



**CENTRO UNIVERSITÁRIO PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
UNIPAC BARBACENA
ENGENHARIA CIVIL**

**JÉSSICA CATARINA TEIXEIRA
THAIS LAIRA DE SOUZA ANSELMO**

**RESERVATÓRIO PARA ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
CONSUMO HUMANO**

**BARBACENA
2020**

**JÉSSICA CATARINA TEIXEIRA
THAIS LAIRA DE SOUZA ANSELMO**

**RESERVATÓRIO PARA ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA
CONSUMO HUMANO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil do Centro Universitário Presidente Antônio Carlos de Barbacena como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Dra. Suymara Toledo Miranda.

**BARBACENA
2020**

RESUMO

O trabalho a seguir vem apresentar uma possibilidade sustentável para o consumo de água potável; a água da chuva é um recurso hídrico natural que, tratada adequadamente, pode ser consumida de forma segura sem danos à saúde. A perspectiva no desenvolvimento é de contribuir com a conscientização da importância do armazenamento da água pluvial para consumo humano, desta forma trata-se detalhadamente sobre as opções de armazenamento em diferentes tipos de cisternas como também de seu tratamento correto e de qualidade, levando-se ainda em consideração que a água é um bem necessário à sobrevivência humana e, para tanto, deve estar em condições próprias para consumo.

Dada a relevância da água na vida humana o presente trabalho aborda minuciosamente sobre a importância da água potável, os tipos de cisternas, a captação e aproveitamento da água da chuva, os tipos de tratamentos, os componentes de uma cisterna e avaliação da qualidade da água, essas análises foram escritas com o intuito de descrever e apresentar como é simples e eficiente ter uma cisterna.

Palavras-chave: Cisterna. Sustentabilidade. Conservação. Água pluvial. Potabilidade.

ABSTRACT

The following essay presents a sustainable alternative to water consumption. Rainwater is a good possibility, for it is a hydric resource that, if well-treated, can be used safely without offering any harm to the human health. The perspective of this essay is to contribute to the awareness of the importance of rainwater storage in different types of cisterns as well as its correct and high-quality treatment, considering it as a vital resource and therefore it must be in proper conditions to be consumed.

Considering the great relevance of water to human life, the present final paper analyses accurately the importance of potable water, the different kinds of cisterns, the capture and handling of pluvial water, the variety of treatments, the cisterns' components and the valuation of water quality. The main body has the intention to describe and present how simple and efficient it is to have a cistern.

Keywords: Cistern. Sustainability. Preservation. Rainwater. Potable water

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	09
Figura 2	10
Figura 3	12
Figura 4	14
Figura 5	15
Figura 6	15
Figura 7	16
Figura 8	17
Figura 9	18
Figura 10	19
Figura 11	20
Figura 12	20
Figura 13	21
Figura 14	21
Figura 15	22
Figura 16	23
Figura 17	25
Figura 18	25
Figura 19	26
Figura 20	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. DESENVOLVIMENTO	8
2.1 A importância da água potável	8
2.2 Captação e aproveitamento da água da chuva	11
2.3 Componentes de uma cisterna.....	14
2.4 Tipos de cisternas	17
2.5 Avaliação da qualidade da água.....	23
3. CONCLUSÃO	28
REFERÊNCIAS	29

1. INTRODUÇÃO

A água é o bem mais essencial para a vida humana e está distribuída no estado sólido, líquido e gasoso das calotas polares e geleiras, no ar e até mesmo no subsolo ou nas formas de água doce dos rios e água salgada do mar.

Devido à crescente demanda e ao uso irracional da água, a captação veio como forma de aproveitamento da água da chuva, tornando-se uma das fontes alternativas de consumo e uma das formas mais simples que não demandam grandes obras e resultam na preservação da água potável, levando à conservação e economia da água dos rios.

Com a grande necessidade da preservação da água potável a população vem buscando tecnologias para a captação da água da chuva para uso humano, sendo alguns sistemas utilizados há anos em algumas partes do Brasil, em específico nas regiões semiáridas (DE SOUZA; OMENA; FÉLIX, 2018).

Ainda existe um cenário mundial bastante precário quanto ao uso da água de chuva para fins potáveis, devido à sua contaminação por poluentes, presença de vegetação entre outros fatores que podem interferir na qualidade da água e eventualmente ocasionar problemas de saúde (CAMPOS; AZEVEDO, 2013).

Desta forma o presente trabalho apresenta, a partir de uma revisão bibliográfica, os reservatórios para a captação da água de chuva para fins potáveis.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 A importância da água potável

A água é um bem essencial à vida do ser humano, mas, se não estiver em boas condições de consumo, ou seja, potável, pode se tornar um risco à saúde. Há muitas doenças que podem ser causadas pela falta de acesso à água de qualidade, ocasionando desde leves desconfortos gastrointestinais até casos que podem levar a óbito, sendo estes, na maioria das vezes, infantis (DUARTE, BARATELLA, PAIVA, 2015).

A falta de saneamento básico é uma das principais causas da mortalidade infantil no Brasil causado por doenças parasitárias (dengue, malária, cólera, febre amarela, teníase, cisticercose, esquistossomose, diarreia etc.) e doenças infecciosas (hepatite A, amebíase, dentre outras). Males que geralmente se proliferam em áreas sem coleta e tratamento de esgoto (OLIVEIRA *et al.*, 2015, p. 5).

Segundo Duarte, Baratella, Paiva (2015), toda a população tem direito aos serviços de saneamento básico, porém o Brasil, país de destaque no cenário econômico mundial, ainda não cumpriu uma tarefa fundamental: garantir saneamento básico à sua população. Com o vertiginoso aumento populacional ao longo dos anos, a dificuldade de administração dos projetos de saneamento básico também foi ampliada, tendo em vista a extensão territorial do país e a incapacidade dos órgãos governamentais em acompanhar e atender as necessidades da nação (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

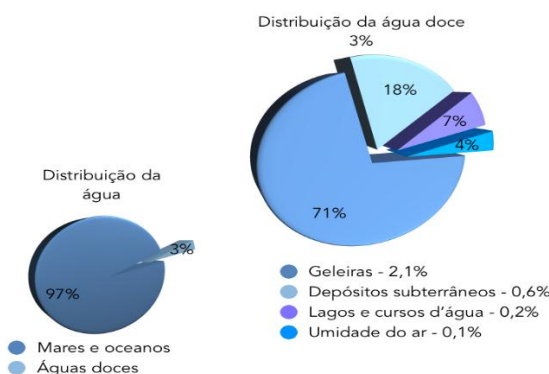
Historicamente, o Brasil tenta montar um marco regulatório que substitua aquele que foi instituído nos anos 70 sob a égide do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), contudo, só recentemente é que esses esforços levaram ao Congresso Nacional uma proposta política de saneamento que vai além do abastecimento de água e esgotamento sanitário ao refletir sobre a importância da drenagem urbana e limpeza pública na preservação ambiental e promoção da saúde. (OLIVEIRA *et al.*, 2015, p. 2).

A evolução industrial e sua exigência no dispender da água para o seu amplo funcionamento é uma das causas contribuintes para o aumento da poluição. Infelizmente ainda existe uma falsa ideia de que os recursos hídricos são infinitos, segundo Dos Anjos Garcia; Moreno; Fernandes (2015), além do elevado número de pessoas consumindo inúmeros produtos diariamente e descartando seus resíduos irresponsavelmente.

De acordo com do Anjos Garcia, Moreno e Fernandes (2015), em pleno século XXI nota-se que as pessoas, de modo geral, são desinformadas quando se trata dos problemas causados ao meio ambiente.

A degradação dos corpos d'água é preocupante, pois o que ainda existe de água doce para utilização potável é uma pequena parcela considerando a demanda. A superfície do planeta Terra contém cerca de 71% de água em estado líquido, fato que justifica o seu apelido de “Planeta Água” (FIG.1). Desse montante, apenas 3% é de água doce, sendo 2,1% se concentra nas geleiras e calotas polares, 0,1% pertence a umidade do ar e 0,8% se encontra em rios, lagos e lençóis subterrâneos, ou seja, são de difícil acesso para que sejam tratadas (RIBEIRO; ROLIM, 2017).

Figura 1 - Distribuição de água.



Fonte: C2 Sustentabilidade, 20--¹.

O ciclo hidrológico, que alimenta os rios, lagos, mares, aquíferos, entre outros armazenamentos naturais, é o principal meio de nutrição desses reservatórios e é alimentado pelo vapor de água existente na atmosfera, transportado pela circulação atmosférica, assim formando as nuvens que ocasionam a precipitação (GUIMARÃES, 2017).

Segundo Guimarães, (2017, p. 2) há vários caminhos que a precipitação percorre:

[...] uma parte é evaporada durante a queda; outra parte é interceptada (plantas, casas, etc.) sendo também evaporada; uma outra parte dá lugar ao escoamento superficial que se dirige para os rios que por sua vez alimentam os lagos e oceanos donde é evaporada; outra parte infiltra-se, umedece o solo que também é fonte de evaporação, alimenta as plantas através das quais volta à atmosfera por transpiração, ou alimenta os aquíferos que por sua vez alimentam os cursos de água donde será também evaporada, fechando-se assim o ciclo.

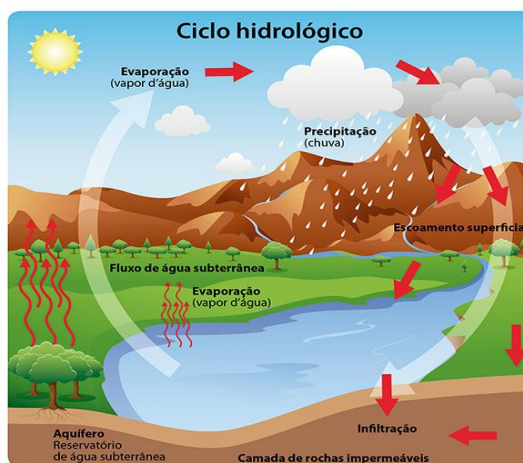
¹ <https://c2sustentabilidade.com/agua-voce-tem-sede-de-que/>

Portanto, um dos principais componentes do ciclo hidrológico são as águas superficiais e águas subterrâneas (FIG. 2). As águas superficiais são aquelas que provêm de captação de lagos, rios e represas, e as águas subterrâneas são de mananciais profundos, ou seja, toda a água que infiltra nos solos e rochas. As reservas de águas subterrâneas são chamadas de mantos aquíferos ou, simplesmente, aquíferos (TUNDISI, 2006).

[...] a partir da verificação da capacidade de um aquífero, é feita a captação das águas subterrâneas em quantidade e qualidade. Entende-se que, as águas subterrâneas contribuem para o equilíbrio hidrológico e são consideradas como fonte indispensável para o consumo humano, podendo ser consideradas então como importante componente do ciclo hidrológico (DOS ANJOS GARCIA; MORENO; FERNANDES, 2015, p. 7).

A falta da precipitação pode levar a consequências preocupantes como, por exemplo, a escassez de água, sendo este um problema de âmbito mundial (RIBEIRO; ROLIM, 2017). Em 2014 os brasileiros vivenciaram uma das maiores crises hídricas da sua história, se não a maior. No estado de São Paulo, a bacia Tietê, responsável por abastecimento de uma população superior a 15 milhões de habitantes e um dos maiores complexos industriais do mundo, foi uma das bacias mais afetadas (DOS ANJOS GARCIA; MORENO; FERNANDES, 2015).

Figura 2 - Ciclo Hidrológico.



Fonte: Rafael, 2019 (mundo ecologia)².

O estado de Minas Gerais, no mesmo ano, também sofreu com a seca causada pela falta de chuvas: a nascente do Rio São Francisco, que se encontra na Serra da Canastra, e é

² <https://www.mundoecologia.com.br/natureza/ciclo-hidrológico-etapas-e-fases/>

responsável por abastecer diversas cidades mineiras, teve o primeiro registro do sumiço de água na história do rio (DOS ANJOS GARCIA; MORENO; FERNANDES, 2015).

Conforme Guimarães *et al.* (2015, p. 2928) “A conservação da qualidade e quantidade da água do planeta, através de práticas de economia, como o uso racional e as fontes alternativas, fazem parte dos princípios da sustentabilidade”. O grande aumento populacional, gera a escassez dos recursos hídricos e as fontes de abastecimento de água se tornam insuficientes devido à grande demanda (COHIM; KIPERSTOCK, 2008 *apud* GUIMARÃES *et al.*, 2015, p. 2927).

A distribuição dos recursos hídricos relacionados à concentração populacional é outro fator preocupante em relação à disponibilidade de água potável. Os locais mais populosos são justamente os que possuem pouca água, por outro lado onde há muita água ocorre baixo índice populacional. Por exemplo, a Região Sudeste do Brasil, que dispõe de um potencial hídrico de apenas 6% do total nacional, conta com 43% do total de habitantes do país, enquanto a Região Norte, que compreende a Bacia Amazônica, apresenta 69% de água disponível, contando com apenas 8% da população brasileira (GHISI, 2006; COUTO, 2012, *apud* FERNANDES; NASCIMENTO; YOSHINO, 2016, p. 106).

Graças à má distribuição deste recurso no globo terrestre, a ONU dá alertas através de relatórios a respeito de uma crise ambiental global, na qual está inserida a crise hídrica. A crise de abastecimento não é um problema isolado, afeta o dia a dia das pessoas que carecem de água em casa, como também a economia brasileira e a sociedade como um todo (VERIATO *et al.*, 2015).

Para amenizar o problema que se apresenta, uma das possíveis soluções é a captação e armazenamento da água da chuva para utilização nos serviços domésticos, assim como para consumo humano, desde que seja tratada de forma adequada para se tornar potável. De acordo com Matthiensen *et al.* (2012) a captação e o armazenamento da água de chuva são uma ótima alternativa para minimizar o problema de estiagens severas em algumas épocas do ano.

2.2 Captação e aproveitamento da água da chuva

A água é hoje um dos bens naturais mais ameaçados. A ideia de captação e armazenamento da água de chuva (FIG. 3) para consumo humano consiste no manejo da água precipitada, em que se empregam superfícies impermeáveis tais como telhados, lajes, calçadas, sendo mais comum a captação pelo telhado (VELOSO; MENDES, 2014).

A água da chuva faz parte do ciclo hidrológico e é um bem a ser captado dos telhados, do chão e do solo, armazenando e/ou infiltrando de forma segura, tratada conforme requerido pelo uso final, e utilizando o seu pleno potencial. De maneira geral, as tecnologias de captação e manejo de água de chuva são técnicas que permitem interceptá-la e utilizá-la no local onde ela cai, para facilitar sua infiltração no solo ou sua captação durante o escoamento de uma área específica (telhados, pátios, chão, ruas e estradas) e depois armazená-la em um reservatório (cisterna ou solo) para uso futuro, seja doméstico, agrícola ou dessedentação de animais, tanto em áreas rurais como urbanas (SANTOS, 2017, p. 27).

Figura 3 - Sistema básico de captação da água da chuva.



Fonte: Casa e arquitetura, 2016³.

As várias formas de captação e armazenamento de águas pluviais vêm de muito antes do que se pode imaginar. A estratégia já era utilizada por civilizações antigas, como por exemplo os Astecas, Maias e Incas, o que resultou na construção de reservatórios para a captação e armazenagem de águas pluviais para o consumo humano (GIACCHINI, 2010). Do mesmo modo, centenas de anos antes do nascimento de Cristo, a captação da água de chuva já era comum nas regiões do Mediterrâneo e do Oriente Médio, onde era usada pelas civilizações ali estabelecidas pelos egípcios, palestinos, iranianos, iraquianos, gregos e romanos. A captação era feita da água que escoava das superfícies dos telhados ou de outra superfície impermeável e era armazenada em tanques subterrâneos ou reservatórios enterrados (cisternas), na forma de cúpulas de alvenaria (SMET; MORIARTY, 2001 *apud* MANO, 2004).

As principais vantagens e desvantagens para a captação da água da chuva segundo Matthiensen *et al.* (2012, p. 9 e 10) são:

As vantagens:

- Combate à escassez de água em períodos de estiagem ou de maior demanda, em regiões de produção intensiva de suínos e aves;
- Reduz o consumo de água potável na propriedade, e o custo de fornecimento da mesma;

³ <https://casaearquitetura.com/como-reaproveitar-agua-da-chuva/>

- É gratuita, ou seja, não faz parte do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), portanto não tem valor econômico previsto em Lei (Art. 1º, Inc. II, Lei 9433/1997);
 - Irrigação de hortas e jardins, etc., desonerando o abastecimento público;
 - Apresenta a conveniência do suprimento (captação) acontecer no próprio local ou próximo do local de consumo;
 - Contribui para uma melhor gestão e distribuição de águas nas regiões de produção intensiva de suínos e aves; É de fácil manutenção, e possui tecnologias disponíveis flexíveis e adaptáveis a diferentes terrenos e propriedades;
 - A água captada possui qualidade aceitável, principalmente se captada nos telhados;
 - Contribui com a conservação de água, a autossuficiência e a uma postura ambientalmente correta perante os problemas ambientais existentes no meio rural.
- As desvantagens:
- Seu suprimento é limitado, ou seja, é função da quantidade de precipitação na região, e da área de captação (por exemplo, área total de telhados).

De acordo com Guimarães *et al.* (2015, p. 2928):

A água que é captada das edificações pode ser utilizada como fonte alternativa de consumo, que resultará na redução do consumo dos sistemas públicos, porém necessita de uma atenção maior acerca da viabilidade do consumo que será feita com possíveis riscos sanitários do dimensionamento das instalações, da captação feita e do armazenamento. Assim evitar projetos inadequados a serem instalados e evitando comprometer os aspectos positivos da captação e armazenamento.

Existem diversos sistemas de captação da água da chuva, que servem como fonte alternativa, podendo ser realizados em locais como residências ou prédios, e que ampliam a oferta de água e, conseqüentemente, reduzem as dificuldades inerentes aos períodos de estiagem (FONSECA *et al.*, 2020). A água captada para o aproveitamento potável deve apresentar algumas especificações como a relevância do projeto e da demanda que o projetista irá definir para a população que consumirá esse recurso, como estudo das fases históricas das precipitações da região em que o projeto será instalado (MENEZES, 2018).

A captação das primeiras coletas das águas da chuva pelo seu escoamento inicial na área da captação vem com alguns resíduos como poeiras, fuligens, folhas, galhos, que podem ser uma fonte de contaminação, por isso são necessários as instalações de alguns dispositivos de descarte das primeiras águas que são captadas, evitando a contaminação da água que será armazenada (TOMAZ, 2003).

Conforme Mano (2004, p. 52) e Ribeiro; Marinoski (2020, p. 54):

Os componentes e equipamentos empregados em sistemas de aproveitamento de água pluvial variam de acordo com diversos fatores, dentre eles a tipologia e finalidade do sistema, a possibilidade técnica, a viabilidade econômica e aceitação social. Os elementos constituintes de um sistema de aproveitamento de água pluvial compõem-se dos componentes essenciais e dos acessórios. Os componentes essenciais são aqueles que estão presentes em qualquer tipo de sistema, independente dos recursos

necessários para construí-lo. São eles a área de captação (telhado, laje e piso), sistemas de condução de água (calhas, condutores verticais e horizontais) e o reservatório de armazenamento. Podem ainda ser necessários tubulação de recalque, reservatório superior e rede de distribuição.

A ABNT NBR 15.527 (2007) regula instalações, como grades e telas (FIG. 4) e instalação de um dispositivo para o descarte da captação feita pelo escoamento do telhado que vai para o armazenamento. O dispositivo instalado deve ser dimensionado pelo projetista e é recomendado que seja um dispositivo preferencialmente automático. Na falta desses dados se tem o descarte de 2 mm inicial da precipitação.

Figura 4 - Exemplo de tela horizontal, colocada junto à calha para reter poluentes.



Fonte: Mano, 2004, p.57⁴.

2.3 Componentes de uma cisterna

Além de poderem ser de diferentes tipos de materiais, tamanhos, funções, as cisternas apresentam distintos elementos que compõem seu sistema para que a água seja armazenada e tratada de forma segura. Seus principais componentes são: área ou fonte de captação, dispositivo para evitar a entrada de folhas no sistema; calhas e condutores; dispositivo de desvio das primeiras águas das chuvas; pré-filtro e filtro, dispositivo de descarte de sólidos e cisterna (WASKIEWIC *et al.*, 2017).

⁴ <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/8742/000586430.pdf?sequence=1>

A coleta de água pluvial é realizada, na maioria das vezes, por telhados. Sua composição estrutural demanda equipamentos pré-definidos para uma captação correta e de qualidade (WASKIEWIC *et al.*, 2017).

O primeiro componente para a construção do sistema de captação é o dispositivo para evitar a entrada de folhas e galhos (FIG. 5), em que se coloca uma tela de sombrite sobre a calha impedindo a entrada de folhas e galhos nos condutores. Existe uma outra forma para o desvio das folhas do sistema, em que se coloca um recipiente separado logo abaixo da calha, numa das extremidades das instalações (WASKIEWIC *et al.*, 2017).

Figura 5 - Dispositivo de descarte de sólidos grosseiros.



Fonte: Costa, 2011, p. 9⁵.

Toda cisterna deve contar com um sistema de calhas e condutores (FIG. 6) para conduzir a água da área de coleta (BRITO *et al.*, 2007). Segundo De Oliveira *et al.* (2012), para tanto, é necessário conhecer a área total dos telhados onde será realizada a captação, sendo esta ação diretamente responsável pela quantidade de água captada por meio do escoamento da água no telhado da casa e sua condução. A estrutura a ser utilizada em sua construção pode ser em PVC, metálica ou mista.

Figura 6 - Demonstração de calha e condutor.



Fonte: Viana, 2019⁶.

⁵ <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/124546/268.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁶ <https://www.guiadaengenharia.com/dimensionamento-calhas-condutores/>

O dispositivo de desvio das primeiras águas (FIG. 7) das chuvas é responsável por eliminar os dois primeiros milímetros de chuva que carrega as impurezas depositadas no telhado, que pode conter fezes de pequenos animais, poeira, folhas secas, restos animais, entre outras sujeiras, que podem contaminar a água da cisterna (BRITO *et al.*, 2007; WASKIEWIC *et al.*, 2017). Sua instalação deve ser feita de forma que o dimensionamento seja adequado para a preservação da qualidade da água e devem ser desviadas dos locais de armazenagem por meio de instalação de registros específicos (DE OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Figura 7 - Demonstração de desvio das primeiras águas.



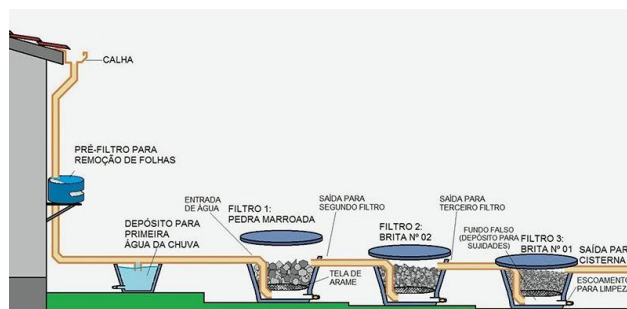
Fonte: Prêmio ANA, 2017⁷.

No dispositivo de descarte de sólidos são incluídos dois elementos, os pré-filtros e os filtros (FIG. 8). Os pré-filtros são estruturas que podem ser construídas em concreto, PVC, fibra de vidro ou alvenaria e têm o objetivo de remover os detritos maiores, como galhos e folhas, antes da passagem pelos filtros da cisterna (REGELMEIER, 2016). O filtro, por sua vez, é uma etapa necessária para retirar partículas macroscópicas em suspensão que são arrastadas pela água (DE OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A água destinada a uma cisterna ou reservatório deve passar por um sistema de filtração eficiente antes de seu armazenamento. Para sistemas de captação de água de telhados e coberturas, recomenda-se a utilização de filtros rápidos, devido ao grande volume de água captado e sua rapidez de passagem pelo sistema. Quando desejamos fazer o tratamento de água podemos usar filtros de areia média e fina ou uso da pedra britada, pois a água será tratada posteriormente (DE OLIVEIRA *et al.*, 2012, p. 20).

⁷ [https://premio.ana.gov.br/Edicao/2017/projeto-detalle.aspx?id=49&\\$ListID=A2CB8C6D-6FE2-4E67-BD57-5254DBCF88DD](https://premio.ana.gov.br/Edicao/2017/projeto-detalle.aspx?id=49&$ListID=A2CB8C6D-6FE2-4E67-BD57-5254DBCF88DD)

Figura 8 - Demonstração de filtragem com brita.



Fonte: Rohden; Fank, 2015, p. 9⁸.

O último componente é aquele que efetivamente armazena a água, a cisterna, que é o reservatório fechado; suas características são as mais variadas como: tamanho, volume, materiais diversos para construção e formas. Segundo De Oliveira *et al.* (2012, p. 22):

As cisternas podem ser enterradas ou ao nível do solo. Em cisternas enterradas, a temperatura resultante da água de armazenamento é menor, reduzindo o desenvolvimento e a proliferação de microrganismos. Cisternas construídas ao nível do solo sofrem a ação dos raios solares, resultando em uma tendência ao aumento da temperatura da água armazenada. Porém, são construídas de forma a não permitirem a entrada de luz solar, evitando assim o crescimento de microalgas e demais organismos em seu interior.

2.4 Tipos de cisternas

Quando se fala em tipos de cisternas não se imagina o quão vasto é este tema, a seleção do material adequado depende, principalmente, da finalidade do uso da água, pois eles apresentam grandes variações em relação à durabilidade, à segurança e ao custo (COLLA, 2008).

Desde sua origem, cerca de 4.000 a.C., as cisternas foram utilizadas no manejo de água em comunidades agropecuárias. Conforme se passaram os anos, as tecnologias, engenharias e diversos estudos se aprimoraram e foram criadas cisternas de grande eficiência na coleta de água da chuva, o que justifica sua importância para as regiões suscetíveis à estiagem, até chegar aos dias atuais, quando é possível fazer com que a água pluvial seja potável (DE OLIVEIRA MARINHO; CAMPOS; DE LIMA, 2019).

A utilização e dimensionamento de uma cisterna depende da necessidade de armazenamento, como também de sua finalidade, a exemplo, se será para consumo residencial,

⁸ <http://www.uniedu.sed.sc.gov.br/wp-content/uploads/2015/02/artigo-Ivanea-Clari-Back-Rohden.pdf>

para agropecuária, jardins, entre outras necessidades. Essas discussões são essenciais e permitem avançar na compreensão dos fatores que intervêm na utilização de cisternas para consumo humano por meio da água da chuva (SILVA; BORJA, 2017).

Existem cisternas de materiais diversificados como, por exemplo, lonas de PVC (*Policloreto de vinila*) ou PEAD (*Polietileno de alta densidade*), fibra de vidro, alvenaria, ferrocimento ou concreto armado (DE OLIVEIRA MARINHO; CAMPOS; DE LIMA, 2019). Gnadlinger (1997) acrescenta os materiais como tela e arame, cal e plástico.

Existem vários tipos de cisternas, abaixo iremos citar as cisternas que são de uso para consumo humano como: cisterna de placa de cimento, cisternas de tijolo, cisternas de tela e arame, cisternas de cal, cisternas enxurrada, cisterna polietileno e a cisterna vertical.

Alguns tipos de materiais são mais utilizados para o armazenamento adequado de água pluvial, como por exemplo as cisternas de placa de cimento (FIG. 9), que são utilizadas principalmente na região do Nordeste do Brasil. Essa é a região onde mais se utiliza desse meio para o abastecimento hídrico, vista a predominância do clima semiárido, que tem como característica a suscetibilidade às estiagens e secas prolongadas que ocorrem de forma cíclica (DE OLIVEIRA MARINHO; CAMPOS; DE LIMA, 2019).

A cisterna de placas de cimento fica enterrada no chão até mais ou menos dois terços da sua altura. Ela consiste em placas de concreto (mistura cimento: areia de 1: 4), com tamanho de 50 por 60 cm e com 3 cm de espessura, que estão curvadas de acordo com o raio projetado da parede da cisterna, dependendo da capacidade prevista. Há variantes onde, por exemplo, as placas de concreto são menores e mais grossas, e feitas de um traço de cimento mais magro. Estas placas são fabricadas no lugar mesmo em simples moldes de madeira. A parede da cisterna é levantada com essas placas finas, a partir do chão já cimentado. Para evitar que a parede venha a cair durante a construção, ela é sustentada com varas até que a argamassa esteja seca (GNADLINGER, 1997, p. 1).

Figura 9 - Cisterna de placa de cimento.



Fonte: Lessa, 2012⁹.

⁹ <http://www.cienciaecultura.ufba.br/agenciadenoticias/noticias/dosagem-adequada-de-materiais-permite-aperfeicoar-cisternas-do-semiarido/>

As cisternas de tijolo (FIG. 10) são construídas a cerca de dois terços abaixo do chão. Assim como a cisterna de placas de cimento, esse tipo de cisterna exige uma escavação maior, o que possibilita o trabalho na parte externa da parede. Esta é composta por uma estrutura circular de tijolos em uma base concretada e contém a espessura de 20 cm, rebocada seja interna que externamente, e é coberta por uma nata cimento na parte de dentro. Este processo é feito com argamassa e cal, visando assegurar uma maior elasticidade ao reservatório. O teto da cisterna de tijolo é composto de concreto de armação simples, sendo um teto nivelado (GNADLINGER, 1997).

Figura 10 - Cisterna de tijolo.



Fonte: Queiroz *et al.*, 2017, p. 4¹⁰.

Já as cisternas de tela e arame (FIG. 11) não são enterradas, geralmente ficam totalmente na superfície, sua altura é de aproximadamente dois metros. Antes de concretar o fundo, só é preciso retirar a terra fofa e, quando necessário, também o cascalho e/ou a areia grossa antes da concretagem. O chão é nivelado a uma profundidade de cerca de 20 cm (GNADLINGER, 1997).

Para a construção desta cisterna é preciso uma forma de chapa de aço. Essa consiste em chapas de aço plano (1 m x 2 m), finas (0,9 mm) que são seguradas por cantoneiras e parafusadas umas nas outras em forma cilíndrica.

A forma levantada é primeiramente envolta com tela de arame e em seguida com arame de aço galvanizado com uma espessura de 2 ou 4 mm - para cisternas com capacidade de 10 ou 20 m³ respectivamente. A tela de arame deve passar por debaixo da forma e cobrir uma largura de aproximadamente 50 cm no fundo da cisterna (GNADLINGER, 1997, p. 2).

¹⁰http://editorarealize.com.br/editora/anais/conidis/2017/TRABALHO_EV074_MD4_SA5_ID2129_23102017214033.pdf

Figura 11 - Cisterna de tela e arame.



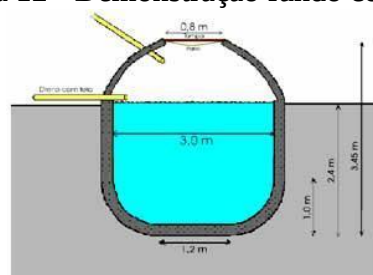
Fonte: Faz fácil, 20--¹¹.

As cisternas feitas com cal (FIG. 13) são, na sua maioria, subterrâneas, deixando aparente apenas uma cúpula que permite acesso ao seu interior. As paredes de tijolos, com 20 cm espessura, estão diretamente encostadas na terra, e são revestidas por argamassa de cal entre duas e três vezes. Sua cúpula pode ser feita com tábuas, telhado comum ou mesmo tijolos, porém com uma vedação suficiente para que a água seja adequadamente armazenada (GNADLINGER, 1997).

A terra é escavada na medida exata do tamanho da cisterna. O fundo da cisterna é côncavo (FIG. 12). Por dentro a cisterna tem a forma da metade grossa de uma enorme casca de ovo. Começa-se levantar a cisterna no centro do fundo da cisterna com os tijolos em pé.

O teto da cisterna pode ser feito de tábuas, pode ser um telhado comum, porém bem vedado contra a entrada de pequenos animais, ou, mais simples, pode ser uma cúpula feita de tijolos (GNADLINGER, 1997, p. 5 e 6).

Figura 12 - Demonstração fundo côncavo.



Fonte: Faz fácil, 20--¹².

¹¹ <https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/cisternas-tela-arame/>

¹² <https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/cisterna-cal-tijolos-argamassa/>

Figura 13 - Começo da construção cisterna de cal.



Fonte: Siote, 2016¹³.

Existem alguns tipos de construção de cisternas abaixo do solo, como por exemplo a cisterna enxurrada (FIG. 14). Sua construção é sub superficial, havendo somente a tampa de formato cônico para o lado de fora. O processo do armazenamento é o resultado do escoamento da chuva pela terra que, antes de chegar ao reservatório final, passa por três caixas de decantadores. Eles servem para que a areia fique depositada no fundo dessas caixas e sejam retiradas posteriormente. O uso dessa cisterna é mais comum para a produção de alimentos e consumo de animais (DE ANDRADE, 2018).

Figura 14 - Cisterna enxurrada.



Fonte: Dom total, 2017¹⁴.

Já a construção da cisterna polietileno é semienterrada e seu uso é voltado ao consumo humano. Apresenta formato cilíndrico, assim como a cisterna de placa. Esse tipo de cisterna é produzido com polietileno (FIG. 15) de alta densidade com o aditivo UV-8 e antioxidantes além de vedação contra insetos, sendo atóxica, inodora, impermeável e com capacidade de armazenamento de até 16 mil litros (DIAS, 2016).

¹³ <http://www.siote.com.br/blog/cisterna-e-caixa-dagua/>

¹⁴ <https://domtotal.com/noticia/1129302/2017/02/construcao-de-cisternas-leva-desenvolvimento-a-regiao-do-semiarido/>

Um grande parceiro na instalação desse tipo de cisterna no Brasil é a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), essa ação faz parte do programa Água para Todos, cuja coordenação é do Ministério da Integração Nacional (MI) e a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), que é um dos órgãos executores (DIAS, J. 2016, p. 29).

Figura 15 - Cisterna de polietileno.



Fonte: Britto, 2012¹⁵.

Existe também a cisterna vertical (FIG. 16), mais conhecida como sistema MANO, que foi criado pelos arquitetos Ulrich Zens (arquiteto paisagista) e João David (arquiteto urbanista).

[...] diante dessa nova ideia tecnológica, do sistema MANO, é viável a implantação do mesmo para armazenamento da água da chuva, principalmente no que se refere à praticidade de espaço, visual e custo. Essa alternativa de Cisterna Vertical, fabricada em (PVC), atende as normas vigentes para reservatórios e aproveitamento de águas pluviais, unindo todos os elementos e componentes da estrutura construída, em um processo de captação, tratamento da água da chuva e armazenamento, através dos telhados e paredes, formando um sistema integrado que após o armazenamento da água da chuva na cisterna vertical, não será necessário a utilização de bomba, devido à quantidade de água armazenada nos tubos, que de forma gravitacional, gerará pressão ao sair pela torneira, podendo ser utilizada para lavagem de pisos, automóveis, canteiros com vegetação ou qualquer outro objeto que não necessite de água potável (DA SILVA, V.; JIMENEZ, T.; ANDRADE, F., 2016, p. 97 e 98).

¹⁵ <https://www.carlosbritto.com/menos-de-1-das-cisternas-de-polietileno-em-pernambuco-apresentam-defeito-esclarece-codevasf/>

Figura 16 - Cisterna Vertical.



Fonte: FNA, 2015¹⁶.

2.5 Avaliação da qualidade da água

A avaliação da qualidade da água tem uma incidência direta na saúde de seu consumidor, pois esta é um veículo para microrganismos patogênicos (BRITO, L. *et al.*, 2007).

[...] a água destinada para consumo humano tem sido frequentemente reconhecida como veículo de transmissão de enfermidades. Muitas epidemias tiveram sua origem na distribuição e abastecimento de águas. Aproximadamente 15% da população brasileira vive na zona rural, são por volta de 29 milhões de pessoas, as quais prioritariamente vivem sem acesso aos serviços de saneamento como água tratada (SIMÃO *et al.*, 2020, p. 100).

A NBR 15527 (ABNT, 2007) especifica que é preciso verificar a necessidade do tratamento, como a análise da composição física, química e bacteriológica, para assim diminuir os riscos à saúde de seus usuários. Caso seja para o uso potável, deve-se atender à Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011).

Para se tornar adequada ao consumo, a água captada requer um controle de qualidade antes de ser fornecida ao consumidor. O controle de qualidade é caracterizado pelo uso ao qual se destina, para então aplicar as normas técnicas de seus valores qualitativos e assim definir o tratamento de acordo com as necessidades estabelecidas pelas diversas finalidades possíveis, sendo esta uma etapa importante que visa a proteção de seus consumidores e dos componentes do sistema (RIBEIRO; MARINOSKI, 2020).

Existem alguns processos de tratamento mais baratos e pouco tecnológicos, métodos simples como a fervura da água captada, a filtragem com areia ou filtro doméstico ou até mesmo a exposição da água ao sol com adição de água sanitária. Este último é o método de tratamento

¹⁶ <http://www.fna.org.br/2015/01/02/arquitetos-criam-sistema-vertical-de-captacao-de-agua-de-chuva/>

mais amplamente difundido no meio rural do semiárido brasileiro e resulta na filtração e cloração das águas captadas e armazenadas em cisternas. O cloro para o tratamento de desinfecção da água, pode ser usado em forma de cloro gasoso, de hipoclorito de sódio ou de hipoclorito de cálcio (BRITO, L. *et al.*, 2007).

A Organização Mundial de Saúde - OMS considera que uma concentração de 0,5 mg L⁻¹ de cloro livre residual na água, depois de um tempo de contato de 30 minutos, garante uma desinfecção satisfatória. Por outro lado, a OMS salienta que não se observa nenhum efeito nocivo à saúde no caso de concentrações de cloro livre que cheguem a 5 mg L⁻¹. Esta concentração foi considerada como um valor de referência e não um valor a ser alcançado (BONNEFOI, 1999 *apud* BRITO, L. *et al.*, 2007, p. 90).

Em uma pesquisa realizada no distrito de Novo Paraíso, Jacobina, no estado da Bahia, foi realizada uma análise da água captada e armazenada em cisternas. Foram encontradas em 95% das amostras a contaminação por *E. coli*; 7,5% e 2,5% apresentaram valores insatisfatórios para pH, e a cor imprópria para consumo humano (LIMA; SANTOS, 2017).

Conforme Anecchine (2005, p. 40):

Devido perda de qualidade que a água da chuva sofre ao passar pela troposfera e pela área de captação, se faz necessária a utilização de dispositivos de descarte de sólidos e de desvio de água dos primeiros escoamentos. Os primeiros milímetros de chuva que precipitam sobre os telhados são os mais poluídos.

Segundo Ribeiro; Marinoski (2020, p. 58) e May S. (2004, p. 62):

[...]o tratamento da água pluvial depende da qualidade da água coletada e de seu uso final. A coleta de água para fins não potáveis não requer grandes cuidados de purificação, embora certo grau de filtragem, muitas vezes, seja necessário. Para um tratamento simples, podem-se usar processos de sedimentação natural, filtração simples e cloração. Em caso de uso da água de chuva para consumo humano, é recomendado utilizar tratamentos mais complexos, como desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa.

A captação da água de chuva deve atender os padrões de potabilidade estabelecidos pelas legislações (FIG.17), de forma do abastecimento seja coletivo ou individual e deve-se estar de acordo com a conformidade do padrão de aceitação para o consumo humano, a tabela mostrar a seguir os valores referentes do padrão da potabilidade para consumo humano (COSTA; MELO, 2018).

Figura 17 - Padrão de potabilidade.

Parâmetro	Unidade	VMP
Amônia	mg/L	1,5
Cloreto	mg/?	250
Cor aparente	uH (unidade Hazen)	15
Dureza	mg/L	500
Trubidez	UT	5
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1000

Fonte: Costa; Melo, 2018, p. 31¹⁷.

O processo de avaliação e tratamento da água consiste no descarte inicial do escoamento que passa pelo processo de filtragem (FIG. 18); existem alguns filtros que promovem a desinfecção microbiológica da água captada por meio de adição de agentes desinfetantes ou pela alteração do material do próprio meio filtrante (DALPAZ *et al.*, 2019).

Figura 18 - Sistema Permanente de uso.



Fonte: Disk calhas, 20--¹⁸.

Da Silva Cruz; Menezes; Teixeira, (2017) fizeram um estudo no município de Belém, estado do Pará, de um sistema experimental de tratamento da captação da água da chuva para o uso potável. O sistema (FIG. 19) por eles utilizado era composto por um filtro lento e um reator ultravioleta e se baseou nas variáveis: cor aparente, dureza, pH, turbidez, coliformes totais e termo tolerantes. De acordo com a Portaria do Ministério da Saúde 2.914/11.

[...] o uso de filtro lento de areia e carvão ativado, que deu resultado satisfatório reduzindo as variáveis: dureza e cor aparente em 100%; a turbidez em 79%; o pH

¹⁷ <https://ri.cesmac.edu.br/handle/tede/379>

¹⁸ <http://www.diskcalhasjoinville.com.br/blog/sistemas-de-captacao-de-agua-da-chuva/>

passou da média $7,5 \pm 0,36$ para $7 \pm 0,33$; a análise microbiológica apresentou redução gradativa do NMP/100 ml até alcançar a ausência de coliformes totais e termo tolerantes em quatro semanas. Como o uso pré-determinado é o potável, utilizou-se o reator ultravioleta como tecnologia de desinfecção para aumentar a segurança da água, obtendo-se como resultado a ausência de coliformes totais e termo tolerantes. Portanto, indica-se o uso de filtro lento e carvão ativado seguido de reator UV para o tratamento de água de chuva. Contudo, é de fundamental importância que as variáveis turbidez e cor aparente estejam com valores baixos para que a radiação UV atinja as bactérias de maneira uniforme (DA SILVACRUZ; MENEZES; TEIXEIRA, 2017, p. 5).

Figura 19 - Filtro lento de carvão antracito, areia e pedregulho.



Fonte: Virgílio, 2012¹⁹.

Para que o sistema de captação e armazenamento de água de chuva tenha seu funcionamento garantido, é imprescindível que todos os seus componentes estejam em condições de uso adequadas (SILVA; BORJA, 2017).

A forma de captação pluvial para consumo humano deve receber uma atenção maior no seu tratamento. A água passa por várias etapas até que possa ser utilizada para fins potáveis e o maior desafio é escolher o sistema apropriado para cada situação específica (BRITO *et al.*, 2007). Com o tratamento adequado e seguro é possível tornar a água potável favorecendo a economia. Ainda segundo Brito *et al.* (2007, p. 6), os processos para um bom tratamento do armazenamento de água potável são:

Floculação - é o processo em que a água recebe uma substância química denominada de “sulfato de alumínio”, com o objetivo de aglutinar e decantar as impurezas maiores, facilitando sua remoção;
 Filtração - a água passa por várias camadas de materiais filtrantes para reter as partículas menores, não retidas no processo anterior;
 Desinfecção - este processo assegura a proteção contra riscos de infecções de origem hídrica, ou seja, a destruição de micro-organismos presentes na água. A desinfecção pode ser efetuada por métodos físicos, como ebulição e raios ultravioleta, ou métodos

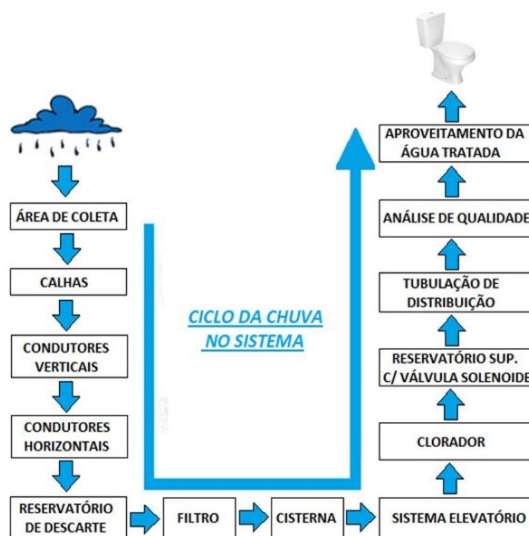
¹⁹ <https://pt.slideshare.net/neoson/aula-07-tecnicas-de-tratamento-parte-3-0809>

químicos, com a utilização de reagentes. Os reagentes mais comuns são o cloro e seus derivados e o ozônio, junto com dióxido de cloro;
Fluoretação - é uma etapa complementar, em que o flúor é aplicado à água e tem a função de colaborar para redução da incidência de cáries dentárias, essencial às crianças.

Para a contribuição do funcionamento ideal do sistema (FIG. 20), implicando na qualidade da água, é importante sua limpeza e manutenção: recomenda-se que a limpeza do pré-filtro e do filtro seja feita em épocas de estiagem, ou seja, de duas a três vezes ao ano; já a limpeza da cisterna poderá ser anual e em épocas quando a propriedade não dependa desta água armazenada (DE OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Lavar e desinfetar a cisterna pelo menos uma vez por ano, sempre antes do início das novas chuvas, de forma que não ocorra mistura da água antiga com a nova. Porém, é importante não a deixar sem água, pois isso pode provocar rachaduras e possíveis infiltrações (BRITO *et al.*, 2007, p. 89).

Figura 20 - Ciclo completo do sistema de armazenamento.



Fonte: Bianchini, 2018²⁰.

²⁰ <https://monografias.brasilecola.uol.com.br/engenharia/sistema-aproveitamento-agua-chuva-um-predio-residencial.htm>

CONCLUSÃO

Tendo em vista que a água potável não é de acesso universal por inúmeras razões, sejam elas pela falta de políticas públicas eficientes ou mesmo por razões ambientais, é de se ressaltar a importância da implantação de cisternas de armazenamento de água pluvial para consumo humano nos locais onde haja escassez de recursos hídricos ou mesmo em locais onde deseja-se economizar água. Assim, é possível concluir que tal alternativa pode transformar a vida de pessoas sem acesso à água potável e saneamento básico, promovendo melhor qualidade de vida aos seres humanos, assim como maior sustentabilidade e menor impacto ambiental.

As cisternas podem ser uma alternativa sustentável para a manutenção vida, sendo implantada de forma adequada e correta, seus variados tipos de materiais, tamanhos e volumes podem contribuir ainda mais com a qualidade do armazenamento e tratamento. Para que a água pluvial se torne potável é relevante que a cisterna tenha a manutenção e limpeza corretas para que o tratamento seja eficaz.

Sendo o sistema de captação um conjunto de componentes capazes de transformar a água pluvial em água potável, sua presença vem amenizar antigas deficiências causadas pela água insalubre que tantos problemas traz à saúde de populações carentes e abandonadas pela gestão pública, o que resulta em questões de saúde pública. Seu sistema é simples e eficiente, mas deve ser instalado por um profissional qualificado para que seja feito de forma correta e para que seu armazenamento seja de fato efetivo.

Oportunamente outros trabalhos a serem desenvolvidos poderão contribuir com novas sugestões acrescentando alternativas para o armazenamento dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Stephane Lima Pereira de *et al.* **Dimensionamento de cisternas tipo calçado associado à variabilidade pluviométrica:** estudo de caso no município de Delmiro Gouveia-AL. 2015.
- ANNECCHINI, Karla Ponzo Vaccari. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES).** Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Vitória, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527.** Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para fins não potáveis: Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- BONNEFOI, X. La desinfección del agua. Washington, DC: OMS, 1999 *apud* BRITO, L. *et al.*, **Cisternas domiciliares: Água para o consumo humano**, Embrapa Semi-Árido. 2007.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria n. 518, de 25 de março de 2004. Diário Oficial da União, Brasília, DF, **26 mar. 2004. Seção 1, p. 266.**
- BRITO, LT De L. *et al.* **Cisternas domiciliares: água para consumo humano.** Embrapa Semiárido-Capítulo em livro científico (ALICE), 2007.
- BRITO, LT de L.; DE MOURA, M. S. B.; GAMA, G. F. B. **Potencialidades da água de chuva no Semi-árido brasileiro.** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.
- CAMPOS, Mônica Maria; AZEVEDO, Flávio Rocha. **Aproveitamento de águas pluviais para consumo humano direto.** Jornal Eletrônico Faculdade Vianna Júnior, v. 5, n. 1, p. 20-20, 2013.
- COLLA, Lizzi Lemos. **Sistemas de Captação e Aproveitamento de Água de Chuva.** 2008.
- DE ANDRADE, Antonio Ricardo Santos *et al.* Principais sistemas de captação de água de chuva. **Revista Em Extensão**, v. 16, n. 2, p. 101-128, 2017.
- DA SILVA CRUZ, Josias; TEIXEIRA, Luiza Carla Girard Mendes; DE MENEZES, Helenice Quadros. Verificação da potabilidade de água de chuva através de filtro lento e desinfecção ultravioleta. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 103-108, 2017.
- DALPAZ, Leticia *et al.* Tipos e eficiência de unidades de tratamento para água pluvial: revisão de literatura. **Ambiente Construído**, v. 19, n. 3, p. 207-231, 2019.
- DA SILVA, Vanessa Costa; JIMENEZ, Ítalo Jorge Tavares; DE ANDRADE, Fabiola Bento. Proposta de projeto de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em cisterna vertical. **ITEGAM-JETIA**, v. 2, n. 7, p. 90-103, 2016.
- DE OLIVEIRA MARINHO, Jardênio; CAMPOS, Jean Oliveira; DE LIMA, Valéria Raquel Porto. A importância das cisternas de placas na zona rural de Serra Redonda-PB: uma análise da comunidade torre. **Revista Geotemas**, v. 9, n. 1, p. 07-27, 2019.

DE OLIVEIRA, P. A. V. *et al.* Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves. **Embrapa Suínos e Aves-Documentos (INFOTECA-E)**, 2012.

DE SOUZA, Joselito Menezes; OMENA, Sylvia Paes; FÉLIX, Wagner Pereira. Captação de água de chuva para consumo humano: Aspectos técnicos e legais. **Revista Científica da FASETE**, p. 81, 2018.

DIAS, Jobson Targino *et al.* **Avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água armazenada em cisternas de placas e de polietileno no agreste paraibano**. 2016.

DOS ANJOS GARCIA, Érica Natasha; MORENO, Diego Aparecido Alves Costa; FERNANDES, André Luís Valverde. A importância da preservação e conservação das águas superficiais e subterrâneas: um panorama sobre a escassez da água no Brasil. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 6, 2015.

DUARTE, Patrícia Silva Costa; BARATELLA, Ricardo; PAIVA, Alécia Salim. As doenças de veiculação hídrica: um risco evidente. **Encontro de pesquisa em educação**, v. 8, p. 22-24, 2015.

GIACCHINI, Margolaine. **Estudo quali-quantitativo do aproveitamento da água de chuva no contexto da sustentabilidade dos recursos hídricos**. 2010.

GNADLINGER, João. Apresentação técnica de diferentes tipos de cisternas construídas em comunidades rurais do semi-árido brasileiro. **Simpósio sobre captação de água de chuva no semi-árido brasileiro**, v. 1, 1997.

GUIMARÃES, Bruno Vinícius Castro *et al.* Captação e aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis e potáveis. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia**, v. 11, n. 21, p. 2926, 2015.

GUIMARÃES, Rita Cabral. **Capítulo 1-Ciclo Hidrológico**. 2017.

LIMA, Daliana Oliveira Souza; SANTOS, Juracir Silva. Qualidade da água de cisternas usadas pelas famílias do distrito de novo paraíso. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Bahia, v. 14, n. 26, p. 1419-1429, dez. 2017.

MAY, Simone. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MANO, Rafael Simões. **Captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre**: aspectos básicos da viabilidade e benefícios do sistema. 2004.

OLIVEIRA, Janine Patrícia Melo *et al.* Saúde/doença: as consequências da falta de saneamento básico. **Informativo Técnico do Semiárido**, v. 9, n. 2, p. 23-29, 2015.

REGELMEIER, Fabio Alexandre; LIRIO, Luiz Carlos Grillo. Projeto piloto cisternas rurais: parceria saae-itaipu. **Águas Subterrâneas**, 2016.

RIBEIRO, Ana Kelly Marinoski; MARINOSKI, Deivis Luis. Estudo sobre materiais para coberturas utilizadas em sistemas de aproveitamento de água pluvial residenciais. **MIX Sustentável**, v. 6, n. 2, p. 53-66, 2020.

RIBEIRO, Luiz Gustavo Gonçalves; ROLIM, Neide Duarte. Planeta água de quem e para quem: uma análise da água doce enquanto direito fundamental e sua valoração mercadológica. **Revista Direito Ambiental e sociedade**, v. 7, n. 1, 2017.

SILVA, Anne Rosse; BORJA, Patrícia Campos. Sistemas de captação de água da chuva para consumo humano e os fatores que influenciam o seu uso e funcionamento. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 5, n. 2, p. 161-172, 2017.

SMET, J.; MORIARTY, P. **Rooftop Rainwater Harveting**. DGIS Policy Supporting Paper. International Water Sanitation Center (IRC). Delft, 2001 *apud* MANO, R. S. **A captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre: Aspectos básicos de viabilidade e benefícios do sistema**. 2004. 177 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Escola de engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2004.

SIMÃO, Gustavo *et al.* Qualidade da água utilizada para consumo humano em áreas rurais, estudo de caso no município de santa rosa do sul-Santa Catarina. **Holos Environment**, v. 20, n. 1, 2020.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis**. São Paulo: Navegar, 2003.

TUNDISI, José Galizia. Novas perspectivas para a gestão de recursos hídricos. **Revista USP**, n. 70, p. 24-35, 2006.

VERIATO, Mara Karinne Lopes *et al.* Água: Escassez, crise e perspectivas para 2050. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 17-22, 2015.

WALLER, D. H.; PALOHEIMO, R.; SCOTT, R. S.; LECRAW, R.; TOWNSHEND, A. R. Rainwater as a Source in an Innovative Urban Dwelling. In: 2º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA E 9º CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA, 1999, Petrolina. *apud* MANO, R. S. **A captação residencial de água da chuva para fins não potáveis em Porto Alegre: Aspectos básicos de viabilidade e benefícios do sistema**. 2004. 177 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Escola de engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do sul, Porto Alegre, 2004.

WARD, S., MEMON, F.A., BUTLER, D., 2010. Harvested Rainwater quality: the importance of appropriate design. Water Science and Technology. *apud* MARINOSKI, D. L.; RIBEIRO, A. K. M. Estudo sobre materiais para coberturas utilizadas em sistemas de aproveitamento de águas pluviais residenciais. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p.53-66, mai. 2020.

WASKIEWIC, Maikon E. *et al.* **Dinâmica de uso de cisternas no contexto da gestão integrada da água na bacia hidrográfica do rio jacutinga e contíguos (sc)**, 2017.