

Universidade de Taubaté

Pedro Henrique Cortez

Reservatórios para captação de água da chuva

Taubaté

2019

Pedro Henrique Cortez

Reservatórios para captação de água da chuva

Trabalho Final de Graduação submetido ao Departamento de Engenharia Civil como requisito para obtenção do grau de Engenheiro Civil, na Universidade de Taubaté.

Orientador: Alexandre Santos

Taubaté - SP

2019

Sistema Integrado de Bibliotecas SIBi/UNITAU
Biblioteca Setorial de Gestão e Negócios/Civil

C828r Cortez, Pedro Henrique
Reservatórios para captação de água da chuva / Pedro Henrique
Cortez. - 2019.
32f.:il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de
Engenharia Civil, 2019.
Orientação: Prof. Me. Alexandre Santos, Departamento de Ciências
Agrárias.

1. Água. 2. Cisterna. 3. Agua da chuva. 4. Captação. 5. Reuso. I.
Título.

CDD 631.2

PEDRO HENRIQUE CORTEZ

RESERVATÓRIOS PARA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Trabalho Final de Graduação submetido ao Departamento de Engenharia Civil como requisito para obtenção do grau de Engenheiro Civil, na Universidade de Taubaté.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____

Universidade de Taubaté

Assinatura: _____

Prof. _____

Assinatura: _____

Prof. _____

Assinatura: _____

RESUMO

O problema da escassez de água é algo concreto e se tornou uma preocupação mais que presente nosso cotidiano. Em muitos países a falta da água já está chegando em uma estada alarmante, devido ao grande aumento no consumo, que em muitos casos são maiores que a reposição natural. Apesar do nosso planeta ser conhecido como “Planeta Água”, não é toda água que pode ser consumida pelo ser humano, já que, segundo a ANA (Agencia Nacional de Águas), 97,5% dessa água é salgada, e dos 2,5% que sobram de água doce uma parte está congelada nos polos norte e sul, e outra se encontra no subterrâneo. Portanto aproximadamente 1% da água doce que são distribuídas para a população mundial.

Pensando nisso, cada vez mais as pessoas encontram maneiras de tratar e reaproveitar água para que possa ser utilizada no dia a dia. Foi então pensando na sustentabilidade do planeta, que foram desenvolvidas as cisternas. Elas servem para captar, armazenar e conservar água, podendo ser água potável, água da chuva ou água de reuso.

Este trabalho tem como foco o estudo de captação de água da chuva através de cisternas e seu reuso. Hoje já existem diversos modelos em que, cada um, adapta-se melhor dependendo da demanda de cada lugar, do espaço disponível, do orçamento e o destino dessa água que foi captada.

Portanto, foram selecionadas algumas formas de captação para fazer uma análise comparativa, e chegar a uma conclusão de qual o melhor custo benefício para cada ambiente.

Palavras Chave: Água, cisterna, água da chuva, captação, reuso.

ABSTRACT

The problem of water scarcity is something concrete and has become a concern that is more than just a present in our daily lives. In many countries the lack of water is already arriving at an alarming stay, due to the large increase in consumption, which in many cases are greater than natural replacement. Although our planet is known as "Water Planet", it is not all the water that can be consumed by human beings, since, according to the ANA (National Water Agency), 97.5% of this water is salty, and of the 2.5% that is left over from fresh water, one part is frozen in the north and south poles, and another is found underground. Therefore, approximately 1% of the fresh water that is distributed to the world population.

With this in mind, more and more people are finding ways to treat and reuse water so that it can be used on a daily basis. It was then thinking about the sustainability of the planet that the cisterns were developed. They serve to capture, store and conserve water, which can be drinking water, rainwater or reuse water.

This work focuses on the study of rainwater harvesting through cisterns and its reuse. Today there are already several models in which each one adapts better depending on the demand of each place, the available space, the budget and the destination of this water that was captured.

Therefore, some forms of abstraction were selected to make a comparative analysis, and reach a conclusion on the best cost benefit for each environment.

Keywords: Water, cistern, rainwater, catchment, reuse.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. Captação da água pela cisterna.....	8
FIGURA 2. Modelos de cisternas.....	10
FIGURA 3. Cisterna enterrada em alvenaria.....	11
FIGURA 4. Cisterna enterrada de plástico.....	12
FIGURA 5. Cisterna semienterrada de placas.....	13
FIGURA 6. Cisterna vertical (modular).....	14
FIGURA 7. Cisternas <i>Waterbox</i>	15

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Manutenção de uma cisterna.....	6
TABELA 2. Comparação entre três principais cisternas.....	20

LISTA DE ABREVEATURAS SIGLAS E SIMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA – Agencia Nacional de Águas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo geral	3
2.2. Objetivo específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	4
3.1. Condições Gerais	4
3.2. Reservatórios	4
3.3. Manutenção.....	5
3.4. Medição de chuva	6
3.4.1. Precipitação na cidade de Taubaté	7
3.5. Como é feita a captação da água pela cisterna	7
3.5.1. Cisternas	9
3.5.2. Cisterna enterrada de alvenaria	11
3.5.3. Cisterna enterrada de plástico.....	12
3.5.4. Cisternas de placas pré-moldadas semienterradas	13
3.5.5. Cisterna vertical de plástico (modular)	14
3.5.6. Cisternas <i>Waterbox</i>	15
3.6. O reuso da água da chuva	16
4. MATERIAIS E METÓDOS	18
4.1. Cálculo para volume da Cisterna	18
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5.1. Cisterna enterrada de plástico.....	19
5.2. Cisterna vertical de plástico (Modular)	19
5.3. Cisterna enterrada em alvenaria	19
6. CONCLUSÃO.....	21

7. REFERENCIAS.....22

1. INTRODUÇÃO

A escassez de água já é um problema que afeta o mundo todo. Apesar do Brasil concentrar 12% de toda água doce do planeta, segundo estudo feito pela ANA (Agencia Nacional de Águas), a crise hídrica também afeta os brasileiros, que em 2014 sofreram uma verdadeira crise da água, devido a uma forte seca e uma série de erros de planejamento.

Parece um pouco contraditório, já que 75% da superfície do planeta, é constituído por água. Entretanto, o que se deve levar em consideração é que aproximadamente 97% dessa água não se pode utilizar para uso pessoal, já que ela é salgada. E da porcentagem de água doce que sobra, uma parte está congelada e outra se encontra no subsolo, conforme estudo feito pela Agencia Nacional de Águas.

Então, o que sobra nos reservatórios e entra nas redes de distribuição para serem utilizadas pelas pessoas, é de aproximadamente 1% e além disso, a produção agrícola demanda uma grande parte dessa água para se desenvolver de forma satisfatória, e também indústrias que devem ser abastecidas.

As causas da falta de água são diversas: seca, poluição e má distribuição são as mais comuns. A má distribuição se dá pelo fato de que regiões mais populosas nem sempre são as que possuem mais água potável. E cada dia a disputa pela água se torna algo relacionado a poder, como se pode ver alguns conflitos mundiais pela posse de água, como acontece com as águas do Rio Jordão.

Hoje em dia, devido a essa escassez, muitos fazendeiros conseguem recurso financeiro sendo um “produtor de água”. Devido a lençóis freáticos que possuem em suas propriedades, o governo os paga para que eles cuidem e não deixem que a nascente seque, ou seja contaminada por algum motivo.

Com isso, deve-se pensar em como se pode economizar água diariamente, para combater essa crise atual. A captação de água da chuva, o reuso das águas (água cinza), não só ajuda o planeta, mas também traz vantagens econômicas para quem pratica. As principais vantagens são:

- Evita o desperdício da água retirada dos mananciais naturais;

- Reduzem o valor das contas de água, pois a água pluvial pode ser usada em inúmeras atividades;
- Ajuda a conter enchentes nas grandes cidades, afinal, a água captada deixa de escoar para as ruas;
- promove segurança hídrica em tempos de racionamento, já que a água reservada substitui a potável na limpeza geral do imóvel;

Por esses motivos, o reaproveitamento de água é um assunto que cada vez mais será introduzido dentro da sociedade. Portanto, é necessário obter conhecimento sobre o tratamento dessas águas, para que se possa fazer bom uso desse bem e conhecer como melhor reaproveita-lo.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Analisar a captação de água da chuva através de uma cisterna, e os benefícios desta prática.

2.2. Objetivo específicos

Analisar os principais tipos de cisterna que são utilizadas para fazer captação de água da chuva.

Efetuar a análise comparativa entre três modelos de cisternas e verificar a vantagem de cada uma delas.

3. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Segundo a norma da ABNT NBR 15527/07, aqui estão alguns pontos importantes sobre a captação de águas pluviais.

3.1. Condições Gerais

A concepção do projeto do sistema de coleta de água de chuva deve atender às normas ABNT NBR 5626 e ABNT NBR 10844. No caso da ABNT NBR 10844, não deve ser utilizada caixa de areia e sim caixa de inspeção.

No estudo devem constar o alcance do projeto, a população que utiliza a água de chuva e a determinação da demanda a ser definida pelo projetista do sistema.

Incluem-se na concepção os estudos das séries históricas e sintéticas das precipitações da região onde será feito o projeto de aproveitamento de água de chuva.

3.2. Reservatórios

Os reservatórios devem atender à ABNT NBR 12217.

Devem ser considerados no projeto: extravasor (ladrão), dispositivo de esgotamento, cobertura, inspeção, ventilação e segurança. Deve ser minimizado o turbilhonamento, dificultando a ressuspensão de sólidos e o arraste de materiais flutuantes. A retirada de água do reservatório deve ser feita próxima à superfície. Recomenda-se que a retirada seja feita a 15 cm da superfície.

O reservatório, quando alimentado com água de outra fonte de suprimento de água potável, deve possuir dispositivos que impeçam a conexão cruzada.

O volume de água de chuva aproveitável depende do coeficiente de escoamento superficial da cobertura, bem como da eficiência do sistema de descarte do escoamento inicial, sendo calculado pela seguinte equação:

$$V = P \times A \times C \times \text{fator de captação}$$

onde:

V é o volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P é a precipitação média anual, mensal ou diária;

A é a área de coleta;

C é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura;

Il fator de captação é a eficiência do sistema de captação, levando em conta o dispositivo de descarte de sólidos e desvio de escoamento inicial, caso este último seja utilizado.

O volume dos reservatórios deve ser dimensionado com base em critérios técnicos, econômicos e ambientais, levando em conta as boas práticas da engenharia.

Os reservatórios devem ser limpos e desinfetados com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano, de acordo com a ABNT NBR 5626.

O volume não aproveitável da água de chuva pode ser lançado na rede de galerias de águas pluviais, na via pública ou ser infiltrado total ou parcialmente, desde que não haja perigo de contaminação do lençol freático, a critério da autoridade local competente.

O esgotamento pode ser feito por gravidade ou por bombeamento.

A água de chuva reservada deve ser protegida contra a incidência direta da luz solar e do calor, bem como de animais que possam adentrar o reservatório através da tubulação de extravasão.

3.3. Manutenção

Quando da utilização de produtos potencialmente nocivos à saúde humana na área de captação, o sistema deve ser desconectado, impedindo a entrada desses produtos no reservatório de água de chuva. A reconexão deve ser feita somente após lavagem adequada, quando não haja mais risco de contaminação pelos produtos utilizados.

Deve-se realizar manutenção em todo o sistema de aproveitamento de água de chuva de acordo com a tabela da página seguinte.

TABELA 1. Tabela para manutenção de uma cisterna

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
Reservatórios	Limpeza e desinfecção anual

Tabela segundo a ABNT NBR 15527/07.

3.4. Medição de chuva

Os quantitativos de chuva são expressos em milímetros a partir de dois tipos de aparelhos. Um deles, chamado pluviômetro, mede a quantidade acumulada de chuva que cai em um período de 24 horas. Já o pluviógrafo mede continuamente, podendo variar o período entre uma medição e outra até 25 segundos.

Quando utilizamos a unidade milímetros, estamos nos referindo à altura da coluna de água. Um milímetro é igual a um litro em um metro quadrado. Se você espalhar uniformemente um litro de água sobre uma superfície de um metro quadrado, você terá uma coluna d'água de um milímetro.

Se em 1 m² chover pelo menos 25 mm por hora, a chuva é considerada forte e merece uma atenção maior - explica o professor Valdo. Os parâmetros de intensidade são os seguintes: para volumes de 1,1 mm a 5 mm, a chuva é considerada fraca; de

5,1 a 25 mm é considerada moderada; de 25,1 a 50 mm é forte; e a partir de 50 mm é muito forte.

3.4.1. Precipitação na cidade de Taubaté

É considerado dia com precipitação aquele com precipitação mínima líquida ou equivalente a líquida de 1 milímetro. A probabilidade de precipitação em Taubaté, varia muito ao longo do ano.

Segundo estudo do site *Weather Spark*, a estação de maior precipitação dura 5,5 meses, de 22 de outubro a 7 de abril, com probabilidade acima de 43% de que um determinado dia tenha precipitação. A probabilidade máxima de um dia com precipitação é de 73% em 13 de janeiro.

A estação seca dura 6,5 meses, de 7 de abril a 22 de outubro. A probabilidade mínima de um dia com precipitação é de 13% em 4 de agosto.

Para demonstrar a variação entre os meses e não apenas os totais mensais, mostramos a precipitação acumulada durante um período contínuo de 31 dias ao redor de cada dia do ano. Taubaté tem variação sazonal extrema na precipitação mensal de chuva.

Chove ao longo do ano inteiro em Taubaté. O máximo de chuva ocorre durante os 31 dias ao redor de 15 de janeiro, com acumulação total média de 214 milímetros.

O mínimo de chuva ocorre por volta de 7 de agosto, com acumulação total média de 29 milímetros. E a média anual de chuva é de aproximadamente 1324 mm. Conforme estudo do site *Weather Spark*.

3.5. Como é feita a captação da água pela cisterna

A captação de água da chuva é feita através de calhas que são conectadas do telhado de uma casa até a cisterna. A água escoar do telhado até estas calhas, e então é levada para o primeiro filtro (VF1), eliminando folha e resíduos até o tamanho de um grão de areia. Em seguida esta água é conduzida até o fundo da cisterna por meio do

freio d'água, que faz o abastecimento sem causar turbilhonamento no interior do reservatório, evitando que o material decantado no fundo se misture com a água.

E então com auxílio de uma bomba, é levado até uma caixa d'água separada. Podendo ainda passar por um outro filtro para remoção de resíduos ainda menores.

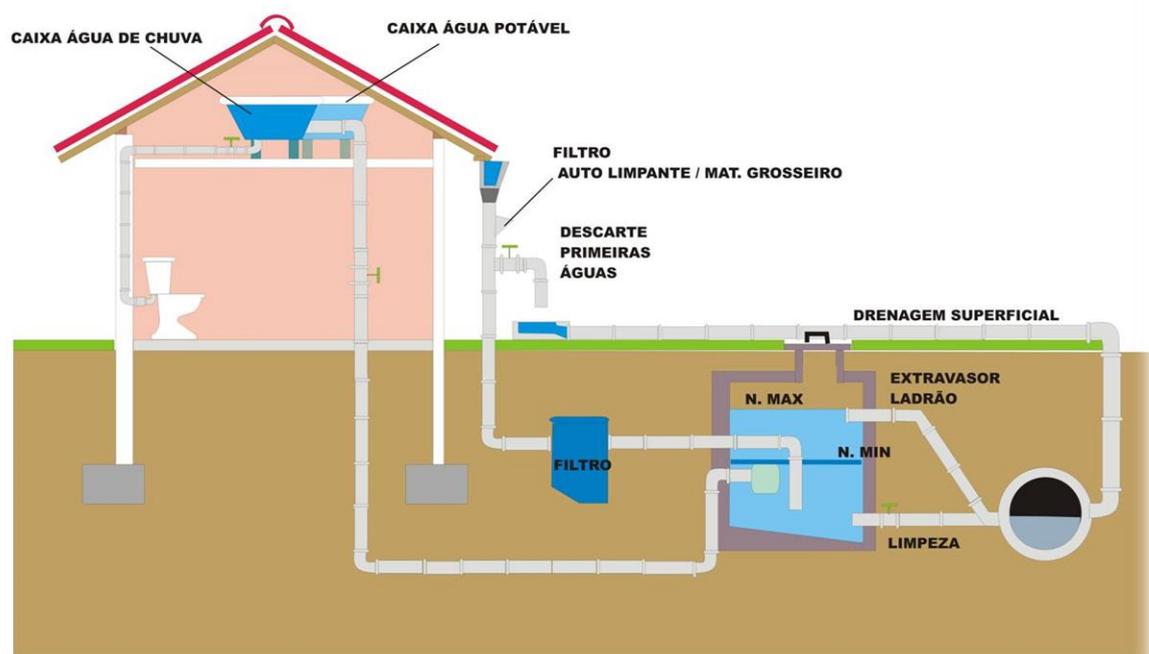


FIGURA 1. Ilustração de como é feita a captação de água pluvial através de uma cisterna

3.5.1. Cisternas

Cisternas por definição, são depósitos abaixo do nível da terra, para receber e conservar águas pluviais. Primeiramente, deve-se ressaltar que todas as cisternas devem seguir a Norma Brasileira Para Aproveitamento de Água da Chuva (NBR 15527). Essa norma garante a segurança da cisterna com o uso da água para fins não potáveis. Conversar com um profissional é a melhor maneira de escolher a cisterna ideal para sua residência, pois cada espaço possui uma demanda distinta. Em prédios comerciais, a coleta de água pode ser feita, por exemplo, através de telhados verdes, enquanto nas residências é possível captar boa parte da água da chuva apenas com a posição do telhado ideal, calhas, canos e dutos.

A cisterna funciona como uma caixa de armazenamento de água, que deve estar abaixo do solo para manter a água sem variação de temperatura e também evitar a contaminação por agentes externos. Em geral, as cisternas possuem um cano para a entrada da água, um cano para a saída e um cano chamado ladrão, o qual direciona o excesso de água para o solo, além de uma bomba que impulsiona a água para fora da cisterna.

Cada residência possui uma necessidade hídrica única, e cabe a um especialista determinar se sua residência necessita de uma cisterna de 10 mil litros ou se uma cisterna de 5 mil basta para atender à demanda de sua família. Em casos especiais, como pequenas casas, uma cisterna de 3 mil litros é o ideal.

O tanque da cisterna pode ser feito de diversos materiais, podendo também ser produzido em alvenaria. Os principais modelos são em plástico modular e fibra de vidro, materiais que não transmitem cheiro ou odor e ainda preservam a qualidade da água. A cisterna subterrânea deve ser bem planejada para evitar a entrada de animais e insetos, que contaminam a água e prejudicam a manutenção. Caso não haja espaço disponível para cavar e instalar sua cisterna, é possível encontrar modelos de cisternas verticais, desenvolvidas e indicadas para espaços limitados.

Para saber qual o a melhor cisterna para sua casa, condomínio ou indústria, é necessário levar em conta a quantidade de água que é gasta, se for em uma residência por exemplo, existe calculadoras online, onde coloca-se o tempo que gasta

em cada local (torneiras, máquina de lavar, descarga), e assim calcula-se um valor aproximado do gasto de água, o tamanho do espaço disponível para colocar a cisterna, e também qual vai ser o uso dessa água coletada.

E é claro, também depende da chuva, por isso é bom ficar atento aos meses mais chuvosos da região. Em Taubaté por exemplo, os meses mais chuvosos são de outubro a abril, onde a probabilidade média de precipitação fica em torno de 43%. E os meses mais quentes são de abril a outubro, onde o índice se encontra em torno de 13%.



FIGURA 2. Alguns modelos de cisterna vertical (modular).

3.5.2. Cisterna enterrada de alvenaria

Muito usado no interior do país, esse modelo de reservatório de água também está sendo escolhido por indústrias. Isso porque quando são construídos antes do imóvel, podem ficar no subsolo, otimizando o espaço.

Além disso, os reservatórios construídos no subsolo podem ter dimensões maiores, o que permite o armazenamento de uma quantidade de água maior que os outros tipos de cisterna.

As cisternas de alvenaria podem ser construídas em concreto armado, ou com alvenaria mista com tijolos e argamassa. Ambas requerem manutenção para prevenir fissuras e uma eficiente impermeabilização, a fim de evitar vazamentos e infiltrações que possam comprometer o solo e a qualidade da água.



FIGURA 3. Cisterna enterrada de alvenaria.

3.5.3. Cisterna enterrada de plástico

Essas cisternas não podem entrar em contato com o lençol freático e o local onde são enterradas não pode receber sobrecarga ou tráfego pesado.

Sendo assim, ela é mais apropriada para novas residências, cujas obras de construção foram pensadas para receber esse sistema com segurança.

Elas podem armazenar uma boa quantidade de água – em residências se aconselha o mínimo de 5 mil litros, e não podem ficar expostas às intempéries da natureza.



FIGURA 4. Instalação de uma cisterna enterrada de plástico.

3.5.4. Cisternas de placas pré-moldadas semienterradas

Esse modelo de reservatório é instalado com anéis pré-fabricados de concreto. Ela deve possuir pontos para a instalação da rede hidráulica e ainda permitirem o acesso interno para manutenção.

O material usado na fabricação dessas cisternas deve ser resistente o bastante para conter a água armazenada por um longo tempo. Elas ficam enterradas cerca de dois terços no solo.



FIGURA 5. Cisterna semienterrada de placas pré-moldadas instalada em uma indústria.

3.5.5. Cisterna vertical de plástico (modular)

Disponíveis em vários modelos e tamanhos, a cisterna vertical são adequadas para condomínios e residências já construídos.

Por serem modulares, se adaptam à necessidade da propriedade e se for preciso, outras peças podem ser anexadas no local. Cada módulo pode armazenar até mil litros de água.

Atualmente, existem modelos com design bonito, que podem incrementar o visual do ambiente dialogando com a paisagem e a arquitetura.

Uma grande vantagem desse modelo de reservatório é que ele não precisa ser enterrado, agregando facilidade de instalação e economia na mão de obra.

As peças de boa qualidade recebem aditivos durante a fabricação para torná-las mais duráveis e resistentes a microrganismos, como as bactérias.



FIGURA 6. Cisterna vertical modular, instalada em uma varanda.

3.5.6. Cisternas *Waterbox*

As cisternas verticais *Waterbox* são 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. Pode ser utilizada em ambientes internos, para estocar água potável (como uma caixa d'água comum) ou armazenar água de reuso (da sua máquina de lavar, por exemplo). Já nos ambientes externos, ela é uma ótima ferramenta para a captação de águas pluviais. Cada cisterna tem 1,77 m de altura, 0,55 m de largura, profundidade de 0,12 m e comporta até 97 litros. A característica modular permite conectar mais de uma e assim expandir seu armazenamento.



FIGURA 7. Cisterna *Waterbox* instalada no jardim de uma residência.

3.6. O reuso da água da chuva

O reaproveitamento de água da chuva é uma opção viável para casas, prédios (empresas ou residenciais), lava-jatos, entre outros imóveis. No caso de empresas, ainda atrai clientes e investimentos, visto que esse tipo de ação sempre é visto com bons olhos.

O reuso é o ato de reaproveitar a água captada para usa-la de alguma forma dentro de suas necessidades, podendo ser tratada ou não, dependendo da sua finalidade.

Como visto anteriormente, é cada dia maior a escassez de água em nosso planeta, não sendo mais essa uma realidade exclusiva do Nordeste do Brasil ou de países africanos. Diante desse problema grave que afeta diretamente a sociedade, se faz cada vez mais necessário o uso consciente da água.

Uma das formas de evitar a diminuição acentuada da disponibilidade de água potável é fazer o seu reuso ou o aproveitamento da água das chuvas. Infelizmente, muitas pessoas até pensam em aderir a algumas dessas alternativas, porém não sabem como isso pode ser feito e se esse hábito pode prejudicar a saúde. A água da chuva, por exemplo, possui um grande potencial de reuso, mas acaba sendo desperdiçada por muitos.

A água das chuvas sem tratamento deve ser usada para fins não potáveis, ou seja, não deve ser ingerida. Vale destacar, no entanto, que, ao utilizar essa água para outros fins, mais água potável fica disponível, conseqüentemente, estaremos ajudando o próximo e o meio ambiente.

A água das chuvas pode ser reutilizada de várias maneiras, como para a irrigação de plantas. O ideal é deixar baldes para coletar a água e regar as plantas com essa água nos períodos da manhã e noite. Ao escolher esses horários do dia, evita-se a perda excessiva de água por evaporação, havendo um melhor aproveitamento da água pela planta.

Além da irrigação, a água das chuvas pode ser utilizada para a lavagem de calçadas, pisos, carros, entre outros. Nesse ponto, é importante salientar que nunca se deve utilizar a mangueira para lavar calçadas e carros, pois há um desperdício exagerado de água. No caso das calçadas, o ideal é sempre utilizar a vassoura e,

quando houver a real necessidade de usar água, optar pelo balde. O uso do balde também é recomendado para a lavagem do carro.

Existem ainda formas mais eficientes de aproveitar a água das chuvas, como é o caso da criação de reservatórios para a sua captação. Esses reservatórios acumulam grande quantidade de água, o que permite uma utilização em maior escala. Essa técnica já é usada em várias partes do mundo, tanto em casas quanto em empresas de grande porte.

No Nordeste brasileiro, vários locais já realizam a captação da água da chuva. Nestes lugares, além da utilização para fins não potáveis, a água passa por tratamento e é usada para consumo humano. Essa técnica é importante porque em várias regiões a água potável é uma realidade distante e, frequentemente, as pessoas ficam doentes em razão do consumo de água de má qualidade.

Apesar da técnica poder ser aplicada em grandes centros urbanos, essa pode não ser uma tarefa simples. A poluição das cidades pode fazer com que a água tenha produtos que possam prejudicar os seres humanos. Entretanto, vale destacar que, para fins não potáveis, o armazenamento de água já é realidade em vários locais.

Além de todos esses benefícios, utilizar a água das chuvas pode fazer com que os problemas como enchentes sejam minimizados. Como o escoamento superficial da água será menor, conseqüentemente menos água será acumulada.

Percebe-se, portanto, que ao utilizar a água das chuvas, diversos problemas podem ser minimizados.

4. MATERIAIS E METÓDOS

O presente estudo consiste em efetuar a análise comparativa entre as três principais formas de captação de água da chuva, pegando os principais dados de cada uma delas, e destacar as vantagens que cada um traz para determinado tipo de ambiente.

A Tabela 1 sobre frequência de manutenção em uma cisterna, vale para todos os modelos analisados neste estudo.

4.1. Cálculo para volume da Cisterna

Para dimensionar o volume aproximado de uma cisterna para uma residência, pode se usar o Método Prático Inglês, que é um dos métodos que se encontra na Norma Brasileira de água de chuva, a NBR 15527. Esse método se baseia na disponibilidade hídrica do telhado, ou seja, a área do telhado, e na experiência dos ingleses em se dimensionar uma cisterna.

A formula é a seguinte:

Volume da cisterna (L) = 5% x Área do telhado (m²) x média anual de chuva (mm)

O resultado dessa conta é um valor aproximado do tamanho ideal da cisterna para aquele local. Porém também deve se lembrar que este método não leva em conta a demanda de água, e também o custo da cisterna com este determinado volume.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Cisterna enterrada de plástico

Principais vantagens: por serem feitas de plástico polietileno, sua durabilidade é bem alta, tem um volume alto para armazenamento da água, o que traz muita economia, e além disso ficam enterradas então não ocupam espaço dentro da residência. Diante dessas vantagens, seu custo benefício é alto, já que uma cisterna de 5000L custa em torno de R\$2000,00.

Desvantagens: as principais desvantagens se dão no momento da instalação, que é um pouco mais trabalhosa, também requer um espaço na residência que não tenha muito movimento e que não haja uma sobrecarga em sua superfície. Além do cuidado de não pegar nenhum lençol freático na hora da escavação.

5.2. Cisterna vertical de plástico (Modular)

Principais vantagens: esse tipo de cisterna tem diversas vantagens, por ser feita de plástico polietileno, assim como a que fica enterrada, ela também tem uma duração alta, além disso, ela se adapta a qualquer ambiente, pois não é tão pesada e ainda possui cores variadas para qualquer gosto. E ao contrário da outra, sua instalação e manutenção é bem simples, e ainda pode-se conectar várias para ter um armazenamento maior.

Desvantagens: a principal desvantagem dessa cisterna é o custo, pois uma de 1000L, está em média 1500 reais.

5.3. Cisterna enterrada em alvenaria

Principais vantagens: é a cisterna que pode chegar a maior capacidade, levando em consideração a demanda do projeto. Por isso, é muito utilizada em indústrias, condomínios, locais com uma área de paisagismo elevado, por exemplo.

Desvantagens: esse tipo de cisterna demanda um custo maior, pois é normalmente construída em concreto armado, então tem-se o custo de material e mão de obra. Sua manutenção será um pouco mais trabalhosa, pois deve-se limpar toda a cisterna.

TABELA 2. Tabela para análise comparativa entre as cisternas:

	Cisterna enterrada de Alvenaria	Cisterna vertical de plástico (modular)	Cisterna enterrada de plástico
Volume	Até 15.000L	1000L	5.000L
Custo	Mão de obra + Material	R\$1500,00	Em torno de R\$ 2500,00 + instalação
Economia	Até 50%	Até 50%	Até 50%
Instalação	Difícil	Fácil	Difícil
Manutenção	Média	Fácil	Fácil
Durabilidade	Alta	Alta	Alta

6. CONCLUSÃO

Considerando uma residência convencional, e os três tipos de cisternas analisados, a cisterna modular é a melhor opção para quem já tem sua casa construída, ou então não tem muito espaço para armazenar uma maior, podendo se adaptar em qualquer local, servindo muitas vezes até para enfeitar o ambiente.

A cisterna de plástico enterrada, é um ótimo custo benefício, principalmente se você ainda vai construir sua casa e já planeja instalar uma, pois o maior ponto negativo dela é sua instalação, que necessita de uma maior mão de obra, além de um espaço bem pensado para colocá-la.

Já a cisterna em alvenaria é mais utilizada por indústrias e fábricas de grande porte, onde a demanda de água é muito grande. Ou então em condomínios que possuem grandes jardins, com uma área grande de paisagismo.

7. REFERENCIAS

QUANTIDADE DE ÁGUA. **ANA GOV**. Disponível em:

<<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua/>> Acesso em 20 de nov. de 2019;

CONHEÇA OS PRINCIPAIS TIPO DE CISTERNA. **Use água da chuva**. Publicado 26 de abril de 2017. Disponível em: <<https://blog.useaguadechuva.com/sistema-de-captacao-de-agua-da-chuva/>> Acesso em 21 de out. de 2019;

COMO SABER O TAMANHO CERTO DA CISTERNA? **Casa da Cisterna**. Publicado em 18 de setembro de 2018. Disponível em: <<https://casadacisterna.com.br/como-saber-o-tamanho-certo-de-cisterna/>> Acesso em 11 de nov. de 2019;

TUDO QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE CISTERNA. **Ciclo Vivo**. Publicado em 28 de dezembro de 2017 Disponível em: <<https://ciclovivo.com.br/mao-na-massa/tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-cisternas-e-reutilizacao-de-agua-da-chuva/>> Acesso em 24 de out. de 2019;

QUAL SIGNIFICADO DA EXPRESSÃO “PRODUTOR DE ÁGUA”? **Cursos CPT**. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/serie-professor-eventual/artigos/qual-o-significado-da-expressao-produtor-de-agua>> Acesso em 10 de nov. de 2019;

ESCASSEZ DE ÁGUA. **Toda Matéria**. Disponível em:

<<https://www.todamateria.com.br/escassez-de-agua/>> Acesso em 21 de out. de 2019;

O QUE É UMA CISTERNA? **Ecoeficientes**. Disponível em:

<<http://www.ecoeficientes.com.br/oque-e-uma-cisterna/>> Acesso em 22 de out. de 2019;

CISTERNA DE PLASTICO. **Faz fácil**. Disponível em:

<<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/cisternas-plastico/>> Acesso em 12 de nov. de 2019;

IDEIAS PARA REUTILIZAR ÁGUA DA CHUVA. **Lar Natural**. Disponível em:

<<https://larnatural.com.br/ideias-para-reutilizar-agua-da-chuva/>> Acesso 23 de out. de 2019;

CISTERNAS VERTICAIS. **Meio ambiente e Construção**. Disponível em:

<<https://mac.arq.br/sistema-vantajoso-captacao-agua-chuva/>> Acesso em 12 de nov. de 2019;

CRISE DE ÁGUA NO BRASIL. **Mundo Educação**. Disponível em:

<<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/crise-agua-no-brasil.htm>> acesso em 20 de nov. de 2019.

OLIVEIRA, V. F. **Estudo técnico e econômico da implantação de aproveitamento de águas pluviais no departamento de engenharia civil e ambiental da universidade de Taubaté.** Taubaté, 2008

APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA DE BAIXO CUSTO PARA RESIDÊNCIAS URBANAS. **Sempre Sustentável.** Disponível em: <<http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>> Acesso em 06 de nov. de 2019;

ENTENDA A UNIDADE DE MEDIDAS DE CHUVA. **UENF Ciência.** Publicado em 4 de janeiro de 2012. Disponível em: <<http://uenfciencia.blogspot.com/2012/01/entenda-as-unidades-de-medida-de-chuvas.html?m=1/>> acesso em 25 de nov. de 2019.

CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS MÉDIAS DE TAUBATÉ. **Weather Spark.** Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/30389/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Taubat%C3%A9-Brasil-durante-o-ano>> Acesso em 11 de nov. de 2019;