

ANÁLISE DA VIABILIDADE DA CAPTAÇÃO E REUSO DE ÁGUA DA CHUVA ATRAVÉS DO SISTEMA DE CISTERNA WATERBOX EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR NA CIDADE DE VARGINHA(MG)

Deiseane de Fátima Ferris Ribeiro¹

Geisla Aparecida Maia Gomes²

RESUMO

Este trabalho aborda a instalação e viabilidade econômica de um sistema de captação de água da chuva em uma residência unifamiliar na cidade de Varginha-MG no bairro São Lucas, onde se residem duas pessoas. Se faz necessário o desenvolvimento de meios inteligentes e sustentáveis de forma imprescindível na contemporaneidade. O método escolhido é o sistema de Waterbox por ser de fácil instalação e economicamente viável. Além disso, o propósito deste artigo é comparar o retorno financeiro entre o método convencional de água tratada proporcionada pela COPASA e o sistema de cisterna Waterbox, que será alcançado através da revisão bibliográfica com o intuito de subsidiar as referidas adaptações. A proposta também poderá servir de parâmetro para futuros projetos de leis municipais e instalações em diversas edificações. Pode-se concluir que foi possível analisar a viabilidade da instalação deste método, não apenas por questões econômicas, mas também sustentáveis.

Palavras-chave: Cisterna. Sistema de Waterbox. Aproveitamento de água da chuva.

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que a água é um meio escasso, então começa-se a busca por alternativas sustentáveis para diminuir o impacto ambiental. A instalação de cisternas em casas familiares para a captação da água da chuva pode reduzir o consumo de água em até

¹ Técnica em Administração pela Escola Técnica de Formação Gerencial, graduanda do curso de Engenharia Civil, docente do Centro Universitário do Sul de Minas Gerais.

² Engenheira Civil, Mestranda em Estatística Aplicada, Docente no Centro universitário do Sul de Minas.

sessenta por cento (ARCHANJO, 2018), retornando o investimento liquidado na conta de água em um ano.

Utilizando a água da chuva que nos vem gratuitamente, é possível economizar um grande volume de água tratada e, conseqüentemente, poupar a energia demandada por todo o seu processo de tratamento (CONICELLI, HIRATA, 2016).

A margem de consumo de água de acordo com referências brasileiras indicadas (Confederação Nacional de Municípios, 2018) é, em média, de 150 litros por habitante/dia, quantidade esta para atender as necessidades básicas humanas. Porém, segundo dados do instituto Trata Brasil (2019), o consumo brasileiro de casas de alto padrão é de 185 litros habitante/dia chegando até 250, ou seja, quase cinquenta por cento acima do valor. Além disso, é importante frisar que, dentro desses dados, está considerado um valor de desperdício. Assim pode-se dividir o consumo de água em dois fatores: consumo humano (água para beber) e consumo não-humano (utilizado para limpeza, entre outras atividades do dia a dia).

A fim de contribuir para os estudos que visam a redução de desperdício de água, o objetivo deste trabalho é verificar se há uma forma economicamente viável de utilizar o método de captação de água da chuva, avaliando o gasto de uma família com consumo padrão de abastecimento (COPASA) no município de Varginha - MG.

Em seguida, é sugerida a implantação da cisterna para captação de água da chuva com levantamento de custos e retorno financeiro, fazendo com que diminua o impacto ambiental e os custos do fornecimento de água tratada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A viabilidade da implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial depende essencialmente dos seguintes fatores: precipitação, área de captação e demanda de água. Além disso, para projetar tal sistema deve-se levar em conta as condições ambientais locais, clima, fatores econômicos, finalidade e usos da água, buscando não uniformizar as soluções técnicas.

De acordo com a NBR 10.844:1989 , que traz algumas normas necessárias a serem seguidas para o correto funcionamento do sistema, a cisterna escolhida segue as especificações de materiais necessários para a sua adequada instalação e utilização.

4.1.1 As calhas devem ser feitas de chapas de aço galvanizado, (NBR 7005, NBR 6663), folhas-de-flandres (NBR 6647), chapas de cobre (NBR 6184), aço inoxidável, alumínio, fibrocimento, PVC rígido, fibra de vidro, concreto ou alvenaria.

4.1.2 Nos condutores verticais, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento, PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 5580, NBR 5885), cobre, chapas de aço galvanizado (NBR 6663, NBR 7005), folhas-de-flandres (NBR 6647), chapas de cobre (NBR 6184), aço inoxidável, alumínio ou fibra de vidro.

4.1.3 Nos condutores horizontais, devem ser empregados tubos e conexões de ferro fundido (NBR 8161), fibrocimento (NBR 8056), PVC rígido (NBR 10843, NBR 5680), aço galvanizado (NBR 5580, NBR 5885), cerâmica vidrada (NBR 5645), concreto (NBR 9793, NBR 9794), cobre, canais de concreto ou alvenaria.

4.1.3.1 Para tubulações enterradas em locais sujeitos a cargas móveis na superfície do solo e do reaterro, observar as recomendações específicas relativas ao assunto. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989)

2.1 Sistema de coleta da água da chuva

O sistema de aproveitamento da água da chuva é considerado um sistema descentralizado de suprimento de água, cujo objetivo é de conservar os recursos hídricos, reduzindo o consumo de água potável (KOENIG, 2003). Esses sistemas captam a água da chuva que cai sobre superfícies, direcionando-as a reservatórios de armazenamento para posterior utilização.

Importante ressaltar que, para a instalação adequada da cisterna e de sua manutenção, há regulamentos e direcionamentos a serem seguidos, visando o melhor aproveitamento dos recursos naturais e seu correto uso.

A NBR 15.527:2007, citada inclusive na imagem abaixo, traz os requisitos para o aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis da utilização da água. Busca-se a captação de água sem contaminação e proliferação de insetos, e as impurezas maiores são separadas por meio de um filtro, como galhos e folhas que a chuva pode trazer (ECYCLE, 2018?).

Quadro 01 - Manutenção do sistema de aproveitamento de água.

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2007.

O sistema escolhido, o citado Waterbox, já possui os filtros necessários para se adequar às normas na NBR acima. É necessário seguir até mesmo as normas para a manutenção da cisterna, sob pena de inviabilizar o material a ser usado, conforme o quadro acima.

2.2 Qualidade da água para fins não potáveis

Independentemente do tipo de cobertura escolhida para o telhado, ambas devem atender a padrões de qualidade que dependerão do tipo de uso dessa água coletada, uma vez que as pessoas podem vir a ter algum tipo de contato com essa água que tem seu uso mais restrito.

A adoção de práticas de manutenção e limpeza do sistema de captação de água pluvial, a inserção de grades e filtros e o descarte dos primeiros momentos de chuva, contribuem para a qualidade da água que será armazenada. Outros equipamentos podem ser adotados para melhorar a qualidade da mesma, entretanto, dependerá da finalidade de utilização da água, pois poderá acarretar na inviabilidade do sistema em função de custos investidos.

A região onde o sistema de captação está instalado pode contribuir para a qualidade da água e no uso recomendado para a mesma (MAESTRI, 2003). Philippi et al. (2006) enfatizam que diversos fatores influenciam a qualidade da água da chuva e dentre estes se

destacam: a localização geográfica da área de captação (proximidade do oceano, áreas urbanas ou rurais), a presença de vegetação, a presença de carga poluidora e a composição dos materiais que formam o sistema de captação e armazenamento (telhados, calhas e reservatório).

A qualidade da água da chuva varia tanto com o grau de poluição do ar como também com a limpeza do sistema de captação. Tomaz (2003) comenta que em áreas muito urbanizadas e polos industriais, devido a poluentes presentes no ar, 31 como dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NOX) ou ainda chumbo, zinco e outros, ocasionam alterações nas concentrações naturais da água de chuva. GROUP RAINDROPS (2002) apud SILVA (2007) apresentam no quadro 1 as aplicações da água conforme o local de captação e sua qualidade.

Quadro 02: Local para coleta e qualidade da água.

Grau de qualidade	Local de coleta da chuva	Observações
A	Telhados (locais não ocupados por pessoas ou animais).	Lavar banheiros, regar plantas, pode ser destinada para o consumo humano se purificada.
B	Telhados (Locais frequentados por pessoas e animais).	Somente para usos não potáveis (lavar banheiros, regar plantas), após pequeno tratamento, não pode ser destinada para beber.
C	Terraços e áreas impermeabilizadas; Áreas de estacionamento.	É necessário tratamento mesmo para usos não potáveis.
D	Estradas; Vias férreas elevadas.	Mesmo para usos não potáveis, necessita de tratamento.

Fonte: GROUP RAINDROPS, 2007.

A qualidade da água de chuva coletada em sistemas de captação e aproveitamento de água de chuva depende de diversos fatores, dentre eles a superfície de captação. A chuva ao cair traz os elementos presentes na atmosfera, os quais podem interferir na qualidade desta água. Todo sistema de aproveitamento da água de chuva deve ser clorada e todo ponto de utilização deve ser identificado como sendo de uso não potável, ou seja, não própria para o consumo humano.

2.2.1 Padrão da qualidade da água da chuva

A qualidade da água da chuva para o aproveitamento é uma questão muito importante já que cada finalidade de uso necessita de parâmetros de qualidade diferentes, observando que quando houver contato humano com a água deve-se preservar a saúde do indivíduo (KINKER, 2009). Diante das possibilidades de utilização da água da chuva, há recomendações de tratamento para os diferentes usos da água.

Quadro 03: Qualidade de água para o uso.

Uso da água da chuva	Tratamento da água
Irrigação de jardins	Não é necessário nenhum tratamento.
Irigadores, combate a incêndio, condicionadores de ar	É necessário cuidados para manter os equipamentos em boas condições.
Sistemas decorativos aquáticos como lagoas, fontes, chafarizes, espelhos e quedas d'água, descargas sanitárias em banheiros, lavagem de roupas e lavagem de carros	Tratamento higiênico, devido possível contato da água com as pessoas.
Banho/ piscina, consumo humanos e preparo de alimentos	Desinfecção, pois a água é ingerida direta ou indiretamente.

Fonte: GROUP RAINSDROPS, 2007.

Caso o aproveitamento das águas pluviais seja para fins potáveis, será necessário um tratamento para alcançar o nível de potabilidade estabelecido na portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, válida para o Brasil.

2.3 Caracterização da precipitação em Varginha

Precipitação é a dispensação de água originada do vapor d'água da atmosfera sobre a superfície terrestre pelas formas de orvalho, chuvisco, chuva, granizo, saraiva ou neve, podendo ser diferentes umas das outras através do estado físico em que a água se encontra (TUCCI, 2001; VILLIERS, 2002).

A condensação do vapor d'água presente na atmosfera é resultado do seu resfriamento a ponto de saturação, podendo ocorrer devido a ação frontal de outras correntes eólicas,

topografia acentuada, fenômenos de convecção térmica ou a combinação de todas essas causas (GARCEZ e ALVARES, 1988).

Também deve-se levar em consideração a contaminação da água devido ao carregamento de partículas que nocivas por estarem suspensas no ar como o dióxido de enxofre (SO₂) e óxidos de nitrogênio (NO_x), que ocorrem mais normalmente em áreas urbanas devido a poluição.

A precipitação é um fator considerável no controle do ciclo hidrológico por ser responsável pelas variáveis climáticas que exercem maior atuação na qualidade do meio ambiente. A variabilidade climática é uma característica importante a ser analisada no processo de instalação de sistemas de captação de água pluvial, pois determinarão o sucesso ou fracasso de seu funcionamento.

É preciso salientar, para fins de cálculos da disponibilidade de água para a construção, que média anual da precipitação em varginha é de 1.450mm/ano (FILHO, 2019).

2.4 O sistema de aproveitamento escolhido - Waterbox

O sistema de aproveitamento de água Waterbox é um sistema descrito na NBR 15.527:2007 pois a cisterna escolhida em questão já vem com todos os filtros, coletores e peneiras conforme a figura 01.

Figura 01 - Sistema simplificado do funcionamento da captação de água.



Fonte: URBANO, 2020.

A seguir, uma figura de um sistema de aproveitamento seguindo o escolhido - Waterbox.

Figura 02 - Sistema de captação de água Waterbox.



Fonte: ECYCLE, 2020.

Esse sistema tem como principais vantagens a diminuição do volume despejado nas galerias pluviais e a diminuição do uso de água potável para fins não potáveis. Construir

empreendimentos que possibilitam a economia de água e energia elétrica, por exemplo, fazem parte de uma proposta sustentável.

Também conhecida como algibe, a cisterna é um reservatório que faz a captação da água da chuva e a armazena para uso doméstico geral, ou seja, é um sistema de aproveitamento da água da chuva de baixo custo que serve para armazenar água para usos restritos no ambiente doméstico. O uso de cisternas é considerado uma das melhores e mais eficazes alternativas quando o assunto é economizar água e elas estão disponíveis em vários modelos, formatos e tamanhos, podendo ser instaladas em casas, apartamentos e condomínios.

O sistema funciona da seguinte maneira: a água da chuva é levada pelas calhas a um filtro, que eliminará mecanicamente impurezas, como folhas e 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, a cisterna armazena a água e já vem com os furos para adaptação de torneiras, assim o usuário pode facilmente adaptar para retirada da água da mesma.

Por ser proveniente da chuva, a água obtida não é considerada potável (por poder conter desde partículas de poeira e fuligem, até sulfato, amônio e nitrato), portanto, não é adequada para consumo humano. Ainda assim, pode ser usada nas tarefas domésticas que mais consomem água, como lavar a calçada, o carro e até no vaso sanitário.

As cisternas de maior porte em geral são enterradas para evitar a incidência de luz solar, por conseguinte, a proliferação de algas e outros micro-organismos, também necessitam de bombas. Entretanto, existem modelos de cisternas que não necessitam ser enterradas, diminuindo o custo de instalação, já que não exigem obras ou quebra-quebra.

2.5 NBRs utilizadas

A NBR é uma norma técnica brasileira que tem como função padronizar processos para a elaboração de produtos e serviços no país. Há várias NBRs sobre diversos setores diferentes, e uma das finalidades dessa padronização é aumentar a rentabilidade e qualidade das produções. Quando um sistema diz seguir as NBRs recomendadas, este possui uma

espécie de selo de qualidade, já que vários estudos a respeito dos materiais e documentos necessários foram feitos para a criação das normas.

Buscando a adequação do trabalho a esse padrão já estabelecido, as NBRs utilizadas para este artigo com o intuito de subsidiar as referidas adaptações do sistema Waterbox são: NBR 10.844:1989 - “Instalações prediais de água pluviais” e NBR 15.527:2007 - “Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis”.

3 METODOLOGIA

3.1 Procedimentos

Inicialmente, para a elaboração do projeto de captação de água da chuva, foram realizados estudos e levantamento de alternativas para o desenvolvimento do mesmo, através de livros, normas, legislações, manuais e trabalhos técnicos, relacionados ao tema central do trabalho, a fim de utilizar a água da chuva da cobertura de uma residência unifamiliar.

As informações e os dados necessários referentes à área de telhado da residência em questão, e os materiais utilizados, foram coletadas mediante visitas ao local e consulta ao projeto. De posse das informações, foi realizado o estudo da área da cobertura que seria utilizada como dimensionamento para o estudo, levantamento de custos relacionados ao consumo da residência, a pesquisa do tipo de cisterna ideal para o caso apresentado, bem como o orçamento, e a previsão de economia de água potável, a fim de verificar a viabilidade econômica do sistema de captação de água pluvial para o empreendimento.

3.2 Caracterização e área de estudo

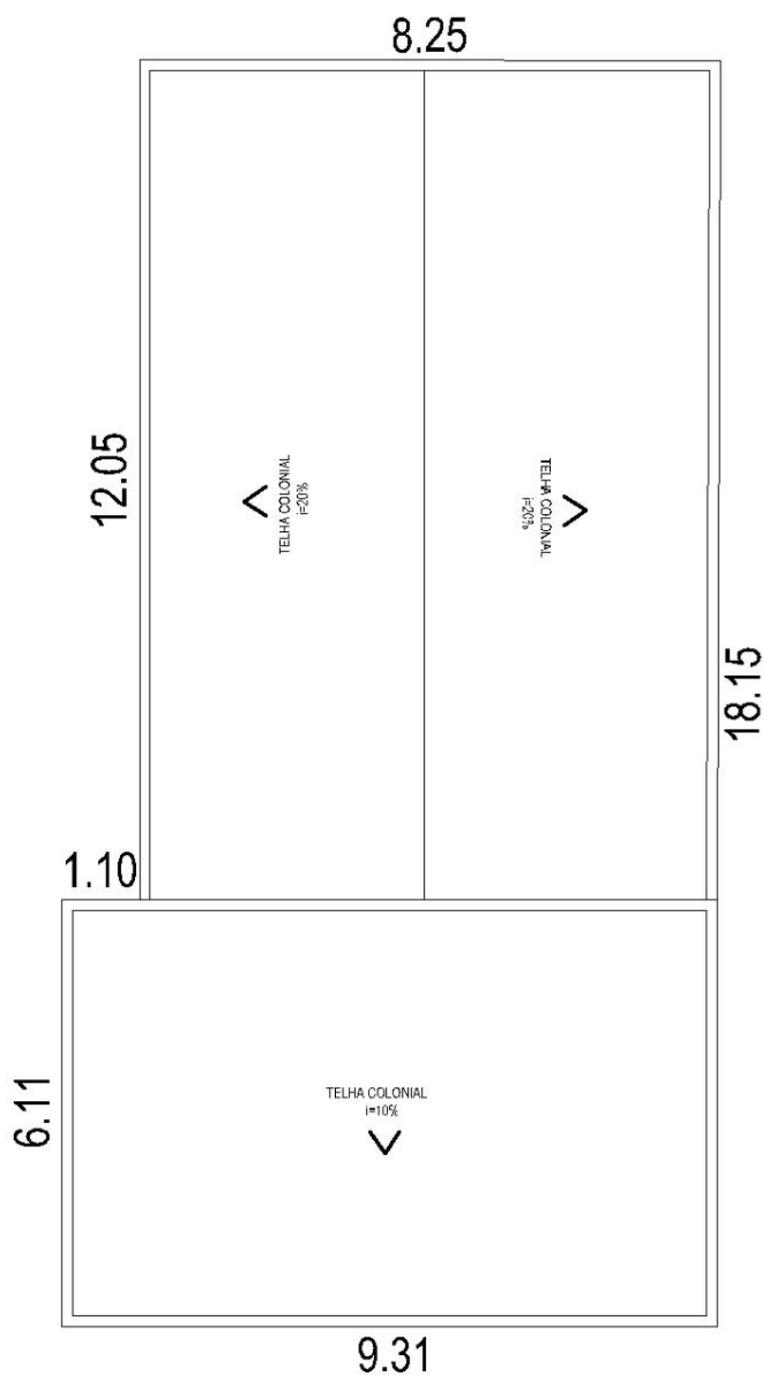
De acordo com um levantamento elaborado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento -SNIS, administrado pelo Governo Federal (SNSA) a cidade de Varginha tem seu consumo médio per capita de 152,6 habitante/dia o que pode ser diminuído drasticamente com a sistema correto para captação de água da chuva.

Além de ser ecologicamente correto o reaproveitamento é flexível às necessidades de diversas edificações sendo também economicamente viável , outra vantagem é viabilizar a cultura sustentável o que na atualidade é de extrema importância. Além disso o armazenamento de água também contribui de maneira positiva em relação às enchentes, principalmente quando se trata de uma chuva forte que pode prejudicar a cidade.

O objeto de estudo escolhido trata-se de uma residência unifamiliar, localizada na rua João Manoel, número 505 bairro São Lucas, em Varginha-MG, onde residem duas pessoas.

A área de cobertura a ser considerada para fins de dimensionamento pode ser verificada na área circular da imagem abaixo.

Figura 03 - Planta da cobertura do imóvel utilizado



Fonte: Produzido pela autora. Escala 1:100

A área destacada foi a área escolhida para a instalação do sistema e já atende a demanda de consumo da casa, uma vez que a área descartada faz parte da área de recreação.

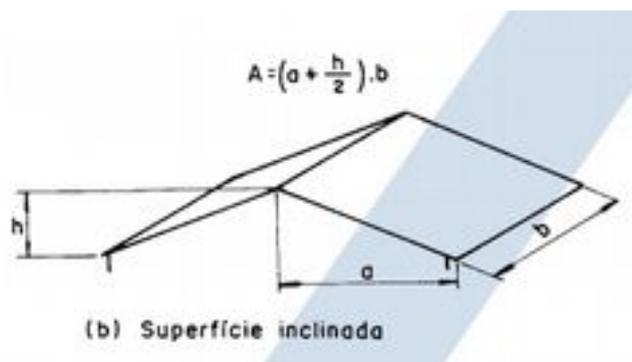
O material utilizado na cobertura da residência é composto por telha colonial, e a inclinação do telhado corresponde a 20%. e outra parte 10%.

4.0 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Reservatório

A escolha do tipo de cisterna ideal ao projeto estudado, parte de uma série de diretrizes pré estabelecidas levando em consideração a área de captação e seu consumo, e também o custo do material, da mão de obra e da manutenção. Assim, foram realizadas consultas a casas de materiais de construção do município de Varginha, a fim de determinar quais os produtos disponíveis no mercado, e seu custo benefício. Segundo a NBR 10844:1989, em superfícies inclinadas (como na casa em estudo - telhado duas águas), se calcula como:

Figura 04 - Cálculo da área de contribuição em superfície inclinada.



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1989.

De acordo com a planta do telhado já demonstrada em tópico anterior (3.2) que foi fornecida pelo dono da casa, e a fórmula segundo a NBR 10.844:1989, o resultado do cálculo da área de captação, no seu total, é de 155m². Considerando que a precipitação em Varginha é de 1.450mm/ano (FILHO, 2019) e que deve-se considerar 20% ou seja a cada 100cm na horizontal sobe 20cm na vertical, de perda da água devido ao escoamento, evaporação, entre outros fatores, dá-se então 1.160mm/ano de aproveitamento das águas pluviais.

$$A = (a + h/2) \cdot b$$

$$A = 8.25 + (8.25/2 * 0.30) 12.05 = 23,06$$

Na dimensão no telhado como mostra a planta também temos uma área com inclinação de 10 por cento assim sendo a cada 100cm na horizontal sobre 10cm na vertical :

$$A = 6,11 + (6,11 \times 0,30) \cdot 9,31 = 23,17$$

Somando então essas duas áreas $23,06 + 23,17$ temos uma área total de 46,23 de contribuição.

O volume da chuva obtido para a escolha da cisterna foi calculado pelo método Prático Inglês de acordo com a NBR 15.527:2007 dada pela seguinte equação:

$$V = 0,05 \cdot P \cdot A$$

Onde:

V é o volume da cisterna em Litros.

P: É o valor da média anual de precipitação em mm

A: Área de coleta em metros quadrados

$$\text{Assim: } V = 0,05 \times 1,160 \times 46,23$$

$$V = 2,68134 \text{ m}^3 \cdot 1000$$

$$V = 2681,34 \text{ litros}$$

De acordo com os cálculos, foram escolhidas três cisternas Waterbox da marca Ecycle, cada uma tem a capacidade de 1000 litros totalizando 3000 litros que será o suficiente para atender a demanda. A cisterna Waterbox conta a vantagem de encaixe, para que possa aumentar facilmente a capacidade do sistema.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Sistema instalado

O sistema de armazenamento de água escolhido para o projeto em questão é chamado sistema Waterbox. Foi Escolhido pois é de fácil instalação e econômico em comparação aos outros sistemas. A cisterna que tem maior dimensionamento disponível hoje é a de 1000 litros, mas o sistema também tem a vantagem de adquirir quantas cisternas forem precisas e fazer um encaixe umas nas outras para aumentar sua capacidade. As cisternas são verticais, uma solução prática, versátil e bonita para que todos possam

poupar recursos hídricos, independentemente do tipo de água que desejam reaproveitar e da disponibilidade de espaço. Elas se adaptam a espaços reduzidos e possuem um *design* moderno. O formato e cores valorizam o ambiente. A cisterna Waterbox é perfeita para edificações que não tenham muito espaço, podendo ser conectada a máquinas de lavar roupa, chuveiro, geladeira e áreas externas.

Seu tamanho é de aproximadamente 1,77m de altura, 55 cm de largura e 12cm de profundidade, uma cisterna muito propícia para apartamentos e casas sem quintal.

4.2 Orçamento e material utilizado

O projeto busca seguir à risca todas as recomendações necessárias para o adequado manejo e funcionamento da cisterna Waterbox, considerando para fins práticos o material citado na (NBR 10.844:1989): “As calhas devem ser feitas de chapas de aço galvanizado”.

Figura 05 - Calha de aço galvanizado.



Fonte: CASA DA CALHA, 2020.

Apesar de ser construída a casa ainda não tinha calhas, segue abaixo tabela de orçamento para instalação do material e da cisterna de acordo com a área de cobertura. O orçamento foi desenvolvido através de pesquisa de mercado em lojas de construção do município de Varginha no período de 07 a 11 de outubro de 2020.

Tabela 01 - Orçamento realizado para materiais em lojas de construção.

ORÇAMENTO MATERIAL CALHAS E CONDUTORES

TIPO DE CALHA	Calha chapa galvanizada	Valor: R\$2.200,00
PERÍMETRO COBERTURA	54,82m (considerar 55m)	
VALOR CALHA/METRO	R\$ 40,00	
CONDUTORES (CURVA) E CONDUTORES PARA AS CISTERNAS	08 unidades	Valor: R\$160,00
VALOR UNITÁRIO	R\$20,00	
		Valor total: 2.360,00

Fonte: Produzido pela autora.

A seguir este orçamento foi realizado no site oficial da Waterbox entre os dias 5 a 10 de Outubro, o frete é gratuito e entrega na cidade de Varginha em 10 dias úteis.

Tabela 02 - Orçamento realizado para a construção de cisterna Waterbox.

ORÇAMENTO CISTERNA WATERBOX		
3 CISTERNAS MODELO	Cisterna TECNOTRI – Com filtro	Valor: R\$ 1.824,00 uni. x 3
DIMENSÕES	1900L x 65P x 188A mm 47,5 kg	R\$:5.472,00
CAPACIDADE	1.000 litros cada. total: 3000 litros	
MÃO DE OBRA	2 dias serviço	Valor: R\$450,00
		Valor total: R\$5.922,00

Fonte: Produzido pela autora.

Tabela 03 - Custo calculado na cidade para a construção da cisterna Waterbox.

Custo total de implantação: R\$ 2.360,00 + R\$5.922,00 = R\$8.282,00
--

Fonte: Produzido pela autora.

4.3 Previsão econômica

A instalação de sistemas de aproveitamento da água da chuva promove redução e economia do consumo de água proveniente da rede de abastecimento, contudo, a geração de esgoto sanitário não diminui. Independente da fonte de água (canalizada, poço, caminhão pipa ou água da chuva), Segue abaixo tabela de água e esgoto do município de Varginha.

Tabela 04 - Tarifas aplicáveis aos usuários a partir de 08/03/2020.

Categoria	Intervalo de Consumo	Tarifas				Unidade
		Março/20 a Julho/21				
		Água	Esgoto			
EDC	EDT		EE			
Residencial Social	Fixa	4,41	1,40	4,29	1,31	R\$/mês
	0 a 3 m ³	0,47	0,14	0,46	0,14	R\$/m ³
	> 3 a 6 m ³	0,742	0,223	0,727	0,209	R\$/m ³
	> 6 a 10 m ³	1,767	0,567	1,717	0,533	R\$/m ³
	> 10 a 15 m ³	3,385	1,097	3,283	1,034	R\$/m ³
	> 15 a 20 m ³	4,135	1,324	4,019	1,256	R\$/m ³
	> 20 a 40 m ³	4,791	1,514	4,664	1,435	R\$/m ³
	> 40 m ³	7,298	2,321	7,099	2,200	R\$/m ³
Residencial	Fixa	7,35	2,34	7,15	2,19	R\$/mês
	0 a 3 m ³	0,78	0,24	0,77	0,23	R\$/m ³
	> 3 a 6 m ³	1,237	0,372	1,211	0,348	R\$/m ³
	> 6 a 10 m ³	2,945	0,945	2,861	0,889	R\$/m ³
	> 10 a 15 m ³	5,642	1,828	5,472	1,724	R\$/m ³
	> 15 a 20 m ³	6,891	2,207	6,698	2,093	R\$/m ³
	> 20 a 40 m ³	7,985	2,524	7,774	2,391	R\$/m ³
	> 40 m ³	12,163	3,869	11,832	3,666	R\$/m ³

Fonte: ARSAE, 2020.

De acordo com as contas de água da Copasa dos três meses de uma casa do município em estudo, junho (R\$ 84,00), julho (R\$ 87,00) e agosto (R\$ 83,00), foi calculada a média de R\$ 84,60 pagos por mês que seriam em média 3.500 litros de água incluindo a taxa de esgoto. Considerando o valor arredondado de R\$ 85,00, em um ano são gastos R\$ 1.020,00 com contas de água.

Segundo a análise da casa e rotina dos donos, a água captada pela cisterna será utilizada nas seguintes atividades:

Tabela 05 -Litros gastos e suas respectivas atividades.

ATIVIDADE	MÉDIA UTILIZADA DE ÁGUA	UTILIZAÇÃO	FREQUÊNCIA	GASTO POR MÊS
Irrigação das plantas	5 litros	8 m ³	1 vez por semana	160 litros
Piso - limpeza da casa	3,87 litros	180 m ³	por mês	696 litros
Lavagem dos carros	300 litros	2 carros	1 vez a cada 15 dias.	1200 litros
			Total gasto em todas as atividades	2.056 litros

Fonte: Produzido pela autora

Partindo dessas informações e que a média utilizada mensalmente pelos moradores da casa é de 3.500 litros, segundo as contas de água da mesma pelo sistema COPASA, o mais tributos incidentes sobre faturamento PIS/COFINS pode-se considerar que a partir da implantação da cisterna serão utilizados apenas 1.444 litros de água por mês advinda do sistema COPASA. No site oficial da COPASA pode-se fazer uma simulação online de acordo com os litros gastos, fazendo esta simulação referida a cidade de Varginha foi possível constatar que haveria uma diferença da conta após a economia de 2.056 litros de R\$ 85,00 para uma média de R\$39,04 incluindo esgoto.

Tendo em conta que o valor para investimento inicial do sistema Waterbox é de R\$8.282,00, e que a conta da casa passaria a ser de R\$:39,04 pode-se obter uma economia de R\$85,00- R\$39,04= R\$ 45,96 (ao mês) partindo dessas informações obtém-se o payback de : $R\$8.282,00 / R\$ 45,96 = 180,2$ meses, ou seja : $180 \text{ meses} / 12 = 15$ anos, que seria o tempo para o retorno do investimento.

Segundo Guilherme (2006) a vida útil de um projeto de captação de água da chuva é de 20 anos, devido a isso pode-se afirmar que o sistema não compensa pois somente 5 anos após o investimento ter sido retornado ao proprietário .

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito do presente artigo foi a análise da viabilidade econômica e retorno financeiro da instalação um sistema de captação de água da chuva para utilização de consumo não-humano.

As adequações propostas foram: Analisar o consumo de água dos moradores, a média paga referente ao sistema (COPASA), levantamento da planta residencial e telhado, escolha do tipo de sistema, instalação, materiais, mão de obra e presumo do retorno financeiro.

Além das questões ambientais, o potencial econômico do aproveitamento da água da chuva é um fator importante a ser verificado e analisado, uma vez que, a partir deste, será possível definir se a implantação do sistema será viável ou não, financeiramente.

A análise econômica é baseada em uma estimativa de custos resultantes da implementação de todo o sistema: materiais e equipamentos e mão de obra.

Outro quesito que deve ser mensurado e que influenciará na decisão do investimento, é a determinação dos custos relativos ao consumo de água potável proveniente do abastecimento público, por este mesmo motivo não foi considerado a descarga como reuso de água não potável pelo fato do gasto com energia elétrica referente a utilização de bombeamento. Este consumo é analisado através da tarifa da água e energia elétrica das concessionárias responsáveis pelo abastecimento local.

Considerando que atualmente há inúmeras opções para este sistema e também de fácil instalação como a escolhida do projeto, pode-se afirmar que o sistema Waterbox não seria viável financeiramente em relação a COPASA ficando então a viabilidade por questões ambientais tendo como benefícios já citados a vantagem da minimização das enchentes e inundações, uma vez que a água era escoada pelas ruas e agora é captada para reaproveitamento.

ANALYSIS OF THE VIABILITY OF RAIN WATER CAPTURE AND REUSE THROUGH THE WATERBOX CISTERN SYSTEM IN A UNIFAMILIARY RESIDENCE IN VARGINHA (MG)

ABSTRACT

This work addresses the installation and economic viability of a rainwater catchment system in a single family home in the city of Varginha-MG in the São Lucas neighborhood, where two people live. It is necessary to develop smart and sustainable means in an essential way in contemporary times. The chosen method is the Waterbox system because it is easy to install and economically viable. In addition, the purpose of this article is to compare the financial return between the conventional method of treated water provided by COPASA and the Waterbox cistern system, which will be achieved through the bibliographic review in order to subsidize these adaptations. The proposal may also serve as a parameter for future projects of municipal laws and installations in several buildings. It can be concluded that it was possible to analyze the feasibility of installing this method, not only for economic reasons, but also sustainable.

Keywords: Cistern. Waterbox system. Harnessing rainwater.

REFERÊNCIAS

ARCHANJO, Caroline. Aproveitamento de água pluvial: Como unir sustentabilidade e economia. 2018. Disponível em: <<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/energia-e-sustentabilidade/aproveitamento-de-a-gua-da-chuva/>>. Acesso em: 19 de outubro de 2020.

ARSAE-MG – Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais. RESOLUÇÃO ARSAE-MG 136, DE 06 DE FEVEREIRO DE 2020. Autoriza o reajuste das tarifas dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário prestados pela Copasa Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais S/A – Copanor e dá outras providências. Belo Horizonte, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.844:1989. Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro. 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.527:2007. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro. 2007.

CAIRES, Ana Júlia. **Hometeka:** Como captar e armazenar água da chuva de forma segura. Disponível em: <<https://www.hometeka.com.br/aprenda/como-captar-e-armazenar-agua-da-chuva-de-forma-segura/>>. Acesso em 27 de mai. 2020.

Confederação Nacional de Municípios. **Brasileiro consome, em média, 154 litros de água por dia, aponta ONU**. Brasília, 13 de março de 2018. Disponível em: <<https://www.cnm.org.br/comunicacao/noticias/brasileiro-consome-em-media-154-litros-de-agua-por-dia-aponta-onu>>. Acesso em: 20 de outubro de 2020.

CONICELLI, Bruno Pirilo; HIRATA, Ricardo. **Novos paradigmas na gestão das águas subterrâneas**. Águas subterrâneas: (São Paulo). 2016.

COPASA. **Sistema Tarifário**. Varginha, Setembro de 2006. Disponível em: <http://mzweb.com.br/copasa/web/arquivos/COPASA_SPCM_17102006_port.pdf>. Acesso em: 15 de Setembro de 2020.

Echo Water. **Captação de Água da Chuva**. São Paulo. Disponível em: <<https://echowater.com.br/captacao-de-agua-da-chuva-1.html>>. Acesso em 23 de agosto de 2020.

ECYCLE. **Captação de água da chuva: Conheça as vantagens e cuidados necessários para o uso da cisterna**. 2019?. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/3301-captacao-de-agua-da-chuva-aproveitamento-sistema-cisternas-como-captar-armazenar-coletar-para-aproveitar-vantagens-coletor-modelos-cisterna-ecologica-aproveitando-coleta-pluvial-armazenamento-caseiro-residencial-como-onde-encontrar-comprar>>. Acesso em: 27 de maio de 2020.

ECYCLE. **Cisternas verticais**. 2017?. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/43/4543-waterbox-cisternas-verticais-modulares-sao-uma-solucao-inteligente-para-o-armazenamento-de-agua-em-espacos-reduzidos-tanque-interno-externo-cozinha-maquina-de-lavar-banheiro-chuveiro-apartamento-casa-chuva-gestao-domestica-coleta-armazenamento-economia.html>>. Acesso em: 23 de outubro de 2020.

ECYCLE. Sistema de captação de água de chuva prático, bonito e econômico. 2018?. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/3313-sistema-de-captacao-de-agua-da-chuva.html>>. Acesso em: 15 de julho de 2020.

Estudos climáticos Varginha/MG. Previsão do tempo. Centro de prevenção de tempo e estudos climáticos. Disponível em: <<https://www.cptec.inpe.br/previsao-tempo/mg/varginha>>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

FILHO, Antonio Otto Neves, et al. SEMIOSES. **Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade**. Rio de Janeiro. ISSN 1981-996X. v.13. n. 2. abr./jun. 2019.

GROUP RAINDROPS, 2002 apud SILVA, 2007.

GUILHERME, L. B.. **Aproveitamento das águas de chuva da cidade do Natal para fins potáveis**. Natal, 2006. 141 p. Dissertação (Mestre) – Centro de tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Instituto Trata Brasil. **Saneamento é saúde**. Água. 2019. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/saneamento/principais-estatisticas/no-brasil/agua>>. Acesso em: 15 de julho de 2020.

KOENIG, K. Rainwater harvesting public need or private pleasure? Water 21, London: IWA, 2003.

LOBATO, M. B. Sistema de hierarquização de ações de conservação da água em edificações com aplicação do método Electre III. 283 f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

MAESTRI, R. S. Análise Custo - Benefício para o Aproveitamento da Água da Chuva em Florianópolis. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental: UFSC. Florianópolis, 2003.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Água, um recurso cada vez mais ameaçado**. 2005. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf>. Acesso em: 20 de julho de 2020.

NEIS, Júlia. **Captação de água da chuva e sustentabilidade**. Ejeciv. Disponível em: <<https://www.ejeciv.com.br/post/captacao-de-agua-da-chuva-e-sustentabilidade>>. Acesso em: 25 de outubro de 2020.

PHILIPPI, L.S. et al. Aproveitamento da água de chuva. In: GONÇALVES, R.F. (Org.). Uso racional da água em edificações. Rio de Janeiro: ABES - PROSAB, 2006.

SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Diagnóstico de Serviços de Água e Esgoto**. 2018. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico-SNIS-AE-2018-Capitulo-07.pdf>>. Acesso em: 08 de agosto de 2020.

TOMAZ, P. Aproveitamento de Água de Chuva – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis. Navegar Editora, São Paulo, 2003.

TORDO, O. C. **Caracterização e avaliação do uso de água de chuva para fins potáveis**. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Tecnológicas e Programa de pós - graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, 2004.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação: 2. ed**. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2001.

URBANO, Edison. **Aproveitamento de água de chuva de baixo custo para residências urbanas**. Disponível em:

<<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>>. Acesso em: 15 de agosto de 2020.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Health in water resources development**. 2006. Disponível em: <http://www.who.int/docstore/water_sanitation_health/vector/water_resources.htm>. Acesso em: 24 de agosto de 2020.

VILLIERS, M. Água: Como o uso deste precioso recurso natural poderá acarretar a mais séria crise do século XXI. Rio de Janeiro: Ediouro, 2002.

Weather Spark. Condições meteorológicas médias de Varginha. 2020. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/30409/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Varginha-Brasil-du-rante-o-ano>>. Acesso em: 25 de agosto de 2020.