

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA DE CAPTAÇÃO E REUSO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM UM BARRACÃO COMERCIAL DA CIDADE DE BOTUCATU

PEDRO LAMERA FRAGA - pedrolamera@hotmail.com

PROF. ESP. ARQ. URB. MÁRCIO ANTONIO SALVI - marcioarq@outlook.com.br

FACULDADE GALILEU

RESUMO: Com a crescente necessidade de poupar recursos naturais, o mundo vem criando formas sustentáveis para suprir as necessidades humanas. Com o histórico de escassez aumentando a cada ano, surge a preocupação com o desperdício de água e campanhas que promovem o consumo consciente, surgem nas mídias. Reduzir a captação de água das fontes naturais para o uso de irrigação, limpeza e descargas pode ter impactos ambientais e econômicos positivos. Com o intuito de promover esse consumo consciente, o trabalho é focado no assunto, captação de águas pluviais. Um dos ambientes que se torna viável este tipo de sistema é uma instituição de ensino, onde existe demanda de um grande volume de água para manutenção e limpeza. Portanto, será elaborado um projeto de captação de águas de chuva, a fim de serem utilizadas para fins não potáveis.

Palavra-chave: Sustentabilidade, águas pluviais, recursos naturais, consumo consciente.

DIMENSIONING OF THE SYSTEM FOR CAPTURING AND REUSE OF RAINWATER IN A COMMERCIAL SHED IN THE CITY OF BOTUCATU

ABSTRACT: With the growing need to save natural resources, the world has been creating sustainable ways to meet human needs. With the history of scarcity increasing every year, there is concern about wasting water and campaigns that promote conscious consumption appear in the media. Reducing water abstraction from natural sources for use in irrigation, cleaning and flushing can have positive environmental and economic impacts. In order to promote this conscious consumption, the work is focused on the subject, rainwater harvesting. One of the environments where this type of system becomes viable is an educational institution, where there is a demand for a large volume of water for maintenance and cleaning. Therefore, a rainwater harvesting project will be developed in order to be used for non-potable purposes.

Key Words: Sustainability, rainwater, natural resources, conscious consumption

1 INTRODUÇÃO

A escassez de água continua sendo um dos riscos globais que mais preocupam os desenvolvedores de políticas públicas e líderes empresariais, ou seja, trabalho e dedicação serão necessários para garantir água potável e segurança alimentar para todos (UNESCO, 2021). Um sistema de captação bem dimensionado, pode amenizar a questão do desperdício de água, além de gerar economia nos gastos e ajudar a prevenir enchentes em grandes centros urbanos.

O decreto nº 24.643, de julho de 1934, da Presidência da república, estabelece, direitos e permissões sobre as águas pluviais destacando: “Art. 103. As águas pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo o direito em sentido contrário.” e “Parágrafo único. Não será lícito: desperdiçar essas águas em prejuízo dos outros prédios que delas se possam aproveitar, sob pena de indenização aos proprietários dos mesmos, além de desviar essas águas de seu curso natural para lhes dar outro, sem consentimento expresse dos donos dos prédios que irão recebê-las” (BRASIL, 1934).

A captação e o armazenamento de águas pluviais, não necessitam de outorga do direito de uso da água pelo Poder Público, podendo ser ativada logo após a construção da cisterna, sem originar custos com taxas, cobranças de tarifas e financiamento de estudos. Porém, o Poder Público poderá desativar as cisternas quando houver desperdício ou contaminação da água (SILVA; et al, 2013).

O meio encontrado para execução do projeto, foi a captação através do telhado, sendo ele geometricamente retangular, fornecendo uma área de captação aproximada de 1314,5 m², composto por telhas de zinco, dispostas a uma propensão de 15%, eliminando os primeiros minutos de chuva através de um filtro que fará o desvio dessa água “suja”, e conduzirá o restante para o reservatório inferior, onde este bombeia a água para o superior.

O sistema se baseia no conceito em que a água da chuva é levada pelas calhas a um filtro, que eliminará mecanicamente impurezas, como folhas ou pedaços de galhos. Um freio d'água impede que a entrada de água na cisterna agite seu conteúdo e suspenda partículas sólidas depositadas no fundo.

De acordo com a NBR 7198, as exigências mínimas para a instalação de um sistema são: funcionalidade, segurança, higiene, durabilidade, economia e conforto do usuário (ABNT, 1993).

O trabalho tem como objetivo dimensionar a implantação de um sistema de captação de água em um barracão comercial, no qual sua ocupação se dá por uma instituição de ensino,

localizado às beiras da rodovia João Hipólito Martins, Botucatu - SP. Para que com isso, seja realizado um melhor aproveitamento das águas pluviais, destinando-as para manutenções prediais, irrigação de jardins e descargas sanitárias, substituindo o uso da água potável onde a mesma não é necessária, contribuindo com o meio ambiente e ajudando a solucionar problemas de crise no sistema de abastecimento de água do país.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo serão abordados conceitos e recomendações, encontradas através de pesquisas realizadas.

2.1 Águas pluviais

De acordo com o Manual de Conservação e Reuso de Água Industrial, a conservação da água (uso racional) pode ser definida como práticas, técnicas e técnicas que aumentam a eficiência de seu uso (GONÇALVES, 2006).

Nos últimos anos foi possível notar em várias mídias, sejam elas, panfletos, jornais, revistas, rádios, televisões, *banners*, *outdoors*, entres outros, incentivos relacionados a economia de água, e seu uso consciente.

Medidas práticas, adotadas para conscientizar o público da importância de economizar água, muitas dessas medidas surtem efeitos, o que mostra o interesse da população em preservar o ecossistema.

Por isso, é notório a importância de se comunicar sobre a água da chuva, já que ela garante água nas represas, que abastecem as casas ou geram energia elétrica, citando algumas dentre muitas importâncias da chuva. Mas essas águas podem vir a se tornar um problema, causando transbordamento de rios, enchentes e prejuízos econômicos.

A densidade das construções vem aumentando em grandes centros urbanos, e normas de construção e zoneamento não existiam até alguns anos atrás. Muitas construções não possuem área permeável, a solução nesses casos é descartar as águas pluviais nas sarjetas ou galerias pluviais. Estas podem ser obstruídas por resíduos sólidos, sejam orgânicos ou lixo humano, que descartado de forma incorreta, causa enchentes.

As enchentes podem acarretar inúmeros problemas, como pessoas desabrigadas, doenças transmitidas pela água poluída, e até mesmo morte em alguns casos.

2.2 Instalações prediais de águas pluviais

Pretende-se realizar buscas por normas brasileiras relativas a instalações prediais de águas pluviais, para que o projeto pretendido seja realizado em consonância com as mesmas. Durante a pesquisa se destacou por ser mais objetiva e clara, a NBR 10844/89. “As calhas e condutores verticais deverão obedecer às normas brasileiras de instalações de águas pluviais.” (ABNT, 1989).

Segundo a NBR citada anteriormente, as calhas poderão ser em chapa de aço galvanizado, chapa de cobre, fibra de vidro, fibrocimento, PVC, em alvenaria impermeabilizada ou em concreto, também impermeabilizado.

Foi verificado que a calha do prédio do barracão comercial foi executada em chapas de aço.

Imagem 1. Calha do barracão comercial



Fonte: Autor, 2022.

A ABNT NBR 10844/89 recomenda que quando as calhas forem fabricadas em chapas, deverão ser fixados com suportes de ferro galvanizado ou PVC, com espaçamento suficiente para suportá-las quando cheias de água. As calhas também devem ter uma borda fixada por parafusos na estrutura do telhado sob as telhas, de forma a captar toda a água escoada. As telhas deverão avançar para dentro da calha, formando pingadeira, a fim de evitar retorno da água para o interior da edificação.

No caso de calha encostada em um muro ou parede, a borda encostada ao paramento deverá ser recoberta com rufos chumbados no mesmo, com vedação suficiente para impedir qualquer vazamento. Nota-se então que a calha existente está em comum acordo com as recomendações da norma vigente.

A NBR ainda diz, que a calha deverá apresentar declividade suficiente para o perfeito escoamento das águas, sendo assim foi constatado que a declividade da calha está em 0,5%, e é suficiente, atendendo a norma.

Para condutores horizontais ou verticais a NBR recomenda:

- Os condutores serão tubulares, em PVC, fibrocimento, aço galvanizado ou ferro fundido. (NOTA 1)
- Quando instalados em trechos horizontais, deverão apresentar inclinação mínima de 5%. (NOTA 2)
- Quando houver desvios na vertical, deverá ser aberta, no condutor, uma visita para limpeza.
- A conexão dos condutores com as calhas será feita nos bocais de forma flexível, não sendo permitido o uso de conexões com ângulo reto.
- A fixação dos condutores na vertical será feita com braçadeiras. (NOTA 3)
- A extremidade inferior do condutor deverá ser curva e estar sempre acima do nível de coleta das caixas ou sarjetas de captação, para queda livre da água, evitando afogamento.
- Qualquer que seja o material utilizado deverá ser executado de forma a permitir que as telhas sejam retiradas sem interferência
- Deverão ser executados por faixas, de baixo para cima e no sentido contrário ao dos ventos predominantes na região.
- As peças serão fixadas sobre os apoios, cujas faces de contato deverão situar-se em um mesmo plano, sem formar superfícies reversas ou curvas, tanto longitudinal quanto transversalmente.
- A superfície de contato mínima com os apoios deverá ser 40 mm.
- As peças de comprimento igual ou superior a 3,05 m deverão ser fixadas em apoios intermédios.

NOTA 1: No caso o condutor vertical existente é de PVC.

NOTA 2: Os condutores horizontais serão dimensionados conforme as normas.

NOTA 3: Os condutores verticais existentes estão fixados com braçadeiras metálicas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O cálculo da vazão de projeto para calhas e condutores será estimada pela equação do método racional, considerando, o coeficiente de escoamento superficial, intensidade em mm/h, área de contribuição em m², e a vazão em l/min, tendo como base a NBR 10844/1989 da ABNT.

Para o verificação do dimensionamento da calha será adotada a fórmula de *Manning* e

para o dimensionamento do reservatório, o Método Azevedo Neto (ABNT, 2019).

Deverá ser analisada as séries históricas e sintéticas das precipitações locais ou regionais sendo aconselhável no mínimo um período de 10 anos de dados a serem analisados (TOMAZ, 2009). Portanto, a intensidade será determinada em função da duração da recorrência da precipitação, onde a duração será fixada em 10 minutos e a intensidade será adotada com tempo de retorno de 25 anos fornecido pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Governo do Estado de São Paulo (DAEE/SP).

O consumo diário de água será calculado a partir de contas fornecidas pela administração do barracão comercial, para se ter uma precisão maior nos cálculos e se dimensionar reservatórios adequados. O bombeamento da água para o reservatório superior atenderá a norma da ABNT, a NBR 12214/2020.

É de importante conhecimento que a chuva poderá levar materiais pesados que estão no ar e que se depositarão no fundo do reservatório, onde geralmente se forma uma pequena camada de lama. Além disso, alguns cuidados especiais devem ser tomados, tais como, evitar a entrada da luz do sol no reservatório devido ao crescimento de algas. A tampa de inspeção deverá ser hermeticamente fechada e a saída do extravasor (ladrão) irá conter grade para que não entrem animais pequenos. Pelo menos uma vez por ano deverá ser feita uma limpeza no reservatório inferior, removendo-se a lama existente. Deve-se deixar uma pequena declividade no fundo para facilitar a descarga pelos condutores de manutenção.

De acordo com Tomaz (2009), a água de chuva não poderá ser usada para fins potáveis, devendo ser utilizada somente para descargas dos vasos sanitários, mictórios, irrigação, lavagem de passeios e calçadas.

A qualidade da água atenderá a norma da ABNT NBR 15527/2019 que estabelece parâmetros de qualidade de águas pluviais.

3.1 Dimensionamento de tubos e condutores

- Calhas

Os cálculos de dimensionamento de calhas foram feitos para conferir se as mesmas estão de acordo com os parâmetros estabelecidos pelas normas vigentes. Para realizar os cálculos foi consultada a NBR 10844/89 que adota a fórmula de Manning:

$$Q = K \frac{S}{n} \times RH^{2/3} \times i^{1/2} \quad (1)$$

Onde, Q = vazão do projeto (L/min); K = 60.000; S = área de seção molhada (m²); PH = $\frac{P}{S}$ perímetro molhado (m); i = declividade da calha (m/m); n = coeficiente de rugosidade (Tabela

1); RH = raio hidráulico (m).

Tabela 1. Coeficiente de rugosidade

Material	Coeficiente de rugosidade n de Manning
Plástico, fibrocimento, aço, metais, não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria de tijolo não revestida	0,015

Fonte: Adaptado de ABNT, 1989.

Ao aplicar a fórmula, sabendo que: $S = 0,045 \text{ m}^2$; $n = 0,011$; $RH = 0,044 \text{ m}$; $i = 0,05 \text{ m/m}$, obteve-se o valor de $Q = 7.100 \text{ l/min}$ que se refere a vazão máxima suportada pela calha.

De acordo com Júnior e Magni (1999), a tabela 3.9 descreve o tempo de retorno de 25 anos igual a $158,7 \text{ mm/h}$ para o município de Botucatu/SP.

Para se obter a vazão que o telhado fornece para a calha, o cálculo foi feito tendo como parâmetro a equação 2, extraída da norma 10844/89 (ABNT, 1989).

$$Q = \frac{(i \cdot A)}{60} \quad (2)$$

Onde, Q = Vazão l/min; i = intensidade pluviométrica (mm); A = Área de contribuição.

Como o telhado é dividido em duas seções, sendo que cada uma delas possui uma área de contribuição de $1314,5 \text{ m}^2$, utiliza-se apenas uma das duas águas de telhado existentes, pois, já é suficiente para suprir as necessidades do projeto, (ANEXO 1). Substituindo na equação 2 tem-se:

$$Q = (158,7 \text{ mm/h} \times 1314,5 \text{ m}^2) / 60 \text{ min} \quad (3)$$

$$Q = 3.476,85 \text{ l/min.}$$

Assim foi verificado que a calha atual é suficiente, pois foi dimensionada atendendo as exigências normativas, suportando uma vazão de 7.100 l/min sendo que a vazão fornecida por metade da área do telhado é inferior com $3.476,85 \text{ l/min}$ em uma chuva de $158,7 \text{ mm/h}$.

- Condutores verticais

Também foi realizada a verificação da capacidade dos condutores verticais tendo em vista as recomendações feitas pela NBR 10844/89 sendo elas: o diâmetro interno mínimo de condutores de seção circular ser de 70 mm . Aconselha-se ainda, que a drenagem seja feita em mais de uma saída, exceto em casos em que não há risco de obstrução.

A cada cinco metros de telhado, existe um condutor de 150 mm, onde o mesmo receberá uma vazão máxima de 301,1 l/min (em uma chuva de 158,7 mm/h e uma área de contribuição de 113 m²). Uma vez que $301,1 < 1512,1$ conforme tabela 2 abaixo, conclui-se que os condutores atendem a vazão do projeto.

Tabela 2. Capacidade dos condutores verticais de seção circular

Diâmetro nominal	λ	$Q = 97\lambda$ 5/2 L/min	Intensidade de chuva crítica adotada	
			150 mm/h	200 mm/h
75	1,5	267,3	107 m²	80
100	2	548,7	219 m²	165
150	3	1512,1	605 m²	454
200	4	3104,0	1242 m²	932
250	5	5422,5	2169 m²	1628
300	6	8553,6	3421 m²	2569

Fonte: Netto, 1998.

- Condutores horizontais

Os condutores horizontais foram dimensionados com base na tabela 3 a seguir, disponibilizada pela ABNT.

Como a vazão do projeto é de 3.476,85 l/min, optou-se por utilizar dois condutores. Logo, o cálculo resultou em $Q = 3.476,85/2 = 1.738,43$ l/min.

Tabela 3. Vazão do condutor em l/min

Diâmetro Interno D (mm)	n = 0,011			
	0,5%	1%	2%	4%
50	32	45	64	90
75	95	133	188	267
100	204	287	405	575
125	370	521	735	1.040
150	602	847	1.190	1.690
200	1.300	1.820	2.570	3.650
250	2.350	3.310	4.660	6.620
300	3.820	5.380	7.590	10.800

Fonte: ABNT, 1989.

Consultando a tabela, decidiu-se por utilizar dois condutores de PVC de 250 mm com inclinação de 0,5% que suporta vazão de até 2.350 l/min, sendo suficiente, já que a vazão máxima (calculada acima) será de 1.656,27 l/min.

3.2 Dimensionamento dos reservatórios

Para se dimensionar os reservatórios foi adotado o Método Azevedo Neto da NBR 15527/19 (ABNT, 2019):

$$V = 0,042 \times P \times A \times T \quad (4)$$

Onde, V = Volume em litros; P = Precipitação média anual mm; A = Área de contribuição m²; T = Número de meses de seca ou pouca chuva.

Aplicando a fórmula, obteve-se: $V = 0,042 \times 150 \text{ mm} \times 1314,5 \text{ m}^2 \times 3 = 24.844,05 \text{ l}$ ou 24,84 m³.

Por opção, adotou-se 15,00 m³ para reservatório inferior e 10,00 m³ para reservatório superior, totalizando 25 m³ de capacidade volumétrica armazenada.

3.3 Sistema de bombeamento

Os cálculos para dimensionamento da bomba de recalque tomaram como referência a NBR 5626 - Sistemas prediais de água fria e água quente - Projetos, execução, operação e manutenção (ABNT, 2020), além dos métodos de Forchheimer e Fair-Whipple-Hsiao.

A altura manométrica é igual a altura estática mais a altura devido às perdas. Logo,

$$H_{man} = H_{est} + H_{perdas} \quad (5)$$

Para calcularmos a altura devido às perdas, precisamos conhecer o comprimento virtual da tubulação: comprimento equivalente = comprimento da tubulação + comprimento da tubulação devido às perdas acidentais localizadas.

$$LV = L + L_{perdas} \quad (6)$$

Precisamos conhecer o diâmetro das tubulações de sucção e recalque, a fim de podermos calcular as perdas localizadas. Para tal, precisamos conhecer o consumo diário de água do prédio. A NBR 5626 fixa a capacidade horária mínima de bomba com o número de horas de funcionamento diário de bomba, dividindo o consumo diário de bomba e dividindo o consumo diário pela vazão, teremos as horas de funcionamento diário.

Conhecendo a vazão em m³/h e as horas de funcionamento diário, através do ábaco de Forchheimer encontraremos o diâmetro de recalque. Para sucção, tomamos um diâmetro imediatamente maior. Assim, conhecendo o diâmetro e a vazão, procura-se no ábaco de Fair-Whipple-Hsiao, com ele, obtém-se J, declividade da linha piezoelétrica, que é a relação da equação 7 a seguir:

$$J = \frac{H_{perdas}}{LV} \quad (7)$$

Assim de posse de J e LV, temos o Hperdas:

Potência do motor:

$$P = \frac{1000 \times H_{man} \times Q}{75 \times n} \quad (8)$$

Onde, P= potência, em CV; H_{man} = Altura manométrica, em metros; Q= Vazão, em m³/s; n= Rendimento do conjunto motor-bomba para água peso específico 1000 kg/m³.

Sendo assim temos que,

$$Q = \frac{49m^3}{\frac{22 \text{ dias}}{5 \text{ horas}}} = 0,45m^3/h \quad (9)$$

Tabela 4. Tabela prática para dimensionamento da bomba baseada no Ábaco (*Forchheimer*) de funcionamento diário da bomba

Vazão m ³ / h	HORAS DE FUNCIONAMENTO DIÁRIO DA BOMBA								Vazão l / s
	1	2	3	4	5	6	7	8	
01	Ø3/4"	Ø3/4"	Ø3/4"	Ø3/4"	Ø3/4"	Ø3/4"	Ø3/4"	Ø3/4"	0,3
02	Ø3/4"	Ø3/4"	Ø3/4"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	0,4
03	Ø3/4"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	0,5
04	Ø1"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	Ø1"	0,6

Fonte: TAVARES, 2022.

Portanto, foi determinado o diâmetro da tubulação de recalque = Ø1", consequentemente tubulação de sucção = Ø1.1/4".

Os trechos são compostos pelos seguintes materiais listados abaixo, possibilitando através deles fazer o dimensionamento ideal para o conjunto moto-bomba.

Trecho de sucção:

- 1 pç – válvula de pé de crivo galvanizado
- 1 pç – Registro de gaveta latão
- 3 m – Tubo galvanizado Ø1.1/4"

Trecho de recalque:

- 1 pç – Válvula de retenção latão
- 2 pç – cotovelos 90º galvanizado
- 1 pç – Saída de canalização
- 1 pç – Registro de gaveta latão
- 9 m – Tubo galvanizado Ø1"

Imagem 2. Perda de carga localizada

DE (mm)	D. ref. (pol.)	Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° Passagem Direita	Tê 90° Saída de lado	Tê 90° Saída Bilateral	Entrada Normal	Entrada de Borda	Saída de Canalização	Válvula de Pé e Crivo	Válvula de Retenção Tipo Leve	Válvula de Retenção Tipo Pesado	Registro de Globo Aberto	Registro de Gaveta Aberto	Registro de Ângulo Aberto
20	½"	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
25	¾"	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
32	1"	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
40	1¼"	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,6	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5

Fonte: TAVARES, 2022.

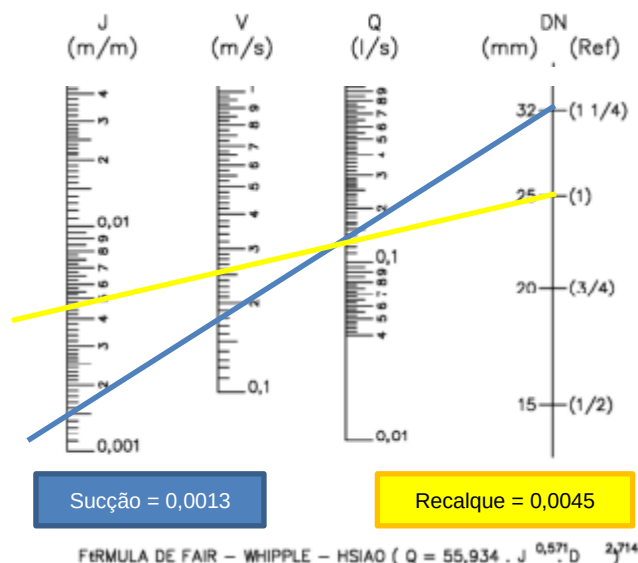
Perda de carga trecho de sucção:

$$LV = 3m + (13,3+0,3)m$$

Perda de carga trecho de recalque:

$$LV = 9m + (0,7+0,7+1,4+4,9+0,4)m$$

Imagem 3. Ábaco de *Fair-Whipple-Hsiao*



Fonte: TAVARES, 2022.

A perda de carga total é dada pela expressão: $H_{\text{perda}} = (((\text{Comprimento do trecho suc} + K_{\text{peças suc}}) \cdot J(\text{m/m})) + ((\text{Comprimento do trecho rec} + K_{\text{peças rec}}) \cdot J(\text{m/m})))$. Logo,
 $H_{\text{perda}} = (((3+13,6) \cdot 0,0013) + ((9+8,1) \cdot 0,0045)) \rightarrow H_{\text{perda}} = 0,09853\text{m}$.

Portanto,

Altura manométrica = $H_{\text{perda}} + \text{Altura vertical do sistema} = 0,09853\text{m} + 5,2\text{m} + 0,25\text{m}$

Altura manométrica = 5,6 m.c.a.

Rendimento “n” adotado como 0,6

$$P = \frac{1000 \times 5,6 \times 0,45}{75 \times 0,6 \times 3600} = 0,02 \text{ cv} \quad (10)$$

Através dos cálculos executados, pode-se escolher a bomba de recalque para o sistema em questão, o mesmo deve atender os parâmetros mínimos de altura manométrica (m.c.a) e vazão (m³/h).

3.4 Qualidade da água

Manter a qualidade da água no reservatório é fundamental, evitando assim possível mal cheiro, alteração da cor ou até mesmo contaminação por diversos fatores. Abaixo estão apresentadas formas de prevenir a contaminação, e também a forma adequada para manter o controle do pH, cor aparente, turbidez, cloro, coliformes totais e termotolerantes, sendo de inteira responsabilidade da instituição tais controles e cuidados.

3.4.1 Considerações sobre qualidade da água de chuva

A água da chuva é a água natural mais macia, com zero dureza para todos os fins práticos. Quase não apresenta minerais nem sais dissolvidos, e a sua qualidade é próxima da qualidade da água destilada. A água pluvial no momento em que cai no telhado da edificação é suave, limpa e isenta de microrganismos e contaminantes químicos. Porém, durante a recolha e armazenamento há um potencial para contaminação química, física e microbiológica (FERNANDES, 2018).

3.4.2 Projeto adequado do sistema

O passo inicial na preservação da qualidade da água num Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) é assegurar o seu projeto adequado. A qualidade da água irá melhorar durante o seu armazenamento, desde que se exclua a luz e os microrganismos do reservatório e que o fluxo de água não agite os sedimentos acumulados no fundo. Segundo Bertolo (2006), o projeto deve ter:

- a)** Um telhado limpo e impermeável com um acabamento de material suave, limpo e não tóxico;
- b)** As tubagens de saída de água dos reservatórios devem estar pelo menos 5 cm acima do fundo dos mesmos, em especial se as taxas de acumulação de detritos forem elevadas. O fundo do reservatório deve ser inclinado em direção a uma depressão e deve ter uma entrada de homem para inspeção. Estes elementos facilitarão as operações de limpeza do reservatório;
- c)** Todas as entradas de água deverão ser dotadas de uma malha de filtragem para impedir a entrada no reservatório de insetos, rãs, sapos, cobras ou pequenos mamíferos ou pássaros. Este deve ser coberto e totalmente resguardado da luz para prevenir o crescimento de algas;
- d)** Devem ser incorporados no sistema um filtro grosseiro e/ou dispositivo de “primeira lavagem”, de forma a interceptar a água antes de entrar no reservatório, removendo folhas e outros detritos.

A operação e manutenção adequadas dos sistemas de aproveitamento de água da chuva auxiliam na preservação da qualidade da água. A inspeção regular e a limpeza das caleiras, dos tubos de queda e dos reservatórios reduzem a probabilidade de contaminação.

A remoção de folhas e de outra matéria orgânica dos condutores horizontais e dos reservatórios auxiliam também a prevenir que a água pluvial armazenada se torne ácida e dissolva metais do reservatório, das torneiras, tubagens e dos depósitos de lama.

A superfície de recolha, o reservatório, os condutores horizontais, os filtros e outros componentes do sistema devem ser inspecionados regularmente e limpos ou reparados quando

necessário, visto que todos estes fazem parte da composição geral do projeto.

3.4.3 Parâmetros de qualidade da água

Através da NBR 15527:2019 - Aproveitamento de água de chuva de cobertura para fins não potáveis - Requisitos, estes são os parâmetros adotados para o uso não potável (ABNT, 2019), chegou-se a um parâmetro de qualidade de água ideal para o uso não potável.

Tabela 5. Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis

Parâmetro	Período de análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100ml
Coliforme termotolerantes	Semestral	Ausência em 100ml
Cloro residual livre	Mensal	0,5 a 3,0 mg/l
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT, < 5,0 uT para usos menos restritivos
Cor aparente	Mensal	< 15 uH
Ph	Mensal	pH entre 6,0 e 8,0, no caso de tubulações de aço carbono ou galvanizado
uT: unidade de turbidez.		
uH: unidade Hazen.		

Fonte: ABNT, 2019.

Conclui-se que a qualidade da água deve ser mantida, para que não tenhamos inúmeros tipos de complicações, preservando seu pH na média de 6,0 a 8,0 sendo esse os valores adequados para fins não potáveis, tendo um caráter adequado caracterizado neutro. Diferente do pH para consumo humano que segundo a portaria de consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017 deve ser de 6,0 a 9,5 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017). E que para casos de desinfecção há necessidade de destruição de microrganismos presentes na água, que mesmo filtrada, ainda pode contê-los. O processo mais simples e econômico é a cloração, que usa o cloro como agente desinfetante.

3.4.4 Filtro de água da chuva

Deve-se escolher um filtro eficaz e dentro dos padrões da NBR 16098/12 (ABNT, 2012), para fazer parte do sistema e contribuir para que a qualidade da água atinja os parâmetros citados logo atrás.

Produzido de acordo com a orientação da norma técnica (NBR 15527/2019), o filtro de

água da chuva tem a finalidade de separar a água da chuva de impurezas acumuladas no telhado e calhas como galhos, folhas, insetos, entre outros.

De fácil e baixa manutenção, o corpo do filtro é produzido em PEMD (Polietileno de Média Densidade) e o filtro interno em aço inox. Os detritos são encaminhados para galeria pluvial e a água filtrada é direcionada para a cisterna, pronta para ser utilizada.

As características do filtro são:

- Corpo do filtro em PEMD (Polietileno de Média Densidade) e filtro interno em aço inox;
- Autolimpante;
- Retém partículas de até 0,5mm;
- Oxigenação de água;
- Não acumula água;
- Fácil de instalar, podendo ser na parede ou enterrado;
- Fácil e baixa manutenção.

NOTA: podem ser usados outros processos de desinfestação além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.

O filtro é um dos principais elementos no processo de aproveitamento da água de chuva. Sendo responsável por manter o bom aspecto da água que vem do telhado. Pela sua tecnologia autolimpante, o filtro de água de chuva não necessita de manutenções periódicas, sendo preciso realizar inspeções apenas 2 vezes por ano.

Pelo seu sistema duplo de limpeza (peneira grossa, depois fina), ele apresenta uma alta eficácia, independente da vazão. Em função da forte inclinação do miolo filtrante, a sujeira separada é continuamente encaminhada para a galeria pluvial e a saída para a galeria é conectada ao poço técnico. Assim, a sujeira cai no fundo do poço e é carregada quando a chuva é mais forte.

O volume máximo de água filtrada é de 4.380 l/min, sendo a vazão máxima do projeto de 3.312,54 l/min, verificou-se que o filtro é ideal para ser usado no projeto em questão se deve-se atender os parâmetros a seguir:

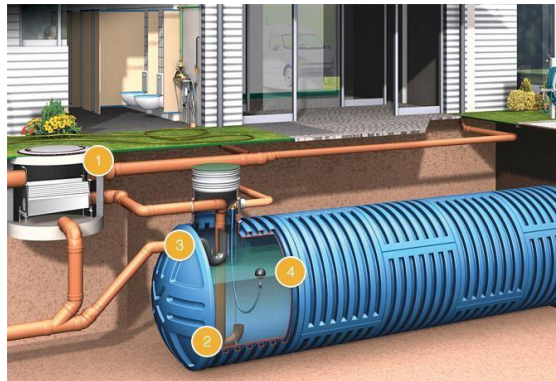
- Ao chegar a água de chuva é represada na bacia e distribuída uniformemente para descida nas cascatas = princípio do transbordamento.
- Separação preliminar pelo princípio das cascatas: a sujeira mais grossa desliza sobre elas diretamente para a galeria.
- A água de chuva assim pré-tratada passa então pela tela (malha de 0,55 mm). Em função da estrutura especial da malha da tela e sua forte inclinação a sujeira desliza para o chão do

poço. Em chuvas mais violentas o filtro descarta mais água diretamente, que carrega a sujeira no fundo do poço para a galeria.

- A água processada é colhida pela bacia inferior e conduzida por um tubo e para a cisterna.
- A sujeira separada pelo filtro é conduzida através do fundo do poço para a galeria.

Na imagem 3 abaixo está representado um esquema de sistema de captação.

Imagem 3. Esquema do sistema



Fonte: MANUAL FILTRO VF6, 2021.

Onde, **1** - Poço técnico e Filtro VF6; **2** - Freio D'água; **3** - Sifão Ladrão de 200 mm; **4** - Conjunto flutuante de sucção de 2".

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

Segundo Carvalho et al (2014), é possível economizar até 15% do consumo de água com a implantação de um sistema de captação de águas pluviais para fins não potáveis. Visto isso, pode-se afirmar que o processo é viável, uma vez que os cálculos realizados comprovam a eficiência das instalações existentes do prédio, facilitando a inserção do projeto de estudo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626:** Sistemas prediais de água fria e água quente - Projetos, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7198:** Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro: ABNT, 1993.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12214:** Projeto de sistema de

bombeamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:**

Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16098:** Aparelho para melhoria da qualidade da água para consumo humano - requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

BERTOLO, E. J. P. **Aproveitamento da água da chuva em edificações.** Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2006.

BRASIL. **Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934.** O código de águas. Presidência da República. 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm. Acesso em: 17 de novembro de 2022.

CARVALHO, N. L.; et al. **Reutilização de águas pluviais.** Revista do centro de ciências naturais e exatas, UFSM, Santa Maria. 2014.

FERNANDES, J. G. **Águas Pluviais:** potáveis e não potáveis na construção civil. Centro Universitário do Norte - UNINORTE. 2018.

GONÇALVES, R. F. **Uso Racional da Água em Edificações.** Rio de Janeiro: ABES, 2006.

JÚNIOR, F. M.; MAGNI, N. L. G. **Equações de chuvas intensas do estado de São Paulo.** Departamento de Águas e Energia Elétrica. Governo do Estado de São Paulo. Universidade de São Paulo. 1999.

MANUAL FILTRO VF6. **Filtro VF6 - Fabricado pela 3P Technik.** 2021. Disponível em: https://www.casadacisterna.com.br/uploads/arquivos/catalogo_produtos/167/bb6e58cd5cd7c207b0430cd182f97e4e.pdf. Acesso em: 17 de novembro de 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria de consolidação nº5 de setembro de 2017.** Diário Oficial da União. 2017. Disponível em: http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf. Acesso em: 17 de novembro de 2022.

NETTO, A.; et al. **Manual de Hidráulica.** 8ª edição. São Paulo: Editora Edgar Blücher LTDA, 1998.

SILVA, E. M. Da.; et al. **Viabilidade jurídica da captação e armazenamento de águas pluviais.** Direito da Associação Caruaruense de Ensino Superior - ASCES. Caruaru - PE, 2013.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis.** 2ª edição. São Paulo: Navegar Editora, 2009.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2021:** O valor da água. World Water Assessment Programme. 2021.