessa construção,  
38 verificar a eficiência da instalação do sistema.

39

## 1 2. METODOLOGIA:

2

### 3 2.1. Área de estudo

4 Foram levantados dados e informações pluviométricas da área de estudo  
5 referente ao ano de 2020 e 2021, por meio do Instituto de Meteorologia - INMET, com  
6 a intenção de dimensionar o reservatório.

7 Segundo o INMET (2022), o período de mais chuva em Sergipe, incluindo  
8 Aracaju, começa em fevereiro e termina em agosto. Sendo que dentre esses meses,  
9 os mais chuvosos são março, abril, maio, junho e julho, onde acontece o outono e  
10 inverno sergipano. Os meses de janeiro e outubro são mais quentes. A média anual  
11 de chuva em Aracaju, que fica na zona climática litorânea de Sergipe, é de cerca de  
12 1600 mm. O Litoral é a área com a maior classificação pluviométrica do estado.

13 Em Aracaju no geral, as temperaturas não variam muito durante o ano. No verão,  
14 a temperatura máxima atinge uma média de 30 graus e a mínima, de 24 graus. O  
15 clima é úmido, marcado pela presença de chuvas. Devido ao formato territorial de  
16 Sergipe, composto também por montanhas, o tipo de chuvas que mais ocorre no  
17 estado, são as orográficas, que também é conhecida como chuva de relevo, acontece  
18 quando as nuvens encontram obstáculos, como serras e montanhas e costumam ter  
19 maior duração e baixa intensidade (SANTOS; MENDES, 2020).

20 Conforme Hélio et al. (2010), o município de Aracaju como todo Estado de  
21 Sergipe, está afeito à mesma circulação atmosférica regional que gira em torno de  
22 quatro sistemas meteorológicos (Alísios de SE, – Zona de Convergência Intertropical  
23 - ZCIT, Sistema Equatorial Amazônico – SEA e Frente Polar Atlântico - FPA) os quais,  
24 em atuação e ao inteirar-se com outros fatores locais, como a posição geográfica e  
25 proximidade em relação ao mar, fazem predominar no referido município um tipo  
26 climático quente que varia do úmido ao subsumido, considerado o mais úmido da  
27 classificação climática de Thornthwaite (1948). Apresenta regime pluviométrico  
28 definido por um período seco de primavera-verão e chuvoso de outono-inverno, cujas  
29 características enumeradas permitem enquadrá-los no clima mediterrâneo.

30 O trabalho foi realizado em uma galeria localizada na Rua José Ramos  
31 Figueiredo, 190, Bairro Luzia na cidade de Aracaju - SE, onde apresentou uma área  
32 de cobertura (área de captação) de 861,64m<sup>2</sup>.

33

34

35

36

Figura 01: a) localização do empreendimento; b) fachada do local



1  
2  
3

Fonte: Google Maps



4  
5

Fonte: Autoria própria

## 6 2.2. Planejamento e dimensionamento do reservatório

7 Para fazer o cálculo de quanto seria gasto de água mensalmente, foi tomado  
8 como referência a partir de estudos de dois trabalhos ambos realizados em Aracaju  
9 um com uma área de captação menor, porém mantendo todas as ideias de como  
10 funcionam o método da simulação (Menezes, e Ribeiro, 2021); e o outro com área de  
11 captação maior similares as que foram usadas para o estudo Santos *et al* (2018).

12 Foi utilizada uma planilha (Excel), de forma bastante eficiente e econômica para  
13 realizar o planejamento e dimensionamento do reservatório, os parâmetros utilizados  
14 estão descritos a seguir, para ser feito o dimensionamento do reservatório foram  
15 utilizados os dados pluviométricos mensais de precipitação no período de janeiro de  
16 2020 até dezembro de 2021, último ano de referência, dados captados pela estação  
17 pluviométrica de código A409, de Latitude -10,95 Longitude de -37,04 e Altitude de

1 4,72, com situação operante. Na Tabela 1, são apresentados dados pluviométricos da  
2 área de estudo localizada na cidade de Aracaju/Sergipe (INMET, 2022).

3 Tabela 1– Dados pluviométricos da área de estudo localizada na cidade de  
4 Aracaju/Sergipe nos anos 2020 e 2021.

	Ano	Ano		Ano	Ano
	2020	2021		2020	2021
Meses	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)	Meses	Chuvas (mm)	Chuvas (mm)
Janeiro	19	60	Julho	72,2	153
Fevereiro	129,6	71	Agosto	132,4	124
Março	187,6	101	Setembro	42	86
Abril	286,8	153	Outubro	20	63
Maiο	206,4	188	Novembro	58,6	50
Junho	263,4	173	Dezembro	8,2	46

5 Fonte: INMET (2022)

### 6 2.3.1 Coeficiente de Runoff (escoamento superficial)

7 Para o Coeficiente de Runoff foram adotados os valores de Villela e Mattos  
8 (1980) verificar na Tabela 2, os seguintes valores levam em consideração; espécie de  
9 ocupação do solo, material da cobertura. Segundo Tucci (2003) definiu Coeficiente de  
10 Runoff como a razão entre o volume total de escoamento superficial no evento e o  
11 volume total precipitado.

12 Tabela 2 – Coeficiente de Runoff

Telhados perfeitos sem fuga;	0,70 a 0,95 %
Superfícies asfaltadas em bom estado;	0,85 a 0,90%
Pavimentação de paralelepípedos, ladrilhos e blocos de madeira com juntas bem tomadas;	0,70 a 0,85%
Para superfícies anteriores sem as juntas tomadas;	0,50 a 0,70%
Pavimentação de blocos inferiores sem as juntas tomadas;	0,40 a 0,50%
Estradas macadamizadas;	0,25 a 0,60%
Estradas e passeios de pedregulho;	0,15 a 0,30%
Superfícies não-revestidas, pátios de estradas de ferro e terrenos descampados, parques, jardins, dependendo da declividade;	0,10 a 0,30%
Do solo na natureza e do subsolo.	0,01 a 0,20%

13 Fonte: Villela e Mattos (1980)

### 14 2.3.2 Dimensionamento de reservatório de água da chuva: Método da Simulação

15 O Método da Simulação, também conhecido como o Método de Análise de  
16 Simulação do Reservatório, estabelece um volume para o reservatório com base nos  
17 cálculos e se obtém também a quantidade de água que irá extravasar (BRANDÃO;  
18 MARCON, 2018).

1 Foram feitos levantamentos dos índices pluviométricos nos anos de 2020 e 2021,  
 2 assim como levantado a quantidade de recurso hídrico que poderá ser adotada por  
 3 outra fonte de abastecimento nos meses com menor volume de captação. Para isso  
 4 foi calculado em planilha as informações abaixo:

### 5 **Chuva média mensal**

6 Refere-se a precipitação da água da chuva em mm.  
 7 Esses valores foram levantados na Tabela 1.

### 8 **Demanda de água mensal (Dm)**

9 Refere-se água que escoa superficialmente e o total de água precipitada.

$$10 Dm = 31\% \times Ga \quad (1)$$

11 Onde:

12 Ga: é o gasto médio mensal do estabelecimento em m<sup>3</sup>;

13 31% é a porcentagem considerada de gasto de água para uso doméstico,  
 14 conforme indica a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA 2012).

### 15 **Área de captação (Ac)**

16 Refere-se a área de projeção de telhado que será considerada para o projeto é  
 17 uma galeria, com uma área de 861,64m<sup>2</sup>.

$$18 Ac = A \times B \quad (2)$$

19 Onde:

20 A: Largura da construção

21 B: Comprimento da construção

### 22 **Volume de chuva aproveitável (Va)**

23 Refere-se ao volume de água capitado para o sistema.

$$24 Va = \frac{(Cm \times Ac \times CR)}{1000} \quad (3)$$

25 Onde:

26 Cm: Chuva média mensal;

27 Ac: Área de captação;

28 CR: Coeficiente de Runoff.

### 29 **Volume do reservatório fixado**

30 Refere-se ao volume que está sendo analisado no ato do cálculo, que pode variar  
 31 entre 35 m<sup>3</sup> e 50 m<sup>3</sup>.

1 **Volume do reservatório no tempo (t-1) ( $V_{t-1}$ )**

2  
3 Esse volume é calculado pensando-se da seguinte forma:

4 Se,  $V_t$  (mês anterior)  $< 0$ , adota-se o valor de 0 (4)

5 Se,  $V_t$  (mês anterior)  $\geq 0$ , adota-se o valor de  $V_t$  (mês anterior)

6 Onde:

7  $V_t$ : Volume do reservatório no tempo (t).

8  
9 **Volume mensal de água disponível no reservatório ( $V_t$ ) (No primeiro mês de janeiro deve-se considerar o reservatório cheio, neste método).**

10  
11  
12 Esse volume é calculado pensando-se da seguinte forma:

13 Se,  $V_a + V_{t-1} - D_m > V_f$ , adota-se o valor de  $V_f$

14 Se,  $V_a + V_{t-1} - D_m \leq V_f$ , adote-se o valor de  $V_a + V_{t-1} - D_m$  (5)

15 Onde:

16  $V_a$ : Volume de chuva mensal aproveitável;

17  $V_{t-1}$ : Volume do reservatório no tempo (t-1);

18  $D_m$ : Demanda mensal;

19  $V_f$ : Volume do reservatório fixado para a análise do momento.

20  
21 **Overflow ( $O_f$ )** - Refere-se ao volume que está extravasando, ou seja, sobrando.  
22 Esse volume foi calculado pensando-se da seguinte forma:

23  
24 Se,  $V_a + V_{t-1} - D_m > V_f$ , adota-se o valor de  $V_a + V_{t-1} - D_m$ .

25 Se,  $V_a + V_{t-1} - D_m \leq V_f$ , adota-se o valor de 0 (6)

26 Onde:

27  $V_a$ : Volume de chuva aproveitável;

28  $V_{t-1}$ : Volume do reservatório no tempo (t-1);

29  $D_m$ : Demanda de água mensal por ano;

30  $V_f$ : Volume do reservatório fixado para a análise do momento.

31  
32 **Suprimento de água externo ( $S_e$ )** - Refere-se à quantidade de água que deverá  
33 ser abastecida por outra fonte. Esse volume é calculado pensando-se da seguinte  
34 forma:

35  
36 Se,  $V_{t-1} + V_a - D_m < 0$  adota-se o valor de  $-(V_{t-1} + V_a - D_m)$ .

37 Se,  $V_{t-1} + V_a - D_m \geq 0$  adota-se o valor de 0. (7)

38 Onde:

39  $V_{t-1}$ : Volume do reservatório no tempo (t-1);

40  $V_a$ : Volume de chuva aproveitável;

41  $D_m$ : Demanda de água mensal por ano.

42



### 2.3. Elaboração do plano de custo do reservatório

Foi elaborado através do Orçamento de Obras de Sergipe (ORSE) que é um programa de software disponibilizado pela CEHOP, onde dispõe de uma base de dados completa, com 9.421 insumos e 9.446 composições de preços unitários, atualizados mensalmente. Dessa maneira, devido a que os valores dos preços dos materiais serem de Sergipe, foram utilizados esses dados para fazer o orçamento dos equipamentos para instalação do reservatório (CEHOP, 2022). Foi levado em consideração o BDI (Benefícios e Despesas Indiretas).

### 2.4. Verificação da instalação do sistema de aproveitamento de água

Para a análise de simulação considerou-se que o reservatório estaria vazio no início, sendo que a simulação foi feita de maneira contínua, repetindo-se as precipitações anuais até que o volume se estabiliza-se e fosse possível analisar a situação real de economia de água o *overflow* (água em excesso que é perdida pela ladrao).

Considerado o Coeficiente de Runoff adotado e dos telhados perfeitos sem fuga que estão entre 0,7 à 0,95. A simulação considerou quatro tipos de projetos, baseado em estudos bibliografico, percebeu que o volume de reservatório ideal para esta situação seria a partir de 35 m<sup>3</sup>, sendo utilizado nas simulações de 35, 40, 45 e 50 m<sup>3</sup>, em um tempo estimado a medio prazo.

Foi realizado uma regra de 3 simples, para saber o principal insumo para verificação do reservatório, sem levar em conta o valor do BDI.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

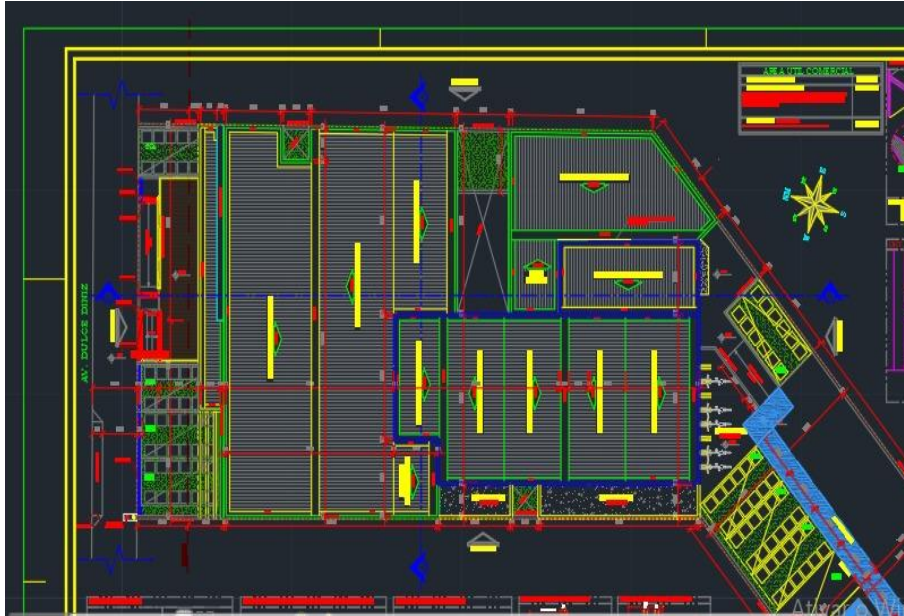
### 3.1. Dimensionamento do reservatório

O custo médio mensal de água da galeria é de R\$994,40, isso significa um gasto de recurso hídrico em torno de 82 m<sup>3</sup> por mês. Desconsiderando a taxa de esgoto.

Como o objeto de estudo é uma construção com telhado sem fuga, usou-se o valor para o Coeficiente Runoff de 0,8, dentro do intervalo permitido. Para o dimensionamento do reservatório foram levados em conta os resultados da média dos anos de 2020 e 2021, pois são os anos mais próximos do início do uso da galeria.

Na tabela está exemplificando os cálculos levantados com o reservatório de 35m<sup>3</sup> (sendo o processo espelhado no volume de 35m<sup>3</sup>).

Figura 3: Área de captação (telhado do local de estudo).



1

2

Fonte: Autoria Própria.

3

4

5

A coluna 1 é composta pelos meses do ano, onde pode ser evidenciado os meses que provavelmente será necessário usar água externa para suprir a necessidade do estabelecimento.

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

Os valores levantados na Tabela 1 com valores de quantidade de chuva em cada mês, foram colocados na coluna 2 da tabela 2 que corresponde a chuva média dos anos de 2020 e 2021 por cada mês. Foi possível observar que o referido parâmetro obteve valor mínimo em janeiro 39,5 mm, apresentando aumento expressivo nos meses de março até agosto, atingindo seu máximo em abril com 219,9 mm, sendo que de setembro a dezembro apresentou valores entre 27 e 64 mm. Tal resultado está de acordo com o que foi feito no trabalho de Menezes e Ribeiro (2021) onde encontram valor mínimo em janeiro 19 mm, apresentando aumento expressivo nos meses de fevereiro até agosto, atingindo seu máximo em abril com 286,8 mm, sendo que de setembro a dezembro apresentou valores entre 8,2 e 58,6 mm.

16

17

18

19

Também foi possível observar pelo trabalho de Santos *et al* (2018), onde no mês de janeiro o valor mínimo encontrado foi de 14,9 mm, no ano de 2018, apresentando um valor expressivo nos meses de março até julho, no mês de junho com 209,4 mm, sendo que de nos outros meses tiveram uma média de 23,32 mm.

20

21

22

23

24

A coluna 3 é composta de demanda mensal necessária ao estabelecimento em todas as suas linhas, pois se trata de um valor fixo durante todo ano.  $D_m = 31\% \times 82 = 25,42 \text{ m}^3$ , onde:  $82 \text{ m}^3$  é o gasto médio mensal de água na galeria em obra em  $\text{m}^3$ , 31% é a porcentagem considerada de gasto de água para uso comercial, conforme indica a EPA (2012).

25

Tabela 3: Simulação

ANÁLISE DE SIMULAÇÃO DO RESERVATÓRIO												
Coeficiente de Runoff (CR) =		0,8%										
Volume do reservatório (m³) =		35										
Meses	Chuva média mensal	Demanda mensal	Área de captação	Volume de chuva mensal	Volume do reservatório fixado	Volume do reservatório no tempo.(t)	Volume do reservatório no tempo.(t)	Volume do reservatório no tempo.(t)	Overflow	Overflow (Corrigido)	Suprimento de água externo	Suprimento de água externo
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10	Coluna 11	Coluna 12	Coluna 13
	(mm)	(m³)	(m²)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
Janeiro	39,5	25,42	861,64	27	35	0	2	2	-8	0	2	2
Fevereiro	100,3	25,42	861,64	69	35	2	46	35	36	36	46	46
Março	144,3	25,42	861,64	99	35	35	109	35	99	99	109	109
Abril	219,9	25,42	861,64	152	35	35	161	35	152	152	161	161
Mai	197,2	25,42	861,64	136	35	35	146	35	136	136	146	146
Junho	218,2	25,42	861,64	150	35	35	160	35	150	150	160	160
Julho	112,6	25,42	861,64	78	35	35	87	35	78	78	87	87
Agosto	128,2	25,42	861,64	88	35	35	98	35	88	88	98	98
Setembro	64	25,42	861,64	44	35	35	54	35	44	44	54	54
Outubro	41,5	25,42	861,64	29	35	35	38	35	29	29	38	38
Novembro	54,3	25,42	861,64	37	35	35	47	35	37	27	47	47
Dezembro	27,1	25,42	861,64	19	35	35	28	28	19	19	28	28
<b>Total</b>	<b>1347,1</b>	<b>305,04</b>		<b>929</b>						<b>858</b>		<b>976</b>

1  
2  
3  
4

Fonte: Autoria Própria.

1 Na coluna 4 foi colocado o valor da área do telhado, vista em planta baixa, em  
2 todas as linhas. Esse valor também é fixo, pois não há alterações na construção.

3 A coluna 5 foi preenchida pelo volume que vai ser aproveitado da água da chuva  
4 do mês de referência, visto na coluna 1.

$$5 \quad Va = (Cm \times Ac \times CR) / 1000 = (39,5 \times 861,4 \times 0,8) / 1000 = 27m^3.$$

6 Onde: O resultado fica na tabela sempre arredondado para o valor mais  
7 próximo; Cm: Chuva média mensal; Ac: Área de captação; CR: Coeficiente de Runoff.

8 Na coluna 6 foi colocado o valor do volume do reservatório em estudo daquela  
9 planilha, sendo um valor fixo e toda sua extensão. Volume analisado na tabela 6: 35m<sup>3</sup>

10 Os valores que compuseram a coluna 7 foram dados automaticamente após a  
11 colocação da fórmula 4. Esse volume é o que estará dentro do reservatório de água  
12 da chuva de um mês para o outro, sendo que em janeiro é considerado sempre 0,  
13 tendo em vista que o reservatório começa vazio. No segundo mês (fevereiro) passou  
14 para 2 m<sup>3</sup>, a partir do terceiro mês (março) atingiu o volume de 35 m<sup>3</sup> mantendo esse  
15 volume até o final do ano. Tal característica foi observada com referencia no trabalho  
16 de Santos *et al* (2018), onde a partir do 3 mês (março), atingiu o volume de 30 m<sup>3</sup>.

17 O programa Excel calculou automaticamente os valores da coluna 8, sendo  
18 composto pelo volume de água da chuva que estará no reservatório de um mês para  
19 o outro. Nessa coluna, a linha referente a janeiro será sempre o valor total do  
20 reservatório, pois no método da simulação, alvo deste estudo, é necessária essa  
21 condição. Esse volume foi calculado pensando-se da seguinte forma: Como,  $(Va + Vt-1 - Dm) > Vf \rightarrow (69 + 2 - 25,42 > 35) \rightarrow 46 > 35$ , adotou-se o valor de 35 m<sup>3</sup>.

23 A coluna 9 refere-se ao valor corrigido da coluna 8. Onde: Coluna 5 + coluna 7  
24 – coluna 3 > coluna 6: usa-se o valor da coluna 7, caso contrário, adota-se o resultado  
25 do cálculo coluna 5 + coluna 7 – coluna 3.

26 A coluna 10 refere-se ao volume de água da chuva que será extravasado  
27 (*overflow*), ou seja, a quantidade que estará sobrando, pois será o valor a mais do que  
28 o reservatório em análise suporta. Esse volume foi calculado pensando-se da seguinte  
29 forma: Como,  $(Va + Vt-1 - Dm) \leq Vf \rightarrow (27 + 0 - 35) \leq 35 \rightarrow -8 \leq 35$ , adotou-se o valor  
30 de 0. Onde o mínimo foi de 0 m<sup>3</sup>, em janeiro onde o reservatório começa, já nos outros  
31 meses o reservatório se manteve cheio devido à chuva dos meses de março até agosto,  
32 tenho uma queda de setembro até dezembro, menor chuva nesse período.

33 A coluna 11 refere-se ao valor corrigido da coluna 10. Onde: Se coluna 5 + coluna  
34 7 – coluna 3 > coluna 6: usar coluna 5 + coluna 7 – coluna 3 – coluna 6, caso contrário,  
35 adotar 0.

1 Os valores de volume da coluna 12, é referente a quantidade de água que  
2 precisará ser abastecida por outra fonte. Não será em todos os meses que o  
3 reservatório irá suprir a necessidade total de água para uso doméstico, pois terão  
4 meses de pouca chuva, fator que influencia diretamente na eficácia do projeto. Esse  
5 volume foi calculado pensando-se da seguinte forma: Como,  $(V_{t-1} + V_a - D_m) < 0 \rightarrow$   
6  $(0 + 27 - 25,42) < 0$  adotou-se o valor de 2.

7 A coluna 13 refere-se ao valor corrigido da coluna 13, onde: Se coluna 7 + coluna  
8  $5 - \text{coluna } 3 < 0$ : adota-se coluna 7 + coluna 5 – coluna 3, caso contrário, usar 0.

9 Foram feitos os cálculos para reservatórios de tamanhos diferentes ( $35\text{m}^3$ ,  $40\text{m}^3$ ,  
10  $45\text{m}^3$  e  $50\text{m}^3$ ) e foi comparado o quanto de suprimento externo seria necessário para  
11 cada volume de reservatório, que está representado no final da coluna 12.

### 12 **3.2. Economia de água com a implementação do sistema**

13 Diante do estudo feito, foi analisado que a partir do volume de reservatório de 45  
14  $\text{m}^3$ , a quantidade de volume se refere ao fato de que os recurso hídrico externo  
15 necessário foi sempre o mesmo ( $46 \text{m}^3$ ). Esse valor se dá pelo fato do reservatório no  
16 mês de janeiro ou no primeiro mês de funcionamento do reservatório, começar vazio  
17 no tempo “t-1” da coluna 7, mas no tempo “t” da coluna 8, considerar o reservatório  
18 completamente cheio.

19 Porém, diante do alto custo que seria gasto com a instalação do reservatório de  
20  $50 \text{m}^3$ , no valor de R\$30.000, uma segunda proposta foi elaborada, onde indica a  
21 instalação de um reservatório de  $35 \text{m}^3$ . O valor do suprimento externo anual com este  
22 volume é de  $305,04 \text{m}^3$  conforme a tabela 3, coluna 3, que comparado com a demanda  
23 total de  $861,64 \text{m}^3$  conforme tabela 3 coluna 4, ainda se torna vantajoso e não deixa  
24 o custo de instalação muito alto. Com isso, deve ser adotado para a galeria um  
25 reservatório de  $35 \text{m}^3$  de volume (que terá cerca de 12,51 m de diâmetro inferior), para  
26 não se ter um superfaturamento da instalação do mesmo e tão pouco um déficit muito  
27 grande da sua eficiência.

28 De acordo com os resultados obtidos e comparando com Menezes, e Ribeiro  
29 (2021), onde a área de captação era menor, porém com o mesmo clima os resultados  
30 foram parecidos, o primeiro, conforme os cálculos, foi recomendado o reservatório de  
31  $50 \text{m}^3$ , mas devido ao custo elevado da instalação o mais viável foi o de  $35 \text{m}^3$ . E o  
32 segundo, o reservatório recomendado foi de  $40 \text{m}^3$ , onde, com o mesmo método  
33 utilizado, a água pluvial foi capaz de atender totalmente a demanda estimada.

34 Com o início do uso das vantagens com a instalação do reservatório, sabendo  
35 que o valor da água por  $\text{m}^3$  foi de aproximadamente R\$12,13. Desconsiderando a taxa  
36 de esgoto, no primeiro mês a economia será de R\$24,26 conforme a tabela 3 coluna  
37 12, porém nos próximos 11 meses, terá uma economia no total de R\$3.367,76. Em 1  
38 ano a economia será de R\$3.392,02.

### 1 3.3. Viabilidade econômica

2 Na tabela 4, está abordado o orçamento dos materiais para poder fazer a  
3 instalação do sistema. Esses valores foram obtidos do site do ORSE e SINAPI e estão  
4 modernizados, tendo em vista que a base de dados do ORSE e SINAPI, são  
5 atualizados mensalmente.

6 Tabela 4: Orçamento

Código	Descrição do Insumo	Unid.	Quantidade	Custo Unitário	Preço total
00465/ORSE	Caixa d'agua fibra vidro 15.000 litros - Fortlev-Torres (ou similar)	un	1	R\$ 6.004,90	R\$ 6.004,90
00466/ORSE	Caixa d'agua fibra vidro 20.000 litros - Fortlev-Torres (ou similar)	un	1	R\$ 7.689,00	R\$ 7.689,00
00981/ORSE	Fita veda rosca 18mm	m	25	R\$ 0,22	R\$ 5,50
00070/SINAPI	Adaptador pvc, riscável, com flanges e anel de vedação, 1 1/4", para caixa d'agua	un	2	R\$ 36,10	R\$ 72,20
09861/SINAPI	Tubo pvc, riscável, 1 1/4", água fria predial	m	6	R\$ 32,66	R\$ 195,96
9860/SINAPI	Tubo pvc, riscável, 2", para água fria predial	m	6	R\$ 57,58	R\$ 345,48
06017/SINAPI	Registro gaveta bruto em latão forjado, bitola 1 1/4 " (ref1509)	un	2	R\$ 59,96	R\$ 119,92
11825/SINAPI	Torneira de boia convencional para caixa d'agua, 1", água fria, com haste e torneira metálicos e balão plástico	un	2	R\$ 58,15	R\$ 116,30
03510/SINAPI	Joelho pvc, 90 graus, riscável, 1 1/4", água fria predial	un	4	R\$ 16,74	R\$ 66,96
0085/SINAPI	Adaptador pvc, riscável, com flanges e anel de vedação, 2", para caixa d'agua	un	4	R\$ 52,42	R\$ 209,68
0097/SINAPI	Adaptador pvc soldável, com flange e anel de vedação, 32 mm x 1", para caixa d'agua	un	4	R\$ 17,97	R\$ 71,88
03879/SINAPI	Luva pvc, riscável, 2", água fria predial	un	2	R\$ 18,35	R\$ 36,70
03877/SINAPI	Luva pvc, riscável, 1 1/4", água fria predial	un	2	R\$ 8,31	R\$ 16,62
03903/SINAPI	Luva pvc soldável, 32 mm, para água fria predial	un	2	R\$ 2,39	R\$ 4,78
00127/ORSE	Concreto simples usinado fck=21mpa, bombeado, lançado e adensado em superestrutura	m³	3,5	R\$ 437,92	R\$ 1.532,72
00735/SINAPI	Bomba centrifuga motor elétrico trifásico 1,48hp diâmetro de sucção x elevação 1" x 1", 4 estágios, diâmetro dos rotores 3 x 107 mm + 1 x 100 mm, hm/q: 10 m / 5,3 m³/h a 70 m / 1,8 m³/h	un	1,00	R\$ 2.757,97	R\$ 2.757,97
03974/ORSE	Mão de obra de encanador	h	40	R\$ 18,17	R\$ 726,80
					R\$ 19.973,37
				BDI	15%
				TOTAL:	R\$ 22.969,38

7 Fonte: ORSE e SINAPI

8 Analisar os gastos da implantação do reservatório na tabela é muito importante  
9 para que tenha ciência, dos materiais necessários e do custo com a mão de obra, que  
10 deve ser qualificada colocando profissionais da área. Dos itens apresentados, o  
11 reservatório é o elemento principal do orçamento onde, custe-a 68,56% do valor do  
12 orçamento, sendo ele a parte mais essencial do projeto.

13 Antes da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial, é  
14 necessário realizar um estudo de viabilidade técnica e econômica, considerando  
15 dados da edificação, como áreas de captação, dados de precipitação pluviométrica

1 da localidade e o consumo mensal de água potável e não potável, obtendo assim  
2 estimativas da economia gerada através deste sistema. (MARINOSKI, 2007).

3 apresentar uma proposta de redução de custo há médio prazo através da  
4 captação de água da chuva para fins não potáveis, sendo para uso comercial. Diante  
5 disso foi preciso, dimensionar um reservatório para reaproveitamento de água pluvial,  
6 elaborar um projeto de custo dessa construção, verificar a eficiência da instalação do  
7 sistema.

#### 8 **4. CONCLUSÃO**

9 Os benefícios da implantação do reservatório na galeria Luzia, através da  
10 captação de água para fins não potáveis, levando em conta vários proveitos para o  
11 empreendedor um dos foi o consumo excessivo, deixando o empreendimento  
12 resiliente. Contribuindo com a sustentabilidade, o uso desse recurso é primordial para  
13 uma evolução da consciência ambiental dos seres humanos.

14 O reuso da água da chuva é uma iniciativa que traz conveniências  
15 ecologicamente e economicamente viáveis. Tal conclusão sobre essas vantagens  
16 pode ser definida por alguns fatos como: economia de água que reflete no valor pago  
17 mensalmente, reaproveitamento da água da chuva, reservatório de simples instalação,  
18 ajuda na diminuição de enchentes por reter parte da chuva e cria uma influência  
19 ecológica na parte do empreendedorismo.

20 Observou-se que o custo para instalação do reservatório será coberto em médio  
21 prazo. Em longo prazo o retorno econômico no custo com recurso hídrico, será de  
22 bastante valia para o empreendedor com certeza.

23

24

25

#### 26 **REFERÊNCIA:**

27 AMORIM, Simar Vieira de; PEREIRA, Daniel José de Andrade. **Estudo comparativo dos**  
28 **métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de**  
29 **água pluvial. Ambiente Construído, Porto Alegre**, v. 8, n. 2, p. 53-66, abr./jun. 2008.

30 Associação brasileira de normas técnicas (ABNT). **NBR 15527:2019**. Aproveitamento  
31 de água de chuva de cobertura para fins não potáveis. Requisitos e procedimentos.  
32 Rio de Janeiro, 2019.

33 BIANCHI, Ricardo Cavaler; ZACARIAS, Giovanni Matiuzzi. **CIDADES RESILIENTES: A**  
34 **IMPORTÂNCIA DO FORTALECIMENTO DAS COMUIDADES. Revista Ordem Pública** v. 9,  
35 n. 1, jan./jun., 2016.

- 1 BONA, Berenice de Oliveira. **Aproveitamento da água da chuva para fins não**  
2 **potáveis em edificação multifamiliar na cidade de Carazinho-RS.** 2014. Trabalho de  
3 Conclusão de Curso (Pós em Eficiência Energética Aplicada aos Processos  
4 Produtivos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- 5 CORRÊA, Lígia Negri; BEZERRA, Antônio Erivaldo; FURLANI, Carlos Eduardo Angeli.  
6 **MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO E SIMULAÇÃO PARA RESERVATÓRIO DE ÁGUA**  
7 **PLUVIAL. III Workshop Internacional água no Semiárido Brasileiro, São Paulo, p.1-6,**  
8 outubro de 2017.
- 9 FAVRETTO, Carlina Rouse. **Captação da água da chuva para utilização na lavagem**  
10 **de veículos: Estudo de caso para o município de Pelotas - RS. Universidade Federal**  
11 **de Pelotas - Centro de Engenharia Ambiental e Sanitária, Rio Grande do Sul, p14-93,**  
12 2016.
- 13 GIACCHINI, M. (2010). **Estudo quali-quantitativo do aproveitamento da água de**  
14 **chuva no contexto da sustentabilidade dos recursos hídricos.** Dissertação de  
15 Mestrado, Curso de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental  
16 - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- 17 INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Boletim Agroclimatológico Mensal. 2022.**  
18 Disponível em:<<https://www.inmet.gov.br>> . Acesso em: 15 março 2022.
- 19 MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em**  
20 **instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC.** 2007. Trabalho de  
21 Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de  
22 Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- 23 MIRANDA, Ricardo Augusto Calheiros de; OLIVEIRA Marcus Vinicius Siqueira de; SILVA  
24 Danielle Ferreira da. **CICLO HIDROLÓGICO PLANETÁRIO: abordagens e conceitos.**  
25 **Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Departamento de Geografia Física, Rio**  
26 **de Janeiro, p.2-10, 1º semestre de 2010.**
- 27 OLIVEIRA, Rafaela Menezes de; ANDRADE, Raquel Ribeiro de. **PROPOSTA DE**  
28 **INSTALAÇÃO DE RESERVATÓRIO PARA REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL:**  
29 **ESTUDO DE CASO EM UM ESTABELECIMENTO COMERCIAL.** Artigo apresentado como  
30 um dos pré-requisitos para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Civil,  
31 Universidade Tiradentes. Aracaju, 2021.
- 32 SANTOS, Silva Magda Baratella. **Aproveitamento da água da chuva para fins não**  
33 **potáveis em canteiro de obra- Edifício Varendas Pampulha. Universidade Federal de**  
34 **Ouro Preto, Ouro Preto, p.10-47, março de 2016.**
- 35 SILVA, Alexandre J. Alves. Análise dos riscos de desastres naturais em Aracaju:  
36 proposições de soluções de engenharia para mitiga-los. 123 páginas. **Monografia**  
37 **(Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e**  
38 **Tecnologia de Sergipe – Campus Aracaju. 2017.**



- 1 TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva. 2. Ed. São Paulo:** Navegar  
2 Editora.2003. 180 p.
- 3 UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Saving Water in  
4 Restaurants. 2012. Disponível em: <[https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-](https://www.epa.gov/sites/production/files/2017-01/documents/ws-commercial-factsheet-restaurants.pdf)  
5 01/documents/ws-commercial-factsheet-restaurants.pdf>. Acesso em: 20 março  
6 2022.
- 7 VIEIRA, Caleb José Bottentuit; LOPES, Hudson Ramon Rodrigues. **CAMPANHA "**  
8 **CONSTRUINDO CIDADES RESILIENTES": uma proposta de fortalecimento da cidade de**  
9 **São Luis face aos desastres naturais. Universidade Estadual do Maranhão Centro de**  
10 **Ciências Tecnológicas, São Luís, p.13-65, 2017.**

11