



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS MACEIÓ
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

**ANA CLARA LIMA SANTOS ROLEMBERG
ANY BEATRIZ HOLANDA DOS SANTOS**

**ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
CAPTAÇÃO, TRATAMENTO E REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA A
PISCINA DO IFAL CAMPUS MACEIÓ**

**MACEIÓ, AL
2025**

ANA CLARA LIMA SANTOS ROLEMBERG

ANY BEATRIZ HOLANDA DOS SANTOS

ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE
CAPTAÇÃO, TRATAMENTO E REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA A
PISCINA DO IFAL CAMPUS MACEIÓ

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao
Instituto Federal de Alagoas Maceió como
requisito parcial para obtenção do grau de
bacharel em Engenharia Civil.

Orientador(a): Prof. Dr. Walter Pereira Vianna
Junior

MACEIÓ, AL

2025



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Maceió
Biblioteca Benevides Monte

628.1

R745a

Rolemberg, Ana Clara Lima Santos.

Análise da viabilidade econômica da implantação de um sistema de captação, tratamento e reaproveitamento de águas pluviais para a piscina do Ifal Campus Maceió [recurso eletrônico] / Ana Clara Lima Santos Rolemberg, Any Beatriz Holanda dos Santos. – Dados eletrônicos (1 arquivo : 1,7 MB). – 2025.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: Internet.

Orientação: Prof. Dr. Walter Pereira Vianna Junior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Alagoas, *Campus Maceió*, Maceió, 2025.

1. Engenharia Civil. 2. Águas pluviais – Aproveitamento. 3. Sustentabilidade hídrica. 4. Piscina Ifal Maceió – Viabilidade econômica. I. Santos, Any Beatriz Holanda dos. II. Título.

Franciane Monick Gomes de França
Bibliotecária – CRB 4/1831



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e
Tecnológica Instituto Federal de Alagoas
Campus Maceió

ATA DE DEFESA DO TCC

Aos 11 dia(s) do mês de dezembro do ano de 2025, às 09:30h, foi realizada na sala BPRI-2-33 no Campus Maceió a solenidade de defesa de TCC de ANA CLARA LIMA SANTOS ROLEMBERG matrícula 2017008231 e ANY BEATRIZ HOLANDA DOS SANTOS matrícula 2019009514 com o tema ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE CAPTAÇÃO, TRATAMENTO E REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA A PISCINA DO IFAL CAMPUS MACEIÓ como pré-requisito para a conclusão do Curso Superior Bacharelado em Engenharia Civil.

PARECER FINAL

O TCC foi aprovado com média 8,5 (oito vírgula cinco), sendo necessárias algumas correções solicitadas pela banca avaliadora, que deverão ser realizadas, de acordo com os prazos acadêmicos.

ALUNOS

1. ANA CLARA LIMA SANTOS ROLEMBERG
2. ANY BEATRIZ HOLANDA DOS SANTOS

ASSINATURA DA BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Walter Pereira Vianna Junior - Orientadora/Presidente da Banca

Prof. Esp. Humberto Jorge Braga Cavalcanti - Avaliador 1

Prof. MSc. Marden Vergetti Cardoso Doria - Avaliador 2

Prof. MSc. Esdras Jonathan Honorato Costa - Avaliador 3

Dedicamos o presente trabalho às nossas avós por proporcionarem a oportunidade de estudar e realizar esse sonho.

AGRADECIMENTOS

(Ana Clara Lima Santos Rollemberg)

Agradeço a querida avó, Edleusa Lima Santos, por todo o incentivo, carinho, apoio e suporte que me concedeu em vida e me fez ter forças para seguir em frente e nunca desistir.

Aos tios, Fabiana Bianca Lima Santos, Fábio Lima Santos e Fabiano Lima Santos, por todo incentivo, apoio e palavras de força ao longo dessa formação.

A irmã, Ana Sophia Lima Santos, com quem tenho a honra de partilhar a vida, por todo o apoio nos momentos de estudo, acolhimento e apoio emocional.

Ao namorado, Samuel Vitor Xavier Alves da Silva, por todo apoio, incentivo e carinho nesse árduo período.

Ao Professor Doutor Walter Pereira Vianna Junior, por todo o apoio, suporte e confiança desde às aulas que ministrou ao longo de minha formação até a elaboração do presente trabalho.

AGRADECIMENTOS

(Any Beatriz Holanda dos Santos)

Ao pai, Olival Santos da Silva Filho, meu maior apoiador. Seu apoio incondicional foi o pilar que impulsionou minha jornada, acreditando no meu potencial quando eu mesmo duvidava.

A amada avó, Deilda Santana Campos, por seu amor incondicional que deixou uma marca indelével em minha jornada, revelando-se em gestos e ensinamentos que vão além de palavras. As lições de resiliência e força que me transmitiu são um legado eterno, visível nos resultados conquistados ao longo do caminho.

RESUMO

O crescimento da demanda por água potável, associado à irregularidade do regime pluviométrico e à pressão sobre os mananciais, reforça a necessidade de soluções que promovam o uso racional dos recursos hídricos. Entre as alternativas disponíveis, o aproveitamento de águas pluviais destaca-se por reduzir o consumo de água tratada e mitigar impactos ambientais decorrentes do escoamento superficial em áreas urbanas. Neste contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a viabilidade técnica e econômica da implantação de um sistema de captação, tratamento e reaproveitamento de águas pluviais no Bloco de Informática do Instituto Federal de Alagoas (IFAL) – Campus Maceió, com uso prioritário na reposição hídrica da piscina da instituição. A pesquisa foi estruturada a partir da coleta e análise de dados pluviométricos regionais, da estimativa da demanda hídrica da piscina, da caracterização da área de cobertura destinada à captação e da aplicação de parâmetros normativos estabelecidos pelas normas. Com base nesses dados, foi dimensionado o volume de reservação, definido o descarte da primeira chuva, estimados os custos de implantação e operação do sistema e realizada análise de viabilidade econômica utilizando indicadores de engenharia econômica, como o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e o tempo de retorno do investimento (payback). Os resultados indicam que o sistema proposto é capaz de atender aproximadamente 17,02% da demanda anual da piscina, reduzindo o consumo de água potável da concessionária e apresentando VPL positivo, TIR superior à taxa mínima de atratividade e payback inferior a um ano, o que caracteriza a proposta como técnica e economicamente viável para o contexto analisado.

Palavras-chave: aproveitamento de águas pluviais; sustentabilidade hídrica; viabilidade econômica; piscina; IFAL.

ABSTRACT

The growing demand for drinking water, combined with the irregularity of rainfall patterns and the pressure on water sources, highlights the need for solutions that promote the rational use of water resources. Among the available alternatives, rainwater harvesting stands out for reducing treated water consumption and mitigating environmental impacts associated with surface runoff in urban areas. In this context, this study aims to analyze the technical and economic feasibility of implementing a rainwater harvesting, treatment and reuse system in the Informatics Building of the Federal Institute of Alagoas (IFAL) – Maceió Campus, primarily intended for replenishing the institution's swimming pool. The research was structured based on the collection and analysis of regional rainfall data, estimation of the swimming pool water demand, characterization of the roof catchment area and application of design parameters defined by standards. Based on these inputs, the storage volume was sized, first-flush diversion criteria were defined, implementation and operation costs were estimated and an economic feasibility analysis was carried out using engineering economy indicators such as Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR) and payback period. The results show that the proposed system can supply approximately 17.02% of the annual pool demand, reducing potable water consumption from the public utility and yielding a positive NPV, an IRR higher than the minimum attractive rate and a payback shorter than one year, which characterizes the proposal as technically and economically feasible for the analyzed context.

Keywords: rainwater harvesting; water sustainability; economic feasibility; swimming pool; IFAL.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valor obtido por meio de cotações em plataformas de comércio eletrônico.....	37
Tabela 2 - Dados Tarifários	40
Tabela 3 - Estimativa de captação mensal de água pluvial	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema do ciclo hidrológico.....	21
Figura 2: Localização do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus Maceió..	29
Figura 3: Gráfico da precipitação média mensal e volume de água captado (2015-2024) . IFAL - Campus Maceió	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valor do consumo médio mensal/ anual	39
Quadro 2: Fluxo de Caixa	46

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 JUSTIFICATIVA	17
3 OBJETIVOS	19
3.1 OBJETIVO GERAL	19
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
4.1 A URBANIZAÇÃO E O CICLO HIDROLÓGICO	20
4.2 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	22
4.3 DRENAGEM E POTABILIDADE DA ÁGUA	22
4.4 MEDIDAS COMPENSATÓRIAS E DESENVOLVIMENTO URBANO DE BAIXO IMPACTO (LID)	25
5 METODOLOGIA	27
5.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	28
5.2 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO	29
5.3 DEMANDA DE ÁGUA PLUVIAL	30
5.4 ÁREA DE COBERTURA	31
5.5 POTENCIAL DE CAPTAÇÃO	31
5.6 VOLUME DE RESERVA E DE DESCARTE	32
5.7 ANÁLISE DO SISTEMA	33
5.8 CUSTO ATUAL COM A CONCESSIONÁRIA	35
5.9 ESTUDO DA VIABILIDADE	36
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	48
7 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

A Resolução 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece critérios e metas específicas para a qualidade da água, de acordo com as demandas e as finalidades para as quais a água será utilizada, como abastecimento público, irrigação, recreação, preservação da vida aquática, entre outros. Dessa forma, a definição de classe de qualidade da água serve como um guia importante para a formulação de políticas e regulamentações que visam garantir o uso sustentável e a proteção desse recurso vital.

A conservação dos recursos naturais tem sido um tema de interesse da sociedade atual, e entre esses recursos, o que mais se destaca é a água, por ser um recurso vital e insubstituível, além de desempenhar papel fundamental em diversas atividades. (MARINOSKI, 2007).

Segundo relatório das Nações Unidas (ONU), a população mundial é atualmente estimada em 7,7 bilhões de pessoas e espera-se que aumente para aproximadamente 9,7 mil milhões até 2050 (ONU,2019). Devido a este crescimento populacional significativo e ao aumento associado na procura de água potável, observa-se um declínio cada vez maior na qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos.

Diante da compreensão de que o crescimento populacional resulta em uma maior demanda por água potável, recurso que é escasso em diversas regiões, torna-se fundamental explorar novas abordagens para o uso responsável da água. Uma alternativa viável para atender às necessidades da sociedade, é o aproveitamento das águas pluviais o que não apenas contribui para suprir parte das demandas hídricas, mas também alivia a pressão sobre os sistemas de drenagem urbana.

A realização de pesquisas nessa área, proporcionam uma economia financeira e ajudam a preservar os recursos hídricos, incentivando a adoção do sistema (COHIM et al., 2008).

2 JUSTIFICATIVA

A gestão responsável dos recursos hídricos configura-se como uma prioridade global, especialmente em regiões onde a disponibilidade de água apresenta restrições sazonais ou estruturais. Em consonância com essa preocupação, o Brasil tem avançado no estabelecimento de diretrizes legais voltadas à universalização do acesso e ao uso racional da água, como expressa o Marco Legal do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020), que visa, entre outros objetivos, promover a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços de saneamento e incentivar o uso de tecnologias sustentáveis que contribuam para a conservação dos recursos hídricos.

Nesse cenário, a cidade de Maceió apresenta um regime pluviométrico com volumes significativos de precipitação ao longo do ano, conforme dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Esse potencial hídrico pode ser estrategicamente utilizado para a implantação de sistemas de coleta e reaproveitamento de águas pluviais, contribuindo não apenas para a redução da pressão sobre as fontes convencionais de abastecimento, como também para o alívio do sistema de drenagem urbana, mitigando os riscos associados ao escoamento superficial em áreas urbanizadas.

No contexto institucional, o IFAL – Campus Maceió tem a oportunidade de adotar práticas sustentáveis por meio do aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis, como a recarga da piscina esportiva da unidade. Ações dessa natureza demonstram o comprometimento da instituição com os preceitos do Marco Legal do Saneamento, especialmente no que tange à eficiência dos serviços e à responsabilidade socioambiental.

Esta pesquisa, portanto, propõe avaliar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de coleta, tratamento e reaproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis no IFAL – Campus Maceió. A análise será baseada no dimensionamento técnico do sistema desenvolvido por Costa e Dantas (2022), e no levantamento de custos associados à sua implementação. Ao correlacionar as condições climáticas

locais ao potencial de captação de água da chuva, o estudo fornecerá subsídios relevantes para a tomada de decisões estratégicas, reforçando o papel do IFAL como agente promotor de práticas sustentáveis no ambiente acadêmico e institucional. Tal iniciativa poderá, ainda, impactar positivamente a percepção da comunidade e dos estudantes, além de servir como referência para outras organizações públicas ou privadas interessadas em adotar medidas de gestão hídrica sustentáveis e economicamente viáveis.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de coleta e tratamento de água pluvial para a utilização como meio de recarga para a piscina do IFAL - Campus Maceió.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Realizar pesquisas bibliográficas para identificar técnicas e métodos de tratamento de água pluvial para a piscina;
- b) Estimar o volume de água a ser direcionado para o aproveitamento de água para a piscina considerando as diferentes épocas e estações do ano;
- c) Definir o dispositivo de coleta e tratamento de água pluvial a partir dos métodos mais adequados para as condições e finalidades locais; e
- d) Desenvolver estudos e estimativas de custos dos materiais e mão de obra associados à incorporação das estruturas de tratamento de água nas proximidades da piscina;
- e) Análise da viabilidade econômica da implantação como um todo.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 A URBANIZAÇÃO E O CICLO HIDROLÓGICO

O ciclo da água, também conhecido como ciclo hidrológico, consiste na contínua movimentação da água entre a atmosfera, a superfície terrestre e o subsolo, por meio de processos físicos. Esse ciclo é fundamental para a manutenção da vida na Terra, para o equilíbrio dos ecossistemas e para a regulação climática global. A energia solar e a gravidade são os principais motores desse sistema, permitindo que a água mude de estado físico e se desloque entre os diferentes compartimentos naturais (TUNDISI, 2003).

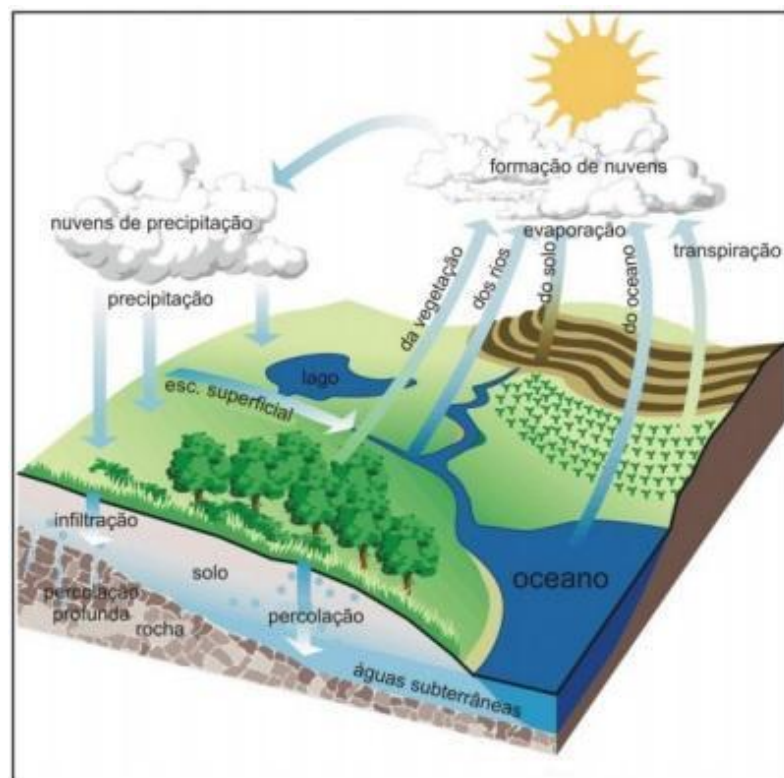
De acordo com Colasio (2015), o ciclo hidrológico inicia-se com a evaporação da água de superfícies líquidas — como oceanos, lagos e rios — e da superfície do solo, além da transpiração das plantas, resultando na evapotranspiração. Esse vapor de água sobe até as camadas mais altas da atmosfera, onde ocorre a condensação, formando nuvens. Quando essas nuvens atingem um nível de saturação, ocorre a precipitação, devolvendo a água à superfície terrestre em forma de chuva, neve ou granizo. Uma parte da água precipitada infiltra-se no solo, contribuindo para a recarga de aquíferos subterrâneos, enquanto o restante escoar superficialmente, alimentando corpos hídricos como rios e lagos (GRASSI, 2001).

Contudo, a intensificação do processo de urbanização altera significativamente esse ciclo natural. Segundo Tucci (2002), nas áreas urbanizadas, a substituição de superfícies permeáveis por materiais impermeáveis — como asfalto, concreto e edificações — reduz drasticamente a infiltração da água no solo, comprometendo a recarga dos aquíferos e aumentando consideravelmente o volume e a velocidade do escoamento superficial. Esse desequilíbrio resulta em diversos impactos negativos, tais como o aumento da frequência de enchentes, o sobrecarregamento dos sistemas de drenagem urbana e a degradação da qualidade da água, causada pelo arraste de poluentes presentes nas superfícies impermeáveis.

Além disso, a urbanização muitas vezes ocorre de forma desordenada, sem o devido planejamento de infraestrutura verde e de captação pluvial, o que contribui para a fragmentação do ciclo hidrológico e para o desperdício de recursos hídricos. Tomaz (2011) ressalta que, em contextos urbanos, a adoção de estratégias de reaproveitamento da água da chuva, como a instalação de sistemas de captação em coberturas de edifícios, pode contribuir significativamente para mitigar esses efeitos, ao promover a infiltração controlada, reduzir a demanda por água tratada e aliviar o sistema público de drenagem.

Compreender o ciclo hidrológico em conjunto com os impactos provocados pela urbanização é essencial para o desenvolvimento de políticas públicas e projetos de engenharia voltados à gestão sustentável da água. A integração de soluções técnicas com base nesse entendimento pode representar um avanço significativo na busca pelo equilíbrio entre crescimento urbano e conservação dos recursos naturais.

Figura 1: Esquema do ciclo hidrológico



Fonte: Da Paz, 2004.

4.2 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A gestão de recursos hídricos refere-se ao conjunto de ações planejadas e integradas que visam assegurar a disponibilidade, qualidade e uso sustentável da água, considerando seus múltiplos usos e a necessidade de preservação ambiental. No Brasil, esse processo é regulamentado pela Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei nº 9.433/1997, que estabelece a água como um bem de domínio público, de valor econômico e de uso prioritário para o consumo humano e a dessedentação de animais em situações de escassez.

Segundo Tundisi (2008), a gestão eficiente da água envolve a articulação entre diversos setores — como agricultura, indústria, abastecimento urbano e meio ambiente — de modo a equilibrar a oferta e a demanda, prevenir conflitos e garantir a conservação dos ecossistemas aquáticos. Para tanto, são indispensáveis instrumentos como o enquadramento dos corpos d'água, a outorga de uso, a cobrança pelo uso da água e a implementação de planos de bacia hidrográfica.

Em tempos de crise hídrica e mudanças climáticas, a gestão integrada dos recursos hídricos torna-se ainda mais relevante, exigindo soluções baseadas em dados científicos, planejamento territorial e participação social. Nesse contexto, iniciativas que promovem o reaproveitamento da água da chuva, a redução de perdas nos sistemas de abastecimento e o uso racional da água ganham destaque como estratégias complementares para a segurança hídrica e a sustentabilidade.

4.3 DRENAGEM E POTABILIDADE DA ÁGUA

A drenagem urbana é um componente essencial da infraestrutura das cidades, sendo responsável pelo escoamento adequado das águas pluviais, a fim de minimizar os impactos das chuvas sobre o meio urbano, como alagamentos, erosões, danos estruturais e contaminação de corpos hídricos. Segundo Tucci (2002), o sistema de drenagem deve ser planejado de forma integrada com o uso e ocupação do solo, de modo a preservar áreas permeáveis, controlar a impermeabilização excessiva e

favorecer a infiltração da água no solo, contribuindo para a recarga dos aquíferos e a mitigação dos efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico.

Nesse contexto, a adoção de sistemas de captação e reaproveitamento de águas pluviais desempenha um papel estratégico. Além de fornecer uma alternativa sustentável para usos não potáveis, como irrigação, limpeza ou abastecimento de sistemas internos, também contribuem diretamente para a diminuição do volume de água lançado nas redes públicas de drenagem. Em ambientes urbanos densamente ocupados, onde a impermeabilização do solo é predominante, esse tipo de prática reduz a sobrecarga sobre o sistema de drenagem pluvial, diminuindo o risco de transbordamentos, enchentes e danos à infraestrutura urbana, sobretudo durante períodos de alta precipitação. Assim, o aproveitamento da água da chuva não apenas racionaliza o uso dos recursos hídricos, mas também atua como uma medida complementar de controle de cheias urbanas, conforme apontado por Batista (2004).

Paralelamente, a qualidade da água destinada a diferentes usos exige níveis distintos de tratamento, estabelecidos conforme os riscos de exposição e ingestão. A potabilidade da água, definida como a adequação da água para determinado uso com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, é regida no Brasil pela Portaria GM/MS nº 888/2021, no que se refere ao consumo humano, e por normas técnicas específicas para outros fins não potáveis. Em contextos institucionais, como escolas, universidades ou centros esportivos, o reuso da água da chuva deve atender a padrões mínimos de qualidade compatíveis com a finalidade de uso.

No caso do abastecimento de piscinas recreativas ou esportivas, como a existente no Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió, a água utilizada não precisa ser potável no sentido estrito, mas deve passar por processos de tratamento que assegurem a ausência de sólidos grosseiros, contaminantes orgânicos e patógenos. Conforme orientações da NBR 15527/2007, a água da chuva coletada pode ser empregada para fins não potáveis desde que passe por etapas de filtragem, descarte da primeira água da chuva (first flush) e, quando necessário, desinfecção

com agentes como o cloro, especialmente em usos que envolvam contato humano indireto, como piscinas.

Alves, Zanella e Santos (2008) destacam que o tratamento da água da chuva deve ser dimensionado de acordo com o uso final. Para usos que envolvem exposição humana, como banheiros, lavagem de roupas e piscinas, é fundamental garantir a redução da carga microbiana por meio de desinfecção adequada. No caso específico das piscinas, ainda que o sistema da própria piscina inclua cloração contínua, a qualidade da água fornecida para o reabastecimento deve respeitar limites mínimos de turbidez, cor e presença de coliformes, para não comprometer a eficácia dos sistemas internos de tratamento.

Além dos benefícios já mencionados, a utilização de águas pluviais em aplicações não potáveis, como o abastecimento de piscinas, exerce impacto direto na redução da utilização da rede pública de drenagem pluvial, ao diminuir significativamente o volume de água direcionado para os sistemas convencionais de escoamento. Como destaca Tucci (2002), a infraestrutura urbana tradicional frequentemente é dimensionada para cenários históricos de precipitação e urbanização, tornando-se, com o tempo, insuficiente diante da impermeabilização crescente das cidades. Portanto, o redirecionamento das águas de chuva para aproveitamento interno configura-se como uma estratégia eficaz para a mitigação da superutilização da rede de drenagem, contribuindo para a prevenção de alagamentos, a proteção de corpos hídricos receptores e a diminuição dos custos públicos com manutenção emergencial da infraestrutura urbana.

No contexto do município de Maceió, a adoção de soluções alternativas e sustentáveis de manejo das águas pluviais torna-se ainda mais urgente diante das características geográficas e climáticas da região. A cidade, situada em área litorânea e sujeita a elevadas taxas de precipitação sazonal, enfrenta recorrentes episódios de alagamentos e sobrecarga da infraestrutura urbana. O Plano Diretor de Maceió (Lei Complementar nº 005/2010) já reconhece, em seus dispositivos, a necessidade de promover o desenvolvimento urbano de forma integrada à proteção dos recursos

naturais e ao controle do escoamento superficial. Entre as diretrizes está o estímulo à utilização de sistemas alternativos de drenagem, como pavimentos permeáveis, reservatórios de retenção, e ou detenção, e reuso de águas pluviais, especialmente em empreendimentos públicos e institucionais.

A implementação de sistemas de captação e tratamento de águas pluviais para o abastecimento da piscina do Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió, além de cumprir função técnica, representa uma ação educativa, ambientalmente responsável e alinhada às diretrizes do planejamento urbano sustentável. Ao mesmo tempo em que reduz o consumo de água potável oriunda da rede pública, a medida contribui para o alívio da infraestrutura de drenagem, a valorização de soluções baseadas na natureza e a construção de uma cultura de uso consciente dos recursos hídricos na cidade. Como enfatiza Batista (2004), a gestão eficiente das águas urbanas passa necessariamente pela descentralização das soluções e pela articulação entre planejamento urbano, educação ambiental e infraestrutura resiliente.

4.4 MEDIDAS COMPENSATÓRIAS E DESENVOLVIMENTO URBANO DE BAIXO IMPACTO (LID)

O conceito de Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (*Low Impact Development – LID*) consiste em uma abordagem que busca reduzir os efeitos negativos da urbanização sobre o ciclo hidrológico, por meio de práticas que favoreçam a infiltração, a retenção e o reuso da água no próprio local onde é gerada. A principal estratégia do LID é o controle na fonte, que visa mitigar o escoamento superficial ainda em sua origem, antes que ele alcance as redes convencionais de drenagem, contribuindo assim para o equilíbrio hidrológico urbano (TUCCI, 2002).

Uma das medidas mais eficazes de controle na fonte é a utilização do telhado das edificações como superfície de captação de águas pluviais. Em áreas urbanas densamente ocupadas, os telhados representam uma das principais superfícies impermeáveis, responsáveis por gerar grande parte do escoamento superficial. Ao captar essa água diretamente no ponto de origem e destiná-la a usos não potáveis, como irrigação ou abastecimento de piscinas, evita-se seu lançamento imediato na

rede pública de drenagem, reduzindo o risco de sobrecarga e contribuindo para a prevenção de alagamentos (BATISTA, 2004).

No caso do Instituto Federal de Alagoas – Campus Maceió, a implementação de um sistema de captação de águas pluviais a partir da cobertura da edificação, destinado ao abastecimento da piscina recreativa, constitui uma ação estratégica de manejo sustentável. Essa prática permite que a água coletada seja tratada conforme normas específicas para usos não potáveis (ABNT NBR 15527:2007), contribuindo para a economia no consumo de água potável fornecida pela concessionária BRK Ambiental e promovendo o uso racional dos recursos hídricos.

Portanto, ao adotar o telhado como elemento funcional no sistema de captação e reuso de águas pluviais, a instituição promove não apenas a mitigação da pressão sobre a infraestrutura de drenagem urbana, mas também a racionalização do uso da água potável. Essa medida contribui para a sustentabilidade ambiental, para a eficiência hídrica institucional e para a consolidação de práticas urbanas de baixo impacto, alinhadas aos desafios contemporâneos da gestão urbana e ambiental (BATISTA, 2004).

5 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza quantitativa, com abordagem predominantemente dedutiva e procedimentos técnico-projetuais, estruturada sob a forma de estudo de caso no contexto do IFAL – Campus Maceió. A pesquisa é aplicada porque busca propor e avaliar, em condições reais, uma solução de engenharia voltada à redução do consumo de água potável e à promoção do uso racional dos recursos hídricos na instituição. Do ponto de vista dos objetivos, enquadra-se como descritiva e explicativa, pois descreve o comportamento do sistema de captação e utiliza conceitos de engenharia econômica para explicar a atratividade financeira da proposta.

Os procedimentos metodológicos adotados incluem: levantamento bibliográfico e documental sobre ciclo hidrológico, gestão de recursos hídricos, desenvolvimento urbano de baixo impacto (LID) e aproveitamento de águas pluviais, bem como sobre normas técnicas aplicáveis (ABNT NBR 15527:2007, ABNT NBR 10339:2015, legislação de saneamento e planos locais); levantamento de dados climatológicos e pluviométricos de Maceió junto ao INMET e a órgãos oficiais; análise do estudo técnico de captação já desenvolvido para o Bloco de Informática; dimensionamento simplificado do potencial de captação e do volume de reservação; e, por fim, modelagem econômico-financeira do sistema proposto com base em indicadores clássicos de engenharia econômica.

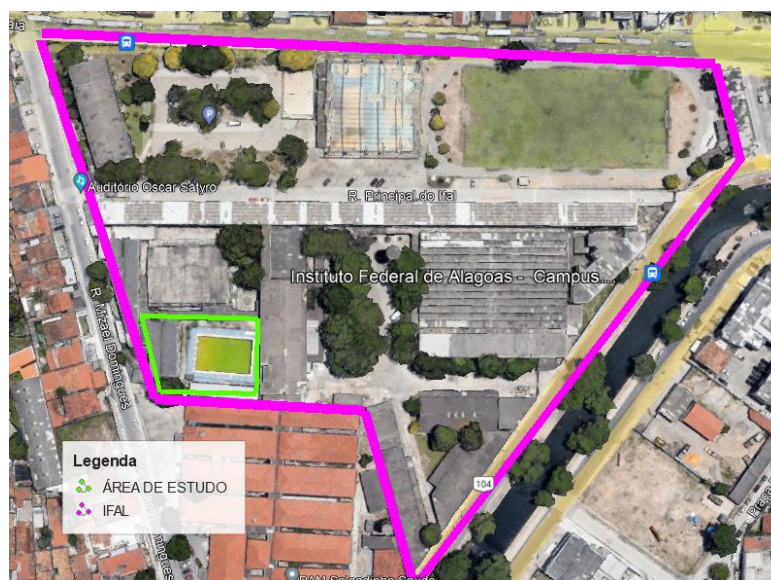
A metodologia adotada tem como referência principal o estudo de Santana e Dantas Júnior (2022), que elaboraram o projeto técnico de um sistema sustentável de captação, armazenamento e uso de águas pluviais para fins não potáveis no Bloco de Informática do IFAL – Campus Maceió. Nesse estudo, foi definida a área de captação no telhado da edificação, com área de 356,95 m², estimados os índices pluviométricos médios anuais e dimensionado o volume de reservação com base na ABNT NBR 15527:2007, culminando na proposta de um reservatório de 30 m³. Na presente pesquisa, esse projeto é tomado como base para aprofundar, de forma original, a

análise da viabilidade econômica da implantação do sistema, com atualização de dados de consumo, tarifas e custos.

5.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde às instalações do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas (IFAL), Campus Maceió, localizado na parte baixa da cidade, na Rua Mizael Domingues, bairro do Centro, cujas coordenadas aproximadas são 9°39'49"S e 35°43'49"O. O bloco selecionado para a captação de águas pluviais é o Bloco de Informática, escolhido em razão da proximidade com a piscina e da geometria de cobertura favorável à coleta e condução das águas para um reservatório dedicado. A localização do campus em área litorânea, sujeita a elevados índices pluviométricos sazonais, reforça a pertinência da escolha do local como estudo de caso para implementação de soluções de aproveitamento pluvial.

Figura 2: Localização do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus Maceió



Fonte: Google Earth Pro (2023).

5.2 ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO

O clima de Maceió é classificado como tropical úmido, com duas estações bem definidas: período chuvoso entre abril e agosto e período de estiagem entre setembro e março. Para a caracterização do regime pluviométrico, foram utilizados dados das Normas Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o período de 1991–2020, que indicam precipitação média anual em torno de 1.425,34 mm, com concentração significativa das chuvas entre maio e julho. Esses dados foram consolidados em valores médios mensais e ajustados à área de captação do Bloco de Informática, servindo de base para a estimativa do volume potencial de água a ser coletado em cada mês e ao longo do ano.

5.3 DEMANDA DE ÁGUA PLUVIAL

A demanda de água para reposição da piscina do IFAL – Campus Maceió foi estimada a partir de dois componentes principais: perdas por evaporação e perdas por uso rotineiro da instalação esportiva (atividades recreativas, respingos, lavagem de filtros e drenagens periódicas). As taxas de evaporação foram obtidas a partir da Cartilha de Uso Racional da Água da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2010), ajustadas às condições climáticas locais, enquanto os percentuais de perdas por uso foram definidos com base nas recomendações da ABNT NBR 10339:2015 para piscinas coletivas. Utilizando as dimensões geométricas da piscina (área superficial e volume útil) e as taxas de perda indicadas, foram calculados os volumes diários, mensais e anuais de reposição, que constituem a demanda de referência para comparação com a oferta de água captada.

5.4 ÁREA DE COBERTURA

A cobertura do Bloco de Informática possui área total de 356,95 m², composta por telhas do tipo fibrocimento, com inclinação adequada ao escoamento superficial da água da chuva em direção às calhas e condutores verticais. De acordo com a ABNT NBR 15527:2007, o coeficiente de escoamento superficial (C) para telhas fibrocimento situa-se entre 0,8 e 0,9; neste estudo foi adotado C = 0,90, em conformidade com o

projeto de Santana e Dantas Júnior (2022), por representar condição favorável de escoamento com reduzidas perdas superficiais. Considerou-se, adicionalmente, uma eficiência global do sistema (η) igual a 0,85, valor recomendado na literatura para sistemas de aproveitamento pluvial que contemplam descarte da primeira chuva, perdas em conexões, rugosidade de superfícies e reservação.

5.5 POTENCIAL DE CAPTAÇÃO

O potencial de captação anual foi estimado por meio do método de balanço simples, que relaciona precipitação média anual, área efetiva de captação, coeficiente de escoamento superficial e eficiência global do sistema. A equação utilizada é apresentada a seguir:

$$V = \left(\frac{P}{1000}\right) \cdot A \cdot C \cdot \eta$$

onde:

P = precipitação média anual (mm/ano);

A = área de captação (356,95 m²);

C = coeficiente de escoamento superficial (0,90);

η = eficiência global do sistema (0,85).

Considerando a precipitação média anual informada de 1.425,34 mm/ano, o volume anual calculado é:

$$V = \left(\frac{1425,34}{1000}\right) \cdot 356,95 \cdot 0,90 \cdot 0,85 \approx 389,2m^3/ano$$

O que corresponde a uma captação média mensal de:

$$Vmês = \frac{389,2}{12} \approx 32,43m^3/mês$$

Este volume total representa uma disponibilidade média de 32,43 m³/mês. Considerando a demanda anual estimada da piscina (2.286,00m³/ano), o sistema de captação proposto tem potencial para suprir 17,02% dessa necessidade.

5.6 VOLUME DE RESERVA E DE DESCARTE

O dimensionamento do reservatório é uma etapa fundamental no sistema, pois garante o equilíbrio entre a disponibilidade de água captada e a demanda de recarga da piscina.

De acordo com a ABNT NBR 15527:2007, recomenda-se que seja descartada a primeira fração de cada evento chuvoso, evitando a entrada de poeira, folhas e outros contaminantes no sistema. Para coberturas cerâmicas, adota-se comumente o descarte de 2 mm iniciais por chuva. No presente estudo, essa diretriz é contemplada no coeficiente de escoamento de Runoff de $\eta=0,85$, definido por Costa e Dantas (2022). Este valor já contabiliza as perdas do sistema, incluindo o descarte inicial.

Quanto ao reservatório, o método de Rippl, que relaciona a sazonalidade da precipitação com a demanda constante, indica que não há excedentes suficientes para justificar grandes volumes de armazenamento, já que a demanda de reposição é consideravelmente superior à captação média mensal. Assim, recomenda-se a adoção de um reservatório de 50 m³, o que permite acumular água em períodos de maior precipitação e assegurar o abastecimento durante intervalos secos de curta duração.

5.7 ANÁLISE DO SISTEMA

A implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais no contexto urbano tem sido cada vez mais discutida como alternativa para a redução do consumo de água potável e para a promoção da sustentabilidade hídrica. De acordo com Tucci (2002), a gestão das águas urbanas deve considerar soluções descentralizadas de captação, a fim de reduzir a pressão sobre as redes de abastecimento público e mitigar os impactos do escoamento superficial. Nesse sentido, o estudo realizado para

o Bloco de Informática do IFAL – Campus Maceió insere-se em uma perspectiva de uso racional dos recursos hídricos, ao propor o reaproveitamento da água de chuva para abastecimento (recarga) da piscina da instituição.

A análise dos dados pluviométricos demonstrou que o município de Maceió apresenta precipitação anual média superior a 1.400 mm (INMET, 2020), índice bastante favorável para o aproveitamento de águas pluviais. Entretanto, observa-se uma forte sazonalidade, com a maior parte da chuva concentrada entre os meses de maio e julho, e volumes reduzidos de setembro a dezembro. Segundo Tundisi (2003), esse comportamento climático exige a adoção de sistemas de reservação capazes de regularizar a disponibilidade hídrica ao longo do tempo, armazenando água nos períodos chuvosos para utilização durante a estiagem.

A área de cobertura utilizada para captação, correspondente ao telhado do Bloco de Informática, possui 356,95 m². O material de revestimento (telha cerâmica) apresenta coeficiente de escoamento de 0,9, valor recomendado pela ABNT NBR 15527:2007. Além disso, o sistema foi dimensionado considerando uma eficiência global de 85%, conforme sugerido por Cohim, Garcia e Kiperstok (2008), que destacam a necessidade de contabilizar perdas no descarte da primeira chuva, na rugosidade das superfícies e nas conexões hidráulicas. Aplicando esses parâmetros, o potencial de captação estimado foi de 389,2 m³/ano.

Em contrapartida, a demanda de reposição da piscina foi estimada em 2.286,00m³/ano, considerando perdas por evaporação e uso recreativo, em conformidade com a ABNT NBR 10339:2015. Assim, verifica-se que o sistema de captação atende a cerca de 17,02% da demanda anual, não sendo auto suficiente, mas contribuindo de forma relevante para a redução do consumo de água potável.

Do ponto de vista do reservatório, o método de Rippl (TOMAZ, 2011) mostrou que, devido à desproporção entre oferta e demanda, não há necessidade de reservatórios de grande porte, pois não ocorre excedente hídrico significativo. Dessa forma, um reservatório com capacidade de 50m³, mostra-se adequado para reservar a água captada nos períodos chuvosos e garantir uma operação estável, sem onerar excessivamente o projeto.

Sob a ótica ambiental, a adoção do sistema apresenta benefícios relevantes. Além da redução no consumo de água potável, que preserva o manancial de abastecimento público, há a mitigação dos impactos do escoamento superficial, contribuindo para a diminuição do risco de alagamentos no entorno. Tundisi (2008) reforça que soluções de gestão descentralizada da água são fundamentais para a sustentabilidade urbana, pois conciliam a eficiência ambiental com o bem-estar da comunidade.

Sob a ótica institucional, o projeto tem caráter educativo, servindo como exemplo prático de sustentabilidade hídrica dentro do IFAL. Conforme Batista (2004), sistemas de aproveitamento de água de chuva em instituições de ensino assumem papel duplo: além de reduzirem custos operacionais, atuam na sensibilização da comunidade acadêmica quanto à importância do uso racional da água.

Entretanto, a análise também evidenciou algumas dificuldades. A primeira refere-se à limitação da área de cobertura, que restringe o volume captado. A segunda dificuldade é a sazonalidade da precipitação, que demanda reservação, mas ainda assim não permite atender à totalidade da demanda. Além disso, a manutenção do sistema deve ser constante, envolvendo limpeza de calhas, filtros e reservatório, o que representa um fator adicional de responsabilidade para a instituição.

Dessa forma, a análise técnica e ambiental do sistema está consolidada. O próximo passo será a avaliação de sua viabilidade econômica, que permitirá verificar o custo-benefício da implantação e manutenção do sistema de aproveitamento de águas pluviais frente às economias geradas na redução do consumo de água potável.

5.8 CUSTO ATUAL COM A CONCESSIONÁRIA

O abastecimento de água no município de Maceió é realizado pela BRK Ambiental, concessionária responsável pela Região Metropolitana. De acordo com a Resolução nº 209/2025 da ARSAL (Agência de Regulação de Serviços Públicos de Alagoas), a tarifa de abastecimento para edifícios públicos foi reajustada para **R\$ 26,96 por metro cúbico**, com vigência a partir de 1º de abril de 2025 (BRK AMBIENTAL, 2025).

A demanda anual de reposição da piscina do IFAL – Campus Maceió foi estimada em **2.286,00m³**, considerando perdas por evaporação e utilização recreativa, conforme estabelecido na ABNT NBR 10339:2015. Dessa forma, o custo anual estimado para suprir essa demanda exclusivamente com água da concessionária é dado por:

$$\text{Custo Anual} = 2.286,0m^3 \times 26,96R\$/m^3$$

$$\text{Custo Anual} \approx R\$ 61.621,42$$

Dividindo o valor pelo período de 12 meses, obtém-se o custo médio mensal de aproximadamente:

$$\text{Custo Mensal} \approx R\$5.135,12$$

É importante destacar que a cobrança pela concessionária pode incluir ainda a tarifa de esgotamento sanitário, que em Maceió costuma representar até 100% do valor da água consumida, dependendo da categoria de ligação. Assim, o custo real pode ser ainda mais elevado, reforçando a relevância da adoção de medidas alternativas de abastecimento.

Esses valores demonstram o impacto financeiro expressivo da manutenção da piscina com água potável fornecida pela concessionária. No entanto, a análise do custo-benefício da substituição parcial dessa demanda por água pluvial será abordada no capítulo seguinte, destinado ao estudo da viabilidade econômica do sistema.

5.9 ESTUDO DA VIABILIDADE

A análise financeira da implantação do sistema de captação, tratamento e reaproveitamento de águas pluviais visa verificar a viabilidade econômica do projeto ao longo do tempo, especialmente quando comparado ao atual modelo de abastecimento hídrico da piscina do IFAL Campus Maceió, que atualmente depende exclusivamente da concessionária local, a BRK Ambiental.

Inicialmente, foi realizado um levantamento dos principais equipamentos e materiais necessários para a implementação do sistema, com base no estudo de Costa e Dantas (2022). Entre os itens considerados estão o filtro de folhas e detritos, um reservatório de 750 L destinado exclusivamente à captação da água, as tubulações e conexões em PVC, a bóia para o descarte inicial da água e a mão de obra especializada para a instalação. Ressalta-se que a água captada será direcionada para os reservatórios já existentes no IFAL, responsáveis pela armazenagem e distribuição da reserva.

Os preços foram estimados utilizando o software Orçafascio, com base nos valores das composições das tabelas SINAPI (referência do estado de Alagoas) e ORSE (referência do estado de Sergipe) para todos os itens, exceto o filtro, cujo valor foi obtido por meio de cotações em plataformas de comércio eletrônico. Como é possível observar na tabela a seguir:

Tabela 1 - Valor obtido por meio de cotações em plataformas de comércio eletrônico.

Item	Código	Banco	Descrição	Und	Quant.	Valor Unit	Valor Unit. com BDI	Total	Peso (%)
1			SISTEMA DE CAPTAÇÃO		1		4.640,83	4.640,83	100,00 %
1.1	9377	ORSE	Tubo pvc rígido soldável, serie reforçada, p/esgoto e aguas pluviais, d= 100mm	m	11	47,53	R\$ 59,41	R\$ 653,51	14,08 %
1.2	94649	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 32MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	M	6	12,22	R\$ 15,27	R\$ 91,62	1,97 %
1.3	89673	SINAPI	REDUÇÃO EXCÊNTRICA, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 X 75 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_06/2022	UN	1	35,31	R\$ 44,13	R\$ 44,13	0,95 %
1.4	89549	SINAPI	REDUÇÃO EXCÊNTRICA, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 75 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE	UN	1	19,28	R\$ 24,10	R\$ 24,10	0,52 %
1.5	94706	SINAPI	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM X 1 1/2". INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	UN	1	34,18	R\$ 42,72	R\$ 42,72	0,92 %
1.6	94704	SINAPI	ADAPTADOR COM FLANGE E ANEL DE VEDAÇÃO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32 MM X 1", INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024	UN	3	25,53	R\$ 31,91	R\$ 95,73	2,06 %
1.7	103037	SINAPI	REGISTRO DE ESFERA, PVC, ROSCÁVEL, COM VOLANTE, 1" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	1	33,94	R\$ 42,42	R\$ 42,42	0,91 %
1.8	89529	SINAPI	JOELHO 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_06/2022	UN	1	36,80	R\$ 46,00	R\$ 46,00	0,99 %
1.9	104063	SINAPI	CURVA LONGA, 45 GRAUS, PVC OCRE, JUNTA ELÁSTICA, DN 100 MM, PARA COLETOR PREDIAL DE ESGOTO. AF_06/2022	UN	2	65,85	R\$ 82,31	R\$ 164,62	3,55 %
1.10	94797	SINAPI	TORNEIRA DE BOIA PARA CAIXA D'ÁGUA, ROSCÁVEL, 1" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	1	58,59	R\$ 73,23	R\$ 73,23	1,58 %
1.11	102612	SINAPI	CAIXA D'ÁGUA EM POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO, 750 LITROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021	UN	1	690,20	R\$ 862,75	R\$ 862,75	18,59 %
1.12		PRÓPRIO	FILTRO VF 1 (3P TECHNIK)- FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021	UN	1	2.000,00	R\$ 2.500,00	R\$ 2.500,00	53,87 %
							Valor Final do Orçamento: R\$ 4.640,83		

Fonte: Elaborado pelos autores.

O custo total estimado para a implantação do sistema ficou em torno de R\$4.640,83 (Quatro mil, seiscentos e quarenta reais e oitenta e três centavos.) considerando todos os materiais e serviços necessários para garantir o funcionamento adequado e seguro da estrutura. Vale ressaltar que os custos relacionados ao sistema de cloração não foram dimensionados, uma vez que a água captada será devidamente tratada quando misturada à água já existente na piscina, permanecendo dentro dos padrões adequados para seu uso.

Em seguida, fez-se necessário realizar uma estimativa referente ao abastecimento da piscina, com o objetivo de dimensionar o volume de água necessário para suprir as perdas diárias e, conseqüentemente, estimar o custo anual associado a esse abastecimento.

Considerando que a piscina está localizada no campus do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), em Maceió – AL, uma região de clima tropical úmido, estima-se que as perdas de água ocorram principalmente por evaporação e além disso, há perdas associadas ao uso rotineiro da piscina. De acordo com o Manual de Operação e Manutenção de Piscinas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2015), recomenda-se considerar uma perda de 0,5% a 1% do volume total por dia em função da utilização. Neste caso, adotou-se o valor médio de 0,75%, considerando o uso moderado.

Segundo o memorial descritivo das instalações hidráulicas da piscina do IFAL (IFAL, 2018), a estrutura possui dimensões de 16,00m por 25,00m, totalizando uma área superficial de 400,00m². A profundidade da piscina varia entre 1,60 m (menor) e 1,70 m (maior), sendo considerada uma lâmina d'água de 20 cm abaixo da borda, o que resulta em um volume médio útil estimado de 580,00m³.

De acordo com a Cartilha de Uso Racional da Água da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2010), a taxa média de evaporação em piscinas situadas em regiões tropicais varia entre 4 mm e 6 mm por dia, a depender das condições climáticas locais, como temperatura, umidade do ar e incidência solar. Neste estudo, adotou-se o valor médio de 5 mm/dia.

Com base na área da piscina, de 400,00 m², a perda diária por evaporação é estimada conforme a Equação 1:

$$V_{evap} = A * e = 400,00m^2 \times 0,005m = 2,00m^3/dia$$

O volume útil da piscina é de 580,00 m³, o que resulta em uma perda diária por uso calculada pela Equação 2:

$$V_{uso} = 580,00 \times 0,0075 = 4,35m^3/dia$$

Com isso, o volume total de reabastecimento diário estimado é:

$$V_{total} = V_{uso} + V_{evap} = 2,00 + 4,35 = 6,35m^3/dia$$

Considerando um mês típico de 30 dias, estima-se um reabastecimento mensal de 190,5m³.

Em contraposição, foi estimado o gasto anual da instituição com o abastecimento da piscina por meio da concessionária BRK Ambiental. Com base na média mensal de consumo calculada para reposição hídrica e na tarifa vigente da categoria institucional (BRK, 2025), o custo anual estimado é de aproximadamente R\$ 61.621,42 (sessenta e um mil seiscentos e vinte e um reais e quarenta e dois centavos). Ressalta-se que esse valor contempla exclusivamente a reposição hídrica regular e não considera perdas adicionais por vazamentos, manutenções corretivas ou outros gastos extraordinários.

Quadro 1 - Valor do consumo médio mensal/ anual

Consumo médio mensal (m ³)	Valor unitário abastecimento por m ³	Média de consumo mensal (m ³)	Média de consumo anual (m ³)
190,5	R\$ 26,96	R\$ 5.135,12	R\$ 61.621,42

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para determinar o valor do custo mensal com o abastecimento da piscina, foram utilizados os dados tarifários disponibilizados pela concessionária. As tarifas foram obtidas a partir da Carta de Serviços – BRK Alagoas (BRK AMBIENTAL, 2022), considerando a categoria pública, conforme demonstrado na Tabela 2, apresentada a seguir.

Tabela 2- Dados Tarifários

CATEGORIA		FAIXA DE CONSUMO (m³)	TARIFA ATUAL (R\$/m³)
ÁGUA	RESIDENCIAL	Até 10m³	5,372
		Excedente (m³):	
		11 – 15	10,257
		16 - 20	11,857
		21 - 30	12,668
		31 - 40	13,078
		41 - 50	13,251
		51 - 90	13,338
		91 - 150	13,413
		>150	13,424
	COMERCIAL	Até 10m³	12,419
		Excedente	19,736
	INDUSTRIAL	Até 10m³	13,943
		Excedente	25,486
	PÚBLICA	Até 10m³	10,473
		Excedente	26,956
	TARIFA SOCIAL	Até 10m³	2,681 (50% TMR)
		Excedente	
		11 - 15	5,123 (50% TMR)
		16 - 20	5,923 (50% TMR)
		>20	Aplicar tarifa residencial da faixa
	ÁGUA BRUTA	Até 10m³	2,69
		Excedente	9,13 = (50% x TEC)
CARRO PIPA	Qualquer consumo	11,49 = (TMC)	
FILANTRÓPICA	Qualquer consumo	1,98 = (40% x TMR)	

Fonte: Carta de Serviços – BRK Alagoas (BRK Ambiental, 2022).

Fez-se necessário, neste ponto, estimar a quantidade de água que pode ser captada pelo sistema de aproveitamento pluvial proposto, de modo a verificar a sua viabilidade prática frente às demandas do campus. Para essa avaliação, adotou-se o método volumétrico recomendado pela NBR 15527, no qual o volume aproveitável mensal é obtido pela expressão:

$$V_{mês} = \left(\frac{P_{mês}}{1000}\right) \cdot A \cdot C \cdot \eta$$

Em que $P_{mês}$ é a precipitação média mensal (mm), A a área de captação (m^2), C o coeficiente de escoamento do telhado (adimensional) e η a eficiência global do sistema (adimensional), que contempla perdas por dispositivos (incluindo descarte de primeira chuva), rugosidade, conexões e operação.

Parâmetros do sistema proposto (IFAL – Campus Maceió/área de estudo): área de cobertura $A=356,95 m^2$; coeficiente de escoamento do telhado $C=0,90$; eficiência global $\eta=0,85$. Esses valores são aqueles definidos no TCC para o sistema de captação proposto por Costa e Dantas (2022).

As precipitações médias mensais foram extraídas das Normais Climatológicas do INMET (1991–2020) para Maceió-AL, utilizadas como referência representativa para o decênio recente (2015–2024). Essa série permite captar a variabilidade pluviométrica típica da cidade, mantendo coerência com os padrões sazonais regionais.

Resultados da estimativa

A Tabela 3 apresenta a precipitação média mensal e os respectivos volumes potenciais de captação, já ajustados pelos parâmetros do sistema:

Tabela 3 - Estimativa de captação mensal de água pluvial
(Maceió - IFAL, área de 356,96 m^2)

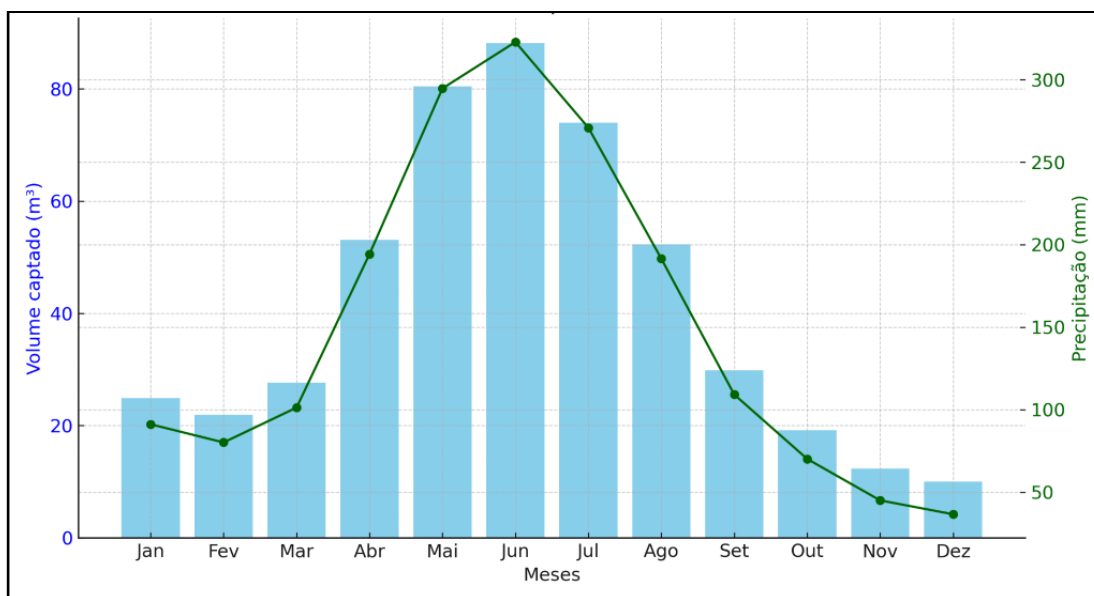
Mês	P (mm)	Captação estimada V (m^3)
Janeiro	91,2	24,9

Fevereiro	80,2	21,9
Março	101,3	27,66
Abril	194,3	53,06
Maio	294,7	80,47
Junho	322,8	88,15
Julho	270,9	73,97
Agosto	191,5	52,29
Setembro	109,2	29,82
Outubro	70,2	19,17
Novembro	45,1	12,32
Dezembro	36,7	10,02
Total anual estimado	—	493,73 m³/ano

Fonte: Elaborados pelos autores, segundo os dados Normais Climatológicas do INMET.

$$\text{Cálculo aplicado em } V: \left(\frac{P}{1000}\right) * 356,95 * 0,90 * 0,85$$

Figura 3: Gráfico da precipitação média mensal e volume de água captado (2015-2024) . IFAL - Campus Maceió



Fonte: Elaborados pelos autores, segundo os dados Normais Climatológicas do INMET.

Observa-se que o período chuvoso, compreendido entre abril e agosto, concentra aproximadamente 58% do volume anual captado, com destaque para junho ($88,15\text{m}^3$) e maio ($80,47\text{m}^3$). Em contrapartida, nos meses de estiagem — sobretudo entre outubro e dezembro — os volumes mensais são bastante reduzidos, variando entre 10 e 19m^3 .

Considerando a área de captação proposta, a disponibilidade média anual é da ordem de $389,2\text{m}^3/\text{ano}$, o que equivale a cerca de $32,43\text{m}^3/\text{mês}$. Embora esse valor seja relevante para usos não potáveis, como irrigação, limpeza de áreas externas e, parcialmente, reposição da piscina do campus, nota-se que ele ainda não supre integralmente a demanda mensal de $190,5\text{m}^3$ prevista apenas para compensar a evaporação da piscina, o que evidencia a necessidade de complementação por fonte convencional em períodos de baixa pluviosidade.

O investimento inicial para implantação do sistema foi estimado em R\$ 4.640,83, englobando materiais, equipamentos e mão de obra especializada. A demanda anual de reposição da piscina foi calculada em $2.286,00\text{m}^3/\text{ano}$ ($190,5\text{m}^3/\text{mês}$), enquanto a captação anual do sistema foi estimada em $389,2\text{m}^3/\text{ano}$ ($\approx 32,43\text{m}^3/\text{mês}$), o que equivale a 17,02% da demanda total. Com base no gasto anual de referência com a concessionária BRK (R\$ 61.621,42/ano), a economia anual foi

calculada proporcionalmente à fração de atendimento do sistema, resultando em R\$ 10.491,05/ano (R\$ 874,25/mês).

Assim, o novo gasto médio mensal com a concessionária passa a R\$4.261,57, e o volume mensal ainda adquirido é de aproximadamente 158,07m³, em complemento aos 32,43 m³ captados pelo sistema.

Para verificar a viabilidade econômica do investimento de R\$ 4.640,83 destinado à implantação do sistema, realizou-se uma análise baseada exclusivamente na economia gerada na conta de água. A avaliação foi desenvolvida com fundamento nos conceitos da Engenharia Econômica, conforme o referencial teórico apresentado por Valmir Pedroso, considerando a projeção dos benefícios financeiros ao longo de um horizonte de 10 anos.

Adotou-se uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 8% ao ano, valor compatível com investimentos de baixo risco e adequado à natureza do projeto analisado. A escolha dessa taxa justifica-se pelo caráter conservador e público do investimento, cujos benefícios econômicos decorrem exclusivamente da redução de custos operacionais relacionados ao consumo de água potável, não havendo exposição a riscos de mercado. Assim, a TMA utilizada representa de forma apropriada o custo de oportunidade do capital aplicado em alternativas seguras, mostrando-se coerente para a avaliação da viabilidade econômica do sistema proposto.

Os dados primários para a análise são:

- Investimento Inicial: R\$ 4.640,83
- Fluxo de Caixa Anual (Economia): R\$ 10.491,05
- Taxa Mínima de Atratividade (TMA): 8 % a.a.
- Horizonte de Análise (n): 10 anos

A seguir, são apresentados os cálculos e as interpretações para o Payback Descontado (Modificado), o Valor Presente Líquido (VPL Modificado) e a Taxa Interna de Retorno (TIR sobre economias).

Payback Descontado (Modificado)

O método do Payback Descontado indica o tempo necessário para que o valor presente das economias geradas pelo projeto se iguale ao montante do investimento inicial. Diferentemente do payback simples, este método considera o valor do dinheiro no tempo, sendo uma ferramenta mais precisa para medir o risco temporal do investimento (MATHIAS; GOMES, 2012).

O cálculo demonstrou que a recuperação do capital investido ocorre já no primeiro ano de operação do sistema. Para determinar o período exato, calcula-se o Valor Presente (VP) da economia gerada no Ano 1 e, em seguida, determina-se a fração de tempo necessária para cobrir o investimento.

1. Cálculo do Valor Presente da economia do Ano 1:

$$VP_{Ano\ 1} = \frac{\text{Fluxo de Caixa}}{(1 + TMA)^1} = \frac{R\$10.491,05}{(1 + 0,08)^1} = R\$ 9,714,86$$

2. Cálculo do Período de Payback:

$$\text{Payback Descontado} = \frac{\text{Investimento Inicial}}{VP_{Ano\ 1}} = \frac{R\$4.640,83}{R\$ 9,714,86} \\ \approx 0,478 \text{ anos}$$

Convertendo o valor para uma medida mais usual:

$$0,478 \text{ anos} \times 12 \text{ meses/ano} \approx 5,7 \text{ meses}$$

O resultado indica que o investimento inicial é recuperado em aproximadamente 6 meses. Este prazo curto confere ao projeto um baixo risco e uma liquidez elevada, tornando-o muito atraente sob a ótica do retorno do capital.

Valor Presente Líquido (VPL Modificado)

O Valor Presente Líquido (VPL) é considerado um dos métodos mais robustos para análise de investimentos. Ele consiste em trazer todos os fluxos de caixa futuros (neste caso, as economias) para a data zero, descontados pela TMA, e subtrair o valor do investimento inicial. Segundo Assaf Neto (2014, p. 238), "um VPL positivo indica que o projeto é viável, pois sua rentabilidade é superior à mínima exigida (TMA)".

A fórmula para o cálculo do VPL, para uma série de fluxos de caixa uniformes, é:

$$VPL = (FC \times \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]) - Investimento\ Inicial$$

Onde:

- FC (Fluxo de Caixa): R\$ 10.491,05
- i (TMA): 8% ou 0,08
- n (Período): 10 anos

Aplicando os valores do projeto:

$$VPL = (R\$10.491,05 \times \left[\frac{(1 + 0,08)^{10} - 1}{0,08(1 + 0,08)^{10}} \right]) - R\$4.640,83$$

$$VPL = (R\$10.491,05 \times 6,7101) - R\$4.640,83$$

$$VPL = R\$70.396,32 - R\$4.640,83$$

$$VPL = R\$65.755,49$$

O projeto apresentou um VPL de R\$65.755,49. Por ser um valor significativamente positivo, conclui-se que o projeto não apenas atende à taxa de retorno mínima de 8% a.a., como também gera um excedente (uma economia) de valor equivalente a R\$65.755,49 ao longo de sua vida útil de 10 anos. Este resultado reforça, de maneira contundente, a viabilidade econômica da implantação do sistema.

Taxa Interna de Retorno (TIR sobre economias)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) representa a taxa de rentabilidade intrínseca do projeto. Matematicamente, é a taxa de desconto que torna o VPL igual a zero, ou seja, iguala o valor presente dos fluxos de caixa futuros ao valor do investimento inicial (CASAROTTO FILHO; KOPITTKKE, 2010). A decisão de aceitar o projeto ocorre quando a TIR é superior à Taxa Mínima de Atratividade (TMA).

A TIR é encontrada pela resolução da seguinte equação:

$$\text{Investimento Inicial} = \sum_{t=1}^{10} \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t}$$
$$R\$4.640,83 = \sum_{t=1}^{10} \frac{\$10.491,05}{(1 + TIR)^t}$$

Diferentemente do VPL, não há uma fórmula algébrica direta para isolar a TIR quando há múltiplos fluxos de caixa, devido a isso, o cálculo foi feito no Excel, conforme planilha anexa abaixo:

Quadro 2: Fluxo de Caixa

Ano	Fluxo de Caixa (R\$)
0	-R\$ 4.640,83
1	R\$ 10.491,05
2	R\$ 10.491,05
3	R\$ 10.491,05
4	R\$ 10.491,05
5	R\$ 10.491,05
6	R\$ 10.491,05
7	R\$ 10.491,05
8	R\$ 10.491,05
9	R\$ 10.491,05
10	R\$ 10.491,05
VPL:	65.755,49
TIR:	226,06%
TMA:	8,00%

Fonte: Elaborado pelos autores

A TIR apurada para o projeto é de aproximadamente 226,06% ao ano. Comparando este valor com a TMA de 8% ao ano:

$$TIR(226,06\%) \gg TMA(8\%)$$

O resultado demonstra que a rentabilidade do projeto é imensamente superior ao custo de oportunidade do capital estabelecido.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos resultados obtidos a partir da implantação do sistema de captação e reaproveitamento de águas pluviais no IFAL – Campus Maceió demonstra que, embora a demanda total da piscina não seja suprida exclusivamente por esta fonte alternativa, os benefícios econômicos e ambientais alcançados são expressivos.

Inicialmente, o investimento necessário para a implementação do sistema foi estimado em R\$4.640,83, valor considerado acessível diante do porte da estrutura e dos benefícios futuros. Este custo abrange todos os materiais, equipamentos e serviços necessários, incluindo reservatório, tubulações, conexões, filtro de detritos e mão de obra especializada para instalação.

Com relação à demanda hídrica, os cálculos apontaram que a piscina necessita de aproximadamente 190,5m³ de água por mês, valor referente à compensação das perdas por evaporação e pelo uso regular da instalação. Anualmente, essa demanda corresponde a 2.286,0m³. Já o sistema de captação foi capaz de suprir, em média, 389,2 m³/ano, o que equivale a 32,43m³/mês. Dessa forma, conclui-se que a estrutura é capaz de atender a cerca de 17,02% da demanda total, reduzindo significativamente a dependência exclusiva da concessionária BRK Ambiental.

Ainda que não seja auto suficiente, o sistema proporciona uma economia anual de aproximadamente R\$10.491,05, valor obtido ao considerar a fração da demanda suprida pela água pluvial. Esse resultado representa uma redução relevante nos custos fixos da instituição, uma vez que o gasto anual estimado com a concessionária, sem a implantação do sistema, seria de R\$61.621,42. Com a utilização da água pluvial, esse valor cai para cerca de R\$51.130,37, ou seja, uma diminuição expressiva no orçamento destinado ao abastecimento da piscina.

Do ponto de vista da viabilidade econômica, o investimento na implantação do sistema se mostra extremamente vantajoso para o Campus. A análise comprova que o projeto não visa lucro, mas sim uma economia substancial e contínua nos custos operacionais. O primeiro indicador disso é o tempo de retorno: as economias geradas

na conta de água são suficientes para cobrir todo o custo de implantação (R\$4.640,83) em apenas 6 meses. Esse retorno praticamente imediato significa que o projeto se "paga" em menos de um semestre, um prazo excelente para qualquer investimento em infraestrutura.

Avaliando os benefícios a longo prazo, em um horizonte de 10 anos, a economia gerada é ainda mais significativa. A análise indicou um Valor Presente Líquido (VPL) de R\$65.755,49. De forma prática, isso significa que, mesmo considerando a desvalorização do dinheiro ao longo do tempo, o sistema não apenas se paga, como também irá gerar uma economia líquida real para a instituição equivalente a mais de R\$65 mil ao final da década. É um recurso financeiro expressivo que deixa de ser um custo e pode ser realocado para outras necessidades do campus.

Por fim, a eficiência do investimento foi medida pela Taxa Interna de Retorno (TIR), que alcançou o patamar de 226,06% ao ano. Esse percentual representa a rentabilidade que o próprio projeto gera sobre o dinheiro investido. Ao comparar essa taxa com o retorno mínimo que se esperaria de um investimento alternativo seguro (fixado em 8% a.a.), fica evidente que aplicar os recursos neste sistema é uma decisão financeira muito mais produtiva e benéfica para a instituição do que qualquer aplicação convencional.

Outro aspecto a ser considerado é a baixa necessidade de manutenção do sistema, que se restringe a inspeções periódicas no reservatório, limpeza do filtro e verificação do sistema de cloração. Diferentemente de outras alternativas de abastecimento, que exigem investimentos constantes em operação e manutenção corretiva, o aproveitamento de águas pluviais apresenta simplicidade e baixo custo operacional.

Além do viés econômico, destaca-se o caráter sustentável da solução. O uso de água pluvial contribui para a redução da exploração de recursos hídricos fornecidos pela concessionária, promovendo o uso racional da água e alinhando-se às práticas de gestão ambiental e desenvolvimento sustentável. Em períodos de maior índice pluviométrico, o sistema garante uma contribuição ainda mais expressiva para o

abastecimento, reforçando a importância de sua adoção em instituições públicas e privadas.

Portanto, embora o sistema de captação implantado não seja capaz de suprir integralmente a demanda hídrica da piscina, sua contribuição é significativa, tanto no aspecto financeiro quanto ambiental. A economia gerada, aliada ao rápido retorno do investimento e à baixa necessidade de manutenção, confirma que se trata de uma alternativa eficiente, de fácil implementação e que pode servir como modelo para outras instalações semelhantes.

7 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como propósito analisar a viabilidade econômica da implantação de um sistema de captação, tratamento e reaproveitamento de águas pluviais para o reabastecimento da piscina do IFAL – Campus Maceió. A pesquisa permitiu compreender que, embora tal sistema não seja capaz de suprir integralmente a demanda hídrica da instalação, sua contribuição se mostra relevante tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental.

A adoção de tecnologias de aproveitamento da água da chuva revela-se como uma estratégia eficiente para reduzir a dependência do abastecimento convencional e minimizar os impactos decorrentes do consumo excessivo de água potável. Além da economia financeira gerada, a iniciativa reforça o compromisso institucional com práticas sustentáveis, em consonância com diretrizes ambientais e políticas públicas voltadas à conservação dos recursos hídricos.

Outro aspecto de destaque é o caráter educativo do projeto. A aplicação de soluções de engenharia sustentável em ambientes acadêmicos promove não apenas benefícios práticos, mas também estimula a conscientização da comunidade estudantil e da sociedade em geral sobre a importância da gestão responsável da água. Nesse sentido, o sistema de captação pode servir como exemplo replicável em outras instituições públicas ou privadas que busquem alternativas inovadoras para conciliar economia e sustentabilidade.

Do ponto de vista técnico, o sistema apresenta simplicidade de operação, baixa necessidade de manutenção e elevada durabilidade, características que reforçam sua viabilidade. Já sob a ótica estratégica, sua implantação contribui para a consolidação do IFAL como referência em iniciativas sustentáveis, alinhando a instituição a um cenário cada vez mais desafiador em relação à disponibilidade e ao uso racional da água.

Diante do exposto, conclui-se que o aproveitamento de águas pluviais, aplicado ao contexto estudado, constitui uma solução eficiente, acessível e com potencial de

expansão. Recomenda-se, para pesquisas futuras, a análise de alternativas complementares de armazenamento, a integração com sistemas de eficiência energética e a avaliação de diferentes cenários de consumo, a fim de ampliar ainda mais os benefícios sociais, ambientais e econômicos que essa prática pode proporcionar.

GITMAN, L. J.; JOEHNK, M. D. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

GRASSI, M. T. **Geografia física**. São Paulo: Atual, 2001.

INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS. **Memorial descritivo: instalações hidráulicas – piscina**. Maceió, AL: IFAL, 2018. Disponível em: <https://www2.ifal.edu.br/o-ifal/administracao/licitacoes-e-contratos/regime-diferenciado-de-contratacoes-publicas-rdc/2018/arquivos/memorial-descritivo-instalacoes-hidraulicas-piscina.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do Brasil (1991–2020)**. Brasília, DF: INMET, 2020. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 18 ago. 2025.

MARINOSKI, A. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC**. 2007. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Ana_Kelly_Marinoski.pdf. Acesso em: 4 out. 2023.

MATHIAS, W. F.; GOMES, J. M. **Matemática financeira**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2012.

PEDROSO, V. **Engenharia econômica: análise e avaliação de projetos de investimento**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

SANTANA, A. C.; DANTAS JÚNIOR, V. **Estudo de uma proposta da utilização das águas pluviais na piscina do Campus IFAL-Maceió**. Maceió: Instituto Federal de Alagoas, 2022.

TOMAZ, P. **Água de chuva: aproveitamento urbano e paisagismo**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2002.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos, SP: Rima, 2003.

TUNDISI, J. G. **Gestão da água no Brasil: uma visão interdisciplinar e a necessidade de uma nova governança**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 7–16, 2008.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Banco de dados hidrometeorológicos**. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/bdhi>. Acesso em: 19 set. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Uso racional da água: cartilha para o setor público e privado**. Brasília, DF: ANA, 2010.

ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10339:2015 – Instalações de piscinas – Projeto, execução e manutenção**. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527:2007 – Sistema de aproveitamento de água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2007.

BATISTA, G. T. **Planejamento ambiental para o controle das enchentes**. Taubaté, SP: Universidade de Taubaté, 2004.

BRK AMBIENTAL. **ARSAL homologa nova tabela de tarifas para água e esgoto na Região Metropolitana de Maceió**. 2025. Disponível em: <https://brkambiental.com.br/arsal-homologa-nova-tabela-de-tarifas-para-agua-e-esgoto-na-regiao-metropolitana-de-maceio>. Acesso em: 18 ago. 2025.

BRK AMBIENTAL. **Tabela tarifária de água e esgoto – Maceió/AL**. Disponível em: <https://www.brkambiental.com.br>. Acesso em: 18 ago. 2025.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

COHIM, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A. **Captação e aproveitamento de água de chuvas: dimensionamento de reservatórios**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 9., 2008, Salvador. Anais [...]. Salvador: ABRH, 2008.

COLASIO, A. P. C. **Sistemas de aproveitamento de água da chuva: aspectos técnicos e normativos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2015.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

DA PAZ, A. R. **Hidrologia aplicada**. Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2004.