



## IV ENCONTRO DAS ÁGUAS

**É VIÁVEL APROVEITAR A ÁGUA DA  
CHUVA NA SUA RESIDÊNCIA?**

# O VOLUME DE CHUVA É INSUFICIENTE PARA ATENDER A NOSSA DEMANDA POR ÁGUA?



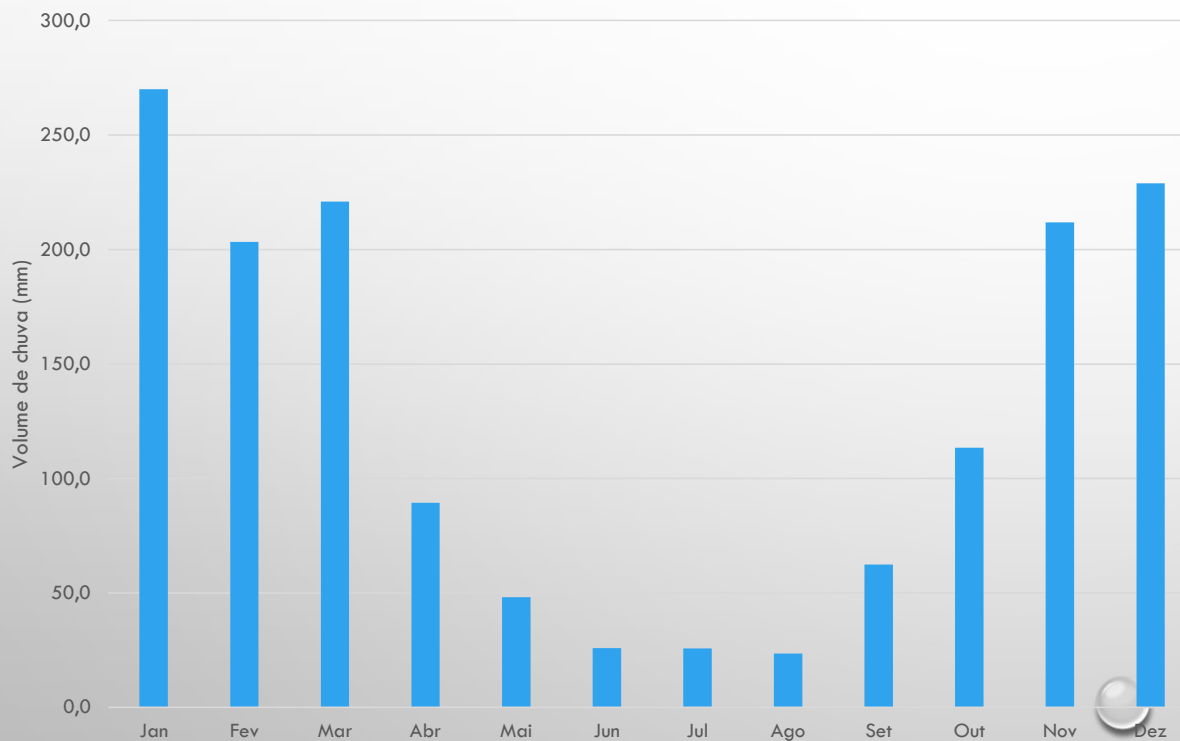
Sistema Cantareira. Foto: Patrícia Stavis



Enchente em São Paulo. Foto: Jornal A Semana

# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

Média mensal de chuva em Resende  
Dados de 1992 a 2019



Fonte: INMET

Mês	Precipitação (mm)
Janeiro	270
Fevereiro	203
Março	221
Abril	89
Mai	48
Junho	26
Julho	26
Agosto	24
Setembro	62
Outubro	113
Novembro	212
Dezembro	229
<b>TOTAL</b>	<b>1.524</b>

# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

Choveu X milímetros (mm). E daí? Isso é pouco ou muito?

De acordo com a Defesa Civil, choveu **57 mm** em uma **hora**. Bairros ficaram sem energia elétrica. A forte **chuva** gerou **transtornos** em Miguel Pereira, no Sul do Rio de Janeiro, na tarde desta quarta-feira (8). De acordo com a Defesa Civil, choveu **57 mm** em uma **hora**. 8 de jan. de 2020



g1.globo.com > sul-do-rio-costa-verde > noticia > 2020/01/08 > forte-...

Forte chuva derruba árvores e causa transtornos em Miguel ...

www.opovo.com.br > noticias > ceara > 2020/02/18 > chuva-de-103-...

**Chuva de 103 mm causa transtornos no Crato; canal do Rio ...**

18 de fev. de 2020 - **Chuva de 103 mm causa transtornos no Crato; canal do Rio Granjeiro ...**  
17, e as 7 horas desta terça, 18, choveu 52 mm no município. **Chuva ...**

extra.globo.com > noticias > rio > temporal-causa-transtornos-pelo-rio-...

**Temporal causa transtornos pelo Rio, que está em estágio de ...**

30 de jan. de 2020 - Uma **chuva** muito forte atingiu diversos bairros do **Rio** num período curto de ... Em 1 hora, Laranjeiras teve um acúmulo de **chuva** de 42,2 mm.

agenciabrasil.ebc.com.br > geral > noticia > chuva-causa-transtornos-n-...

**Chuva causa transtornos no Rio e moradores ficam ilhados ...**

29 de fev. de 2016 - ... que recebeu 96 milímetros de **chuva** no período de quatro horas, Alto da Boa Vista (93,8 mm), Jardim Botânico (77,8 mm) e Urca (74,8 mm).

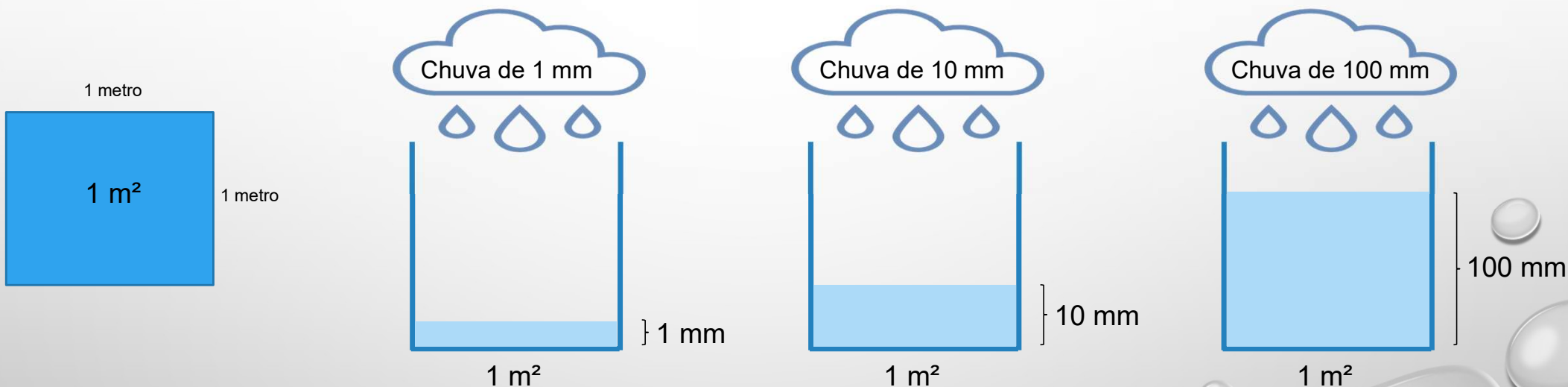
agenciabrasil.ebc.com.br > geral > noticia > chuvas-deixam-o-rio-de-j-...

**Chuvas deixam o Rio de Janeiro em estágio de atenção ...**

11 de fev. de 2020 - O **Rio** de Janeiro amanheceu hoje (11) com sete bolsões de acúmulo de ... de **chuva** em uma hora foi superior a 44,5 milímetros (mm), e na ...

# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

Choveu X milímetros (mm). E daí? Isso é pouco ou muito?



Densidade da água:  
~1000 Kg/m<sup>3</sup> ou ~1000 L/m<sup>3</sup>

$$1 \text{ m}^2 \times 0,001 \text{ m} = 0,001 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ L} = 1 \text{ L}$$

$$1 \text{ m}^2 \times 0,01 \text{ m} = 0,01 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ L} = 10 \text{ L}$$

$$1 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m} = 0,1 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ L} = 100 \text{ L}$$

# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

Média histórica de chuva em um ano (mm)	Volume médio de água consumida por pessoa por dia no Brasil (L)	Considerado o necessário pela ONU (L)	Volume médio consumido por pessoa por ano - média Brasil - (L)	Volume médio consumido por pessoa por ano - ONU - (L)
1.524	200	110	73.000	40.150

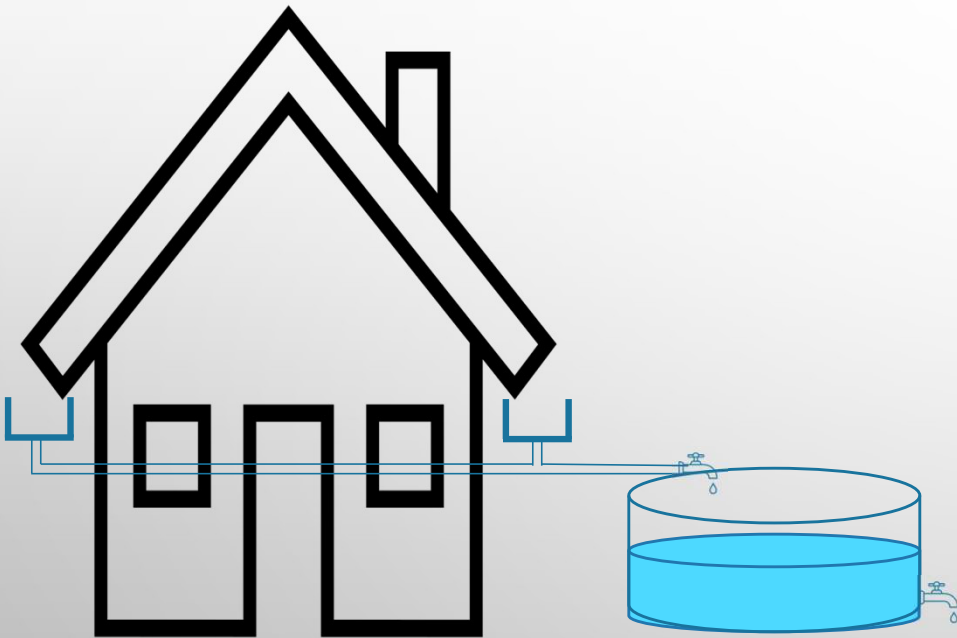
Área necessária para captar o volume de água consumido por uma pessoa em um ano:

$$\text{Média Brasil: } \frac{73.000 \text{ L}}{1.524 \text{ L/m}^2} = 47,90 \text{ m}^2 \sim 7 \text{ m} \times 7 \text{ m}$$

$$\text{ONU: } \frac{40.150 \text{ L}}{1.524 \text{ L/m}^2} = 26,35 \text{ m}^2 \sim 5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$$

# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

Qual volume deve ter o reservatório para armazenar a água da chuva?



- Para responder a essa pergunta pouco adianta conhecer a média histórica anual ou mensal de chuva.
- É preciso conhecer o consumo diário de água e o regime de chuva dentro de um ano: intervalo entre as chuvas e volume das chuvas.
- Com essas informações é possível calcular o balanço hídrico diário do reservatório:

$$BH = VAR - CDA + VAC$$

Onde,

BH = Balanço hídrico do reservatório (L).

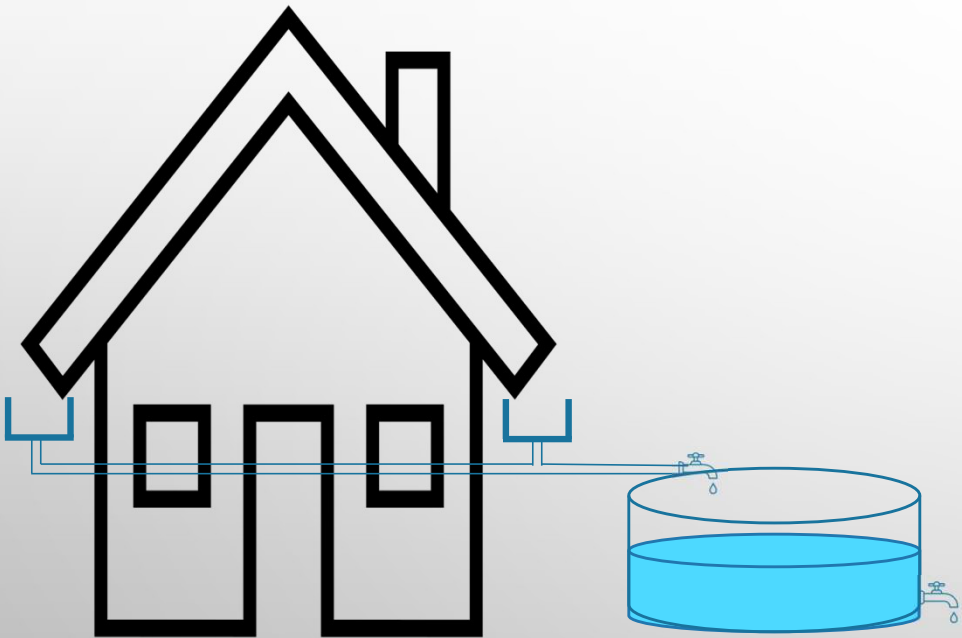
VAR = Volume de água no reservatório ao final do dia anterior (L).

VAC = Volume de água captada da chuva (L).

CDA = Consumo diário de água (L).

# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

Qual volume deve ter o reservatório para armazenar a água da chuva?

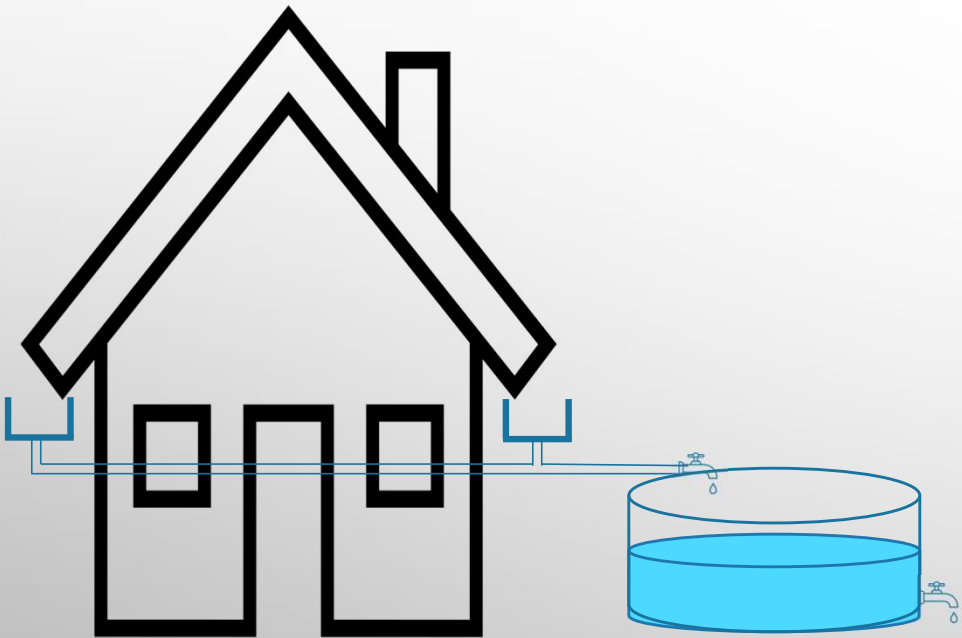


- O BH pode ser positivo, negativo ou igual a zero, mas o volume de água no reservatório nunca será negativo, tampouco poderá exceder o volume máximo do reservatório.
- Se o  $BH >$  do que o volume do reservatório, isso significa que o reservatório ficará cheio ao final do dia.
- Se o  $BH <$  ou  $= 0$ , isso significa que o reservatório ficará vazio ao final do dia.
- Se o  $0 < BH \leq$  ao volume do reservatório, isso significa que o volume de água no reservatório ao final do dia será igual ao BH.



# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

Qual volume deve ter o reservatório para armazenar a água da chuva?



- Já vimos como calcular o BH e como determinar o volume de água que restará no reservatório ao final do dia.
- Mas qual foi a quantidade de água consumida diariamente na casa oriunda da chuva?
- Se sobrou alguma quantidade de água no reservatório ao final do dia é porque todo o consumo de água da casa pôde ser atendido pelo reservatório de água da chuva.
- Se o reservatório terminou o dia sem água, a quantidade de água consumida oriunda da chuva é igual ao somatório do volume de água no reservatório ao final do dia anterior mais o volume de chuva captada no presente dia.

# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

Qual volume deve ter o reservatório para armazenar a água da chuva?

**DEPENDE.**

- Qual a disponibilidade de área para a instalação do reservatório?
- Quanto você está disposto a gastar/investir?
- Seu interesse é puramente econômico ou você também se preocupa com o meio ambiente?
- O perfil de consumo de água e o regime de chuvas, claro, também influenciam essa decisão.

# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

Avaliação técnica e econômica realizada com base na planilha em Excel

## PARÂMETROS DE ENTRADA

Consumo de água por pessoa por dia (L)	200,00
Nº de moradores na casa	3,00
Área de captação da água (m <sup>2</sup> )	100,00
Volume do reservatório (opcional) (L)	5.000,00
Custo do m <sup>3</sup> da água	R\$ 4,81
Custo do reservatório	R\$ 2.000,00
Custo com a instalação (incluindo MDO)	R\$ 700,00
Custo do filtro	R\$ 300,00
Custo da bomba	R\$ 700,00
Custo de manutenção mensal	R\$ 40,00

**Volume do reservatório para aproveitar  
ao máximo a água da chuva (L)**  
**24.960,00**

## PARÂMETROS CALCULADOS

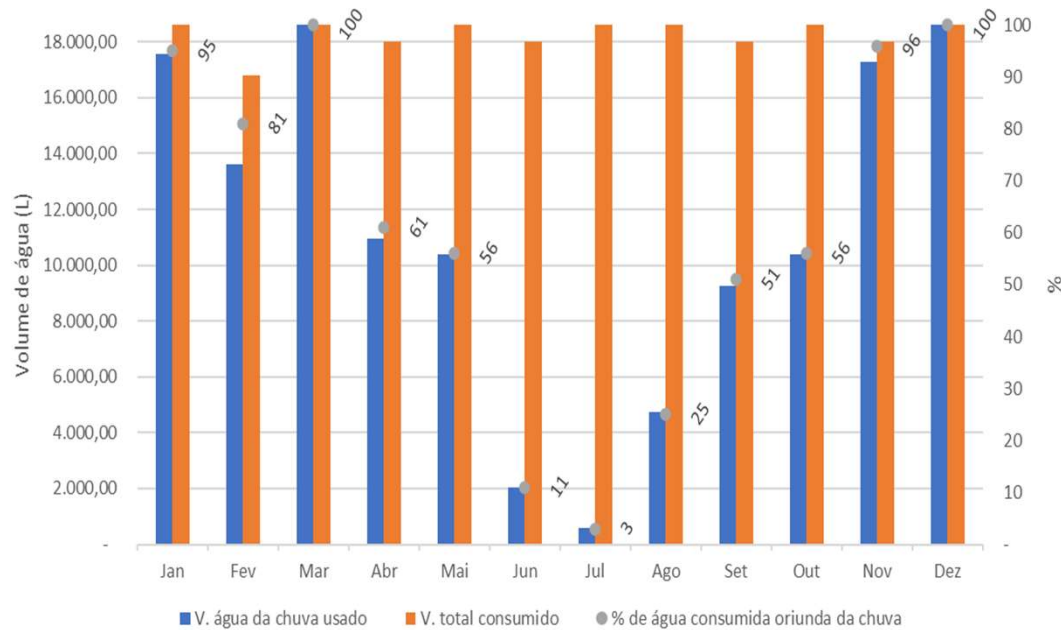
Consumo diário de água da casa (L)	600,00
Consumo de água na casa em 1 ano (L)	219.000,00
Potencial de captação de água da chuva (L)	170.980,00
Água da chuva efetivamente usada (L)	133.950,00
Água remanescente no reservatório (L)	800,00
% Água da chuva usada+água remanescente / consumo anual	61,53%
% Pot. Capt. de água da chuva / consumo anual	78,07%
% Água da chuva usada+água remanescente/potencial captação	78,81%
Valor economizado por ano	R\$ 644,30
VPL (10 anos)	-R\$ 2.216,45
TIR	-14%
Payback descontado (anos)	21,91

# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

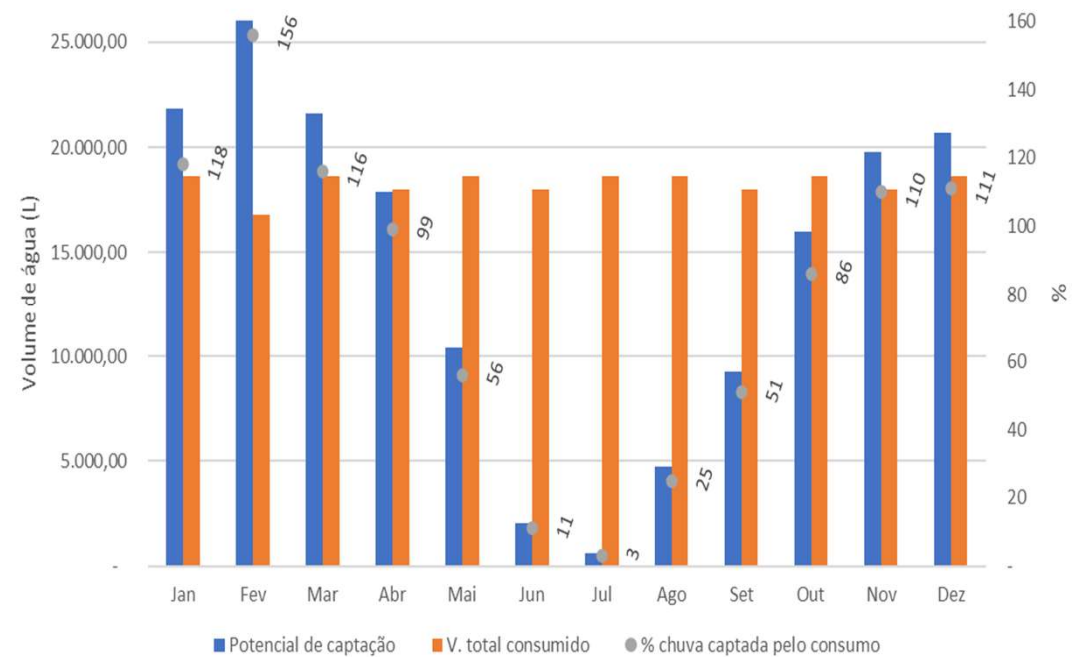
Avaliação técnica e econômica realizada com base na planilha em Excel

## Reservatório de 5.000 L

Comparativo do consumo total mensal de água oriunda da chuva frente ao volume total de água consumida



Potencial de captação de água da chuva frente ao consumo



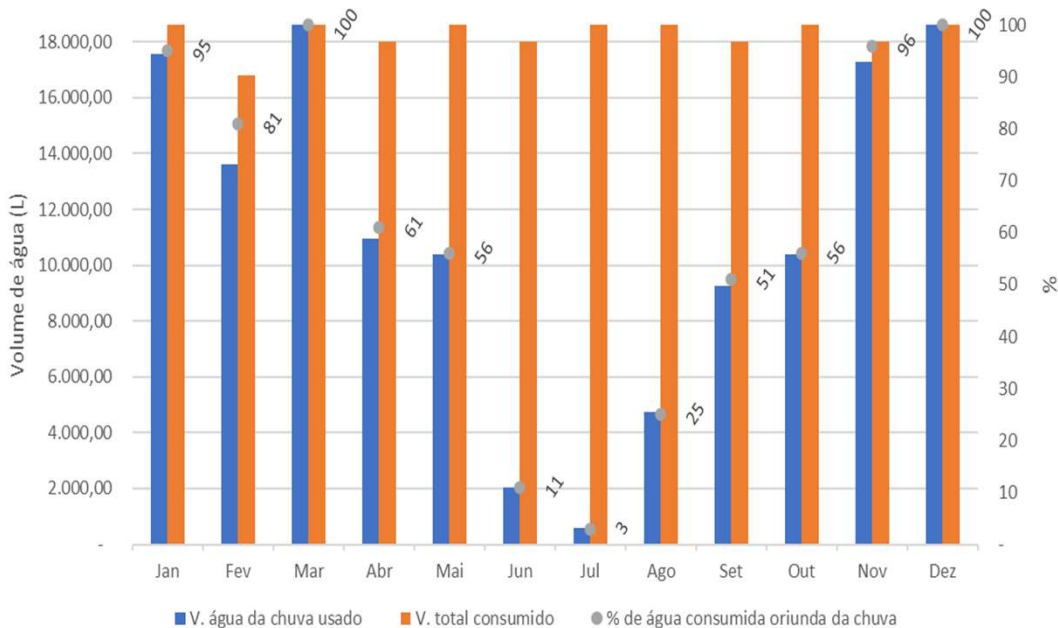
# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

Avaliação técnica e econômica realizada com base na planilha em Excel

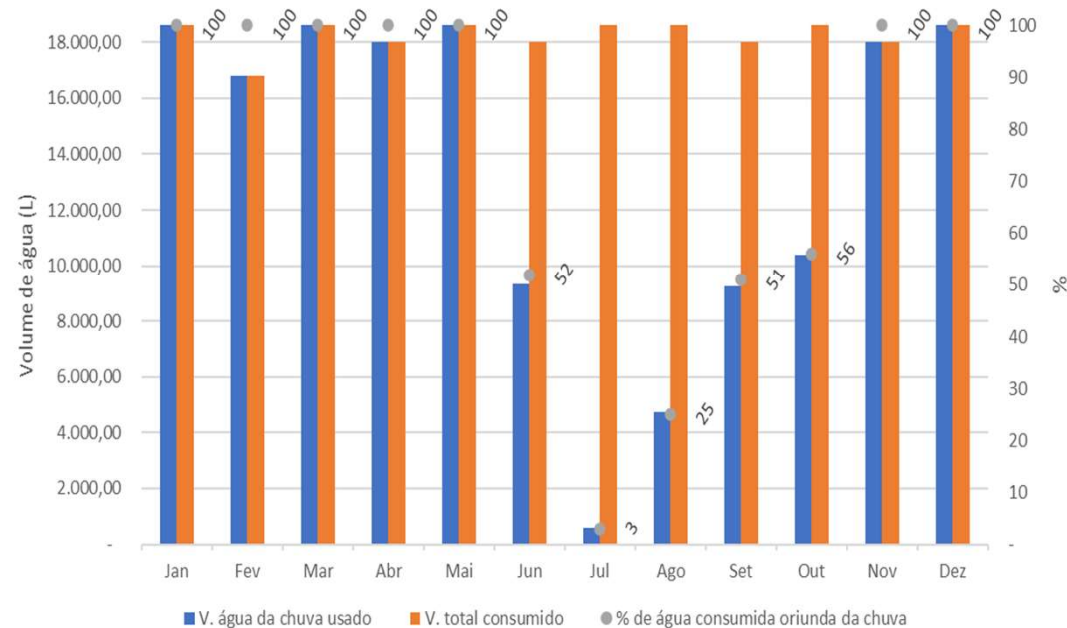
## Reservatório de 5.000 L

## Reservatório de 24.960 L

Comparativo do consumo total mensal de água oriunda da chuva frente ao volume total de água consumida



Comparativo do consumo total mensal de água oriunda da chuva frente ao volume total de água consumida



# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

## CENÁRIO 1

PARÂMETROS DE ENTRADA	
Consumo de água por pessoa (L)	200,00
Nº de moradores da casa	3,00
Área de captação da água (m <sup>2</sup> )	100,00
Volume do reservatório (L)	5.000,00
Custo do m <sup>3</sup> da água	R\$ 4,81
Custo total do sistema	R\$ 3.700,00
Custo de manutenção mensal	R\$ 40,00

## CENÁRIO 2

PARÂMETROS DE ENTRADA	
Nº de moradores da casa	5,00
Área de captação da água (m <sup>2</sup> )	150,00

## CENÁRIO 3

PARÂMETROS DE ENTRADA	
Consumo de água por pessoa (L)	280,00
Nº de moradores da casa	5,00
Área de captação da água (m <sup>2</sup> )	400,00

PARÂMETROS CALCULADOS	
Valor economizado por ano	R\$ 644,30
VPL (10 anos)	-R\$ 2.216,45
TIR	-14%
Payback descontado (anos)	21,91

PARÂMETROS CALCULADOS	
Valor economizado por ano	R\$ 925,44
VPL (10 anos)	R\$ 253,72
TIR	5%
Payback descontado (anos)	7,43

PARÂMETROS CALCULADOS	
Valor economizado por ano	R\$ 1.345,45
VPL (10 anos)	R\$ 3.943,97
TIR	27%
Payback descontado (anos)	3,33

# ESTUDO DE CASO: RESENDE – RJ

13/05/2020

Extrato de Consumo SAP - SAAE-VR - Serviço Autônomo de Água e Esgoto



**SAAE-VR - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO**  
GERÊNCIA COMERCIAL - DIVISÃO COMERCIAL

## TABELA DE TARIFAS

A partide de 01/05/2019 - 6,75%

### LIGAÇÕES COM HIDRÔMETRO

#### RESIDENCIAL E PÚBLICA

#### COMERCIAL E INDUSTRIAL

Faixas de consumo m3	Preço da água por m3 - (R\$)	Faixas de consumo m3	Preço da água por m3 - (R\$)
01 - 10	1,78	01 - 10	3,13
11 - 15	4,69	11 - 20	7,19
16 - 20	6,66	> 21	11,29
21 - 25	7,64		
26 - 30	8,06		
31 - 35	8,66		
36 - 40	9,62		
41 - 45	10,13		
> 46	10,59		


É acrescido 50% da tarifa de água a título da tarifa de esgoto

A variação da tarifa não foi considerada no slide anterior.


# ESSE NEGÓCIO É BOM PRA CARAMBA!!!!

## O QUE ESTAMOS ESPERANDO?


## VAMOS INVESTIR NISSO AGORA!!!




Será? Acho que não temos todas as respostas ainda. Precisamos montar um prototipozinho.




É verdade. Qual deve ser a qualidade dessa água?



Lembram da apresentação do Markos sobre os parâmetros de potabilidade da água? São muitos! Alguém aí lembra quantos são? Como vamos fazer o monitoramento?



Mas esta água precisa ser potável? Podemos dar outra destinação a ela.



Afinal de contas, para quais questionamentos ainda precisamos de respostas?



# O QUE AINDA PRECISAMOS DESCOBRIR

- Qual é a qualidade dessa água?
- A qualidade da água varia muito ao longo do ano (período seco e chuvoso)?
- Para quais fins ela pode ser destinada?
- É possível tratar essa água em casa?
- Qual a estrutura necessária para tratar essa água?
- Como vamos monitorar a qualidade da água?
- O aproveitamento é de 100%? Se não, qual é a perda?
- Como baratear o sistema de captação de água? Cisterna de alvenaria é mais barata que a de plástico?
- Como considerar mudanças no regime de chuvas devido às mudanças climáticas
- É possível obter dados horário do consumo e da chuva?
- Como viabilizar um projeto desses em áreas carentes?

?

?

?

# O QUE AINDA PRECISAMOS DESCOBRIR

- Movimento Cisterna Já: “é uma iniciativa independente de cidadãos preocupados em aumentar a resiliência urbana diante da crise da água”. O movimento possui um site com o objetivo de promover a capacitação para a captação e aproveitamento de água de chuva.” Lá já existem várias respostas!!! ⓘ
- A Lei das Águas (Lei nº 9.433, de 8 de jan. de 1997) instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e no Art 2º inciso IV prevê que como um dos objetivos desta política “incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais”. ⓘ
- A lei municipal de Araraquara nº 28 de maio de 2015 institui a obrigatoriedade da captação e aproveitamento da água da chuva para os imóveis novos com área igual ou superior a 140 m<sup>2</sup> e fixa o volume mínimo do reservatório em 2.000 L. Esta lei veda o uso da água da chuva não tratada para consumo pessoal, nas práticas de higiene pessoal e no preparo de alimentos. ⓘ
- Notícia que trata da lei municipal de São Carlos que obriga a captação de água da chuva em imóveis novos com mais de 140 m<sup>2</sup> e fixa o volume do reservatório em no mínimo 2.000 L. O secretário municipal de Habitação cita como uma das consequências positivas para a população a redução de enchentes. ⓘ
- ABNT NBR 15527: Água de Chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. ⓘ

# REFERÊNCIAS CITADAS NO SLIDE ANTERIOR

- [https://pt.m.wikiversity.org/wiki/Cisterna\\_J%C3%A1](https://pt.m.wikiversity.org/wiki/Cisterna_J%C3%A1)
- [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.433%2C%20DE%208%20DE%20JANEIRO%20DE%201997.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,Federal%2C%20e%20altera%20o%20art.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.433%2C%20DE%208%20DE%20JANEIRO%20DE%201997.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,Federal%2C%20e%20altera%20o%20art.)
- <http://www.araraquara.sp.gov.br/governo/secretarias/desenvolvimento-urbano/paginas-desenvolvimento-urbano/legislacao/LeiComplementar8652015AproveitamentodeAguadeChuva.pdf>
- <http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2016/05/lei-vai-obrigar-uso-de-agua-da-chuva-em-novos-imizeis-de-sao-carlos-sp.html>
- <https://azdoc.tips/documents/nbr-15527-2007-aproveitamento-de-agua-da-chuva-5c13f43899280>

### Dimensões do reservatório\*\*\*

Altura (m)	Diâmetro (m)	Volume (L)
0,68	1,37	1.000
0,86	1,72	2.000
0,98	1,97	3.000
1,08	2,17	4.000
1,17	2,34	5.000
1,47	2,94	10.000
1,68	3,37	15.000
1,85	3,71	20.000
2,00	3,99	25.000

\*\*\* Apenas foram calculadas as dimensões que comportam o respectivo volume. Essas não são as dimensões de reservatórios reais.

