



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO- UNIRIO

Centro de Ciência Exatas e Tecnologia - CCET

Escola de Engenharia de Produção - EEP

Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção - BEP

**ANÁLISE DE INVESTIMENTO DE PROJETO DE APROVEITAMENTO DE
ÁGUAS PLUVIAIS EM UM *HOSTEL* NO BAIRRO DE COPACABANA**

POR

ALLAN FERREIRA DE SOUZA PEREIRA

Orientador (a)

ANDREIA RIBEIRO AYRES

RIO DE JANEIRO, RJ

MAIO DE 2021

**ANÁLISE DE INVESTIMENTO DE PROJETO DE APROVEITAMENTO DE
ÁGUAS PLUVIAIS EM UM *HOSTEL* NO BAIRRO DE COPACABANA**

Allan Ferreira de Souza Pereira

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção como cumprimento parcial para a conclusão do curso de Bacharelado em Engenharia de Produção.

ORIENTADOR (A): Prof.^a Andreia Ribeiro Ayres

RIO DE JANEIRO

MAIO DE 2021

FICHA CATALOGRÁFICA

F436

Ferreira de Souza Pereira, Allan

Análise de Investimento de Projeto de Aproveitamento de Águas Pluviais em um Hostel no Bairro de Copacabana / Allan Ferreira de Souza Pereira. -- Rio de Janeiro, 2021.

48 p.

Orientador: Andreia Ribeiro Ayres.

1. Análise econômico-financeira. 2. Aproveitamento de águas pluviais. 3. Viabilidade econômico-financeira. I. Ribeiro Ayres, Andreia, orient. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO- UNIRIO

Centro de Ciência Exatas e Tecnologia - CCET

Escola de Engenharia de Produção - EEP

Curso de Bacharelado em Engenharia de Produção - BEP

**Análise de Investimento de Projeto de Aproveitamento de Águas Pluviais em um *Hostel*
no Bairro de Copacabana**

Por

Allan Ferreira de Souza Pereira

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de bacharel pelo curso de Bacharelado em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO).

APROVADA em Rio de Janeiro, 26 de maio de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Doutora Andreia Ribeiro Ayres

Prof. Doutor Vicente Aguilar Nepomuceno de Oliveira

Prof.^a Doutora Andréa Soares Bonifácio Rosa

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por cuidar de mim durante toda a minha vida, por me dar saúde física e emocional para conseguir concluir mais essa etapa.

Aos meus familiares que sempre me apoiaram, me incentivaram e estiveram ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Aos meus amigos da Unirio, por facilitarem a caminhada nesses anos de universidade com tanto companheirismo, amor e parceria, sem dúvidas fizeram desses anos mais fáceis e deram forças para chegar até aqui.

A minha amiga Paula Fernanda Oliveira Espíndola, que vem me incentivando a anos para concluir essa etapa. Que me apoiou e me ajudou sobre o tema e me ensina cada dia mais sobre a importância da sustentabilidade. Que com todo seu carinho e amor, com toda sua generosidade e parceria, vem me acompanhando durante anos e esteve ao meu lado nessa etapa tão importante da minha vida. A ela, o meu mais sincero, obrigado.

A minha orientadora, Prof.^a Doutora Andreia Ribeiro Ayres, que se dispôs a me orientar nesse desafio final, com muita atenção, paciência e carinho. Fez de um momento tão importante e complicado, mais leve. Foi um prazer trabalhar nesse projeto com você, obrigado por todo apoio e dedicação.

Aos professores do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - UniRio, pelos conhecimentos compartilhados ao longo desses anos de aprendizado. Em especial, a minha orientadora, Prof.^a Doutora Andreia Ribeiro Ayres, aos professores Prof. Doutor Vicente Aguilar Nepomuceno de Oliveira e Prof.^a Doutora Andréa Soares Bonifácio Rosa, que participaram de grande parte dessa graduação e estiveram presentes na banca de avaliação. Por fim, a Prof.^a Doutora Cládice Nóbile Diniz que se dedicou com muito amor ao curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UniRio e a todos os seus alunos.

A todos, o meu mais sincero, muito obrigado. Sem vocês eu não estaria chegando até aqui.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Determinação de Consumos Específicos da SABESP.....	18
Figura 2 - Coeficientes de uso da água em litros por dia e por empregado.	18
Figura 3 - Uso da água por dia e por metro quadrado de área comercial.....	19
Figura 4 - Estação 6 – Copacabana do Sistema Alerta Rio.....	20
Figura 5 – <i>Hostel</i> analisado.....	27
Figura 6 – Área de captação do <i>hostel</i>	28
Figura 7 – Consumo mensal de água do <i>hostel</i> (m ³) em 2019.	32
Figura 8 – Área de captação do <i>hostel</i>	33
Figura 9 - Representação gráfica da precipitação média mensal (mm) entre 2009 e 2019.....	35
Figura 10 – Gráfico representando porcentagem de suprimento do Sistema de Águas Pluviais para demanda não potável anual.	36
Figura 11 – Gráfico do fluxo de caixa acumulado no período de 20 anos do projeto.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Consumo e custo da água potável da CEDAE ao longo do ano de 2019.	30
Tabela 2 – Proporção de consumo de água em vasos sanitários e sua representatividade no custo da conta de água da CEDAE.....	31
Tabela 3 – Análise de simulação para reservatório com 20.00 m ³ e demanda mensal de 24,6m ³	33
Tabela 4 – Precificação da lista de matérias do projeto.	37
Tabela 5 – Fluxo de caixa, fluxo de caixa descontado e fluxo de caixa acumulado do projeto.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACCARJ	Associação de Cama e Café e Albergues do Estado do Rio de Janeiro
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CREA-RJ	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro
IR	Imposto de Renda
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
ROI	Retorno sobre o Investimento
SAAE	Serviço Autônomo de Água e Esgoto
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
USP	Universidade de São Paulo
VPL	Valor Presente Líquido

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo verificar a viabilidade técnica e econômico-financeira de um projeto de redução de consumo de água em um *hostel* no Rio de Janeiro através do aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis. Devido ao relevante risco de escassez do recurso da água, bem como a necessidade do proprietário do *hostel* em otimizar custos visando manter o sistema econômico e seu próprio sustento, esta, agravada devido ao cenário de pandemia iniciada em 2020, o estudo torna-se relevante para a sustentabilidade tanto do meio ambiente quanto do negócio. Por meio da coleta de dados e da busca de referências bibliográficas, foi comparada a oferta de águas pluviais do bairro onde o *hostel* se localiza analisando o período de 10 anos, com a capacidade de armazenagem mediante área disponível para construção do reservatório. Esta, correlacionada a demanda de consumo de água para fins não potáveis do *hostel*. Através da aplicação dos indicadores econômico-financeiros como *Payback* Descontado, Taxa interna de Retorno (TIR) e Retorno sobre o Investimento (ROI), foi estudada a viabilidade entre o valor do investimento do projeto *versus* a economia gerada em contas de tarifas públicas de água, através do aproveitamento de águas pluviais. Os resultados obtidos demonstraram que o projeto é viável economicamente em todos os indicadores. O valor do *Payback* Descontado apresentou 3,17 anos, e TIR de 34,1%. O estudo ainda apresentou ROI (Retorno sobre o Investimento) de 365%, validando assim a viabilidade econômico-financeira do projeto. Espera-se que este estudo incentive empreendedores de diversas abrangências a investirem em projetos sustentáveis para obter otimização financeira e contribuir para uma sociedade mais sustentável econômica e ambientalmente.

PALAVRAS CHAVE: Análise econômico-financeira, aproveitamento de águas pluviais, *hostel*

ABSTRACT

This research aimed to verify the technical and economic-financial feasibility of a project to reduce water consumption in a hostel in Rio de Janeiro using rainwater for non-drinking purposes. Due the relevant risk of scarcity of water resources, as well as the need for the hostel owner to optimize costs in order to maintain the economic system and its own livelihood, this, aggravated due to the pandemic scenario started in 2020, this study becomes relevant to the sustainability of both the environment and the business. Collecting data and the search for bibliographic references, it was possible to know the offer of rainwater in the neighborhood where the hostel is located compared, analyzing the period of 10 years, with the storage capacity according to the available area for the construction of the reservoir correlating the water consumption demand for non-drinking purposes of the hostel. Through the application of economic-financial indicators such as Discounted Payback, Internal Rate of Return (IRR) and Return on Investment (ROI), the feasibility between the investment value of the project versus the savings generated in public water tariff accounts was studied, through the use of rainwater. The results demonstrated that the project is economically viable in all indicators. The Discounted Payback amount was 3.17 years, and the IRR was 34.1%. The study also presented a ROI (Return on Investment) of 365%, thus validating the economic and financial viability of the project. It's expected that this study will encourage entrepreneurs of different scope to invest in sustainable projects to obtain financial optimization and contribute to a more economically and environmentally sustainable society.

KEY WORDS: Economic-financial analysis, rainwater harvesting, hostel

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETIVOS.....	11
1.1.1 OBJETIVO CENTRAL	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS.....	13
2.2. REUSO DE ÁGUA E SUAS APLICAÇÕES.....	14
2.2.1. SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	15
2.3 RESERVATÓRIO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	19
2.3.1 DIMENSIONAMENTO DO RESERVATÓRIO DE ÁGUAS PLUVIAIS	20
2.3.2 CUSTO/BENEFÍCIO DO VOLUME DO RESERVATÓRIO	21
2.4 ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA.....	24
2.4.1 VALOR PRESENTE LÍQUIDO (VPL)	24
2.4.2 TAXA INTERNA DE RETORNO (TIR)	25
2.4.3 RETORNO SOBRE O INVESTIMENTO (ROI)	25
2.4.4. PAYBACK DESCONTADO	25
3 METODOLOGIA	26
3.1 CARACTERIZAÇÃO E ÁREA DO ESTUDO.....	27
3.2 ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA.....	27
3.2.1 ANÁLISE DA OFERTA PLUVIAL	27
3.2.2 ANÁLISE DA DEMANDA HÍDRICA PARA FINS NÃO POTÁVEIS	29
3.2.3 ANÁLISE DO POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL	29
3.3 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
4.1 ANÁLISE DA DEMANDA HÍDRICA PARA FINS NÃO POTÁVEIS E OFERTA PLUVIAL.....	30
4.2 ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA.....	36
5 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
APÊNDICE	48

1. INTRODUÇÃO

Dentre os recursos naturais, a água se destaca por estar presente em todas as atividades humanas, desde insumo essencial para a vida até no lazer e na geração de energia.

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA (2020), cerca de 97,5% da água existente na Terra é salgada, ou seja, inadequada para consumo. A parcela de água doce no mundo corresponde aos 2,5% restante, porém, 69% deste valor está concentrado nas geleiras, 30% em águas subterrâneas e apenas 1% pode ser encontrada em rios. Com isso, se faz necessária a busca por alternativas que visem a economia ou reuso desse recurso.

A água atende às necessidades de higiene e dessedentação da população, porém, é o mais ameaçado atualmente, devido sua escassez e sua qualidade. O desperdício e o descaso são fatos marcantes no cotidiano. Este fato ressalta a necessidade da conservação hídrica e a busca de alternativas sustentáveis que alcancem seu uso eficiente. A pandemia de 2020 evidencia a necessidade de água potável para além do consumo direto e a necessidade de empreendimentos que visem a sustentabilidade. Nesse sentido, o reuso de água tem se mostrado uma boa opção.

É clara a necessidade de redução de consumo de água potável, porém esta redução está atrelada não apenas ao recurso natural, mas também ao custo deste recurso. É cada vez mais nítida a busca de projetos que incentivam que unem o viés ambiental (economia de recurso natural) com o econômico (custos). Com isso, o aproveitamento de água pluvial se mostra uma alternativa sustentável ambientalmente e que se une também ao viés econômico.

O aproveitamento de água pluvial consiste na captação da água da chuva em uma determinada superfície que é encaminhada para tratamento, se necessário, e escoada para um reservatório para ser utilizada para fins não potáveis (ABNT, 2019).

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo central

Este trabalho tem como objetivo central analisar viabilidade técnica e econômico-financeira de um sistema do aproveitamento de águas pluviais a ser implantado em um *hostel*¹ no bairro de Copacabana no Rio de Janeiro.

¹ De acordo com a Rio Host (2020), antiga Associação de Cama e Café e Albergues do Estado do Rio de Janeiro (ACCARJ), *hostel* é a categoria de hospedagem que se caracteriza por uma acomodação que busca a socialização dos hóspedes. Desse modo, as instalações possuem espaços comuns para interação.

1.1.2 Objetivos específicos

Dessa forma, os objetivos específicos são:

- a) Caracterizar o regime pluviométrico do bairro de Copacabana no município do Rio de Janeiro; estimar o consumo de água para fins não potáveis no *hostel*;
- b) Comparar a demanda atual com a oferta proposta de água a partir do aproveitamento de águas pluviais;
- c) Verificar a viabilidade econômico-financeira com a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais.

Segundo Tomaz (2010), o aproveitamento das águas pluviais, a qual possui um grande potencial de uso, ainda é desperdiçada por muitos. O sistema de aproveitamento de águas pluviais possui inúmeros benefícios como, por exemplo, ser uma fonte alternativa à água potável, ser um incentivo à conservação dos recursos hídricos disponíveis, reduzir o risco de enchentes em áreas urbanas, entre outros. Logo, este projeto tem grandes oportunidades de atender o objetivo de economia de água em recurso natural e financeiro.

Visto que o sistema de aproveitamento de águas pluviais necessita de análises tanto da oferta pluvial no local do projeto quanto da demanda de água do local, pode-se analisar se a demanda para fins não potáveis do *hostel* pode ser atendida a partir da oferta de chuva. Além disso, para compreensão da quantidade atendida da demanda, deve-se considerar o reservatório onde essa água será armazenada. Muitas vezes sabe-se que em determinado local possui altos índices pluviométricos, porém, estes índices devem ser estudados e aplicados em métodos para que seja definido qual será o tamanho ideal do reservatório para o projeto. A escolha do reservatório envolve análise técnica e econômico-financeira. Portanto, esta escolha se deu considerando o melhor custo/benefício.

Após a análise técnica a partir dos dados pluviais, de demanda e a escolha do reservatório, os próximos passos foram analisar economicamente o projeto em si considerando o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Retorno sobre o Investimento (ROI) e o *Payback*.

O estudo deste presente trabalho apresentou que o projeto de aproveitamento de águas pluviais no *hostel* trazem benefícios ambientais com a redução do consumo de água potável, mas principalmente benefícios econômicos, visto que o projeto apresentou bons números em sua análise econômico-financeira, sendo considerado um bom investimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Disponibilidade de recursos hídricos

A água é um recurso essencial para a vida que permeia, desde atividades cotidianas, como tomar banho, até para o desenvolvimento econômico de um país, visto que com ela é possível gerar energia, produzir alimentos e produtos de consumo, entre outras atividades.

Desde a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas (ONU), em 1987, o termo sustentabilidade ganha cada vez mais espaço. No Relatório de Brundtland, produto da Comissão, o termo desenvolvimento sustentável é definido como “o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades.” (ONU, 2020). Como não poderia deixar de ser, uma das questões centrais que permeiam este termo é a elaboração de um programa quanto o uso dos recursos ambientais – materiais, naturais e sociais, como cultura e educação, - como condição estratégica para a gestão ambiental e, conseqüentemente, para a sustentabilidade. Os recursos hídricos têm destaque extraordinário nesta pauta, que destaca a importância da gestão compartilhada, descentralizada e colaborativa dos recursos.

Segundo a Agência Nacional de Água (ANA, 2020), os recursos hídricos no mundo não são bem divididos, o que gera diversos conflitos. Aproximadamente 97,5% da água no mundo é salgada, ou seja, inadequada para consumo. A parcela de água doce no mundo corresponde aos 2,5% restantes, porém, 69% deste valor está concentrado nas geleiras, 30% em águas subterrâneas e apenas 1% pode ser encontrada em rios.

A má divisão deste recurso não é uma problemática apenas global. No Brasil o desequilíbrio é apresentado na região Norte onde possui aproximadamente 80% da água disponível, porém, esta região representa apenas 5% da população brasileira. As regiões próximas ao Oceano Atlântico possuem mais de 45% da população, porém, menos de 3% dos recursos hídricos do país. Em termos globais, o Brasil está entre os países que possuem uma boa quantidade de água, onde concentra cerca de 12% da disponibilidade de água doce do planeta (ANA, 2019).

De acordo com Pasqualetto (2020), os recursos hídricos tidos como abundantes justificam a falta de zelo perante as intervenções da sociedade e mudanças no clima. Por outro lado, a escassez da água também está ligada ao aumento de consumo. O panorama de hoje e os impactos a serem confrontados são o uso desenfreado de água, demanda maior dos recursos

hídricos e redução da oferta, gerando atritos, perda da qualidade, enchentes e secas, além de vulnerabilidade social.

2.2. Reuso de água e suas aplicações

A água pode ser usada para diversos fins como industrial, agrícola, humano, animal, transporte e geração de energia. Cada uso de água possui peculiaridades, seja por aspectos ligados à quantidade ou à qualidade. Uma das maiores preocupações de imóveis comerciais é o grande consumo de água nos seus sistemas prediais. A conservação da água é uma necessidade real e crescente devido à escassez hídrica, seja pela ausência de qualidade ou quantidade nos corpos hídricos (NUNES, 2006).

O conceito de reuso de água se refere a tornar a água reutilizável mais de uma vez para diversos fins. Pode-se definir como reuso de água, o uso de efluentes tratados ou de um recurso hídrico com qualidade inferior, que possa ser utilizada para fins que anteriormente seriam para água potável como: irrigação, lavagem de áreas externas, uso em vasos sanitários, entre outros. O reuso busca aproveitar ao máximo o recurso hídrico antes do seu descarte (CEBDS, 2019).

Como alternativa de uso planejado da água e com a busca de soluções para o aumento gradativo da demanda hídrica, o reuso hídrico é considerado como parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

Embora o Brasil disponha de uma das maiores bacias hídricas do mundo, a problemática da escassez de água potável está presente em diversas regiões do país e se intensifica pelo desequilíbrio entre a distribuição demográfica, industrial e agrícola e a concentração de água. A conscientização da importância da economia de água é um dos primeiros passos para atenuar o problema e, juntamente com o incentivo do governo, levar a mudanças de hábitos da população para o uso racional da água (TOMAZ, 2010).

Ressalta-se que “o equilíbrio entre a necessidade dos usuários e a disponibilidade de água é o grande desafio para a Gestão de Recursos Hídricos” (RODRIGUES, 2005, p. 16). Desse modo, tem-se de um lado a necessidade do controle de demanda, visando reduzir a pressão sobre os recursos hídricos e de outro a busca de recursos alternativos. A autora destaca ainda que o reuso hídrico age em dois pontos: instrumento para redução do consumo de água (controle de demanda) e água de reuso como recurso complementar.

O reuso depende de características, condições e fatores locais, tais como decisão política, esquemas institucionais, disponibilidade técnica e fatores econômico-financeiros, sociais

e culturais (HESPANHOL, 2002). Nessa perspectiva, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (2019), considera que o reuso de água integra uma atividade mais abrangente, o uso racional ou eficiente da água. Nesse sentido, o uso racional abrange também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água.

De acordo com a CETESB (2019), no que diz respeito ao reaproveitamento hídrico, pode ser de forma direta ou indireta, sendo consequentes de ações planejadas ou não. As formas de reaproveitamento são: reuso indireto não planejado da água, reuso direto e indireto planejado das águas. Além disso, as águas recicladas podem ser usadas em irrigação paisagística e de campos para cultivos, usos industriais, recarga de aquíferos, usos urbanos não potáveis e para finalidades ambientais.

Segundo Deboita e Back (2014), um estudo de parceria do IPT (USP) com a SABESP, mostrou que o vaso sanitário é responsável por cerca de 30% do consumo de água de uma edificação como uma residência, por exemplo. Visto que o *hostel* tem acomodações próximas de uma residência, este valor também pode ser utilizado para o setor hoteleiro. O aproveitamento de água nestes equipamentos pode reduzir significativamente o consumo de água potável.

2.2.1. Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais

O aumento da demanda hídrica nos centros urbanos deixa clara a necessidade de novas alternativas. Com isso, o aproveitamento de águas pluviais é a alternativa que vem se orlando uma preocupação não somente ambientalista, mas também econômica (DIAS, 2007). Para um sistema de aproveitamento de águas pluviais é necessário realizar um estudo sobre a pluviometria da região e potenciais locais para implantação do sistema e o dimensionamento dos equipamentos e materiais utilizados. Desse modo, a quantidade de água disponível para uso dependerá da área de coleta (telhado) e do volume do reservatório.

Segundo a NBR 15.527 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2019), que apresenta os requisitos básicos para aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, os usos não potáveis em edificações são:

- a) sistemas de resfriamento a água;
- b) descarga de bacias sanitárias e mictórios, independentemente do sistema de acionamento;
- c) lavagem de veículos;

- d) lavagem de pisos;
- e) reserva técnica de incêndio;
- f) uso ornamental (fontes, chafarizes e lagos);
- g) irrigação para fins paisagísticos.

Visto que lavagem de pisos é uma das formas de uso da água pluvial, o estudo de caracterização dos usos-finais do consumo de água em edificações do Setor Hoteleiro de Nascimento e Sant'Ana (2014) mostrou que para a lavagem de piso são gastos 1,3 litros/metro²/dia.

Os sistemas de aproveitamento de águas pluviais devem contar com a área de captação (telhado, laje ou piso), condução de água (calhas, condutores verticais e horizontais), a unidade de tratamento, quando houver, e o reservatório de acumulação. Este sistema possui grande durabilidade, visto que a vida útil de um reservatório de água de polietileno é de até 20 anos, segundo Sant'Ana *et al* (2017).

Além de proporcionar economia de água potável, contribui para a prevenção de enchentes causadas por chuvas torrenciais em grandes cidades, onde a superfície tornou-se impermeável, impedindo a infiltração da água (TOMAZ, 2010).

O atendimento total ou parcial da demanda depende da qualidade da água captada, da área de captação disponível e dos índices pluviométricos da localidade, bem como uma análise de viabilidade econômico-financeira do sistema. Para o dimensionamento do sistema deve-se conhecer a pluviosidade do local para calcular o volume disponível e o reservatório. As técnicas que exigem esses dados tendem a incorporar as características locais dos regimes de chuva e, apresentam assim, um resultado mais consistente (FIEMG, 2015).

2.2.1.1 Oferta e demanda hídrica

Segundo Niemer (1979), o clima do município do Rio de Janeiro é o clima tropical quente e úmido. Esta característica faz com que a cidade, que possui baixa latitude, possua pouca variação diária da temperatura do ar e elevados níveis de umidade relativa (LEITE, 2019).

Ainda em termos de clima, conforme o estudo de Serra e Ratisbona (1957) e Serra (1970), os valores de precipitação anuais variam entre 1200 mm na área do litoral da Zona Sul – onde está localizado o bairro de Copacabana – e 1600 mm na região do bairro da Tijuca na Zona Norte.

Dereczinky, Oliveira e Machado (2009) apresentam as variações de precipitação no município do Rio de Janeiro ao mesmo tempo mostram suas particularidades. No mês de janeiro, conhecido por ser mês chuvoso na cidade, os números chegam 160 mm no litoral da Zona Sul. Em julho, mês do período de estiagem, é observada uma redução gradativa na precipitação, chegando a 20 mm na região da Zona Sul. Apresentam ainda que a média mensal pluviométrica no litoral sul (Vidigal, Urca e Copacabana), chega a valores de respectivamente 128 mm e 126 mm. Somente nesta época do ano esses valores são inferiores aos das estações da Zona Norte.

Visto que a região onde se encontra o bairro de Copacabana tem um alto potencial pluviométrico, esta característica pode ser explorada para fins como fonte alternativa de água, incentivando a conservação dos recursos hídricos disponíveis, além de reduzir o risco de enchentes em áreas urbanas como aponta Tomaz (2010).

Conforme a publicação anual Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil da Agência Nacional das Águas (2019), o abastecimento urbano é o segundo maior uso da água no país, correspondendo ao valor de 24,4% da água retirada em 2018. Grande parte deste abastecimento acontece de modo concentrado no território nacional. É comum no panorama brasileiro não apenas a demanda hídrica, mas também a oferta, ser maior onde há maior concentração populacional, como são os exemplos das regiões metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, assim como o Distrito Federal.

Ainda de acordo com a publicação da ANA (2019), as demandas de uso da água quando comparadas, em termos quantitativos e qualitativos, com a quantidade de água disponível, obtém-se o balanço hídrico, que é elaborado em suporte à gestão da água. A alta vulnerabilidade decorrente de um balanço hídrico desfavorável, associada a baixos investimentos em infraestrutura hídrica, principalmente dos sistemas de produção de água, e períodos de precipitações abaixo da média, podem agravar a situação e conduzir a períodos de crise hídrica por escassez, como verificado em diversas regiões do país nos últimos anos. Com isso, a busca por alternativas para a oferta hídrica, bem como para diminuição da sua demanda potável, surge e ganha força com novos estudos.

No contexto que será analisado neste estudo, a água em locais vinculados ao turismo, em especial no ramo de hotelaria, possui um comportamento de consumo que ao mesmo tempo que se aproxima do consumo domiciliar, também tem particularidades de imóveis comerciais.

A Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), tem vários modelos de análise de consumo de água, sendo um deles o mesmo utilizado no Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de Guarulhos no estado de São Paulo, que utiliza um

modelo de análise de consumo específico de água que é adotado levando em conta as variáveis quantidade de chuveiros, números de funcionários, área construída, número de leitos, número de vasos sanitários, entre outras. A Figura 1 apresenta os consumos médios mensais para diversos tipos de consumidores de acordo com o SAAE em um estudo desenvolvido por Berenhauser e Pulici em 1983, como Tomaz (1999) presente em seu livro:

Figura 1 - Determinação de Consumos Específicos da SABESP.

Tipo de Consumidor	Consumo m ³ /mês
Clubes Esportivos(1)	(26 x n.º de chuveiros)
Creches	(3,8 x n.º de funcionários) + 10
Edifícios Comerciais(2)	(0,08 x área construída)
Escolas de Nível Superior	(0,03 x área construída) + (0,7 x n.º de funcionários) + (0,8 x n.º de bacias)+50
Escolas Pré, 1º e 2º Graus	(0,05 x área construída)+ (0,1 x n.º de vagas)+ (0,7 x n.º de funcionários)+20
Hospitais	(2,9 x n.º de funcionários) + (11,8 x n.º de bacias) + (2,5 x n.º de leitos) +280
Hotéis de 1ª Categoria (4)	(6,4 x n.º de banheiros) + (2,6 x n.º de leitos) + 400
Hotéis de 2ª Categoria(5)	(3,1 x n.º de banheiros) + (3,1 x n.º de leitos) – 40
Lavanderias Industriais	(0,02 x kg de roupa/mês)
Motéis	(0,35 x área construída)
Prédios de Apartamentos	(6 x n.º de banheiros) + (3 x n.º de dormitórios) + (0,01 x área construída)+ 30
Prontos-socorros (3)	(10 x n.º de funcionários) - 70
Restaurantes	(7,5 x n.º de funcionários)+ (8,4 x n.º de bacias)

Fonte: Berenhauser e Pulici (1983 apud Tomaz, 1999).

Além do consumo por mês, Tomaz (1999) ainda apresenta dados de consumo de água diários relacionados a quantidade de empregados por metro quadrado da área comercial, como apresentados nas Figuras 2 e 3 a seguir:

Figura 2 - Coeficientes de uso da água em litros por dia e por empregado.

Categoria	Litros/dia/empregado
Barbearias	1437
Comércios em geral	178
Escolas e Universidades	210
Hospitais	311
Hotéis e Restaurantes	705
Instalações de Gás e Eletricidade	25
Instalações Recreacionais	852
Venda de comida no varejo	118

Fonte: Billings e Jones (1996, p.16. apud Tomaz, 1999).

Figura 3 - Uso da água por dia e por metro quadrado de área comercial.

Tipos de Comércio	Litros/dia/m ²
Depósitos	2
Edifícios de Escritórios	4
Edifícios Financeiros	4
Edifícios Médicos	7
Fábricas	3
Hotéis e Motéis	1
Lojas	5
Restaurantes	3
Shopping Centers	4
Teatros	7

Fonte: Billings e Jones (1996, p.16. apud Tomaz, 1999).

2.3 Reservatório de águas pluviais

A busca de alternativas para redução de consumo de água potável ganha força pelo viés da economia e pelo da sustentabilidade.

Conforme Soares (2010), o consumo de água no ramo da hotelaria possui uma variação de acordo com os itens dimensão, localização, categoria, taxa de ocupação e idade do próprio edifício. Embora existam essas variações, o maior consumo de água sempre é encontrado nos mesmos pontos: nos quartos, na lavanderia e no ar condicionado. Ainda segundo o autor, a taxa de consumo de vasos sanitários é estimada em um terço do consumo total de um edifício hoteleiro.

O uso de água pluvial de acordo com a NBR 15.527 (ABNT, 2019) que apresenta os requisitos básicos para aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não-potáveis, estipula usos para economia de água potável em locais como sistemas de resfriamento a água, descarga de bacias sanitárias e mictórios, lavagem de veículos e de pisos, reserva técnica de incêndio, uso ornamental e irrigação para fins paisagísticos. Com isso, apenas com o uso da água pluvial nas bacias sanitárias, pode-se obter uma redução de consumo de 30% do consumo total, como analisado por Soares (2010) anteriormente.

A escolha do reservatório ideal para o projeto depende do cálculo de seu dimensionamento, onde são consideradas informações cruciais para confirmar a viabilidade do projeto, devido suas particularidades.

2.3.1 Dimensionamento do reservatório de águas pluviais

Para oferta pluvial é necessário analisar os dados para períodos consecutivos de 30 anos, chamado de Normais Climatológicas, que é o cenário ideal para análise de padrões climatológicos conforme a Organização Meteorológica Mundial – OMM (OMM *apud* INMET, 2020). Caso as estações em estudo não possuam dados disponíveis neste período mínimo, Normais Provisórias poderão ser calculadas. As Normais Provisórias são médias de curto período, baseadas em observações que se estendam sobre um período mínimo de 10 anos (INMET, 2020).

A Norma Brasileira Regulamentadora 10.844 da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1989) apresenta diretrizes para instalações prediais de águas pluviais e também fixa exigências e critérios necessários aos projetos das instalações de drenagem de águas pluviais. Há também a NBR 15.527 (ABNT, 2019) em suas duas versões: 2007 e 2019. Para o dimensionamento de reservatório, a versão anterior ainda pode ser utilizada, devido às equações de alguns métodos existentes. Sua atualização deixa claro que a escolha da equação para este dimensionamento fica a cargo do projetista. Sendo assim, ainda há a possibilidade de utilização das equações de sua versão anterior.

Figura 4 - Estação 6 – Copacabana do Sistema Alerta Rio.



Fonte: Sistema Alerta Rio (2020).

Conforme a NBR 15.527 (ABNT, 2019), a disponibilidade teórica de água de chuva para captação depende da precipitação, da área de captação, do coeficiente de escoamento superficial da cobertura e da eficiência do sistema de tratamento, podendo ser estimado pela equação abaixo:

$$V_{\text{disp}} = P \times A \times C \times \eta$$

Na equação apresentada, V_{disp} é o volume disponível anual, mensal ou diário de água de chuva em L; P é a precipitação média anual, mensal ou diária, em mm; A é a área de coleta, em m^2 ; C é o coeficiente de escoamento superficial da cobertura (runoff) e η é a eficiência do sistema de captação. Na falta de dados exatos, recomenda-se o fator de captação de 0,85.

A Norma Técnica NBR 15527 (ABNT, 2007) apresenta os requisitos básicos para aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não-potáveis. Ela diz que a água de chuva, classificada como não potável pela Portaria n. 518 do Ministério da Saúde, é considerada adequada para usos como: 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.

Além disso, a norma apresenta uma metodologia de cálculo para dimensionamento do sistema de aproveitamento, seus procedimentos de limpeza e conservação, componentes do sistema e frequência de manutenção dos mesmos. Para usos como pias de cozinha e banheiro, máquina de lavar pratos, chuveiro e banheira, a água deve ser potável, por questões de proteção à saúde.

2.3.2 Custo/benefício do volume do reservatório

De acordo com Tomaz (2007), o dimensionamento do reservatório é uma das etapas mais importantes em questões financeiras, visto que o reservatório é um dos componentes mais caros de um sistema de aproveitamento de águas pluviais e deve ser dimensionado considerando sempre a relação custo/benefício. Quanto maior o volume de armazenamento, maior o tempo de demanda será atendida sem necessidade de abastecimento externo. Contudo, maiores serão os custos iniciais de implantação. Para tal, deve-se levar em consideração a área de captação, regime pluviométrico e demanda não potável a ser atendida. Destaca ainda que uma vantagem do Método da Simulação é possuir um dimensionamento mais econômico do reservatório.

Para este método, de acordo com ABNT (2007), é indicado que os cálculos sejam feitos na escala mensal e são admitidas as hipóteses de que o reservatório está cheio no início da contagem do tempo t e os dados históricos são representativos para as condições futuras. A planilha do Software Excel elaborada pelo professor Leonardo Nogueira (2019) aplicada no curso de Aproveitamento de Água de Chuva nas Edificações do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro (CREA-RJ) pode ser aplicada para a análise técnica. As equações seguintes foram aplicadas a partir das funções do programa.

$$Q(\text{tempo}) = P(\text{tempo}) \times A \times C$$

$$S(\text{tempo}) = Q(\text{tempo}) + S(\text{tempo} - 1) - D(\text{tempo}), \text{ sendo que } 0 \leq S(\text{tempo}) \leq V$$

Nas equações apresentadas, $Q(\text{tempo})$ é o volume de chuva no período tempo; $P(\text{tempo})$ é a precipitação média no período tempo (m); A é a área de captação (m^2); C é o coeficiente de escoamento superficial; $S(\text{tempo})$ é o volume de água no reservatório no período tempo; $S(\text{tempo}-1)$ é o volume de água no reservatório no período tempo - 1; $D(\text{tempo})$ é o volume da demanda a ser atendida no período tempo (m^3) e; V é o volume do reservatório fixado.

Quadro 1: Modelo de análise de simulação

Mês	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m^3)	Área de captação (m^2)	Volume chuva mensal (m^3)	Volume fixado (m^3)	Volume do res. tempo (t-1) (m^3)	Volume do res. tempo (t) (m^3)	Overflow (m^3)	Sup. externo (m^3)
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10

Fonte: Autoria própria. Adaptado de Nogueira (2019).

- Coluna 1: as linhas são os meses do ano de janeiro a dezembro;
- Coluna 2: precipitações médias mensais da série analisada (2009 a 1019);
- Coluna 3: demanda mensal de água obtida;
- Coluna 4: a área de captação encontrada com o *Google Earth Pro*;
- Coluna 5: volume mensal de água da chuva encontrado a partir da equação de volume disponível apresentada no item Dimensionamento do reservatório de águas pluviais;

- Coluna 6: volume do reservatório fixado. O volume para este tipo de problema é arbitrado e depois verificado o overflow e a reposição de água, até se escolher um volume adequado;
- Coluna 7: volume do reservatório no início da contagem do tempo (t-1). Supõe-se que no início do ano o reservatório estará vazio e que, portanto, a primeira linha da coluna 7 referente ao mês de janeiro será igual a zero. Os demais valores são obtidos usando a função SE do Excel: =SE(coluna 8<0;0;coluna 8);
- Coluna 8: volume do reservatório no fim do mês. Obtém-se a coluna 8 da seguinte maneira: Coluna 8 =SE (coluna 5+coluna 7–coluna 3>coluna 6;coluna 7;coluna 5+coluna 7–coluna 3);
- Coluna 9: extravasão do reservatório (*overflow*), ou seja, é o volume de água a ser descartado que não caberá no reservatório. Obtém-se da seguinte maneira: Coluna 9 = SE(coluna 5+coluna 7–coluna 3)>coluna 6;coluna 5+coluna 7–coluna 3–coluna 6;0);
- Coluna 10: apresenta o volume que deverá ser suprido pelo abastecimento público ou por outras fontes. Sua fórmula é Coluna 10 =SE(coluna 7+coluna 5–coluna 3<0;-(coluna 7+coluna 5–coluna 3);0)

Na coluna 8 pode resultar em número negativo, que é o valor de suprimento externo que será apresentado na coluna 10.

2.4 Análise de viabilidade econômico-financeira

A análise de viabilidade econômico-financeira é utilizada para mensurar e analisar o retorno de um investimento, verificar a viabilidade de um projeto e o tempo de retorno do valor investido. Esta análise abrange uma série de condições, critérios e objetivos (BROM e BALIAN, 2007). As etapas da viabilidade econômico-financeira analisadas nesse trabalho, incluem, Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR), Retorno sobre o Investimento (ROI) e *Payback* descontado.

2.4 Análise econômico-financeira

2.4.1 Valor Presente Líquido (VPL)

Conforme definição de Gitman (2004), o Valor Presente Líquido (VPL) considera o valor do dinheiro no tempo. Dessa forma, ele é considerado uma técnica sofisticada de orçamento de capital.

O investimento é medido pela diferença entre o valor das entradas de caixa e o valor das saídas de caixa, a uma taxa de desconto. Ele é considerado viável se o valor presente líquido for igual ou maior a zero. Quando é encontrado um valor positivo para o VPL, significa que o capital investido será recuperado, remunerado na taxa de juros que mede o custo de capital do projeto, e retornará um ganho extra (BARCELLOS e FAGUNDES, 2012).

- Se $VPL > 0$, o projeto é viável economicamente, uma vez que o retorno é maior do que o capital de investimento e ainda haverá uma proteção.
- Se o $VPL = 0$, o projeto é viável economicamente, porém será indiferente investir, visto que seu retorno irá cobrir apenas o investimento.
- Se o $VPL < 0$, o projeto é considerado inviável economicamente.

A expressão matemática que representa o VPL é apresentada abaixo:

$$VPL = FC_0 + \frac{FC_1}{(1 + TMA)^1} + \frac{FC_2}{(1 + TMA)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1 + TMA)^n}$$

Onde VPL é o Valor Presente Líquido representado pela somatória do valor presente de todos os fluxos de caixa previsto no negócio; FC_0 é o Fluxo de Caixa representado pelo valor no período zero, ou seja, o investimento, na fórmula esse valor é negativo visto que indica uma saída; FC_n é o Fluxo de Caixa em determinado período e TMA é a Taxa Mínima de Atratividade que representa a taxa de desconto, ou seja, o valor mínimo que o investimento deve obter.

2.4.2 Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é a taxa de juros que evidencia o resultado entre entradas e saídas, trazendo a valores da data corrente, chegando assim, ao retorno sobre o montante investido (NOGUEIRA, 1999).

Para seu cálculo, foi utilizada a fórmula geral da TIR representada por:

$$FC_0 = \frac{FC_1}{(1+i)^1} + \frac{FC_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FC_n}{(1+i)^n}$$

Que pode ser expressa de forma reduzida como:

$$FC_0 = \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j}$$

Onde: FC_0 é o valor do Fluxo de Caixa no início do investimento; FC_j é o valor do Fluxo de Caixa de entrada ou saída em cada período; i é a Taxa Interna de Retorno (TIR).

2.4.3 Retorno sobre o Investimento (ROI)

Segundo Assaf Neto (2006), o Retorno sobre o Investimento (ROI) permite avaliar se ele resulta em taxas viáveis de acordo com parâmetros pré-definidos pelas partes interessadas, ou seja, ele mensura o retorno financeiro sobre o capital investido.

$$ROI = \frac{\text{Lucro operacional (antes do IR)}}{\text{Investimento}}$$

2.4.4. Payback descontado

Segundo Motta et al. (2009), *payback*, é o tempo de recuperação do investimento ou o tempo que o investimento leva para zerar seu fluxo acumulado.

Existem duas formas para o cálculo de *payback*, o simples e o descontado. A diferença entre eles é que o *payback* descontado considera a correção monetária do investimento ao longo do tempo (RAMIRES, 2008).

O *payback* descontado apresenta o período necessário de resultados econômicos para restituir o valor do investimento levando em conta a valorização monetária ao longo do tempo (RASOTO et al, 2021). Considerou-se como resultados econômicos neste estudo a economia nas contas de água do *hostel* quando superam o valor do investimento inicial. Ainda segundo os autores, a fórmula para o cálculo do *payback* é apresentada como:

$$\text{Payback} = \text{mínimo}, \text{ tal que } \sum_{k=1}^j \frac{FC_k}{(1 + TMA)^k} \geq |FC_0|$$

Onde $|FC_0|$ é o investimento inicial. FC_k é o Fluxo de Caixa no tempo k ; TMA é a taxa mínima de atratividade, sendo ponderada pelo investimento e pelo tipo de negócio.

3 METODOLOGIA

De acordo com definições de Silva e Menezes (2005), o presente trabalho tem como natureza a pesquisa aplicada, visto que possui o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática à medida que soluciona um problema local. Ademais, a abordagem do problema se deu por meio de pesquisa qualitativa através de coleta de dados analisando em uma perspectiva integrada em campo. Foram coletados dados que foram posteriormente analisados com o propósito de compreender a realidade do local.

Do ponto de vista de seu objetivo, este trabalho apresenta uma pesquisa exploratória a fim de identificar o objeto de estudo em questão, a redução de consumo de água a partir de uma fonte sustentável, para que seja ganhe foco em pesquisas futuras, aproximando a comunidade científica e a comunidade empreendedora, por exemplo.

Foi realizada pesquisa bibliográfica de estudos publicados, principalmente trabalhos acadêmicos como Trabalhos de Conclusão de Curso, Teses e Dissertações, assim como livros e artigos de periódicos disponibilizados de forma física e digital. Além disso, foi realizada uma pesquisa documental com foco em legislações e normas que abrangem o assunto de aproveitamento de águas pluviais e análise de viabilidade econômico-financeira, bem como suas aplicações no estudo em questão.

3.1 Caracterização e área do estudo

O local de estudo se deu em um empreendimento de hospedagem classificado como *hostel* que está localizado no bairro de Copacabana, na cidade do Rio de Janeiro.

Figura 5 – *Hostel* analisado.



Fonte: Ibooked (2020).

3.2 Análise de viabilidade técnica

A viabilidade técnica do projeto consiste em analisar o potencial da oferta hídrica a partir do aproveitamento de águas pluviais, para fazer a comparação com a demanda de água para fins não potáveis no *hostel*. A comparação da oferta da demanda se deu a média mensal de chuva em mm no local, convertendo a unidade para m³ para estar na mesma unidade encontrada para a demanda. Se a oferta supre a demanda, o próximo passo é a análise da viabilidade econômico-financeira para avaliar o impacto financeiro a partir da economia de consumo de água.

3.2.1 Análise da oferta pluvial

O levantamento de dados para conhecimento e caracterização da oferta pluvial do local, se deu a partir de dados obtidos a partir do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro. O sistema apresenta em seu site informações pluviométricas de estações pluviométricas espalhadas ao longo do município. Para maior precisão dos dados, a estação escolhida foi a estação mais próxima ao *hostel*, a Estação Copacabana. O Alerta Rio disponibiliza apenas uma

estação de monitoramento no bairro de Copacabana, que foi utilizada para avaliação dos dados pluviométricos. Os dados pluviais foram apresentados pela precipitação média mensal (mm). A estação está ativa e localizada no topo do edifício do Hotel Sofitel, na praia de Copacabana, a 500 metros do *hostel*.

A geração de gráficos de pluviosidade para posterior análise da precipitação do local de estudo, dos meses chuvosos e secos, da série histórica da estação escolhida, foi utilizado o software Microsoft Excel. Com os dados pluviométricos encontrados nos 10 anos consecutivos foram calculados os valores médios de chuva para cada mês do ano. Este valor foi utilizado no dimensionamento do sistema.

Para apresentar a capacidade pluvial no bairro de Copacabana, como alternativa para o *hostel* obter uma menor dependência do sistema de abastecimento de água da Companhia Estadual de Águas e Esgotos (CEDAE), foi feita uma comparação entre o volume a ser utilizado a partir da captação e a demanda do *hostel* para fins não potáveis.

A área de captação do *hostel* foi encontrada com o auxílio da ferramenta Google Earth Pro. As imagens de alta resolução espacial disponibilizadas pela ferramenta foram dados importantes na geração do mapeamento da área contida na imagem, e de fácil acesso, uma vez que os dados do Google Earth são gratuitos. Dessa forma, foi possível encontrar o dado necessário a ser incluído na fórmula do volume disponível, para conhecer a oferta pluvial que a área do telhado do *hostel* oferece.

Figura 6 – Área de captação do *hostel*.



Fonte: Google Earth (2021).

3.2.2 Análise da demanda hídrica para fins não potáveis

A fim de conhecer a demanda hídrica do *hostel*, onde a captação de água da chuva pode ser uma alternativa, foi considerada apenas a demanda hídrica para fins não potáveis. Foi necessário buscar previamente as opções de uso da água pluvial de acordo com a NBR 15527 (ABNT, 2007), que apresenta os requisitos básicos para aproveitamento de água da chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

Ainda como parte da coleta de dados, foi realizado um levantamento envolvendo interrogação direta, junto ao proprietário do *hostel*, com a utilização de um questionário de perguntas abertas que pode ser encontrado no Apêndice deste estudo. As perguntas aplicadas foram diretas a fim de conhecer as variáveis que contribuem para o consumo de água no estabelecimento. As perguntas eram referentes aos locais do *hostel* onde pode ser utilizada água não potável, média de hóspedes, bem como o número de funcionários, para compreender o consumo de água, ademais. Foram coletadas, ainda, informações sobre o consumo mensal de água a partir das contas da CEDAE.

3.2.3 Análise do potencial de economia de água potável

Com o objetivo de conhecer o potencial de economia de água potável, foram utilizadas tanto a oferta pluvial quanto a demanda para fins não potáveis, com a finalidade de aplicá-las no Método da Simulação apresentado na NBR 15.527 (ABNT, 2007), para calcular o melhor custo benefício referente ao volume do reservatório.

Para este método, de acordo com ABNT (2007), é indicado que os cálculos sejam feitos na escala mensal e são admitidas as hipóteses de que o reservatório está cheio no início da contagem do tempo t e os dados históricos são representativos para as condições futuras. Foi utilizada a planilha a partir do Software Excel elaborada por Nogueira (2019), aplicada no curso de Aproveitamento de Água de Chuva nas Edificações do CREA-RJ. O modelo trabalha com equações que abordam o volume de chuva e o volume de água no reservatório num determinado período.

3.3 Estudo de viabilidade econômico-financeira

A análise aplicada neste estudo verificou o retorno do investimento buscando avaliar se o projeto é viável economicamente para o investidor, no caso o proprietário do *hostel*, recuperar o valor empreendido, segundo Barcellos e Fagundes (2012).

A partir de benchmarking com projetos espelho no mercado, que visam a captação de recursos em volume igual ou superior do encontrado na demanda hídrica do projeto, foi avaliado o investimento inicial contemplando o custo de compras de materiais necessários para a implementação, bem como mão de obra necessária. Após a escolha do reservatório, foi possível buscar projetos espelho com o mesmo volume. Os projetos analisados foram aproveitamento de águas pluviais em dois condomínios residenciais e em uma escola, onde em ambos o uso da água foi destinado para irrigação e lavagem de áreas externas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise da demanda hídrica para fins não potáveis e oferta pluvial

A partir das contas de água da CEDAE de janeiro a dezembro de 2019 foi verificado que o consumo anual total de água é de 969,35 m³, conforme Tabela 1. Os maiores meses de consumo são maio, abril e março, respectivamente, conforme apresentado na Tabela 1 e na Figura 7.

Considerando que o estudo de parceria do IPT (USP) com a SABESP, mostrou que o vaso sanitário é responsável por cerca de 30% do consumo de água de uma edificação no setor hoteleiro (DEBOITA e BACK, 2014), a Tabela 2 apresenta os valores encontrados calculando 30% da conta de água e encontrando este valor em m³ e em reais.

Tabela 1 – Consumo e custo da água potável da CEDAE ao longo do ano de 2019.

Mês	Consumo de água (m ³)	Custo conta de água CEDAE (R\$)
Jan	71,30	R\$ 1.725,22
Fev	78,30	R\$ 2.197,88
Mar	93,00	R\$ 2.851,53
Abr	96,00	R\$ 2.568,83
Mai	108,50	R\$ 3.190,26

Jun	75,00	R\$ 2.051,05
Jul	74,40	R\$ 1.916,10
Ago	68,20	R\$ 1.624,41
Set	69,00	R\$ 1.763,35
Out	61,65	R\$ 1.489,99
Nov	81,00	R\$ 1.217,99
Dez	93,00	R\$ 1.229,03
Total	969,35	R\$ 23.825,64

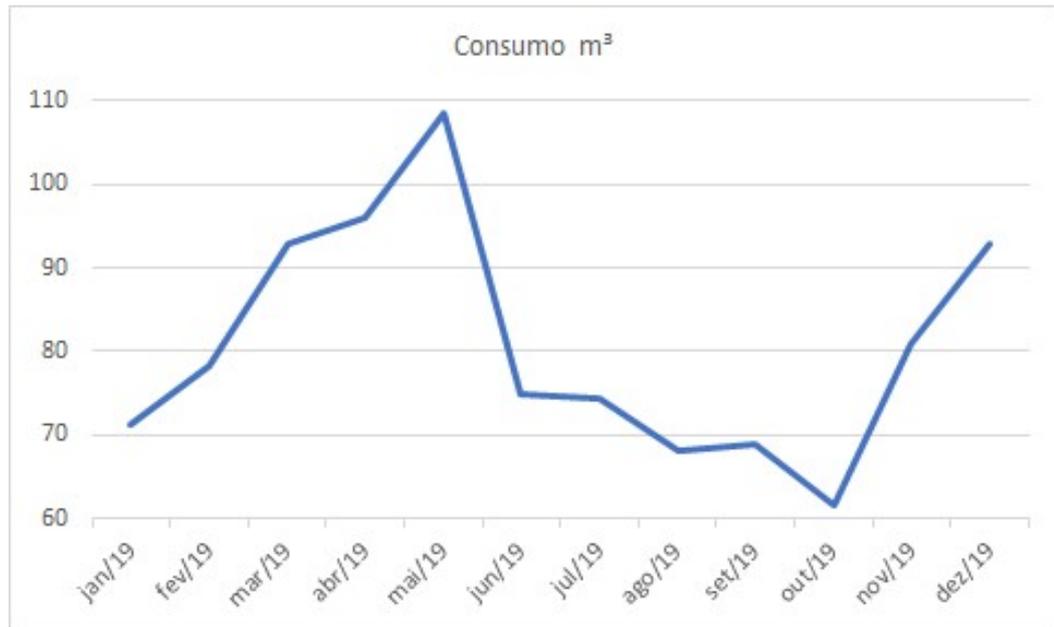
Fonte: Autoria própria, adaptado de CEDAE (2020).

Tabela 2 – Proporção de consumo de água em vasos sanitários e sua representatividade no custo da conta de água da CEDAE.

Mês	Consumo de água em vaso sanitário (m ³)	Representatividade do consumo de água em vaso sanitário (R\$)
Jan	21,39	R\$ 517,57
Fev	23,49	R\$ 659,36
Mar	27,90	R\$ 855,46
Abr	28,80	R\$ 770,65
Mai	32,55	R\$ 957,08
Jun	22,50	R\$ 615,32
Jul	22,32	R\$ 574,83
Ago	20,46	R\$ 487,32
Set	20,70	R\$ 529,01
Out	18,49	R\$ 447,00
Nov	24,30	R\$ 365,40
Dez	27,90	R\$ 368,71
Total	290,80	R\$ 7.147,69

Fonte: Autoria própria, adaptado de CEDAE (2020).

Figura 7 – Consumo mensal de água do *hostel* (m³) em 2019.



Fonte: Autoria própria, adaptado de CEDAE (2020).

As possibilidades do *hostel* para utilização de água para fins não potáveis são para vasos sanitários e lavagem de piso da área externa. O consumo calculado para vasos sanitários deu um total anual de 290,80 m³, conforme apresentado na Tabela 2. De acordo com o valor de 1,3 litros/metro²/dia para lavagem de piso apresentado por Nascimento e Sant’Ana (2014) foi possível calcular o volume de água utilizado para limpeza de área externa do *hostel*.

Visto que o *hostel* faz a limpeza de uma área de 10m², com frequência diária – conforme resposta no questionário no Apêndice – é necessário o volume de 4,7m³/ano. Este valor foi encontrado utilizando o valor de 1,3 litros/metro²/dia convertido de litros para m³ e de dia para ano. Sendo assim, a demanda hídrica total para fins não potáveis no *hostel* (vaso sanitário + piso externo) é de 295,5 m³/ano, com uma média mensal de 24,6m³.

Dessa forma, foi possível comparar os valores de precipitação mensal, área de captação e demanda para fins não potáveis que foram inseridos na Planilha de Excel. A partir dos dados pluviométricos do local, foi possível calcular a quantidade de chuva que poderia ser coletada na área de captação do *hostel* e fazer sua correlação com a demanda do *hostel*. Este cálculo foi feito a partir da Planilha de Excel do Curso de Aproveitamento de Águas Pluviais e seus resultados são apresentados na Tabela 3.

Neste método, são inseridos valores fixos mencionados e são simulados valores de reservatórios. Buscando reservatórios com capacidades comerciais, foi simulado o reservatório de 10.000 litros (10m³) e de 20.000 litros (20m³).

A área de captação foi encontrada a partir da ferramenta polígono do *Google Earth Pro*, conforme mostra a Figura 8. A área encontrada foi de 170 m² e foi inserida na planilha de Excel elaborada pelo professor Leonardo Nogueira (2019) aplicada no curso de Aproveitamento de Água de Chuva nas Edificações do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro (CREA-RJ), conforme apresentado na Coluna 4 da Tabela 3.

Figura 8 – Área de captação do *hostel*.



Fonte: Google Earth (2021).

Tabela 3 – Análise de simulação para reservatório com 20.00 m³ e demanda mensal de 24,6m³.

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m ³)	Área de captação (m ²)	Volume de chuva mensal (m ³)	Volume do reservatório fixado (m ³)	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m ³)	Volume do reservatório no tempo (t) (m ³)	Overflow (m ³)	Suprimento de água externo (m ³)
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8	Coluna 9	Coluna 10
Jan	110,5	24,6	170,0	15	20	0,0	20	0	10
Fev	81,5	24,6	170,0	11	20	20,0	6,5	0	0
Mar	611,5	24,6	170,0	83	20	6,5	20	45	0
Abr	595,7	24,6	170,0	81	20	20,0	20	56	0
Mai	337,7	24,6	170,0	46	20	20,0	20	21	0

Jun	323,7	24,6	170,0	44	20	20,0	20	19	0
Jul	247,2	24,6	170,0	34	20	20,0	20	9	0
Ago	163,1	24,6	170,0	22	20	20,0	18	0	0
Set	215,0	24,6	170,0	29	20	17,6	18	2	0
Out	302,7	24,6	170,0	41	20	17,6	18	14	0
Nov	132,3	24,6	170,0	18	20	17,6	11	0	0
Dez	143,6	24,6	170,0	20	20	11,0	6	0	0
TOTAL	3.264,5	295		444		190			10

Fonte: Autoria própria. Adaptado de Nogueira (2019).

- Coluna 1: meses do ano de 2019 de janeiro a dezembro;
- Coluna 2: precipitações médias mensais da série analisada (2009 a 2019);
- Coluna 3: demanda mensal de água não potável (demanda para vasos sanitários e limpeza da área externa);
- Coluna 4: a área de captação (área do telhado) encontrada pela ferramenta *Google Earth Pro*;
- Coluna 5: valores do volume mensal de água da chuva em m³;
- Coluna 6: volume do reservatório fixado (aplicados testes de valores para o reservatório que pudesse atender à demanda no maior número de meses possível). O volume para este tipo de problema é arbitrado e depois verificado o *overflow* e a reposição de água, até se escolher um volume adequado, ou seja, um volume que atenda a demanda em boa parte do ano e que seja um volume de reservatório fácil de encontrar comercialmente;
- Coluna 7: volume do reservatório no início da contagem do tempo (t-1). Supõe-se que no início do ano o reservatório estará vazio e que, portanto, a primeira linha da coluna 7 referente ao mês de janeiro será igual a zero. O volume do reservatório no inícios do mês (t-1), inicia com o volume do reservatório do final do mês anterior (valores obtidos usando a função SE do Excel: =SE(coluna 8<0;0;coluna 8));
- Coluna 8: volume do reservatório no fim do mês. Para chegar aos valores, utilizamos o volume de chuva do mês (m³), mais o volume do reservatório no início do mês (t-1), menos a demanda mensal de 24m³, se o resultado for maior que o volume do reservatório, fixado em 20m³, nós mantemos o volume do reservatório no tempo (t-1), caso não seja maior, nós mantemos resultado da conta do volume de chuva do mês, mais volume do reservatório (t-1), menos a demanda mensal do *hostel*. Valores obtidos da seguinte maneira no Excel: Coluna 8 =SE (coluna 5+coluna 7–coluna 3>coluna 6;coluna 7;coluna 5+coluna 7–coluna 3);

- Coluna 9: extravasão do reservatório (*overflow*), ou seja, é o volume de água a ser descartado que não caberá no reservatório. Obtém-se da seguinte maneira: Coluna 9 = $\text{SE}(\text{coluna } 5 + \text{coluna } 7 - \text{coluna } 3) > \text{coluna } 6; \text{coluna } 5 + \text{coluna } 7 - \text{coluna } 3 - \text{coluna } 6; 0$;
- Coluna 10: apresenta o volume que deverá ser suprido pelo abastecimento público ou por outras fontes. Sua fórmula é Coluna 10 = $\text{SE}(\text{coluna } 7 + \text{coluna } 5 - \text{coluna } 3 < 0; -(\text{coluna } 7 + \text{coluna } 5 - \text{coluna } 3); 0$

Na coluna 8 pode resultar em número negativo, que é o valor de suprimento externo que será apresentado na coluna 10.

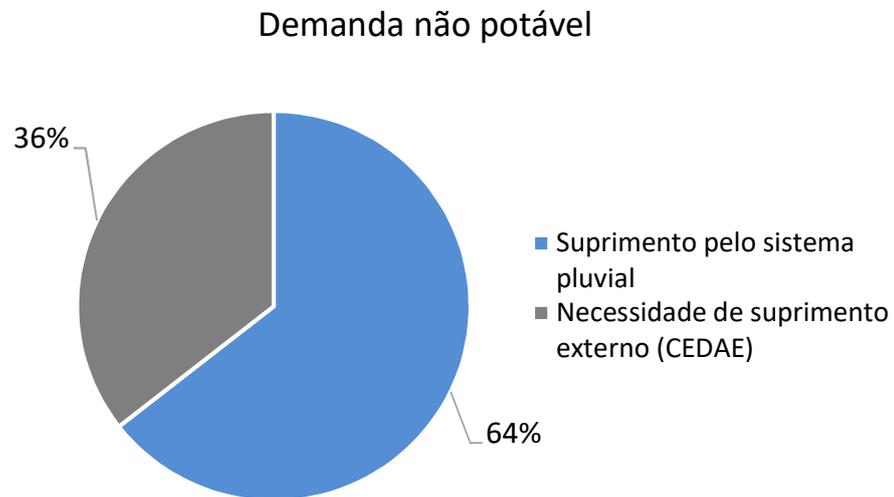
Figura 9 - Representação gráfica da precipitação média mensal (mm) entre 2009 e 2019



Fonte: Autoria própria, adaptada de Alerta Rio (2020).

O reservatório de 20m³ se mostrou a melhor opção técnica e economicamente para o *hostel* visto que ele atende anualmente 190m³ dos 295m³ que podem ser utilizados para fins não potáveis, representando assim 64% da demanda não potável do *hostel*. Vale ressaltar que um reservatório maior conseguiria atender uma porcentagem maior da demanda, porém um reservatório que comportasse os maiores volumes médios de chuva, seria inviável técnica e economicamente devido ao seu tamanho por não caber no local e ter um custo elevado visto que não é um tamanho comercial.

Figura 10 – Gráfico representando porcentagem de suprimento do Sistema de Águas Pluviais para demanda não potável anual.



Fonte: Autoria própria (2021).

4.2 Estudo de viabilidade econômico-financeira

Após a escolha do reservatório, foi possível buscar projetos espelho que apresentassem o mesmo volume. Os projetos analisados foram aproveitamento de águas pluviais em condomínios residenciais e em uma escola, onde em ambos o uso da água foi destinado para irrigação e lavagem de áreas externas. De acordo com esses projetos, foi verificado que o custo do reservatório – R\$ 8.104,00 – representa 80% dos custos materiais do projeto – R\$ 10.162,54, conforme Tabela 4. Foi verificado também que o estudo do projeto custa em média R\$ 2.400,00 e a mão de obra para implementação, R\$ 1.100,00. Dessa forma, o custo médio total do projeto (material, estudo e mão de obra) no Rio de Janeiro é de R\$ 13.662,54.

Tabela 4 – Precificação da lista de matérias do projeto.

Material	Unidade	Custo unitário	Custo total
Filtro Ciclo 250 - Kit Completo	1	R\$ 1.550,00	R\$ 1.550,00
Reservatório de 20.000L	1	R\$ 8.104,00	R\$ 8.104,00
Tubulação pós reservatório 3m (25mm)	2	R\$ 12,49	R\$ 24,98
Torneira esfera 3/4 polegadas	1	R\$ 29,90	R\$ 29,90
Cola para tubulação	1	R\$ 36,90	R\$ 36,90
Registro de esfera soldável 25mm	2	R\$ 49,99	R\$ 99,98
Joelho 90° (100mm)	3	R\$ 5,90	R\$ 17,70
Tubo PVC 3m (100mm)	3	R\$ 38,90	R\$ 116,70
Tubo PVC 3m (200mm)	1	R\$ 121,89	R\$ 121,89
Lixa para tubulação	5	R\$ 2,80	R\$ 14,00
Tê	1	R\$ 1,20	R\$ 1,20
Fita veda rosca	1	R\$ 3,50	R\$ 3,50
Estopa branca	1	R\$ 2,80	R\$ 2,80
Calha 2m (50cm)	1	R\$ 38,99	R\$ 38,99
Total			R\$ 10.162,54

Fonte: Projeto Espelho (2020)

Foi calculado o Valor Presente Líquido (VPL) com uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 4%, considerando uma taxa média de rendimento anual da poupança. Visto que não existe projeção de receita para este projeto, para o cálculo do VPL a receita foi considerada como o valor de economia anual em reais com a implementação do sistema, conforme Tabela 5. Além disso, os termos da fórmula abaixo foram adaptados à realidade do projeto.

$$VPL = -R\$ 13.662,54 + \frac{R\$ 4.674,19}{(1 + 0,04)^1} + \dots + \frac{R\$ 4.674,19}{(1 + 0,04)^{20}} = R\$ 49.861,28$$

O VPL nada mais é do que a soma dos termos do fluxo de caixa descontado apresentado na Tabela 5. Na fórmula apresentada acima o primeiro termo (R\$ 13.662,54) é o fluxo de caixa

representado pelo valor no período zero, ou seja, o valor do investimento; o segundo termo é a economia no custo de conta de água da CEDAE no ano 1, utilizando a TMA com a porcentagem de uma taxa média de rendimento da poupança de 0,04; o terceiro termo é a economia no custo de conta de água da CEDAE no ano 2, e assim por diante até o último termo (vigésimo) que é a economia no custo de conta de água da CEDAE no ano 20. A decisão sobre o projeto é que vale investir visto que o valor encontrado do VPL foi maior que zero.

Vale ressaltar que de acordo com Sant'Ana *et al* (2017), a vida útil de um reservatório de água de polietileno é de até 20 anos. Com isso, o VPL foi calculado até FC₂₀, considerando 20 anos de projeto.

Tabela 5 – Fluxo de caixa, fluxo de caixa descontado e fluxo de caixa acumulado do projeto.

Ano	Fluxo de caixa	Fluxo de caixa descontado	Fluxo de caixa acumulado
0	-R\$ 13.662,54	-R\$ 13.662,54	-R\$ 13.662,54
1	R\$ 4.674,19	R\$ 4.494,42	-R\$ 9.167,58
2	R\$ 4.674,19	R\$ 4.321,56	-R\$ 4.846,03
3	R\$ 4.674,19	R\$ 4.155,34	-R\$ 690,69
4	R\$ 4.674,19	R\$ 3.995,52	R\$ 3.304,83
5	R\$ 4.674,19	R\$ 3.841,85	R\$ 7.146,68
6	R\$ 4.674,19	R\$ 3.694,08	R\$ 10.840,76
7	R\$ 4.674,19	R\$ 3.552,00	R\$ 14.392,77
8	R\$ 4.674,19	R\$ 3.415,39	R\$ 17.808,16
9	R\$ 4.674,19	R\$ 3.284,03	R\$ 21.092,18
10	R\$ 4.674,19	R\$ 3.157,72	R\$ 24.249,90
11	R\$ 4.674,19	R\$ 3.036,27	R\$ 27.286,17
12	R\$ 4.674,19	R\$ 2.919,49	R\$ 30.205,66
13	R\$ 4.674,19	R\$ 2.807,20	R\$ 33.012,86
14	R\$ 4.674,19	R\$ 2.699,23	R\$ 35.712,09
15	R\$ 4.674,19	R\$ 2.595,41	R\$ 38.307,50
16	R\$ 4.674,19	R\$ 2.495,59	R\$ 40.803,09
17	R\$ 4.674,19	R\$ 2.399,61	R\$ 43.202,70
18	R\$ 4.674,19	R\$ 2.307,31	R\$ 45.510,01
19	R\$ 4.674,19	R\$ 2.218,57	R\$ 47.728,58
20	R\$ 4.674,19	R\$ 2.133,24	R\$ 49.861,82
Total	R\$ 79.821,34	R\$ 49.861,28	-

Fonte: Autoria própria (2021)

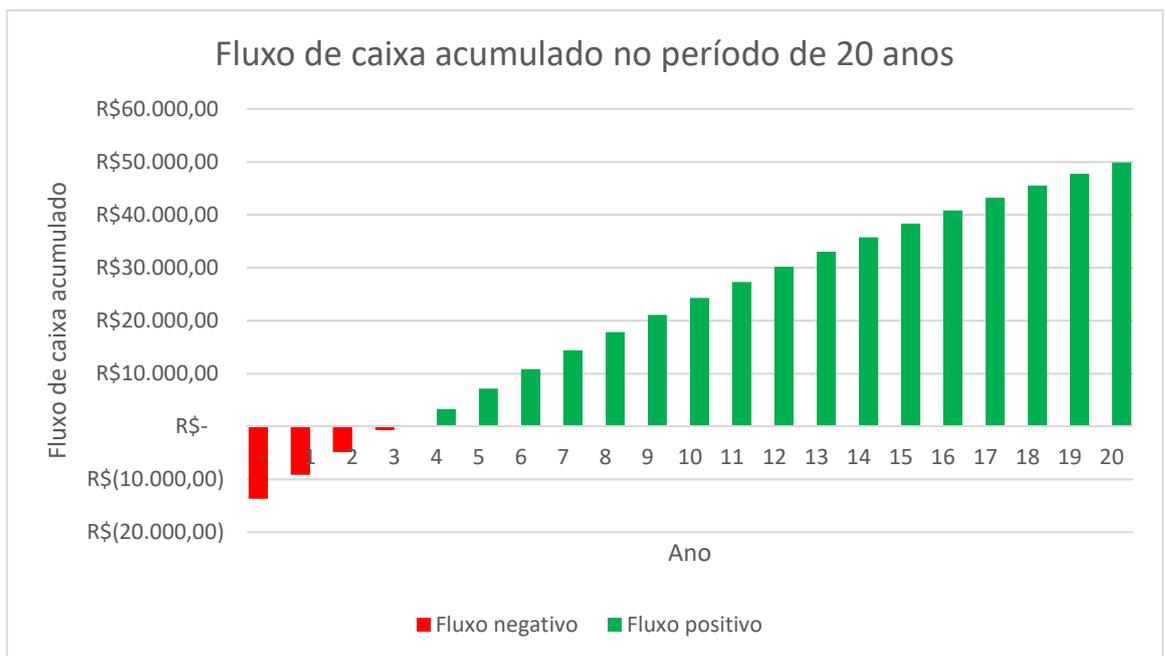
A Taxa Interna de Retorno (TIR) encontrada sobre o investimento no projeto foi de 34,1%. Visto que a TIR encontrada foi positiva e 30,1 P.P. acima da TMA, logo, o investimento representa alto índice de viabilidade.

Para calcular o *Payback* descontado, foi utilizado o fluxo descontado

$$\text{Payback descontado} = 3 - \left(\frac{-R\$ 691,23}{R\$ 3.995,52} \right) = 3,17 \text{ anos}$$

Onde 3 é o ano que apresentou o último valor negativo (R\$ 691,23) para o fluxo de caixa acumulado e R\$ 3.995,52 é o valor do fluxo de caixa descontado no ano 4 que é o primeiro ano em que o fluxo de caixa acumulado se apresentou como positivo, conforme Figura 11. Ambos valores podem ser encontrados na Tabela 5.

Figura 11 – Gráfico do fluxo de caixa acumulado no período de 20 anos do projeto.



Fonte: Autoria própria (2021).

O valor encontrado para o *payback* descontado foi de 3,17 anos, ou seja, o investimento inicia seu retorno entre o terceiro e o quarto ano. Dessa forma, pode-se dizer que devido a partir do quarto ano o projeto traz economias. Na Tabela 5 e na Figura 11 é possível perceber que o quarto ano é o primeiro ano em que o fluxo de caixa acumulado se apresenta como positivo.

Para o cálculo do Retorno sobre o Investimento (ROI), foi considerado o lucro operacional antes do Imposto de Renda (IR) como a economia no custo da conta de água da

CEDAE nos 20 anos e o investimento como sendo o valor do investimento do projeto, R\$ 13.662,54. O lucro operacional é o fluxo de caixa acumulado do projeto no vigésimo ano, ou seja, R\$ 49.861,28. Dessa forma, o ROI encontrado foi:

$$ROI = \frac{\text{Lucro operacional (antes do IR)}}{\text{Investimento}} = \frac{49.861,28}{13.662,54} = 365\%$$

O ROI equivale a 3,65 vezes o valor do investimento. Portanto, o projeto é um bom investimento.

Com o projeto, o *hostel* conseguirá captar 190 m³ de água da chuva por ano, ou seja, deixará de usar este volume de água potável. Esta economia anual no consumo de água potável da CEDAE de 190 m³ representa uma economia anual de R\$ 4.674,19. Portanto, a partir do quarto ano, o proprietário do *hostel* começará a economizar R\$ 4.674,19 em contas de água anualmente.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo, possibilitou analisar a viabilidade técnica e econômico-financeira, de um sistema de aproveitamento de águas pluviais a ser implantado em um *hostel* no bairro de Copacabana, no Rio de Janeiro, mostrando como este projeto é benéfico economicamente para o proprietário, quanto para o meio ambiente. Além disso, também permitiu uma análise a longo prazo sobre o investimento no projeto.

De um modo geral, foi feita uma pesquisa sobre o contexto hídrico atual para apresentar a situação crítica relacionada à água. Com esta pesquisa, foi possível encontrar estudos que apresentam alternativas e seus benefícios para economia de água potável, reuso e projetos que utilizem a natureza ao favor do homem, como o aproveitamento de águas pluviais.

Com estas informações, foi possível buscar maneiras de aproveitar este recurso natural como fonte de água para o *hostel* – para fins não potáveis, de acordo com as normas apresentadas – e assim, compreender esta demanda e propor um projeto que possa reduzir o consumo de água gerando economia na conta da concessionária da cidade, a CEDAE.

Com análise de dados do Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro, foi possível caracterizar o regime pluviométrico do bairro de Copacabana, no município do Rio de Janeiro, comprovando que o período chuvoso é de março a outubro.

O questionário com perguntas abertas conseguiu mostrar os usos de água no *hostel* e onde o estudo poderia ter maior aplicabilidade. Para mais, também foi evidenciado que o consumo de água para fins não potáveis no *hostel* é destinado a vasos sanitários e lavagem de piso da área externa. Com apoio de referenciais teóricos, foi possível estimar o consumo de água para fins não potáveis onde foi apresentada uma demanda anual de 295,5 m³. Além disso, a demanda atual foi comparada com a oferta proposta (190 m³/ano) considerando o reservatório escolhido de 20 m³ e, por fim, foi verificada a viabilidade econômico-financeira com a implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais em que o projeto se mostrou viável.

Através da observação dos resultados obtidos na análise econômico-financeira realizada, o projeto apresentou valores positivos para o Valor Presente Líquido (VPL), com um valor de R\$ 49.861,28 para um investimento de R\$ 13.662,54. O valor do *payback* descontado também se mostrou otimista com um valor de 3,17 anos e TIR de 34,1%. O estudo apresenta ainda que a partir do quarto ano de implantação do projeto o proprietário começa a usufruir da economia na conta de água. O Retorno sobre o Investimento (ROI) também apresentou valores otimistas mostrando que o projeto dará um retorno de 365% ou 3,65 vezes o valor investido. Dessa forma, pode-se concluir que o projeto de aproveitamento de águas pluviais no *hostel* em Copacabana, na cidade do Rio de Janeiro, é viável economicamente.

Dada a importância do tema, torna-se necessário o desenvolvimento de formas de incrementar o uso de água para fins não potáveis, além de incentivar economia deste recurso.

Sugere-se para futuros trabalhos, dada a importância do tema, uma comparação entre implantação de outros projetos que visem a economia de água potável com projetos de aproveitamento de águas pluviais, buscando responder se outros projetos apresentariam maiores economias relacionadas ao custo deste recurso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Panorama das águas**. Disponível em < <https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>>. Acesso em 20 jul. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos. Disponível em< <http://conjuntura.ana.gov.br>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

ASSAF NETO, ALEXANDRE. Finanças corporativas e valor / Alexandre Assaf Neto, - 2. Ed., 2. Reimpressão - São Paulo: Atlas, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais: procedimento. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

BARCELLOS, G. J. L.; FAGUNDES, M. (Org.) **Policultivo de jundiás, tilápias e carpas: uma alternativa de produção para a piscicultura rio-grandense**. 2 ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2012.

BROM, Luiz Guilherme; BALIAN, Jose Eduardo Amato. Análise de Investimentos e Capital de Giro: Conceito e Aplicações. São Paulo: Saraiva 2007.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Águas interiores. Disponível em <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>>. Acesso em nov. 2020.

COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS (CEDAE). Histórico de contas de água. Disponível em <https://cedae.com.br/consulta_contas_pagas>. Acesso em: 02 jul. 2020.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CEBDS). **Você sabe o que é água de reuso?** 2019. Disponível em <<https://cebds.org/voce-sabe-o-que-e-agua-de-reuso/#.YI8jmbVKjIV>> Acesso em: 18 dez. 2020.

DEBOITA, Michele; BACK, Nestor. CONSUMO DE ÁGUA EM BACIAS SANITÁRIAS COM A UTILIZAÇÃO DE DESCARGA DE DUPLO ACIONAMENTO: ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA. **Consumo de Água em Bacias Sanitárias Com A Utilização de Descarga de Duplo Acionamento: Estudo de Viabilidade Econômica**, Criciúma, v. 1, n.1, p. 1-15, jun. 2014. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/2984/1/Michele%20Deboita%20-%20Prof%20Nestor%20Back.pdf>.> Acesso em: 22 nov. 2020.

DERECZYNSKI, Claudine Pereira; OLIVEIRA, Juliana Silva de; MACHADO, Christiane Osório. CLIMATOLOGIA DA PRECIPITAÇÃO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 1, p. 24-38, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbmet/v24n1/03.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2021.

DIAS, I. C. S. *Estudo de viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento de água de chuva em residências na cidade de João Pessoa*. João Pessoa, 2007, 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE MINAS GERAIS. Aproveitamento de água pluvial – Conceitos e Informações Gerais. Minas Gerais, 2015. Disponível em <

http://www7.fiemg.com.br/Cms_Data/Contents/central/Media/Documentos/Biblioteca/PDFs/SDI/2016/RecursosHidricos/SS-0115-15-CARTILHA-AGUA-DA-CHUVA-INTRANET.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2020.

Gestão Financeira: enfoque em inovação. 1. ed. Curitiba: Aymar, 2012. v. 6. 140p. (série UTFinova).

GITMAN, L. J. *Princípios de Administração Financeira*. 10 ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2004.

GOOGLE EARTH. Google Earth Pro. Mapas em satélite. Disponível em <https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em: 08 out. 2020.

HESPANHOL, I. *Potencial de reuso de água no Brasil. Agricultura, indústria, municípios, recarga de aquiferos*. Porto Alegre: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, 2002. Volume 7, n. 4, p 75-95.

IBOOKED. Disponível em < https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Frio-deal-bed-breakfast-bed-breakfast-rio-de-janeiro.ibooked.com.br%2F&psig=AOvVaw1q2w4cFEQqUSodjHwXOLy0&ust=1622850669954000&source=images&cd=vfe&ved=2ahUKEwibzPX-0_zwAhWUs5UCHY3IB6UQjB16BAgAEAg>. Acesso em: 12 nov.2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Normais climatológicas do Brasil. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisclimatologicas>>. Acesso em: 11 nov. 2020.

LEITE, Renan Cid Varela. **Terra do Vento**: a influência da mudança nos padrões de ocupação do solo sobre a ventilação natural em cidade de clima tropical úmido. 2019. 296 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Tecnologia de Arquitetura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-10012011-111509/publico/Renan_Diss.pdf. Acesso em: 13 nov. 2020.

MOTTA, R.R. Engenharia econômica e finanças. Rio de Janeiro, Campus/Elsevier. 2009.

NASCIMENTO, E.A.A.; SANT'ANA, D.. Caracterização dos Usos-Finais do Consumo de Água em Edificações do Setor Hoteleiro de Brasília. **Revista de Arquitetura Imed**, [S.L.], v. 3, n. 2, p. 156-167, 30 dez. 2014. Complexo de Ensino Superior Meridional S.A.. <http://dx.doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v3n2p156-167>. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/index>. Acesso em: 21 jan. 2021.

NIMER, E. **Um modelo metodológico de classificação de climas**. Rio de Janeiro: Revista Brasileira de Geografia, v. 41, n. 4, p. 59-89. out./dez. 1979.

NOGUEIRA, E. Análise de investimentos. In: BATALHA. M.O. Gestão agroindustrial. GEPAI: Grupo de estudos e pesquisas agroindustriais. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.p. 223-288.

NOGUEIRA, Leonardo Heitor Richa. Notas de aula do Curso de Aproveitamento de Água de Chuva em Edificações. Acesso em: 11 mai. 2019.

NUNES, Riane Torres Santiago. Conservação da Água em Edifícios Comerciais: potencial de uso racional e reuso em shopping center. 2006. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências em Planejamento Energético, Pós Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://antigo.ppe.ufrj.br/pppe/production/tesis/rtsnunes.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e o Meio Ambiente**. Disponível em <<https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente>>. Acesso em: 12 out. 2020.

PASQUALETTO, Thales Luan Lucas. Análise da Disponibilidade e Demanda de Recursos Hídricos no Brasil. XVI Fórum Ambiental Alta Paulista, São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em <<https://www.eventoanap.org.br/data/inscricoes/5695/form3171191525.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2020.

PROJETO ESPELHO. Projeto de aproveitamento de água da chuva em escola e em pousada no Rio de Janeiro.

RAMIRES, Katia Karina. **Análise Fundamentalista e Definição de Preço-alvo para Lojas da Renner S.A.** 2008. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Ciências Administrativas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em:

<<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/18111/000686625.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 28 nov. 2020.

RASOTO, A.; GNOATTO, A.A.; OLIVEIRA, A.G. de; ROSA, C.F. da; ISHIKAWA, G.; RIO HOST. Quem representamos. 2020. Disponível em: <https://www.riohost.org/quem-representamos>. Acesso em: 10 nov. 2020.

RODRIGUES, Raquel dos Santos. *As dimensões legais e institucionais do reuso de água no Brasil. Proposta de Regulamentação do Reuso no Brasil.* São Paulo, 2005, 192f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Sanitária) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2005. Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-03112005-121928/pt-br.php>>. Acesso em: 22 nov. 2020.

SANT'ANA, Daniel Richard; MEDEIROS, Lídia Batista Pereira; ALVARES, Karla Cristina Ferreira. **Aproveitamento de Águas Pluviais e Reúso de Águas Cinzas em Edificações: princípios de políticas tarifárias baseados em uma análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica.** Distrito Federal: Adasa/Unb, 2017. 79 p. Disponível em: http://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/abastecimento_agua_esgotamento_sanitario/regulacao/reuso_aguas_cinza_aproveitamento_aguas_pluviais/reusodf_1_politicas_tarifarias.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2021.

SERRA, A. B. Clima da Guanabara. Boletim Geográfico, ano 29, n. 214, jan/fev 1970, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia, p. 80-111, 1970.

SERRA, A. B.; RATISBONNA L. Clima do Rio de Janeiro. 2. ed., Transcrição de: Boletim Geográfico. Ministério da Agricultura. Serviço de Meteorologia, p. 527-560, 1957.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 2005. 138 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Produção, CTC - Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

SISTEMA ALERTA RIO. Sistema Alerta Rio da Prefeitura do Rio de Janeiro – Séries Históricas. Disponível em < <http://alertario.rio.rj.gov.br>>. Acesso em: 09 set. 2020.

SOARES, Adão Miguel Monteiro. **Análise dos consumos de água em edifícios não habitacionais**. 2010. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Especialização em Construções Cívicas, Engenharia Civil, Universidade do Porto, Porto, 2010. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59840/1/000144748.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2020.

TOMAZ, Plínio. Aproveitamento de água da chuva. Livros digitais. 2010. Disponível em: < <https://www.pliniotomaz.com>>. Acesso em: 12 out. 2020.

TOMAZ, Plínio. Previsão de Consumo de Água. Livros digitais. 1999. Disponível em: < <https://www.pliniotomaz.com>>. Acesso em: 15 out. 2020.

TOMAZ, Plínio. Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de água de Chuva, 6, 2007. *Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis: Diretrizes básicas para um projeto*. Belo Horizonte, 2007. Disponível em <http://abcmac.org.br/files/simpósio/6simp_plinio_agua.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2020.

APÊNDICE

Trabalho de Conclusão de Curso como Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção como cumprimento parcial para a conclusão do curso de Bacharelado em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Estado do Rio De Janeiro – UNIRIO. Orientadora: Andreia Ribeiro Ayres.

QUESTIONÁRIO PARA COLETA DE DADOS DE *HOSTEL* EM COPACABANA – RIO DE JANEIRO - RJ

1. Quais finalidades de uso de água no *hostel*?
2. Quais finalidades de uso de água não potável no *hostel*?
3. Existe área externa?
4. Se possuir área externa, qual sua frequência de lavagem?
5. Se possuir área externa, qual sua área em m²?