

USO DE ÁGUA DAS CHUVAS EM EDIFICAÇÕES

USE OF RAINWATER IN BUILDINGS

Cleiton Melo

João Paulo Corradi Matavelli

Leandro Muniz Macedo¹

Carlos Eduardo Couto Conegundes²

RESUMO

Diante do cenário de escassez de água potável, a engenharia civil surge como propulsora de projetos e obras que proporcionem economia de água potável nas edificações. Assim sendo, o presente trabalho visa avaliar utilização de águas pluviais em edificações, do ponto de vista tanto econômico como de sustentabilidade, detalhando um projeto real de aproveitamento da água da chuva no município de Conceição do Castelo, ES. Realizou-se a estimativa de custo médio de implantação do sistema bem como a análise dos benefícios que podem ser alcançados por meio dele. Foram utilizados os dados pluviométricos do município onde será realizada a construção, realizando-se a quantificação das demandas a serem atendidas pela água da chuva e, por fim, foi feito o dimensionamento de reservatórios.

Palavras chaves: Água de chuva. Sustentabilidade. Reuso da água.

ABSTRACT

Faced with the scarcity of drinking water, civil engineering emerges as a driver of projects and works that provide savings in drinking water in buildings. Therefore, the present work aims to evaluate the use of rainwater in buildings, from an economic and sustainability point of view, detailing a real project for the use of rainwater in the municipality of Conceição do Castelo, ES. The average cost of implementing the system was estimated, as well as the analysis of the benefits that can be achieved through it. Rainfall data of the municipality where the construction will take place were used, quantifying the demands to be met by rainwater and, finally, the dimensioning of reservoirs was done.

¹

²

Keywords: Rainwater. Sustainability. Water reuse.

1 INTRODUÇÃO

A água é um dos principais recursos naturais necessários à sobrevivência humana, sendo a escassez de água potável no planeta, motivo de grande preocupação. Estudos preveem que em 2025, 3,5 bilhões de pessoas em 52 países sofrerão escassez crônica de água (ANA, 2019).

Assim sendo, tornaram-se urgentes e fundamentais, as pesquisas e ações que visem a economia de água potável, que deve se voltar exclusivamente ao consumo humano, destinando as denominadas “águas não nobres” para as atividades não menos importantes, pois influenciam na saúde humana, mas que podem ser feitas com água não potável, sem risco ao bem-estar da população, tais como limpeza, descargas em vasos sanitários, jardinagem, etc. (BRITO et al., 2015).

Neste cenário a engenharia civil deve ser propulsora de projetos e obras que proporcionem economia de água potável nas edificações propostas. Dentre as possibilidades ponderadas, concluiu-se pela viabilidade do estudo do aproveitamento da água da chuva em edificações para uso não potável, tendo em vista a disponibilidade da água, que literalmente cai do céu, diminuindo a captação de água em corpos hídricos, o que reduz sobremaneira o custo do empreendimento. Restaria somente os custos relativos a captação e a distribuição do recurso natural dentro da edificação, e em casos mais específicos, que não serão tratados neste trabalho, de tratamento dessa água para uso em outras atividades que demandam água sem impurezas naturais (MELO, 2018).

Dessa maneira, o aproveitamento da água da chuva nas edificações se torna mais atrativo ao cidadão, que embora disponha de recursos financeiros para edificar, não o tem para altos investimentos, mesmo com a promessa de retorno a longo prazo com a economia de água.

O grande problema a ser enfrentado através do aproveitamento da água da chuva é que na maioria das edificações, a água potável é utilizada em praticamente todas as

atividades, independentemente de uma análise prévia da qualidade da água necessária para determinado uso (BAZZARELLA, 2005).

Assim, o desafio é encontrar projetos e ideias dentro da Engenharia Civil que visem o aproveitamento da água da chuva para emprego em edificações, que sejam viáveis tanto do ponto econômico quanto ecológico (BAZZARELLA, 2005).

Neste contexto, o presente trabalho visa descrever e projetar a utilização da água da chuva em edificações, do ponto de vista tanto econômico como de sustentabilidade. Objetiva ainda, apresentar concretamente, um projeto de engenharia civil viável a qualquer cidadão que deseje construir de maneira sustentável, demonstrando o custo financeiro da obra, para que no final, possa se comprovar que a construção sustentável com aproveitamento da água pluvial é viável não só do ponto de vista do meio ambiente, quanto financeiramente.

A referida pesquisa ainda traz importantes dados a respeito dos principais componentes do sistema de aproveitamento da água da chuva, listando-os, caracterizando-os e apresentando seus custos efetivos dentro da obra, além de ofertar as opções possíveis no mercado. A pesquisa a ser realizada no presente caso, será teórica e de campo, vez que empregará conceitos e estudos já existentes acerca do tema, publicados em artigos e bibliografias, bem como aplicará também dados encontrados em um projeto real de edificação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Problema da Escassez da Água

A escassez de água potável no planeta tem sido alvo de inúmeras pesquisas e intenso trabalho científico visando encontrar soluções viáveis que permitam a utilização sustentável do recurso natural pelo homem. Dados da Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), dispõem que:

[...] cerca de 1,1 bilhão de pessoas em todo o mundo não têm acesso a água potável. Nos países em desenvolvimento, esse problema aparece relacionado a 80% das mortes e enfermidades. No Século XX, o consumo da

água multiplicou-se por seis – duas vezes a taxa do crescimento da população mundial. Um total de 26 (vinte e seis) países sofrem escassez crônica de água e a previsão é de que em 2025 serão 3,5 bilhões de pessoas em 52 países nessa situação (ANA, 2019, p. 45).

Por outro lado, a água doce, potável e de qualidade, está distribuída de forma desigual no mundo. O estudo destaca que o Brasil detém 53% da água doce da América Latina e 12% do total mundial, mas enfrenta problemas no que diz respeito à disponibilidade de tal recurso. Conforme aponta o relatório GEO Brasil Recursos Hídricos, divulgado pela Agência Nacional de Águas (ANA), há uma enorme discrepância em relação à distribuição geográfica e populacional da água no país: a Região Hidrográfica Amazônica abriga sozinha 74% (setenta e quatro por cento) da disponibilidade de água e é habitada por menos de 5% (cinco por cento) dos brasileiros (ANA, 2019).

Segundo dados constantes dos Anais da 9ª Conferência Internacional sobre Sistemas de Captação de Água de Chuva Petrolina, PE - 6 a 9 de julho de 1999, os suprimentos globais de água são limitados a um finito 2% do total da água disponível (ABCMAC, 1999).

Os impactos da escassez da água já são sentidos em toda a população, através do desaparecimento de nascentes e rios, falta de abastecimento do recurso nas grandes metrópoles, doenças por ausência de consumo de água potável, dentre outros sinais. Obviamente, tal situação tende ao agravamento, caso não sejam tomadas medidas urgentes e se a sociedade não mudar sua percepção e comportamento em relação aos recursos naturais (BAZZARELA, 2005).

Bazzarela (2005) atribui boa parte da causa do problema da escassez da água a um sistema urbano convencional de uso da água imperfeito. Segundo a autora:

A água é bombeada de uma fonte local, é tratada, utilizada e, depois, retornada para o rio ou lago, para ser bombeada novamente. Entretanto, a água que é devolvida raramente possui a mesma qualidade que a água receptora (ou a água original, como foi extraída da natureza). Sais, matéria orgânica, calor e outros resíduos que caracterizam a poluição da água são agora encontrados (BAZZARELA, 2005, p. 28).

Outra desvantagem desse sistema são os grandes volumes de água utilizados para o transporte dos resíduos nas redes coletoras. O sistema mistura quantidades comparativamente pequenas de substâncias potencialmente prejudiciais, com grandes quantidades de água, aumentando a magnitude do problema (LANGERGRABER e MUELLEGGER, 2005, p.87).

“Se por um lado os problemas urgentes relacionados à higiene são solucionados, por outro, os impactos ambientais nos recursos hídricos utilizados para o suprimento de água potável são enormes” (OTTERPOHL et al., 2002, p. 55).

Já Pereira (2012), confere a escassez de água à baixa disponibilidade hídrica local, a contaminação dos recursos hídricos subterrâneos e superficiais, a ausência ou má distribuição de água por conta da concessionária pública, aliados à má utilização da água potável que chega às residências.

Finalmente, a ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica) publicou uma obra intitulada Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos, onde atribui os problemas de escassez hídrica no Brasil a combinação entre o crescimento exagerado das demandas localizadas e da degradação da qualidade das águas, sendo consequência dos desordenados processos de urbanização, industrialização e expansão agrícola (ANEEL 2016).

De qualquer maneira, a escassez de água potável já é uma realidade, demandando por soluções a curto, médio e longo prazo, que por outro lado, somente serão encontradas através de constantes e profundos estudos acerca do tema.

2.2 O APROVEITAMENTO DA ÁGUA DAS CHUVAS COMO UMA OPÇÃO VIÁVEL ECONÔMICA E SUSTENTAVELMENTE

Zardini (2014), da mesma forma como os autores da presente pesquisa, entende que o estudo do potencial de economia de água potável com o uso da água de chuva é importante “[...] para a realização da análise da viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água de chuva” (ZARDINI, 2014, p. 25).

Somente a título de exemplificação, Zardini (2014) citando Ghisi e Marinoski (2008) explica:

A fim de obter uma análise da viabilidade econômica de implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em uma instituição de ensino localizada em Florianópolis-SC, foi concluído que, a implantação do sistema no local do estudo era economicamente viável, porque apresentou um período de retorno do investimento considerado relativamente curto (de 4 anos e 10 meses) e também dados que mostraram

um grande potencial de economia de água potável (45,8%). Os volumes dos reservatórios de água pluvial foram determinados com o auxílio do programa computacional Netuno e, o custo relativo à implantação do sistema, após uma pesquisa de mercado na época, foi de R\$ 17.615,56 (ZADINI, 2014, p. 25).

2.2.1 APROVEITAMENTO DE ÁGUA NÃO POTÁVEL

Como é sabido, a água da chuva não é potável e, portanto, não deve ser usada para beber, lavar louça, cozinhar ou tomar banho. No entanto, pode ser utilizada na descarga de banheiros, na regagem de jardins, lavagem de áreas externas, lavagem de carros, ou seja, toda e qualquer utilidade que não se exija potabilidade, o que significa grande economia do recurso hídrico, já que deixaríamos de utilizar grande parte da água própria para consumo humano em demandas que não necessitam da sua qualidade.

Silva (2014), ilustra parâmetros para o volume mensal de água da chuva para uso interno e externo, considerando uma residência com quatro pessoas, em um terreno com seiscentos metros quadrados e área construída de trezentos metros quadrados, um automóvel e duzentos metros quadrados de área de jardim, supondo doze regas ao mês:

Tabela 1 - Volume de água da chuva para uma edificação residencial

Consumo	Cálculo	Resultado
Vaso sanitário	$(4 \text{ pessoas}) \times (5 \text{ descargas}) \times (9 \text{ litros}) \times (1.08 \text{ vazamento}) \times (30 \text{ dias})$	5832 litros
Área de jardim	$(200 \text{ m}^2) \times (2 \text{ l/dia/m}^2) \times (12 \text{ vezes/mês})$	4800 litros
Lavagem de carro	$(1 \text{ carro}) \times (4 \text{ vezes/mês}) \times (150 \text{ litros/lavagem})$	600 litros
Mangueira de jardim	$(50 \text{ litros/dias}) \times (\text{supondo } 10 \text{ dias})$	500 litros
		Total: 11732 Litros

Fonte:

SILVA (2014).

Da mesma forma, os números comprovam que um sistema de captação de água da chuva é um método sustentável que ajuda a economizar água. Os parâmetros utilizados facilitam a medição do consumo em uma edificação e, assim, auxiliam a definir a demanda de água de chuva para uma edificação naquelas proporções (SILVA, 2014).

2.3 BENEFÍCIOS DA CAPTAÇÃO DE ÁGUA DAS CHUVAS PARA APROVEITAMENTO EM EDIFICAÇÕES

Muneroli et. al (2016), listam outros benefícios da captação de água de chuvas:

- A água fica disponível onde é necessária; água relativamente limpa;
- É possível a utilização das estruturas já existentes (telhados, lajes, entre outros), para a coleta, com um impacto econômico e ambiental baixo, pois a utilização de materiais é o mais simples possível;
- Qualidade aceitável para muitos objetivos (com pouco ou mesmo sem tratamento);
- Ajuda a diminuir a demanda de água tratada;
- Reserva de água para situações de emergência ou interrupção do abastecimento público;
- Redução da carga de drenagem e enchentes e dos problemas causados pelos alagamentos;
- Operação e gerenciamento do sistema são feitos pelo usuário (MUNEROLI et. al, 2016, p.3).

Por outro lado, segundo Anecchini (2005) citando Gardner, Coombes e Marks (2004), os sistemas de aproveitamento de água de chuva proporcionam uma economia de 45% do consumo de água nas residências, já na agricultura, a economia chega a 60%” (ANNECCHINI, 2005, p. 32).

2.3.1 Aproveitamento da Água da Chuva no Mundo

Bazzarella (2005) enfatiza que a água das chuvas nas edificações foi até certo tempo, muito utilizada no mundo, porém, foi esquecida quando os sistemas públicos de abastecimento foram implementados.

Porém, argumenta que vários países europeus e asiáticos utilizam amplamente a água da chuva nas residências para usos que não requerem qualidade de água potável, como a descarga de vasos sanitários, a lavagem de roupas, calçadas e carros e a rega de jardins (MAY, 2004).

Anecchini (2005) cita que no Japão, a coleta da água da chuva é bastante difundida, em especial em sua capital, que atualmente possui grandes barragens com o fim de promover o abastecimento de água de forma convencional. Geralmente, é armazenada em reservatórios que podem ser individuais ou comunitários, sendo denominados de “Tensuison”, sendo aparelhados com bombas manuais e torneiras,

ficando a água disponível para consumo para qualquer pessoa. Segundo a mesma autora, a água excedente do reservatório é direcionada para canais de infiltração, garantindo assim a recarga de aquíferos e evitando enchentes, problema também enfrentado pelas cidades japonesas, devido ao grande percentual de superfícies impermeáveis.

Menciona ainda que no Japão, a água da chuva é aproveitada em estádios para a descarga de vasos sanitários e a rega de plantas.

Alguns países já entenderam que a escassez de água deve fazer parte de estratégias de Estado, e não somente de governos. Anecchini (2005) citando Tomaz (2003), destaca a Alemanha, especificamente Hamburgo, onde o governo concede cerca de US\$ 1.500,00 a US\$ 2.000,00 ao cidadão que aproveitar a água da chuva; este incentivo terá como retorno para o governo o controle dos picos das enchentes durante os períodos chuvosos.

2.3.2 APROVEITAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA NO BRASIL

“A instalação mais antiga de aproveitamento da água da chuva foi construída por norte-americanos em 1943, na ilha de Fernando de Noronha” (GHANAYEM, 2001, p. 21). E essa prática é realidade até nos dias de hoje para o abastecimento da população.

Não existe nenhuma Lei específica para o aproveitamento das águas provenientes das chuvas, porém a Lei n.º 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, também conhecida como “Lei das Águas”, sofreu uma alteração através da Lei 13.501 de 30 de outubro de 2017, incluindo em seu art. 2º o inciso IV “incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais” (LEI FEDERAL 9.433, 1997).

No estado do Espírito Santo a Lei nº 10.179, de 17 de março de 2014, dispõe sobre Política Estadual de Recursos Hídricos, em seu art. 3º, inciso V “incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais”.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, em sua NBR 15.527:2007, dita normas para a coleta e uso de água das chuvas, “água resultante de precipitações atmosféricas coletada em coberturas, telhados, onde não haja circulação de pessoas, veículos ou animais” (ABNT, 2007, P.1). Define ainda como escopo fornecer os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, delimitando que a norma somente se aplica para descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais, sendo tal lista somente exemplificativa, desde que o consumo de água seja não bebível.

2.3.3 QUALIDADE DA ÁGUA A SER APROVEITADA

Estudando a viabilidade de utilização da água da chuva ainda que para fins não potáveis, importante questionar sobre a qualidade dessa água, ou seja, se este uso poderia trazer consequências a saúde do consumidor, mesmo que não fosse utilizada em situações que impliquem em contato direto com o ser humano.

Segundo Hagemann (2009), a qualidade da água da chuva é influenciada também pelas condições atmosféricas e pela superfície onde cai ou por onde passa até ser coletada; assim sendo, em alguns casos, pode ser até melhor que a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, quando se considera a possibilidade dessa água não entrar em contato com o solo nem estar diretamente sujeita à ação de poluentes descartados por ações humanas.

Destaca ainda outros fatores que influenciam a qualidade das águas pluviais, tais como a área de captação, calhas e tubulações, e o armazenamento final, fazendo-se necessário o descarte dos primeiros milímetros de chuva na tentativa de diminuir tais influências.

Outra recomendação destacada pelo Centro Científico Conhecer é que o sistema de aproveitamento de água de chuva deve estar identificado como tal, porque, como já mencionado, a água de chuva não é tratada e não deve ser misturada com a água potável em hipótese alguma. Tubos, torneiras e a caixa d'água devem possuir

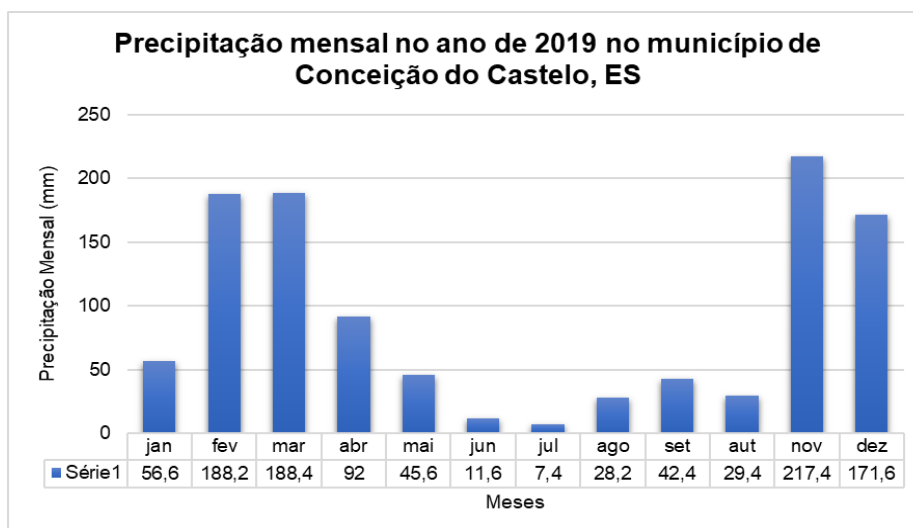
inscrições que alertam que não se trata de água tratada, a fim de ser evitar uma eventual contaminação.

Conclui-se, portanto, que, desde que tomados todos estes cuidados, a água da chuva pode ser aproveitada, com segurança, para os fins destacados na NBR - 15.527/2007, sendo viável também, do ponto de vista econômico, já que representa importante reserva de água potável que seria usada para fins em que poderia ser usada água não potável.

2.4 POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Nessa pesquisa iremos utilizar dados obtidos do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN, obtidos da Estação Pluviométrica Pedro Rigo – 320170401A, situada na cidade de Conceição do Castelo, ES, coordenadas: LAT: -41,252 S LON: -20,36063 W ALT: 637 m.

Figura 01 - Precipitação mensal ano 2019



Fonte: www.cemaden.gov.br

Para fins de cálculos será adotada a média anual de 1.078,80mm/m², ainda que esses índices sejam variáveis ao longo dos anos, podendo utilizar o excedente armazenado para irrigar jardins, lavagem de calçadas, dentre outros usos não potáveis.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho busca a partir de dados de revisões bibliográficas e levantamento de campo, dissertar sobre a importância da utilização da água da chuva em edificações, do ponto de vista tanto econômico como de sustentabilidade, detalhando um projeto real de aproveitamento da água da chuva no município de Conceição do Castelo, ES, em determinada edificação. Trará ainda o custo médio de implantação do sistema bem como a análise dos benefícios que podem ser alcançados através dele. Com o levantamento de custo de implantação do sistema, considerando valores de mercados e a tarifa da CESAN (Companhia Espírito Santense de Saneamento), verificará o tempo médio de retorno do investimento.

Do ponto de vista da classificação da pesquisa com base em seus objetivos gerais, nota-se que esta pode ser qualificada como exploratória, tendo em vista que utiliza o aprimoramento de ideias, proporciona maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito, empregando ainda pesquisa bibliográfica e estudo de caso concreto (TUMELERO, 2009).

Quanto à natureza, segundo Tumelero (2019), a pesquisa é aplicada, já que visa originar conhecimentos para aplicação concreta à solução do problema específico da escassez de água no planeta frente a possibilidade de aproveitamento da água da chuva para aplicações não potáveis.

Quanto a abordagem, a pesquisa será qualitativa, tendo em vista que não tende à quantificação, e sim a análise da possibilidade do uso da água da chuva no contexto das edificações, visando demonstrar o custo para execução de projeto de uso da água da chuva em um caso concreto e a viabilidade técnica e financeira do projeto.

3.1 OBRA OBJETO DO ESTUDO

A obra alvo desse estudo será a Construção do Centro de Convivência da Terceira Idade, Frei Alaôr dos Santos, localizado a Rua Rafaela Barnabé Pizzol, bairro Nicolau de Vargas e Silva, coordenadas geográficas Latitude 20°21'48.6" S e Longitude 41°14'42.1" W.

Figura 2 – Centro de Convivência



Fonte: Autor.

A obra possui uma área construída de 1.530,70 m² com uma área de projeção de telhado de 755,40 m². Telhado em telha termo acústica, composta por duas telhas metálica de aço galvanizada trapezoidal e camada isolante ao meio. Figura 02, demonstra o telhado da edificação.

A água será coletada através de calhas e condutores, instalados de acordo com a NBR 10.844/89, da ABNT, que determina as normas e regras das instalações prediais de água pluviais.

Figura 3 - Telhado

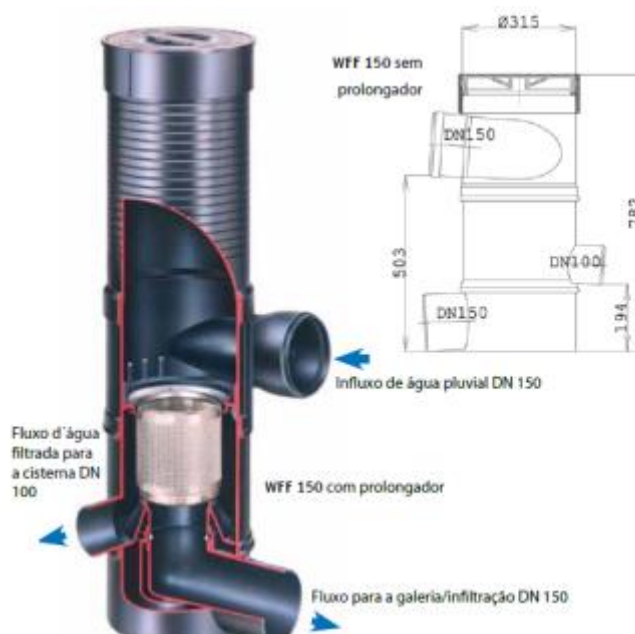


Fonte: Autor

3.2 TRATAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA

Para o tratamento da água será utilizado o sistema da AquaStock Filtro Fino Vortex WFF 150, que é construído em acordo com a NBR 15527/07, que tem por finalidade separar a água proveniente da chuva de impurezas, tais como: insetos, folhas, gravetos, dentre outros. De baixa manutenção, produzido em polietileno de longa duração e filtro interno de aço inox. Os detritos são encaminhados para a galeria pluvial e a água filtrada é encaminhada para a cisterna, pronta para uso.

Figura 04 - Filtro Fino Vortex WFF 150



A água deve ser armazenada em local protegido da incidência direta da luz solar e do calor, as tubulações devem ser diferenciadas e independente da tubulação de água potável, conforme a ABNT NBR 5626.

3.3 CONSUMO DE ÁGUA

Segundo Ghisi e Ferreira (2007) os vasos sanitários são responsáveis pela maior parcela de consumo de uma residência. Sendo assim, é de suma importância a correta escolha das bacias sanitárias, optando por aparelhos que utilizem válvulas de descargas com acionamento seletivo, que possua um sistema duplo de descarga, possibilitando ao usuário a opção de escolher o volume a ser utilizado.

Segundo o Fórum da Construção Civil, no Brasil a partir do ano de 2002, o Ministério do Interior, através do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat (PBQP-H), estabeleceu em norma o consumo máximo de água por descarga, passando a utilizar de 6 (seis) litros por descarga, além da NBR 15.097/04, que dispõe a cerca de Aparelhos Sanitários Cerâmicos.

Na edificação serão utilizados aparelhos sanitários com caixa acoplada de duplo acionamento, possibilitando ao usuário utilizar a descarga reduzida e de limpeza rápida utilizando 3 litros, ou a descarga completa utilizando 6 litros.

Segundo Silva (2014), a média de descarga diária de uma pessoa é de cinco descarga.

3.4 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO

De acordo com a NBR 5626, dependendo do local ou da finalidade da edificação, a capacidade do reservatório pode variar dependendo da necessidade do cliente, no caso em estudo o consumo médio considerado na norma é de 50 litros/dia por pessoa. O sistema de coleta de água pluvial será utilizado como fonte complementar, que será utilizado durante os períodos de chuvas, permitindo que este sistema seja abastecido pela rede pública nos períodos de estiagens.

Para o dimensionamento do reservatório de água pluvial pelo método Prático Inglês, segundo a NBR 15527 (ABNT, 2007), deve-se utilizar a Equação:

$$V = 0,05 \times P \times A \quad (1)$$

Onde:

V- é o volume de água pluvial, ou o volume do reservatório de água pluvial;

P- é a precipitação média anual (mm);

A- é a área de captação em projeção no terreno (m²).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisou-se no presente estudo, a viabilidade da utilização do sistema de aproveitamento da água da chuva em edificação onde serão empregadas ações cujo público alvo é a população idosa do município de Conceição do Castelo, ES.

Assim sendo, segundo dados da Secretaria Municipal de Ação Social do município de Conceição do Castelo, ES, serão atendidas no referido programa, em média 40 pessoas por dia, com um consumo diário de 50 litros por pessoa, segundo a norma.

Dessa forma, calcula-se o consumo de água na referida edificação:

- 40 pessoas x 50 litros dia: 2.000 litros dias= 60.000 litros por mês
- 40 pessoas x 5 descargas= 200 descargas diária
- 6 litros por descarga x 200 descargas= 1.200 litros por dia
- Estimativa de gasto de água em descarga por mês 1.200 a 30 dias= 36.000 litros (36 m³), água por mês.

Conforme a equação (1) o volume de água aproveitado será:

$$V = 0,05 \times 1078,80 \times 755,40 = 40.746,28 \text{ litros por mês.}$$

O consumo mensal de água em descargas na edificação é de 36.000,00 litros por mês. Utilizar-se-á reservatório tipo tanque em polietileno, de fácil instalação, que possui menor custo, sendo economicamente mais viável.

Sendo instalados três tanques com capacidade de 15.000 litros cada, sendo, dois enterrados no solo e um elevado, coletando 100% da água da chuva, totalizando 40.746,26 litros, sendo o suficiente para atender a demanda dos vasos sanitários por todo o mês. O sistema implantado no projeto trabalha de forma complementar ao sistema convencional da rede da CESAN, empresa que possui concessão para o tratamento e distribuição da água potável na cidade de Conceição do Castelo, pois nos períodos de estiagem será acionado o sistema de água potável da referida distribuidora para suprir a demanda da edificação, sendo ainda que o excedente de água de chuva poderá ser utilizado para lavagem de calçadas, irrigação de jardins, entre outros.

4.1 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA

A fim de identificar o custo de implantação do sistema de coleta de água das chuvas, realizamos uma pesquisa de preços dos materiais utilizados no sistema, sendo coletado o valor dos tanques de polietileno e a bomba centrífuga no mercado local e o Filtro Fino Vortex WFF 150, no site do fabricante.

Tabela 02: Custo de implantação do Sistema

Serviços/Materiais	Quant.	Valor total
Tanque de Polietileno de 15.000 litros	3	R\$ 19.809,00
Bomba de água Centrífuga de 3 hp	1	R\$ 1.800,00
AquaStock Filtro Fino Vortex WFF 150	1	R\$ 3.990,00
Total		R\$ 25.599,00

Fonte: Autor

4.2 CUSTO DA ÁGUA DA CESAN

As tarifas da CESAN são estabelecidas segundo as categorias das economias abastecidas, na edificação em análise e cobrado a tarifa pública, sendo cobrada por faixa de consumo, onde quanto maior o consumo, maior o valor pago pelo m³. A edificação tem uma previsão de gasto mensal de 60 m³ mês.

Tabela 03: Custo da água da CESAN

Tarifas de Água por Faixa de Consumo Órgão Públicos (R\$/m ³)						
	0-10 m ³	11-15 m ³	16-20 m ³	21-30 m ³	31-50 m ³	> 50 m ³
Valor por faixa	R\$ 5,64	R\$ 6,37	R\$ 8,18	R\$ 8,45	R\$ 8,57	R\$ 8,68
Totais por faixas	R\$ 56,40	R\$ 31,85	R\$ 40,90	R\$ 84,50	R\$171,40	R\$ 86,80
Total						R\$ 471,85

4.3 ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS

A implantação do sistema ficou estimada em R\$ 25.599,00, como demonstrado na tabela 02. A tabela 04, apresenta os resultados da economia gerada com a implantação do sistema.

Tabela: 04 Custo e Economia gerados

Água da CESAN	Água coletada da chuva	Economia mensal
---------------	------------------------	-----------------

Consumo mensal	60 m ³	36 m ³	
Preço mensal	R\$ 471,85	R\$ 265,07	56,18%

Fonte: Autor

4.4 TEMPO DE RETORNO DO INVESTIMENTO

Para cálculo do tempo necessário para recuperação do capital investido, não foi levado em conta taxas de correções monetárias, sendo calculada de forma simples e direta, divide-se o custo de implantação do sistema, pela receita ou economia gerada após a implantação do sistema.

$PBS = \text{capital} / \text{economia gerada}$

$PBS = 25.599,00 / 265,07$

Assim sendo, o tempo de retorno do investimento será de aproximadamente 8 anos e 1 mês.

4.5. RELAÇÃO CUSTO BENEFÍCIO (RCB)

É a relação entre o custo total pelo benefício do empreendimento, a RCB é uma análise que embute o conceito da TRI e é muito comum em empreendimentos energéticos, que considera como viável se o projeto apresentar valores menores que 0,8.

$TRI = \text{economia gerada} / \text{capital}$

$TRI = 265,07 / 25.599,00$

Aplicando a equação para este de caso temos uma relação custo-benefício de 0,0104, sendo, portanto, o projeto viável também do ponto de vista financeiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS / CONCLUSÕES

A tabela 05 mostra os resultados deste estudo de caso:

Tabela 05 – Resultado apresentados na Edificação

População estimada por dia	25 pessoas
Previsão de gasto diário com água potável	2.000 litros/dia ou 60 m ³ /mês.
Uso de água da chuva (vasos sanitários)	1.200 litros/dia ou 36 m ³ /mês
Volume de água da chuva captada	40,70 m ³ /mês
Custo total do projeto	R\$ 25.599,00
Custo mensal com água potável da edificação	R\$ 471,85
Economia gerada (uso de água das chuvas em vasos sanitários)	56,18%
Tempo de retorno do investimento (aproximado)	8 anos e 1 mês

Fonte: Autor

Concluiu-se através do presente trabalho que o retorno do investimento do sistema de aproveitamento de água de chuva testado é lento, porém, viável do ponto de vista tanto ecológico, social e financeiro, já que o problema da escassez de água potável no mundo é real e bate às portas da sociedade moderna.

Assim sendo, a decisão de se construir um sistema de aproveitamento de água de chuva não deve ser tomada somente com o objetivo de economizar dinheiro e sim com o objetivo de garantir o futuro da sustentabilidade hídrica, promovendo a conservação da água.

A pesquisa realizada indica que o sistema trará além da economia financeira, a sustentabilidade na edificação, lembrando que na obra objeto de estudo, o sistema utilizou a água da chuva coletada somente nas descargas das bacias sanitárias, o que significou uma economia de água potável de cerca de 56,18%, isso sem considerar o excedente de água da chuva, que pode ser utilizado para outras finalidades não potáveis, o que poderá representar uma economia ainda maior.

Os benefícios trazidos pela coleta e aproveitamento da água da chuva são evidentes; porém, faz-se necessária a criação de políticas públicas que incentivem a implementação desses sistemas em todos os tipos de edificações, tal como se faz em outros países.

6 REFERÊNCIAS

ANNECCHINI, Karla Ponzo Vaccari. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis na cidade de Vitória (ES)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em: http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6582_vers%c3o%20final%20karla%20ponzo.prn.pdf. Acesso em: 02 mai 2020.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10844: Instalações de água pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15527**: Água de chuvas, Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2019.

BRASIL. Agencia Nacional de Águas. Falta de água potável no mundo aparece relacionada a 80% das mortes e doenças. Paraná, 2007. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/falta-de-a-gua-pota-vel-no-mundo-aparece.2019-03-14.1777251782>. Acesso em: 02 mai 2020.

BAZZARELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e aproveitamento da água cinza para uso não potável em edificações**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005. Disponível em: http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6573_Bazzarella_BB_2005.pdf. Acesso em: 05 mai 2020.

CENTRO CIENTÍFICO CONHECER CURSO: **aproveitamento da água de chuva-sistema de aproveitamento de aguas pluviais em edificações**. [s.d]. Disponível em: <www.conhecer.org.br>. Acesso em: 10 out 2020.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/>. Acesso em: 02 nov 2020.

EDHUCRIAR DESENVOLVIMENTO HUMANO. **Necessidade, mãe da inovação? Como necessidade, ócio e imitação envolvem o conceito de inovação**. Disponível em: <http://www.edhucriar.com.br/blog/necessidade-mae-da-inovacao>. Acesso em: 22 jun 2020.

HAGEMANN, Sabrina E. **Avaliação da qualidade da água da chuva e da viabilidade de sua captação e uso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7715/HAGEMANN%2C%20SABRI%20ELICKER.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 02 mai 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO DA ARQUITETURA, FÓRUM DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Bacias sanitárias e o consumo de água.**

Disponível em: <http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=24&Cod=39>. Acesso em: 05 out 2020.

MUNEROLI, Jessica Citron et. al. **Aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis em edificação multifamiliar na cidade de Carazinho (RS).** IN: Anais do XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO - Contribuições da Engenharia de Produção para Melhores Práticas de Gestão e Modernização do Brasil, de 03 a 06 de outubro de 2016, João Pessoa/PB. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_234_364_29912.pdf. Acesso em: 05 out 2020.

PEREIRA, Daniel Rocha. **Construção de sistema de aproveitamento de água de chuva sem bombeamento elétrico (saac-sbe) utilizando materiais alternativos. 2012.** Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal de Lavras, MG. Lavras, MG. 2012. Disponível em:

http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/3781/1/TCC_Constru%C3%A7%C3%A3o%20de%20sistema%20de%20aproveitamento%20de%20%C3%A1gua%20de%20chuva%20sem%20bombeamento%20el%C3%A9trico%20%28SAACSB%29%20utilizando%20materiais%20alternativos. Acesso em: 02 mai 2020.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. **Reuso da água originada no banho familiar.**

Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/reusodeagua/reuso-de-agua-do-banho.htm>. Acesso em: 02 nov 2020.

SILVA, Julian. **Como definir a demanda de água de chuva em uma edificação.**

Disponível em: <http://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/como-definir-a-demanda-de-agua-de-chuva-em-uma-edificacao/>. Acesso em: 20 out 2020.

ZARDINI, Cecília de Souza. **Aproveitamento de água de chuva:** estudo da viabilidade em diferentes capitais brasileiras. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária), Universidade Federal de Goiás, Goiás, 2014. Disponível em:

https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/APROVEITAMENTO_DE_%C3%81GUA_DE_CHUVA_-_ESTUDO_DA_VIABILIDADE_EM_DIFERENTES_CAPITAIS_BRASILEIRAS.pdf. Acesso em: 02 mai 2020.