

## **DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA PARA FINS NÃO POTÁVEIS EM UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL**

Renan Franqueto (Centro Universitário Vale do Iguaçu) E-mail: renanfranqueto@hotmail.com  
Rafaela Franqueto (Centro Universitário Campo Real) E-mail: prof\_rafaelafranqueto@camporeal.edu.br  
Angelo Antonio Delponte (Centro Universitário Campo Real) E-mail:  
prof\_angelodelponte@camporeal.edu.br

**Resumo:** O estudo aborda o dimensionamento de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma edificação residencial multifamiliar em Irati – PR. Iniciando com uma introdução que destaca a importância do reuso da água pluvial em diversas regiões do Brasil, o artigo enfatiza seus benefícios ambientais e econômicos, especialmente na prevenção de enchentes e na conservação do recurso hídrico potável. A metodologia detalha a área de estudo, considera fatores meteorológicos e determina a vazão de projeto conforme normas técnicas brasileiras. O dimensionamento de calhas e condutores é apresentado com base na NBR 10844/1989, demonstrando a seleção criteriosa de materiais e a aplicação de equações específicas.

Os resultados destacam a área de captação, vazão de projeto e o dimensionamento preciso de calhas e condutores para a edificação em questão. A escolha de telhas termo acústicas e a consideração dos aspectos locais ressaltam a aplicação prática e adaptabilidade do sistema. A conclusão resalta a importância do estudo para profissionais e pesquisadores interessados em soluções sustentáveis, proporcionando uma análise técnica, normativa e prática do aproveitamento de água pluvial em contextos urbanos. O artigo serve como referência valiosa para a implementação eficiente desses sistemas, contribuindo para a gestão hídrica e a sustentabilidade nas edificações multifamiliares.

**Palavras-chave:** Água pluvial. Edificação multifamiliar. Sustentabilidade hídrica urbana.

## **DIMENSIONING A SYSTEM FOR NON-POTABLE PURPOSES IN A RESIDENTIAL BUILDING**

**Abstract:** The study addresses the sizing of a rainwater utilisation system in a multi-family residential building in Irati - PR. Starting with an introduction that highlights the importance of rainwater reuse in various regions of Brazil, the article emphasises its environmental and economic benefits, especially in preventing floods and conserving drinking water resources. The methodology details the study area, considers meteorological factors and determines the design flow according to Brazilian technical standards. The sizing of gutters and conductors is presented based on NBR 10844/1989, demonstrating the careful selection of materials and the application of specific equations.

The results highlight the catchment area, design flow and the precise sizing of gutters and downpipes for the building in question. The choice of thermo-acoustic tiles and the consideration of local aspects emphasise the practical application and adaptability of the system. The conclusion highlights the importance of the study for professionals and researchers interested in sustainable solutions, providing a technical, normative and practical analysis of rainwater utilisation in urban contexts. The article serves as a valuable reference for the efficient implementation of these systems, contributing to water management and sustainability in multi-family buildings.

**Keywords:** Pluvial water. Multi-family buildings. Urban water sustainability.

### **1. Introdução**

O reuso de água pluvial em unidades residenciais por meio do uso de calhas para captação das águas começou a ser usado em inúmeras partes do país como alternativa para diminuir os problemas com as companhias de abastecimento, para reduzir o consumo e ajudar no controle de enchentes e cheias nas grandes cidades e também na escassez da região do semiárido brasileiro (BEZERRA et al. 2010; TAJIRI et al. 2012).

Tomaz (2003) e Amorim, Pereira (2008) enfatizam a contribuição na prevenção de enchentes causadas por precipitações nos centros urbanos, onde a superfície é

impermeável impedindo a infiltração da água no solo, sendo considerada como medida não-estrutural no sistema de drenagem urbana.

Segundo Inacio et al. (2013), a captação das águas pluviais em unidades residenciais auxilia de forma direta no uso e conservação do recurso hídrico potável. Os autores enfatizam que esse auxílio se refere diretamente para os serviços que não necessitam de uma água de boa qualidade, ou seja, usos considerados não potáveis como: lavagem de pisos, rega de jardim, lavagem de roupas, podem ser feitos com a água de captação passando ou não por um tratamento de água. O aproveitamento de água pluvial é conceituado pela NBR 15527/2007 (ABNT, 2007) como toda a água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais.

Além de se apresentarem como alternativas sustentáveis, esses sistemas proporcionam um retorno do investimento em um prazo relativamente curto, geralmente entre três a quatro anos, com uma vida útil estimada em vinte anos, conforme indicado por Tomaz (2014). Essa análise destaca não apenas os benefícios ambientais, mas também a viabilidade econômica desses sistemas ao longo do tempo.

No Brasil, as normas técnicas NBR 15527 (ABNT, 2019) e NBR 10844 (ABNT, 1989) estabelecem as diretrizes e requisitos mínimos para o aproveitamento de águas da chuva para uso não potável. Geralmente, o sistema é dividido em quatro etapas-chave:

- **Captação e Condução das Águas da Chuva:** Envolve a coleta eficiente das águas pluviais a partir de superfícies como telhados e sua condução até os pontos de armazenamento.
- **Tratamento e Controle de Qualidade:** Inclui processos para garantir a qualidade adequada da água coletada, como a remoção de impurezas e a aplicação de tratamentos específicos para torná-la adequada para o uso não potável.
- **Armazenamento:** Compreende a aquisição e utilização de sistemas de armazenamento, como cisternas, para acumular a água captada de maneira segura e eficiente.
- **Disponibilização/Consumo:** Refere-se à distribuição controlada da água armazenada para o uso não potável, atendendo às necessidades específicas, como irrigação de jardins, descargas de vasos sanitários, entre outros.

Essas etapas visam assegurar a eficiência do sistema de aproveitamento de águas da chuva, garantindo sua viabilidade técnica e ambiental.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo dimensionar um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma edificação residencial multifamiliar para fins de utilização não potáveis (descargas e torneiras para área externa).

## **2. Metodologia**

### **2.1 Área de estudo**

O objeto referência do presente estudo, consiste em uma edificação multifamiliar, que será construída no município de Irati – PR, município situado na região Centro Sul do estado do Paraná, com área territorial correspondente 999,517 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018) e 60.727 habitantes (IBGE, 2019).

Composto pelo térreo (entrada e garagens), 3 pavimentos tipo e cobertura, o Edifício conta com doze apartamentos (quatro por andar) com uma planta disponível (planta no apêndice A), distribuída com: sala, cozinha, lavanderia, dois quartos, banheiro, uma vaga de garagem, com aproximadamente 46,00 m<sup>2</sup> de área útil acrescido de 12,50 m<sup>2</sup> de garagem. O empreendimento ocupa um terreno de 17x30 (Área 510,00 m<sup>2</sup>), área total construída de 813,40 m<sup>2</sup>, com taxa de ocupação de 39,88%.

## 2.2 Fatores Meteorológicos e Vazão de Projeto

Segundo a NBR 10844/1989 (ABNT, 1989), a determinação da intensidade pluviométrica para fins de projeto, deve-se fixar valores para a duração de precipitação e seu tempo de retorno. Ainda, esta mesma norma fixa a duração da precipitação em  $t = 5$  min e o tempo de retorno é conforme a área a ser drenada, fixando em  $T = 5$  anos, para coberturas e/ou terraços. Com os dados, foi possível obter a vazão de projeto, com base na Equação (1).

$$Q = \left( \frac{I \times A}{60} \right) \quad (1)$$

Onde: Q é a vazão de projeto (L.min<sup>-1</sup>); I é a intensidade pluviométrica (mm/h) e; A é a área de contribuição (m<sup>2</sup>).

## 2.3 Calhas e Condutores

A NBR 10844/1989 (ABNT, 1989) apresenta que as calhas de beiral e platibanda necessitam de declividade uniforme e de no mínimo 0,50% para garantir o escoamento da água pluvial e as calhas de água-furtada têm inclinação de acordo com o projeto da cobertura.

A Equação (2) representa a fórmula de Manning-Strickler para o dimensionamento das calhas.

$$Q = \left( \frac{k \times S \times \sqrt[3]{Rh^2 \times \sqrt{i}}}{n} \right) \quad (2)$$

Onde: Q é a vazão de projeto (L.min<sup>-1</sup>); S é a área da seção molhada (m<sup>2</sup>); P é o perímetro molhado (m); Rh (S/P) é o raio hidráulico (m); i é a declividade da calha (m/m); n é o coeficiente de rugosidade e; K = 60.000 (coeficiente de vazão de m<sup>3</sup>/s para L.min<sup>-1</sup>).

O coeficiente de rugosidade é obtido através do material que é utilizado nas calhas. Na Tabela 1 são reportados os valores para os coeficientes de rugosidade (n).

Tabela 1. Coeficientes de rugosidade

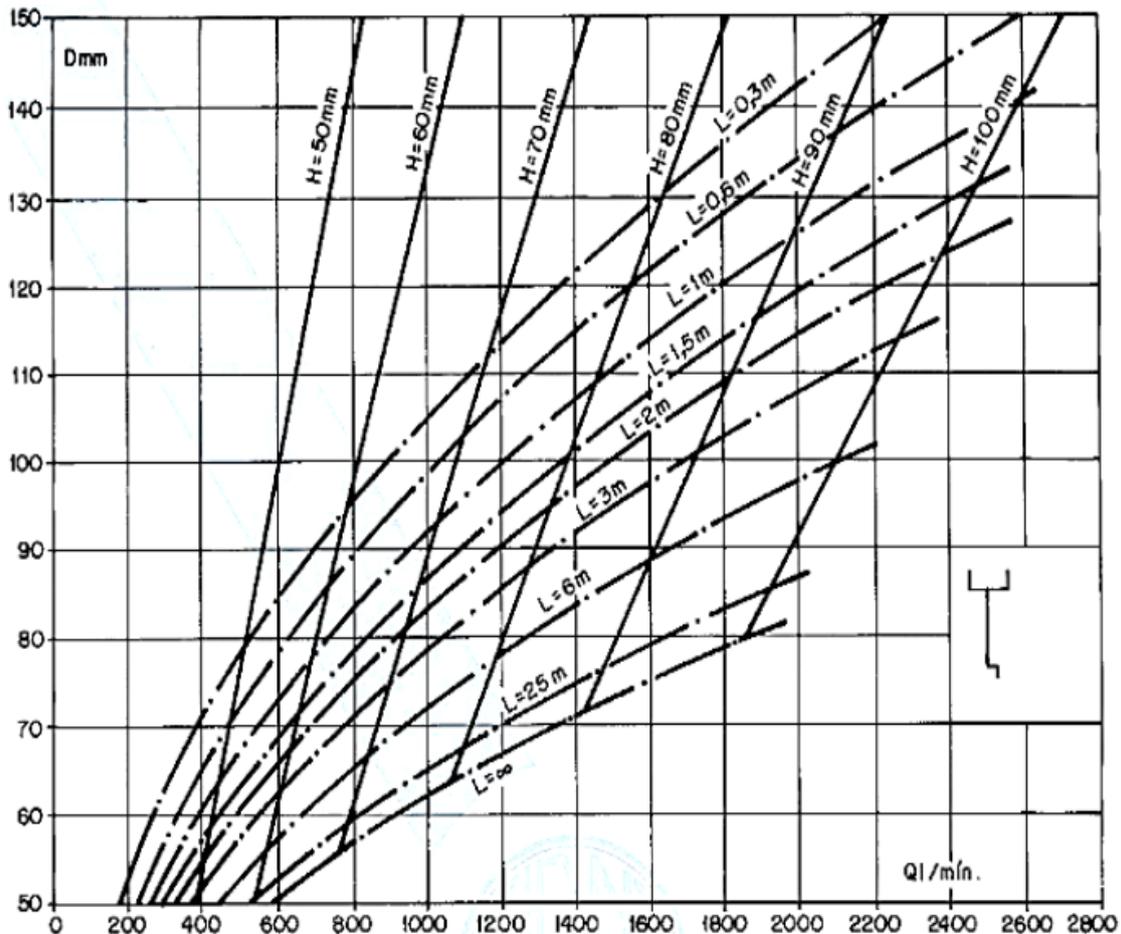
| Material   | N     |
|--|-------|
| Plástico, fibrocimento, aço, metais não-ferrosos     | 0,011 |
| Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida | 0,012 |
| Cerâmica, concreto não-alisado                       | 0,013 |
| Alvenaria de tijolos não-revestida                   | 0,015 |

Fonte: ABNT (1989)

De acordo com a NBR 10844/1989 (ABNT, 1989) nos condutores verticais, podem ser utilizados: tubos e conexões de ferro fundido, PVC rígido, aço galvanizado, cobre, chapas de aço galvanizado, folhas-de-flandres, chapas de cobre, aço inoxidável,

alumínio ou fibra de vidro. Para os condutores horizontais, normalmente são utilizados: tubos e conexões de ferro fundido, fibrocimento, PVC rígido, aço galvanizado, cerâmica vidrada, concreto, cobre, canais de concreto ou alvenaria e seu diâmetro mínimo é 70 mm. Os condutores verticais devem ser dimensionados com a utilização dos ábacos de saída de aresta viva (Figura 1), através dos dados de vazão de projeto ( $Q$  em  $L \cdot \text{min}^{-1}$ ); altura da lâmina de água na calha ( $H$  em mm) e; comprimento do condutor vertical ( $L$  em m).

Figura 1. Ábaco – Calha com saída em aresta viva



Fonte: ABNT (1989)

Segundo a NBR 10844/1989 (ABNT, 1989), os condutores horizontais precisam ser projetados com declividade mínima e uniforme de 0,50% e para o cálculo considera-se como lâmina de água a altura correspondente a  $2/3$  do diâmetro interno do tubo ( $D$ ). A cada 20 metros de tubulação retilínea e em locais que ocorrem mudanças de direção, declividade ou instalação de conexões; é necessário a instalação de caixas de inspeção.

### 3. Resultados e discussões

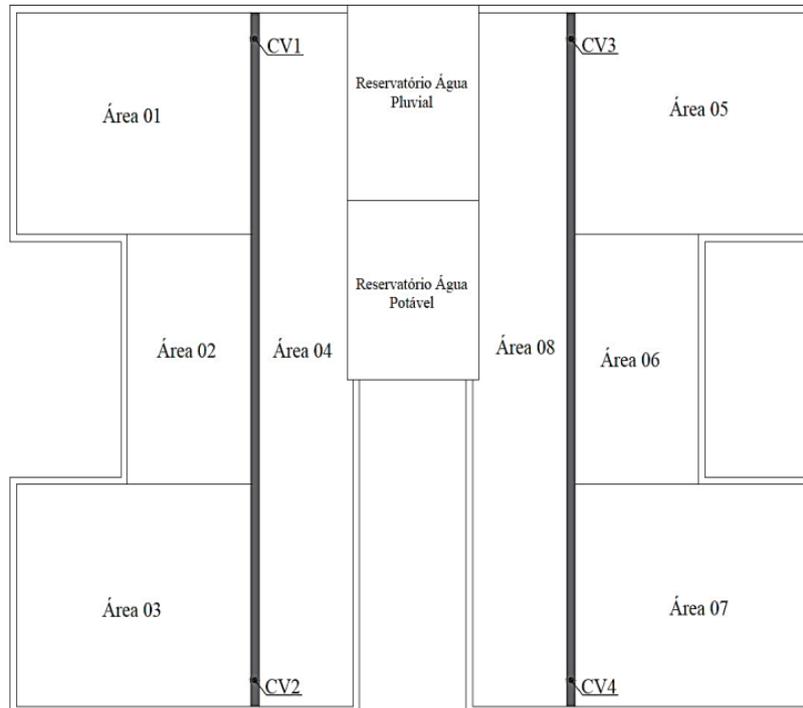
#### 3.1 Consumo de água na edificação

O Edifício possui uma torre; desta forma, a área de captação corresponde a área de cobertura disponível na unidade. Conforme a NBR 10844/1989 (ABNT, 1989) para a área de captação é preciso descontar o espaço para uso dos condutores horizontais e a caixa de água potável.

O local para inserção do reservatório de armazenamento da água pluvial será ao lado da cobertura, desse modo, não ocorrerá perda de área para captação, sendo assim, a área total disponível para captação foi de 218,12 m<sup>2</sup>.

A Figura 2 identifica o telhado dividido em retângulos para o cálculo da área de captação.

Figura 2. Telhado para Captação da Água Pluvial (sem escala)



Fonte: Autores (2023)

A cobertura do edifício é composta por telhas termoacústica (telha sanduíche), produto que melhora o isolamento térmico e acústico. Na Tabela 2 apresenta as dimensões e a área disponível para captação.

Tabela 2. Dimensões do telhado e área de contribuição

| Telhado | Dimensões (m) |       |      | Área (m <sup>2</sup> ) |
|---------|---------------|-------|------|------------------------|
|         | a             | b     | h    |                        |
| Área 01 | 5,60          | 4,70  | 1,12 | 28,95                  |
| Área 02 | 2,95          | 5,30  | 0,59 | 17,20                  |
| Área 03 | 5,60          | 4,70  | 1,12 | 28,95                  |
| Área 04 | 2,10          | 14,70 | 0,42 | 33,96                  |
| Área 05 | 5,60          | 4,70  | 1,12 | 28,95                  |
| Área 06 | 2,95          | 5,30  | 0,59 | 17,20                  |
| Área 07 | 5,60          | 4,70  | 1,12 | 28,95                  |
| Área 08 | 2,10          | 14,70 | 0,42 | 33,96                  |
| Total   | -             | -     | -    | 218,12                 |

Fonte: Autores (2023)

### 3.2 Vazão de projeto

Para o cálculo a vazão de projeto foi utilizada a Equação (1) e o valor de intensidade pluviométrica (mm/h) para um período de retorno igual a 5 anos foi considerado 204 mm/h que se refere a dado extraído do município de Curitiba/PR presente no Anexo – Tabela 5 da NBR 10844/1989 (ABNT, 1989).

Para o valor de área de contribuição foi necessário avaliar a influência que cada área do telhado gera para a calha e seu sentido de escoamento até condutor vertical – CV do seu respectivo lado. Com isso a vazão de projeto (Q) para o estudo foi 185,40 L.min<sup>-1</sup>.

### 3.3 Calhas e condutores

Na drenagem da água foram empregadas calhas em aço galvanizado, em seção retangular. Para seu correto dimensionamento o valor de vazão encontrado por meio da Equação (2) deve ser maior que a vazão de projeto. Em seu cálculo foram utilizados os dados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Dados para dimensionamento da vazão das calhas

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| <b>Coefficiente de vazão (K)</b>  | 60000 |
| <b>Altura (m)</b>                 | 0,10  |
| <b>Altura lâmina de água (m)</b>  | 0,05  |
| <b>Largura (m)</b>                | 0,20  |
| <b>Coefficiente de rugosidade</b> | 0,011 |
| <b>Declividade (m/m)</b>          | 0,005 |

Com os dados mencionados na Tabela 2, a vazão máxima da calha com dimensões 10 cm x 20 cm (altura x base) é 204,16 L.min<sup>-1</sup>, este valor atende a vazão de projeto.

Os quatros condutores verticais recebem a mesma quantidade de vazão de projeto, visto que, as áreas de telhado divididas para cada condutor são iguais, assim, a vazão a ser considerada para o dimensionamento dos condutores verticais corresponde à 185,40 L.min<sup>-1</sup>, a altura de queda (L) do condutor é 11,00 m e a altura da lâmina de água (H) é 0,050 m.

Com essas informações foi utilizado o ábaco (Figura 1) para a verificação do diâmetro necessário, sendo que, não ocorre interseção entre a linha da vazão com as de altura de queda e lâmina de água, assim, pode ser adotado o diâmetro mínimo (70 mm).

Para o projeto foi adotado condutor vertical com DN 75. Os condutores horizontais de seção circular foram dimensionados por meio da Tabela– Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L.min-1 ) disponibilidades na ABNT (1989) considerando o coeficiente de rugosidade (n) de 0,011. Nos dois trechos A declividade adotada foi de 0,50%, e diâmetro (D) igual a 100 mm atendendo assim a vazão de projeto admitida no trecho. Ao final dos trechos A foram adotadas caixa de passagem/ mudança de direção para inspeção e manutenção.

## 4. Considerações Finais

O presente estudo sobre o dimensionamento de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma edificação residencial multifamiliar revela a importância crescente do

reuso desse recurso em unidades habitacionais. Diante da crescente preocupação com a escassez de água, o aumento da demanda urbana e a busca por soluções sustentáveis, a captação e uso de água pluvial apresentam-se como alternativas viáveis e eficientes.

O estudo destaca a diversidade de benefícios proporcionados pelo aproveitamento de água pluvial, desde a redução da dependência das companhias de abastecimento até a contribuição na prevenção de enchentes urbanas. O enfoque na conservação do recurso hídrico potável, ao direcionar águas pluviais para usos não potáveis, ressalta a importância do sistema não apenas ambientalmente, mas também economicamente.

O dimensionamento do sistema considera a cobertura específica do edifício, a intensidade pluviométrica local e as normas técnicas, culminando na adoção de um sistema que atende às necessidades da edificação. O destaque para o uso de telhas termo acústicas ressalta a importância de integrar tecnologias que proporcionem benefícios adicionais, como isolamento térmico e acústico.

Por fim, o estudo não apenas contribui para a compreensão detalhada do dimensionamento de sistemas de aproveitamento de água pluvial em edificações multifamiliares, mas também enfatiza a relevância dessas práticas sustentáveis em face dos desafios atuais relacionados à gestão hídrica. Ao proporcionar uma análise técnica, normativa e prática, o artigo serve como referência valiosa para profissionais e pesquisadores envolvidos na implementação de soluções sustentáveis no contexto urbano.

### **Referências**

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844:** Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626:** Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:** Água de chuva - Aproveitamento de Coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:** Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (2017). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**. Brasília, 2017. 100p. Disponível em: < <http://conjuntura.ana.gov.br/>>. Acesso em: 07 dez. 2023.

AMORIM, S. V. de.; PEREIRA, D. J. de A. Estudo comparativo dos métodos de dimensionamento para reservatórios utilizados em aproveitamento de água pluvial. Ambiente Construído -Revista on-line da ANTAC, Porto Alegre, v. 8, p. 53-66, 2008.

BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. 2005. 165f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.

BEZERRA, S. M. da C.; CHRISTAN, P. de; TEIXEIRA, C. A.; FARAHBACKHSH, K. Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva: comparação entre métodos da ABNT NBR 15527:2007 e Decreto Municipal 293/2006 de Curitiba, PR. Ambiente Construído -Revista on-line da ANTAC, Porto Alegre, v. 10, p. 219-231, out./dez. 2010.

CREDER, H. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. 423 p.

GARCIA, E.N.A.; MORENO, D.A.A.C.; FERNANDES, A.L.V. A Importância da Preservação e Conservação das Águas Superficiais e Subterrâneas: Um Panorama Sobre a Escassez da Água no Brasil. **XI Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11. n.6, 2015, pp. 235- 249.

INACIO, A.R.; DINIZ, A.F.; CANDIA, M.M.; OLIVEIRA, T.M.; CHAGAS, R.K. Dimensionamento de um sistema de captação de água pluvial para uso doméstico em São Bernardo do Campo – SP. *Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade*, v.8, n.2, 2013, p.40-62.

LIU, A.; MUKHEIBIR, P. Digital metering feedback and changes in water consumption—A review. **Resources, Conservation and Recycling**, 134, 136-148. 2018.

OLIVEIRA, T. D.; CHRISTMANN, S. S.; PIÉREZAN, J. B. Aproveitamento, captação e (re)uso das águas pluviais na arquitetura. **Revista Gestão e Desenvolvimento em Contexto**, Universidade de Cruz Alta, v. 2, n. 2, p.1-15, 2014.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Centro Regional de Informações das Nações Unidas. Água. Portugal: UNRIC**, 2019. Disponível em: <https://unric.org/pt/agua/>. Acesso em: 4 out. 2023.

TAJIRI, H.A.C; CAVALCANTI, C.D; POTENZA, J.L. Caderno de Educação Ambiental – Habitação Sustentável. São Paulo: Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente e Coordenadoria de Planejamento Ambiental. 2012.

TOMAZ, P. **A Economia de Água para Empresas e Residências – Um Estudo Atualizado sobre o Uso Racional da Água**. Navegar Editora, São Paulo, 2001.

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

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água da chuva de cobertura em área urbana para fins não potáveis**. In: TOMAZ, Plínio. *Água: pague menos*. Guarulhos, 2014. Cap. 3. p. 24-36.