

## **CAPTAÇÃO E USO DE ÁGUA DE CHUVA PARA USO EM ATIVIDADES DE LAVANDERIA: Um Estudo de Caso**

Francisco Amadeu Gomes do Amaral<sup>1</sup>

Felipe Sombra dos Santos<sup>2</sup>

### **Resumo**

O uso de água de chuva para fins menos nobres em residências contribui para os recursos hídricos e o meio ambiente de diversas formas, principalmente, no amortecimento do volume de água de chuva do sistema de drenagem das cidades. Em um estudo de água de chuva foram levantados os dados de índice pluviométrico local, área de captação, coeficiente de escoamento, a fim de determinar o reservatório para armazenagem do volume de água de chuva. Foi observado que para a localidade em questão, o índice pluviométrico médio anual foi de 106,08 mm. A área de captação disponível na residência foi de 84,26 m<sup>2</sup> e o coeficiente de escoamento (runoff) adotado foi de 0,8, devido ao tipo de material existente no telhado. A metodologia para o cálculo do volume de reservatório foi a de Rippl, no qual resultou em um reservatório de 1m<sup>3</sup>, com uma confiança de 100% do método. Os gastos parciais envolvidos na implementação deste trabalho para a instalação do sistema foram de aproximadamente R\$ 1.618,00, cujo período do retorno do investimento foi obtido em meses.

**Palavras-Chaves:** Uso de Água de Chuva. Intensidade pluviométrica. Volume de Chuva. Reservatório de Água.

## **CAPTATION AND USE OF RAINWATER FOR USE IN LAUNDRY ACTIVITIES: A Case Study**

### **Abstract**

The use of rainwater for less noble purposes in homes contributes to water resources and the environment in several ways, mainly by damping the volume of rainwater in the city drainage system. In a rainwater study the local rainfall index, catchment area, and runoff coefficient data were collected in order to determine the rainfall storage volume. It was observed that for the locality in question, the annual average rainfall was 106.08 mm. The catchment area available at the residence was 84.26 m<sup>2</sup> and the runoff coefficient adopted was 0.8, due to the type of material on the roof. The methodology for the calculation of the reservoir volume was that of Rippl, in which it resulted in a reservoir of 1m<sup>3</sup>, with a confidence of 100% of the method. The partial

---

<sup>1</sup>Engenheiro pelo UGB/FERP.

<sup>2</sup>Docente do Curso de Engenharia Civil pelo UGB/FERP.

expenses involved in the implementation of this work for the installation of the system were approximately R\$ 1,618.00, whose period of return on investment was obtained in months.

**Keyword:** Rain Water Use. Pluviometric Intensity. Rain Volume. Water Reservoir.

## Introdução

O Brasil apresenta uma expressiva desigualdade na distribuição de água potável, nas regiões mais populosas. A quase totalidade da população brasileira (95%) que habita as quatro regiões do País, respondem por aproximadamente 27% da disponibilidade hídrica superficial brasileira. A classificação da disponibilidade per capita no Rio de Janeiro, por exemplo, apresenta uma situação, classificada como pobre ( $< 2.500 \text{ m}^3 \cdot \text{hab}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$ ) (LIBÂNIO, 2010).

O consumo regional de água no Brasil é dividido da seguinte forma: 44% para a região Sudeste, 31% para o Sul, 19% para o Nordeste e os percentuais de 4 e 2% para as regiões Centro-Oeste e Norte, respectivamente (SNIS, 2014).

A captação e o reúso das águas de chuva nas áreas urbanas, minimiza o escoamento das águas pluviais nas zonas impermeáveis dos conglomerados habitacionais, além de evitar o uso da água potável para finalidades menos exigentes, em termos de qualidade, tais como: lavagens de pisos, calçadas, jardins, carros, irrigação, lavagem de roupas e sanitários (TEREZINHA, 2007).

O conceito de reúso de água consiste em reutilizar a água servida beneficentemente para um determinado fim. A prática do reúso conscientiza a população para o uso racional da água para atividades de fins menos nobres, reduz o consumo de água, geração de efluentes e perdas do sistema. (MORELLI, 2005). O reúso pode ser feito de forma direta ou indireta. O reúso direto ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são encaminhados do local onde foram gerados até o ponto direto de reúso, não ocorrendo o descarte direto na rede pública. Este tipo de reúso pode ser encontrado em atividades agrícolas (irrigação) e industriais de alguns tipos. Já o reúso indireto ocorre quando os efluentes, depois de tratados, são despejados controladamente, nos corpos hídricos, para serem usados em pontos de

coleta à jusante, do ponto de descarte, para algum tipo de atividade (MANCUSO, 2003 e HESPANHOL et al., 2005).

O Brasil apresenta características climáticas favoráveis à utilização da captação da água de chuva, pois a extensão territorial de algumas regiões recebe um volume significativo de chuva por ano, como pode ser observada nas séries históricas de intensidades pluviométricas no período compreendido entre 1977 a 1994. A média para o mês de Janeiro foi de  $190,39 \text{ mm.mês}^{-1}$  segundo os dados do Hidroweb (2017).

A intensidade pluviométrica de acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, disponível através do Hidroweb permitiu quantificar para o ano de 2015 uma intensidade de chuva em torno de  $67,67 \text{ mm.ano}^{-1}$ , na estação pluviométrica 02243129, situada no estado do Rio de Janeiro, localizada sob as coordenadas  $-22:54:0$  (latitude) e  $-43:10:0$  (longitude), com uma altura de 5m. Já no município de Nova Iguaçu, para o ano de 1994, foi quantificada aproximadamente uma intensidade de água de chuva de  $107,17 \text{ mm.ano}^{-1}$ , mensurados através da estação pluviométrica 02243237, situada nas coordenadas  $-22:42:20$  (latitude) e  $-43:27:44$  (longitude), com uma altura de 40m. Esses quantitativos de intensidade pluviométrica possibilitam a implementação de sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva em algumas das grandes cidades (HIDROWEB, 2017).

A preocupação com o racionamento e o uso da água de forma mais sustentável, por parte da população, tem se intensificado ao longo do tempo, pois a obrigatoriedade do reúso da água vem contribuindo para o avanço na implementação de sistema de captação de águas pluviais em algumas localidades, como por exemplo, os municípios de Londrina (Lei Municipal Nº 11.552, de 24 de Abril de 2012) e o de Niterói (Lei Municipal Nº 2856 de 26 de julho de 2011).

No município de Nova Iguaçu, localizado no estado do Rio de Janeiro, precisamente na baixada fluminense, não é comum observar a adoção de prática de captação de água pluvial para uso domiciliar com fins menos nobres. Partindo desse pressuposto, este trabalho está voltado para o estudo de caso, a captação e o uso da água de chuva somente em lavagem de roupa de uma residência no município de Nova Iguaçu.

## **Materiais e Métodos**

A localização da área de estudo foi obtida pelo Google Earth. As informações de intensidade pluviométrica coletadas através da Hidroweb para a estação de Nova Iguaçu, sendo a mais próxima da localidade. A área disponível para captação de água de chuva foi obtida pelo levantamento da área de telhado do imóvel, com auxílio de uma trena. O consumo de água da residência foi estimado pelo ciclo de acionamento da bomba de captação de água do poço, pois na residência não há abastecimento de água potável por concessionária. O coeficiente de escoamento foi definido pelo tipo de material do telhado, conforme sugerido por TOMAZ (2003). Os cálculos de volumes de reservatório, e as respectivas metodologias de dimensionamento foram baseados na NBR 15.527/2007. O *layout* do sistema foi executado com auxílio de sistema computacional.

## **Resultados e Discussão**

O local de estudo está compreendido nas coordenadas 22°44'17.81"S 43°30'18.63"O, com elevação de 43m (Google Earth 2016), conforme apresentado pela Figura 1.

Figura 1. Local de estudo



Fonte: Acervo Pessoal

A área do telhado em que foi estimada a captação da água da chuva pode ser visualizada pela Figura 2, e apresentou uma área de 107,24 m<sup>2</sup>, sendo que, somente foram utilizados 84,26 m<sup>2</sup>, devido à facilidade de execução do sistema e economia com material necessário à instalação.

Figura 2. Representação da área do telhado



Fonte: Acervo Pessoal

O consumo total de água foi obtido através da quantidade de ciclo de acionamento da bomba, que capta água do poço, a cada dois dias, e direciona para um reservatório superior com capacidade de armazenagem de 1 m<sup>3</sup>. Através da captação da água do poço, foi possível prever um consumo médio mensal de água de 12 m<sup>3</sup>, (400L.d<sup>-1</sup>). Como no local de estudo só existem dois moradores, o consumo per capita estimado foi de aproximadamente 200,0 L.hab<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>, valor este que se encontra um pouco acima da média disponível no SNIS (2014), que para a região Sudeste foi de 187,9 L.hab<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>, e que também está acima da média brasileira (162,0 L.hab<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>). Os cômodos que demandam água na residência estão apresentados na Tabela 1.



O levantamento dos dados de intensidade pluviométrica compreendeu o período entre 1977 e 1994, conforme pode ser visualizado na Tabela 2. A intensidade média pluviométrica do local de estudo foi de aproximadamente 106,08 mm.ano<sup>-1</sup>, conforme os dados da estação pluviométrica 02243237 (ANA – Hidroweb) -22:42:20 (latitude) e - 43:27:44 (longitude), com altura de 40 m, e que foi a mais próxima disponível do local de estudo, sob as coordenadas 22°44'17.81"S 43°30'18.63"O, com uma elevação de 43m

Tabela 2. Índices Pluviométricos para o período compreendido entre 1977 e 1994 da estação pluviométrica 02243237 - Hidroweb.

<i>Período de 1977 até 1994 (mm.mês<sup>-1</sup>)</i>	<i>Média mensal</i>
Janeiro	190,39
Fevereiro	155,02
Março	152,51
Abril	121,07
Maio	66,63
Junho	50,90
Julho	38,08
Agosto	37,74
Setembro	83,49
Outubro	73,49
Novembro	103,76
Dezembro	199,84
<b>Acumulado anual</b>	<b>1.272,92</b>
<b>Média anual</b>	<b>106,08</b>

Fonte: HIDROWEB, 2017.

O coeficiente de escoamento (*runoff*) apresenta diferentes valores, conforme o tipo de material empregado na construção do telhado. Segundo Tomaz (2003), para telhas corrugadas de metal, os valores ficam entre 0,80 e 0,90, sendo adotado para os cálculos 0,80. Na Tabela 3 são apresentados valores de coeficiente runoff para diferentes tipos de materiais.

Tabela 3. Valores coeficiente de *runoff* para diferentes materiais

<b>Material</b>	<b>Valor do coeficiente Runoff</b>
Telhas de amianto	0,80 a 0,90
Telhas esmaltadas	0,90 a 0,95
Telhas de plástico ou PVC	0,90 a 0,95
Telhas de cerâmica	0,80 a 0,90
Telhas corrugadas de metal	0,80 a 0,90

Fonte: TOMAZ, 2003

O dimensionamento dos reservatórios foi baseado na NBR 15.527 (2007), no qual são apresentados diferentes tipos de metodologias de reservatórios de água de chuva. Os métodos disponíveis na NBR 15527, para dimensionamento de reservatórios são: Rippl, Simulação, Azevedo Neto, Prático Alemão, Inglês, Prático Australiano. O Método de cálculo de dimensionamento de reservatório adotado neste trabalho foi o método de *Rippl*, no qual foi empregado um valor de coeficiente de escoamento de 0,80, a área de captação de 84,26 m<sup>2</sup> e o consumo médio mensal da residência estipulado em 12 m<sup>3</sup>. Porém, para a atividade de lavanderia foi determinado um volume de 3 m<sup>3</sup> (de acordo com o manual da máquina de lavar existente na residência (lavadora *Clean* 8kg BWB08A) – no qual utiliza um volume de 108 L por ciclo e a quantidade de ciclos usados durante o mês é igual a 28 ciclos, representando um quantitativo de 25,0% do consumo mensal.

O método de *Rippl* utiliza as séries históricas mensais ou diárias, conforme apresentado pelas equações (1-3):

$$S = D - Q \quad (1)$$

$$Q = C \times \text{precipitação da chuva} \times \text{área de captação} \quad (2)$$

$$V = \sum S, \text{ somente para valores } S > 0 \quad (3)$$

Sendo que:  $\sum D < \sum Q$

No qual:

S é o volume de água no reservatório

Q é o volume de chuva aproveitável

D é a demanda ou consumo

V é o volume do reservatório

C é o coeficiente de escoamento superficial

Os resultados obtidos através da simulação aplicando o método de Rippl podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados obtidos pelo método de Rippl

Meses	Chuva média mensal (mm)	Consumo mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume mensal de chuva (m <sup>3</sup> )	Volume mensal de água reservada (m <sup>3</sup> )	Diferença acumulada pelos valores positivos (m <sup>3</sup> )
Janeiro	190,39	3		12,83	-9,83	
Fevereiro	155,02	3		10,45	-7,45	
Março	152,51	3		10,28	-7,28	
Abril	121,07	3		8,16	-5,16	
Maio	66,63	3	84,26	4,49	-1,49	
Junho	50,9	3		3,43	-0,43	
Julho	38,08	3		2,57	0,43	0,43
Agosto	37,74	3		2,54	0,46	<b>0,89</b>

Setembro	83,49	3	5,63	-2,63
Outubro	73,49	3	4,95	-1,95
Novembro	103,76	3	6,99	-3,99
Dezembro	199,84	3	13,47	-10,47
<b>Total anual</b>	<b>1272,92</b>	<b>36</b>	<b>85,80</b>	

Fonte: TOMAZ, 2003

Conforme foi observado na Tabela 4, o volume de reservatório obtido através do método de Rippl para os dados do local de estudo foi  $0,89 \text{ m}^3$  sendo então considerado um volume de reservatório de  $1 \text{ m}^3$ , para fins práticos de construção e execução. O cálculo do volume do reservatório foi realizado por tentativas, até que sejam utilizados valores otimizados de confiança e volume do reservatório. Foi verificado o volume de  $1 \text{ m}^3$  do reservatório pela análise de simulação usando a série de precipitação média mensal, com uma demanda de  $3 \text{ m}^3 \text{ mês}^{-1}$ , com área de captação de  $84,26 \text{ m}^2$  e coeficiente de *runoff*  $C=0,80$ . A Tabela 5 analisa o volume de reservatório de  $1 \text{ m}^3$ , para verificar em qual mês será necessário suprir o volume do reservatório com água externa.

Tabela 5. Aplicação da Análise de Simulação para reservatório com  $1 \text{ m}^3$

Mês	Chuva média (mm)	Demanda constant e ( $\text{m}^3$ )	Área de captação ( $\text{m}^2$ )	Volume de chuva $C=0,8$ ( $\text{m}^3$ )	Volume do reservatório fixado ( $\text{m}^3$ )	Volume do reservatório no tempo t-1 ( $\text{m}^3$ )	Volume do reservatório no tempo t ( $\text{m}^3$ )	Overflow ( $\text{m}^3$ )	Suprimento de água externo ( $\text{m}^3$ )
Janeiro	190,39	3	84,26	13	1	0	1	9	0
Fevereiro	155,02	3		10	1	1	1	7	0
Março	152,51	3		10	1	1	1	7	0
Abril	121,07	3		8	1	1	1	5	0
Mai	66,63	3		4	1	1	1	1	0
Junho	50,90	3		3	1	1	1	0	0
Julho	38,08	3		3	1	1	1	0	0
Agosto	37,74	3		3	1	1	0	0	0
Setembro	83,49	3		6	1	0	0	2	0
Outubro	73,49	3		5	1	0	0	1	0
Novembro	103,76	3		7	1	0	0	3	0

Dezembro	199,84	3	13	1	0	0	10	0
<b>Total anual</b>	<b>1.272,92</b>	<b>36</b>	<b>86</b>				<b>46</b>	

Fonte: Acervo Pessoal

A confiança do sistema representa a proporção do tempo em que o reservatório atende à demanda. A confiança é o complemento da falha, dado pela fórmula, mostrada na equação (4):

$$P_r = \frac{N_r}{N} \quad (4)$$

No qual:

$P_r$  é a falha;

$N_r$  é o número de meses em que o reservatório não atendeu à demanda;

$N$  é o número de meses considerado, geralmente 12 meses;

E a confiança é dada através da equação (5):

$$\text{Confiança} = (1 - P_r) \quad (5)$$

Pode ser verificado pela da Tabela 5, que o volume de reservatório proposto atendeu a demanda em todos os meses do ano, não necessitando de suprimento de água externa, permitindo descrever que,  $N_r$  foi igual a zero, sendo assim:

$$\text{Confiança} = (1 - P_r) = (1 - 0 / 12) = 1 \text{ ou seja } 100\%$$

Portanto, a confiança do sistema de coleta de águas de chuvas proposto foi de 100%. Já na etapa da instalação, foi adotado um filtro para reter o material sólido grosseiro, com capacidade de volume de 3 m<sup>3</sup>, que foi instalado entre a tubulação que capta a água da chuva e o reservatório que armazenou a água de chuva. Este modelo de filtro pode ser observado através da Figura 4.

Figura 4. Ilustração do Filtro modelo Hidrologia



Fonte: HIDROWEB, 2017.

A desinfecção da água ocorreu através da cloração realizada por um colorador flutuante, que é ilustrado na Figura 5. Pode-se observar pela Figura 5, que este tipo de colorador funciona com o uso de pastilhas de hipoclorito de cálcio que são solubilizadas em água. A dosagem de desinfecção ocorre para cada 200 g de pastilha de cloro trata um volume de 30 m<sup>3</sup>, e como o volume obtido foi de 1 m<sup>3</sup>, foi necessário utilizar somente 7 g de pastilha de cloro.

Figura 5. Clorador flutuante CMB Água



Fonte: HIDROWEB, 2017.

Já o layout da instalação do sistema de reúso é apresentado na Figura 6.

Figura 6. Detalhe de instalação



Fonte: Acervo Pessoal

O reservatório plástico de polietileno com capacidade de armazenagem de água para 1m<sup>3</sup> possui formato redondo e altura com tampa de 0,97m, e o diâmetro com tampa de 1,52m. O levantamento do custo dos materiais necessários para a instalação é apresentado na Tabela 6. Nela não estão inclusos os custos relacionados às obras civis, e a mão de obra necessária para a instalação do sistema. O período de cotação dos materiais foi realizado durante os meses de abril e maio de 2017.

Tabela 6. Custos

Item	Material	Quant.	Preço Unit. (R\$)	Preço Total (R\$)
1	Caixa d'água 1000L	1	249,90	249,90
2	Filtro Para Água de Chuva Chove Chuva	1	851,90	851,90
3	Clorador CMB Aqua	1	52,90	52,90
4	Flange DN 32	1	17,79	17,79
5	Registro de esfera soldável DN 32	1	24,90	24,90
6	Adaptador DN 32	1	1,64	1,64
7	Joelho 90° DN 32	1	1,40	1,40
8	Tubo soldável PVC DN 32 x 3m	3	18,79	56,37
9	Tubo de esgoto 75mm x 3m	3	28,90	86,70
10	Tubo de esgoto 50mm x 3m	4	18,89	75,56
11	Joelho 75mm	1	5,29	5,29
12	Bucha de redução 75 mm x 50 mm	1	9,49	9,49
13	T de 50mm	1	5,19	5,19
14	Joelho 50mm	1	1,65	1,65
15	Cola para PVC incolor	2	14,90	29,80
			<b>Sub-total</b>	<b>1.470,48</b>

---

<b>Outros (10%)</b>	147,04
<b>Total</b>	1.617,52

---

Fonte: Acervo Pessoal

## Conclusão

Através dos dados da Hidroweb foi possível chegar a um valor médio de intensidade pluviométrica mensal de 106,08 mm durante os anos de 1977 a 1994. A área disponível para captação da água de chuva foi de 84,26 m<sup>2</sup>. Foi utilizado o método de Rippl para o cálculo de dimensionamento de reservatório. Nele foi considerado um consumo médio mensal da água para fins menos nobres de 25% (3m<sup>3</sup>) aproximadamente, e a partir dessas informações, foi possível chegar a um volume de reservatório de 1 m<sup>3</sup>.

A verificação do volume de 1m<sup>3</sup> foi realizada, com a finalidade de quantificar a necessidade de suprimento de água no reservatório, o que ficou constatado que o sistema não precisou de suprimento de água externo, mostrando-se 100% confiável.

Os gastos parciais de materiais para a instalação de um reservatório de 1 m<sup>3</sup> ficou em torno de R\$ 1.617,52. Seria de fundamental importância a implantação desse sistema nas residências, contribuindo assim para uma melhor drenagem das águas de chuvas, as enchentes, a climatização local, a preservação dos recursos hídricos e a conscientização da população com relação ao desperdício.

## Referências

ABNT. (2007) Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, Requisitos. **NBR 15.527**. Rio de Janeiro: ABNT.

BRAGA, B., HESPANHOL, I., CONEJO, J. G. L., MIERZWA, J. C., BARROS, M. T. L., SPENCER, M., PORTO, M., NUCCI, N., JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2ª Edição, São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL. Lei Municipal Nº 11.552 (2012), dispõe sobre a obrigatoriedade do reúso da água no município de Londrina e dá outras providências. Londrina, 24 de abr. 2012.

BRASIL. Lei Municipal Nº 2856 (2011). Estendem as obrigações da Lei nº 2630, de 07 de janeiro de 2009, instituindo mecanismos de estímulo à instalação de sistema de coleta e reutilização de águas servidas em edificações públicas e privadas. Niterói, 26 de jul. 2011.

GOOGLE EARTH, **Informações do Google Earth**. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 30 de mar. 2017.

HIDROWEB, **Sistema de Informações Hidrológicas**. Séries Históricas, 2017. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb.asp?Tocltem=1080&TipoReg=7&MostraCon=false&CriaArq=false&TipoArq=1&SerieHist=true>>. Acesso em 05 de abr. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Informações climáticas**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 22 mar. 2017.

LAVADORA CLEAN 8KG BWB08A. **Manual do consumidor**. Disponível em: <<http://dtqtu30aguuf7.cloudfront.net/wp-content/uploads/2015/03/Manual10.pdf>>. Acesso em 20 abr. 2017.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3ª Edição, São Paulo: Editora Átomo, 2010.

MANCUSO, P.C.S., SANTOS, H. F. **Reúso de Água**, 1ª Edição, São Paulo: Manole, 2003.

MORELLI, Eduardo Bronzatti. **Reúso de água na lavagem de veículos**. Dissertação. São Paulo, 2005. Disponível em: <[http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Lib/Image/art\\_1120048943\\_reuso\\_de\\_agua\\_de\\_lavagem\\_de\\_veiculos.pdf](http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Lib/Image/art_1120048943_reuso_de_agua_de_lavagem_de_veiculos.pdf)>. Acesso em: 14 de mar. 2017.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO (SNIS). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental: Brasília, 2014.

TEREZINHA, V. G. B. **Estudo da qualidade de água de chuva captada em telhado residencial na área urbana para fins de irrigação de alface**. 6º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO E MANEJO DE ÁGUA DE CHUVA, Belo Horizonte, 2007.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis**, São Paulo: Navegar editora, 2003.