

APLICAÇÃO DA CISTERNA E VOLUME DE RESERVAÇÃO EM PROJETO NO MUNICÍPIO DE BAURU - SP

VINÍCIUS FERMINO DE OLIVEIRA PIMENTEL - viniciuspimentel11@hotmail.com

FACULDADE GALILEU

Resumo: *Este trabalho é fundamentado no aproveitamento da água proveniente de precipitações para fins não potáveis em um projeto de residência situado na cidade de Bauru – SP. O objetivo do trabalho é realizar o dimensionamento do volume de reservação necessária para o projeto e a escolha da melhor cisterna a fim de atender ao consumo médio em relação aos índices pluviométricos.*

O trabalho demonstrou que é bastante viável a opção pelo reaproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis, tendo benefícios em caracteres econômicos e sustentáveis ao longo do período de utilização.

Palavras Chave: *Cisterna, Aproveitamento de água pluvial, Sustentabilidade*

APLICAÇÃO DA CISTERNA E VOLUME DE RESERVAÇÃO EM PROJETO NO MUNICÍPIO DE BAURU - SP

Abstract: *This work is based on the use of water from precipitation for non-drinking purposes in a residence project located in the city of Bauru – SP. The objective of the work is to carry out the dimensioning of the volume of reservation necessary for the project and the choice of the best cistern in order to attend the average consumption in the relation to the pluviometric indexes.*

The work showed that the option for reusing rainwater for non-potable purposes is quite viable, with economic and sustainable benefits throughout the period of use.

Keywords: *Cistern, Rainwater Harvesting, Sustainability*

1. INTRODUÇÃO

Não somente em Bauru, mas como também no mundo todo, existe uma preocupação com relação à possibilidade da falta de água para usos potáveis e não potáveis em um futuro que cada vez está mais próximo. Tal possibilidade é agravada todos os dias devido ao uso indiscriminado pelos humanos, que com a ciência dessa eminente falta de água, continua a utilizar a água de forma abusiva e desnecessária.

Tendo em vista o descaso humano nas formas e na quantidade de utilização da água, se faz necessária a busca por métodos sustentáveis que visam à reutilização da água a fim de contribuir com a preservação da água e também a sanar problemas com falhas de abastecimento de recursos hídricos.

Segundo Neto (2013) chegará uma época em que água da chuva será a água com maior grau de potabilidade para consumo humano, devido à crescente contaminação e degradação dos recursos naturais atuais, isso porque a água da chuva é relativamente mais fácil de ser tratada e potabilizada, sendo que segundo a Organização Mundial de Saúde, a água da chuva já atende aos parâmetros físico-químicos para consumo, mas não atende quanto aos parâmetros de qualidade microbiológica, isso não significa que a água não é própria para consumo, mas sim que se a mesma for tratada será de ótima qualidade, o que consequentemente torna o uso de cisterna uma alternativa a ser levada em consideração.

De acordo com Fernandes (2007) o uso da água da chuva por meio de captação e armazenamento na cisterna, como contraponto ao consumo de forma exagerada pelo homem, é uma opção viável por ser uma alternativa de custo relativamente baixo por ser natural, e também por ser considerada uma água limpa em grande parte da sua concentração.

Segundo Castilhos (2015), uma crise hídrica está prevista para ocorrer em décadas futuras considerando os dados de volume de água na Terra para consumo, população mundial e consumo per capita reunidos a partir da AGA – Assessoria de Gestão Ambiental da UFRGS, e considerando esta crise futura, é de suma importância reunir métodos de prevenir a falta de água e também de combater o consumo inapropriado dos recursos hídricos, e nesse meio um dos métodos que mais colaboram com o tema e auxiliam nessas questões é o uso da cisterna para armazenamento da água proveniente de chuvas.

1.1. Justificativa

Tendo em vista do crescimento da cidade de Bauru tanto populacional, quanto na área da construção civil, existe uma necessidade de se buscar alternativas sustentáveis para sanar possíveis deficiências, como por exemplo, a falta de água por alguma defasagem no

abastecimento público, a qual pode ser remediada com o auxílio da implantação de uma cisterna para captação da água pluvial.

1.2. Objetivos

O presente trabalho tem como objetivo realizar o levantamento do volume de reservação de uma cisterna em uma residência com área construída de 137,80 m², sendo que a área coberta para estudo será de 98,88m², em terreno de 250,00 m², situado na cidade de Bauru, bem como a melhor opção para essa cisterna em relação aos índices pluviométricos e consumo familiar.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Registros Pluviométricos ao Longo dos Anos

Segundo o INMET a região de Bauru possui grande variação em seus registros pluviométricos ao decorrer dos anos, porém ainda assim, os registros seguem um padrão em suas médias em determinados períodos, sendo que a cidade possui cinco meses considerados chuvosos, e os outros sete são de pouca incidência de chuva.

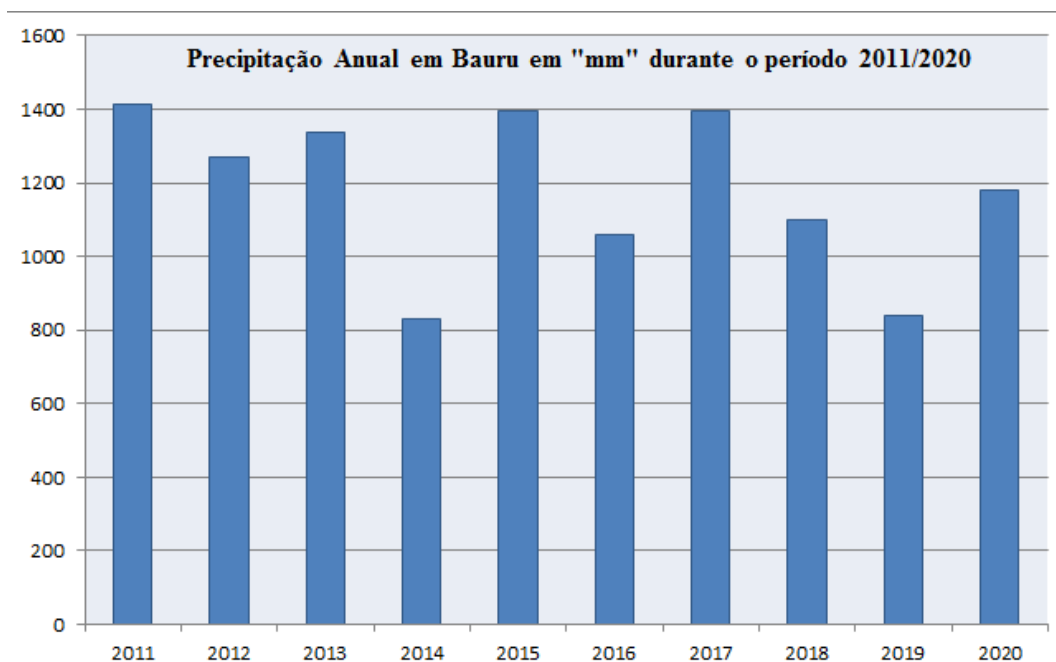
Abaixo seguem representações gráficas e tabeladas criadas a partir de dados colhidos no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021).

Tabela 1. Registros Pluviométricos de Bauru no período 2011/2020.

REGISTROS PLUVIOMÉTRICOS BAURU 2011/2020											
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	MÉDIA MENSAL
JANEIRO	440.2	235	258	93.6	142	251.6	393.4	219	141.6	187.2	236.16
FEVEREIRO	164.6	72.2	144.6	125.2	109	216.6	114.8	79.8	100.6	320	144.74
MARÇO	134.6	142.8	193.4	124.2	203.2	0	102	204.8	32.4	11.8	114.92
ABRIL	83.2	163.2	98	72	37.8	33.4	100	13.2	73	18.2	69.2
MAIO	27	79.2	145.8	59.4	106	96.6	168	9.2	12.8	28.4	73.24
JUNHO	40	195.6	72.6	2.8	2	82.2	20	12.4	12.4	68.2	50.82
JULHO	8.2	10.6	15.4	24.8	73.2	7.2	0.2	1.6	28.2	8.8	17.82
AGOSTO	36	0	0	18.6	17.6	54.2	60.6	33.8	6.4	60	28.72
SETEMBRO	3	85.2	51.8	109.2	182	21.6	13	73.2	40.4	6.2	58.56
OUTUBRO	179.8	41.8	136	1.2	98.2	91.4	104.8	165.2	52.8	35.4	90.66
NOVEMBRO	117.4	129.6	168.8	0	216.4	78	221.4	122	141	60.6	125.52
DEZEMBRO	177.2	114.8	50.6	197	205.8	126.4	96.8	163.6	198.2	373.8	170.42
TOTAL	1411.2	1270	1335	828	1393.2	1059.2	1395	1097.8	839.8	1178.6	1180.78

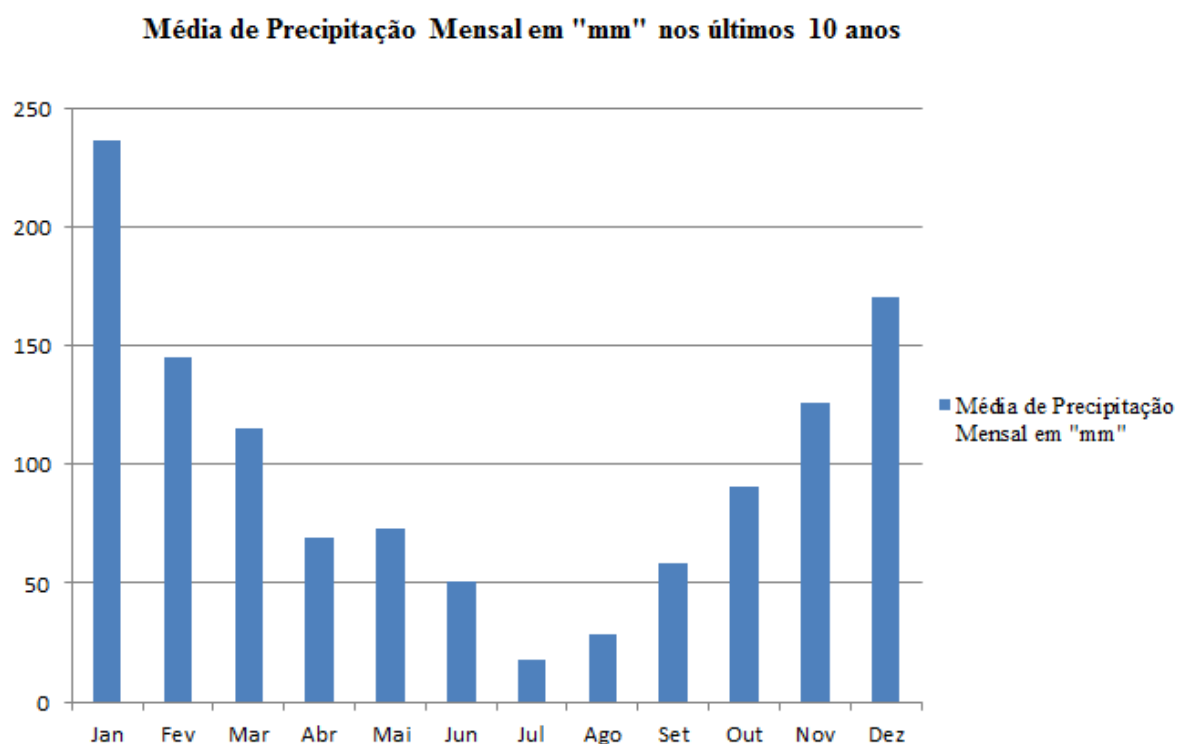
Fonte: INMET, 2021.

Figura1. Gráfico da quantidade de precipitação anual na cidade de Bauru medida em mm durante o período 2011/2020.



Fonte: INMET, 2021.

Figura 2. Gráfico da quantidade média de precipitação mensal na cidade de Bauru medida em mm durante o período 2011/2020.



Fonte: INMET, 2021.

2.2 Incidência de Fenômenos Climáticos

Os fenômenos climáticos El Niño e La Niña são dois fatores de suma importância a serem levados em consideração quando se é realizado o estudo pluviométrico em determinada região, sendo que ambos provocam oscilações no padrão climático e interferem na média dos dados em um determinado período.

Segundo Minuzzi (2006) o fenômeno El Niño gera um aquecimento das águas da região do leste do Pacífico bem como também ocasiona uma variabilidade redutiva de pressão nessa região. A ocorrência desse fenômeno pode provocar períodos de seca em algumas áreas ou um aumento na precipitação em outras áreas.

Também de acordo com Minuzzi (2006), o fenômeno La Niña ocasiona um efeito contrário ao ocorrido no El Niño, fazendo com que durante esse fenômeno ocorra um resfriamento das águas da região do leste do Pacífico e um aumento nos valores de pressão atmosférica locais.

De acordo com dados colhidos pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, retirados do texto atualizado em 2020, para a cidade de Bauru e toda a Região Sudeste, a ocorrência do El Niño traz um período chuvoso para a região, já durante o La Niña ocorre o contrário, tendo um período mais seco, porém, a incidência desses fenômenos acabou não tendo um impacto significativo no dimensionamento da cisterna, pois a variação dos valores registrados não foi considerada elevada.

2.3 Método para cálculo da área de contribuição

Segundo a NBR 10844/1989 a área de contribuição para superfícies inclinadas é dada pela seguinte fórmula:

$$A = (a + \frac{h}{2}) \times b$$

Onde:

A é a área contribuinte do telhado

a é o comprimento inclinado do telhado

h é a altura do telhado

b é o comprimento horizontal do telhado

2.4 Método de Dimensionamento Utilizado Para o Volume de Reservação

A NBR 15227/2019 revisando a antiga NBR15227/2007 informa que a forma do dimensionamento do reservatório de água pluvial fica a critério do projetista, levando em consideração os fatores ambientais, econômicos e condições técnicas, podendo utilizar alguns métodos anteriores desde que sejam levados em consideração alguns fatores como área de cobertura (integrando o sistema como área de captação).

Seguindo as indicações da NBR15227/2019 que deixa a critério do projetista a incidência dos fatores sobre o cálculo do dimensionamento, a fórmula que será utilizada para o cálculo do volume de reservação será:

$$V = P \times A \times C \times \eta$$

Onde:

V é o volume de reservação do reservatório ou cisterna em litros;

P é a quantidade de precipitação média anual em milímetros (mm);

A é a área do telhado que será utilizada como área de captação em metros quadrados (m²);

C é o coeficiente de runoff utilizado no telhado (adimensional);

η é o rendimento do dispositivo de carga de lavagem do sistema

Tabela 2. Tabela para Coeficientes médios de Runoff em função do tipo de material

MATERIAL	COEFICIENTE DE RUNOFF
Telhas Cerâmicas	0,8 a 0,9
Telhas Esmaltadas	0,9 a 0,95
Telhas Corrugadas de metal	0,8 a 0,9
Plástico	0,9 a 0,95

Fonte: Tomaz, 2010

2.5 Método Para Chegar ao Volume Aproveitável de Água na Cisterna

Para chegar ao valor do volume resultante da cisterna em relação ao consumo e aos índices médios de precipitação será utilizada uma subtração simples entre o consumo médio familiar previamente calculado e ao valor médio de precipitação mensal registrado ao longo dos últimos anos.

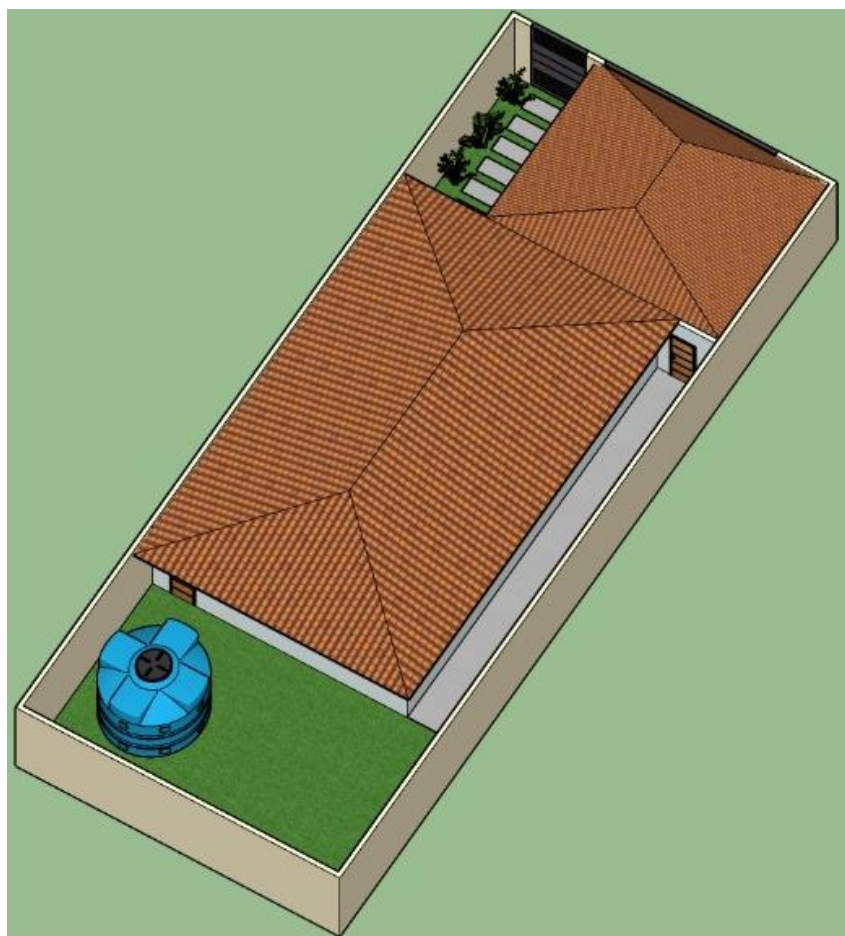
A partir deste valor resultante será possível dimensionar o tamanho da cisterna necessária para atender ao consumo médio até mesmo nos meses em que a precipitação média mensal seja menor que o consumo mensal.

3. METODOLOGIA

O projeto é um estudo de caso, realizado a partir da análise quantitativa, sendo que o mesmo foi elaborado a partir de um projeto residencial, possuindo quatro moradores, situado na cidade de Bauru no interior do Estado de São Paulo. A água reservada na cisterna terá sua utilização focada em usos não potáveis externos, como lavagem de quintal, lavagem de carros e irrigação do jardim.

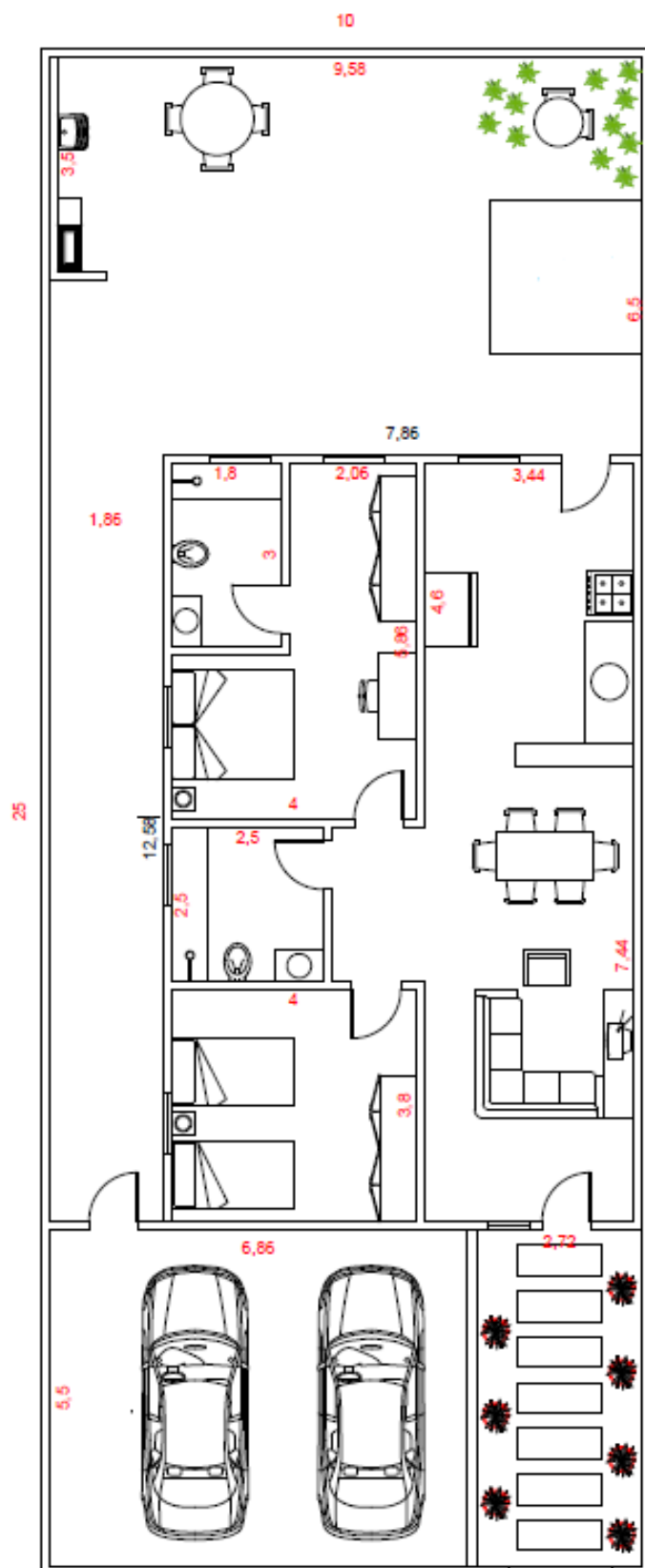
O projeto da residência utilizado para a realização do estudo possui um terreno de 250,00 m², sendo que a área construída e coberta é de 98,88 m², e foi projetada para uma família de quatro pessoas. Abaixo segue a planta utilizada para o estudo.

Figura 3. Corte da Cisterna



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Figura 4. Planta Baixa da Residência



Fonte: Elaborada pelo Autor.

Figura 5. Corte da Cisterna



Fonte: Elaborada pelo Autor.

4. RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Análise da Precipitação Média

Para iniciar o dimensionamento, foram levantados os dados pluviométricos no órgão responsável mais próximo, no caso o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), e através desses dados foi possível elaborar a tabela 1, fazendo com que fosse identificável a média mensal ao decorrer dos anos no período de 2011 a 2020, e consequentemente identificar que os valores de precipitação registrados no mês de janeiro são geralmente os maiores entre os registros dentre todos os meses.

4.2 Cálculo da Área de Cobertura Contribuinte

Em um primeiro momento, deve-se calcular a área de cobertura da residência estudada que será utilizada como área de captação, sendo que a área da garagem não será utilizada e serão considerados os dois lados do telhado para o sistema de captação.

$$\text{Área da cobertura: } A = 2 \times \left(3,93 + \frac{1,20}{2} \right) \times 12,58 = 113,97\text{m}^2$$

4.3 Estimativa de Consumo de Água Não Potável

A partir da área de cobertura, devem ser estimados os gastos com a água em meios não potáveis externos, considerando as dimensões do projeto, e o uso dos meios por quatro pessoas.

$$\text{Consumo com lavagem de dois carros quatro vezes ao mês: } 600\text{L} \times 4 = 2400\text{L}$$

$$\text{Consumo de água com lavagem da área do quintal e garagem a cada cinco dias: } 3\text{L} \times 123,4\text{m}^2 \times 6 \text{ vezes por mês} = 2221,2\text{L}$$

Consumo com irrigação do jardim a cada três dias: $60L \times 10 = 600L$

Total do consumo de água mensal para uso não potável = 5221,2L

4.4 Cálculo do Volume de Água Aproveitável

Para o projeto foram utilizadas telhas cerâmicas como base para cálculos de dimensionamento com um coeficiente de Runoff de 0,8, com um rendimento do dispositivo de carga de lavagem de 80%.

Tabela 3. Volume de água aproveitável em função da precipitação média mensal

Meses	Precipitação média (mm)	Área de captação (m²)	Coef. Runoff	Rendimento Dispositivo	Volume (L)	Volume (m³)
Janeiro	231.16	113.97	0.8	0.8	16860.9953	16.86
Fevereiro	144.74	113.97	0.8	0.8	10557.4514	10.56
Março	114.92	113.97	0.8	0.8	8382.35674	8.38
Abril	69.2	113.97	0.8	0.8	5047.50336	5.05
Maio	73.24	113.97	0.8	0.8	5342.18419	5.34
Junho	50.82	113.97	0.8	0.8	3706.85146	3.71
Julho	17.82	113.97	0.8	0.8	1299.80506	1.30
Agosto	28.72	113.97	0.8	0.8	2094.85978	2.09
Setembro	58.56	113.97	0.8	0.8	4271.41325	4.27
Outubro	90.66	113.97	0.8	0.8	6612.81293	6.61
Novembro	125.52	113.97	0.8	0.8	9155.52922	9.16
Dezembro	170.42	113.97	0.8	0.8	12430.5711	12.43

Fonte: Elaborada pelo Autor

4.5 Dimensionamento da Cisterna a Partir do Volume Resultante

Através do método de Rippl, utilizando o volume de água obtido a partir da precipitação e o consumo médio mensal da residência para fins externos não potáveis, foi calculado o volume necessário que a cisterna deve suportar para atender a demanda e fins para os quais a mesma foi alocada.

Tabela 4. Volume de água aproveitável em função da precipitação média mensal

Meses	Consumo médio (m³)	Volume (m³)	Volume Resultante
Janeiro	5,22	16.86	-11,64
Fevereiro	5,22	10.56	-5,34
Março	5,22	8.38	-3,16
Abril	5,22	5.05	0,17
Maio	5,22	5.34	-0,12
Junho	5,22	3.71	1,51
Julho	5,22	1.30	3,92
Agosto	5,22	2.09	3,13
Setembro	5,22	4.27	0,95
Outubro	5,22	6.61	-1,39
Novembro	5,22	9.16	-3,94
Dezembro	5,22	12.43	-7,21
VOLUME NECESSÁRIO PARA A CISTERNA			-23,12

Fonte: Elaborada pelo Autor

O valor negativo obtido na tabela para o volume necessário da cisterna traz a informação que para atender ao consumo médio ao longo do ano todo, deve-se ter uma cisterna que atenda a esse consumo somente reservando o volume de precipitação médio mensal, ou seja em meses que o consumo é maior que o volume de precipitação médio mensal, essa diferença deverá ser compensada pelo volume da reservado, a fim de não faltar água no reservatório, para tanto deve ser utilizada uma cisterna de 15000L, pois a mesma atende reservando volumes de água que compensam os meses de Abril a Setembro nos quais a precipitação será menor que o consumo.

Tabela 5. Reservação da cisterna ao longo do período anual

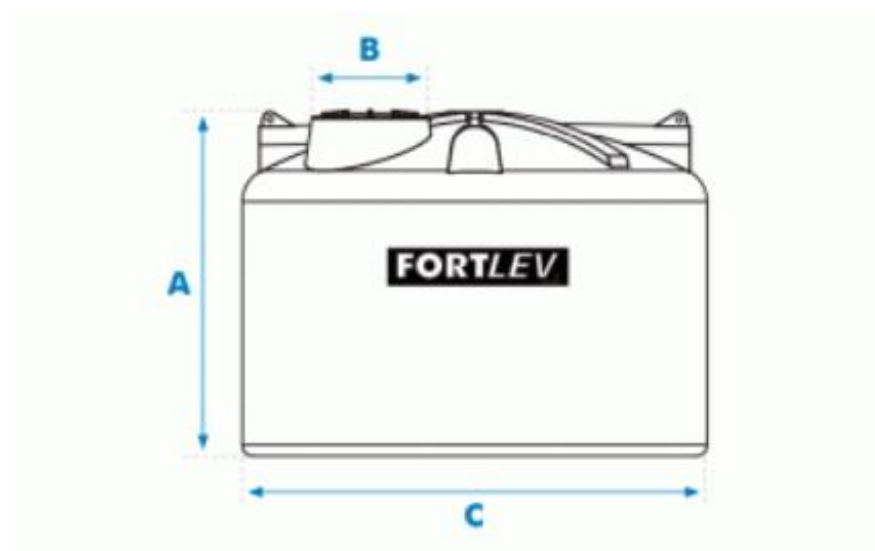
MÊS	VOLUME ACUMULADO (M³)	VOLUME DE PRECIPITAÇÃO (M³)	VOLUME CONSUMIDO (M³)	VOLUME RESULTANTE PARA O MÊS SEGUINTE (M³) - MÁXIMO DE 15M³
JANEIRO	0	16,86	5,22	11,64
FEVEREIRO	11,64	10,56	5,22	15
MARÇO	15	8,38	5,22	15
ABRIL	15	5,05	5,22	14,83
MAIO	14,83	5,34	5,22	14,95
JUNHO	14,95	3,71	5,22	13,44
JULHO	13,44	1,3	5,22	9,52
AGOSTO	9,52	2,09	5,22	6,39
SETEMBRO	6,39	4,27	5,22	5,44
OUTUBRO	5,44	6,61	5,22	6,83
NOVEMBRO	6,83	9,16	5,22	10,77
DEZEMBRO	10,77	12,43	5,22	15

Fonte: Elaborada pelo Autor

4.6 Especificações Técnicas da Cisterna

A cisterna como mencionado anteriormente terá capacidade de reservação de 15000 Litros possuindo adaptador flange instalado na saída e com as seguintes dimensões: Altura (A) de 2,20 metros, Diâmetro da Base (C) de 3,20 metros e Diâmetro da boca de inspeção (B) de 0,60 metros, possuindo o adaptador flange para saída de 60mm x 2”.

Figura 6. Indicações das dimensões da cisterna



Fonte: FORTLEV INDUSTRIA E COMÉRCIO LTDA

Figura 7. Modelo de cisterna utilizado a partir do dimensionamento



Fonte: FORTLEV INDUSTRIA E COMÉRCIO LTDA

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reservação de água através de um sistema de captação e reaproveitamento da água da chuva é um meio sustentável que une diversos benefícios tanto ao proprietário quanto ao meio ambiente, evitando o desperdício de água, colaborando para uma queda no valor das contas de água e também contribuindo socialmente com a redução de possíveis inundações quando o sistema de drenagem local não conseguir atender a demanda.

Através dos métodos utilizados em conjunto com a fundamentação teórica e as revisões bibliográficas, foi possível chegar a conclusão que o reaproveitamento das águas provenientes das precipitações para usos e fins não potáveis é bastante viável, tendo como princípio as características e registros da cidade de Bauru, sendo assim possível economizar a água para fins somente potáveis e consequentemente redirecionando melhor os recursos hídricos para setores mais necessários.

O resultado a partir da simulação do projeto em relação aos índices e possíveis fatores impactantes mostrou-se positivo em questões tanto ambientais, quanto econômicas e também de comodidade por trazer a segurança de que a residência não ficará sem o recurso hídrico para os fins nos quais a cisterna foi projetada. Do ponto econômico é necessário um primeiro investimento relativamente alto de implantação da cisterna na habitação, mas este valor será rapidamente recuperado tendo em vista a economia nas futuras contas de água e também é facilmente compensado por todos os fatores e lados benéficos que a implantação do projeto traz para o proprietário.

A forma que a residência foi projetada e a seleção da cisterna de acordo com a demanda de água solicitada e os índices pluviométricos registrados, atende com segurança a necessidade e está apta a ser implantada a qualquer momento a fim de trazer todos os benefícios previamente mencionados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15227**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

CASTILHOS, Nádia Cristina et al. Gestão de Recursos Hídricos: Um Estudo de Caso Sobre a Implantação de Um Sistema de Cisterna. In: **XV Mostra de Iniciação Científica, Pós-graduação, Pesquisa e Extensão**. 2015.

DE ANDRADE NETO, Cícero Onofre. Aproveitamento imediato da água de chuva. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 73-86, 2013.

FERNANDES, Diogo Robson Monte; MEDEIROS NETO, Vicente Batista de; MATTOS, KM da C. Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN/RN. **Encontro Nacional De Engenharia De Produção**, v. 27, 2007.

FORTLEV INDUSTRIA E COMÉRCIO LTDA, Tanque de Polietileno 20.000L. Disponível em: <https://www.fortlev.com.br/produtos/reservatorios/tanque-de-polietileno-20000l/>. Acesso em: 31 out. 2021.

Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados Históricos Anuais**. 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>. Acesso em: 17 abr. 2021.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento do El Niño durante NDJ - 2019/2020**. 2020. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 24 abr. 2021.

MINUZZI, Rosandro Boligon et al. Influência do fenômeno climático El Niño no período chuvoso da região sudeste do Brasil. **Geografia**, v. 15, n. 2, p. 5-19, 2006.

RUPP, Ricardo Formagiarini; MUNARIM, Ulisses; GHISI, Enedir. Comparação de métodos para dimensionamento de reservatórios de água pluvial. **Ambiente Construído**, v. 11, n. 4, p. 47-64, 2011.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. São Paulo, janeiro de 2010.