

# **ESTUDO DE VIABILIDADE DE UM MURO RESIDENCIAL SUSTENTÁVEL PARA APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA**

**André William Barbosa Brito**

## **RESUMO**

O Brasil é um país privilegiado no mundo por conta de sua riqueza hidrográfica. Entretanto, há regiões do país onde os índices de falta de água são alarmantes. Um exemplo é o nordeste brasileiro, que enfrenta crise hídrica durante boa parte do ano. Além disso, o consumo de água potável para atividades que não requerem essa água tem crescido. Nesse contexto, a presente pesquisa tem como principal objetivo analisar a viabilidade de instalação de um muro residencial sustentável para aproveitamento de água da chuva no município do Cabo de Santo Agostinho, como uma solução para a utilização adequada de água potável e uma forma de minimizar a escassez de água. Para o desenvolvimento desse estudo, foram obtidos dados pluviométricos do município e da região metropolitana de Recife e dimensionados calhas e condutores horizontais de acordo com a NBR 10844 (1989). Além disso, foi escolhida uma residência modelo de acordo com os aspectos socioeconômicos do município, analisados custos e formas de obtenção de materiais do muro, além de sua eficiência perante os dados pluviométricos da região onde se localiza a casa durante os meses do ano. É demonstrado que o muro sustentável para aproveitamento de água da chuva pode ser viável para ser aplicado no Cabo de Santo Agostinho, uma vez que apresenta baixo custo comparado com outras formas de reservatórios verticais, boa eficiência e simplicidade em sua instalação, propiciando uma ótima forma de captação e utilização adequada das águas pluviais.

**Palavras-chave:** Muro sustentável, Captação de água, água da chuva e Cabo de Santo Agostinho.

## **ABSTRACT**

Brazil is a privileged country in the world due to its hydrographic wealth. However, there are regions of the country where rates of water shortage are alarming. One example is the Brazilian northeast, which faces a water crisis during most of the year. In addition, the consumption of drinking water for activities that do not require this water has grown. In this context, the main objective of this research is to analyze the feasibility of installing a sustainable residential wall for the use of rainwater in the municipality of Cabo de Santo Agostinho, as a solution for the adequate use of drinking water and a way of minimizing water shortage. For the development of this study, rainfall data were obtained from the city and the metropolitan area of Recife and dimensioned horizontal gutters and ducts according to NBR 10844 (1989). In addition, a model residence was chosen according to the socioeconomic aspects of the municipality, the costs and ways of obtaining materials from the wall were analyzed, as well as its efficiency in relation to the rainfall data of the region where the house is located during the months of the year. It is demonstrated that the sustainable wall for the use of rainwater can be feasible to be applied in Cabo de Santo Agostinho, since it presents low cost compared to other forms of vertical reservoirs, good efficiency and simplicity in its installation, providing a great shape and adequate use of rainwater.

**Keywords:** Sustainable wall, Water Collection, rain water and Cabo de Santo Agostinho.

## **1 INTRODUÇÃO**

Com o crescimento populacional no decorrer dos anos e os grandes problemas de escassez de águas enfrentados no Brasil e no mundo, novas técnicas de utilização, reaproveitamento e captação de águas são necessárias. Nesse sentido, a água da chuva pode ser utilizada em diversos processos, sendo uma ótima fonte de recurso e de tecnologia relativamente simples e econômica (ANDRADE FILHO, 2008).

Uma forma de captar água das chuvas é por meio da construção de cisternas. Essa técnica é bastante utilizada em regiões rurais, mas é incomum no meio urbano, pois as cisternas demandam a utilização de uma grande área, que muitas vezes são indisponíveis nas grandes cidades. Nesse contexto, surge a ideia e concepção do *muro sustentável para aproveitamento de água das chuvas* (ALDANA, 2016). Essa técnica já vem sendo utilizada pelo professor Ricardo Alba Aldana, em Bogotá, na Colômbia, e consiste na construção de uma caixa d'água vertical formada por garrafas PET para captar e aproveitar água das chuvas.

Segundo Marinowski (2007), a água da chuva coletada poderá ser utilizada em descarga de vasos sanitários, torneiras de jardins, lavagem de roupas, de calçadas e de automóveis, ou seja, para fins menos nobres ou não potáveis. Com isso, em um mundo onde o consumo de água potável é cada vez maior, pode-se reduzir esse aumento gradativo e evitar problemas de escassez dos recursos hídricos.

Por outro lado, segundo a ABIPET (2012), o Brasil é o terceiro maior consumidor mundial de PET para produção de garrafas. Com isso, as garrafas que não tiverem um reaproveitamento adequado poderão ser grandes vilãs de problemas ambientais (LOPES, 2006).

O objetivo dessa pesquisa é analisar a viabilidade de captação de água pluvial por uma residência unifamiliar no município do Cabo de Santo Agostinho, localizado na região metropolitana de Recife. Para isso, faz-se necessário conhecer aspectos relevantes para o estudo, tais como: intensidade pluviométrica da região, o modelo mais comum de residência no município, aspectos referentes ao custo dos componentes do muro, composição do sistema de instalações hidráulicas, eficiência do muro ao longo do ano e dimensionamento dos componentes para a captação das águas pluviais.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Cabo de Santo Agostinho**

De acordo com a Prefeitura da Cidade, o município do Cabo de Santo Agostinho, localiza-se na região metropolitana de Recife, distante 33,6km da capital, limita-se ao norte com

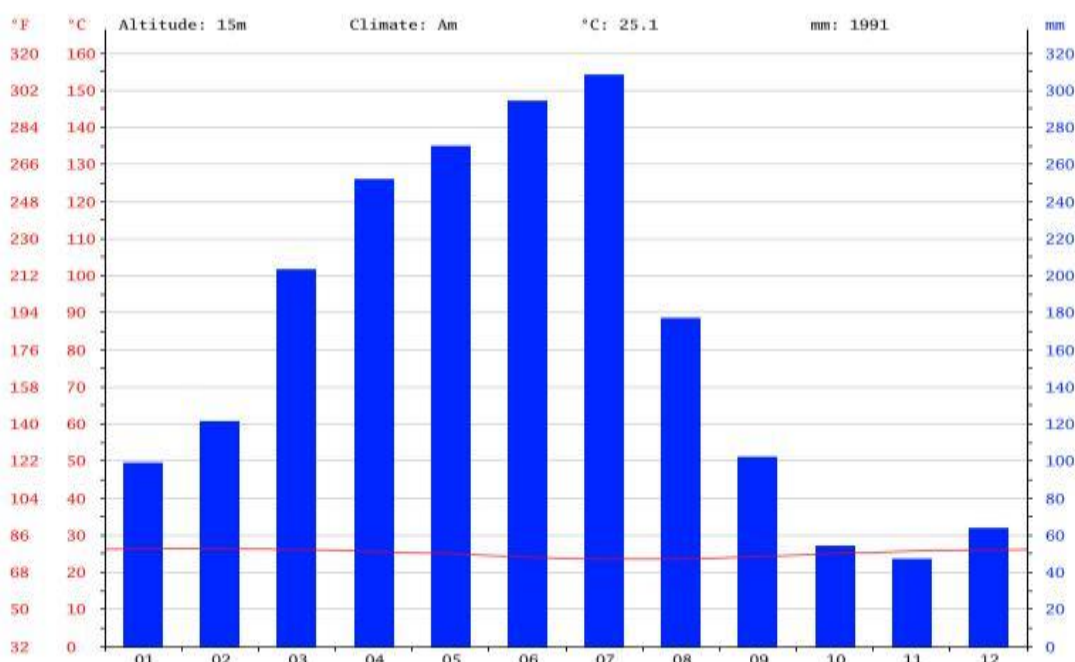
os municípios de Moreno e Jaboatão dos Guararapes, ao sul com Ipojuca e Escada, ao leste com o Oceano Atlântico e ao oeste com Vitória de Santo Antão (PREFEITURA MUNICIPAL DO CABO DE SANTO AGOSTINHO, 2017). No último censo de 2010, a cidade tinha uma população de 185.025 habitantes (IBGE, 2017). Ainda segundo o IBGE, em 2014 o PIB (Produto Interno Bruto) *per capita* foi de R\$ 42.655,36, o que demonstra que a cidade possui a terceira maior economia do estado. A indústria já foi o setor mais relevante na economia cabense, representando a maioria da economia, porém, dados mais recentes mostram que a prestação de serviços (setor terciário) ultrapassou o setor industrial (setor secundário) com cerca de 54,24% da economia (BDE-PE, 2016).

Por outro lado, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do Cabo é de 0,686, como os três pilares que constituem o IDH são saúde, educação e renda, esse número mostra que a cidade ainda sofre, bastante, com desigualdades sociais (PNUD, 2010).

## 2.2 Índices pluviométricos do município

Os dados pluviométricos referentes ao município do Cabo de Santo Agostinho, como mostra o *Climate-Data*, baseiam-se na utilização de milhares de estações meteorológicas em todo mundo com dados obtidos entre os anos de 1982 e 2012 (CLIMATE-DATA, 2012). Ainda segundo o *Climate-Data*, o clima do município do Cabo é tropical. Na maioria dos meses do ano, existe uma pluviosidade significativa, como mostra no gráfico 1.

**Gráfico 01: Precipitação durante os meses do ano no Cabo de Santo Agostinho.**



Fonte: *Climate-Data* (2012)

Durante todo o ano, a cidade apresenta uma temperatura média entre 23°C e 26 °C, com pouca variação como mostra a Tabela 1. Já com relação à precipitação, o mês que mais chove no Cabo de Santo Agostinho durante o ano é o mês de Julho, com precipitações de até 308 milímetros, e o que menos chove é o mês de Novembro com 47 milímetros, como mostra a Tabela 1.

**Tabela 01: Temperatura e precipitação durante o ano no Cabo de Santo Agostinho.**

Mês	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Precipitação (mm)
Janeiro	29,5	23,3	99
Fevereiro	29,4	23,4	121
Março	29,3	23,1	203
Abril	28,8	22,5	252
Maiο	28	22,1	270
Junho	27	21,3	294
Julho	26,4	20,6	308
Agosto	26,7	20,5	177
Setembro	27,3	21,2	102
Outubro	28,2	22	54
Novembro	28,8	22,6	47
Dezembro	29	23	64

Fonte: *Climate-Data.org* (2012)

### 2.3 Garrafas PET

O Politereftalato de Etileno (PET) é um poliéster, polímero termoplástico. É o melhor plástico para fabricação de garrafas, frascos e embalagens para refrigerantes, águas, sucos, óleos comestíveis, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, destilados, isotônicos, cervejas, entre vários outros (ABIPET, 2012). Esse material chegou no Brasil por volta de 1988, sendo aplicado na indústria têxtil. A partir de 1993, começou a ser utilizado na fabricação de garrafas para bebidas e, por conta dos baixos custos de produção, praticidade e leveza, tomou o lugar das garrafas de vidro retornáveis, bastante comuns na época (PROJETO ORQUESTRA DE CORDAS SANTA LUZIA, 2015).

O plástico feito de PET é um dos mais resistentes, tendo alta resistência mecânica e química (ABIPET, 2012). Além disso, se tratando de garrafas, o PET possui outras vantagens, tais como: transparência, reciclabilidade, vedação eficiente, baixo custo, leveza e outras. A

principal desvantagem do PET é a sua resistência à biodegradação, à radiação, ar e água, mantendo as suas propriedades físicas, levando séculos para a sua decomposição (PETRY, 2012). Nesse contexto, as garrafas podem trazer problemas ambientais se não forem descartadas corretamente, uma vez que possuem a vida útil longa. As soluções encontradas para esse problema são reciclagem e reutilização (PETRY, 2012).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria do PET (ABIPET, 2012) a reciclagem acontece em três etapas básicas:

- Recuperação – se inicia no momento do descarte e termina com a confecção do fardo, que se torna sucata comercializável.

- Revalorização – com início na compra da sucata em fardos e fim na produção de matéria-prima.

- Transformação – final do processo completo de reciclagem, é a utilização da matéria-prima oriunda das garrafas PET pós-consumo para a fabricação de inúmeros.

- 

Além da reciclagem, existe a reutilização das garrafas PET. Essa segunda forma de aproveitamento será a utilizada no presente estudo, no qual os custos serão mínimos e a praticidade, enorme. Será necessária a avaliação das condições para uso de cada garrafa e em seguida uma lavagem simples para serem utilizadas.

## **2.4 Instalações Prediais de Águas Pluviais**

O projeto e construção do sistema de águas pluviais devem atender à ABNT NBR 10844:1989 – Instalações Prediais de Águas Pluviais (BOTELHO, 2014). A área de captação é uma das partes mais importantes do sistema de aproveitamento de águas pluviais. Quanto maior a área de captação maior será o volume de água coletado. Dois componentes de instalações hidráulicas prediais participam, diretamente, no processo de captação de águas pluviais, são eles: as calhas e os condutores. Ainda segundo Botelho (2014), podemos definir calha e condutor da seguinte forma:

- Calha – sistema em posição quase horizontal, que intercepta e recebe as águas de chuva de uma cobertura.

- Conductor – Tubo vertical ou horizontal que recebe as águas coletadas das calhas e as transporta até o nível do chão.

O primeiro passo para o aproveitamento eficiente da água da chuva é o dimensionamento do sistema, a partir das necessidades e objetivos do usuário, da área de captação e das características da construção (SILVEIRA, 2008).

#### 2.4.1 Dimensionamento de calhas e condutores

Segundo a NBR 10844 de 1989, para poder dimensionar calhas e condutores, é necessário conhecer a vazão de projeto, que pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$Q = I \times A \quad (1)$$

Onde “Q” é a vazão de projeto em L/min, “I” é a intensidade pluviométrica em mm/h e “A” é área de contribuição ou captação em m<sup>2</sup>.

#### 2.4.2 Dimensionamento de calhas

O dimensionamento das calhas deve ser feito através da fórmula de Manning-Strickler (NBR10844, 1989).

$$Q = \frac{S^{1/2}}{n} \times R^{2/3} \times A \quad (2)$$

Onde:

“Q” é a Vazão de projeto, em L/min; “S” é a área da seção molhada, em m<sup>2</sup>; “n” é o coeficiente de rugosidade, conforme Tabela 2; “R” é o raio hidráulico, em metros; “i” é a declividade da calha, em m/m e “K” = 60000.

Ainda, segundo a NBR10844 a Tabela 2 a seguir indica os coeficientes de rugosidade dos materiais normalmente utilizados na confecção de calhas.

**Tabela 02: Coeficiente de rugosidade**

Material	N
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos.	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida.	0,012
Cerâmica, concreto não alisado.	0,013

Alvenaria de tijolos não-revestida.	0,015
-------------------------------------	-------

Fonte: NBR 10844 (1989)

Considerando o resultado da equação (1) menor ou igual ao da equação (2), pode-se dimensionar qualquer sistema de captação ou direcionamento de águas pluviais para a área de contribuição utilizada, pois, o volume de água que atingirá o telhado seria o suficiente para ser transmitido da calha, sem inundá-la, para os condutores verticais e/ou horizontais.

### 2.4.3 Dimensionamento de condutores verticais e horizontais

O condutor vertical pode ser ligado, na sua extremidade superior, diretamente a uma calha (caso de telhados), ou receber um ralo quando se trata de terraços ou calhas largas, onde se receia a obstrução do condutor por folhas, papéis, trapos e detritos diversos. O condutor geralmente não é e nem deve ser calculado como um encanamento à seção plena, e o formato do ralo e suas grelhas determinam uma perda de carga de entrada que só experimentalmente pode ser determinada. Por isso, nos dimensionamentos de condutores, utilizam-se tabelas já consagradas pelo uso e os bons resultados já obtidos em função de seus diâmetros (MACINTYRE, 2013).

Entretanto, segundo a ABNT NBR 10844:1989, o dimensionamento dos condutores verticais deve ser feito a partir do seu comprimento (em metros), da vazão de projeto (em L/min) e da altura de lâmina de água na calha (em milímetros). Além disso, os condutores verticais devem ser projetados, sempre que possível, em uma só prumada. Quando houver necessidade de desvio, devem ser usadas curvas de 90° de raio longo ou curvas de 45°, e devem ser previstas peças de inspeção.

Além dos condutores verticais, ainda, segundo a norma, o dimensionamento dos condutores horizontais de seção circular deve ser feito para escoamento com lâmina de altura igual a 2/3 do diâmetro interno do tubo. As vazões para tubos de vários materiais e inclinações usuais estão indicadas na Tabela 3.

**Tabela 03: Capacidade de condutores horizontais de seção circular (vazões em L/min.)**

Diâmetro interno (mm)	n = 0,011				n = 0,012			
	0,50%	1%	2%	4%	0,50%	1%	2%	4%
50	32	45	64	90	29	41	59	83

75	95	133	188	267	87	122	172	245
100	204	287	405	575	187	264	372	527
125	370	521	735	1040	339	478	674	956
150	602	847	1190	1690	552	777	1100	1550
200	1300	1820	2570	3650	1190	1670	2360	3350
250	2350	3310	4660	6620	2150	3030	4280	6070
300	3820	5380	7590	10800	3500	4930	6960	9870

Fonte: NBR 10844:1989 (adaptada).

## 2.5 Reuso de água pluvial

O crescimento populacional e as alterações climáticas aceleram a redução da disponibilidade de água em determinadas regiões. Nessa perspectiva, surge a necessidade da reutilização de água (SILVA, 2009). Existem tipos e modalidades de reuso, de acordo com Moruzzi (2008), as modalidades são:

- Reuso indireto – Ocorre quando a água já usada, uma ou mais vezes para uso doméstico ou industrial, é descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas.
- Reuso direto – Uso planejado e deliberado de esgotos tratados para certas finalidades.
- Reciclagem interna – Reuso da água internamente as instalações industriais.
- Reuso potável direto – Quando o esgoto tratado, em tratamento avançado, é diretamente reutilizado no sistema de água potável.
- Reuso potável indireto – Quando o esgoto tratado é disposto na coleção de águas superficiais ou subterrâneas para diluição.

Além dessas modalidades de reuso, o aproveitamento das águas pluviais pode ser aplicado em vários setores, desde casas residenciais, edificações comerciais, industriais e rurais (SILVA, 2009). Por ser uma água não tratada, as águas pluviais devem ser utilizadas para fins não potáveis, portanto, como afirma HESPANHOL (1999) “apesar dos riscos serem mínimos, as águas pluviais devem ser a primeira opção para o reuso em áreas urbanas. Entretanto, uma série de cuidados são necessários quando do uso, decorrer contato direto com a população”.

De acordo com Rosa (2010), *apud* Silva (2009) “Nas áreas urbanas os usos potenciais de água são destinados a irrigação de plantas, descargas de banheiros, lavagem de veículos, lavagem de pisos, reserva de incêndio, construção civil e outros. Nesse contexto, o presente estudo destina utilizar as águas pluviais para os fins não potáveis em uma residência, tornando assim, o uso da água cada vez mais racional, reduzindo perdas e evitando gastos de água potável desnecessários. Além desses benefícios, o morador que aderir a esse sistema de captação pluvial, poderá ter sua conta de água reduzida, pois em atividades que demandam uma maior utilização



de água, como lavagem de quintais, pisos, veículos e etc, o utilizador do muro sustentável poderá usar a água captada para esses fins, além de se prevenir, tendo uma reserva de água em possíveis momentos em que falte fornecimento por parte da companhia responsável no local.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Intensidade Pluviométrica da Região

Segundo a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), durante as estações do ano os índices pluviométricos do litoral pernambucano, região onde se encontra o município do Cabo de Santo Agostinho, podem chegar a valores máximos de 1044 milímetros no outono e valores mínimos de 180 milímetros na primavera, como mostra a Tabela 4.

**Tabela 04: Índices pluviométricos no litoral pernambucano.**

Estações do ano	Precipitação (mm)
Outono	1044
Inverno	725
Primavera	180
Verão	515

**Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Climáticas (2016).**

A intensidade pluviométrica adotada no presente estudo foi de 100 milímetros por hora, valor estabelecido para a região metropolitana de Recife para um tempo de retorno predial de 5 anos (SILVA, 2009). Com esse valor de intensidade pluviométrica, é possível a determinação de vazão de projeto suportável pelo telhado da residência a ser escolhida.

Além disso, nesse estudo foram aplicados dados de precipitação mensal do município, como mostra a Tabela 4, para determinar a eficiência do muro nos meses do ano, podendo estimar a quantidade de água que o reservatório poderá ter nos meses de muita chuva ou pouca chuva.

#### 3.2 Residência Modelo no Cabo de Santo Agostinho

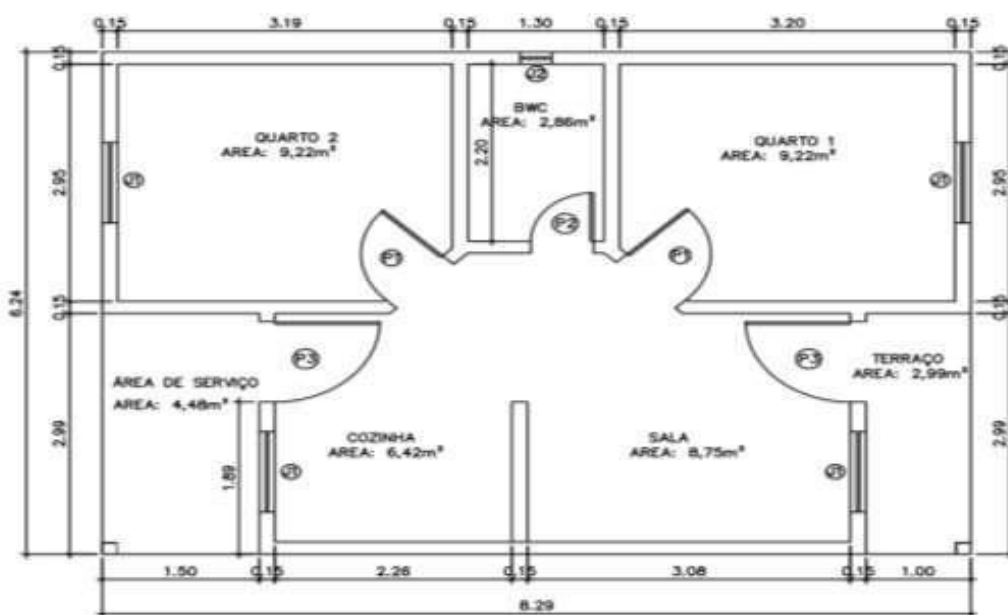
A Universidade Federal Rural de Pernambuco em seu Campus das Engenharias está presente desde o ano de 2014 no município do Cabo de Santo Agostinho. Por isso, a escolha de residência no Cabo de Santo Agostinho para ser objeto do presente estudo surge da necessidade

de estender os conhecimentos adquiridos na Universidade para a comunidade local. Além disso, o município é uma referência industrial no estado, proporcionando sempre uma maior procura de oportunidades pela população pernambucana. Entretanto, dados socioeconômicos da região (PNUD, 2010) remetem a necessidade do emprego de novas tecnologias baratas, para assim, o cidadão cabense ter condições de aderi-las.

A casa a ser analisada por esse estudo tem como característica principal ser do programa Minha Casa Minha Vida, projeto do Governo Federal que oferece condições atrativas para o financiamento de moradias nas áreas urbanas para famílias de baixa renda (CEF, 2017). Como o município do Cabo de Santo Agostinho apresenta índices de desigualdade social, a presente pesquisa visa atender a população mais vulnerável socioeconomicamente. A residência foi escolhida entre vários projetos de residência comuns do programa Minha Casa Minha Vida e apresenta a seguinte composição: uma varanda, uma sala de jantar/estar, dois quartos, um banheiro, uma cozinha e uma área de serviço, como mostra a Figura 2. A residência possui uma área construída de 51,73 m<sup>2</sup>, cobertura com duas águas, decaimento de 25%, beiral de 60 centímetros e a área de telhado com 70,6 m<sup>2</sup>.

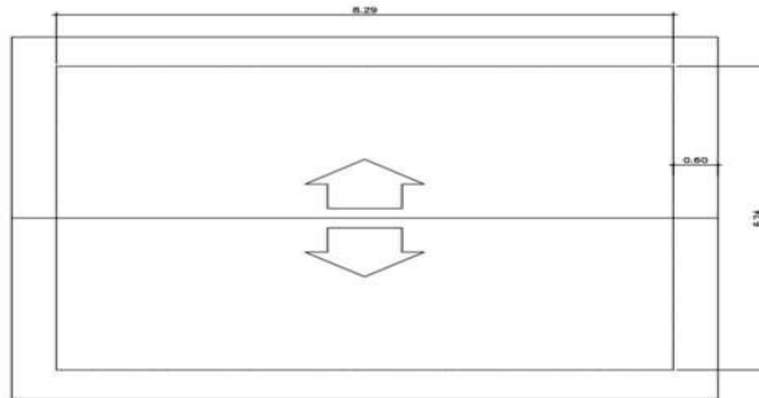
A partir dessas informações e com os dados da planta baixa da residência (CAMILA, 2015), foram desenhados em AutoCad 2D a planta baixa, projeção do telhado e as fachadas frontais e lateral esquerda da residência. Esta última foi incluída, pois é onde vai ser analisada a possível viabilidade de instalação do muro sustentável de aproveitamento de água da chuva. As figuras a seguir mostram as características da residência escolhida.

**Figura 02: Planta baixa da residência.**



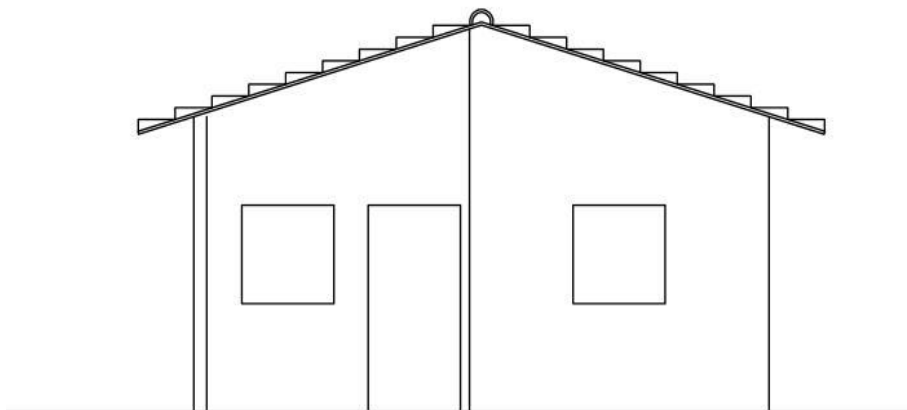
Fonte: autor (2018).

**Figura 03: Projeção do telhado da residência.**



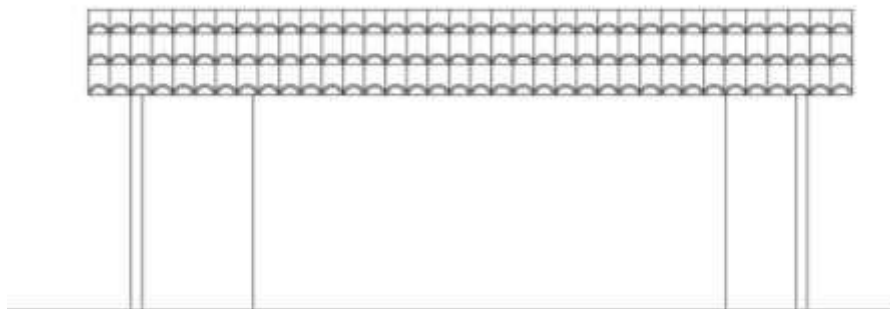
**Fonte: autor (2018).**

**Figura 04: Fachada frontal da residência.**



**Fonte: autor (2018).**

**Figura 05: Fachada lateral esquerda da residência.**



**Fonte: autor (2018).**

### 3.3 Muro Sustentável para aproveitamento de água da chuva

O muro sustentável consiste de garrafas PET conectadas verticalmente pelo fundo e pelo bico formando uma coluna de garrafas. Essa coluna permite o armazenamento de água através das várias garrafas presentes nela. Após a criação de uma coluna, a mesma é replicada de acordo com o espaço disponível para a instalação do muro, como mostra a Figura 06. A conexão entre o fundo e o bico das garrafas se dará por um *niple* roscável e a vedação será garantida por fita teflon na rosca do *niple* e silicone na parte externa da conexão entre as garrafas.

**Figura 06: Muro Sustentável para aproveitamento de água da chuva.**



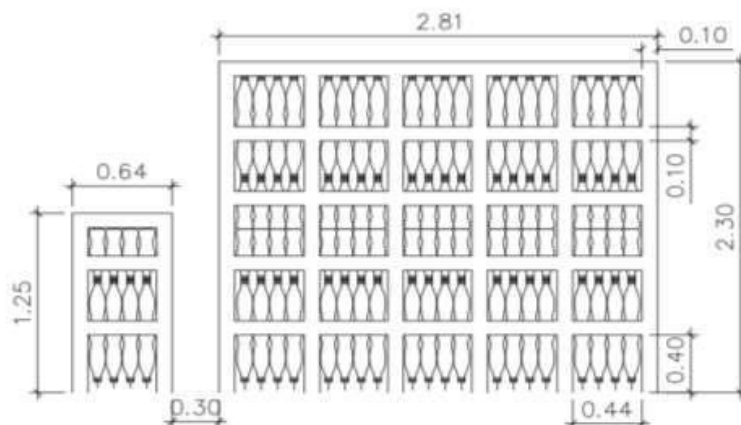
**Fonte: Ekomuro (2017).**

Para a casa escolhida o muro terá as seguintes dimensões: 3,75 metros de comprimento, 2,30 metros de altura e 30 centímetros de espessura. Serão usadas 240 garrafas de 2 litros o que gera uma capacidade total de armazenamento de água de 480 litros, como mostra o detalhamento do muro na Figura 6.

#### 3.3.1 Desenho

O detalhamento do muro e do sistema de instalações foi feito através de desenhos realizados no programa AutoCAD 2D com a utilização do plug-in TigreCAD, uma extensão do programa para tubos e conexões. O desenho esquemático do muro pode ser visto na Figura 7 abaixo:

**Figura 07: Muro sustentável para aproveitamento de água da chuva.**



**Fonte: autor (2018).**

O muro consiste em duas fileiras de 120 garrafas justapostas umas as outras, tendo uma espessura de cerca de 30 centímetros. O mesmo acontece na versão menor do muro, só que com apenas 12 garrafas em cada fileira.

### **3.4 Descarte da água da primeira chuva**

O objetivo do sistema é trazer a água do telhado para o muro sustentável. O telhado possui restos de vários resíduos sólidos e fezes de animais, sendo esses componentes, carregados pela água na primeira chuva. Quanto maior o tempo sem chuva maior será a sujeira acumulada no telhado, podendo contaminar a água no muro. Por isso, é necessário que no começo da chuva a água seja direcionada para uma versão menor do muro que será responsável por armazenar e descartar essa água, ou utilizar em outras funções, como por exemplo irrigação de plantas e quintais, desde que o contato com ela seja evitado, pois essa água poderá trazer consigo agentes patogênicos de diversas doenças transmitidas por fezes de aves ou roedores.

Para determinar o volume necessário de armazenamento de primeira chuva foi consultado o Manual para Captação Emergencial de Uso Doméstico de Água da Chuva, elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), órgão vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo.

### **3.5 Dimensionamento de calhas**

Através da NBR 10844:1989 – Instalações Prediais de Águas Pluviais, foram calculadas as vazões de projeto do sistema de instalações de águas pluviais da residência e dimensionadas as tubulações que irão compor o muro sustentável de aproveitamento de água da chuva, para o cálculo de área de captação, foi adotada apenas uma água da cobertura da casa, a que direciona a água para a calha da fachada lateral esquerda da residência, uma vez que a capacidade de armazenamento do muro não será tão elevada, não será necessário utilizar uma vazão de projeto maior.

### **3.6 Materiais utilizados para o desenvolvimento do muro**

Para a construção da caixa serão necessários os seguintes materiais:

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 2 Joelhos de 75 mm             | <input type="checkbox"/> 3 Conexões T 25mm            |
| <input type="checkbox"/> 2 metros de tubulação de 75 mm | <input type="checkbox"/> 2 Capas 25mm                 |
| <input type="checkbox"/> 1 Conexão T redutor 75 x 50mm. | <input type="checkbox"/> 264 garrafas PET de 2 litros |
| <input type="checkbox"/> 1 Luva Redução 75x 50mm        | <input type="checkbox"/> 1 metro de tubulação 50 mm   |
| <input type="checkbox"/> 2 Luvas redução 50 x 25 mm     | <input type="checkbox"/> 264 niple de ½”              |
| <input type="checkbox"/> 3 Registros de entrada 25mm    | <input type="checkbox"/> Fita teflon para auxiliar na |

- 5 Joelhos de 25 mm vedação em roscas.
- 48 Conexões T redutoras roscavel  Silicone para vedação entre 25mm x 1/2” garrafas.

### 3.7 Custo aproximado dos componentes do muro sustentável de aproveitamento de água da chuva

Através da consulta de preços no Armazém Araújo Tudo Para Construção, localizado na região onde será instalado o muro, foi feito o orçamento dos componentes do muro sustentável. As empresas Tigre S/A e Krona Tubos e Conexões, referências no mercado brasileiro de tubos e conexões, foram utilizadas como referência na consulta de preços de tubulações e conexões e as marcas Tekbond e Polytubes foram utilizadas para referência de preços para o silicone e a fita teflon, respectivamente.

### 3.8 Eficiência do muro sustentável nos meses do ano

Para estimar a quantidade de vezes que o muro sustentável de aproveitamento de chuva poderá encher a cada mês, foi utilizada a Tabela 01, com os índices pluviométricos de cada mês no Cabo de Santo Agostinho e assim determinada a capacidade de retenção do telhado nos meses.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Cálculo do dimensionamento de calhas

De acordo com a NBR 10844 (1989) o dimensionamento de calhas, condutores e a vazão de projeto a ser considerada pela área de uma “água” da residência foram determinados pelos seguintes cálculos.

$$= \frac{100 \times 35,3}{1000} = 3,53 \text{ l/s} \quad (3)$$

Como foi utilizado apenas uma “água” da residência, o valor da área de contribuição é a metade da área total do telhado, 35,3 m<sup>2</sup>, a intensidade pluviométrica considerada da região da residência foi de 100mm/h. Em seguida foi determinado o valor de vazão do projeto da calha, considerando o diâmetro de 75mm, a inclinação da calha utilizada foi de 0,5% (valor mínimo estipulado pela NBR 10844:1989) e o modelo de calha semi-circular de Policloreto de Vinila (PVC).

$$\frac{2,2089 \cdot 10^{-3}}{0,011} \cdot \frac{2/3}{0,0075} \cdot \frac{0,5}{100} \cdot \frac{1}{2} \quad (5)$$

$$= 60000 \times 0,2008 \times 0,0705 \times 0,0707 \quad (6)$$

$$= 60,05 \text{ /} \quad (7)$$

Os resultados acima mostram que a vazão de projeto do telhado é inferior a vazão de projeto da calha. Com isso, é possível determinar a viabilidade de captação das águas da chuva por uma calha de 75mm, uma vez que a vazão de projeto suporta as águas do telhado.

#### 4.2 Cálculo de volume de descarte de primeira chuva

Em geral, recomenda-se descartar o primeiro milímetro (mm) de chuva (IPT – SP, 2015). Isso significa que para cada m<sup>2</sup> de área de contribuição deve-se descartar um litro de água da chuva. No presente estudo, como a área de contribuição é 35,3 m<sup>2</sup> o volume de água a ser descartado será de 35,3 litros. A versão menor do muro tem capacidade de 48 litros, dando uma maior segurança para a água que será armazenada no reservatório principal do muro.

#### 4.3 Muro sustentável para aproveitamento de água da chuva

O muro sustentável para aproveitamento de água da chuva tem como característica principal ser barato e sustentável. Normalmente, caixas d'água são instaladas acima das residências e utilizadas como reservatório de água nos centros urbanos, entretanto, como se deseja captar água do telhado sem ter um custo elevado, a ideia de captação se faz necessária ao nível inferior da calha. Outro fator comum utilizado nas residências de zonas rurais são as cisternas, que são construções de maiores dimensões instaladas nas áreas das casas. O presente estudo visa trazer uma solução para essa problemática, uma vez que em grandes centros urbanos, as instalações devem ser cada vez menores em área ocupada por conta do espaço restrito.

A água que sai do telhado vai para a calha, que em sua extremidade possui um ralo. A calha é conectada a um condutor horizontal por um joelho de 90 ° que segue direto por uma tubulação de 75mm até outro joelho de 90° conectado com uma tubulação vertical que irá direcionar a água para a caixa de descarte da primeira chuva. Essa água só será liberada para o reservatório principal do muro quando o volume de água de primeira chuva necessário for atingido, após isso, o registro é fechado e a água será redirecionada para a versão maior do muro. Essa água armazenada no reservatório de primeira descarga poderá ir direto para a rede de águas pluviais ou poderá ser aproveitada para aguar plantas ou irrigar quintais, desde que seja

manejada corretamente, para evitar o contato direto com seres humanos, uma vez que a água pode possuir agentes patogênicos de fezes de aves e contaminações presentes no telhado.

Na Figura 8, observa-se o desenho do sistema de instalação hidráulica do muro desde a saída calha até as conexões com as colunas de garrafas. O dimensionamento da tubulação horizontal de saída da calha segue a Tabela 03.

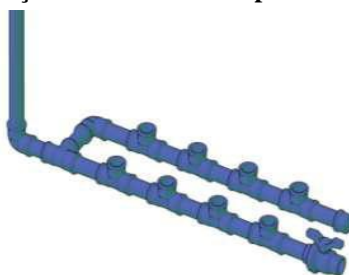
**Figura 08: Sistema de instalação hidráulicas do muro sustentável.**



**Fonte: autor (2018).**

Na Figura 9, observam-se as conexões das garrafas que formam a caixa de descarte da primeira chuva, há no final uma válvula de escape que irá despejar essa água diretamente na rede de esgoto pluvial, jamais podendo ser lançada na rede de esgoto sanitário (NBR 10844, 1989).

**Figura 09: Sistema de instalação hidráulica do dispositivo de primeira lavagem.**



**Fonte: autor (2018).**

Na Figura 10 é mostrado as conexões que farão a água entrar com uma pressão maior nas tubulações. A vazão que entra na tubulação de 75 mm vai sair por um cano de 25mm, fazendo com que a água possua uma maior pressão para poder sair pela torneira do sistema. Do condutor horizontal a água segue por um joelho de 75° conectado a um T redução de 75 mm x 50 mm e uma luva redução de 75m x 50m. A água possui dois caminho, entretanto ela só passará, por conta da força gravitacional, para o caminho onde está a luva redução para 50 mm. A água só atingirá o caminho do reservatório principal (saída direita pelo T redução 75 x 50) após o dispositivo de primeira lavagem estiver cheio, garantindo que não haja retorno de água nem mistura da água de primeira chuva com a água a ser reaproveitada.

Na Figura 11, observa-se o registro de controle do acesso da água para a versão menor do muro, responsável por armazenar a água de primeira chuva. Observa-se uma luva redução de 50



x 25 milímetros, fazendo com que todas as tubulações do muro estejam dentro de uma tubulação de 25 mm antes do registro, para aumentar a pressão com que a água sairá dos registros e da torneira.

**Figura 10: Conexões redutoras para garantir acesso da primeira lavagem do telhado ao reservatório de primeira lavagem.**



Fonte: autor (2018)

**Figura 11: Registro de controle do acesso de água de primeira chuva.**



Fonte: autor (2018).

Quando o reservatório de primeira chuva estiver cheio, a água seguirá naturalmente para o reservatório principal do muro sustentável. Depois que a água é armazenada, ela poderá ser utilizada para algumas finalidades dentro da residência. Como essa água não é tratada, ela é inapropriada para o consumo, podendo ser utilizada para fins não potáveis, como por exemplo: lavagem de piso, descarga de bacias sanitárias, lavagem de roupas e etc. E, por fim, quando o reservatório principal do muro estiver cheio, o registro de entrada é fechado e o de saída do reservatório de primeira lavagem é aberto, para poder destinar corretamente as águas pluviais para os caminhos de drenagem urbana.

A Figura 12 mostra as conexões do muro sustentável, observando a conexão das 40 colunas, a torneira alta para aproveitamento da água de chuva e a torneira baixa para aproveitamento dos níveis mais baixos da água do muro. A água segue da tubulação para um joelho de 25mm, e em seguida para um T de 25mm, onde a água seguirá por dois caminhos, para as duas fileiras do muro sustentável de aproveitamento de água da chuva.

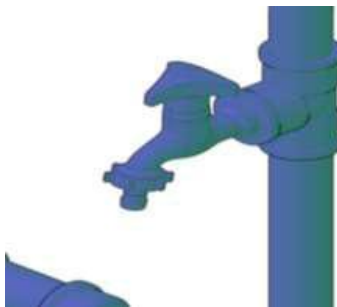
**Figura 12: Sistema de instalações do reservatório principal do muro sustentável.**



Fonte: autor (2018).

A torneira mostrada na Figura 13 tem a funcionalidade de permitir encher baldes ou conectar mangueiras, devido a sua altura de 30 centímetros, com relação ao solo. A torneira situa-se dois metros abaixo da linha de água mais alta do muro, com isso, espera-se que a pressão de água seja suficiente para conectar mangueiras e a água saia com uma força suficiente para os mais diversos usos. Além disso, deverá conter uma identificação de uso não potável.

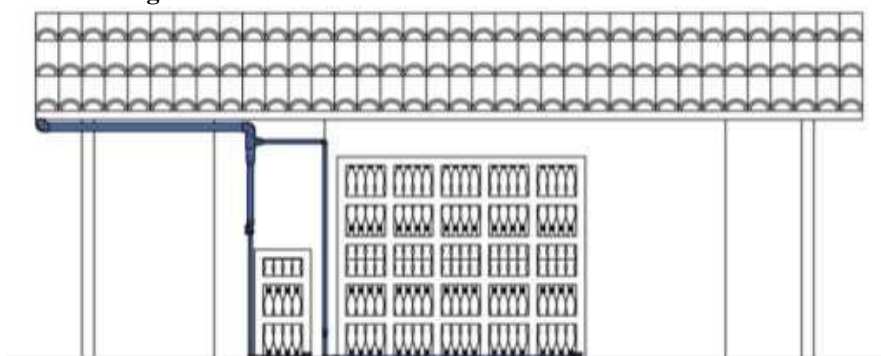
**Figura 13: Torneira do muro sustentável.**



**Fonte: autor (2018).**

Na Figura 14, observa-se o desenho completo do muro, o sistema de instalação hidráulica e sua posição com respeito à fachada lateral da casa. Nessa imagem se observa que o muro sustentável e as conexões hidráulicas aproveitam uma parede sem janelas da casa, assim não agridem visualmente nem modifica drasticamente a fachada da casa. Além disso, a torneira estaria próxima à área de serviço da residência, podendo, essa água captada, ser utilizada para as diversas funções que aquele cômodo necessita.

**Figura 14: Fachada lateral com o muro sustentável.**



**Fonte: autor (2018)**

#### **4.4 Eficiência da caixa**

Durante os meses do ano, pode-se calcular a eficiência do muro sustentável, seguindo a Tabela 1, com o valor das precipitações mensais e com a área de contribuição do telhado é

possível determinar a quantidade de água que o telhado pode deter em cada mês e assim estimar a quantidade de vezes que o muro sustentável poderá encher.

Para o mês de janeiro observa-se uma precipitação de 99 milímetros, isso significa que 99 milímetros de água atingirá uma área de 1 m<sup>2</sup>, com isso, como a residência tem 35,3 m<sup>2</sup> de área de contribuição, a capacidade de detenção volumétrica do telhado seria de 3494,7 litros. Como mostram as equações abaixo.

$$0,099 \times 35,3 \text{ m}^2 = 3,4947 \text{ m}^3 \text{ } 3494,7 \text{ L} \quad (8)$$

Considerando um volume aproximado de 528 litros para enchimento do muro sustentável, temos:

$$3494,7 / 528 = 6,61875 \text{ } 7 \text{ vezes} \quad (9)$$

Para os demais meses do ano podemos fazer o mesmo cálculo e encontrar os valores da capacidade de detenção do telhado em litros e a possibilidade de encher o muro completamente, como mostra a Tabela 6.

**Tabela 06: Possibilidade de enchimento do muro sustentável por mês.**

<i>Mês</i>	<i>Precipitação (mm)</i>	<i>Área de contribuição (m<sup>2</sup>)</i>	<i>Capacidade de detenção do telhado (L)</i>	<i>Possibilidade de enchimento do muro no mês.</i>
Janeiro	99	35,3	3494,7	7
Fevereiro	121	35,3	4271,3	9
Março	203	35,3	7165,9	15
Abril	252	35,3	8895,6	18
Maiο	270	35,3	9531	20
Junho	294	35,3	10378,2	22
Julho	308	35,3	10872,4	23
Agosto	177	35,3	6248,1	13
Setembro	102	35,3	3600,6	7
Outubro	54	35,3	1906,2	4
Novembro	47	35,3	1659,1	3
Dezembro	64	35,3	2259,2	5
Total	1991	35,3	70282,3	146

Fonte: autor (2018).

Com os valores obtidos na Tabela 06, pode-se observar que o mês que mais poderá captar água da chuva é o mês de julho, com 10872,4 L de acordo com a precipitação de 308 mm, fornecida por *Climate-Date (2012)*, e o que menos poderá captar é o mês de novembro, captando 1659,1 L, para uma precipitação de 47mm. A partir desses valores da Tabela 6, pode-se estimar a quantidade de vezes que o muro poderá ser enchido em cada mês, considerando a capacidade do muro de 480 litros, dividindo a capacidade de detenção do telhado pela capacidade do muro obtém-se um valor aproximado da quantidade de vezes que o muro poderá ser enchido no mês. Esses valores mostram que no mês que mais chove, considerando uma regularidade no uso do muro, a cada três dias, quem adotar essa tecnologia poderia ter uma reserva de cerca de 950 litros para utilizar nas diversas funções não potáveis na residência. Por outro lado, no mês em que menos chove, pode-se considerar que a cada dez dias, o reservatório estaria cheio.

#### 4.5 Custo final do projeto

O preço dos tubos e conexões é de acordo com a quantidade de cada peça utilizada no projeto. Recomenda-se que para fazer parte do aspecto estrutural do muro possa ser utilizado perfis metálicos de alumínio ou zinco, recomenda-se o alumínio por ser mais barato. Para fazer a amarração da calha e das tubulações no muro também se pode utilizar as ligas metálicas de cobre, alumínio e zinco. Para vedar o muro e evitar o contato da água armazenada com os raios solares, pode-se utilizar a planificação de caixas de leite líquidos, ou lonas de plásticos, ou ainda telas de fibrocimento, entretanto, essa última não é recomendada pelo alto preço.

A Tabela 7 mostra o valor dos preços obtidos por cada tubo e conexão consultado no mercado e assim compondo o custo final do muro. Vale ressaltar que a ideia de sustentabilidade do muro é para obter as garrafas, principais fontes de armazenamento, a custo zero. Além disso, recomenda-se também a utilização da planificação de caixas de leite líquido, para vedar o muro, pois esse material poderia ser obtido de maneira similar as garrafas, de forma reciclável.

**Tabela 07: Preço dos componentes e custo total do muro sustentável.**

Item	Quantidade	Custo (R\$)	Marca
Garrafas Pet de 2 litros.	264	Zero.	Qualquer
Joelho 25mm	5	2,50	KRONA
Conexão T 25mm	3	2,46	KRONA
Capa 25mm	2	1,88	KRONA
Niple roscável ½ “	264	132,00	KRONA
Luva Redução 50mm x 25mm	2	11,00	TIGRE

Conexão redução 75 x 50mm	Tê 1	8,44	KRONA
Joelho 90° de 75mm	2	6,40	KRONA
Registros 25mm	3	17,70	KRONA
Torneira simples	1	5,20	KRONA
Tubulação de 75mm	3 metros	27,00	KRONA
Tubulação de 25mm	14 metros	32,40	KRONA
Tubulação de 50mm	1 metro	6,00	KRONA
Luva redução 75x 50mm	1	3,80	KRONA
Silicone.	2 tubos de 270ml	21,00	TEKBOND
Fita teflon	50 metros	8,00	POLYTUBES
T redução roscável 25mm x 1/2"	48	115,20	KRONA
Preço Total			<b>R\$ 400,98</b>

Fonte: Armazém Tudo para Construção (2018).

O valor final do muro sustentável é de R\$ 400,98 considerando o preço das peças que compõem o muro na região de sua aplicação. Esse valor mostra que é viável a construção dessa tecnologia, uma vez que outras formas de reservatórios verticais apresentam o valor mais elevado no mercado, como o valor das cisternas verticais obtidas na região, como mostra a Tabela 8.

**Tabela 08: Preços de cisternas verticais.**

Cisternas Verticais	Preço (R\$)
Cisterna Vertical Modular 600 Litros Sem Filtro Kit Reuso.	1325,00
Tanque Slim Fortlev 600 Litros	629,00
Cisterna Tanque 1000 Litros Mtx - Tecnotri Sem Filtro	2500,00
Cisterna Vertical 500 Litros Caixa D'água - Centroplast	720,00
Caixa D'água Cisterna Vertical 500 Litros - Elbi	720,00

Fonte: Mercado Livre (2018).

## 5 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como principal objetivo determinar se a aplicabilidade do muro sustentável para aproveitamento de água da chuva é viável no município do Cabo de Santo Agostinho. Com base na intensidade pluviométrica e os índices de precipitação, conclui-se que a

região metropolitana de Recife e o município do Cabo de Santo Agostinho, incluso nessa região, possuem índices de chuva compatíveis para a aplicação dessa tecnologia na região. Além disso, de acordo com o dimensionamento das tubulações envolvidas no processo de captação, a vazão de projeto de calha é adequada para o telhado da residência do muro, mostrando mais uma vez, que o projeto é viável.

Outro fator importante, que mostra a possibilidade de aplicação do muro desse presente estudo, são aspectos relacionados ao custo e a eficiência na captação do sistema. Por ser um muro sustentável, esse sistema gera uma economia com boa parte dos materiais, tornando custosos apenas tubos e conexões, e ainda assim, é mais viável que outras tecnologias de captação vertical, além de ser uma alternativa eco-sustentável para o reaproveitamento das garrafas PET.

Por fim, é recomendável para outras pesquisas, um maior aprofundamento de estudos com tecnologias baratas que aproveitem água da chuva, uma vez que com o passar dos anos, o consumo de água potável para gastos não tão vitais para os seres humanos tem crescido, mostrando a necessidade da implementação de novas tecnologias nesse ramo, garantindo assim, que a água, o recurso mais importante para todas as formas de vida, seja utilizado de maneira inteligente e eficiente.

## REFERÊNCIAS

- ABIPET – Associação Brasileira da Indústria PET, **O que é PET**. 2012. Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html>>. Acesso em: 27/07/2017.
- ALDANA, Ricardo Alba. **Grupo Familiar Ekomuro H2O**. 2016. Disponível em: <<http://ekomuroh2o.wixsite.com/ecoh2o>>. Acesso em: 25/07/2017.
- ANDRADE FILHO, Alceu Gomes. GIACCHINI, Margolaine. **Utilização da Água de Chuva nas Edificações Industriais**. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIAS DOS CAMPOS GERAIS, II. Campos Gerais, 2008. Disponível em: <[http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/anais/artigos/eng\\_civil/28%20UTILIZACAO%20DA%20AGUA%20CHUVA%20NAS%20EDIFICACOES%20INDUSTRIAIS.pdf](http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/anais/artigos/eng_civil/28%20UTILIZACAO%20DA%20AGUA%20CHUVA%20NAS%20EDIFICACOES%20INDUSTRIAIS.pdf)>. Acesso em: 25/07/2017.
- APAC, Agência Pernambucana de Águas e Climas, **Estações do Ano**. 2016. Disponível em: <<http://www.apac.pe.gov.br/>>. Acesso em: 27/07/2017.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10844/1989 Instalações Prediais de Águas Pluviais.

BDE/PE – Base de Dados do Estado de Pernambuco. **Cabo de Santo Agostinho**. 2016. Disponível em: <<http://www.bde.pe.gov.br/ArquivosPerfilMunicipal/CABO%20DE%20SANTO%20AGOSTINHO.pdf>>. Acesso em 15/08/2017.

BOTELHO, Manoel Henrique Campos. RIBEIRO JÚNIOR, Geraldo de Andrade. **Instalações Hidráulicas Prediais Utilizando Tubos Plásticos**. São Paulo: *Blucher*, 2014.

CAMILA. **35 Modelos de Planta Baixa para Minha Casa Minha Vida**. 2015. Disponível em: <<http://www.tudoconstrucao.com/35-modelos-de-planta-baixa-para-minha-casa-minha-vida/>>. Acesso em: 03/08/2017

CEF – Caixa Econômica Federal. **O que é Minha Casa Minha Vida**. 2017. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/minha-casa-minha-vida/urbana/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 15/08/2017.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima: Cabo De Santo Agostinho**. 2012. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/33806/>>. Acesso em: 05/08/2017

DIAS, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves. TEODÓSIO, Armindo dos Santos de Souza. **Reciclagem do PET: desafios e possibilidades**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXVI. Fortaleza, 2006. Disponível em: <[http://web-resol.org/textos/enegep2006\\_tr520346\\_8551.pdf](http://web-resol.org/textos/enegep2006_tr520346_8551.pdf)>. Acesso em: 26/07/2017.

ECYCLE. **Garrafas PET: da produção ao descarte**. 2013. Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/57-plastico/231-reciclagem-garrafas-pet.html>>. Acesso em: 26/07/2017.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. **Cabo de Santo Agostinho**. 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pe/cabo-de-santo-agostinho/panorama>>. Acesso em 15/08/2017

IPT/SP – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Manual para Captação Emergencial e Uso Doméstico de Água De Chuva**. 2015. Disponível em: <[http://www.ipt.br/download.php?filename=1200-Manual\\_para\\_captacao\\_emergencial\\_e\\_uso\\_domestico\\_de\\_AGUA\\_DA\\_CHUV A.pdf](http://www.ipt.br/download.php?filename=1200-Manual_para_captacao_emergencial_e_uso_domestico_de_AGUA_DA_CHUV A.pdf)>. Acesso em: 15/08/2017.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações Hidráulicas Prediais e Industriais**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de Água Pluvial para Fins Não Potáveis em Instituição de Ensino: Estudo de Caso em Florianópolis – SC**. 2007. Disponível em: <[http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC\\_Ana\\_Kelly\\_Marinoski.pdf](http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Ana_Kelly_Marinoski.pdf)>. Acesso em: 25/07/2017.

MERCADO LIVRE. **Preços de Cisternas Verticais de 500 Litros**. 2017. Disponível em: <<http://lista.mercadolivre.com.br/cisterna-vertical-500-litros>>. Acesso em: 16/08/2017.

MORUZZI, Rodrigo Braga. Reúso de Água no Contexto da Gestão de Recursos Hídricos: Impacto, Tecnologias e Desafios. OLAM – Ciência & Tecnologia – Rio Claro / SP, Brasil – Ano VIII. 2008. Disponível em: < [www.olam.com.br](http://www.olam.com.br)>. Acesso em: 25/07/2017.

PETRY, Jéssica. **Estudo de Caso: Responsabilidade ambiental: reciclagem e reutilização de garrafas pet.** In: REVISTA INTERDISCIPLINAR CIENTÍFICA APLICADA, Blumenau, 2012. Disponível em: < <http://rica.unibes.com.br/index.php/rica/article/viewFile/529/407>>. Acesso em: 28/07/2017. PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento no Brasil.

**Ranking IDHM Municípios 2010.** 2010. Disponível em: <<http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>>. Acesso em: 15/08/2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DO CABO DE SANTO AGOSTINHO. **Nossa Cidade.** 2017. Disponível em: <<http://www.cabo.pe.gov.br/nossa-cidade>>. Acesso em: 13/08/2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DO CABO DE SANTO AGOSTINHO. **Revisão das Leis de Parcelamento e de Uso e Ocupação do Solo do Município do Cabo de Santo Agostinho.** 2014. Disponível em: <[http://www.cabo.pe.gov.br/wp-content/uploads/2014/04/REV\\_LUOS\\_201404.pdf](http://www.cabo.pe.gov.br/wp-content/uploads/2014/04/REV_LUOS_201404.pdf)>. Acesso em: 14/08/2017

PROJETO ORQUESTRA DE CORDAS SANTA LUZIA. **Temas transversais: Meio ambiente - Reciclagem garrafas PET.** 2015. Disponível em: <<http://projetoorquestradecordassantaluzia.blogspot.com.br/2015/04/temas-transversais-meio-ambiente.html?view=sidebar>>. Acesso em: 10/08/2017.

ROSA, Anderson H. RUCHAUD, Guilherme Galdo. SCOFANO, Vinícius Schneider. **Águas Pluviais.** 2010. Disponível em <[http://www.arq.ufsc.br/-arq5661/trabalhos\\_2010-2/aguas\\_pluviais.pdf](http://www.arq.ufsc.br/-arq5661/trabalhos_2010-2/aguas_pluviais.pdf)>. Acesso em: 15/08/2017

SCHNEIDER, Leidiane. BARBISAN, Ailson Oldair. BENETTI Juliana Eliza. **Estudo De Viabilidade De Aproveitamento De Águas Pluviais No Centro Politécnico Da UCEFF Faculdades.** 2016. Disponível em: <[www.uceff.com.br/revista/index.php/revista/article/view/112/105](http://www.uceff.com.br/revista/index.php/revista/article/view/112/105)>. Acesso em: 25/07/2017.

SILVA, Bruno Marciolino. **Chuvas Intensas em Localidades do Estado de Pernambuco.** 2009. Disponível em: <[http://repositorio.ufpe.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/5222/arquivo2398\\_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ufpe.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/5222/arquivo2398_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em 10/08/2017.

SILVEIRA, Bruna Quick. **Reuso da Água Pluvial Em Edificações Residenciais.** 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Reuso%20Da%20C1gua%20Pluvial%20Em%20Edifica%20Residenciais.pdf>>. Acesso em: 07/08/2017.