Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro,
v10,2022/10

ISSN 2178-6925

Estudo sobre o reaproveitamento de águas pluviais

Study on the reuse of rainwater

Cleuber Barbosa Souza

Thiago Rodrigues Fontoura

Lucas Cangussu Zimer

José de Sousa e Silva Júnior

Orientador: Bruno Balarini Gonçalves

Graduando em Engenharia Civil, Universidade Presidente Antônio Carlos – Teófilo Otoni, Brasil

E-mail: cleuber.lada@gmail.com

thiagofontoura12@gmail.com

Lucasczimer@gmail.com

jjengenharia2023@gmail.com

Aceite 03/11/2022 Publicação 03/12/2022

Resumo

Água, o recurso essencial para a sobrevivência de todos os seres vivos no planeta terra como vegetais e animais, o recurso hídrico é fundamental para a manutenção e preservação do ecossistema, sendo um meio renovável, mas não sendo por muitas vezes um meio potável, devido ao crescimento populacional que ocasiona o aumento das demandas por água, esse meio hídrico está sendo cada vez mais escasso e inacessível. A captação para o reuso das águas pluviais é utilizada de forma mais sustentável possível, de tal maneira, consiste de um sistema que capta as águas das chuvas e faz a sua reutilização em vários aspectos do cotidiano, tais como, lavar

ISSN 2178-6925

calçadas, regar plantas e demais necessidades, economizando de certa forma a água potável. Assim, andando lado a lado com os três pilares fundamentais da sustentabilidade, sendo a economia, social e ambiental. Desta forma, esse trabalho aponta as importâncias do reuso das águas oriundas das chuvas com um sistema de captação.

Palavras-chave:

Reuso, água, captação, sustentabilidade.

Abstract

Water, the essential resource for the survival of all living beings on planet earth such as plants and animals, the water resource is fundamental for the maintenance and preservation of the ecosystem, being a renewable medium, but not often a potable medium, due to to population growth that causes increased demands for water, this water resource is becoming increasingly scarce and inaccessible. Rainwater harvesting for reuse is used in the most sustainable way possible, in such a way, it consists of a system that captures rainwater and reuses it in various aspects of daily life, such as washing sidewalks, watering plants and other needs, saving in a way the potable water. Thus, walking side by side with the three fundamental pillars of sustainability, being economic, social and environmental. In this way, this work points out the importance of reusing rainwater with a capture system.

1. Introdução

Nos tempos atuais a população está tendo uma grande procura por recursos hídricos, na maioria das vezes a região não favorece tal demanda, temos como exemplo o Nordeste, uma região do semiárido que abrange vários municípios dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe e alguns municípios do norte de Minas Gerais.

ISSN 2178-6925

O ser humano não consegue viver longe das águas, pois a água é necessária para a agricultura, industrialização e atividades básicas do ser humano. À vestígios de que o homem necessita da água desde a antiguidade, como a primeira represa para armazenar água no Egito em 2900 a.C., o primeiro aqueduto conhecido feito por Ezequiel, rei de Judá, em 700 a.C. e na Roma antiga com os imponentes aquedutos arcos suspensos ou até subterrâneos que impressionam, que por muitas vezes captavam águas de fontes distantes e levavam para vilas e cidades.

Com essas informações destaca-se que o homem necessita da água para todos os fins de uso, mas ao decorrer dos tempos com o aumento da população, do consumo, do desperdício e da poluição torna-se claro que no mundo há um grande declínio desse recurso. A Agência Nacional de Água e Saneamento Básico (ANA), estima-se que cerca de 97,5% das águas no mundo são salgadas, assim impossibilitando o uso na irrigação da agricultura e para o consumo humano, dos 2,5% das águas doces a maior parte dela fica em difícil acesso, como 69% das quais estão em geleiras e 30% subterrâneas, sobrando assim somente 1%, que são as encontradas em rios. E como sabemos, uma grande parte da mesma está poluída.

Assim, a melhor alternativa, sendo a mais eficaz e barata é a captação das águas pluviais, que com tudo reduz os índices de enchentes em áreas urbanas, a escassez hídrica e contribui com a diminuição do valor na conta de abastecimento da água.

2. Metodologia

Realizar o estudo sobre a captação para o reuso de água das chuvas em residências e empresas para fins que não exijam água potável.

- Apresentação de gráficos e tabelas referentes a dados pluviométricos;

ISSN 2178-6925

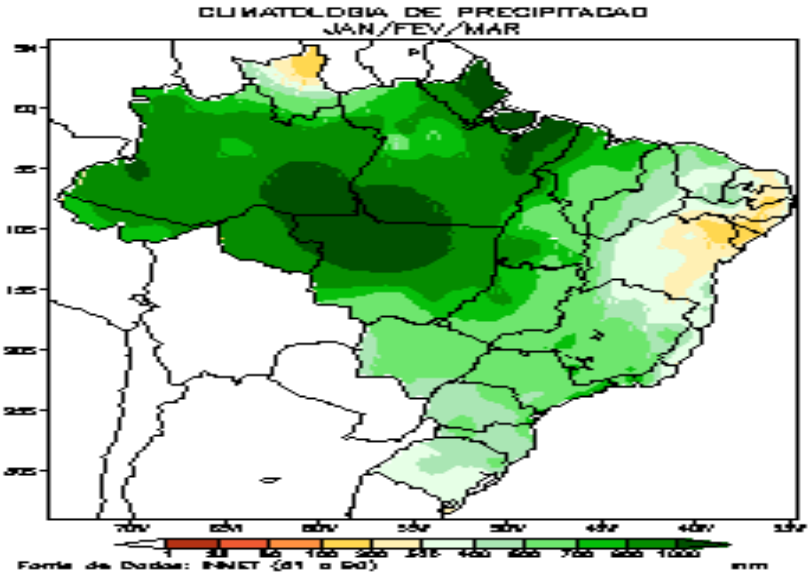
- Equações sobre o dimensionamento seguindo as Normas Brasileiras;
- Levantamento de materiais utilizados.

3. Resultados e Discussões

O Brasil por sua localização, tem várias condições climáticas que diferem uma das outras, assim sendo, uma região com mais incidência de chuvas e outras não. A água é formada por dois elementos químicos o hidrogênio e o oxigênio, onde a existência do planeta está atrelada com a presença da água, pois a mesma fora transformada em recurso hídrico, que em muitos locais do mundo pode acabar ou diminuir, com o uso indiscriminado pela humanidade, como já acontece em muitos países da África e Ásia, pois se trata de um recurso esgotável afirma Bacci e Pataca (2008). O Brasil devido sua localidade é indiscutível uma idealização para um sistema de captação de águas pluviais, pois, de forma geral contemplam uma vasta gama populacional, principalmente em regiões mais pobres.

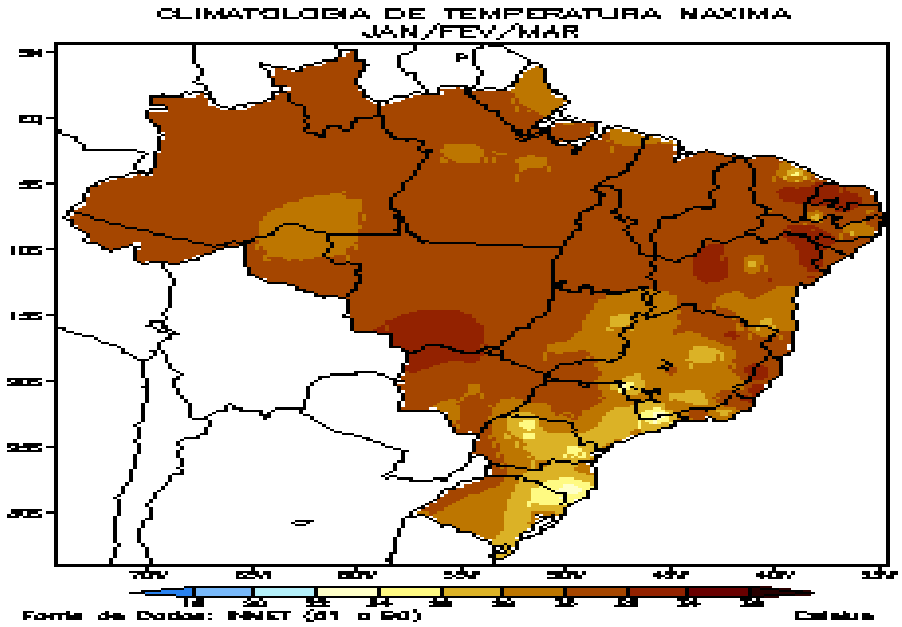
O estudo do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos CPTEC em 2018 o outono termina com as chuvas abaixo da média na maior parte do Brasil, onde em algumas áreas tiveram chuvas acima da média, como o centro-norte do país. O mês de outono que começa em 21 de março e vai até 21 de junho em algumas partes do Brasil como as regiões Norte, Nordeste e Sul apresentaram um déficit do índice pluviométrico. Na figura 1, mostra-se a precipitação entre os meses de janeiro, fevereiro e março de 2019.

ISSN 2178-6925



Autor, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos CPTEC (2019)

Na figura 2, mostra-se a climatologia referente a temperatura máxima no pais nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2019.

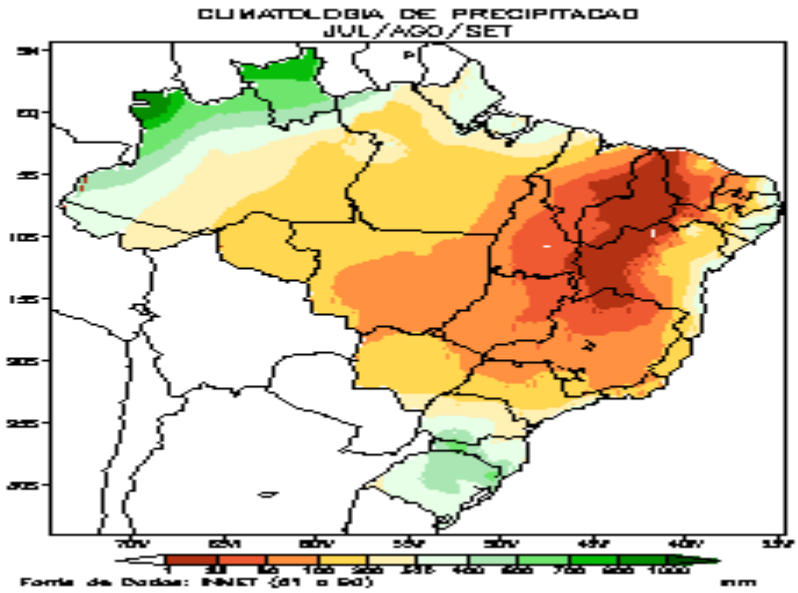


Autor, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos CPTEC (2019)

Nas duas imagens é possível ver que a região mais afetada pela baixa precipitação de chuvas e altas temperaturas é na região Nordeste do país, tendo em vista que, são meses que tem índices intermediários de chuvas, os meses que estão

ISSN 2178-6925

com pouca precipitação são os meses de julho, agosto e setembro de 2019 conforme abaixo na figura 3.



Autor, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos CPTE (2019)

3.1. Captação de águas pluviais conforme as Normas Técnicas

3.1.1. Dimensionamento do sistema de captação.

Esse trabalho está conforme a Norma Brasileira (NBR) 15527:2007 de Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis e a NBR 10844:1989 de instalações prediais de águas pluviais de dezembro, ambas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

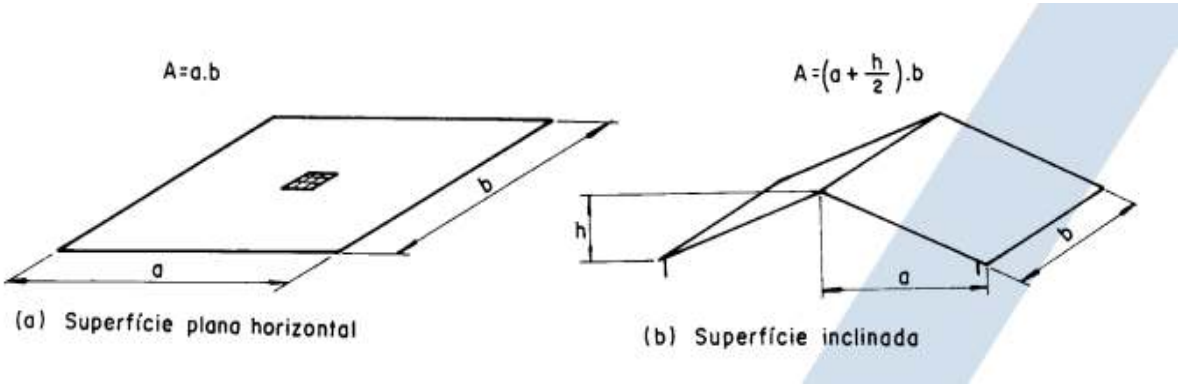
A NBR 15527:2007 tem tudo detalhado sobre a confecção de tal sistema de captação, e cita que no Brasil, conforme a Portaria n. 518, de 2004, do Ministério da Saúde/ANVISA, a água é considerada potável, sob o ponto de vista microbiológico, quando esta tem as seguintes características: ausência de coliformes totais e termotolerantes em 100 ml de amostra de água para consumo, considerando-se assim inofensiva para a saúde do homem, sendo assim, o sistema de captação das águas das chuvas são destinadas ao uso por exemplo, descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramados, e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e uso industrial.

ISSN 2178-6925

Quando utilizado, o sistema deverá ter um descarte de água pluvial, devendo ser dimensionado pelo projetista, recomenda-se na falta de dados descartar 2mm da precipitação inicial, segundo a NBR 15527:2007, página 2, tópico 4.2.5.

3.1.1.1. Coberturas

Nos casos mais frequentes são instalados em superfícies planas horizontais, por exemplo, em lajes no caso (a) da figura abaixo, em superfícies inclinadas, por exemplo, telhado de residências no caso (b) da figura abaixo. Na figura 4 mostrasse as superfícies supracitadas e o cálculo de áreas.



Autor, NBR 10844:1989 Instalações prediais de águas pluviais

No caso (a), o projetista deve evitar o empoçamento, tendo em vista que a superfície plana horizontal como em lajes deve ter a declividade mínima de 0,5% de modo que garanta o escoamento das águas oriundas das chuvas para os pontos de drenagem, essas drenagens deve ser feita por mais de uma saída.

3.1.1.2. Calhas

No caso (b) da figura 4 acima, para efetivar a drenagens deve-se ser feita por calhas que são localizadas nos beirais da cobertura, podendo ser calhas centrais ou dispostas nas laterais da edificação. Na figura 5 abaixo mostrasse a calha central.

ISSN 2178-6925



Autor, https://www.rscmetal.com.br/fabricantes-rufos-calhas.

Na figura 6 abaixo mostrasse a calha lateral.



Autor, https://www.quartzolit.weber/blog/reformas/calhas-e-rufos-como-instalar-e-vedar

As calhas de beiral e platibanda devem, sempre que possível, ser fixadas centralmente sob a extremidade da cobertura e o mais próximo desta (NBR 10844:1989, P. 6, Tópico 5.5.1). As calhas devem atender uma declividade mínima uniforme de 0,5%.

Para dimensionar as calhas devemos utilizar a fórmula de Manning-Strickler, ou qualquer outra fórmula equivalente:

ISSN 2178-6925

$$Q = K \frac{S}{n} R_H^{2/3} i^{1/2}$$

Onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min

S = área da seção molhada, em m^2

n = coeficiente de rugosidade (Ver Tabela 2)

R = raio hidráulico, em m

$P_H = \frac{P}{S}$ perímetro molhado, em m

i = declividade da calha, em m/m

K = 60.000

Fórmula retirada da NBR 10844:1989, página 6, tópico 5.5.7

A tabela a seguir representa o coeficiente de rugosidade dos materiais que são utilizados para a confecção das calhas.

Tabela 2 - 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

Tabela retirada da NBR 10844:1989, pagina 6, tópico 5.5.7.1

A tabela a seguir fornece a capacidade para calhas semicirculares, usando o coeficiente de rugosidade η= 0,011 para alguns valores de declividade e respectivos diâmetros internos de calhas semicirculares, os valores foram calculados utilizando a fórmula de Manning-Strickler, a lâmina d'água igual a metade do diâmetro interno, conforme NBR 10844:1989, página 6, tópico 5.5.7.2.

ISSN 2178-6925

Tabela 3 - 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

Tabela retida da NBR 10844:1989, pagina 6, tópico 5.5.7.2

3.1.1.3. Condutores Verticais

Os condutores verticais devem ser projetados e executados quando possível, uma única aprumada, e quando houver a necessidade de desvio deve-se utilizar curvas de 90º de raio longo ou curvas de 45º e devem ser previstas peças de inspeção, conforme a NBR 10844:1989, página 6, tópico 5.6.1.

O diâmetro interno mínimo para as tubulações deverão ser 70mm, para o dimensionamento dos condutores verticais deve ser levado em conta os seguintes dados:

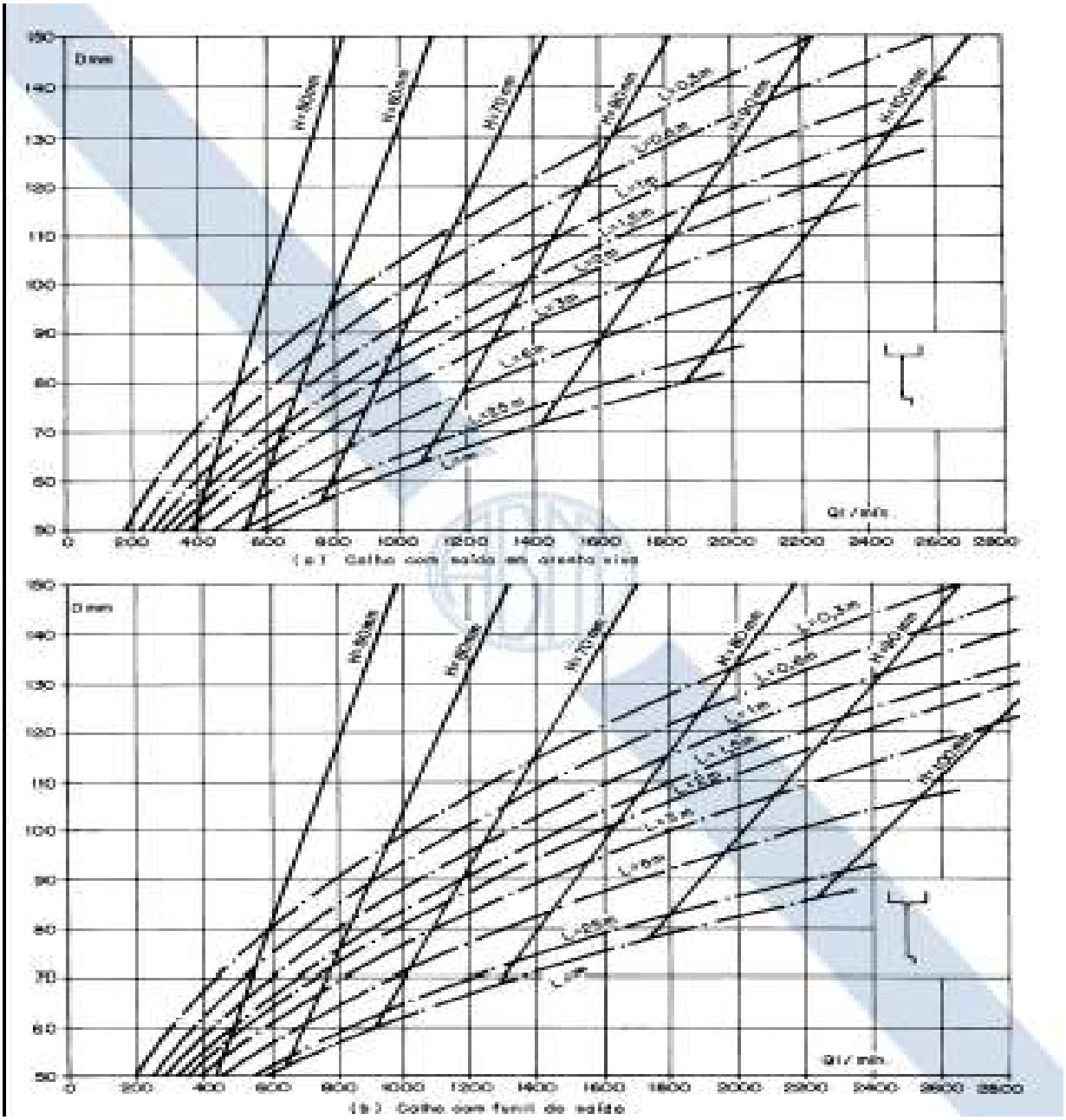
Q= Vazão de projeto, em L/min;

H= Altura da lâmina de água na calha, em mm;

L= Comprimento do condutor vertical, em m.

O diâmetro interno (D) do condutor vertical é obtido pelos ábacos da figura abaixo.

ISSN 2178-6925



Autor, NBR 10844:1989, pagina 8, figura 3.

3.1.1.4. Condutores horizontais

Os condutores horizontais devem ser projetados e executados com uma declividade de 0,5% uniformemente. O dimensionamento dos condutores horizontais devem utilizar o escoamento com a lâmina de altura 2/3 do diâmetro interno (D) do

ISSN 2178-6925

tubo. As vazões dos tubos de vários materiais e inclinações usuais estão na tabela 4 da NBR 10844:1989, página 9.

Tabela 4 - 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 %
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	50	32	45	64	90	29	41	59	83	27	38	54	76
2	75	95	133	188	267	87	122	172	245	80	113	159	226
3	100	204	287	405	575	187	264	372	527	173	243	343	486
4	125	370	521	735	1.040	339	478	674	956	313	441	622	882
5	150	602	847	1.190	1.690	552	777	1.100	1.550	509	717	1.010	1.430
6	200	1.300	1.820	2.570	3.650	1.190	1.670	2.360	3.350	1.100	1.540	2.180	3.040
7	250	2.350	3.310	4.660	6.620	2.150	3.030	4.280	6.070	1.990	2.800	3.950	5.600
8	300	3.820	5.380	7.590	10.800	3.500	4.930	6.960	9.870	3.230	4.550	6.420	9.110

Nota: As vazões foram calculadas utilizando-se a fórmula de Manning-Strickler, com a altura de lâmina de água igual a 2-3 D.

Autor, tabela 4 da NBR 10844:1989, página 9

Para fins de dimensionamento usasse o período das chuvas intensas para cada região do Brasil, o projetista escolhe entre 1, 5 e 25 anos, conforme a tabela 5 – Chuvas intensas no Brasil (duração de 5 minutos) NBR 10844:1989, página 11 a página 12.

3.1.1.5. Reservatórios

O Volume do reservatório deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta boas práticas de engenharia, conforme a NBR 15527:2007, Página 3, tópico 4.3.5.

Para o dimensionamento existem 6 modos diferentes de cálculos, podendo citar Método de Rippl, Método de simulação, Método Azevedo Neto, Método prático Alemão, Método prático inglês e o Método prático australiano.

3.2. Materiais utilizados.

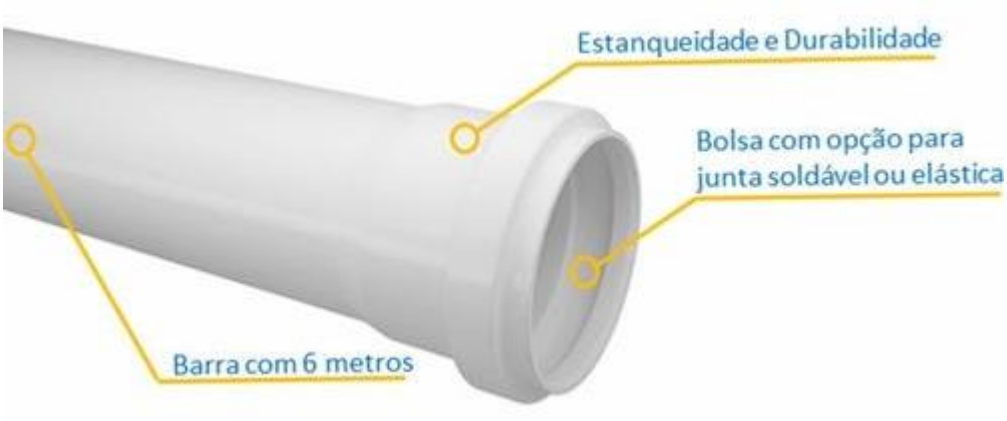
Os materiais utilizados para a execução do sistema que capta águas pluviais são de fácil acesso, baixo preço e simples execução que consiste em tubulações e

ISSN 2178-6925

conexões de PVC, sistema de separação da água dos resíduos sólidos vindos da calha, filtro de descarte da primeira precipitação e cisterna.

3.2.1. Tubulações e conexões de PVC

Por muitas vezes as calhas são feitas de Policloreto de Vinila (PVC) e outras vezes são feitas com Zinco, a altura e comprimento dos condutores são definidos pelo projetista e deverão ter no mínimo DN 70mm, já as conexões são curvas de 90º de raio longo e curva de 45º. A figura 7 abaixo mostra um tubo de 75mm comercial.



Autor, https://www.copafer.com.br/tubo-para-esgoto-sn-3-75mm-6-metros-11000751-fortlev-p1455947

A figura 8 abaixo mostra uma curva de 90º de raio longo.

ISSN 2178-6925



Autor, https://www.leroymerlin.com.br/curva-90o-longa-pvc-para-esgoto-75mm-ou-3-tigre_85294216#caracteristicas-tecnicas

A figura 9 abaixo mostra uma curva de 45º.



Autor, https://www.leroymerlin.com.br/joelho-45o-pvc-para-esgoto-75mm-ou-3-tigre_85294202

3.2.2. Sistema de separação dos resíduos sólidos da água

Esse sistema consiste em separar a água das chuvas dos resíduos sólidos, o telhado contém folhas, galhos e até animais pequenos e mortos, quando chove esses

ISSN 2178-6925

resíduos descem junto com as águas, sendo assim esse sistema separa esses resíduos para que não sejam levados para a cisterna e não contaminem a água que lá estiver, esse sistema é o primeiro componente e um dos principais.

A figura 10 abaixo, mostra o funcionamento desse sistema de separação, ele tem uma tela que efetua a separação desse material grosseiro proveniente dos telhados e calhas.



Autor, https://www.fortlev.com.br/produtos/meio-ambiente/separador-de-folhas/#produtoEspecificacoes

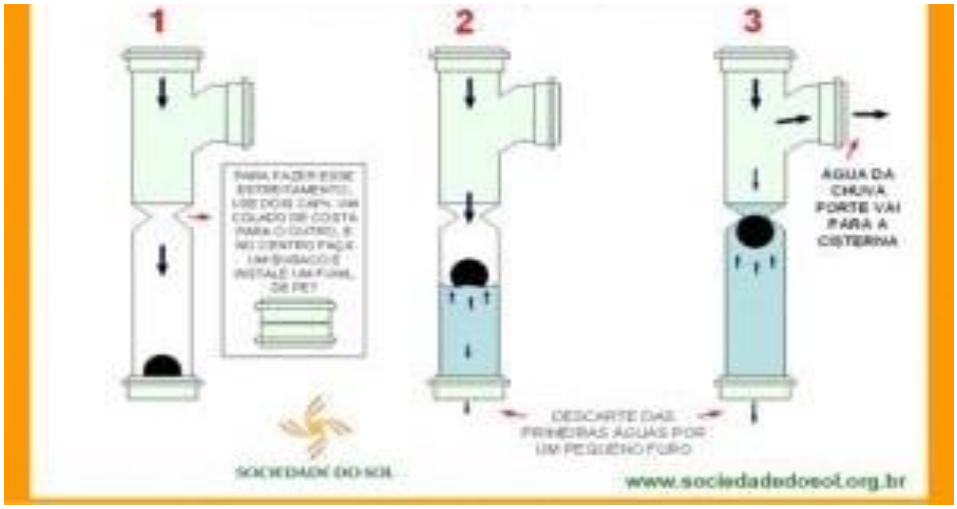
3.2.3. Filtro de descarte da primeira precipitação (2mm)

Esse filtro tem a função de descartar a precipitação inicial, esse descarte é determinado pelo projetista ou caso contrário é descartado 2mm, ele é o segundo componente e é importante para o sistema de captação de águas pluviais, pois o telhado tem muitos poluentes vindo da atmosfera, fezes de animais e até a primeira

ISSN 2178-6925

precipitação vem contaminada. Esse filtro pode ser confeccionado artesanalmente ou até mesmo comprado industrialmente.

A figura 11 abaixo, mostra o filtro de descarte feito artesanalmente com uma bola de ping-pong, com o compartimento de descarte cheio a bola veda a passagem e mantém a sujeira fora da cisterna.



Autor, http://www.maiscommenos.net/blog/2010/05/captacao-de-agua-da-chuva-uma-versao-simplificada/

A figura 12 abaixo, mostra o filtro de descarte feito industrial.

ISSN 2178-6925



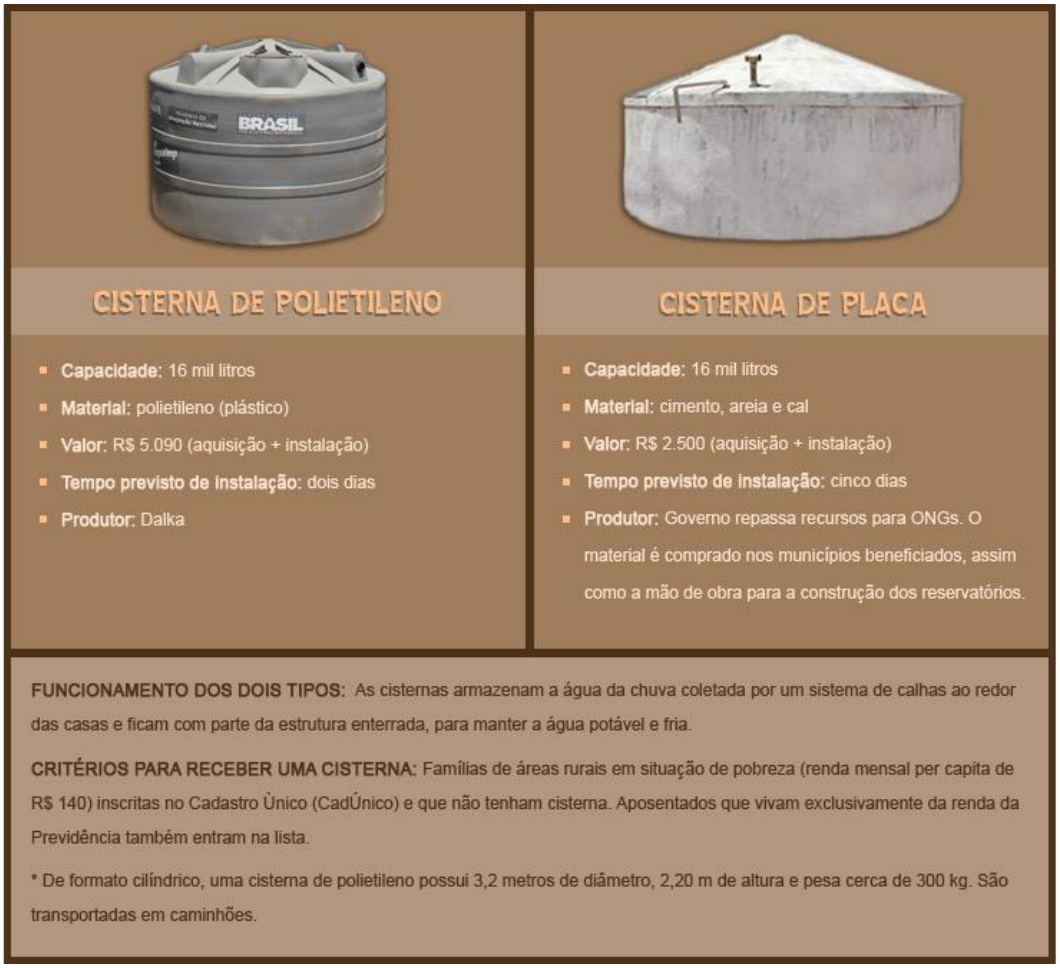
Autor, https://www.ecosustentavel.eng.br/smart-filtro-tecnotri?gclid=EAIaIQobChMI7lOaz7TR-QIVkyc4Ch0CCgIvEAQYBiABEgKMMPD_BwE

3.2.4. Cisterna

A cisterna tem vários métodos de construção, podem ser feitas de fibra de vidro, alvenaria, polietileno, placas pré-moldadas e anéis de concreto, esses métodos são os mais caros, mas conseguem obter um volume maior de água, e também tem o método mais barato que são feitos de bombonas.

A figura 13 abaixo, mostra a diferença entre a cisterna de polietileno e a placa de concreto.

ISSN 2178-6925



Autor, http://especiais.ne10.uol.com.br/cisternas-da-discordia/poder-gov-vs-ongs.html

A figura 14 abaixo, mostra a cisterna de bombonas.

ISSN 2178-6925



Autor, https://emplasul.com.br/author/emplasul/

4. Conclusão

Analisando os resultados encontrados neste estudo, apresenta-se mais vantagens que desvantagens ao aderir um sistema para captação de águas pluviais, sendo um sistema sustentável, não estando limitado para uma classe populacional específica, abrangendo toda a população, por ser um sistema econômico, social e ótimo para o meio ambiente. É fácil pensar que vem esse recurso dos céus e passa despercebido por todos, mas essa questão está mudando.

O sistema não necessita de um grande reservatório e nem de bombeamento, depende da necessidade hídrica da residência, esse estudo é destinado para residências e empresas que ficam na região do Nordeste do país, onde é um local com baixo recurso hídrico. Portanto, concluímos que as cidades devem aderir ao Plano Diretor um projeto no qual as residências acatem a captação de águas pluviais para o uso não potável.

ISSN 2178-6925

5. Referências bibliográficas

https://www.redalyc.org/journal/5606/560659018006/560659018006.pdf

https://www.redalyc.org/journal/5606/560662196010/html/

https://www.cnpma.embrapa.br/down_hp/464.pdf

https://www.embrapa.br/tema-convivencia-com-a-seca/perguntas-e-respostas#:~:text=O%20fen%C3%B4meno%20frequente%20da%20seca,do%20norte%20de%20Minas%20Gerais.

https://pt.wikipedia.org/wiki/Aqueduto_romano

https://www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u9256.shtml#:~:text=Veja%20cronologia%20do%20uso%20da%20%C3%A1gua%20pelo%20homem%20ao%20longo%20da%20hist%C3%B3ria,-da%20Folha%20de&text=A%20primeira%20represa%20para%20armazenar,pelos%20ass%C3%ADrios%20em%201300%20a.C.

https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo

https://super.abril.com.br/historia/maias-construiram-o-primeiro-sistema-de-filtracao-de-agua-do-ocidente/

https://www.coladaweb.com/historia/a-agua-na-historia-do-homem

https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/pantanal/dia_da_agua/#:~:text=Do%20total%20de%20%C3%A1gua%20dispon%C3%ADvel,1%25%20est%C3%A1%20dispon%C3%ADvel%20para%20consumo.

http://infoclima.cptec.inpe.br/

https://www.cptec.inpe.br/