



FACULDADE DE IPORÁ – FAI
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIAS
BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL

DANÚBIA GOMES DE PAULA
JOÃO GABRIEL DOS SANTOS LIMA
MARIELLE ALVES BENINCÁ

REVISÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM
RESIDÊNCIAS

IPORÁ, DEZEMBRO DE 2022



FACULDADE DE IPORÁ – FAI
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIAS
BACHAREL EM ENGENHARIA CIVIL

DANÚBIA GOMES DE PAULA
JOÃO GABRIEL DOS SANTOS LIMA
MARIELLE ALVES BENINCÁ

**REVISÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM
RESIDÊNCIAS**

Trabalho de Conclusão do Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheiro Civil no Curso de Engenharia Civil na Faculdade de Iporá - FAI.

Orientador: Prof. Jefferson E. S. Miranda

IPORÁ, DEZEMBRO DE 2022



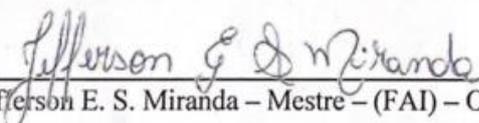
DANÚBIA GOMES DE PAULA
JOÃO GABRIEL DOS SANTOS LIMA
MARIELLE ALVES BENINCÁ

REVISÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM RESIDÊNCIAS

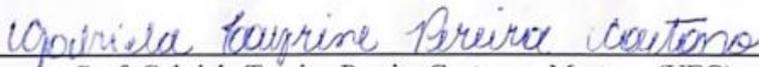
Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
pela Banca Examinadora para obtenção do
Grau de Engenheiro Civil, no curso de
Engenharia Civil da Faculdade de Iporá - FAI

Iporá, 14 de dezembro de 2022

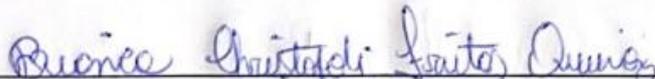
BANCA EXAMINADORA



Prof. Jefferson E. S. Miranda – Mestre – (FAI) – Orientador



Prof. Gabriela Tayrine Pereira Caetano – Mestre – (UEG)



Prof. Bianca Christofoli Freitas Queiroz – Mestre – (FAI)

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| TÍTULO | 5 |
| RESUMO | 5 |
| 1 INTRODUÇÃO | 7 |
| 2 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 9 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 9 |
| 3.1 REUSO DE ÁGUA GERAL | 9 |
| 3.2 REUSO DE ÁGUA PLUVIAL..... | 10 |
| 3.3 USO DE ÁGUA PLUVIAL EM RESIDÊNCIAS | 13 |
| 4 CONCLUSÃO | 15 |
| 5 REFERÊNCIAS | 16 |

REVISÃO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM RESIDÊNCIAS

RESUMO: O crescimento populacional e as mudanças climáticas aceleraram a redução da disponibilidade de água, por isso é imprescindível buscar alternativas para reutilizar a água ou buscar novas fontes, como a utilização da água da chuva. O aproveitamento de água da chuva é um dos métodos bastante relevante para economizar água, tanto que foi criada norma específica para essa atividade no Brasil, a NBR 15.527:2007. Assim, presente estudo tem como objetivo revisar trabalhos sobre a utilização de águas pluviais no em residências e agrupar as informações sobre o assunto. Foram feitas buscas de trabalhos em duas plataformas, Google Acadêmico e *SciElo*. O aproveitamento de águas de chuva para fim não potável é utilizado por vários anos em muitos países, aumentando a viabilidade de conservação da água. No entanto, é preciso ter cuidado com o modo de armazenamento dessa água, para que a qualidade da água não seja comprometida. O método apresentado na presente revisão se mostra adequado quando avaliado o potencial de economia de água potável pelo aproveitamento de água da chuva em residências. O volume de água pluvial consumido e a média diária de economia de água potável permite concluir que implantar um sistema de aproveitamento de água é uma escolha importante e viável que deve ser levada em consideração, pois permite estabelecer políticas públicas de redução no consumo de água potável em residências.

Palavras-chave: Água, Pluvial, Aproveitamento, Residência.

REVIEW ON THE USE OF RAINWATER IN RESIDENCES

ABSTRACT: Population growth and climate change have accelerated the reduction of water availability, so it is essential to look for alternatives to reuse water or look for new sources, such as the use of rainwater. The use of rainwater is one of the very relevant methods to save water, so much so that a specific standard was created for this activity in Brazil, NBR 15.527:2007. Thus, this study aims to review work on the use of rainwater in Brazil and group information on the subject. Jobs were searched on two platforms, Google Academic and Scielo. The use of rainwater for non-potable purposes has been used for several years in many countries, increasing the viability of water conservation. However, it is necessary to be careful with the mode of storage of this water, so that the quality of the water is not compromised. The method presented in this review proves to be appropriate when evaluating the potential for saving drinking water by the use of rainwater in homes. The volume of rainwater consumed and the average daily saving of drinking water allow us to conclude that when implementing a water

use system is an important and viable choice that must be taken into account, as it allows to establish public policies to reduce the consumption of drinking water in homes.

Keywords: Water, Rian, Exploitation, Residence.

1. INTRODUÇÃO

A água é de grande importância para o desenvolvimento da civilização humana, no entanto, apesar da grande quantidade de água no mundo, apenas a água doce é viável para o consumo humano. Essa água geralmente origina-se de barragens, rios, lagos, reservas subterrâneas e, em alguns casos, do oceano (após o processo de dessalinização). A água de consumo é armazenada em tanques de distribuição e depois entregue a grandes tanques que fazem a distribuição para a população em casas e edifícios (GOMES, 2011). A água ocupa cerca de 75% da superfície do planeta (LIBÂNIO, 2010) e pelo menos 8% das reservas mundiais de água doce estão no Brasil, sendo 80% na Amazônia e os 20% restantes estão concentrados em áreas onde vive 95% da população brasileira (SANTOS; MANCUSO, 2003).

Apesar do Brasil possuir a mais extensa bacia hidrográfica do planeta, a maioria do recurso hídrico brasileiro está distante dos principais centros populacionais e industriais do país, bem como das potências mundiais que possuem demandas crescentes tanto em quantidade quanto em qualidade da água (PHILIPPI JR; BORANGA, 2003). Há muitas pessoas vivendo em áreas com chuvas abundantes, enquanto outras vivem em regiões semiáridas ou mesmo áridas (BREGA FILHO; MANCUSO, 2003). Por exemplo, a região amazônica tem a maior bacia hidrográfica do mundo, a do rio Amazonas, que possui o maior volume de água do mundo, mas se encontra na região menos habitada no Brasil (GOMES, 2011).

O crescimento populacional e as mudanças climáticas aceleraram a redução da disponibilidade de água (SILVA E SANTANA, 2014). A gama cada vez mais diversificada de atividades humanas associadas ao crescimento populacional exige maior atenção às necessidades hídricas para os mais diversos fins (BREGA FILHO; MANCUSO, 2003). Assim, a crescente demanda por água torna o reuso planejado de água uma questão muito importante (CETESB, 2022).

Brega Filho e Mancuso (2003) relatam que é definido como reuso de água todo o aproveitamento de água utilizada mais de uma vez em determinadas atividades humanas, a fim de suprir as necessidades de usos benéficos direto ou indiretamente em decorrência de ações planejadas ou não. Essa é uma alternativa viável para melhor racionalização da água, pois auxilia para a condução dos recursos hídricos no Brasil de forma eficiente (BERNARDI, 2003).

O termo água de reuso começou a ser usado com mais frequência na década de 1980, quando o abastecimento de água se tornou cada vez mais caro, elevando o custo do produto final utilizado no processo de fabricação (PHILIPPI JR; BORANGA, 2003). Até meados dos

anos 1990, o reuso era considerado uma opção exótica, mas se tornou uma alternativa que não pode ser ignorada, e a distinção entre tecnologia de tratamento de água e tecnologia de tratamento de efluentes está cada vez menor (SANTOS; MANCUSO, 2003).

No geral, as captações podem utilizar mananciais superficiais e subterrâneos. As primeiras valem-se diretamente dos cursos d'água, represas e lagos, ao passo que as captações subterrâneas, basicamente aquíferos confinados e não confinados, denominados respectivamente artesianos e freáticos (LIBÂNIO, 2010). No entanto, também pode haver o reuso de água da chuva afim de reduzir o consumo no meio urbano, especialmente se tratando de fins não potáveis (DORNELLES, 2012).

Para Soares et Al. (1997), aproveitar a água da chuva oferece numerosas vantagens como a facilidade e a simplicidade na manutenção e controle com baixos custos de início. A água pode ser tratada de forma simples, oferecendo vantagens em sua aplicação em sistemas de reuso de águas quando comparada a sistemas de reuso de águas residuais, mesmo que seu volume coletado diminua em tempos de estiagem. Nas áreas urbanas, a redução no consumo de água potável é um aspecto positivo contribuindo no controle de cheias, pelo fato da água captada não ser eliminada diretamente nas redes de drenagem, diminuindo o escoamento rápido que é o maior causador de enxurradas e enchentes. Segundo Wang e Zimmerman (2015), a implementação de sistemas de captação de águas pluviais pode promover diversos benefícios sociais e ecológicos em relação ao fornecimento de água e também relacionado ao tratamento, distribuição e à gestão de águas pluviais.

O aproveitamento da água de chuva é um dos métodos bastante relevante para economizar água, tanto que foi criada norma específica para essa atividade no Brasil, a NBR 15.527:2007 “Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis” (ABNT, 2007). A captação de águas pluviais em residências vem sendo um fator importante para a melhoria do cenário atual da escassez hídrica, que auxilia na redução de impactos ambientais, sendo importante fonte de água doce que pode perfeitamente ser usada para rega de jardins, limpeza de veículos, calçadas, descargas em vasos sanitários entre outras utilidades, faz-se necessário conhecer melhor sobre as tecnologias envolvidas nesse processo. Desse modo, o objetivo do trabalho é analisar artigos científicos sobre sistemas de captação de água da chuva no Brasil e discutir sobre as vantagens da implantação de um sistema de captação de água pluvial residencial, de modo que as principais informações sobre o assunto possam ser reunidas e apresentadas de forma clara.

2.MATERIAL E MÉTODO

Neste estudo foi desenvolvido um cronograma, afim de facilitar a realização das atividades esperadas. A primeira etapa foi realizada uma revisão de literatura com o objetivo de proporcionar visão geral acerca do tema estudado. Para tanto, foram utilizados artigos, livros e revistas de informações seguras publicados em versões *online* ao longo dos últimos anos, publicados em revista científicas dispostas em bancos de dados gratuitos como Google Acadêmico E *SciELO*.

As etapas subsequentes foram a análise do material pesquisado, como uma resposta a partir de vários olhares de diferentes autores, buscando analisar a viabilidade de sistemas de abastecimento de águas pluviais em residências, tais como, reutilização para reuso de água (esgoto secundário), irrigação de áreas verdes, lavagens de pisos, dentre outros.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Reuso De Água Geral

O reuso de água ou reutilização de água não é um conceito novo, é praticado em todo o mundo há muitos anos. Há relatos de seu uso no tratamento de esgoto e irrigação na Grécia antiga. No entanto, a crescente demanda por água torna o reuso planejado de água uma questão muito importante nos dias de hoje. Nesse sentido, o reuso de águas deve ser visto como parte de uma atividade mais ampla, o uso racional ou eficiente da água, que inclui também o controle de perdas e desperdícios e a minimização da produção e consumo de efluentes (CETESB, 2022).

Além de proteger o meio ambiente, economizar energia, reduzir investimentos em infraestrutura e melhorar os processos industriais, o reaproveitamento da água pode trazer benefícios, pois reduz a necessidade de águas superficiais e subterrâneas. Portanto, o uso eficiente da água representa economia para consumidores, empresas e sociedade como um todo. O uso de recursos e estratégias alternativas de uso racional da água em edificações é um método para aliviar problemas de usabilidade da água potável e reduzir a sua necessidade (CARVALHO, et al, 2014).

Segundo Cetesb (2022), o reuso de água pode ser classificado em duas categorias, direto ou indireto, em decorrência de ações planejadas ou não. O reuso indireto de água não planejado ocorre quando a água utilizada em alguma atividade humana, é lançada no meio ambiente e reutilizada a jusante, em sua forma diluída, não intencional e descontrolada. Já o

reuso indireto planejado de água ocorre quando os resíduos após o tratamento são lançados de forma ordenada em águas superficiais ou subterrâneas para uso controlado para o máximo benefício e também supõe o controle de novos lançamentos de efluentes no caminho, garantindo assim que o efluente tratado só será misturado com outros efluentes que também atendam ao pré-requisito de qualidade do reuso. O reuso direto planejado das águas ocorre quando o efluente, após ser tratado, é enviado diretamente de seu ponto de descarte para o local de reaproveitamento, sem ser lançado no meio ambiente. Isso acontece com a maior frequência destinado ao uso na indústria ou irrigação.

Toda a degradação dos recursos hídricos e o problema crescente de escassez de água segue piorando. A gestão eficaz deste recurso e novas pesquisas, são cada vez mais importantes em como obter água. É neste contexto que o aproveitamento da água da chuva se torna uma alternativa simples e economicamente atrativa para obtenção e abastecimento de água (FERREIRA, 2005). Millioti (2004) salienta ainda que o aglomerado urbano causa cada vez mais o desequilíbrio do balanço hídrico, devido ao consumo humano ser bem maior que a reposição natural. A reutilização da água da chuva armazenada facilita a reposição do material fértil reduzindo a extração da água superficial imprescindível às atividades rurais, visto que as mesmas são as principais consumidoras de água dentre as atividades do homem. O autor pontua ainda que no momento atual, diversos centros urbanos, convivem com repetidas inundações e precisam muitas vezes captar águas para o consumo em locais distantes, inclusive em outras bacias hidrográficas reforçando a preocupação com a água que é um bem finito.

A precipitação contém poucas impurezas. Porém, ao atingir a superfície terrestre, há inúmeras oportunidades para que minerais, bactérias, substâncias orgânicas e outras formas de contaminação. A poeira e a fuligem se acumulam em telhados, contaminando as águas. Matéria orgânica proveniente de resíduos vegetais e animais também trazem poluentes para as águas da chuva. Além disso, o uso altamente difundido de pesticidas, fertilizantes, inseticidas e produtos químicos de origem médica ou industrial também têm reduzido a qualidade da água. De uma forma geral, a água da chuva fornece água limpa e confiável, desde que os sistemas de coleta sejam construídos e mantidos de forma adequada e a água seja tratada apropriadamente conforme o uso previsto (VAZ, 2015).

3.2 Reuso De Água Pluvial

De acordo com a legislação brasileira as águas da chuva são vistas hoje como esgoto, devido ao seu percurso que vai dos telhados e dos pisos para as bocas de lobo onde carregam impurezas presentes no meio, arrastando mecanicamente para leitos de rios e córregos, suprimindo

uma captação de água potável. Entretanto, a Universidade da Malásia realizou uma pesquisa demonstrando que após o início da chuva, somente as primeiras águas possuem poluentes atmosféricos, ácidos, microrganismos e que logo após a mesma já possui características de água destilada, podendo ser armazenada em reservatórios. Vale salientar que para que a água da chuva seja utilizada como potável, deve sofrer tratamentos de cloração e filtração em equipamentos que podem ser do tipo Clorador Embrapa ou Clorador Venturi automático, apesar da mesma já ter sofrido uma destilação natural (CETESB, 2022).

Para uso humano, o armazenamento de água da chuva tem se mostrado uma fonte alternativa de abastecimento. A captação de água da chuva ocorre diariamente em diferentes locais ao redor do mundo, como o Alasca, Austrália, África, China, muitas ilhas no Oceano Pacífico e nos Estados Unidos. Uma técnica usada por diferentes culturas há milhares de anos e agora usado pela sociedade século XXI (MARINOSKI; GOMES, 2004).

Com a diminuição de água, conseqüentemente apartamentos, shoppings e outros estabelecimentos precisarão adotar novos sistemas para aperfeiçoar o uso de água nos próximos anos, à medida que a disponibilidade de água diminuir. Os dois sistemas mais propensos a serem utilizados são: captação de águas pluviais e reaproveitamento de águas cinzas (CUNHA, et al, 2011).

Em países estrangeiros, é frequente que as lavanderias dos apartamentos substituam as máquinas de lavar dos apartamentos. Outra proposta de economia de água bastante conhecida é a recirculação do esgoto secundário do piso e da pia para o vaso sanitário (SANTOS; MANCUSO, 2003). Em um ambiente residencial, a água da chuva pode ser usada para descarga de banheiros, cisternas, resfriamento evaporativo, lavagens de carros, rega de jardim, lavanderia e muito mais. No entanto, apesar da chuva ter a aparência de água pura, em alguns casos o tratamento é necessário.

A captação de água da chuva é rara no Brasil e quase limitada e exclusiva ao abastecimento doméstico na região Nordeste. Uma exceção interessante é a parte habitada das Ilhas Fernando de Noronha (PE), onde existe uma usina de beneficiamento que opera de 10 a 12 horas/dia, a vazão é de cerca de 20 L/s, onde a água da chuva é coletada da encosta e armazenada em reservatórios de acumulação (LIBÂNIO, 2010).

Em centros urbanos bastante populosos e com abastecimento de água potável precário, as águas pluviais podem tornar-se uma atraente fonte de utilização, embora esta ocorra em muitos casos, em áreas onde a atmosfera é poluída. Assim, a utilização de águas pluviais torna-

se atraente nos casos de áreas de precipitação elevada durante boa parte do ano, áreas com escassez de abastecimento e áreas com alto custo de extração de água subterrânea (GOLDENFUM, 2006).

A água da chuva é água pura, mas quando toca a superfície da coleta a água está contaminada com impurezas como poeira, solo, pólen, folhas, galhos, excrementos de pássaros, etc. Não é incomum se deparar com sistemas de captação de água da chuva aplicados para água potável em áreas sem abastecimento público. No entanto, em regiões urbanizadas sua aplicação é limitada a fins não-bebíveis. Assim, o planejamento de um sistema de captação de água da chuva deve levar em consideração a qualidade e a quantidade de água necessária para o abastecimento (SANTANA; MEDEIROS, 2017).

Com o propósito de diminuir o volume retido em Parques Lineares ou cacimbas urbanas, a implantação de reservatórios lote a lote nas novas urbanizações para o armazenamento da água pluvial em uso não potável é uma opção viável. Para isso, a Diretriz Ambiental do Departamento de Gestão Ambiental do Município exige por norma de procedimento em que os reservatórios recebam a água da chuva somente dos telhados, afim de garantir que não haja contaminação por materiais de pisos da água reutilizada. Alguns empreendimentos vêm implantando sistemas de armazenamento de água da chuva, aumentando seus lucros, pois conseguem aumentar o valor do imóvel, obtendo ainda maior rapidez nas vendas, apresentando produtos diferentes, que reduzem o consumo de água potável e melhoram a qualidade de vida (MILLIOTI, 2004).

3.3 Uso de Água Pluvial Em Residências

Segundo o relato de Hespanhol (2002), a escassez de água é um problema em regiões áridas, semiáridas e outras áreas de água sazonalmente abundantes, mas não o suficiente para atender a alta demanda do consumidor. Com a água de reuso segura, o abastecimento de água potável pode ser utilizado para fins essenciais e reutilizado para outros fins, como atividades agrícolas, limpeza urbana e irrigação paisagística (PINTO et al., 2014).

Mediante o Relatório do Desenvolvimento Humano (2006), as crianças que nascem nos países mais desenvolvidos, tendem a consumir de 30 a 50 vezes mais água que as dos países menos desenvolvidos. No entanto, a classe mais rica brasileira tem em média proporções de desperdícios semelhantes, associados como banhos longos, lavagem de carros, casas e calçadas com a utilização de mangueiras. Lavrador Filho (1987) destaca a reutilização de água como aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade

humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos inclusive o original. A água reutilizada é a consequência de um método de refinamento de polido e esgoto tratado (PROLAGOS, 2015). Barros et al. (2015) citam que a reutilização de águas resultante de efluentes tratados é definida como água de reuso.

O reuso de água apresenta duas modalidades, sendo elas: água de reuso e água reciclada. A “água de reuso” é confundida com o aproveitamento de águas pluviais (água reciclada). A reutilização de água pluvial pode ser considerada como uma alternativa muito importante para o regime dos recursos hídricos. No entanto, não é considerada água de reuso após atravessar pelo ciclo hidrológico natural, pois a água captada terá assim, a sua primeira utilização (FERNANDES, 2006).

De acordo com Tomaz (2003) o aproveitamento de água pluvial não potável é utilizado em vários países do mundo durante vários anos. Essa inovação contribui para a precaução de enchentes causadas por chuvas fortes nas grandes cidades onde ocorre a impermeabilidade do solo, impedindo a infiltração da água. Tomaz (2003) também relata que a *Environmental Protection Agency* (EPA - Serviço de Proteção Ambiental), aponta que nos Estados Unidos existem mais de 200.000 reservatórios de aproveitamento de águas pluviais. Variando em algumas cidades, alguns reservatórios podem chegar até a 2,7 milhões de litros, como exemplo, Jerusalém. Há aproximadamente 20 anos atrás, existiam poucas práticas e experiências de aproveitamento de águas pluviais no Brasil. Entretanto, atualmente existe a Associação Brasileira de Manejo e Captação de Água da Chuva, responsável por divulgar pesquisas e estudos, reunir equipamentos, instrumentos e serviços sobre o assunto (ACBMAC, 2022).

O aproveitamento de águas de chuva para fim não potável é utilizado por vários anos em muitos países, aumentando a viabilidade de conservação da água. Esse método tecnológico vem crescendo bastante, contribuindo para a conservação da água, diminuindo enchentes provindas de grandes chuvas torrenciais e ajudando na economia da água potável. (TOMAZ, 2003). O aproveitamento de água da chuva é um dos métodos bastante relevante para economizar água e para isso é necessária a construção de um sistema tecnológico de Microcisterna que foi criada e desenvolvida embasada às normas da ABNT NBR 15.527:2007 “Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis”.

Um dos fatores mais importantes de um sistema de aproveitamento de água da chuva é o reservatório, o qual deve ser dimensionado tendo principalmente como base os seguintes critérios: custos totais de implantação, demanda de água, áreas de captação, regime

pluviométrico e confiabilidade requerida para o sistema. Ressalta-se que a distribuição temporal anual das chuvas é uma importante variável a ser considerada no dimensionamento do reservatório (CASA EFICIENTE, 2022).

Tomaz (2003) presume a captação de água de chuva através de telhados: fibrocimento, cerâmico, piso cimentado ou ladrilhado, chapa galvanizada e outros tipos de cobertura, tendo como estimativa a economia de 30% (trinta por cento) de água pública quando é utilizada a água da chuva. Os principais objetivos do aproveitamento de água da chuva são:

- Incentivar a população a fazer o aproveitamento correto da água de chuva;
- Fazer com que toda casa urbana tenha pelo menos um sistema simples de aproveitamento da água de chuva;
- Minimizar o escoamento do alto volume de água nas redes pluviais durante as chuvas fortes;
- Usar a água para irrigações nos jardins e lavagens de pisos externos. Assim, essa água vai infiltrar na terra e ir para o lençol freático, preservando o seu ciclo natural;
- Usar a água para lavagens de pisos, carros, máquinas e nas descargas no vaso sanitário.

Os principais componentes para captação de água de chuva são:

- Área de captação geralmente são os telhados das casas ou indústrias. Podem ser telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, telhas de zinco, telhas de ferro galvanizado, telhas de concreto armado, telhas de plástico, telhado plano revestido com asfalto, etc.
- Calhas, condutores: Para captação da água de chuva são necessárias calhas e coletores de águas pluviais que podem ser de PVC ou metálicos.
- By Pass é utilizado após a primeira chuva, que contém muita sujeira dos telhados pode ser removida manualmente com uso de tubulações, as quais podem ser desviadas do reservatório ou automaticamente através de dispositivos de autolimpeza em que o homem não precisa fazer nenhuma operação.
- Peneira é utilizada para remover materiais em suspensão, com telas de 0,2mm a 1,0mm.
- O Reservatório pode estar enterrado. Podem ser de concreto armado, alvenarias de tijolos comuns, alvenarias de bloco armado, plástico, poliéster, etc.
- O extravasor deve ser instalado no reservatório e deverá possuir dispositivo para evitar a entrada de pequenos animais. É importante ressaltar que o modelo de aproveitamento de água de chuva é voltado para micro bacias de telhados de áreas residenciais, comerciais e industriais (TOMAZ, 2003).

Reservatórios de águas pluviais dependendo das características locais e circunstâncias específicas em uso, podem estar localizados no alto ou enterrado no subsolo, ou mesmo acima do solo. Os Reservatórios elevados não necessitam de bombeamento para

abastecimento do edifício, mas requerem uma estrutura de apoio. Em reservatórios subterrâneos, as estruturas de suporte não são necessárias, mas o abastecimento requer bombeamento ou fácil acesso à água (MANO, 2004).

O Código Sanitário do Estado de São Paulo (Decreto nº 12.342, de 27 de setembro de 1978) estabelece em seu artigo 12, inciso III, que as tubulações diretamente ligadas à rede pública outras fontes de abastecimento. Ressalta também que os sistemas de água não potável produzidos pela água da chuva não devem ser misturados com os sistemas de água potável. O artigo 19.º já proíbe expressamente a introdução direta ou indireta de águas pluviais ou a sua descarga de ramais de esgotos e apenas estabelece que as águas pluviais não devem ser introduzidas na rede de esgotos. Usar parte da água da chuva em água não potável não impede que ela escoe para o esgoto.

Os planos de conservação de água consistem em medidas e incentivos em que medidas são mudanças tecnológicas e comportamentais para melhorar a eficiência do uso da água, já os incentivos de conservação de água são educação pública, campanhas e regulamentações que incentivam os consumidores a tomar ações específicas (TOMAZ, 2003). Existem vários aspectos positivos no uso de um sistema de captação de água pluvial, pois reduz o consumo de água potável e reduz os custos de água fornecida pela concessionária, minimizando o risco de inundação e protegendo o meio ambiente reduzindo a escassez hídrica (MAY, 2004). A superfície de captação de água da chuva considerada é o telhado já preparado. Às vezes é necessário a colocação de calhas, condutores verticais e coletores horizontais para construir cisternas autolimpantes e cisternas de águas pluviais, que podem ser apoiadas no solo ou enterradas no solo (TOMAZ, 2003).

4. CONCLUSÃO

O método apresentado na presente revisão se mostra adequado quando avaliado o potencial de economia de água potável pelo aproveitamento de água da chuva em residências. O volume de água pluvial consumido e a média diária de economia de água potável permite concluir que ao implantar um sistema de aproveitamento de água é uma escolha importante e viável que deve ser levada em consideração, pois permite estabelecer políticas públicas de redução no consumo de água potável em residências.

Ao analisar os resultados obtidos dos estudos, salienta-se que a necessidade de desenvolver uma melhor gestão dos recursos hídricos deve ser considerada uma vez que reduzirá as despesas com o fornecimento de água potável à população. Também vale destacar,

que o volume pluviométrico em cada região é diretamente proporcional ao aproveitamento de águas pluviais, tendo em vista que nas regiões onde há maior precipitação anual, os resultados hidráulicos e econômicos são melhores.

5. REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR: 15527: água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. São Paulo: [s. n.], 2007.

ACBMAC. Associação Brasileira de Manejo e Captação de Água de Chuva. Disponível em: <http://www.abcmac.org.br>. Acessado em outubro de 2022.

BARROS, H. M. M.; VERIATO, M. K. L.; SOUZA, L. P.; CHICÓ, L. R.; BAROSI, K. X. L. Reúso de água na agricultura. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 5, p. 11 - 16, dez. 2015.

BERNARDI, C. C. Reúso de água para irrigação. Brasília, DF: ISEA-FGV/Ecobusiness School, 2003, 52p.

BREGA FILHO, D. MANCUSO, P. C. S. Reuso de Água. Barueri – São Paulo: Editora Monole Ltda, 2003.

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S. Conceito de reuso de água. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. (ed). Reúso de água. Barueri: Manole, 2003. p. 21-36

CARVALHO, N. L. et Al. Reutilização de águas residuárias. Revista Monografias Ambientais-Remoa, v. 14, n. 2, março de 2014, p.3166.

CASA EFICIENTE. Uso racional da água – Sistema de aproveitamento de água pluvial. Disponível em: <http://www.casaeficiente.com.br>. Acessado em outubro de 2022.

CETESB. Águas Interiores – Reuso de Água. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2022. Disponível em: < <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/#:~:text=Aproveitamento%20de%20%C3%81guas%20de%20Chuva&text=Para%20uso%20humano%2C%20inclusive%20para,ou%20Clorador%20tipo%20Venturi%20autom%C3%A1tico>>. Acesso em: 28 de maio de 2022.

CUNHA, Ananda H. et Al. O Reúso De Água No Brasil: A Importância Da Reutilização De Água No País. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13, 2011, p.1233.

DORNELLES, Fernando. Aproveitamento De Água De Chuva No Meio Urbano E Seu Efeito Na Drenagem Pluvial. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/55968/000851396.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 20 de out. de 2022.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Guidelines For Water Reuse. Washington, 2004.

FERNANDES, V. M. C. (2006) Padrões para reuso de águas residuárias em ambientes urbanos. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE O USO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 2., 2006. Anais... p. 17.

FERREIRA, D. F. (2005). Aproveitamento de águas pluviais e reuso de águas cinzas para fins não potáveis em um condomínio residencial localizado em Florianópolis–SC. Trabalho de

Conclusão de Curso. Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina–UFSC, Florianópolis.

GOLDENFUM, Joel Avruch. Reaproveitamento de águas pluviais. Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura. Passo Fundo. Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura, v. 1, p. 1-14, 2006.

GOMES, Marco Antônio. Água: sem ela seremos o planeta Marte de amanhã. 2011. Disponível em: <https://www.cnpmembrapa.br/down_hp/464.pdf>. Acesso em: 26 de maio de 2022.

HESPANHOL, Ivanildo. Um novo paradigma na gestão de recursos hídricos. Estudos Avançados, São Paulo, ano 22, n. 63, p 131- 158, 2008.

HESPANHOL, I. Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Industria, Municípios, Recarga de Aquíferos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 7, n. 4, 2002, p.75-95.

LAVRADOR FILHO, J. Contribuição para o entendimento do reúso planejado de água e algumas considerações sobre a suas possibilidades no Brasil. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3ª edição. Campinas - São Paulo: Editora Átomo, 2010.

MANO, R. S.; SCHMITT, C. M. Captação Residencial de Água Pluvial, para Fins Não Potáveis, em Porto Alegre: Aspectos Básicos da Viabilidade Técnica e dos Benefícios do Sistema. CLACS' 04 – I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo - SP, Anais....CD Rom, 2004.

MARINOSKI, Deivis L.; GÓMEZ, Luis A. Aproveitamento de Água Pluvial e Dimensionamento de Reservatório Para Fins Não Potáveis: estudo de caso em um conjunto residencial localizado em Florianópolis-SC. In: I CONFERÊNCIA LATINOAMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2004.

MAY, S. Estudo da Viabilidade do Aproveitamento de Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2004.

PHILIPPI JR, A. BORANGA, J. A. Reuso de Água. Barueri – São Paulo: Editora Monole Ltda, 2003.

MILLIOTI, P. R. A. Reuso da Água Pluvial. Águas subterrâneas, 2004. Disponível em:<<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23629/15710>>. Acesso em: 04 de jun. de 2022.

PINTO, H. S. et Al. A Crise Hídrica e suas Consequências. Brasil: Núcleo de Estudo e Pesquisas, Senado Federal, 2014, p.32.

PROLAGOS. Estação de tratamento de Água de Reuso (ETAR). 2015. Disponível em: <<https://www.prolagos.com.br/esgotamento-sanitario/>>. Acesso em: maio. 2022.

RELATÓRIO DO DESENVOLVIMENTO HUMANO. A água para lá da escassez: poder, pobreza e a crise mundial da água. Disponível em:<https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/PNUD%202006%20Relatorio%20do%20Desenvolvimento%20Humano%202006%20-%20PORTUGUESE.pdf/>. Acesso em: maio.2022

SANTOS, H. F. MANCUSO, P.C S. Reuso de Água. Barueri – São Paulo: Editora Monole Ltda, 2003.

SANT'ANA, Daniel R. MEDEIROS, Lídia B. P. Aproveitamento de Águas Pluviais e Reúso de Águas Cinzas em Edificações, Padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção. Março de 2017. Disponível em:<https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/abastecimento_agua_esgotamento_sanitario/regulacao/reuso_aguas_cinza_aproveitamento_aguas_pluviais/reusodf_2_padroes_qualidade.pdf>. Acesso em: 05 de jun. de 2022.

SILVA, Mayssa A. SANTANA, Claudemir G. REUSO DE ÁGUA: possibilidades de redução do desperdício nas atividades domésticas. Disponível em: <<https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/05/REUSO-DE-%C3%81GUA-possibilidades-de-redu%C3%A7%C3%A3o-do-desperd%C3%ADcio-nas-atividades-dom%C3%A9sticas.pdf>>. Acesso em: 03 de junho de 2022.

SOARES, D. A. F.; SOARES, P. F.; PORTO, M. F. A.; GONÇALVES, O. M. (1997). Considerações a respeito da reutilização de águas residuárias e aproveitamento das águas pluviais em edificações. In: XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos,

TOMAZ, Plínio. Aproveitamento de Água de Chuva: Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis. 2ª edição – São Paulo: Navegar Editora, 2003.

VAZ, Maria L. G. Reúso da água pluvial: uma abordagem sustentável em edificações residenciais. 2015.

WANG, R. ZIMMERMAN, J. B. Economic and Environmental Assessment of Office Building Rainwater Harvesting Systems in Various U.S. Cities. *Environmental Science & Technology*, 2014. 1768-1778.

WORD HEALTH ORGANIZATION. Reuse of effluents: Methods of wastewater treatment and public health safeguards. Geneva, 1973.