CENTRO UNIVERSITÁRIO DE EXCELÊNCIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE EXCELÊNCIA (UNEX)- VITÓRIA DA CONQUISTA- BA

ASSESSMENT OF THE ECONOMIC VIABILITY FOR IMPLEMENTATION OF A RAINWATER APPROVAL SYSTEM IN THE UNIVERSITY CENTER OF EXCELLENCE (UNEX)– VITÓRIA DA CONQUISTA- BA

Pedro Souza Barbosa da Rocha [1]
Pedro Fernandes Santos Filho [2]
Paulo Eduardo Soares Andrade Filho [3]

RESUMO
A água é um dos recursos naturais mais importantes para a sobrevivência humana. Considerando que este recurso é finito e ao mesmo tempo tão fundamental para a humanidade, é responsabilidade de todos gerir adequadamente os recursos hídricos otimizando seu uso e evitando desperdícios. Diante disso, o presente estudo tem por finalidade analisar a viabilidade econômica de um sistema de aproveitamento de água pluviais no Centro Universitário de Excelência (Unex) – Vitória da Conquista- BA. Os cálculos para realizar está análise, foram feitos no programa computacional Netuno 4, que permite simular o dimensionamento de reservatórios de diferentes capacidades para calcular o volume de água pluvial que pode ser captado e o volume de água potável economizado. Por meio disso, é calculada a viabilidade financeira do projeto utilizando o método do Valor Presente Líquido – VPL e o Payback. Através destes cálculos foi obtido um VPL de R$ 347.477,65, com tempo de retorno do investimento estipulado para 67 meses. Esse resultado demonstra que o projeto possui viabilidade econômica, para o tempo de análise adotado. Para além do retorno econômico que o sistema de aproveitamento de água pluvial na Unex oferece, ele também proporciona benefícios ecológicos e urbanos, a medida que proporciona uma economia significativa no consumo de água potável e em dias chuvosos torna-se um importante meio no controle de alagamentos, pois a água captada não é direcionada para rede de drenagem urbana, reduzindo o escoamento de centenas à milhares de litros de água que podem contribuir na causa de enchentes.

Palavras chave: Água; Consumo; Economia.

[1] Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unex de Vitória da Conquista (Unex/ Vitória da Conquista- BA), e-mail: pedrosbr23@gmail.com.
[2] Discente do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Unex de Vitória da Conquista (Unex/ Vitória da Conquista- BA), e-mail: pedrofernandesfh@gmail.com.
[3] Professor Orientador do Centro Universitário Unex de Vitória da Conquista (Unex/ Vitória da Conquista- BA), engenheiro civil, e-mail: soares.filho1@ftc.edu.br.

ABSTRACT
Water is one of the most important natural resources for human survival. Considering that this resource is finite and at the same time so fundamental for humanity, it is everyone's responsibility to properly manage water resources, optimizing their use and avoiding waste. Therefore, the purpose of this study is to analyze the economic viability of a rainwater harvesting system at the University Center of Excellence (Unex) – Vitória da Conquista- BA. The calculations to carry out this analysis were made using the Netuno 4 computer program, which allows simulating the sizing of reservoirs of different capacities to calculate the volume of rainwater that can be captured and the volume of drinking water saved. Through this, the financial viability of the project is calculated using the Net Present Value – NPV and Payback method. Through these calculations, an NPV of R$ 347,477.65 was obtained, with a return on investment time set at 67 months. This result demonstrates that the project has economic viability for the analysis time adopted. In addition to the economic return that the rainwater harvesting system at Unex offers, it also provides ecological and urban benefits, as it provides significant savings in drinking water consumption and on rainy days it becomes an important means of controlling flooding, as the water collected is not directed to the urban drainage network, reducing the flow of hundreds to thousands of liters of water that can contribute to the cause of floods.

Keywords: Water; Consumption; Economy.

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos naturais mais importantes para a sobrevivência humana. Considerando que este recurso é finito e ao mesmo tempo tão fundamental para a humanidade, é responsabilidade de todos gerir adequadamente os recursos hídricos otimizando seu uso e evitando desperdícios.

De acordo com o relatório das Nações Unidas, 2 bilhões de pessoas não têm acesso à água potável, ou seja, 26 % da população global. O relatório apresenta também alguns dados divulgados pela Unesco que apontam para um cenário desafiador. Com base no estudo, entre 2 e 3 bilhões de pessoas sofrem com a falta de água por pelo menos um mês durante o ano. Este levantamento também alerta que a população urbana global que enfrenta a escassez de água está projetada para dobrar. Em 2016, eram 930 milhões de pessoas sofrendo com a falta de água. O número deve ficar entre 1,7 e 2,4 bilhões até 2050 (ONU news, 2023).

Segundo Almeida (2021), apesar do Brasil ser o país com maior disponibilidade de recursos hídricos, 46 % das cidades brasileiras é atingida com algum problema relacionado a disponibilidade de água. Isso tem ocorrido devido ao desenvolvimento desordenado de grandes centros urbanos e as alterações do ciclo hidrológico local. Essas pessoas estão concentradas no Sudeste, que apesar dos índices elevados de precipitação,

apresenta elevada concentração de municípios populosos e indústrias, tendo assim maior consumo per capita de água. Já no Nordeste, a principal condição adversa é a climática.

A reiterada escassez hídrica revelou uma urgência para a obtenção de mudanças na política de governança da água no Brasil, provocando alterações na Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei nº 9.433, incluindo em seus objetivos a necessidade de incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (Brasil, 2017). Essa reconfiguração normativa evidencia que a apreensão quanto à escassez de água é uma responsabilidade compartilhada por todas as esferas, abrangendo tanto as autoridades quanto a comunidade em geral.

Neste contexto, a implementação de iniciativas voltadas para o reaproveitamento de água e a captação de água pluvial destinada a usos não potáveis emerge como alternativa cada vez mais vantajosa para a otimização dos recursos hídricos.

> Estudos apontam que ações de redução da dependência do consumo de água da rede apresentam economia nos custos referentes à tarifa de água e esgoto e na mitigação dos impactos ambientais relacionados aos sistemas de abastecimento de água [...] Além de reduzir a dependência de água da rede, o uso da água de chuva amortiza as pressões de água sobre os sistemas de drenagem, mitigando os efeitos das enchentes e alagamentos, e reduz o uso da energia associada ao abastecimento (Almeida, 2021, p. 1- 2).

Vale ressaltar, que a adoção isolada de qualquer dessas práticas não se revela suficiente para sanar completamente a problemática da escassez de água em uma determinada região, mas são excelentes opções quando apresentam percentuais significativos na redução da utilização de fontes de água potável.

De acordo com Cintra (2016), em um estudo realizado sobre a captação e aproveitamento de água da chuva em telhados de edificações de 627 residências no bairro Brasil em Vitória da Conquista- BA, demonstrou que apenas 3,19 % dos domicílios ofereceram total autonomia por 6 meses de estiagem. Mesmo assim, os valores obtidos demonstram uma economia do uso da água tratada ofertada pela Empresa de Abastecimento e Saneamento Básico (Embasa) e implica numa menor sobrecarga do sistema de drenagem da cidade e menor escoamento superficial. Esses resultados foram obtidos tomando como base os volumes captados de água dos telhados que foram baseados na média mensal de precipitação pluviométrica ao longo de dez anos nos meses de outubro a março (período com maiores índices de precipitação pluviométrica) que equivale a 252,5 mm/mês. Este dado foi utilizado como base para o cálculo dos volumes a serem captados por meio dos trabalhos e armazenados neste período. O cálculo do

consumo foi feito com base na quantidade de água necessária por pessoa/dia (120 litros) sendo que 1/3 deste volume pode ser água não potável. Também foi considerada a quantidade de residentes em cada domicílio como quatro indivíduos. Assim sendo, o volume de água não potável a ser consumido num domicílio com quatro indivíduos corresponde a 4,80 m^3 por mês.

Em outra pesquisa que teve como objetivo analisar a viabilidade ambiental e econômica no uso da água de chuva em uma instituição federal de ensino, apontou que a substituição parcial do consumo de água da rede pela água de chuva mostrou-se satisfatória, do ponto de vista hidrológico, com percentual de atendimento de 43 % da demanda de água, e financeiro, com redução de 30,9 % dos custos com abastecimento. O estudo aponta também que os grandes consumidores de água são instituições não residenciais, que concentram grande quantidade de pessoas, por isso consome elevado volume de água dentro da infraestrutura urbana de abastecimento, como por exemplo, aeroportos, escolas, universidades, indústrias, shoppings centers e hospitais. Destaca-se aqui, a Tabela 1 que apresenta dados referentes as instituições de ensino médio-técnico e superior (Almeida, 2021).

Tabela 1. Proporção de volume de usos finais de água em escola médias-técnicas e universidades

USOS FINAIS	INSTITUIÇÃO							
	Senai-SC[1]	UNIPAC[2]	IFRO[3]	Ensino Médio[4]	Centro Tecnológico UFSC[5]	UTP-COL[6]	Politécnica UFPE[7]	Média
Bacia Sanitária	45 %	51,37 %	72,7 %	29,8 %	62 %	50 %	*38 %	50 %
Mictório	11,1 %	9,07 %	2 %	37,7 %	7 %	15 %	7 %	13 %
Limpeza do Prédio	5 %	15,79 %	-	4,5 %	8 %	2 %	-	5 %
Torneira de Cozinha	15,2 %	3,02 %	-	24,2 %	-	2 %	-	6 %
Destiladores	0,9 %	5,64 %	-	-	-	6 %	2 %	2 %
Irrigação	0,5 %	-	-	-	-	3 %	-	1 %
Chuveiro	0,3 %	-	3 %	-	-	-	6 %	1 %
Lavagem de Carros	2 %	-	-	-	-	-	-	0 %
Bebedouro	1,2 %	4,37 %	4,1 %	0,7 %	3 %	2 %	3 %	3 %
Torneira Lavatório	18,7 %	10,74 %	18,2 %	3,1 %	20 %	18 %	44 %	19 %

* Foi considerado para bacia sanitária o consumo de 9% com Ducha Higiênica.
Fonte: [1]Marinoski (2007); [2]Salomão et al. (2019); [3]Araújo (2018); [4]Fasola et al. (2011); [5]Botelho (2008); [6]Manco-Silva, Guerrero-Erazo e Morales-Pinzón (2017); [7]Soares et al. (2015).
Fonte: Almeida (2021)

Diante disso, o objetivo deste estudo é analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais no Centro Universitário de Excelência (Unex) – Vitória da Conquista- BA. Especificamente, foi intenção deste

estudo: coletar dados pluviométricos da cidade de Vitória da Conquista; identificar a demanda hídrica da instituição de ensino Unex – Vitória da Conquista- BA; levantar áreas de captação de águas pluviais, das edificações da faculdade; determinar volume necessário do(s) reservatório(s), para suprir a demanda em períodos chuvosos e secos; calcular o custo para implantação do sistema; determinar a capacidade de economia de água potável, com o aproveitamento de águas pluviais; verificar o tempo de retorno do valor investido e a viabilidade da implantação do sistema na instituição.

Com base em pesquisa exploratória foi observado que existem poucos estudos que tem como objetivo a captação e aproveitamento de água pluvial no município de Vitória da Conquista- BA. Esse fator demonstra a relevância desta pesquisa, visto que, a cidade desde o ano de 2012 sofre com períodos de seca e consequente racionamento de água, com seu auge entre os anos de 2016-2017 (G1, 2017). Neste contexto, a implementação do sistema de aproveitamento de águas pluviais, em parceria com boas praticas de uso consciente da água, poderá mitigar a falta de água em períodos de escassez.

2. METODOLOGIA

Inicialmente, foram feitas as coletas de dados pluviométricos do município de Vitória da Conquista, tomando como base o que está disponível no Banco de Dados Meteorológicos do site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes a estação mais próxima da Unex. Após essa coleta, foi necessário fazer o levantamento das áreas de cobertura disponíveis para captação de água da chuva, para realização dessa etapa a instituição disponibilizou as plantas de cobertura.

Posteriormente, foi realizado um levantamento da quantidade de usuários (alunos, professores e funcionários) na sede da Unex, e a análise da demanda de água, para fins não potáveis, como irrigação, limpeza e descarga de bacias sanitárias. Para realizar a estimativa de consumo de água per capita, foi utilizado o valor de referência para escola-externato de 50 L/dia por usuário (Adasa, 2017).

Para simular o dimensionamento dos reservatórios e o potencial de economia de água de um sistema de aproveitamento de águas pluviais instalado na Unex, como recurso foi utilizado o programa computacional Netuno 4.

> O Netuno é um programa computacional utilizado para simulação de sistemas de captação de águas pluviais. Através de dados que permitem uma modelagem adequada do sistema são apresentados resultados como a relação entre o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial e a capacidade do reservatório, o volume

> extravasado de água pluvial, entre outros. Como os dados de precipitação devem ser fornecidos em uma base diária, as simulações são calculadas nessa base e os resultados são apresentados em base diária e mensal, a fim de facilitar a análise de comportamentos sazonais do sistema de captação de águas pluviais. A metodologia utilizada baseia-se em modelos comportamentais, ou seja, a simulação é feita para um conjunto de variáveis conhecidas. Esses modelos diferem, por exemplo, de modelos estocásticos (Ghisi e Cordova, 2014, p. 05).

Para calcular o volume de água pluvial que escoa pela superfície de captação em um dado dia, foi utilizada a Equação 1:

$$V_{ac}^{i} = P_i \,.\, A \,.\, C \qquad \text{(Eq. 1)}$$

Onde:

V_{ac}^{i} = Volume de água que escoa pela superfície de captação em um dado dia *i*, em litros;

P_i = Precipitação pluviométrica no dia *i*, em mm;

A = Área de captação, m²;

C = Coeficiente de escoamento superficial, adimensional.

Após a coleta e o armazenamento da água de chuva, desenvolveu-se um plano de distribuição que permitiu o uso eficiente desse recurso. O objetivo foi otimizar a alocação da água captada para atender às necessidades de água não potável da Unex, reduzindo a dependência de fontes tradicionais de água potável.

O sistema proposto permite à Unex utilizar água de chuva para atender a uma variedade de necessidades não potáveis. A utilização da água pluvial para esses fins economiza água potável, que pode ser direcionada para usos mais críticos, como consumo humano e processos industriais. Outro ponto positivo, é o retorno financeiro estimado pelo volume de água potável que deixa de ser consumido.

O volume de água pluvial que substitui a água da rede gera uma redução na tarifa de água da concessionária, que é calculada com base na Tabela 2, onde a tarifa de água compreende uma importância mínima fixa (tarifa mínima) equivalente a 6 m³, e todo consumo que ultrapassar o mínimo estabelecido é considerado como consumo excedente e possui tarifa diferenciada para cada m³, de acordo com as faixas de consumo descritas na Tabela 2, considerando a classe de uso “Serviços, Comércios e outras atividades reduzidas". Vale destacar que a tarifa de esgoto é fixada em percentagem sobre a tarifa

de água. Logo a redução na tarifa de água irá impactar na redução da tarifa de esgoto (Embasa, 2023).

Tabela 2. Tarifas de água tratada da Embasa, para "Serviços, Comércios e outras atividades reduzidas"

FAIXAS DE CONSUMO	VALOR COBRADO
Até 6 m³	R$ 48,28 p/ mês
7 – 10 m³	R$ 1,54 p/ m³
11 – 50 m³	R$ 24,77 p/ m³
> 50 m³	R$ 29,21 p/ m³

Fonte: Embasa (2023)

Para realizar os cálculos dos custos iniciais de construção, com a instalação dos reservatórios inferior e superior, calhas, tubulações, motobomba e acessórios foi utilizado a pesquisa de preço de mercado e a planilha de preços do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) fornecida pela Caixa Econômica Federal, referente ao mês de março de 2024. Os resultados obtidos nessa etapa foram utilizados para calcular a viabilidade econômica de implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais na Unex, por meio do método do Valor Presente Líquido - VPL, que é uma ferramenta de análise de investimentos que busca determinar a viabilidade financeira de um projeto.

Outras variáveis que interferem na obtenção do resultado do VPL são: a taxa mínima de atratividade, e a inflação. A taxa mínima de atratividade corresponde ao valor necessário para que um investimento seja considerado viável. Já a inflação "é o nome dado ao aumento dos preços de produtos e serviços" (IBGE, 2024). Ambas variáveis foram calculadas com base em dados dos últimos 20 anos. Para taxa mínima de atratividade utilizou-se o dobro da média mensal da taxa SELIC (Anexo A), e para inflação utilizou-se a sua média mensal (Anexo A).

Segundo Silva (2019), o método VPL considera os custos iniciais com a implantação do sistema, o período de análise, o tempo de retorno do capital, a taxa mínima de atratividade e os fluxos de caixa previstos para o período analisado, conforme mostra Equação 2.

$$VPL = -I_0 + \sum_{t=1}^{n} \frac{FC_t}{(1+k)^t} \qquad \text{(Eq. 2)}$$

Onde:

VPL = Valor Presente Líquido;

I_0 = Custos iniciais com a implantação do sistema;

t = Período de análise;

n = Tempo de retorno do capital;

k = Taxa mínima de atratividade;

FC_t = Fluxos previstos de receitas ou despesas no período t.

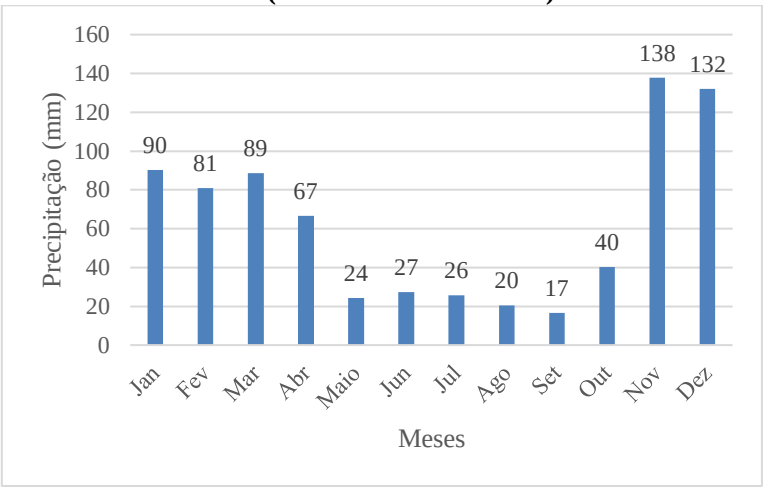
Para calcular o VPL, os fluxos de caixa futuros são trazidos o valor presente usando a taxa de desconto, e então são subtraídos os custos iniciais. Se o VPL resultante for positivo, o projeto é considerado viável, indicando que o retorno financeiro supera a taxa mínima de atratividade. Caso contrário, um VPL negativo sugere que o projeto pode não ser economicamente vantajoso. O VPL é uma abordagem comum na análise financeira, fornecendo uma visão detalhada da rentabilidade de um investimento ao considerar o valor temporal do dinheiro.

Para calcular o tempo de recuperação do investimento foi utilizado o *Payback* que "consiste na identificação do prazo em que o montante do dispêndio de capital efetuado seja recuperado por meio dos fluxos líquidos de caixa gerados pelo investimento" (PARIZE et al., 2015, p. 07). Desse modo, o uso do VPL e o uso do *Payback* em conjunto podem proporcionar uma análise mais abrangente da viabilidade financeira de um projeto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando o banco de dados do INMET, foi selecionado a opção de dados diários durante o período compreendido entre 01 de janeiro de 2004 e 31 de dezembro de 2023. Foi selecionado como variável a precipitação, e posteriormente escolhido a estação do INMET nº 83344 de Vitória da Conquista – BA. De acordo com os dados coletados o valor da precipitação média anual dos últimos 20 anos foi de 751 mm, o que representa um índice abaixo da média anual de precipitação do Brasil, que é 1.760mm/ano (ANA, 2023). Esses dados estão expressos no Gráfico 1, em formato de precipitação média mensal da série histórica analisada.

Gráfico 1. Precipitação média mensal de Vitória da Conquista – BA, com recorte temporal de 20 anos (01/01/2004 – 31/12/2023)



Fonte: INMET (2024).

No Gráfico 1 é possível observar que as chuvas no município não possuem uma distribuição uniforme ao longo do ano, há períodos com volumes de chuva elevados de novembro à março e períodos de baixo volume de chuva de abril à outubro.

Posterior a este levantamento foi necessário definir as áreas de cobertura para captação da água da chuva. Os critérios adotados para essa escolha foram: coberturas com pé direito elevado que não sofrem com acúmulo de resíduos proveniente das árvores do entorno; e o aproveitamento de calhas já instaladas, que representam uma economia na implantação do sistema.

As áreas demarcadas na Figura 1 representam as coberturas selecionadas de acordo com os critérios estabelecidos. Com essa demarcação e utilizando a planta de cobertura da instituição foi possível obter o valor total de área equivalente a 4.794,10 m².

Figura 1: Áreas de captação da Unex – Vitória da Conquista- BA



Fonte: Google Earth Pro (2023)

De acordo com o levantamento realizado, o quantitativo de usuários (alunos, professores e funcionários) na Sede da Unex totaliza 4.532 pessoas. Para essa classe de edificação o consumo per capita é de 50 L/dia.

Com a precipitação, área de captação, consumo e usuários definidos, foi realizado os cálculos de estimativa de consumo de água, através do programa computacional Netuno 4 (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativas de consumo de água

Volume consumido médio de água pluvial e potável (L/dia)	226.600,00
Volume consumido médio de água pluvial (L/dia)	8.122,39
Volume consumido médio de água potável (L/dia)	218.477,61
Volume médio de água pluvial extravasado (L/dia)	34,66

Fonte: Próprio autor (2024)

A Tabela 3 expressa a estimativa de consumo de água diária. Para captação e armazenamento do volume estimado, foi dimensionado um reservatório superior com capacidade de 5.000 L e um reservatório inferior com capacidade de 500.000 L, visando um melhor aproveitamento e minimizando a perca de água pluvial por extravasão. O consumo diário considerando a quantidade de usuários (4.532 pessoas) e o consumo per capita (50 L/dia) é de 226.600,00 L/dia, sendo que 8.122,39 L/dia podem ser supridos com água pluvial e 218.477,61 L/dia supridos com água potável.

Com base nos volumes estimados de consumo de água potável e pluvial, expressos na Tabela 3, foi calculado o potencial de economia de água potável, além do percentual dos dias em que a demanda de água é atendida completamente, parcialmente e os dias em que não é atendida, levando em consideração que o percentual da demanda total a ser substituída por água pluvial foi de 40 %. Esses dados estão apresentados na Tabela 4, onde pode-se observar que os dias em que a demanda de água pluvial não é atendida, corresponde à 278 dias (76,02 %), sendo significativamente superior aos dias em que a demanda de água pluvial é atendida parcialmente e completamente, correspondendo à 72 dias (19,78 %) e 15 dias (4,20 %), respectivamente. Isso expressa a desuniformidade da precipitação pluviométrica ao longo do ano no município, que associado ao consumo elevado da instituição, impossibilita o atendimento parcial ou total da demanda de água pluvial por mais dias.

Tabela 4. Potencial de abastecimento de água

Potencial de economia (%)	3,58
Dias em que a demanda de água pluvial é atendida completamente (%)	4,20
Dias em que a demanda de água pluvial é atendida parcialmente (%)	19,78
Dias em que a demanda de água pluvial não é atendida (%)	76,02

Fonte: Próprio autor (2024)

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados dos cálculos das estimativas de consumo de água e do fluxo de caixa mensal que foram realizados a partir da utilização da quantidade de usuários, consumo per capita diário, tarifas da Embasa e os custos de operação do sistema que são distribuídos entre a energia necessária para funcionamento da motobomba e o tratamento da água.

Tabela 5. Estimativas de consumo de água e economia financeira mensal

Mês	Consumo total mensal (L)	Consumo de água pluvial (L)	Consumo de água potável (L)	Economia mensal (R$)
Janeiro	7.024.600,00	355.616,75	6.668.983,25	18.697,62
Fevereiro	6.344.800,00	339.242,80	6.005.557,20	17.836,71
Março	7.024.600,00	352.965,04	6.671.634,96	18.558,20
Abril	6.798.000,00	258.418,90	6.539.581,10	13.587,15
Maio	7.024.600,00	88.428,00	6.936.172,00	4.649,37
Junho	6.798.000,00	95.786,12	6.702.213,88	5.036,24
Julho	7.024.600,00	90.349,61	6.934.250,39	4.750,40
Agosto	7.024.600,00	71.710,15	6.952.889,85	3.770,38
Setembro	6.798.000,00	62.584,60	6.735.415,40	3.290,57
Outubro	7.024.600,00	151.777,10	6.872.822,90	7.980,14
Novembro	6.798.000,00	557.396,60	6.240.603,40	29.306,80
Dezembro	7.024.600,00	540.394,92	6.484.205,08	28.412,88

Fonte: Próprio autor (2024)

A substituição parcial do consumo de água potável por água pluvial descrito na Tabela 5, é convertida numa economia financeira mensal, totalizando R$ 155.876,46 de economia anual (3,6 %), com a redução na utilização da água provinda da rede de abastecimento.

Usando o dimensionamento, previamente realizado no Netuno 4, dos reservatórios necessários para atender as demandas da instituição, foi estimado os custos relativos as intervenções iniciais, calculados através da planilha do SINAPI-BA e de pesquisa de preço de mercado (para itens não encontrados no SINAPI), o qual foi possível obter o valor de R$ 529.114,47, detalhado na Tabela 6, que corresponde a instalação dos reservatórios inferior e superior, calhas, tubulações, motobomba e acessórios.

Tabela 6. Custos relativos as intervenções iniciais

FONTE	DESCRIÇÃO	VALOR (R$)
Mercado	Caixa d'água inferior 500.000L	375.000,00
SINAPI	Caixa d'água superior 5.000L	3.181,88
SINAPI	Calha de beiral	61.358,67
SINAPI	Tubulações	87.020,85
Mercado	Motobomba	1.212,47
Mercado	Acessórios	1.340,60

Fonte: Próprio autor (2024)

Definidos os custos iniciais de construção e fluxo de caixa, foi adotado o período de análise de 20 anos (a partir de janeiro de 2024) com taxa mínima de atratividade de

1,8 % ao mês e inflação de 0,48 % ao mês, é obtido um Valor Presente Líquido - VPL de R$ 347.477,65, com tempo de retorno do investimento estipulado para 67 meses. Esse resultado demonstra que o projeto possui viabilidade econômica, com receitas superando as despesas em aproximadamente um quarto do tempo de análise adotado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para além do retorno econômico que o sistema de aproveitamento de água pluvial na Unex – Vitória da Conquista- BA oferece, ele também proporciona benefícios ecológicos e urbano, a medida que proporciona uma economia significativa no consumo de água potável e em dias chuvosos torna-se um importante meio no controle de alagamentos, pois a água captada não é direcionada para rede de drenagem urbana, reduzindo o escoamento de centenas à milhares de litros de água que podem contribuir na causa de enchentes.

Vale destacar, que a cidade de Vitória da Conquista não apresenta um elevado índice pluviométrico anual, em relação a média pluviométrica nacional, além disso possui uma distribuição de chuvas desuniforme ao longo do ano. Por essa razão, foi dimensionado um reservatório objetivando diminuir a perda de água por extravasão, proporcionando um volume de água superior para ser consumido nos períodos de menor precipitação.

Por fim, a ausência dos dados reais do consumo de água da rede pela Instituição gerou implicações para obtenção de resultados mais realista da implantação do sistema. Apesar disso, a utilização de projeções de consumo de água tratada, possibilitou verificar que a implantação do sistema é vantajosa, tanto em questões econômicas, quanto ambiental.

REFERÊNCIAS

46% da população global vive sem acesso a saneamento básico. ONU news, 22 de mar. de 2023. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2023/03/1811712>. Acesso em: 18 de jun. de 2024.

ALMEIDA, Luan Moreira Fernandes. **Análise da viabilidade de sistemas de aproveitamento de água de chuva em um campus universitário**. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental)- Universidade Estadual de Feira de Santana, 65, p. 2021.

ANA- Agência Nacional de Águas. **Estatísticas de Chuvas e Vazões.** 2023. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/3ec95f52-d294-4102-807f-e71c56959fde>. Acesso em: 18 de maio de 2024.

BRASIL, Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos **Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Lei nº 13.501, de 2017**, regulamenta o inciso IV do art. 2. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm#:~:text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,28%20de%20dezembro%20de%201989. Acesso em: 12 de março de 2024.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Relatório de Insumos e Composições Bahia Março/2024: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.** Brasília. 2024. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_642>. Acesso em: 23 de abr. de 2024.

CINTRA, Jessyka Nunes; ROCHA, Laís Farias Santos; SILVA, Walterley Miranda; MASCARENHAS, Paulo Sérgio Monteiro. **Captação e aproveitamento de água da chuva em telhados de edificações no Bairro Brasil em Vitória da Conquista, Bahia**. VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campina Grande/PB – 21 a 24/11/2016.

DISTRITO FEDERAL. **Nota Técnica nº 76 de 13 de julho de 2017.** Revisão da Instrução Normativa que estabelece valores de referência para outorga de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio do Distrito Federal ou em outros cuja atribuição lhe seja delegada e dá outras providências. Disponível em: <https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/audiencia_publica/005-2018/NotaTecnicaREVISAO_IN_02-julho2017.pdf>. Acesso em: 18 de maio de 2024.

EMBASA- Empresa Baiana de Águas e Saneamento. **Tarifas 2023.1.** 2023. Disponível em: <https://www.embasa.ba.gov.br/w/clientes/tarifas/tarifas-2023>. Acesso em: 03 de maio de 2024.

GHISI, E.; CORDOVA, M. M. **Netuno 4. Programa computacional.** Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Civil. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/. 2014.

GHISI, Enedir; CORDOVA, Marcelo Marcel. **Netuno 4: Manual do Usuário**. Florianópolis, Junho de 2014.

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia (2024). **BDMEP – Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – Série Histórica – Dados Diários – Precipitação total.** Brasília. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 23 de abr. de 2024.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Inflação.** Rio de Janeiro. 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em: 26 de abr. de 2024.

PARIZE, Daiana; CARVALHO, Jessica; REICHERT, Leonardo; CUNICO, Eliana. **Estudo de viabilidade financeira de uma franquia.** ENCITEC, Cascavel/PR. Disponível em:

<https://www.fasul.edu.br/projetos/app/webroot/files/controle_eventos/ce_producao/20151022-202346_arquivo.pdf>. Acesso em: 19 de jun. de 2024.

PIOR racionamento de água desde 2012 em Vitória da Conquista completa um ano. G1, Bahia, 24 de mai. de 2017. Disponível em: <https://g1.globo.com/bahia/noticia/pior-racionamento-de-agua-desde-2012-em-vitoria-da-conquista-completa-um-ano.ghtml>. Acesso em: 16 de out. de 2023.

SILVA, Alisson Caetano; SILVA, Arícia Fernandes Alves; SILVA, Simone Rosa; SILVA, Marcela Tavares de Araújo. **Análise de viabilidade técnica e econômica de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em uma Instituição de Ensino Federal em Pernambuco**. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 8, n. 1, 164 p., jan/mar. 2019.

ANEXO A - TABELA DE RENDIMENTOS FINANCEIROS

Ano	Poupança	CDB	Renda Fixa	Ouro	Dólar	Bolsa	Imóveis	Título Público	Inflação	Selic
2023	8,04%	11,08%	13,04%	-5,96%	-8,06%	22,28%	3,49%	17,08%	4,62%	13,04%
2022	7,90%	10,35%	12,39%	-8,48%	-6,50%	4,69%	9,28%	7,86%	5,62%	12,39%
2021	2,99%	5,77%	4,45%	4,43%	7,39%	-11,93%	13,84%	-4,81%	10,06%	4,39%
2020	2,12%	2,65%	2,37%	55,93%	29,34%	2,92%	8,68%	5,81%	4,52%	2,75%
2019	5,15%	5,76%	5,96%	28,10%	4,02%	31,58%	4,15%	20,03%	4,31%	6,03%
2018	5,64%	6,37%	6,42%	12,21%	11,70%	14,03%	3,97%	7,31%	3,75%	6,58%
2017	6,80%	8,37%	9,93%	13,89%	1,50%	26,86%	4,03%	11,41%	2,95%	10,11%
2016	8,30%	12,39%	14,00%	-12,33%	-16,54%	38,94%	6,34%	26,97%	6,58%	14,18%
2015	7,94%	12,47%	13,24%	33,63%	47,01%	-13,31%	7,22%	18,78%	10,67%	13,47%
2014	7,02%	10,07%	10,81%	12,04%	13,39%	-2,91%	6,74%	14,16%	6,41%	10,86%
2013	6,32%	7,85%	8,06%	-17,35%	14,64%	-15,50%	8,07%	12,26%	5,91%	8,18%
2012	6,58%	7,82%	8,40%	15,26%	8,94%	7,40%	7,26%	26,13%	5,84%	8,41%
2011	7,50%	11,80%	11,60%	15,90%	13,20%	-18,11%	7,58%	12,89%	6,50%	11,62%
2010	6,90%	7,92%	9,97%	32,26%	-4,31%	1,04%	7,57%	15,25%	5,91%	9,78%
2009	6,92%	9,14%	10,02%	-3,05%	-25,49%	82,66%	3,21%	14,15%	4,31%	9,93%
2008	7,88%	11,82%	12,20%	32,13%	31,94%	-41,22%	11,97%	19,69%	5,90%	12,53%
2007	7,63%	10,49%	11,31%	11,27%	-17,15%	43,65%	6,03%	19,44%	4,46%	11,88%
2006	8,23%	13,76%	14,89%	12,69%	-8,66%	32,93%	5,05%	19,04%	3,14%	15,08%
2005	9,18%	17,56%	18,48%	2,93%	-11,82%	27,71%	6,85%	18,08%	5,69%	19,05%
2004	8,12%	12,50%	11,80%	-8,11%	-2,84%	17,81%	10,94%	18,09%	7,60%	16,25%
2003	11,10%	18,42%	21,23%	-3,66%	-20,57%	97,34%	16,18%	17,53%	9,30%	23,34%
2002	9,27%	14,00%	13,49%	71,37%	43,46%	-17,00%	11,36%	16,79%	12,53%	19,17%
2001	8,59%	17,72%	17,07%	21,47%	18,66%	-11,02%	8,80%	17,20%	7,67%	17,32%
Média	7,22%	10,70%	11,35%	13,76%	5,36%	13,95%	7,77%	15,27%	6,27%	9,45%
Desvio Padrão	1,94%	4,00%	4,37%	21,59%	19,67%	32,28%	3,36%	6,79%	2,44%	5,34%