

Projeto de captação de águas pluviais para reutilização em uma residência unifamiliar no município de Guaçuí/ES

Stormwater collection project for reuse in a single-family residence in the municipality of Guaçuí/ES

Gabriel Pereira Gonçalves^{1*}, Medianeire Farias Fernandes Santo¹, Nathan Limeira Nery¹, Pietro Valdo Rostagno¹

RESUMO

A utilização da água da chuva para uso não-potável é uma das formas de evitar a redução da disponibilidade de água potável e seu reuso ou aproveitamento pode ser utilizado em diversos serviços rotineiros, como irrigações, lavagens de carros, varandas, dentre outros. Visando a preservação de recursos hídricos e economia no custo total das tarifas de água potável, o presente artigo, baseado em parâmetros técnicos e legais tem como objetivo apresentar o dimensionamento e detalhamento da implantação de um sistema para a captação e reuso de águas pluviais em uma residência unifamiliar, localizada em Guaçuí/ES que apresenta uma área de 150,36m² de cobertura e com jardins e circulação com 156,30m², que ocupa grande parte da área total do terreno, sendo a área de captação de água pluvial formada de telhas de cerâmica e fibrocimento. O reservatório foi dimensionado em 5000l de água, atendendo a demanda mensal e suprimindo o tempo de estiagem. A implantação do sistema se torna economicamente viável, com retorno em 7,5 anos, podendo esse tempo ser reduzido de acordo com a sua utilização.

Palavras-chave: Aproveitamento; Reservatório; Captação.

ABSTRACT

The use of rainwater for non-potable use is one of the ways to avoid reducing the availability of potable water and its reuse or use can be used in various routine services, such as irrigation, car washes, balconies, among others. Aiming at the preservation of water resources and savings in the total cost of drinking water tariffs, this article, based on technical and legal parameters, aims to present the dimensioning and detailing of the implementation of a system for the capture and reuse of rainwater in a single-family residence, located in Guaçuí/ES, which has an area of 150.36m² of coverage and with gardens and circulation with 156.30m², and circulation that occupies a large part of the total area of the land, with the rainwater harvesting area made up of ceramic and fiber cement tiles. The reservoir was dimensioned in 5000l of water, meeting the monthly demand and supplying the dry season. The implementation of the system becomes economically viable, with payback in 7.5 years, and this time can be reduced according to its use.

Keywords: Use; Reservoir; Capture.

¹ Centro Universitário Redentor.

*E-mail: gabrielkgbs@gmail.com

INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais valiosos do mundo e essencial para a vida. Dos 70% da água existente na Terra, somente 3% é de água doce, desta porcentagem, cerca de 1,75% é água das geleiras, 1,243% são constituídos de águas subterrâneas e apenas 0,007% desta água é aproveitável, que está sendo destruída, sendo poluída por esgotos, lixos, poluição industrial, agrotóxicos e por desperdícios (BRANCO, 2022). Tendo em vista os grandes problemas que vem sendo enfrentados e da necessidade de conscientização ao uso da água, alternativas e medidas inovadoras e sustentáveis têm sido geradas para a mitigação destes problemas.

A utilização da água da chuva para uso não-potável é uma das formas de evitar a redução da disponibilidade de água potável e seu reuso ou aproveitamento pode ser utilizado para irrigação de áreas verdes, atividades agrícolas, sistemas de descargas, lavagem de calçadas, garagens, ruas e veículos, são medidas que estão sendo utilizadas pelo mercado da construção civil e do meio ambiente que podem economizar a água potável tarifada e trazer benesses ambientais como prevenção de enchentes e reduzir a escassez hídrica, pois com a utilização da água da chuva na lavagem de veículos, calçadas e irrigação de jardins, menos água é despejada na rede pública pluvial e conseqüentemente no corpo hídrico, e na época de seca, pode ser armazenada para utilização posterior (SICKERMANN, 2018).

De acordo com a CETESB (2016), a legislação brasileira descreve a água das chuvas como esgoto. No entanto, uma Universidade na Malásia realizou um estudo que comprova que apenas as primeiras águas das chuvas carregam ácidos, microrganismos, e outros poluentes atmosféricos. Pouco tempo depois do início da chuva a água adquire características de água destilada, podendo ser coletada em reservatórios fechados CETESB (2016).

Partindo desse contexto, o presente artigo apresentou a viabilização de um projeto para implementação do sistema de coleta e reuso de águas pluviais utilizando o projeto de uma edificação em construção no município de Guaçuí/ES.

METODOLOGIA

Área de Estudo

Com este artigo, realizou-se o dimensionamento e detalhamento da implantação de um sistema para a captação e reuso de águas pluviais em uma edificação residencial unifamiliar de um pavimento, localizada no Bairro João Meirelles, município de Guaçuí, Espírito Santo.

A edificação escolhida tem 150,36 m² de área construída dentro de um terreno com 306,66m². Foi indicado o sistema de captação e reuso de águas pluviais para esta edificação especificamente, pois ela apresenta uma área de 156,30m² de jardins e circulação que ocupa grande parte da área total do terreno. Dentre as áreas cobertas, pode-se verificar através do projeto arquitetônico da construção (que se encontra no anexo A), que a edificação principal (área de serviço, quartos, sala, cozinha, banheiros e garagem) tem cobertura de laje impermeável com 2% de inclinação e telhado de fibrocimento de 6mm embutido com inclinação de 10% a 14%, sobre as varandas e garagem optou-se pela instalação de telhas de cerâmica, com inclinação de 30%. A inclinação da cobertura varia de 10% a 30% dependendo do fabricante.

Consumo De Água Pluvial

Segundo TOMAZ (2003), o consumo de água utilizado na irrigação do jardim é calculado tendo como padrão de 2L/m²/dia, pela equação abaixo:

$$CI = C * D * A \quad (01)$$

Onde:

CI= Cálculo de irrigação (L);

C= Consumo para irrigação (L/m²/dia);

D= Quantidade de dias de irrigação (dia);

A= Área do jardim (m²).

Segundo Silva (2017), as demais demandas como lavagem de veículos e varandas com mangueiras de jardins podem ser dimensionadas de acordo com a frequência e quantidade de litros.

Área de distribuição

De acordo com TOMAZ (2003), a captação ou coleta da água da chuva deve ser realizada através do telhado das casas ou indústrias. O telhado pode ser constituído de telhas de cerâmica, fibrocimento, zinco, galvanizada, concreto armado, plástico etc., sendo inclinado ou plano. Para a edificação em estudo, a NBR 10844 (1989) especifica as formulações que determinam a área de distribuição do telhado. É possível verificar as áreas de distribuição (A1, A2, A3, A4, A5 e A6) da edificação escolhida a partir da planta de cobertura mostrada na figura 02.

Equação de área de distribuição para superfícies planas inclinadas:

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) * b \quad (02)$$

Onde:

A= Área de distribuição (m²);

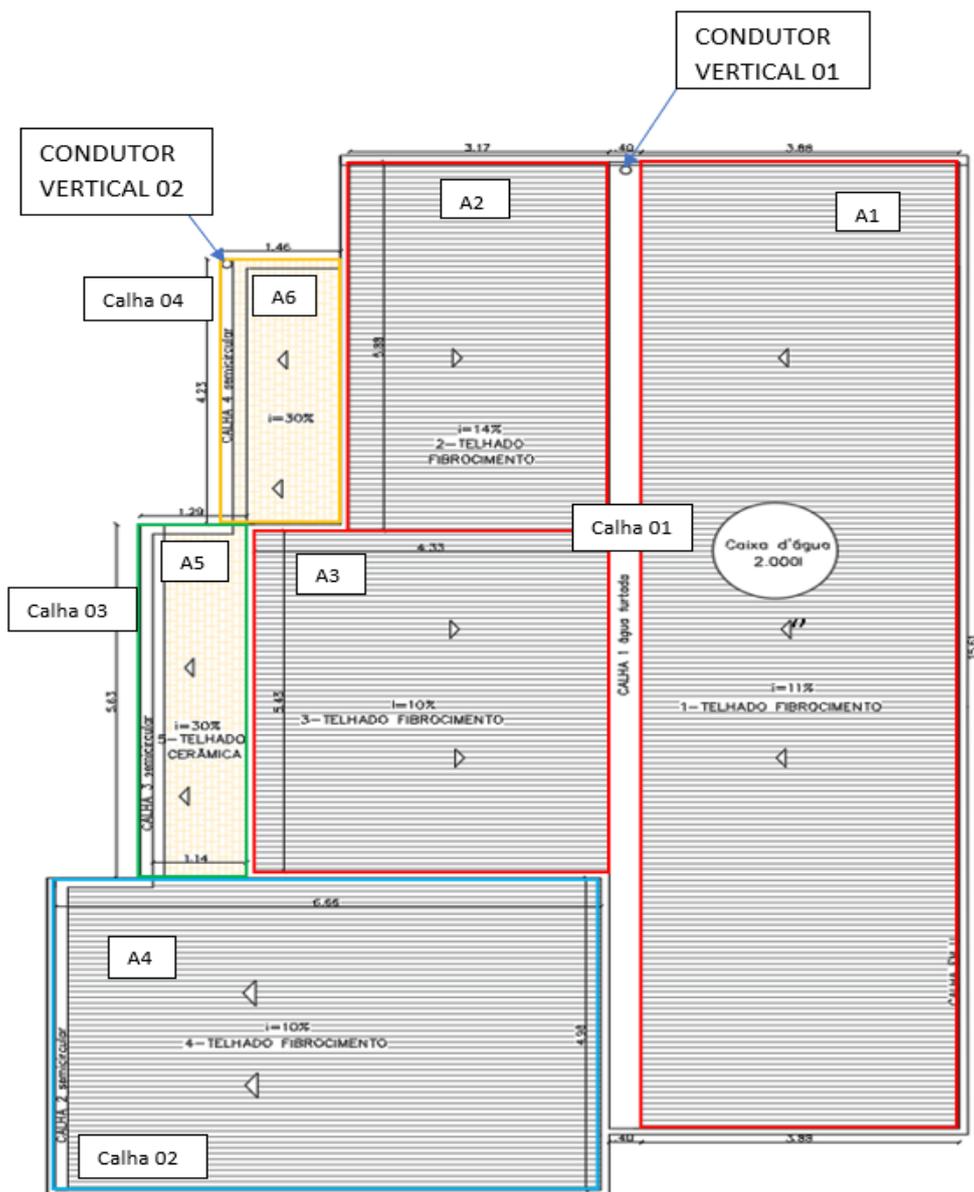
a= Comprimento do telhado(m);

h= altura do telhado (m);

b= largura do telhado (m).

As áreas de distribuição podem ser melhor visualizadas através da figura 02 da planta de cobertura da edificação, disponível no anexo A.

Figura 01 – Identificação de áreas de distribuição, calhas e condutores verticais na planta de cobertura



Fonte: Autores (2022).

Calhas

Para TOMAZ (2003), é indispensável a utilização de calhas, coletores de águas pluviais (PVC OU metálico) e peneiras para a remoção de materiais indesejados (tela de 0,2mm a 1,0 mm) e deve ser armazenada em reservatório (apoiado, enterrado ou elevado), que pode ser de concreto armado, alvenaria, plástico, poliéster etc. O tratamento deve ser feito por filtro de areia e cloração.

Segundo Azevedo e Oliveira (2018), as calhas devem ser dimensionadas a partir da determinação da vazão de projeto e da vazão real pelas seguintes fórmulas:

$$Q_{projeto} = \frac{i * A_c}{60} \quad (03)$$

Onde:

$Q_{projeto}$ = vazão de projeto (L/min);

i = índice pluviométrico (mm/h);

A_c = área de contribuição (m²).

Devido a localidade da edificação não constar na tabela de intensidade pluviométrica da NBR 10844 (1989), foi escolhido Rio de Janeiro com valor de 167mm/h, para um período de retorno de 5 anos, por ser a cidade de referência mais próxima.

As calhas podem ser identificadas através da figura da planta de cobertura (figura 01) como calha 01, calha 02, calha 03 e calha 04.

De acordo com a NBR 10844 (1989), $Q_{projeto} \leq Q_{real}$, para que essa equação seja atendida foi necessário o cálculo da vazão real pela equação de ManningStrickler:

$$Q_{real} = K * \frac{S}{n} * R_h^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}} \quad (04)$$

Onde:

Q_{real} = Vazão real (L/min);

K = Coeficiente Fixo em 60.000;

S = área de seção molhada (m²);

n = coeficiente de rugosidade;

R_h = Raio hidráulico;

i = declividade da calha.

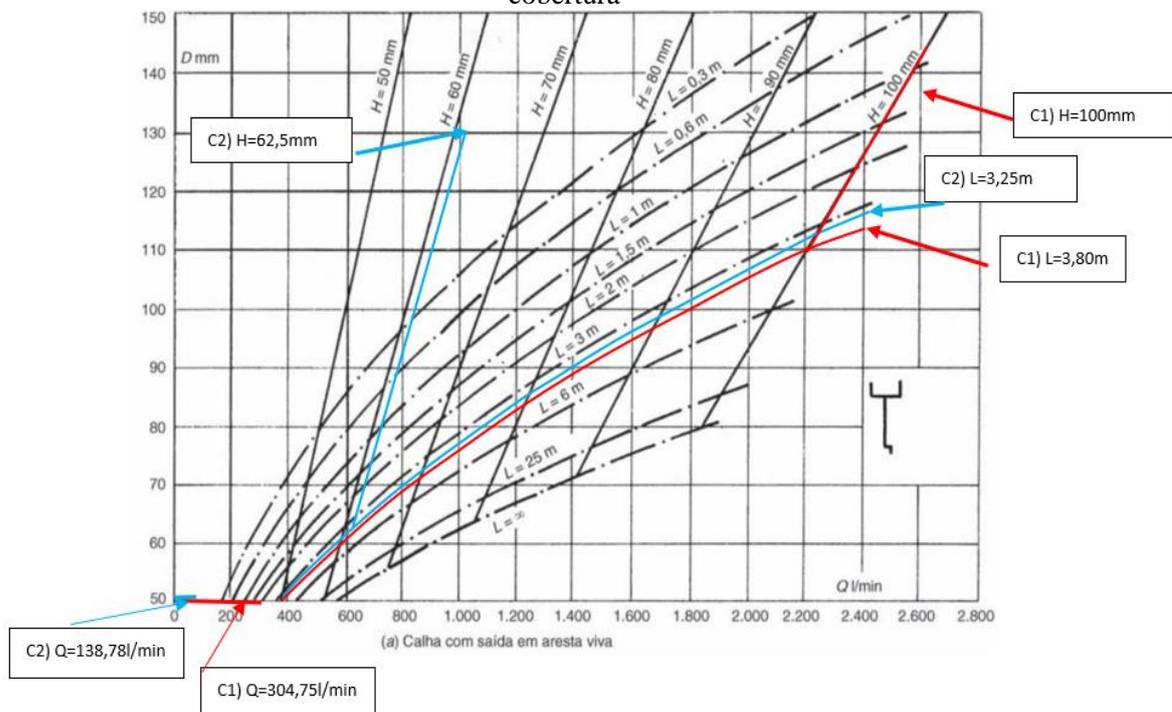
O coeficiente de rugosidade utilizado foi de $n = 0,011$, retirado da tabela 02 da NBR 10844 (1989). Coeficiente de rugosidade é o valor atribuído na equação de ManningStrickler para os diferentes tipos de materiais das calhas, tais como: plástico, fibrocimento, aço e metais não-ferrosos. A área de seção molhada e o Raio hidráulico da calha de água furtada foram calculados seguindo a figura 13:11 de Características geométricas para calhas de variadas formulações de seção (AZEVEDO; OLIVEIRA, 2018). Ainda segundo AZEVEDO e OLIVEIRA (2018), a declividade da calha não deve ser inferior a 0,50%, sendo neste projeto utilizada a declividade mínima.

Condutores Verticais e Horizontais

Os condutores verticais e horizontais são constituídos de um conjunto de tubos e conexões, com a missão de levar a água coletada pela calha até o reservatório inferior. De acordo com a NBR 10844:1989, essa tubulação não deve ter diâmetro interno inferior a 70mm.

Para a realização do dimensionamento dos condutores verticais foi levado em consideração a vazão, a altura da lâmina d'água na calha e o comprimento da tubulação, podendo ser instalada aparente ou embutida em parede, foi necessária a instalação de conexões que possibilitam a inspeção dessa tubulação. Deve-se buscar o menor número de prumadas, caso seja necessário realizar desvio são utilizadas curvas longas de 45° ou curvas longas de 90°, conforme normatização. A tubulação vertical foi instalada aparente, fixadas com abraçadeiras próprias para o tipo de tubo escolhido, ao passo que a tubulação horizontal foi instalada em valas escavadas no solo e possuem inclinação mínima de 0,5% (AZEVEDO; OLIVEIRA, 2018). Através do Ábaco fornecido pela NBR 10844:1989, foi possível determinar os diâmetros dos condutores verticais (C1 e C2) por meio da interpolação das vazões, altura da lâmina d'água e calhas como mostra a figura abaixo:

Figura 02 – Identificação de áreas de distribuição, calhas e condutores verticais na planta de cobertura



Fonte: NBR 10844 (1989).

O dimensionamento dos condutores horizontais foi realizado através da tabela 01, disponível na NBR 10844:1989; levando em consideração a inclinação mínima de 0,5%, o material utilizado e o coeficiente de rugosidade do material. Sendo a altura da lâmina d'água de $h=2/3$ do diâmetro interno, garantindo ainda a instalação de caixas de inspeção a cada 20m de tubulação, nas mudanças de direção ou a cada junção de condutores. Abaixo verifica-se o diâmetro dos condutores 01 e 02 da edificação:

Tabela 01 – Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)

Diâmetro interno (D) (mm)	n=0,011				n=0,012				n=0,013			
	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%	0,5%	1%	2%	4%
50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
63	59	84	118	168	55	77	108	154	50	71	100	142
75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
125	370	521	735	1040	339	478	674	956	313	441	622	882
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550	509	717	1010	1430
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350	1100	1540	2180	3040
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070	1990	2800	3950	5600
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870	3230	4550	6420	9110

Fonte: NBR10844 (1989).

Dimensionamento Do Reservatório

Montadas calhas e tubulações, foi realizada a construção/instalação do reservatório. A capacidade de armazenamento e dimensionamento desse dispositivo foi definida obedecendo as normas ABNT NBR15527:2007 e NBR 12217:1994. Tais normas fazem uma série de recomendações quanto aos reservatórios utilizados para aproveitamento de água da chuva, dentre elas: possuir extravasor (dispositivo utilizado para descartar água não utilizável), dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança; deve possuir dispositivo que impeça ou minimize o turbilhonamento da água, evitando assim que material sólido seja encaminhado para dentro da tubulação; a retirada da água deve ser feita o mais próximo da superfície possível; devem ser limpos e desinfetados com hipoclorito de sódio ao menos uma vez por ano.

De acordo com a NBR 15527(2007), o dimensionamento do reservatório de águas pluviais pode ser realizado pelos seguintes métodos:

- Método de Rippl;
- Método da Simulação;
- Método Azevedo Neto;
- Método prático alemão;
- Método prático inglês;
- Método prático australiano.

Silva et al. (2019) descrevem que os Métodos práticos Alemão e Australiano são os mais indicados para edificações residenciais unifamiliares, uma vez que apresentam valores conservadores e de fácil aplicação. No entanto, considerando que o Método prático Alemão não considera o período de estiagem, e o município sofre com intensas secas durante o inverno (5 meses), como pode ser verificado na tabela 04, optou-se pela utilização do método Azevedo Neto para que houvesse uma reserva que atenda a época de crise hídrica, sendo o método definido para o cálculo do dimensionamento do reservatório através da seguinte equação:

$$V = 0,042 * P * A * T \quad 05$$

Onde:

V = valor numérico do volume de água aproveitável e o volume de água do reservatório (L);

P = valor numérico da precipitação média anual, (mm);

A = valor numérico da área de coleta em projeção (m²);

T = valor numérico do número de meses de pouca chuva ou seca (5meses).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dimensionamento do consumo de água pluvial

O volume do consumo para a edificação em estudo foi realizado seguindo a equação 01 para a área de irrigação de jardim e de acordo com a utilização para as demais funções. A tabela 02 mostra o volume utilizado para cada tarefa na edificação.

Tabela 02 – Consumo de água não potável/mês.

CONSUMO	CÁLCULO	RESULTADO
Área de jardim	$(156,30\text{m}^2) \times (2\text{l}/\text{dia}/\text{m}^2) \times (12\text{vezes}/\text{mês}) *$	3.744 litros
Lavagem de carro	$(2 \text{ carros}) \times (4\text{vezes}/\text{mês}) \times (150 \text{ litros}/\text{lavag.})$	1.200 litros
Mang. de jardim	$(50 \text{ litros}/\text{dia}) \times (\text{supondo } 10 \text{ dias})$	500 litros
	Total	5.444 litros

*Supondo 12 regas por mês.

Fonte: Silva (2017)

O consumo calculado para a edificação em estudo foi de 5.444 litros por mês.

Dimensionamento das Áreas de Distribuição

Foram dimensionadas seguindo a equação 02 as áreas de distribuição em m²:

- Área de distribuição – $A_s = (A_1 + A_2 + A_3)$ da edificação principal (área de serviço, quartos, sala, cozinha e banheiros) = 109,49m²;
- Área de distribuição – A_4 da garagem = 34,41m²;
- Área de distribuição – A_5 da varanda da sala = 8,35m²;
- Área de distribuição – A_6 da varanda da cozinha = 7,10m².

Instalação e Dimensionamento das Calhas

As calhas foram fixadas na estrutura do telhado das varandas e da garagem com os suportes necessários para garantir a segurança dos equipamentos com inclinação utilizada sendo a mínima (0,5%), já para a calha de água furtada a inclinação é de 2% e acompanha a inclinação da laje de cobertura. Na garagem a calha foi instalada sobre a laje na parte interna da platibanda. Todas as calhas têm suas extremidades fechadas com a finalidade de evitar perda de água.

O dimensionamento das calhas foi realizado a partir dos cálculos das vazões de projeto e vazões reais.

Cálculo das Vazões de Projeto

Considerando que foram instaladas 4 calhas na edificação, as respectivas vazões de projeto foram calculadas utilizando a equação 03:

- Calha 01 metálico, de água furtada - $Q_{\text{projeto}} = 304,75\text{L}/\text{min}$;

- Calha 02 de PVC, semicircular com platibanda - $Q_{projeto} = 95,77L/min$;
- Calha 03 de PVC, semicircular - $Q_{projeto} = 119,02L/min$;
- Calha 04 de PVC, semicircular - $Q_{projeto} = 138,78L/min$.

Existem fatores de correção para casos em que as calhas tenham mudanças de direção em menos de 04 (quatro) metros dos condutores verticais, como este não é o caso do projeto em estudo, nenhum fator de correção de vazão foi adotado.

Cálculo das Vazões Reais

Utilizando a equação 04, as calhas tiveram as seguintes vazões reais e consequentemente dimensionamentos:

- Calha 01 metálico, de água furçada com dimensões ($L=40cm$ e $h=20cm$) - $Q_{real} = 653,56L/min$. Onde $Q_{projeto} \leq Q_{real}$. Portanto, atente aos requisitos da norma vigente;
- As calhas 02, 03, 04 e 05 em PVC de formato semicircular, foram dimensionadas de acordo com a tabela 03 da NBR 10844 (1989):

Tabela 03 – Capacidades de calhas semicirculares com coeficientes de rugosidade $n = 0,011$ (Vazão em L/min)

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,5%	1%	2%
100	130	183	256
125	236	333	466
150	384	541	757
200	829	1.167	1.634

Fonte: NBR 10844 (1989)

Calha 01 - $Q_{projeto} = 653,56L/min$ → água furçada (40 x20) cm;

Calha 02 - $Q_{projeto} = 95,77L/min$ → semicircular $\Phi=100mm$;

Calha 03 - $Q_{projeto} = 119,02L/min$ → semicircular $\Phi=100mm$;

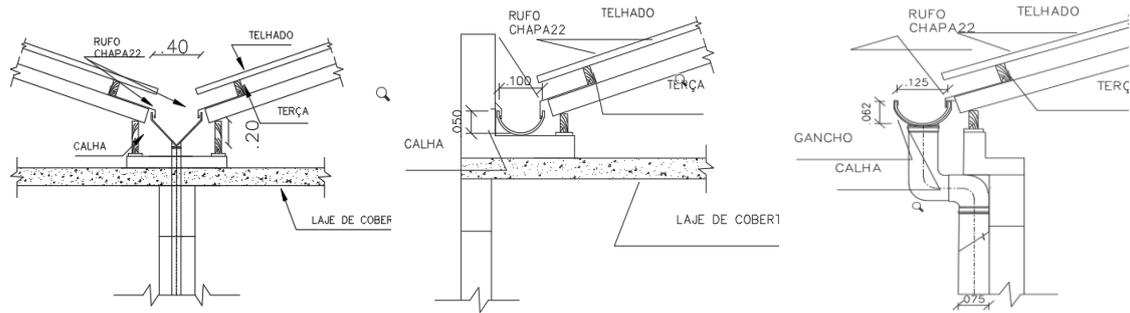
Calha 04 - $Q_{projeto} = 138,78L/min$ → semicircular $\Phi=125mm$.

Figura 03 - Detalhamento dos modelos de calhas utilizados

A) Calha 01

B) Calha 02

C) Calhas 03 e 04



Fonte: Autores (2022).

Dimensionamento dos Condutores Verticais e Horizontais

O dimensionamento dos condutores foi realizado pelo ábaco da figura 03 do item 1.1.4 deste artigo. Como o ábaco não apresenta curva de altura da lâmina d'água de $H=150\text{mm}$, foi então interpolado o valor máximo disponibilizado de $H=100\text{mm}$ para o condutor C1, onde verificou-se que a vazão de C1 é inferior as demais propriedades, fornecendo o diâmetro mínimo de 50mm. No entanto, foi determinado o menor diâmetro interno normativo de 75mm. O condutor C2 possui $H=62,50\text{mm}$ e análogo ao condutor vertical C1, o condutor C2 apresenta diâmetro interno de 75mm.

Para impedir a entrada de materiais como folhas e detritos, foram instalados ralos semiesféricos (ralos abacaxi) na entrada dos condutores verticais (figura 04).

Figura 04 – Ralo semiesférico



Fonte: Azevedo; Oliveira (2018).

Os condutores horizontais C1 e C2 que tiveram vazão calculada $Q_1=304,75\text{ L/min}$ e $Q_2=138,78\text{ L/min}$ no tópico 1.1.3 desse artigo, obtiveram seus diâmetros internos definidos de acordo com a tabela 01 do tópico 1.1.4, de 125mm e 100mm respectivamente. Foi utilizada uma caixa de areia simples (CA) de 60x60cm após o reservatório, na junção da água do extravasor do reservatório de descarte para a rede pluvial pública, a água de descarte do filtro (expurgo) e a junção da primeira água da chuva.

Dimensionamento do Reservatório

Com os cálculos determinados pelas equações acima, o volume do reservatório foi definido em 4.561,1litros, sendo utilizado um reservatório de 5.000 litros. O reservatório atende ao item 2.1.1 do cálculo do volume de demanda mensal da edificação de 5.444 litros e ainda supri os meses de seca, pois mantém uma reserva das chuvas anteriores.

Tabela 04 - Volume de precipitações no município de Guaçuí/ES (mm)

Precip. (mm)	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
	223	137	209	112	60	30	32	43	93	153	245	299

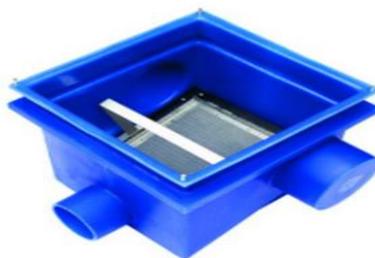
Fonte: Climatempo (2021).

O modelo de reservatório adotado foi o apoiado sobre o solo, pela facilidade de execução e manutenção, evitando custos com escavação do solo e instalação de bombas de sucção. As tubulações de saída para as peças de utilização, extravasor, e peças de saída de limpeza foram definidas conforme projeto no anexo B.

Filtro de Tratamento de Águas Pluviais

Além dos ralos semiesféricos, foi adotado um Filtro Ciclo 500 (figura 06). Com as dimensões (55 x 68 x 67) cm com entrada e saída com 200mm de diâmetro e atende até 800m² de área de captação.

Figura 05 - Filtro em polietileno autolimpante



Fonte: Ciclodagua, 2022.

Custo de Implantação Do Sistema e Tempo de Retorno

O custo total para a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais para a edificação no município de Guaçuí/ES foi dimensionado com base no valor de mão

de obra da tabela SINAPI/2022 para o município de Vitória/ES e os materiais e equipamentos foram orçados e pela empresa Elétrico e Hidráulico Comercial CPA em Cachoeiro de Itapemirim/ES. Uma vez que no município de origem da obra as lojas apresentaram orçamentos com diversos materiais faltosos.

Custo dos materiais e equipamentos: R\$ 8.173,00

O custo da mão de obra engloba o valor determinado no item 7450 de R\$19,38 (dezenove reais e trinta e oito centavos) para o serviço do pedreiro/hora da tabela SINAPI (não desonerado), multiplicado por 8 horas diárias e pela quantidade de 6 (seis) dias estimados para a realização da instalação completa do sistema de reuso de águas pluviais incluindo todas as etapas como: calhas, condutores, filtro, dispositivos de descarte, caixa de inspeção e pontos de utilização.

Custo da mão de obra: R\$ 930,24

CUSTO TOTAL DE IMPLANTAÇÃO: R\$ 9.067,24

Para o cálculo de tempo de retorno foram utilizadas as tabelas tarifárias do Sistema de Abastecimento de Água e Esgoto (SAAE) de Guaçuí/ES, distribuidora local de água.

Tabela 05 – Taxa mínima por área

Classe Residencial	Categoria	Tarifa		Valor Da Conta
		Mínima	De Esgoto	
GR1	De 0 a 40 m ²	11,47	5,73	17,20
GR2	De 41 a 120 m ²	24,65	12,32	36,97
GR3	De 121 a 180 m ²	44,35	22,18	66,53
GR4	De 181 a 220 m ²	64,09	32,05	96,14

Fonte: SAAE Guaçuí (2019).

O valor mínimo de tarifa de água e esgoto é avaliado de acordo com a área da edificação, e o fator multiplicativo é analisado de acordo com o consumo em metros cúbicos (m³). A edificação apresenta um consumo mensal de 5.444 litros, ou seja, de 5,444m³ de água.

Tabela 06 – Fatores de consumo

RESIDENCIAL	Consumo	Fator multiplicativo
		Até 10m ³
	De 11 a 15m ³	1,68
	De 16 a 20m ³	2,00
	De 21 a 30m ³	2,19
	De 31 a 40m ³	2,52
	Acima de 40m ³	2,76

*Obs.: Os imóveis com utilização da rede pública de esgoto terão os valores da tabela acrescidos em 50%. Tabela com reajuste de preço com a alíquota de 7,68% referente ao IPCA-E de Agosto de 2016 a agosto de 2018 conforme autorização do Decreto Municipal Nº 10.817/2018.

Fonte: SAAE Guaçuí (2019).

Considerando o gasto mensal de 5.444 litros de água não potável calculada no item 2.1 e a área da edificação de 150,36m². Obteve-se o valor descrito na tabela abaixo:

Tabela 07 – Tabela de valor total da tarifa

Tarifa mínima	Tarifa de consumo	Tarifa de esgoto	Total
R\$ 44,35	1,54	R\$ 22,18	R\$ 90,48

Fonte: Autores (2022)

Para o cálculo do tempo de retorno da implantação do sistema de reuso, foi dividido o valor total de implantação R\$ 9.067,24 pelo valor da tarifa mensal de R\$ 90,48. O resultado foi o número de meses necessários para o retorno custo do projeto.

Tempo de retorno do custo do sistema: 100,21 meses = 8,35 anos.

Guilherme (2006), destaca que o tempo de vida útil de um sistema de aproveitamento de águas pluviais é de cerca de 20 anos. O custo total do investimento foi calculado em R\$ 9.067,24, sendo o tempo de retorno mensurado em 8,4 anos aproximadamente. Sendo o investimento considerado viável a longo prazo e com bom custo-benefício, além da preservação evidente ao meio ambiente, que é um dos principais objetivos deste artigo. No entanto, para se manter e até prolongar o tempo de vida útil do sistema, existe a necessidade de se realizar manutenções periódicas em todo os equipamentos, tubulações e conexões.

De acordo com Ortiz (2013), a manutenção dos equipamentos do sistema de coleta e reuso de águas pluviais deve ser realizada segundo a seguinte tabela:

Tabela 08 – Frequência de manutenções e limpeza

COMPONENTE	FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal e limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: Ortiz (2013)

Encontram-se no anexo B as representações do projeto de sistema de aproveitamento de águas pluviais

CONCLUSÃO

De acordo com o presente artigo, foram elaboradas todas as etapas de concepção, dimensionamento e detalhamento de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para irrigação de jardim, lavagem de veículos e limpeza de calçadas e varandas de uma edificação residencial unifamiliar de 01 (um) pavimento no município de Guaçuí/ES. Esse sistema foi dimensionado para a demanda mensal de 5.444 litros de água, sendo os cálculos efetuados de modo que o consumo de água potável não fosse prejudicado nos meses de crise hídrica por falta de reservas de água não potável para utilização menos nobres.

Durante a fase inicial do projeto foi discutida a utilização de quais meios seriam mais viáveis, tanto economicamente, quanto tecnicamente para a instalação do sistema tendo como base todo aprendizado adquirido no decorrer do curso e executando o projeto de acordo com as leis municipais e normas vigentes, buscando maior economia, segurança e vida útil do investimento.

Ademais, um dos principais objetivos deste trabalho foi projetar algo que garantisse a preservação da água no meio ambiente, conscientizando e evitando o uso desordenado desse insumo, buscando a redução na probabilidade de enchentes e economia no custo tarifado de água potável.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527, 2007. Água da chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/curs.aspx?Q=K1dBaWZFc3dqM0pEWjBCb1FxSWQzZz09>. Acesso em: 20 de set. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844:1989 – Instalações Prediais de Águas Pluviais. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br>. Acesso em: 20 de set. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12217:1994 – Projetos de Reservatório de Distribuição de Água. Disponível em: <https://www.academia.edu.br>. Acesso em: 22 de jun. 2022.
- AZEVEDO, A. R. G.; OLIVEIRA, M. B. Instalações prediais II. Itaperuna: IBL, 2018.
- BRANCO, P. de M. Coisas Que Você Deve Saber Sobre a Água. SGB, Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/SGB-Divulga/Canal-Escola/Coisas-que-Voce-Deve-Saber-sobre-a-Agua-1084.html>. Acesso em 30 de mai. 2022.
- CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Tabela SINAPI. Vitória. Espírito Santo Não desonerado. Preço de insumos referente a 09/2022. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_645. Acesso em: 31 de out. 2022.
- CETESB. Águas Interiores; Reuso de Água. Governo do Estado de São Paulo. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/#:~:text=Uma%20pesquisa%20da%20Universidade%20da,ser%20coletada%20em%20reservat%C3%B3rios%20fechados>. Acesso em: 25 de jun. 2022.
- CICLODAGUA. Produto filtro ciclo 500. Disponível em: www.ciclodagua.ind.br/produto/ciclo-500/. Acesso em 29 de set. 2022.
- CLIMATEMPO. Climatologia e histórico de previsão do tempo em Guaçuí, BR. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/climatologia/2615/guacui-es>. Acesso em: 28 de set. 2022.
- GUILHERME, L. B. Aproveitamento das águas de chuva da cidade de Natal para fins potáveis. Natal, 2006. 141 p. Dissertação (Mestre) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- ORTIZ, G. Aula 02 - Captação de água de chuva. Tratamento de água de abastecimento. Disponível em: pt.slideshare.net/GiovannaOrtiz/taa-2. Acesso em 30 de set. 2022.

SAAE. Serviço Autônomo de Água e Esgoto. Tarifas de água e esgoto. Disponível em: saaeguacui.es.gov.br/taxas-e-tarifas-de-servicos.html. Acesso em 30 de set. 2022.

SICKERMANN, J. M. Aproveitar água da chuva é solução para economia e redução de enchentes: o recurso coletado pode ser utilizado para a irrigação de áreas verdes, lavagem de piso e descarga de vaso sanitário. O recurso coletado pode ser utilizado para a irrigação de áreas verdes, lavagem de piso e descarga de vaso sanitário. 2018. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/aproveitar-agua-dachuva-e-solucao-para-economia-e-reducao-de-enchentes/12313>. Acesso em: 04 mai. 2022.

SILVA, J. Mais que engenharia. Como definir a demanda de água de chuva em uma edificação. 2017. Disponível em: maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/como-definir-a-demanda-de-agua-de-chuva-em-uma-edificacao/. Acesso em 29 de set. 2022.

SILVA, C. C. M. da; COSTA, N. Tavares; TEIXEIRA, Q. L.; NUNES, A. de A. Projeto de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva Para Fins de Irrigação: Estudo de Caso da Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas Unidade de São Gabriel (Belo Horizonte – MG). Artigo Científico. Jun. 2019. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/percursoacademico/article/view/16620/14787>>. Acesso em: 20 de out. 2022.

TOMAZ, P. Economia de água para empresas e residências: Um estudo atualizado sobre o uso racional da água. São Paulo: Editora Hermano & Bugelli Ltda., 2003.

Recebido em: 11/10/2022

Aprovado em: 16/11/2022

Publicado em: 24/11/2022