

CENTRO UNIVERSITÁRIO ATENAS

ALAN PACHECO CRISPIM

**SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA
FINS NÃO POTÁVEIS**

Paracatu

2019

ALAN PACHECO CRISPIM

**SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA
FINS NÃO POTÁVEIS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Estruturas.

Orientador: Prof. MSc. Romério Ribeiro da Silva.

Paracatu

2019

ALAN PACHECO CRISPIM

**SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA
FINS NÃO POTÁVEIS**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Atenas, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Estruturas.

Orientador: Prof. MSc. Romério Ribeiro da Silva.

Banca examinadora:

Paracatu-MG, 06 de junho de 2019.

Prof. MSc. Romério Ribeiro da Silva
Centro Universitário Atenas

Prof. Marcos Henrique Rosa dos Santos.
Centro Universitário Atenas

Prof. Dr. Alexandre Almeida Oliveira.
Centro Universitário Atenas

Dedico a minha mãe, meu pai, meus irmãos, minha esposa e em especial ao meu filho Pedro e meu afilhado Isack, por eles serem compreensivos e pacientes comigo esse tempo, pelos conselhos e a dedicação, e também a todos os meus amigos e colegas pelo apoio e incentivo durante toda esta jornada de 5 anos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me proporcionado chegar até aqui. A minha família por toda paciência e dedicação nessa corrida da vida, por estar sempre ao meu lado me ajudando a concluir esse meu sonho. Agradeço a todos meus colegas de sala que estiveram comigo me ajudando nos momentos difíceis nessa caminhada.

Obrigado a todos que estiveram ao meu lado, dando incentivo em momentos de desafios, compartilhando as alegrias e vitórias, sempre confiantes em meu potencial, todos sabem que não foi muito fácil para mim, como não é fácil estudar, trabalhar e ter grandes responsabilidades a serem cumpridas, todos sabem o quanto foram e são importantes para mim.

Agradeço a Deus, aos meus pais, ao meu filho, meus irmãos, minha esposa, meu afilhado e toda a minha família e meus amigos, um caminho feito de perseverança é sempre recompensado no final.

Agradeço a todos os meus professores pela paciência e compreensão e em especial ao meu amigo prof. Carlos Eduardo Ribeiro Chula, e o meu orientador Romério Ribeiro da Silva, pela ajuda e apoio sempre, e por ter me ajudando profissionalmente. Obrigado a todos vocês.

É graças a vocês que hoje comemoro junto a todos vocês essa conquista na minha vida.

Enfim, obrigado meu Deus e a todos que me apoiaram sempre e nunca duvidaram da minha capacidade, obrigado, agora posso dizer sou um Engenheiro Civil.

“Não se deve ir atrás de objetivos fáceis, é preciso buscar o que só pode ser alcançado por meio dos maiores esforços.”

Albert Einstein

RESUMO

Aspectos como a poluição do ar e da água, construção de represas, desmatamento do solo, alterações climáticas, crescimento populacional e conseqüentemente aumento do consumo, contribuem para a redução das reservas já bem pequenas de água doce no planeta. Sendo a água indispensável à vida de todos os seres, é essencial que se busquem modos de preservar este líquido precioso. Em resposta a este problema, o objetivo fundamental deste trabalho é mostrar que existem diversos tipos de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, cada qual para uma necessidade específica; fato este que mostra que esta forma sustentável de preservar a água potável do planeta pode ser realizada pela maioria da população brasileira. No decorrer deste estudo serão apresentados conceitos ligados ao tema. Será analisada a legislação brasileira, os critérios a serem respeitados para que se exerça a prática correta de aproveitamento da água pluvial, utilizando este recurso hídrico de formas distintas, visando sempre poupar a água doce do planeta. De fato, é papel de cada cidadão se conscientizar e ter a iniciativa nobre de investir em um sistema de aproveitamento de água pluvial.

Palavras-chave: Sistema. Água. Pluvial. Planeta. Aproveitamento.

ABSTRACT

Aspects such as air and water pollution, dam construction, soil deforestation, climate change, population growth and, consequently, increased consumption contribute to the reduction of already very small reserves of fresh water on the planet. Since water is indispensable to the life of all beings, it is essential that we seek ways to preserve this precious liquid. In response to this problem, the main objective of this work is to show that there are several types of rainwater harvesting systems, each for a specific need, a fact that shows that this sustainable way of preserving the planet's drinking water can be carried out by the majority of the Brazilian population. In the course of this study will be presented concepts related to the theme. The Brazilian legislation will be analyzed, the criteria to be respected in order to practice the correct use of rainwater, using this water resource in different ways, always aiming to save the planet's fresh water. In fact, it is the role of each citizen to become aware of and have the noble initiative of investing in a rainwater harvesting system.

Keywords: *System. Water. Pluvial. Planet. Use.*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

m³ metro cúbico.

ONU Organização das Nações Unidas.

UNESCO Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura.

CPATSA Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semi-Árido.

PURAE Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas.

NBR Norma Brasileira Regulamentadora.

m² metro quadrado.

ES Espírito Santo.

P1MC Programa Um Milhão de Cisternas.

RN Rio Grande do Norte.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA	10
1.2 HIPÓTESES	11
1.3 OBJETIVOS	11
1.3.1 OBJETIVO GERAL	11
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	12
1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO	12
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO	13
2.1 RECURSOS DE ÁGUA POTÁVEL NO PLANETA: TENDÊNCIAS DE CONSUMO E CAUSAS DE ESGOTAMENTO	14
2.1.1 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO PLANETA	14
2.1.2 CAUSAS DE ESGOTAMENTO	14
2.1.3 CONCEITOS, CLASSIFICAÇÃO E UM BREVE HISTÓRICO DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA	17
2.1.4 NORMATIZAÇÃO SOBRE O APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	19
2.1.5 FATORES E CRITÉRIOS QUANTO AO APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL	20
2.1.6 TIPOS DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	21
2.1.7 VANTAGENS DOS SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL	25
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

Por intermédio do presente trabalho de conclusão de curso, serão analisados diversos aspectos referentes à reutilização de água na sociedade em geral, mantendo sempre como foco, o reuso para fins não potáveis.

A respeito da água, pode se dizer que se trata do bem mais precioso para que toda a forma de vida tenha condições de sobreviver no planeta Terra. A água é a condição essencial para que o clima, a atmosfera e a agricultura, mantenham os seus ciclos. Diante de tal importância, o artigo trinta da Declaração Universal dos Direitos do Homem declara que a água se constitui em um direito fundamental do ser humano (COATI, 2013).

Visando poder garantir o acesso à água potável tanto para a geração atual como as futuras, têm sido realizadas diversas pesquisas, surgido novas tecnologias e vários outros esforços. Uma das formas de se evitar o desperdício da água, tema deste trabalho, é o aproveitamento da água de chuva que, desde os tempos pré-cristãos tem sido praticado pela humanidade, tanto de forma artesanal como por meio de algumas tecnologias.

Deve-se ter consciência e se empenhar pela economia de água, e não ir na contramão, ou seja, causando através do uso inadequado, o esgotamento da água potável.

Diante da estimativa de aumento da população mundial e conseqüentemente do consumo de água, existem várias legislações, normas internacionais, incentivos financeiros, governamentais, e vários sistemas de aproveitamento da água de chuva a disposição da população (ANNECCHINE, 2005).

O trabalho tem como objetivo mostrar que a utilização de água na chuva é de suma importância, e que esta pode ser realizada por quase toda a sociedade. Estes aspectos serão comprovados mediante fontes literárias confiáveis.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Mediante a intenção de se utilizar a água pluvial para fins não potáveis, quais as orientações técnicas existentes na atualidade, as legislações, os tipos de sistemas; ou seja, de acordo com as orientações disponibilizadas no momento, o

que deve ser feito para se aproveitar a água de chuva, para fins não potáveis; além disso quais os sistemas existentes no Brasil, e quais as suas indicações de uso?

1.2 HIPÓTESES

a) Antes de comprar um sistema de aproveitamento de água pluvial, é preciso conhecer a legislação vigente, conhecer a forma que esta água pode ser utilizada, e as vantagens de usar o sistema mencionado.

b) Antes de se optar por um determinado tipo de sistema de aproveitamento de água pluvial, é preciso que se conheça as especificações técnicas de cada um, inclusive a forma de utilização e suas funções.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Mostrar que existem diversos tipos de sistemas de aproveitamento de águas pluviais, cada qual para uma necessidade específica; fato este que mostra que esta forma sustentável de preservar a água potável do planeta, pode ser realizada pela maioria da população brasileira.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Apresentar a importância de se aproveitar as águas pluviais, destacando a disponibilidade de água doce no planeta, as causas de seu esgotamento, e as estimativas futuras de consumo;

b) Citar conceitos referentes ao “aproveitamento de águas pluviais” e fazer uma abordagem sobre a legislação brasileira quanto ao aproveitamento de águas pluviais, os critérios a serem adotados, e alguns tipos de sistemas existentes;

c) Mostrar que estão disponíveis alguns tipos específicos de sistemas de aproveitamento de água de chuva, sendo cada um deles indicado para uma necessidade específica.

1.4 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

É de conhecimento científico que as reservas naturais de água potável no planeta não são tão abundantes. É uma realidade que a água doce, em muitos países, não é um recurso fácil de se encontrar.

Alguns aspectos dificultam e tendem a piorar o acesso à água potável, como a poluição dos rios, e também o crescimento constante da população mundial.

Perante esta situação é importante que se tomem as devidas providências para que se preserve o manancial de água potável existente, e uma boa opção constitui no uso de sistemas eficazes de aproveitamento de águas pluviais.

Para que o processo de aproveitamento de água pluvial ocorra de modo correto, é preciso que se tenha conhecimento dos critérios a serem respeitados, da legislação que gerencia esta tecnologia, e de que forma a água de chuva pode ser usada em uma residência, comércio ou indústria.

1.5 METODOLOGIA DO ESTUDO

A pesquisa deste estudo é exploratória, visto que se buscou abranger todos os tópicos relacionados ao tema, abrangendo-os de forma lógica e em uma sequência que torna fácil a compreensão do texto. Trata-se inclusive de uma pesquisa descritiva, pois são apresentadas as ideias de diversos autores, de forma que estas são concordantes umas com as outras (SAMPIERI, 2013).

Como método de produção, optou-se pela pesquisa bibliográfica, na qual foram utilizados livros, artigos científicos e trabalhos publicados por alunos formandos de Engenharia Civil.

Optou-se, por fazer um estudo de caráter exclusivamente teórico, não sendo incluído um estudo de caso, com uma aplicação prática do tema abordado, sendo dispensado assim a coleta de dados, e um projeto de sistema para uma determinada edificação.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

O meu trabalho que constitui uma revisão bibliográfica, apresenta em seu conteúdo uma análise teórica sobre o tema proposto. Foi elaborada uma sequência de tópicos de forma lógica, tendo como objetivo proporcionar uma fácil compreensão do estudo.

No primeiro tópico aborda-se uma análise sobre os recursos de água potável que estão disponibilizados no planeta Terra, mencionando-se as tendências de consumo, e os diversos motivos que tem provocado o seu esgotamento em todos os países.

Na sequência abrange-se algumas definições relacionadas ao tema, as quais foram extraídas da literatura moderna, observando inclusive as classificações, e um histórico sobre a prática de aproveitamento de água pluvial. Nota-se que é importante abordar a normatização nacional sobre o uso da água de chuva, o que inclui os fatores e critérios adequados.

Na fase final do estudo faz-se um estudo sobre alguns tipos de sistemas de aproveitamento de água pluvial existentes no Brasil, e das várias vantagens de se utilizá-los.

2 UTILIZAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA FINS NÃO POTÁVEIS

2.1. RECURSOS DE ÁGUA POTÁVEL NO PLANETA: TENDÊNCIAS DE CONSUMO E CAUSAS DE ESGOTAMENTO

A água é essencial para a vida. Diante de tal importância, é necessário fazer um estudo sobre qual a disponibilidade da água doce no planeta, como esse recurso está sendo utilizado e quais os problemas que têm levado ao comprometimento desse reuso tão indispensável à vida terrestre (VICTORINO, 2007).

A urgência em ter que analisar a disposição de água potável do planeta, foi incentivada pela preocupante redução deste recurso hídrico em todos os continentes, conforme pode ser visualizado através do QUADRO 1.

QUADRO 1 - Disponibilidade de água por habitante - região (1000m³).

Região	1950	1960	1970	1980	2000
África	20,6	16,5	12,7	9,4	5,1
Ásia	9,6	7,9	6,1	5,1	3,3
América Latina	105,0	80,2	61,7	48,8	28,3
Europa	5,9	5,4	4,9	4,4	4,1
América do Norte	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5
Total	178,3	140,2	110,6	89	58,3

Fonte: Silveira, (2008).

Mais detalhes sobre a diminuição de água doce no planeta, das perspectivas futuras de seu consumo, e um estudo sobre os motivos de seu esgotamento, serão abordados na sequência.

2.1.1 DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO PLANETA

Em relação à quantidade total de água no planeta, conforme mencionado por Anecchine (2005), 97,5% da água é salgada e 2,5% é doce. Do total citado de água doce presente no planeta, 75% está congelada em calotas polares e 10% está no interior de aquíferos. Pode-se concluir que o total de água doce à disposição do consumo é significativamente pequeno.

Quanto ao suprimento de água doce de boa qualidade, é vital para o desenvolvimento da economia e para a qualidade de vida das populações humanas, além da sustentabilidade dos diversos ciclos que ocorrem na Terra. Somente a água pode nutrir as florestas, sustentar a produção agrícola, e manter a biodiversidade de todos os sistemas. Nesses aspectos, tanto os recursos hídricos superficiais quanto os subterrâneos são estratégicos para toda a vida abrangendo os animais, as plantas e o homem.

Segundo Tundisi (2003), ocorre no planeta a distribuição desproporcional da água. Como consequência, existem vinte e seis países que enfrentam escassez de água, ocorrendo em alguns uma maior intensidade, como no caso dos Emirados Árabes Unidos e Kuwait.

O QUADRO 2 apresenta a produção hídrica (vazão média em metros cúbicos) do planeta dividida por regiões (ANNECCHINE, 2005).

QUADRO 2: Produção hídrica no planeta por região.

Regiões do Mundo	Vazão média (m³/s)	Porcentagem (%)
Ásia	458.000	31,6
América do Sul	334.000	23,1
América do Norte	260.000	18,0
África	145.000	10,0
Europa	102.000	7,0
Antártida	73.000	5,0
Oceania	65.000	4,5
Austrália e Tasmânia	11.000	0,8
Total	1.448.000	100,0%

Fonte: Anecchine, (2005).

2.1.2 CAUSAS DE ESGOTAMENTO

Nota-se que a quantidade de água potável além de ser reduzida, ainda possui alguns riscos que ameaçam o acesso da humanidade a este recurso tão importante, que é a poluição, a qual é considerada uma das principais preocupações das autoridades e da população em geral. Atualmente, uma quantidade enorme de poluentes ameaça o abastecimento de água, principalmente nos países do terceiro mundo. O esgoto traz como sérias consequências a redução da biodiversidade, comprometimento da saúde do homem e alteração da atividade pesqueira (GROUP RAINDROPS, 2002).

Outro aspecto que pode comprometer o abastecimento de água são as modificações climáticas, que podem ocasionar impactos significativos em todos os países, em razão das relações estreitas envolvendo o ciclo hidrológico e o clima. A elevação da temperatura vai aumentar significativamente a evaporação e provocar um aumento da precipitação. No geral, a oferta mundial de água vai elevar consideravelmente. Por outro lado, no que tange as secas e inundações, essas podem ser mais frequentes em regiões e em momentos diferentes. Tais aspectos comprometem o suprimento de água, transporte, produção de energia elétrica, prejudicam a pesca e a produção agrícola, além de aumentar significativamente o fluxo de água nos rios e as enchentes (TUNDISI, 2003).

Outra ameaça a água potável é o alto índice de crescimento da população mundial. E, conseqüentemente, dos padrões gerais do consumo humano, que aumenta a necessidade de que se construam cada vez mais usinas hidroelétricas, e com isso se amplie a poluição da água e a acidificação nas fontes hídricas, como rios e lagoas. As condições descritas modificam o ciclo da água alterando as atividades econômicas que dependem diretamente dos serviços dos ecossistemas aquáticos (TUNDISI, 2003).

A população mundial atingiu, no ano 2000, a marca de seis bilhões e duzentos milhões de habitantes. De acordo com a Organização das Nações Unidas, estima-se que em 2050 teremos nove bilhões e setecentos milhões de habitantes no planeta, crescimento esse que ocasionará um salto na necessidade de água (GROUP RAINDROPS, 2002).

A água é um recurso que possui várias formas de utilização, o que tem sido motivo de constante preocupação, sendo a água usada nos setores agrícola, industrial e doméstico. Com o aumento da população vinculado ao crescente consumo, pode acarretar o estresse hídrico periódico ou regular, que ocorre quando a disponibilidade de água doce renovável per capita anual está abaixo de 1700 metros cúbicos (Telles; Costa, 2010). Conforme as informações apresentadas, notam-se que a população tende a aumentar no mesmo ritmo em que a necessidade por água.

Mediante a ampla degradação advinda sobre a reserva de água doce e potável existente já mencionada, alguns órgãos da sociedade reconheceram que atitudes, projetos e métodos de reaproveitamento da água pela sociedade deveriam

ser aplicados. Um dos passos pioneiros nessa questão foi realizado pela Organização das Nações Unidas (ONU) quando determinou que o ano de 2003 fosse declarado como o ano internacional da água. Esse foi o primeiro passo para que a água no futuro não se torne produto de luxo. Por essa razão, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) fez a proposta de que até o ano de 2015 fossem encontradas soluções para resolver essa questão; surgindo assim o “aproveitamento de água de chuva”, conforme será analisado na sequência (TELLES; COSTA, 2010).

2.1.3 CONCEITOS, CLASSIFICAÇÃO E UM BREVE HISTÓRICO DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA

Mediante o alto consumo e da falta de consciência da população mundial quanto ao ato de economizar, estão sendo aplicados recursos técnicos que têm como objetivo o aproveitamento e a reutilização da água. Um desses processos é o aproveitamento da água da chuva (ANNECCHINI, 2005).

O aproveitamento da água de chuva ou reuso de água pode ser conceituado de maneira bem simplificada, como por exemplo, sendo “o processo pelo qual a água, tratada ou não, é reutilizada para o mesmo ou outro fim” (RAMOS, 2010, p. 22).

Conforme Mancuso; Santos (2002,38), o aproveitamento da água pode ser classificado como:

- aproveitamento indireto não-planejado da água: é aquele em que a água, utilizada em alguma atividade humana, é descarregada no meio ambiente e novamente utilizada a jusante, em sua forma diluída, de maneira não intencional e não controlada;
- aproveitamento indireto planejado da água: é aquele no qual os efluentes depois de tratados são descarregados de forma planejada nos corpos de águas superficiais ou subterrâneas, para serem utilizadas a jusante, de maneira controlada, no atendimento de alguma necessidade;
- aproveitamento direto planejado das águas: é aquele cujos efluentes, depois de tratados, são encaminhados diretamente de seu ponto de descarga até o local do reuso. Já vem sendo praticado por indústrias e em irrigação;
- reciclagem de água: é o aproveitamento interno da água, antes de sua descarga em um sistema geral de tratamento ou outro local de disposição. Funciona, assim, como fonte suplementar de abastecimento do uso original. É um caso particular do reuso direto planejado.

Na atualidade, o aproveitamento da água de chuva em residências e indústrias é uma realidade em vários países desenvolvidos, nas pequenas e grandes cidades, visto que consideram que se trata de um método eficiente e simples para tentar amenizar o risco de escassez de água (ANNECCHINI, 2005).

Em vários países como a Alemanha, China, Estados Unidos, Japão e outros tem se empenhado no aproveitamento da água de chuva, desenvolvendo cada vez mais pesquisas e tecnologias visando facilitar e garantir a utilização segura dessa fonte alternativa de água, para suprir a demanda, por exemplo, em lavagem de roupas e automóveis, uso em vasos sanitários e na irrigação de plantas.

No Brasil a utilização da água de chuva ocorre desde 1943, tendo sua primeira instalação registrada no arquipélago de Fernando de Noronha construção essa, financiada por norte-americanos (GROUP RAINDROPS, 2002).

No nordeste, o sistema tem sido aplicado através da construção de cisternas e cacimbas (FIGURA 1), por intermédio na maioria dos casos, por programas desenvolvidos pelo Governo Federal para melhorar a qualidade de vida na região semi-árida, sendo um deles o surgimento do Centro de Pesquisas Agropecuárias do Trópico Semi-Árido (CPATSA) no ano de 1975, que tinha como função a coleta de água e confecção de cisterna de armazenamento para consumo. Trata-se de um projeto simples que visa captar a água do telhado e armazená-la (MANCUSO; SANTOS, 2002).

FIGURA 1 - Sistema com o uso de cacimba.



Fonte: Carvalho, (2016).

Desde as últimas seis décadas que a prática do aproveitamento de água pluvial tem se expandido em todos os estados do Brasil, constituindo assim uma forma eficiente de economizar a água potável do planeta (GROUP RAINDROPS, 2002).

Existem atualmente, a disposição da população, diversas formas de se aproveitar a água de chuva, por intermédio de sistemas que devem ser aplicados conforme a necessidade de cada caso. Além de uma série de princípios e normas a serem respeitadas, sendo estas analisadas a seguir.

2.1.4 NORMATIZAÇÃO SOBRE O APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

No Brasil, ainda não há normas técnicas que gerenciam o aproveitamento da água da chuva. No entanto, alguns estados da Federação já possuem legislações sobre o seu armazenamento, visando reduzir as enchentes, poupar água e usá-la racionalmente (ANNECCHINI, 2005).

Uma dessas leis é a n. 10785 de 18 de setembro de 2003 do município de Curitiba, estado do Paraná, que cita:

Cria no Município de Curitiba, o Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações - PURAE.”

Art. 1º. O Programa de Conservação e Uso Racional da Água nas Edificações - PURAE tem como objetivo instituir medidas que induzam à conservação, uso racional e utilização de fontes alternativas para captação de água nas novas edificações, bem como a conscientização dos usuários sobre a importância da conservação da água.

Art. 7º. A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque, para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água tratada, proveniente da Rede Pública de Abastecimento, tais como: rega de jardins e hortas, lavagem de roupa; lavagem de veículos; lavagem de vidros, calçadas e pisos.

Art. 8º. As Águas Servidas serão direcionadas, através de encanamento próprio, a reservatório destinado a abastecer as descargas dos vasos sanitários e, apenas após tal utilização, será descarregada na rede pública de esgotos (TUNDISI, 2003, não paginado).

No Rio de Janeiro o Decreto Municipal n. 23.940 (Telles; Costa, 2010), determina a obrigatoriedade da coleta da água de chuva no caso de empreendimentos com área impermeabilizada que seja maior que quinhentos metros quadrados, visando conter as inundações. A água coletada precisa ser conduzida para um reservatório de retenção para que seja dispensada na rede

de drenagem depois de uma hora ou infiltrada no solo, ou ainda para que seja levada para outro reservatório, para ser usada em fins não potáveis.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) instituiu no ano de 2007 a NBR 15527 (Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis) que apresenta algumas regras visando o aproveitamento da água de chuva coletada de telhados de áreas urbanas e utilizada em usos não potáveis, nas quais possam ser consumidas depois de um tratamento apropriado (ABNT, 2007).

2.1.5 FATORES E CRITÉRIOS QUANTO AO APROVEITAMENTO DA ÁGUA PLUVIAL

Ao se decidir pelo aproveitamento da água de chuva, visando qualquer finalidade, é preciso ter conhecimento de que sua aceitação irá depender das suas reais qualidades químicas, físicas e microbióticas, que podem ser influenciadas diretamente pela fonte geradora, pelo método de tratamento e pela operação executada pelos sistemas de distribuição (TELLES; COSTA, 2010).

Em relação aos critérios de qualidade para a reutilização da água, esses têm como base os requisitos de usos específicos, em análises ambientais e estéticas, e principalmente na proteção da saúde da população. Tais critérios podem variar muito quando realizados em países desenvolvidos ou não, em razão condição econômica da nação, características sociais e políticas e do índice geral da saúde da população (TELLES; COSTA, 2010).

Conforme a maneira de utilização da água pluvial, alguns critérios utilizados no Brasil são: “[...] a proteção à saúde da população, os requisitos de uso, os aspectos estéticos, e a percepção da população e/ou do usuário (Silveira, 2008, p. 21). Os critérios citados podem ser visualizados em detalhes no QUADRO 3.

QUADRO 3 - Aspectos referentes ao modo de utilização da água de chuva.

Proteção à saúde da população: A água para reuso deve ser segura para o fim pretendido. A maioria dos critérios de qualidade desta água é voltada principalmente para a proteção da saúde da população e muitos são norteados apenas por preocupações com a segurança microbiológica.
Requisitos de uso: Muitos usos industriais e algumas outras utilizações têm requisitos físico-químicos de qualidade que estão relacionados com a saúde da população. As qualidades físicas, químicas e microbiológicas podem limitar a aceitabilidade da água para reuso.
Aspectos estéticos: Para usos mais nobres, como por exemplo, a irrigação urbana ou para a descarga de vasos sanitários, a aparência da água não deve ser diferente daquela apresentada pela água potável, ou seja, deve ser clara, sem cor e sem odor. Em represas que se destinam à recreação, a água recuperada não deve estimular o crescimento de algas.
Percepção da população e/ou do usuário: A água deve ser percebida como segura e aceitável para o uso pretendido e os órgãos de controle devem divulgar tal garantia. Esta diretriz pode ocasionar a imposição de limites conservadores para a qualidade da água por parte dos órgãos de controle.

Fonte: Silveira (2008, p. 21).

Conforme Silveira (2008, p. 18), antes de se optar por um determinado programa de aproveitamento de água da chuva, é preciso considerar alguns aspectos delineados a seguir:

- identificação de oportunidades em reusar a água;
- a determinação da qualidade mínima da água necessária para o uso em questão;
- avaliação da degradação da qualidade de água resultante do primeiro uso;
- identificação das fontes de água que satisfazem às exigências de qualidade da água;
- determinação de como a água pode ser transportada ao novo uso.

2.1.6 TIPOS DE SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Após analisar os fatores, critérios e qual a finalidade da água que será aproveitada da chuva, pode-se definir qual o sistema será adotado. Em qualquer tipo de edificação é preciso que sejam definidos previamente: o dimensionamento do sistema, o qual deve corresponder às necessidades e aos objetivos do proprietário e condições físicas da edificação; é preciso definir a localização e o tamanho apropriado do reservatório conforme a previsão de consumo, o tempo previsto de estiagem e a área de captação; e escolher o modelo de reciclagem, que variam desde linhas complexas que usam filtros subterrâneos e cisternas, até linhas simples com caixas de água sob o solo e filtros de descida (GROUP RAINDROPS, 2002).

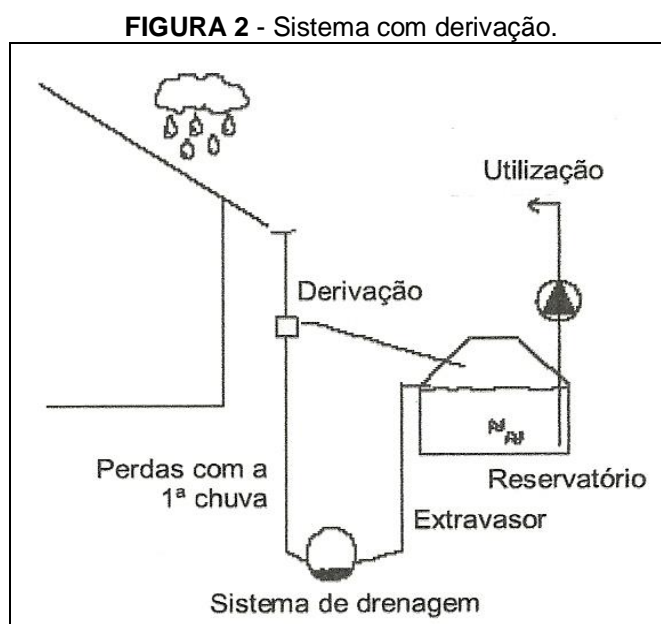
Independentemente do tipo de sistema adotado, os seus principais componentes são os filtros ou telas para tirar impurezas, tubulações,

reservatório, área de captação, bomba, calhas, e outros acessórios como filtro flutuante, freio de água e multisifão (MANCUSO; SANTOS, 2002).

Em relação à água da cisterna subterrânea, esta deve ser recalçada por intermédio de uma bomba ao reservatório superior, que por meio da gravidade irá chegar aos diversos pontos de consumo. Uma bomba pressurizadora também pode ser utilizada conduzindo a água desde o reservatório inferior conforme são abertas as torneiras, dispensando assim o reservatório superior. Deve-se ressaltar, que caso não ocorra à alimentação do reservatório pela água de chuva, pode-se conectar à rede pública direta no reservatório, interligando o sistema.

Geralmente são quatro os modos construtivos de sistema de aproveitamento de água da chuva: o sistema de fluxo total; sistema com derivação; sistema com volume adicional de retenção; sistema com infiltração no solo.

No sistema com derivação (FIGURA 2) ocorre a instalação de uma tubulação vertical de descida para conduzir a água advinda da chuva, tendo como função dispensar a primeira chuva, levando-a até o sistema de drenagem. Outra forma de denominar este sistema é “auto-limpante”, e em certos casos é instalado uma tela ou filtro na derivação (TELLES; COSTA, 2010).

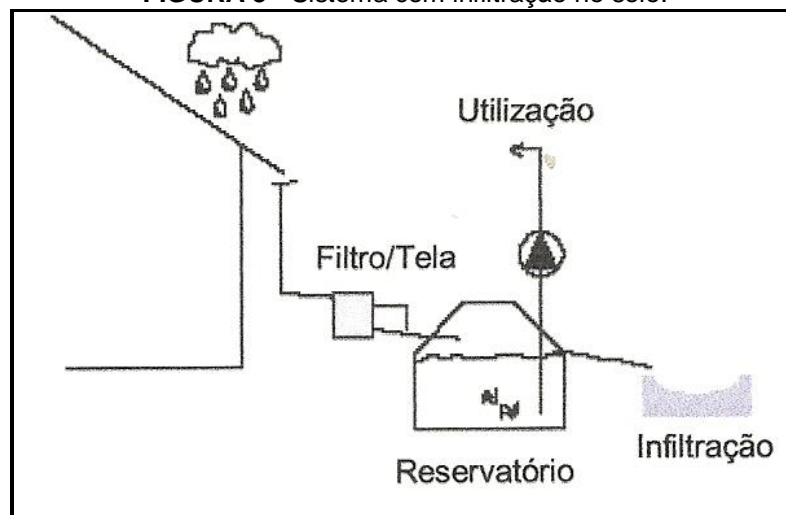


Fonte: Anecchini, (2005).

Em se tratando do sistema com infiltração no solo (FIGURA 3), a totalidade de água de chuva captada é conduzida ao reservatório para ser armazenada,

passando-se anteriormente por uma tela ou filtro (Lima, 2010). A quantidade de água extravasada do reservatório, é levada a um sistema de infiltração da mesma no solo.

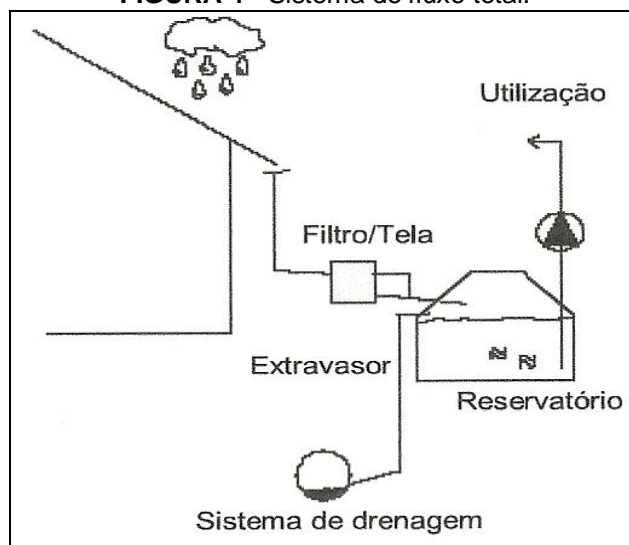
FIGURA 3 - Sistema com infiltração no solo.



Fonte: Anecchini, (2005).

A respeito do sistema de fluxo total (FIGURA 4), a totalidade da água captada é conduzida para ser armazenada no reservatório, percorrendo anteriormente uma tela ou filtro. Todo o volume de chuva extravasado do reservatório é transmitido até o sistema de drenagem (LIMA, 2010).

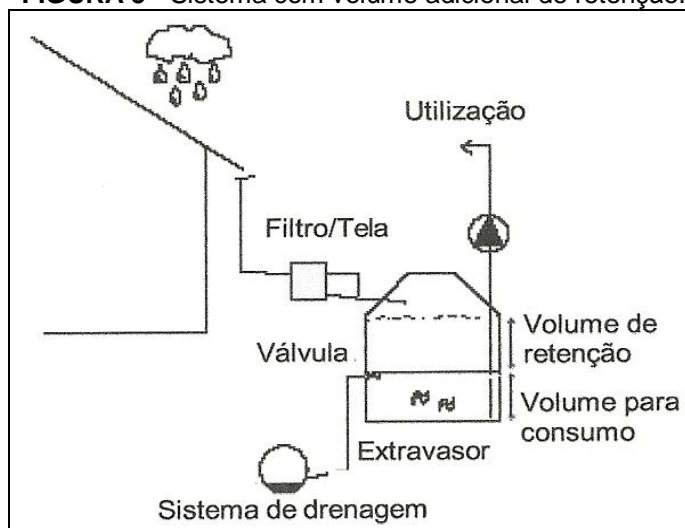
FIGURA 4 - Sistema de fluxo total.



Fonte: Anecchini (2005).

Quanto ao sistema com volume adicional de retenção (FIGURA 5), neste é construído um reservatório com maior capacidade que os outros modelos, tendo a poder de armazenamento de todo o volume de água suficiente para suprir a demanda, e sendo capaz de armazenar o volume extra com a função de impedir uma inundação (TELLES; COSTA, 2010).

FIGURA 5 - Sistema com volume adicional de retenção.



Fonte: Anecchini, (2005).

O sistema em questão possui uma válvula de regulagem da saída de água que corresponde ao volume adicional de retenção para o sistema de drenagem.

Independentemente de se utilizar qualquer um dos quatro sistemas mencionados, é permitido que a água pluvial que seja armazenada por estes, seja utilizada para fins não potáveis em uma residência, como por exemplo, na descarga do vaso sanitário, na lavagem de pisos e de veículos automotores, na irrigação de jardins, na lavagem de roupas, e etc. (GROUP RAINDROPS, 2002).

O uso da água pluvial também pode ocorrer no setor comercial e industrial, como no caso de: resfriamento de equipamentos e máquinas, em serviços de limpeza, em descargas de sanitários, em um reservatório contra incêndios, na irrigação de áreas verdes, dentre outros.

As formas de utilização da água pluvial por meio de um sistema adequado de aproveitamento, são apenas algumas vantagens de se empenhar por esta prática sustentável. Outras vantagens são consideradas a seguir.

2.1.7 VANTAGENS DOS SISTEMAS DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL

Embora já tenha sido mencionada a maior vantagem do reaproveitamento da água, ou seja, a questão ambiental, e uma preocupação com a escassez de água e conseqüentemente com as gerações futuras, alguns autores relatam diversas vantagens de realizar esta prática. Algumas destas, descritas por Fernandes (2009, p. 29-30), são:

- redução do consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;
- evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins e lavagem de pisos;
- os investimentos de tempo, atenção e dinheiro são mínimos para adotar a captação de água pluvial na grande maioria dos telhados, e o retorno do investimento ocorre a partir de 2 anos e meio;
- faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural escasso em toda a cidade, e disponível em abundância no nosso telhado;
- ajuda a conter as enchentes, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios (algo atualmente exigido na cidade de São Paulo pela lei das piscininhas, para construções com área impermeabilizada superior a 500 m²);
- encoraja a conservação de água, a auto-suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade;
- a instalação do sistema, que é modular, pode ser realizada tanto em obras em andamento como em construções finalizadas.

Dentre outras vantagens, descritas por Lima (2010, p. 38), estão:

- utiliza estruturas existentes na edificação (telhados, lajes e rampas);
- baixo impacto ambiental;
- água com qualidade aceitável para vários fins com pouco ou nenhum tratamento;
- complementa o sistema convencional;
- reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público;
- redução do consumo de água potável e do custo de fornecimento da mesma;
- melhor distribuição da carga de água da chuva no sistema de drenagem urbana, o que ajuda a controlar as enchentes.

A viabilidade do aproveitamento de água de chuva torna-se clara mediante todas as vantagens mencionadas, tornando-a essencial para a sobrevivência da geração atual e das futuras. Assim, o reuso ser incentivado pelas autoridades políticas, alcançando todas as classes econômicas.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado em informações suportadas pela literatura, ficou comprovado por meio do presente trabalho que a disponibilidade de água no planeta Terra está acessível da seguinte maneira: 97,5% água salgada e 2,5% doce. Podendo-se concluir que o total de água doce à disposição da população para o consumo é bem pequeno, ou seja, é ainda inferior a 2,5%, visto que parte desta montante não é acessível.

No que diz respeito à qualidade da água, foi mencionado que esta é essencial para o desenvolvimento da economia, para a manutenção de todos os seres vivos e para a sustentabilidade dos diversos ciclos que ocorrem na Terra. A água é a fonte mais importante para manter a produção agrícola, e a biodiversidade de todos os sistemas.

Entretanto, um dos grandes vilões da qualidade da água em nosso planeta é a poluição, constituindo um grande problema para as autoridades. Principalmente em se tratando de terceiro mundo, uma quantidade razoável de poluentes é lançada nos leitos de rio e na atmosfera, comprometendo a vida. Conseqüentemente, as reservas de água do planeta são alvos de metais pesados advindos da “chuva ácida”, alterando a composição química de lagos e rios.

Observou-se no decorrer do trabalho que o consumo de água no mundo no último século, ampliou de 500 km³/ano para 5.000 Km³/ano. Fato este em consequência do aumento das formas de aplicação de água.

Como um dos primeiros passos na tentativa de reutilizar a água na sociedade, foi declarado pela ONU (Organização das Nações Unidas), que 2003 foi considerado o ano internacional da água. Além disso, a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a educação, à ciência e a cultura) propôs que em 2015 fossem encontradas soluções para resolver a questão.

Um modo de reutilizar água é aproveitando a água de chuva, através de sistemas de captação apropriados, ocorrendo o devido processo de tratamento que envolve peneiração, filtração e etc.

Dentre os vários sistemas de captação e tratamento de água de chuva para reutilização, estão: o sistema de fluxo total, o sistema com derivação, o

sistema com volume adicional de retenção e o sistema com filtração no solo, cada qual com suas características voltadas há uma determinada necessidade.

O objetivo do presente trabalho foi mostrar que de fato é importante a iniciativa por parte da sociedade de utilizar ou reaproveitar a água de chuva, onde a água não é necessária. É urgente reusar a água, pois este é um líquido cada dia mais escasso e realmente poderá faltar para as gerações futuras.

O aproveitamento da água de chuva mediante os diversos sistemas analisados, comprovou-se que é acessível à maioria da população, podendo ser utilizado até em locais onde a pobreza impera, como no caso da região semi-árida, onde usa-se geralmente o sistema com cacimba. Cabe à sociedade divulgar os sistemas apresentados para que esta prática se amplie beneficiando cada vez mais famílias por todo o Brasil.

Como sugestões de temas que podem ser utilizados na continuidade da pesquisa proposta para este trabalho, pode-se mencionar: a viabilidade de se ter um sistema de aproveitamento de água de chuva, destacando-se a apresentação de orçamentos, como é comum em um estudo de caso; pode-se uma fazer uma pesquisa que mostra uma análise quantitativa quanto aos usos dos sistemas citados; e ainda um estudo sobre o uso de água de chuva a nível municipal, ou seja, investimentos em piscinões, aplicações da água, custos, vantagens, e etc.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527:2007 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis**. 2007. Disponível em: <<https://www.abntcatalogo.com.br/curs.aspx?ID=34>>. Acesso em: 13 mai. 2019.

ANNECCHINI, K. P. V. **Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Cidade de Vitória (ES)**. 2005. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6582_VERS%C3O%20final%20-%20Karla%20Ponzo.PRN.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2019.

CARVALHO, R. V. de; LIMA, F. E. de S.; SILVA, R. P. da. **O programa um milhão de cisternas (P1MC): uma alternativa de convivência com o semiárido na comunidade agreste de baixo - São Miguel - RN**. 2016. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/download/34601/20036>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

COATI - Centro de Orientação Ambiental Terra Integrada. **Declaração Universal dos Direitos da Água**. 2013. Disponível em: <<https://www.coati.org.br/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua/>>. Acesso em: 22 mai. 2019.

FERNANDES, A. L. G. **“Sustentabilidade das construções” Construções para um futuro melhor - reaproveitamento da água**. 2009. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Monografia%20ANDRE%20LUIZ%20OGENELHU%20FERNANDES.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2019.

GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da Água de Chuva: Técnicas de sustentabilidade em Energia e preservação do meio ambiente**. 1 ed. Curitiba: Editora Organic Trading, 2002.

LIMA, R. M. de A. **Gestão da água em edificações: utilização de aparelhos economizadores, aproveitamento de água pluvial e reuso de água cinza**. 71f. 2010. Monografia (Graduação). Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg2/Monografia%20Rodrigo%20MendoMendonca.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, M. F. dos. **Reúso de água**. 1 ed. Barueri: Editora Manole, 2002.

RAMOS, G. P. **O reaproveitamento de água em empresas de ônibus**. 2010. Disponível em: <www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/n203740.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2019.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Editora Penso, 2013.

SILVEIRA, B. Q. da. **Reuso da água pluvial em edificações residenciais**. 2008. Disponível em: <<http://www.cecc.eng.ufmg.br/trabalhos/pg1/Reuso%20Da%20%20C1gua%20Pluvial%20Em%20Edifica%20E7%20F5es%20Residenciais.pdf>>. Acesso em: 13 mai. 2019.

TELLES, D. D.; COSTA, R. P. **Reúso da água**: conceitos, teorias e práticas. 2 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos**. 2003. Disponível em: <http://www.multiciencia.unicamp.br/artigos_01/A3_Tundisi_port.PDF>. Acesso em: 11 mai. 2019.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede**: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. Porto Alegre: Edi PUC RS. 2007. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=JvP4I454wulC&oi=fnd&pg=PA3&dq=a+%C3%A1gua+%C3%A9+vida+desped%C3%ADcio+planeta&ots=RmYZVI5bDi&sig=MBmMWKbgeWXVmLJ80wTbugg8hxM#v=onepage&q=a%20%C3%A1gua%20%C3%A9%20vida%20desped%C3%ADcio%20planeta&f=false>>. Acesso em: 11 mai. 2019.