

Resumo

A água é um recurso imprescindível para a sobrevivência de todas as formas de vida, porém, vem sofrendo degradação em virtude do seu uso irracional, aumento da demanda populacional e mudanças climáticas. Esses fatores a colocam sob grave risco de escassez, num futuro próximo, e as alternativas de aproveitamento e reuso se mostram favoráveis. Tendo em vista essa problemática, o presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a substituição da fonte de água servida pela Concessionária por água da chuva, para aplicação em fins não potáveis, numa residência unifamiliar no município de Macaé. A pesquisa de campo foi, a princípio, de cunho exploratório, baseada na revisão bibliográfica e, ainda, descritiva, com levantamento de dados, por meio de abordagem quali-quantitativa. De acordo com os resultados da previsão de demanda hídrica feita antes e depois da implantação do sistema, pode-se afirmar que houve a economia total de R\$ 1.064,04 e a redução no consumo de 110,04 m³ de água potável, anualmente. O *payback* simples teve como resultado o período de 8 anos e o *payback* descontado teve saldo positivo após 18 anos de projeção, sendo amortizado antes da média de vida útil dos componentes do sistema. Além de se mostrar viável, economicamente, o aproveitamento de água da chuva oferece inúmeros benefícios socioambientais, como a preservação dos recursos hídricos, significativa redução no consumo de água tratada e redução do risco de enchentes. Além disso, a proposição do estudo visa o estímulo a técnicas que possibilitem unir o uso sustentável da água e a economia monetária.

1. Introdução

A água é um elemento natural, essencial ao planeta e à sobrevivência das espécies, inclusive a humana. Ter acesso a ela é um direito humano fundamental reconhecido em 2010 pela Organização das Nações Unidas (ONU), através da Resolução A/RES/64/292 (ONU, 2010).

Entretanto, em relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) divulgado em 2019, foi constatado que uma em cada três pessoas no mundo não possui acesso à água potável de fonte segura, o que representa 2,2 bilhões de pessoas. Não bastasse a comprovação do seu percentual reduzido e limitado, o consumo mundial de água cresceu seis vezes nos últimos cem anos, principalmente pela crescente demanda no setor industrial, na geração de energia elétrica e na distribuição doméstica (UNESCO, 2020).

Tais fatos tornam imprescindível a conscientização da população quanto à cultura do desperdício e a busca por soluções que possam reduzir a dependência excessiva do sistema de abastecimento, e assim, viabilizar o uso racional da água. Para isso, é preciso abandonar princípios ortodoxos ultrapassados e adotar novos paradigmas pautados na conservação e reuso de água (HESPANHOL, 2008).

Sob esse viés, uma alternativa que se apresenta é o uso da água da chuva para consumo não potável em edificações. Embora seja uma técnica antiga, ela foi caindo em desuso com o advento, cada vez maior, do sistema de água encanada (MAY, 2004). A água da chuva pode

ser empregada em diversas atividades domésticas e industriais e para eficiente contenção do escoamento de águas pluviais, colaborando para mitigação das enchentes e preservação dos rios, visto que o consumo de água tratada é reduzido (FRENDRICH; OLIYNIK, 2002). Dentre as possibilidades de aproveitamento em imóveis, destacam-se: irrigação de hortas e jardins, descargas de mictórios e bacias sanitárias, lavagem de pátios e automóveis e usos industriais (OLIVEIRA, 2008).

Apesar dos benefícios ambientais e sociais, o investimento inicial para instalação deste tipo de sistema geralmente é mais alto do que as contas mensais de água, sendo necessário considerar alguns fatores para tomada de decisão. Com base na estimativa dos custos de implantação do sistema e economia mensal acumulada com as faturas de água, é possível estimar o período de restituição dos recursos (*Payback*) e constatar se o projeto é ou não viável (SOARES, 2017).

Assim sendo, o objetivo geral do presente estudo é avaliar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, em uma residência unifamiliar no município de Macaé. Para atender este objetivo, tem-se como objetivos específicos: levantar o histórico pluviométrico da cidade de Macaé; estimar a demanda hídrica familiar, para fins potáveis e não potáveis, e o valor gasto mensalmente antes e após a implementação do sistema; verificar a viabilidade econômica, considerando o período de retorno do investimento inicial (*payback*) e a economia no consumo de água tratada.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 A importância da água e o risco da escassez

A água é um líquido primordial para a manutenção e desenvolvimento dos seres vivos, incluindo os seres humanos e suas atividades. Sua relevância é tal que, uma das mais prestigiosas revistas inglesas, a *The Economist*, a classificou como *commodity*, termo inglês que serve para designar mercadoria de grande importância e procura no mercado internacional, alertando para o aumento do seu custo (ARNT, 1995).

Para Tundisi e Tundisi (2011), o desenvolvimento econômico somado ao rápido crescimento populacional e às mudanças nos padrões de consumo, das últimas décadas, trouxeram um cenário complexo. Os impactos de tais atividades humanas já alteram de forma mais severa o planeta Terra: as mudanças climáticas estão contribuindo para a poluição e alteração no volume dos corpos hídricos, pressão no sistema de geração de energia elétrica e

alterações no ciclo hidrológico com períodos de estiagem e enchente.

A busca por alternativas ao elevado consumo hídrico e o risco de escassez traz à tona técnicas como o reuso de água servida, reciclagem de água e aproveitamento de água da chuva, este último por ser um sistema simples e eficaz (MAY, 2004). Nessa perspectiva, a captação e utilização de água pluvial é amplamente divulgado e adotado por países desenvolvidos e que dispõem de poucas reservas d'água. Estados Unidos, Alemanha e Japão são alguns exemplos de países que oferecem financiamentos para a construção do sistema (TOMAZ, 2003).

2.2 O sistema de captação de água pluvial

O uso da chuva para aproveitamento de água não é um processo recente. Uma das menções mais antigas que se tem conhecimento data de 830 a. C. e foi encontrada em uma pedra de basalto conhecida como Pedra Moabita, no Oriente Médio, onde o rei Mesa de Moabe recomenda que, em cada casa, seja construída uma cisterna para captação da água de chuva (TOMAZ, 2010). No Brasil, o primeiro sistema que se tem relato foi construído na Ilha de Fernando de Noronha – AL, em 1943, pelos norte-americanos e funciona até os dias atuais (GHANAYEM, 2001).

Existem situações em que a coleta e utilização da água da chuva são extremamente favoráveis, tais como: locais com longos períodos de estiagem (mais de 5 meses); tarifas elevadas das concessionárias ou instabilidade no fornecimento de água; retorno de investimento rápido (*payback*); conscientização da necessidade de conservação de água e exigência por lei específica (TOMAZ, 2007). Já May (2004) acrescenta o índice pluviométrico, o tamanho da área de coleta e a demanda como fatores determinantes para o sucesso do projeto.

O sistema de captação de água da chuva tem três princípios básicos: captar, armazenar e distribuir para os pontos de uso. Pode ser instalado durante a construção do imóvel ou mesmo depois de já construído, com a ressalva de que a última opção terá um dispêndio maior (VASCONCELOS; FERREIRA, 2007).

Para o aproveitamento de água da chuva, existem os sistemas isolados e integrados à residência. O sistema isolado é a forma mais barata e simples para o uso da água pluvial, já que conta com um reservatório interligado às calhas do telhado através de condutores verticais, e possui uma rede de distribuição própria. Neste caso, ele é encontrado facilmente no mercado, não ocupa grande espaço e é limitado para atender o uso na área externa da residência, como lavagem de pisos e automóveis e para fins ornamentais (SANT'ANA; MEDEIROS, 2017).

Já o sistema integrado é usado para alimentar a demanda não potável de dentro e fora do imóvel, como descargas sanitárias e rega de jardim. Nele, a coleta da chuva é feita em áreas impermeáveis, especialmente, em telhados inclinados, onde há um baixo grau de contaminação.

O tratamento da água armazenada vai depender da qualidade da coleta e da sua destinação final. Para um tratamento simples, é feita a filtragem com telas, ainda nas calhas, para evitar a passagem de sólidos maiores, filtragem simples através de filtros antes de passar para o reservatório e cloração antes da distribuição para o consumo. Para tratamentos mais complexos são utilizados desinfecção por radiação ultravioleta e osmose reversa (MAY, 2004).

Algumas atividades não demandam o uso de água potável e podem ser substituídos por água pluvial, como descargas de bacias sanitárias, irrigação de jardins e limpeza de pátios, evitando, assim, o desperdício (TOMAZ, 2010). Para uso na lavagem de roupas, ainda não há consenso na literatura consultada e, portanto, Tomaz (2010) não indica o uso de água da chuva para tal atividade, uma vez que existem parasitas que se depositam nos tecidos.

2.3 Viabilidade econômica

A avaliação de investimentos possui uma metodologia de análise que envolve critérios que possuem diferenças significativas em sua concepção e, conseqüentemente, em sua utilização no processo de tomada de decisões. Em um primeiro momento, atingir e/ou ultrapassar um objetivo é o principal fator de decisão para investir em determinado projeto, segundo Souza e Clemente (2004).

Investimentos de longo prazo requerem melhor avaliação pelo vultoso desembolso inicial e pela obsolescência dos ativos imobilizados (instalações e equipamentos) com o passar do tempo, podendo exigir manutenção e reforma (GITMAN, 2010).

Ribeiro (2016) aponta que, por ser definido como único, todo projeto possui riscos pertinentes e sua viabilidade econômico-financeira pode ser considerada através de técnicas de análise de investimento, como *payback* simples e *payback* descontado. Souza e Clemente (2004) enquadra esse método no grupo de indicadores relativos ao risco do projeto e por isso a prioridade é minimizar o *payback* para que seja vantajoso.

3. Metodologia

O presente trabalho sob a perspectiva da natureza, se classifica como pesquisa aplicada. Quanto ao objetivo, inicialmente, caracteriza-se como exploratória, e, ainda, descritiva. A abordagem utilizada foi a quali-quantitativa.

3.1 Área de estudo

Imóvel residencial de um pavimento, localizado no bairro Centro, que possui 186,30 m² de área construída e abrigará uma família com 4 pessoas. É composto por sala, copa/cozinha, três quartos, sendo duas suítes, um banheiro social (totalizando 3 banheiros), varanda/garagem e área de serviço cobertas e área verde nos fundos do imóvel, com 30 m².

3.2 Índice pluviométrico

Para cálculo do índice pluviométrico do município de Macaé, foi considerada a estação Fazenda Oratório, pela riqueza dos dados disponíveis no site do Hidroweb e por dispor de séries históricas superiores a 50 anos, já que Tomaz (2003) atribui maior confiabilidade às séries com grande número de dados de precipitações.

3.3 Demanda hídrica e tarifação da água

Para estimar a consumo hídrico do imóvel, foram adotados os parâmetros médios apresentados por Tomaz (2003), da frequência e tempo de uso de cada aparelho hidrossanitário e os dados de consumo médio dos brasileiros contidos no site da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), sendo dividido entre atividades que demandam utilização de água potável e não potável.

A fatura de água foi calculada com base no consumo hídrico encontrado e na estrutura tarifária da empresa BRK Ambiental. Ao final, foi possível saber, em reais e m³, o quanto de água é economizada ao substituir o uso de água potável por água da chuva, em atividades com fins não potáveis.

3.4 Volume de água de chuva aproveitável

A previsão dos volumes de chuva possíveis de serem captados, foi calculado utilizando-se a equação 1, que leva em consideração a área do telhado, a precipitação de determinado período e o coeficiente de *runoff*, que é representado pela letra C. Neste caso, será considerado C = 0,8 para telhados (TOMAZ, 2003).

$$V = A \times P \times C \quad (1)$$

3.5 Custo total do investimento

Para implantação do sistema de captação de água pluvial, o custo total foi determinado através de pesquisa feita no portal eletrônico de algumas empresas do ramo ambiental e varejista, com o intuito de determinar o valor dos componentes. Também foi considerada a hora salário dos profissionais competentes e o tempo médio para tal instalação.

3.6 Viabilidade econômica

A partir do valor total da instalação do projeto e do valor economizado, anualmente, nas faturas de água e esgoto, foi projetado o *payback* simples e o descontado. Considerando o período de retorno do investimento inicial, foi calculado o *payback* simples utilizando a equação 2 (RIBEIRO, 2016).

$$Payback = \frac{\text{Valor do investimento}}{\text{valor da receita esperada}} \quad (2)$$

O *payback* descontado, ao contrário do simples, leva em conta a desvalorização do dinheiro no tempo e o corrige, trazendo para o valor presente, considerando para o cálculo uma taxa de juros composta, que neste caso foi de 11,84%. A fórmula usada para desconto nos fluxos é descrita por Reis (2019) na equação 3.

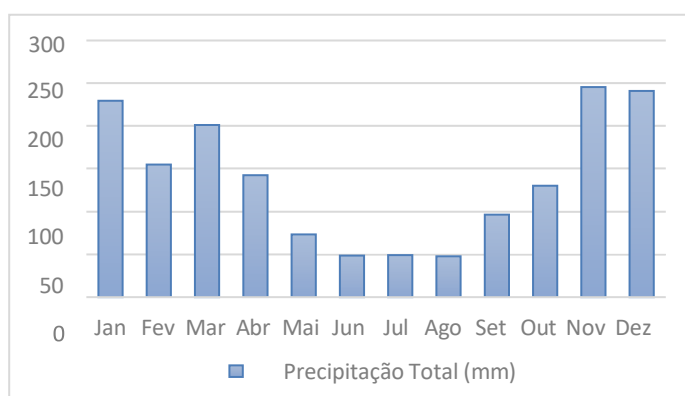
$$PV = FV \div (1 + i)^n \quad (3)$$

4. Resultados e discussão

4.1 Índice pluviométrico

Com base na média mensal do período de 1968 a 2020, foi determinado que o regime pluviométrico anual do município é de 1.659,29 milímetros (Figura 1).

Figura 1- Precipitação média mensal em Macaé entre 1968 e 2020



Fonte: Estação Pluviométrica Fazenda Oratória
Fonte: Elaborado pela autora (2021)

4.2 Demanda hídrica para fins potáveis e não potáveis

A previsão de consumo estimada de água para fins potáveis foi de 19.132,08 L/mês (Quadro 1), enquanto para fins não potáveis foi de 9.174 L/mês (Quadro 2).

Quadro 1 - Previsão de consumo de água para fins potáveis

Cômodo	Atividade	Consumo Diário				Consumo Mensal
		Vazão (L)	Tempo (s)	Nº de pessoas	Nº de vezes	
Cozinha	Beber/Cozinhar	8	-	4	-	32L x 30 = 960L
	Lavar louça	0,15	900	-	1	135L x 30 = 4.050L
Banheiro	Banho	0,15	438	4	1	262,8L x 30 = 7.884L
	Escovar dentes / lavar as mãos	0,15	240	4	-	144L x 30 = 4.320L
Área de serviço	Máquina de lavar roupa	108	0,37	4	-	159,84L x 12 = 1.918,08L
TOTAL		637,74L				19.132,08L (19,13m³)

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Quadro 2 - Previsão de consumo de água para fins não potáveis

Cômodo	Atividade	Consumo Diário				Consumo Mensal
		Vazão (L)	Ref.	Nº de pessoas	Nº de vezes	
Banheiro	Descarga em vaso sanitário	9	9% perda	4	5	196,2L x 30 = 5.886L
Área externa	Lavagem de carro	150	-	1	-	150L x 4 = 600L
	Rega de jardim	2	30 m ²	-	1	60L x 30 = 1.800L
	Limpeza de garagem/ varanda	0,31	600seg	-	-	186L x 4 = 744L
	Tanque	0,15	240	-	-	36L x 4 = 144L
TOTAL		305,8L				9.174L (9,17m³)

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Foram considerados para aplicação da fonte complementar, o tanque, a torneira da área externa que possui uma mangueira acoplada e serve, basicamente, para limpar a varanda, lavar o carro e regar o jardim, e o vaso sanitário, por ser um aparelho hidráulico com expressiva contribuição no consumo total.

Observa-se que o consumo mensal total é a soma da estimativa de água para fins potáveis (19,13m³) e não potáveis (9,17m³), totalizando 28.306,08 litros ou 28,3 m³. Cerca de 67,6% serão utilizados para fins potáveis e 32,4% para fins não potáveis. Ao considerar que os gastos sejam divididos igualmente para cada indivíduo da casa, o consumo mensal por habitante seria de 7,07 m³ de água, valor bem próximo da média do Rio de Janeiro, de 7,6 m³/hab. (SNIS, 2018). Esses valores se mostram bem acima da meta da ONU de 3,3 m³/hab., e da média brasileira de 4,6 m³/hab. (SNIS, 2018).

Os dois maiores gastos mensais calculados, confirmando os autores Oliveira (2004) e Hespanhol (2003), são chuveiro e descarga de vasos sanitários, com 7.884L e 5.886L, respectivamente.

4.3 Volume de água de chuva aproveitável

Para determinar se a implementação do sistema de captação de água pluvial é praticável, é feito um diagnóstico ambiental por meio da análise dos índices pluviométricos da região e o levantamento da quantidade de água consumida na residência.

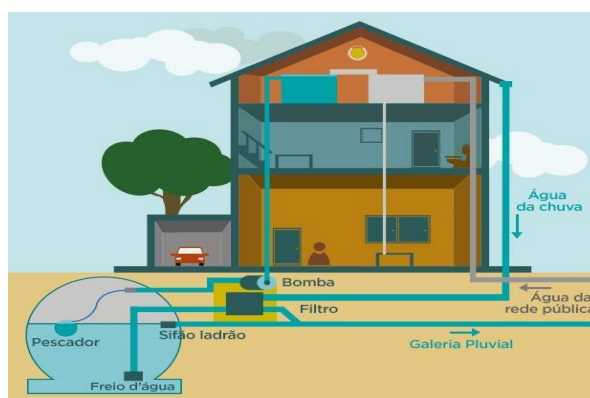
É importante observar que, o volume de água da chuva precipitado não é o mesmo aproveitável, pois existem perdas. Para a previsão dos volumes de chuva possíveis de serem captados no objeto de estudo, foi feito o cálculo utilizando-se a equação 1: área do telhado (A) de 186,30 m², a precipitação de determinado período (P) de 1.659,29 mm anuais (Figura 1) e o coeficiente de *runoff* (C) de 0,8 (TOMAZ, 2003). O volume de água da chuva aproveitável calculado foi de 247,3 m³ por ano.

4.4 Funcionamento e custo do sistema de captação

O modelo de sistema de captação de água da chuva estudado para a residência foi com funcionamento por gravidade e recalque, conforme proposto por Teston (2012) e para o qual há ampla literatura.

A figura 2 ilustra o funcionamento deste sistema: a água captada nos telhados é direcionada por condutores verticais e horizontais até o filtro responsável por separar a água bruta coletada de sujeiras sólidas, que tenham passado pelas telas nas calhas, descartando esses rejeitos para a galeria pluvial e direcionando a água filtrada para o reservatório ou cisterna. Uma mangueira liga o item pescador à bomba de recalque, que é responsável por levar a água até a caixa d'água elevada, que poderá, então, atender por gravidade, a demanda designada do banheiro e da área de serviço, para fins não potáveis.

Figura 2 – Sistema por gravidade e recalque em uma residência



Fonte: Gedore (2015)

Salienta-se que devem existir duas caixas d'água separadas, uma para água da chuva e outra para água potável, inclusive, com encanamentos de cores diferentes. Esses encanamentos não devem ser interligados, para evitar uma conexão cruzada (*cross connection*), evitando que a água potável seja contaminada (TOMAZ, 2007).

Em geral, há um sistema de realimentação by-pass, responsável por complementar o reservatório superior de água pluvial com água potável, em meses de seca ou quando o volume de chuvas não for suficiente para atender a demanda (OLIVEIRA, 2005).

O sistema orçado contempla os itens designados por Teston (2012): filtro de descarte dos primeiros minutos de chuva e filtragem de partículas sólidas; reservatório inferior; caixa d'água superior; sifão-ladrão; freio d'água; conjunto flutuante de sucção; bomba de recalque; sistema automático de realimentação por outra fonte de água; sistema de tratamento e desinfecção; pastilhas de cloro e a mão-de-obra. A garantia de vida útil dada pelos fornecedores é de 10 anos, podendo ser estendida até 20 anos, em caso de manutenções periódicas.

O custo com materiais, mão-de-obra e manutenção foi de R\$ 7.727,59, conforme resumido em Quadro 3.

Quadro 3 – Custo total para instalação do sistema

Componente	Valor
Sistema de captação de água pluvial	R\$ 6.956,07
Manutenção anual	R\$ 332,00
Mão-de-obra	R\$ 439,52
Total	7.727,59

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

4.5 Tarifação da água

Os serviços oferecidos à população de Macaé dividem-se em tratamento e fornecimento de água feito pela Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro – CEDAE e a gestão comercial das faturas de água e esgoto feitas pela empresa privada BRK Ambiental. O quadro 4 mostra a estrutura tarifária de água e esgoto para consumo residencial, vigentes desde outubro de 2020.

Quadro 4 – Estrutura tarifária

Categoria	Faixas de Consumo	m³/mês	Tarifa Água (R\$)	Tarifa Esgoto (R\$)
Domiciliar	1	Consumo mínimo	3,48	2,77
	2	00 - 15	3,99	3,18
	3	16 – 30	8,79	6,99
	4	31 – 45	11,98	9,54
	5	46 - 60	23,97	19,09
	6	Acima de 60	31,96	25,45

Fonte: Adaptada BRK Ambiental (2020)

Conforme dados colhidos via contato telefônico com o Serviço de Atendimento ao Consumidor (SAC) da BRK Ambiental, a tarifa de esgoto, atualmente, não é cobrada no bairro Centro, sendo considerado apenas um percentual de, aproximadamente, 10% sobre o valor da água consumida, denominado como “esgoto afastamento”.

Considerando esses valores e a demanda hídrica da residência estudada (28,3 m³), a faixa de consumo é a 3. O valor da água consumida é R\$ 248,76, sendo aplicado sobre esse valor 10%, referente a taxa de esgoto- afastamento, totalizando R\$ 273,63 de fatura mensal de água.

4.6 Viabilidade econômica

4.6.1 Comparação do consumo antes e após a implantação do sistema

A viabilidade econômica foi realizada com o levantamento dos gastos para a implantação e manutenção do sistema e dos valores economizados com a redução do consumo de água tratada fornecida pela empresa de abastecimento. Essa comparação é feita no quadro 5.

Quadro 5 – Comparação de consumo e valor pago em água potável

	Sem aproveitamento de água da chuva	Com aproveitamento de água da chuva
Tarifa faixa de consumo	R\$ 8,79	R\$ 8,79
Consumo mensal	28,3 m ³	19,13 m ³
Total parcial	R\$ 248,76	R\$ 168,15
Tarifa esgoto afastamento	R\$ 24,87	R\$ 16,81
Total da fatura de água	R\$ 273,63	R\$ 184,96

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Com a implementação do sistema para captação e aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis, o consumo de água mensal passou de 28,3 m³ para 19,13 m³. Essa economia mensal de 9,17 m³ de água, refere-se a R\$ 88,67 na conta, o que representa 32,41% a menos no gasto monetário mensal com água e esgoto. Anualmente, serão 110,04 m³ ou 110.040L de água e R\$ 1.064,04 economizados. Cabe destacar que o gasto com energia elétrica (bomba de recalque) foi desconsiderado para o cálculo.

4.6.2 Cálculo do *payback* simples

O *Payback* simples foi calculado levando em conta o valor orçado de instalação do sistema, que foi de R\$ 7.727,59 e o valor economizado anualmente nas faturas, com a redução do uso de água potável fornecida pela concessionária, que foi de R\$ 1.064,04. Conforme demonstrado em tabela 1, o *payback* do investimento inicial é de aproximadamente, 8 anos.

Tabela 1 – Projeção com fluxos fixos

ANO	FLUXO	SALDO
0	-R\$ 7.727,59	-R\$ 7.727,59
1	R\$ 1.064,04	-R\$ 6.663,55
2	R\$ 1.064,04	-R\$ 5.599,51
3	R\$ 1.064,04	-R\$ 4.535,47
4	R\$ 1.064,04	-R\$ 3.471,43
5	R\$ 1.064,04	-R\$ 2.407,39
6	R\$ 1.064,04	-R\$ 1.343,35
7	R\$ 1.064,04	-R\$ 279,31
8	R\$ 1.064,04	R\$ 784,73

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

4.6.3 Cálculo do *payback* descontado

O cálculo do *payback* descontado foi usado como parâmetro a taxa de 11,84%, que foi a média de variação dos reajustes da tarifa de água aplicados na estrutura tarifária, de 2015 a 2020 da BRK Ambiental.

Tabela 2 – Projeção com fluxos descontados

ANO	FLUXO	FLUXO DESCONTADO	SALDO
0	-R\$ 7.727,59	-R\$ 7.727,59	-R\$ 7.727,59

1	R\$ 1.064,04	R\$ 951,39	-R\$ 6.776,20
2	R\$ 1.064,04	R\$ 850,67	-R\$ 5.925,52
3	R\$ 1.064,04	R\$ 760,62	-R\$ 5.164,90
4	R\$ 1.064,04	R\$ 680,09	-R\$ 4.484,81
5	R\$ 1.064,04	R\$ 608,10	-R\$ 3.876,71
6	R\$ 1.064,04	R\$ 543,72	-R\$ 3.332,99
7	R\$ 1.064,04	R\$ 486,16	-R\$ 2.846,83
8	R\$ 1.064,04	R\$ 434,69	-R\$ 2.412,14
9	R\$ 1.064,04	R\$ 388,67	-R\$ 2.023,47
10	R\$ 1.064,04	R\$ 347,53	-R\$ 1.675,95
11	R\$ 1.064,04	R\$ 310,73	-R\$ 1.365,21
12	R\$ 1.064,04	R\$ 277,84	-R\$ 1.087,37
13	R\$ 1.064,04	R\$ 248,42	-R\$ 838,95
14	R\$ 1.064,04	R\$ 222,13	-R\$ 616,82
15	R\$ 1.064,04	R\$ 198,61	-R\$ 418,21
16	R\$ 1.064,04	R\$ 177,58	-R\$ 240,63
17	R\$ 1.064,04	R\$ 158,78	-R\$ 81,85
18	R\$ 1.064,04	R\$ 141,97	R\$ 60,13

Fonte: Elaborado pela autora (2021)

Nota-se na Tabela 2 que os valores do fluxo trazidos para a data 0 reduzem ao longo dos anos, fazendo com que o payback descontado seja de 18 anos. Esse logo período se deve, principalmente, pelo projeto proposto ter um investimento inicial relativamente alto versus sua demanda para fins não potáveis.

5. Considerações finais

Com os dados da média de precipitações do município na Figura 1 (1.659,29mm) e a área de captação do imóvel (186,30 m²), pode-se afirmar que o sistema de captação de água pluvial atende à demanda hídrica da residência para usos não potáveis, que é de 110,09 m³/ano (9,17 m³/mês). O volume de água aproveitável, de acordo com os cálculos, é de 247,3 m³ de água de chuva por ano, ou seja, o dobro do que realmente é necessário, demonstrando que o município possui ampla capacidade de captação de água pluvial que pode ser mais explorada.

Foi possível constatar que cada pessoa na casa, teoricamente, utilizará 7,07 m³, valor bem acima da meta da ONU de 3,3 m³/hab., e da média brasileira de 4,6 m³/hab., o que eleva a relevância do aproveitamento da água da chuva como uma forma ecologicamente responsável de diminuir a pressão sobre o abastecimento público e, conseqüentemente, gerar economia.

A previsão de demanda para fins não potáveis foi estimada em 32,41% do consumo total do imóvel, o que representa 9.174L mensais (Quadro 2), que foram supridos por água pluvial após a implantação do sistema. Desta maneira, houve a redução de 28,3 m³ para 19,13 m³ utilizados de água tratada. Monetariamente, a conta diminuiu de R\$ 273,63 para R\$ 184,96

(Quadro 5), gerando uma economia mensal nas faturas de água e esgoto de R\$ 88,67 ou R\$ 1.064,04 anuais. Vale salientar que por ser uma estimativa, foi considerado um fluxo com valores contínuos, ou seja, o gasto hídrico foi o mesmo todo mês.

A partir do valor total da instalação do projeto (R\$ 7.727,59) e do valor economizado anualmente (R\$ 1.064,04), foi projetado o *payback* simples e o descontado (Tabelas 1 e 2). No *payback* simples, o investimento inicial é quitado em 7,26 anos. Já no *payback* descontado, o valor investido, inicialmente, é retornado depois de 18 anos. É um período longo, porém viável, levando em consideração o tempo de vida útil de 20 anos do sistema.

A redução no valor gasto com faturas de água e esgoto, a longo prazo, viabilizam o investimento inicial em tal sistema e a análise dos dados coletados indica, ainda, a viabilidade ambiental da adoção dessas medidas, por apresentar uma redução significativa na utilização de água tratada.

Em cenários economicamente menos atrativos, destaca-se a necessidade de o Poder Público oferecer incentivos fiscais para maior adoção de práticas sustentáveis e maior disseminação de informações quanto aos benefícios do sistema para a população. Esse arcabouço legal para regulamentar e promover esses sistemas ecologicamente viáveis é importante para estimular o uso parcimonioso da água, o equilíbrio da demanda e oferta, a diminuição da sobrecarga no abastecimento público e na rede pluvial, além dos benefícios sociais.

Em prol de pesquisas futuras, sugere-se a análise da viabilidade econômica em locais com grandes áreas de captação, que possuam grandes demandas diárias ou gastos expressivos em faturas de água, como por exemplo, condomínios de prédios, shoppings e lava a jatos.

REFERÊNCIAS

ARNT, Ricardo. **Clara água, cara água: porque o recurso está cada vez mais escasso e caro**. Revista Super Interessante, 1995. Disponível em: <https://super.abril.com.br/ideias/claraagua-cara-agua-porque-o-recurso-esta-cada-vez-mais-escasso-e-caro/>. Acesso em 21/11/2020.

BRK AMBIENTAL. **Estrutura Tarifária**. Disponível em: <https://www.brkambiental.com.br/macae>. Acesso em: 29 maio 2021.

FENDDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de utilização das águas pluviais**. 1ª Ed. Curitiba: Editora Livraria do Chain, 2002.

GEDORE. Disponível em: <http://www.gedore.com.br/blog/residencias-utilizam-de-forma-inteligente-a-agua-da-chuva-e-reduzem-as-contas-no-fim-do-mes/>. Acesso em: 01 jun. 2021.

GHANAYEM, M. **Environmental considerations with respect to rainwater harvesting**. Palestine, Applied

Research Institute-Jerusalem. In: RAINWATER INTERNATIONAL SYSTEMS, Manheim, 2001.

GITMAN, L. J. **Princípios de Administração Financeira**. 12ª Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

HESPANHOL, I. **Potencial de Reúso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos**. Recursos Hídricos: APRH, Portugal, v. 23, n.2, p.43-65, 2003.

HESPANHOL, I. **Um novo paradigma para a gestão dos recursos hídricos**. Estudos avançados, p. 131 – 158, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

HIDROWEB. **Séries históricas de estações**. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 6 de março de 2021.

MAY, S. **Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações**. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 189 p. 2004.

OLIVEIRA, F. M. B. de. **Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis no campus da Faculdade Federal de Ouro Preto**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-graduação Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 117 p. 2008.

OLIVEIRA, S. M. **Aproveitamento da água da chuva e reuso de água em residências unifamiliares: Estudo de caso em Palhoça-SC**. Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 149 p. 2005.

OLIVEIRA, Y. V. **Uso do Balanço Hídrico Seriado para o Dimensionamento de Estrutura de Armazenamento de Água das Chuvas: Estudos de Casos**. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. UFSC. Florianópolis, 2004.

ONU. **Resolution A/RES/64/292**. General Assembly, 28 jul. 2010. Disponível em: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292. Acesso em: 09 jun. 2021.

REIS, T. **Payback descontado: saiba como funciona esse indicador de retorno**. Suno, 2019. Disponível em: <https://www.suno.com.br/artigos/payback-descontado/>. Acesso em: 5 maio 2021.

RIBEIRO, W. L. **Como calcular a viabilidade de um projeto utilizando técnicas de análise de investimento: Payback Simples, VPL e TIR**. 2016. Disponível em: <https://www.wankesleandro.com/post/2016/12/01/como-calcular-a-viabilidade-de-um-projeto-utilizando-tc3a9cnicas-de-anc3a1lise-de-investi>. Acesso em: 25 nov. 2020.

SABESP. **Dicas de economia em casa**. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=595>. Acesso em: 19 maio 2021.

SANT'ANA, D. R.; MEDEIROS, L. B. P. **Aproveitamento de Águas Pluviais e Reuso de Águas Cinzas em Edificações: Padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção**. Distrito Federal: Universidade de Brasília, 2017. 68 p. (Relatório Final 1/2017 – Convênio ADASA/UnB).

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto**, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais/diagnostico-do-servico-de-aguas-pluviais-2018>. Acesso em: 16 set. 2020.

SOARES, M. dos S. **Uma metodologia para análise de viabilidade de um sistema de aproveitamento de águas pluviais e águas residuais de unidades evaporadoras**. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Gestão) - Universidade Federal Fluminense. Niterói, 129 p. 2017.

SOUZA, A.; CLEMENTE, A. **Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações**, 5ª Ed. São Paulo: Atlas, 2004.

TESTON, A. **Aproveitamento de água da chuva: um estudo qualitativo entre os principais sistemas**. Monografia (Pós-graduação em construções sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 106 p. 2012.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis – Diretrizes básicas para um projeto**. 6º Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva. Belo Horizonte, 2007.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva em Áreas Urbanas para Fins não Potáveis**. Volume I. São Paulo, 530 p. 2010.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Navegar, 2003.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Recursos hídricos no Século XXII**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

UNESCO. **Água e mudança climática – Resumo executivo**. Itália: WWAP, 2020. 12 p. (Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2020).

VASCONCELOS, L. F. de; FERREIRA, O. M. **Captação de água de chuva para uso domiciliar: Estudo de caso**. Departamento de engenharia. Universidade Católica de Goiás: Goiânia, 2007.