



## **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em residência: estudo de caso**

### **Everton Gabriel Medeiros da Silva**

Pesquisador do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da POLI-UPE  
egms@poli.br

### **Alberto Casado Lordsleem Júnior**

Docente Permanente do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da POLI-UPE  
acasado@poli.br

### **Micaella Raíssa Falcão de Moura**

Docente do curso de Engenharia Civil - Núcleo de Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade  
Católica de Pernambuco (Unicap Icam-Tech)  
mrfm\_pec@poli.br

## RESUMO

Atualmente com população de 8 bilhões de habitantes no planeta Terra, a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura estima que 2 bilhões de pessoas não possuem água potável disponível. Tal fenômeno é observado não apenas em regiões menos abastadas, mas também em grandes centros, como em Olinda, a primeira capital do Estado de Pernambuco, cujos problemas de abastecimento de água são frequentes, mesmo numa cidade Patrimônio Histórico e Cultural da Humanidade. Este trabalho busca apresentar alternativa para melhor utilização da água, promovendo o aproveitamento de água pluvial para uso em atividades que permitam o uso de recurso não-potável, favorecendo a redução do consumo de recursos hídricos potáveis. O objeto do estudo é uma residência localizada no Sítio Histórico de Olinda, onde apresenta fornecimento de água em dias alternados, de acordo com a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). A metodologia adotada contemplou as etapas de levantamento das leituras mensais do Hidrômetro, análise das condições pluviométricas locais, área de cobertura influente, consumo efetivo de água potável e viabilidade de implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva. Como resultado, pôde-se identificar significativo percentual econômico de água potável, observando-se ainda a viabilidade de implantação do sistema de captação, armazenamento e aproveitamento de água pluvial na residência.

**PALAVRAS-CHAVE:** aproveitamento de água pluvial. água potável. patrimônio histórico.

## 1 INTRODUÇÃO

As frequentes crises hídricas enfrentadas pelo Brasil refletem-se sobre o gerenciamento do consumo e utilização da água como recurso vital à sobrevivência humana. Tais fenômenos puderam ser observados mais severamente no Distrito Federal, em 2016, com o principal reservatório atingindo a marca de 20% de sua capacidade (SANT’ANA; MEDEIROS, 2017). A região Sudeste, especificamente a região metropolitana de São Paulo, entre os anos de 2014 e 2015, enfrentou severa seca, chegando a utilizar a reserva técnica, também chamada de “volume morto” (DE NYS; ENGLE; MAGALHÃES, 2016).

Com expressiva notoriedade nacional, a região Nordeste enfrenta a pior seca do século. Enquanto as regiões Sudeste e Centro-Oeste recuperaram os níveis de água dos reservatórios, várias cidades nordestinas decretaram estado de calamidade pública ou situação de emergência por falta de água entre os anos de 2012 a 2017 (ANA, 2017).

Dentre os fatores influentes para a escassez do fornecimento de água potável nos centros urbanos, destacam-se: o crescimento demográfico dos grandes centros, manutenção das condições de vida e econômicas, perdas, desvios e infraestrutura de fornecimento arcaico (CASTRO, 2022).

Para reverter este quadro, faz-se necessário investimentos e estudos em novas tecnologias que contribuam com o aumento da eficiência do sistema de armazenamento e distribuição, favorecendo a redução do consumo (ANDRADE SOBRINHO; BORJA, 2016).

Como alternativa, tem-se a utilização da água pluvial em atividades não-potáveis, conforme destacam Sant’ana e Medeiros (2017), ao afirmarem que o sistema predial de água não-potável com o aproveitamento da água da chuva é um conceito de simples implantação e promove uma fonte complementar de abastecimento para uso em atividades que não necessitam de potabilidade da água e que não conferem riscos à saúde, por exemplo, lavagem de carros, lavagem de calçadas, descarga sanitária e lavagem de roupas.

Evidentemente, para implantação de um sistema de captação e armazenamento de água da chuva demanda-se um aporte financeiro a ser realizado pelo proprietário do imóvel. Entretanto, a viabilidade financeira de instalação do sistema possibilitará redução do consumo de água potável fornecida pela companhia de abastecimento, contribuindo para a redução do valor pago em sua fatura, conferindo retorno financeiro ao longo do tempo (MOURA; SILVA; BARROS, 2017).

## **2 OBJETIVOS**

Através deste trabalho, objetivou-se apresentar o aproveitamento de água pluvial para redução do consumo de água potável residencial e dos custos mensais para os proprietários por meio da implantação de um sistema de captação e retenção da água da chuva.

## **3 METODOLOGIA**

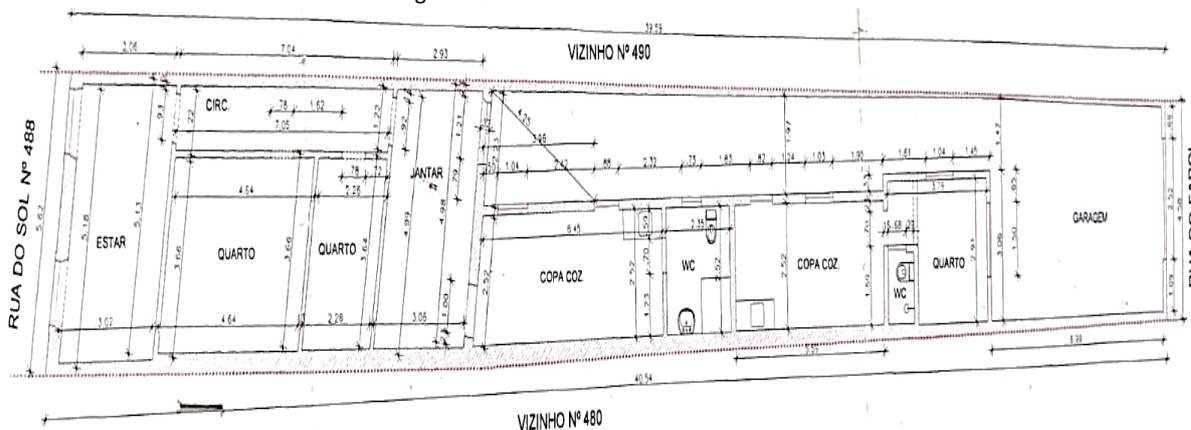
A residência objeto de estudo do presente trabalho está localizada à Rua do Sol, Nº 488, Bairro do Carmo, Olinda-PE (Figura 01). A edificação pertence ao Sítio Histórico da Cidade de Olinda-PE, sito à Região Político-Administrativa 8 (RPA8) e à Zona Administrativa 12, próxima a lugares historicamente reconhecidos, como o Farol de Olinda, Forte de São Francisco e do Convento de São Francisco. A edificação possui um comprimento de 40,6 m, área do terreno de 203,99 m<sup>2</sup> e área construída de 154,09 m<sup>2</sup> onde estão distribuídos duas salas, 2 banheiros, cozinha, 3 quartos e quintal com aproximadamente 50m<sup>2</sup> (Figura 02). A cobertura da residência constitui-se de telhas em material fibrocimento, possui calhas de concreto impermeabilizado, nas duas extremidades, para o escoamento das águas pluviais, bem como, condutores verticais e horizontais em PVC com diâmetro nominal de 100 mm.

Figura 01 – Fachada do objeto de estudo.



Fonte: Autores (2023).

Figura 02 – Planta baixa do imóvel.



Fonte: Autores (2023).

Para a análise da economia da água potável obtido através de um sistema de aproveitamento de água para fins não potáveis, adotou-se as seguintes etapas: análise dos dados de consumo de água, levantamento dos dados pluviométricos da região do objeto de estudo, determinação da área de cobertura influente na captação da água da chuva para o sistema, dimensionamento do reservatório para armazenamento da água pluvial e estudo de viabilidade para implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial.

Para estimar os usos finais da água e realizar a análise da viabilidade econômica para implantar um sistema de aproveitamento da água pluvial na residência em questão, realizou-se coleta de dados de consumo de água através das faturas mensais da empresa de saneamento

da cidade, verificação das áreas de influência para captação e dados pluviométricos fornecidos pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2020).

Coletou-se os dados pluviométricos através das informações do Posto Pluviométrico da Academia Santa Gertrudes, localizado no Bairro do Carmo, município de Olinda-PE, a uma distância aproximada de 2km da residência em estudo. A escolha dessa Estação se deu pelo motivo de ser a mais próxima do local em estudo. Assim, através das informações coletadas, obteve-se o histórico mensal local sobre precipitações num período aproximado de 10 anos.

Em seguida, realizou-se o levantamento dos dados de consumo de água da residência, onde comparou-se o consumo estimado e o consumo real. Para determinar os valores dos consumos mensais, utilizou-se as faturas fornecidas pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), companhia responsável pelo abastecimento de água potável e saneamento da região do objeto em estudo. O equipamento de medição encontrava-se na área externa à casa, como padronizado pela COMPESA em todo o Estado, e por isso sofreu ações de depredação da sua caixa protetora, além de ações das intempéries naturais.

Assim sendo, não foi possível a verificação diária do Hidrômetro devido à má condição do seu visor, sendo solicitado pelo titular do imóvel sua substituição junto à companhia de abastecimento de água.

Acreditou-se que as leituras fornecidas pela COMPESA (2020), durante o período analisado neste trabalho, realizaram-se por meio de estimativas e médias de consumo.

Para estimar o consumo de água por usos finais na residência, levou-se em consideração os aparelhos sanitários, o número de vezes em que são utilizados e o tempo de uso pelas pessoas. Portanto, levantou-se os tipos, características e vazões dos aparelhos sanitários existentes. Os dados anteriormente citados, demonstraram-se necessários para a correta compreensão da quantidade de água utilizada para cada atividade, permitindo-se verificar a quantidade de água utilizada para fins não potáveis.

Para identificar as vazões dos aparelhos sanitários, utilizou-se um recipiente de volume conhecido e cronometrou-se o tempo para enchê-lo. Os chuveiros e torneiras das pias da cozinha, banheiros e do quintal foram utilizados buscando-se padronização em seus usos, embora sejam de materiais e fabricantes distintos. Procurou-se abrir os equipamentos em sua máxima vazão realizando assim uma média de três medições. As caixas de descarga eram do mesmo fabricante, material e modelo, e foram ajustadas para sua capacidade máxima que, segundo o fabricante, atingiam 9 litros, realizando-se a média de três medições.

Após, estimou-se o consumo total diário de água por cada aparelho através dos dados obtidos de frequência, tempo de utilização e vazão. Em seguida, realizou-se o cálculo do consumo médio de água de cada pessoa por aparelho através da Equação 1.

$$C_{ma} = \Sigma (f * t * Q) \quad [Eq. 1]$$

$C_{ma}$  = consumo médio diário total per capita por aparelho (L/dia/pessoa)

$f$  = frequência de uso diário do aparelho (nº de vezes/dia)

$t$  = tempo de uso diário do aparelho (segundos/dia)

$Q$  = vazão do aparelho (litros/segundos)

Para determinar a economia com a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, analisou-se a quantidade de água potável utilizada em atividades com fins não potáveis, possibilitando estimar o volume ideal do reservatório de armazenamento de água da chuva.

Para a determinação do reservatório de Água Pluvial, considerado um dos principais componentes de um sistema de aproveitamento de água da chuva, o reservatório deve contar com um correto dimensionamento, observou-se o consumo de água potável total para fins não potáveis, a demanda de água da chuva, as áreas influentes de captação, a quantidade de precipitação e o custo financeiro para sua implantação.

Após ser verificado o potencial de economia de água potável e a demanda de água pluvial, verificou-se os custos e a viabilidade econômica para a devida implantação do sistema de aproveitamento de água da chuva. Os custos para a implantação resumiram-se, basicamente, em material, manutenção, operação, mão-de-obra e energia elétrica para bombeamento da água.

Em sequência, estimou-se os custos com materiais por meio de levantamento dos preços de tubulações, conexões, motobomba, filtro e reservatório em PVC, nas 3 principais lojas de materiais de construção da região, não sendo levados em consideração a calha e a tubulação condutora vertical e horizontal, por já existirem na edificação

Estimou-se, então, o cálculo do valor da mão-de-obra para inserção do sistema, para tanto, levou-se em consideração a estimativa de dias para a implantação, a diária dos profissionais necessários para este evento, segundo dados do Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Pernambuco (SINDUSCON-PE, 2020), bem como a quantidade de profissionais necessário para sua realização.

Os custos operacionais compõem-se, basicamente, de energia elétrica, responsável pelo funcionamento da motobomba. Embora a ABNT NBR-5626 preconize a instalação de duas motobombas para garantir o abastecimento, considerou-se, para efeitos deste estudo, apenas uma motobomba, visando reduzir os custos (ABNT, 2020).

Para os cálculos dos valores gastos com energia elétrica observou-se as informações do fabricante sobre a motobomba escolhida e o valor do kWh cobrado pela Companhia Elétrica de Pernambuco (CELPE, 2023) para a categoria da residência em questão.

De posse desses dados, é possível calcular os custos da energia elétrica através da Equação 2.

$$CeEI = Pmb * tmb * Nd * Vce \quad [Eq. 2]$$

CeEI = Consumo mensal de energia elétrica para a motobomba (R\$)

Pmb = Potência da motobomba (kW)

tmb = Tempo de funcionamento da motobomba (h/dia)

Nd = Quantidade de dias de funcionamento da motobomba no mês

Vce = Valor cobrado pela companhia elétrica pela energia (R\$/kWh).

Levando-se em consideração a redução do consumo de água potável fornecida pela COMPESA, realizou-se os cálculos para determinar os valores economizados na fatura de água

da companhia de abastecimento. Assim, determinou-se os valores da nova fatura por meio da Equação 3.

$$\text{Cap} = (\text{Cm} - \text{Dap}) * \text{Vca}$$

Cap = Custo médio mensal de água potável por mês após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial (R\$/mês)

Cm = Consumo médio mensal na edificação (m<sup>3</sup>/mês)

Dap = Demanda de água pluvial (L)

Vca = Valor cobrado pela COMPESA pela água potável consumida (R\$/m<sup>3</sup>)

Após serem analisados os descontos advindos do sistema de aproveitamento de água pluvial, estimou-se o período para retorno do valor investido no sistema e manter-se de fato economizando na fatura da companhia de saneamento.

A estimativa de retorno do capital investido foi realizada através da Equação 4.

$$\text{PR} = \frac{\text{VI}}{(\text{Cmi} - \text{Cap})} \quad [\text{Eq. 4}]$$

PR = Período para Retorno do investimento (mês)

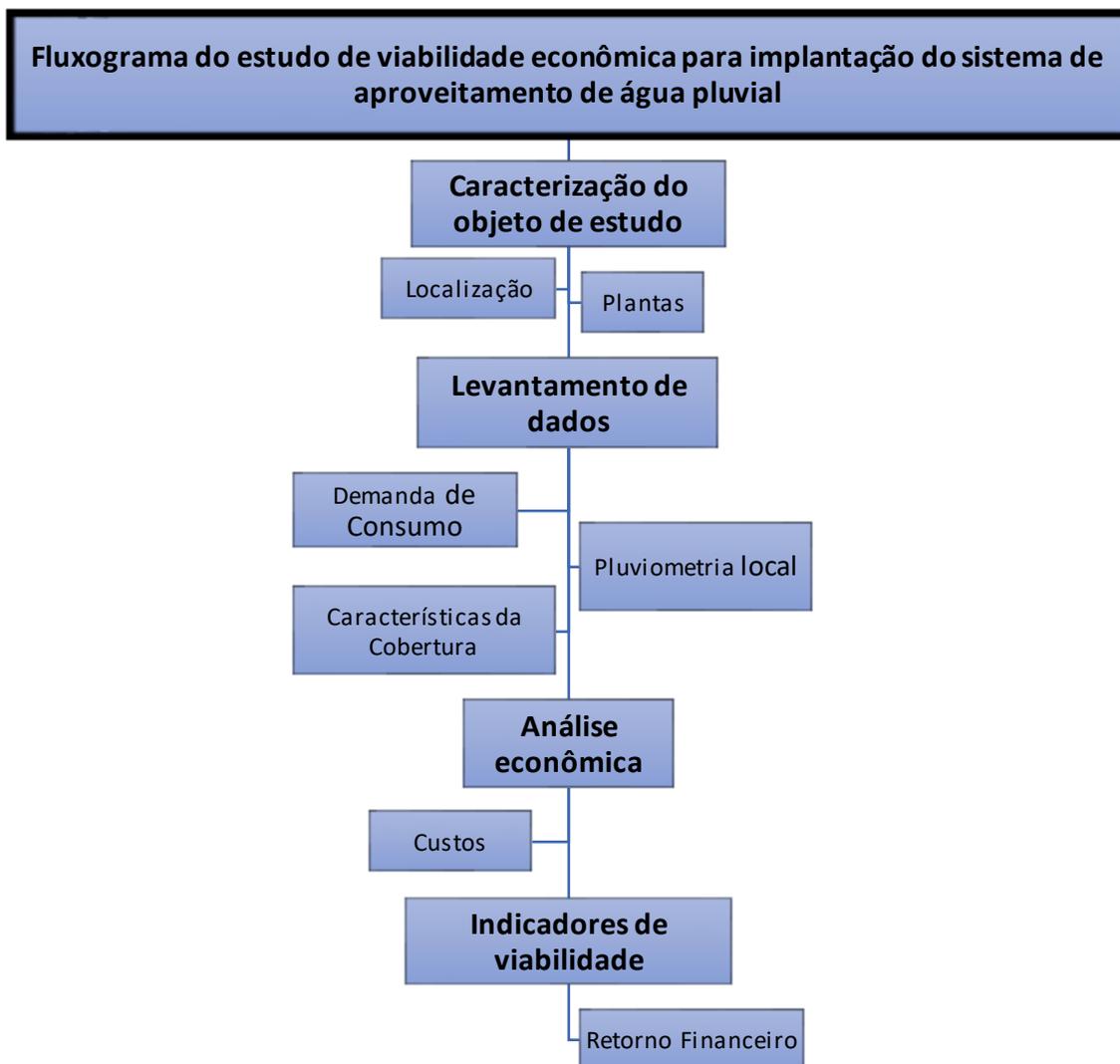
VI = Valor Investido (R\$)

Cmi = Custo mensal inicial com água potável (R\$/mês)

Cap = Custo médio mensal de água potável por mês após a implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial (R\$/mês).

O detalhamento dos passos adotados para realização deste trabalho pode ser identificado através da Figura 03.

Figura 03 – Fluxograma do estudo de viabilidade econômica para implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial.



Fonte: Adaptado de Marinovski e Ghisi (2018).

## 4 RESULTADOS

Verificou-se neste estudo o potencial de economia de água potável, estimando-se o consumo de água para usos não potáveis através da identificação dos consumos dos aparelhos para descarga sanitária, lavagem de carro, lavagem da edificação, irrigação e limpeza do quintal. Em seguida, dimensionou-se o reservatório para armazenamento de água pluvial. Após, realizou-se a análise econômica para a determinação da viabilidade de implantação do sistema.

### 4.1 Consumo de água potável

Realizou-se levantamentos da vazão dos aparelhos sanitários, pluviometria da região em 10 anos, fatura de consumo de água potável e verificação da área de captação. O

levantamento dos dados sobre o consumo mensal de água potável fornecida pela COMPESA, mostraram-se possíveis apenas a partir de julho de 2019, devido à ausência das faturas anteriores, com as respectivas medições, por parte dos residentes e por falta de um banco de dados disponível na companhia de fornecimento de água potável. Os consumos mensais obtidos, medidos pela COMPESA, foram de julho/2019 a abril/2020. A Tabela 01 mostra o detalhamento obtido através dos dados coletados das faturas da COMPESA.

Tabela 01 – Detalhamento dos consumos de água potável de 2019 e 2020

Item	2019	2020
Consumo total	65	66
Média de consumo (M <sup>3</sup> )	10,83	16,50
Consumo médio diário em (m <sup>3</sup> )	0,36	0,55
Custo médio (R\$)	R\$ 49,97	R\$ 78,51
Custo médio diário (R\$)	R\$ 1,67	R\$ 2,62
Perc. de aumento - Consumo		65,66%
Perc. de aumento - Custo Médio		63,65%

Fonte: Autores, 2023.

Através de visitas *in loco* verificou-se as características, modelos, materiais e as respectivas localizações dos aparelhos sanitários da edificação. Analisou-se, ainda, as atividades realizadas pelos moradores e os respectivos aparelhos utilizados.

Constatou-se que as torneiras dos banheiros e quintal são fabricadas em material plástico com acionamento manual, a torneira da cozinha fabricada em aço inox com acionamento manual. Os vasos sanitários possuíam caixa plástica para descarga com um volume total de 9 litros em sua regulação máxima, segundo o fabricante (TIGRE, 2020). Os chuveiros fabricados em material plástico, modelo simples da fabricante FAME. As torneiras externas (quintal) eram utilizadas com o auxílio de mangueira para lavagem de carro, quintal, do interior da casa e para irrigação das plantas.

Para determinar as vazões de cada aparelho, utilizou-se um recipiente de volume conhecido e com o auxílio de um cronômetro, com os aparelhos em sua vazão máxima, levou-se o recipiente ao enchimento total e, assim, determinou-se o tempo necessário para isso. Realizou-se esse procedimento em todos os aparelhos, independente de marca, modelo ou material, tendo em vista que alguns encontravam-se mais distantes do reservatório superior do que outros.

Identificou-se que, os chuveiros possuem vazões abaixo do esperado. A esse fator, creditou-se ao mau estado de conservação dos aparelhos, influenciando os resultados obtidos. Para as torneiras, verificou-se que, a do Banheiro 2 detém baixa vazão, conforme observa-se na Tabela 02.

Tabela 02 – Vazões dos aparelhos sanitários

Aparelho	Volume do Recipiente (L)	Tempo (s)	Vazão (L/s)
Torneira da cozinha	1,5	7,55	0,20
Torneira do banheiro 1	1,5	12,27	0,12
Torneira do banheiro 2	1,5	23,21	0,06
Torneira 1 do quintal	1,5	9,16	0,16
Torneira 2 do quintal	1,5	12,13	0,12
Chuveiro do banheiro 1	1,5	26,79	0,06
Chuveiro do banheiro 2	1,5	26,34	0,06
Vaso sanitário 1	9	120	0,075
Vaso sanitário 2	9	120	0,075

Fonte: Autores, 2023.

De posse destes dados, verificou-se o consumo diário dos aparelhos, onde levou-se em consideração as suas respectivas vazões. Para o cálculo do consumo diário da máquina de lavar roupas, devido ao fato de não ser utilizada diariamente, realizou-se a razão entre a quantidade de vezes de uso em uma semana pelo número de dias da semana, e então multiplicado pela quantidade de água necessária para uma lavagem completa, que de acordo com o fabricante era de 139 litros de água (BRASTEMP, 2020).

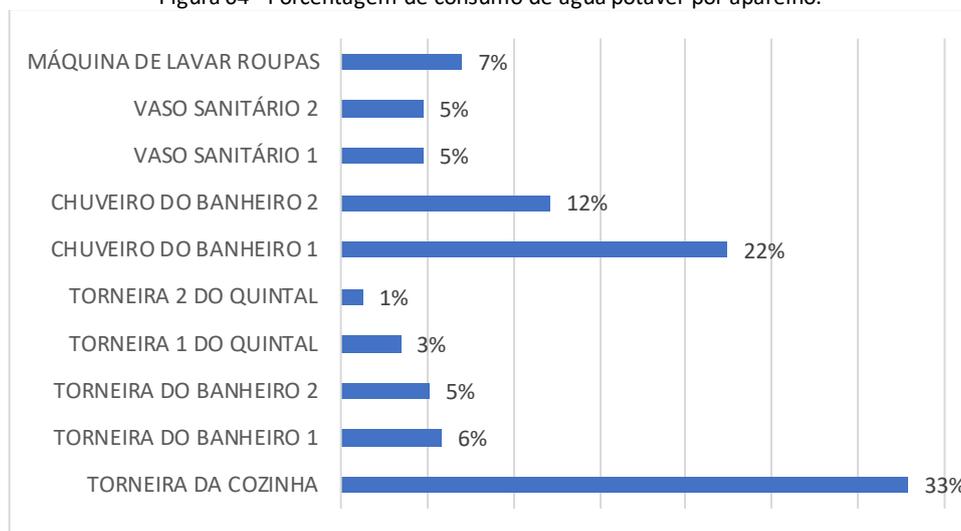
Em relação ao consumo de água pelos vasos sanitários, levou-se em consideração a frequência de uso e a quantidade de água necessária para efetuar uma descarga em sua regulagem máxima que, segundo o fabricante, perfazia 9 litros (TIGRE, 2020). A tabela 03 detalha os consumos obtidos por aparelho, e seu percentual representado pela Figura 04.

Tabela 03 - Consumo total diário e mensal de água potável

Aparelho	Consumo total diário (l)	Consumo total mensal (l)	%
Torneira da cozinha	369,54	11.086,09	33%
Torneira do banheiro 1	66,01	1.980,44	6%
Torneira do banheiro 2	58,16	1.744,94	5%
Torneira 1 do quintal	39,30	1.179,04	3%
Torneira 2 do quintal	14,84	445,18	1%
Chuveiro do banheiro 1	251,96	7.558,79	22%
Chuveiro do banheiro 2	136,67	4.100,23	12%
Vaso sanitário 1	54	1.620	5%
Vaso sanitário 2	54	1.620	5%
Máquina de lavar roupas	79,43	2.382,86	7%
<b>TOTAL</b>	<b>1.123,92</b>	<b>33.717,56</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autores, 2023.

Figura 04 - Porcentagem de consumo de água potável por aparelho.



Fonte: Autores (2023).

#### 4.2 Potencial de economia de água potável

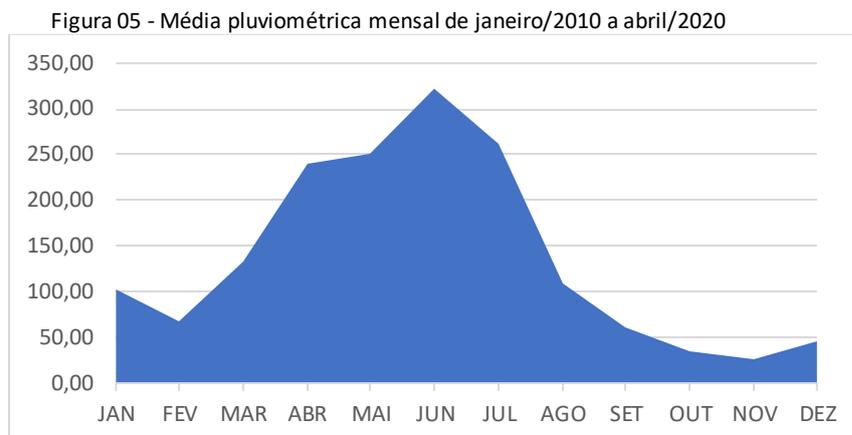
Para a avaliação do potencial de economia de água potável, levou-se em consideração o quantitativo de água potável utilizada em atividades que poderiam utilizar a água aproveitada da chuva, possibilitando o dimensionamento do volume ideal do reservatório de armazenamento de água pluvial.

Identificou-se que o percentual de utilização de água potável para atividades que podem ser substituídas por água pluvial atingiu 21% do consumo total. Essas atividades foram realizadas através dos aparelhos: máquina de lavar roupas, torneiras 1 e 2 do quintal e vasos sanitários 1 e 2.

Após, verificou-se a área da cobertura influente para o sistema a ser implantado. Embora a residência dispusesse de telhado em duas águas, considerou-se apenas uma água do telhado para determinar a área de cobertura, buscando diminuir os custos com novas tubulações hidráulicas, que ao levar-se em consideração a sua distância até o reservatório de armazenamento de água da chuva, aproximadamente 40 metros, elevariam os custos, pois a água do telhado considerada possui a maior parte do aparato necessário para a implantação do sistema.

Desta forma, a área de cobertura influente é de 45,19 m<sup>2</sup>, considerando o plano, então multiplicou-se pelo fator de correção de 1,059 para a inclinação do telhado em 35%, chegando-se ao resultado de 47,86 m<sup>2</sup> de área de cobertura influente para a captação da água da chuva destinada ao sistema de aproveitamento (ABNT, 2007).

Os dados pluviométricos foram captados por meio do banco de informações da Agência de Águas e Clima (APAC, 2020). Coletou-se informações da Estação Pluviométrica Santa Gertrudes, que está localizada a aproximadamente 2km da residência estudada, ilustradas na Figura 05, onde observou-se que o período com maior índice pluviométrico está entre os meses de março e agosto.



Fonte: Autores (2023).

### 4.3 Volume do reservatório e viabilidade econômica

Determinou-se o volume do reservatório para armazenamento de água pluvial, onde calculou-se o quantitativo do consumo total mensal de água não potável, 228,41 litros diários, e multiplicou-se por 2, para majoração do consumo, tendo em vista a instabilidade dos períodos chuvosos na região. Desta forma, estabeleceu-se o reservatório de água de 1.000 litros para atendimento da demanda e eventuais excessos.

Assim sendo, para identificar a viabilidade econômica à implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial, calculou-se os custos com material, energia elétrica, equipamentos e a economia de água potável obtida.

A estimativa de gastos com materiais e equipamentos foi realizada através de cotação de preços junto às maiores empresas do ramo de material de construção civil da região. Os materiais cotados foram: reservatório inferior de 1.000 litros, reservatório superior de 500 litros, motobomba, filtro, válvula de pé, boia flutuante, desviador horizontal, energia elétrica e mão-de-obra. Devido ao fato de a propriedade possuir tubos e conexões que supriam a demanda, não se inseriu nos cálculos estes itens. Para facilitar a compreensão, os itens, quantidade, valor unitário e custo total encontram-se detalhados na Tabela 04.

Tabela 04 - Custos unitários e totais de materiais, equipamentos e mão-de obra

Item	Quantidade	Custo unitário	Custo total
Reservatório superior	1	R\$ 379,90	R\$ 379,90
Reservatório inferior	1	R\$ 229,90	R\$ 229,90
Motobomba 1/2 cv	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Boia flutuante	2	R\$ 15,90	R\$ 31,80
Válvula de pé	1	R\$ 72,90	R\$ 72,90
Desviador horizontal	1	R\$ 200,00	R\$ 200,00
Filtro	1	R\$ 310,00	R\$ 310,00
Tubulações	-	-	-
Mão-de-obra	10 DIAS	R\$ 80,00	R\$ 800,00
Energia elétrica	1 h/dia (30dias/mês)	R\$0,54 / kW/h	R\$ 16,20
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 2.240,70</b>

Fonte: Autores, 2023.

Para determinar a potência da motobomba, calculou-se através do método da fabricante Schneider em seu catálogo de motobombas, levando-se em consideração a Altura Manométrica Total (m.c.a), calculada em 4 m.c.a, e a vazão desejada, em m<sup>3</sup>/h.

Para a determinação da vazão desejada, analisou-se o volume do reservatório superior e estimou-se o seu enchimento duplicado para satisfazer a demanda diária. Desta forma foi definida a motobomba de 1/2 CV.

Após a determinação dos custos de materiais, equipamentos e mão-de-obra, calculou-se a estimativa de economia de água potável devido à utilização da água de chuva em atividades para usos finais não potáveis.

Identificou-se que o valor médio cobrado por 1m<sup>3</sup> de água potável é de aproximadamente R\$4,41. Analisou-se também a quantidade de água potável que era utilizada em usos não potáveis que poderiam ser substituídas por água pluvial, chegando-se a um total de 7.080,68 litros/mês. Assim sendo, obteve-se uma economia total mensal da ordem de R\$ 31,22, o que nos retorna um valor economizado anualmente de R\$ 374,67.

Levando-se em consideração o consumo total de água potável da residência, obteve-se um consumo total mensal de 33.717,56 litros e anual de 404.610,72 litros, o que leva a um custo mensal de R\$148,61 e anual de R\$1.783,40. Deduzindo-se o valor economizado através da implantação do sistema de aproveitamento de água pluvial anualmente do valor total anual gasto com água potável, chegou-se ao montante de R\$1.408,73.

Para estimar um período de retorno do investimento realizado na implantação do sistema, realizou-se a razão entre o custo total de implantação, R\$ 2.240,70 como disposto na Tabela 04, pelo valor economizado anualmente através da captação da água da chuva, R\$ 374,67, chegando-se ao resultado aproximado de 5 anos e 10 meses.

Dito isto, depreende-se que a má gestão dos recursos hídricos ocasiona crises hídricas por todo o globo. A Malásia, apesar de contar com 2900 mm de precipitação anual, enfrentou uma crise hídrica agravada pelo aumento da sua população (SHAHEED; MOHTAR; EL-SHAFIE, 2017). A fim de reduzir os impactos na redução do serviço de abastecimento de água, países como Estados Unidos, Israel, Alemanha e Japão vêm adotando técnicas de captação de água da chuva, anteriormente utilizada para contenção de enchentes e alagamentos, visando combater o risco de escassez (KOTOWSKI, 2002).

Na China, devido à precariedade do abastecimento de água potável em regiões mais afastadas dos grandes centros urbanos, adotou-se o aproveitamento da água da chuva para aliviar eficazmente o problema da água para a população local, contribuindo ainda para o desenvolvimento da agricultura local (GUOZHEN *et al.*, 2011).

No Brasil, desenvolveu-se um estudo em 40 cidades da Amazônia com o objetivo de apresentar o potencial de economia de água potável através da substituição, em algumas atividades, pela água pluvial, observando-se uma economia de água potável, dependendo da demanda, em média, de 76%, endossando-se que a presença de uma política de substituição de água potável por água pluvial ocasionaria significativa redução do uso da água potável, preservando os recursos hídricos da região (LIMA *et al.*, 2011).

Assim, este trabalho demonstra-se em conformidade às práticas que se desenvolvem no campo internacional e nacional para captação, armazenamento e utilização da água pluvial

para fins não potáveis. Reforça-se a necessidade da continuidade na pesquisa sobre a temática do gerenciamento da água pluvial em conjunto com o desenvolvimento arquitetônico, uma vez que se demonstra eficiente e contribuidor para a redução do uso da água potável.

## 5 CONCLUSÃO

Este estudo estimou o potencial de economia de água potável conseguido por meio da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em uma residência do sítio histórico do município de Olinda-PE, localizada à Rua do Sol, Nº 488, Bairro do Carmo.

Inicialmente levantou-se os dados a respeito dos consumos pelos moradores, medições de vazões dos aparelhos sanitários existentes na edificação e análise das faturas da Companhia Pernambucana de Saneamento Básico – COMPESA.

De posse dos dados coletados estimou-se os valores de consumo médio total diário, mensal e anual.

Verificou-se que, os aparelhos: torneira da pia da cozinha e chuveiro do banheiro 1, apesar de sua baixa vazão, devido ao mau estado de conservação, são os principais consumidores de água potável da residência.

Analisou-se o consumo diário de água potável, onde obteve-se os resultados mensal e anual do volume de água potável total consumido, 33.717,56 e 404.610,72 litros, respectivamente. Identificou-se que, o potencial de economia do consumo de água potável atinge um total de 21% da água potável destinada para usos finais não potáveis (vasos sanitários, máquina de lavar roupas, irrigação, limpeza em geral e lavagem de carro), correspondendo a 236,02 litros/dia, podendo ser substituído por água pluvial, gerando uma economia de R\$1,04 por dia e R\$ 31,22 por mês, ainda R\$ 374,67 ao ano.

Ademais, realizou-se o estudo de viabilidade econômica de implantação do sistema, onde levantou-se, junto às maiores empresas de material de construção civil da região, os preços dos materiais, equipamentos, além de serem cotados os valores de mão-de-obra e energia elétrica. Desta feita, chegou-se a um valor total de implantação de R\$ 2.240,70 com um período de retorno estimado de 5 anos e 10 meses, aproximadamente.

Por tanto, este estudo demonstrou que a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial é economicamente viável, pois proporciona economia no consumo de água potável, e conseqüente redução do valor da fatura, ecologicamente sustentável, além de contribuir para a redução dos alagamentos frequentes na cidade, proporcionando benefícios financeiros e ambientais.

## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

Agência Nacional de Águas - ANA. **Conjunturas dos Recursos Hídricos no Brasil**: Relatório Pleno. Brasília, Distrito Federal, 177 p. 2017.

Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br>. Acessado em: abril de 2020.

ANDRADE SOBRINHO, R.; BORJA, P. C. Gestão das perdas de água e energia em sistema de abastecimento de água da Embasa: um estudo dos fatores intervenientes na RMS. **Eng Sanit Ambient.** v.21 n.4. p. 783-795. 2016.



Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5626** - Sistemas prediais de água fria e água quente — Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro, RJ. 2020.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15.527** – Água de Chuva – Aproveitamento de Coberturas em Áreas Urbanas para Fins Não-Potáveis. Rio de Janeiro, 2007, 12 p.

BRASTEMP. Disponível em: <http://www.brastemp.com.br>. Acessado em maio de 2020.

CASTRO, C. N. Água, problemas complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica. **Ipea**. Rio de Janeiro, 2022.

Companhia Energética de Pernambuco - CELPE. Disponível em: <http://www.servicos.celpe.com.br>. Acessado em: maio de 2023

Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA. Disponível em: <http://www.servicos.compesa.com.br>. Acessado em: março de 2020.

DE NYS, E., ENGLE, N.L., MAGALHÃES, A.R. Secas no Brasil: política e gestão proativas. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos- CGEE; Banco Mundial, 292 p., 2016.

GUOZHEN, Z.; YUANCHAO, Y.; XIADONG, L.; WEINA, Z. Research and Application of harvested rainwater in the villages and towns of China Loess Plateau region. **Energy Procedia**, [s.1.], vol. 5, p.307-313, 2011.

KOTOWSKI; I. B. **GROUP RAINDROPS**. Aproveitamento da Água de Chuva. Editora Organic Trading, 1ª Edição, Curitiba, 2002.

LIMA, J. A. *et al.* Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. **Eng. Sanit. Ambiental**, vol.16, n.3, p. 291-298, 2011.

MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. Avaliação de viabilidade ambiental e econômica de sistemas de aproveitamento de água pluvial em habitação de baixo padrão: estudo de caso em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 423-443, jan./mar, 2018.

MOURA, M. R. F.; SILVA, S. R.; BARROS, E. X. R. Análise de Implantação de um Sistema de Aproveitamento de Água Pluvial em um Empreendimento Residencial na Cidade de Recife-Pe. **TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 1, p. 66-72, jan./jun. 2018.

SANT'ANA, D. R.; MEDEIROS, L. B. P. **Aproveitamento de Águas Pluviais e Reúso de Águas Cinzas em Edificações: Relatório Fina 1/2017**. Brasília, Distrito Federal, 2017, 68 p.

SHAHEED, R.; MOHTAR, W. H. M. W.; EL-SHAFIE, A. Ensuring water security by utilizing roof-harvested rainwater and lake water treated with a low-cost integrated adsorption-filtration system. **Water Science And Engineering**, v. 10, n. 2, p.115-124, abr. 2017.

Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Pernambuco - SINDUSCON-PE. **Custo Unitário Básico (CUB/m²): principais aspectos**. Recife, 2020. Disponível em: <http://www.sindusconpe.com.br/servicos/cub>. Acessado em: março de 2020.

TIGRE. Grupo Tigre. Disponível em: <http://www.tigre.com.br>. Acessado em: maio de 2020.