

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
Instituto de Ciência e Tecnologia - Campus de Sorocaba

FERNANDO SCHIOCHET MORSELI

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE
UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM UMA INDÚSTRIA
GRÁFICA EM TAUBATÉ-SP**

Sorocaba
2026

FERNANDO SCHIOCHET MORSELI

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE
UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM UMA INDÚSTRIA
GRÁFICA EM TAUBATÉ-SP**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Ciência e
Tecnologia de Sorocaba, Universidade
Estadual Paulista (UNESP), como parte
dos requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador(a): Prof. Dr. Leandro Cardoso
de Moraes

Sorocaba

2026

M886e

Morseli, Fernando Schiochet

Estudo de viabilidade técnica e econômica para implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial em uma indústria gráfica em Taubaté-SP / Fernando Schiochet Morseli. -- Sorocaba, 2026

37 p. : tabs., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba

Orientador: Leandro Cardoso de Moraes

1. Águas pluviais. 2. Viabilidade econômica. 3. Sustentabilidade. 4. Indústria gráfica. I. Título.

FERNANDO SCHIOCHET MORSELI

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE
UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM UMA INDÚSTRIA
GRÁFICA EM TAUBATÉ-SP**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba, para obtenção do título de Bacharel(a) em Engenharia Ambiental.

Data de aprovação: 07/07/2026

Trabalho aprovado por meio de parecer, homologado pelo Conselho de Curso em reunião de 07 de julho de 2026.

Sorocaba/SP
2026

AGRADECIMENTOS

Agradeço este trabalho primeiramente a toda minha família, por todo o apoio que tive desde minha infância até os dias de hoje, principalmente meu pai, Renato, e minha mãe, Marinez, que sempre estiveram do meu lado em todos momentos de dificuldade.

Ao meu irmão Felipe, que sempre me deu suporte em diversas decisões que tive em minha vida.

Ao meu orientador Leandro Cardoso de Moraes que me auxiliou no desenvolvimento desse projeto.

Aos funcionários da Gráfica e Editora Valeform, principalmente a Suemy responsável pela gráfica que disponibilizou todos os dados necessários.

“Procure a sabedoria e aprenda a escrever os capítulos mais importantes de sua história nos momentos mais difíceis de sua vida.”

Augusto Cury

RESUMO

A vulnerabilidade hídrica da Bacia do Rio Paraíba do Sul e a severa sazonalidade climática de Taubaté-SP impõem riscos operacionais contínuos ao setor industrial. A dependência exclusiva da rede municipal para rotinas secundárias, como descargas sanitárias e lavagem de pisos, gera ineficiência tarifária e expõe as plantas de manufatura a racionamentos. Frente a este cenário, o estudo avalia a viabilidade técnica, econômica e ambiental da implantação de um Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) em uma indústria gráfica de médio porte. A pesquisa aplicou o dimensionamento hidráulico normatizado pela ABNT NBR 15527:2019, estruturando a simulação de balanço hídrico mensal com base no histórico climatológico local sobre uma área de captação de 558,24 m². A atratividade da obra foi medida pela projeção do fluxo de caixa para um horizonte contábil de 20 anos, estipulando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 12% ao ano. A simulação atestou que uma cisterna de 15.000 litros garante o suprimento de 100% da necessidade não potável, suprimindo o consumo de 116,16 metros cúbicos anuais de água da rede pública. No entanto, os indicadores ratificaram a inviabilidade financeira da intervenção sob o atual modelo de precificação. O orçamento inicial (CAPEX) de R\$ 46.610,00, confrontado com uma economia bruta de R\$ 2.139,67 anuais, resultou em um Valor Presente Líquido (VPL) negativo de R\$ 30.628,15 e uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de apenas 1,7%. A análise de sensibilidade evidenciou que a aprovação do projeto possui maior dependência da eficiência na redução do custo fixo de instalação do que de oscilações na tarifa hídrica. A adoção do sistema desclassifica-se como investimento de lucro direto, justificando-se exclusivamente como um ativo estratégico de resiliência operacional que blindava o chão de fábrica contra desabastecimentos e atende às métricas de governança ambiental ESG.

Palavras-chave: Água pluvial; Viabilidade econômica; Sustentabilidade; Indústria gráfica; Taubaté.

ABSTRACT

Water vulnerability in the Paraíba do Sul River Basin and the marked climate seasonality of Taubaté-SP impose continuous operational risks on the industrial sector. Relying exclusively on the municipal grid for secondary routines, such as toilet flushing and floor washing, generates tariff inefficiencies and exposes manufacturing plants to rationing. Against this backdrop, this study evaluates the technical, economic, and environmental feasibility of implementing a Rainwater Harvesting System (RWHS) in a medium-sized graphic industry. The research applied the hydraulic sizing standardized by ABNT NBR 15527:2019, structuring a monthly water balance simulation based on local historical climate data over a catchment area of 558.24 m². The project's attractiveness was measured by projecting cash flows over a 20-year horizon, setting a Minimum Attractive Rate of Return (MARR) of 12% per year. The simulation showed that a 15,000-liter cistern guarantees 100% of the non-potable demand, replacing the consumption of 116.16 cubic meters of grid water annually. However, the indicators confirmed the financial unfeasibility of the intervention under the current tariff structure. The initial investment (CAPEX) of R\$ 46.610,00, compared to annual gross savings of R\$ 2.139,67, resulted in a negative Net Present Value (NPV) of R\$ 30.628,15 and an Internal Rate of Return (IRR) of only 1.7%. The sensitivity analysis showed that the project's feasibility is highly dependent on reducing the fixed installation costs rather than on water tariff fluctuations. Implementing the system is not a direct-profit investment, but is justified as a strategic asset for operational resilience, shielding the factory floor against water shortages and meeting ESG environmental governance metrics.

Keywords: Rainwater; Economic feasibility; Sustainability; Graphic industry; Taubaté.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Problema de pesquisa.....	9
1.2	Justificativa.....	10
2	OBJETIVO.....	11
2.1	Objetivo Geral.....	11
2.2	Objetivo Especifico	11
2.3	Hipótese de trabalho	12
2.4	Resultados Esperados e Contribuições.....	12
3	FUNDAMENTAÇÃO TEORICA	13
3.1	Escassez hídrica no contexto global, brasileiro e do Vale do Paraíba	13
3.2	Perfil de consumo de água na indústria gráfica: processos, indicadores e padrões de reuso.....	14
3.3	Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP)	15
3.4	Princípios de captação, armazenamento e distribuição	15
3.5	Critérios de dimensionamento (ABNT NBR 15527:2019).....	15
3.6	Qualidade da água pluvial e exigências de tratamento	17
3.7	Ferramentas de análise de viabilidade econômica.....	17
3.8	Payback simples e descontado	17
3.9	Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Índice Benefício-Custo	17
3.10	Indicadores de sustentabilidade e alinhamento aos ODS.....	18
3.11	Barreiras e fatores críticos de sucesso na adoção de SAAP em indústrias paulistas.....	18
3.12	Contribuições esperadas deste estudo.....	18
4	METODOLOGIA.....	20
4.1	Caracterização da Pesquisa.....	20
4.2	Objeto de Estudo e Procedimentos de Coleta de Dados.....	21
4.3	Roteiro de Análise.....	23
4.4	Considerações Ambientais e de Segurança.....	25
5	ESTUDO DE CASO E ANÁLISES.....	26
5.1	Perfil de Consumo de Água Atual.....	26
5.2	Demanda para Usos Não Potáveis.....	27

5.3	Potencial de Oferta de Água Pluvial.....	27
5.4	Dimensionamento e orçamento do sistema.....	27
5.5	Análise econômica.....	30
6	DISCUSSÃO	30
6.1	Análise de Viabilidade Econômica.....	30
6.2	Análise do Potencial de Economia e Benefícios Ambientais.....	31
6.3	Discussão dos Resultados.....	32
6.4	Análise de Sensibilidade.....	32
7	CONCLUSÃO.....	34
	REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

A O setor industrial opera sob pressão tarifária e instabilidade no fornecimento das concessionárias. A água tratada representa um custo operacional fixo que impacta o balanço financeiro das plantas de manufatura (Ana, 2019). O planejamento da produção exige previsibilidade e mitigação de riscos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul ilustra esse limite de operação. O comitê gestor relata um balanço hídrico crítico na região, afetando os polos industriais do eixo Rio-São Paulo (CBH-PS, 2023). O município de Taubaté-SP agrava o quadro com sua forte sazonalidade climática. O verão concentra os índices pluviométricos, enquanto o inverno impõe estiagens prolongadas.

Indústrias gráficas inseridas nesse cenário dependem do fluxo contínuo da rede pública. Elas demandam volumes específicos de água para processos secundários e manutenção predial. A vulnerabilidade a racionamentos ameaça a continuidade dessas rotinas básicas.

1.1 Problema de pesquisa

A Gráfica Valeform, objeto deste estudo, registra um consumo global de 256 m³/ano. Desse volume total, 116,16 m³ (45,3%) abastecem exclusivamente as descargas sanitárias e a lavagem de pisos da área produtiva. Essas duas operações não exigem padrão de potabilidade.

O uso de recursos fornecidos pela rede pública para fins secundários gera ineficiência econômica direta. A empresa paga a tarifa integral da Sabesp por uma água tratada que é descartada diretamente na rede de esgoto. O aproveitamento pluvial funciona como uma solução de engenharia para essa demanda, utilizando os 558,24 m² de telhado metálico disponíveis na edificação (May, 2018).

A viabilidade hidráulica do sistema não garante seu retorno financeiro. Os custos de capital (CAPEX) para a aquisição de cisternas, filtros e conjuntos motobomba conflitam com a economia gerada na fatura mensal. A pesquisa busca responder à seguinte questão: a instalação de um sistema de captação pluvial na Gráfica Valeform atinge atratividade econômica sob o atual modelo tarifário da região?

1.2 Justificativa

A implantação do sistema reduz a vulnerabilidade operacional da planta industrial. A gráfica adquire autonomia parcial para manter a higienização de pisos e sanitários operantes durante falhas de abastecimento ou períodos de seca severa.

O estudo avalia a viabilidade real da engenharia ambiental aplicada ao setor privado. A análise por fluxo de caixa (Payback e VPL) testa se a economia mensal de água justifica a alocação de capital da empresa (Villar e Moruzzi, 2021). A matemática financeira separa projetos sustentáveis executáveis de passivos financeiros.

No âmbito da infraestrutura, a captação funciona como um amortecedor hídrico. A cisterna retém o volume de escoamento superficial do telhado durante tempestades, aliviando a rede de drenagem urbana (Pierobon; Gastaldini; Bortoluzzi, 2018). Para a organização, mensurar a redução de 45,3% no consumo da rede valida suas métricas ambientais corporativas com dados auditáveis e rastreáveis (Costa; Silva; Bezerra, 2019).

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

A otimização do uso de recursos hídricos é um desafio estratégico para o setor industrial, especialmente em regiões de balanço hídrico sensível como o Vale do Paraíba. O objetivo geral deste trabalho é, portanto, demonstrar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais (SAAC) para suprir os usos não potáveis na planta de uma indústria gráfica em Taubaté-SP. A análise será fundamentada em um modelo quantitativo, considerando as especificidades da edificação e seu potencial de captação.

2.2 Objetivo Específico

Para o cumprimento do objetivo geral, torna-se necessário percorrer uma sequência de metas específicas e metodologicamente encadeadas. Estas etapas permitirão a análise aprofundada do problema e a fundamentação dos resultados. Os objetivos específicos são:

- a) Dimensionar hidraulicamente o sistema de aproveitamento de água pluvial, incluindo o cálculo do volume ideal do reservatório e a especificação dos componentes de tratamento preliminar, em estrita conformidade com os parâmetros técnicos estabelecidos pela norma ABNT NBR 15527:2019;
- b) Estimar o potencial de redução no consumo de água potável fornecida pela concessionária, em metros cúbicos anuais (m^3 /ano), e a consequente economia financeira decorrente da diminuição dos custos com as tarifas de água e esgoto;
- c) Efetuar a análise de retorno econômico do investimento, por meio do cálculo de indicadores financeiros como o Payback Simples, o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR), a fim de avaliar a atratividade do projeto sob a ótica da gestão empresarial;
- d) Avaliar as contribuições do projeto para a sustentabilidade corporativa, correlacionando os resultados obtidos com as metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030,

notadamente o ODS 6 (Água Potável e Saneamento) e o ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura);

e) Verificar a conformidade da solução proposta com a legislação ambiental e os códigos de obras e posturas em âmbitos municipal e estadual, assegurando a legitimidade técnica e jurídica da intervenção;

f) Propor diretrizes básicas de operação e manutenção do sistema, visando garantir sua eficiência, longevidade e a manutenção da qualidade da água armazenada para os fins não potáveis designados.

2.3 Hipótese de trabalho

Para nortear a investigação, formula-se a hipótese central de que a implementação de um sistema de aproveitamento pluvial, dimensionado para a demanda não potável da indústria, apresenta atratividade financeira. Essa viabilidade se confirma caso o período de retorno de capital (payback) seja inferior a dez anos, limite referencial comumente adotado para investimentos em ecoeficiência. Assume-se, secundariamente, que a operação do sistema garantirá uma redução superior a 30% no consumo atual de água tratada da edificação.

2.4 Resultados Esperados e Contribuições

Espera-se, ao final desta pesquisa, apresentar um estudo de caso que valide ou refute a premissa formulada. As contribuições dividem-se em duas frentes principais. No âmbito da empresa-alvo, o projeto entrega diretrizes numéricas para a tomada de decisão, estruturadas a partir da quantificação dos ganhos operacionais e tarifários.

Para a academia, a pesquisa atua fornecendo dados empíricos sobre a operação real dessas tecnologias no Vale do Paraíba. As ferramentas de análise empregadas como as planilhas de balanço hídrico e de simulação econômica estruturam um modelo aplicável à replicação em outras indústrias. A aplicação prática desse método age diretamente no aumento da resiliência hídrica e da autonomia do setor produtivo regional.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo consolida as bases normativas e operacionais para a avaliação de viabilidade de Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP). A revisão bibliográfica conecta a gestão de recursos hídricos ao perfil operacional do setor gráfico. A estruturação teórica que segue fundamenta a escolha das ferramentas financeiras e de engenharia aplicadas na planta em estudo.

3.1 Escassez hídrica no contexto global, brasileiro e do Vale do Paraíba

A segurança hídrica condiciona a estabilidade das cadeias produtivas globais (Un-Water, 2021). Relatórios recentes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022) atestam que a demanda antrópica, somada à frequência de eventos climáticos extremos, ameaça a continuidade do abastecimento. Atualmente, parcela expressiva da população global já lida com a restrição de acesso à água em períodos críticos do ano.

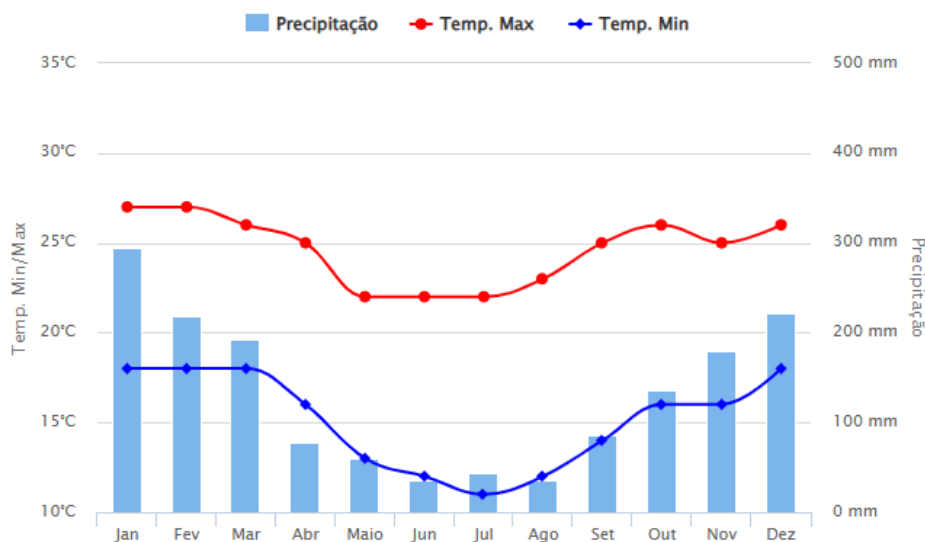
No Brasil, a disponibilidade nominal de 12% da água doce superficial do planeta mascara uma assimetria distributiva severa. O Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos (Ana, 2023) aponta que a região Sudeste concentra 52% do PIB industrial, mas dispõe de apenas 6% da reserva hídrica nacional. A crise de 2014-2015 exemplifica como essa limitação física impõe racionamentos e restrições financeiras diretas ao setor produtivo (Soriano et al., 2016).

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul (UGRHI-02) opera exatamente sobre essa margem de estresse. O município de Taubaté-SP, inserido na bacia, apresenta um índice de criticidade hídrica classificado como preocupante pelo comitê gestor (CBH-PS, 2023). A alta demanda contínua das indústrias locais confronta a disponibilidade dos mananciais.

A vulnerabilidade da região é agravada por uma dinâmica de chuvas altamente sazonal. Os dados climatológicos consolidados em uma série histórica de 30 anos (Gráfico 1) demonstram a alternância clara entre um verão chuvoso (dezembro a março) e uma estiagem severa no inverno (junho a agosto).

Gráfico 1 – Climatológica de Precipitação e Temperatura em Taubaté-SP

📍 Taubaté - BR



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A precipitação total de 1.581 mm/ano representa um volume hídrico considerável para captação predial. A dificuldade de engenharia, porém, reside na variação extrema de oferta: do pico de 295 mm em janeiro para apenas 36 mm em meses como junho e agosto. Projetos industriais de reaproveitamento exigem, portanto, um sistema de armazenamento fisicamente dimensionado para garantir o suprimento na estiagem.

3.2 Perfil de consumo de água na indústria gráfica: processos, indicadores e padrões de reuso

O setor gráfico caracteriza-se por um consumo focado na manutenção de maquinário e em rotinas prediais, diferindo das indústrias de base. Abastecer esses processos auxiliares exclusivamente com água tratada da concessionária gera uma ineficiência direta de custos. Parâmetros da indústria europeia indicam um consumo de 5 a 20 litros por quilograma de papel processado, métrica que varia conforme o parque tecnológico instalado (Huber; Ruter, 2019).

A impressão offset, tecnologia predominante no objeto de estudo, concentra sua demanda hídrica em pontos de operação específicos (Karthik et al., 2020):

- a) Limpeza de equipamentos, lavagem de blanquetas, rolos e tinteiros, etapa que consome até metade do volume total da planta.
- b) Processamento de chapas CtP, rotinas de revelação e enxágue das matrizes de impressão.
- c) Solução de molha, mistura estabilizadora entre tinta e água aplicada nas chapas.
- d) Usos não-industriais, descargas de sanitários, lavagem de pisos produtivos e manutenção de áreas comuns.

A análise técnica dessas atividades atesta que a maior parte da demanda prescinde de potabilidade, com exceção da calibração da solução de molha. As rotinas de lavagem predial e descargas configuram a parcela ideal para substituição imediata, viabilizando a conversão tarifária pela água de chuva captada.

3.3 Sistemas de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP)

Um SAAP atua como uma infraestrutura descentralizada de utilidades na planta fabril. O projeto integra fisicamente a captação, o armazenamento, o tratamento primário e a distribuição da água da chuva exclusivamente para aplicações secundárias (May, 2018).

3.4 Princípios de captação, armazenamento e distribuição

A montagem do sistema exige o acoplamento de componentes modulares. A norma ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019) exige calhas compatíveis com o volume de projeto, condutores de descida, descarte automático da primeira lavagem do telhado (first-flush), filtragem preliminar e a cisterna. A operação contínua requer ainda bombeamento autônomo e um by-pass (makeup) conectado à rede pública, acionado apenas quando a reserva pluvial atinge níveis críticos.

3.5 Critérios de dimensionamento (ABNT NBR 15527:2019)

O dimensionamento da cisterna é o fator determinante do custo de capital e da viabilidade da intervenção. Um reservatório pequeno mantém a dependência da rede Sabesp, enquanto um tanque superdimensionado imobiliza recursos sem retorno de capital proporcional. A normatização brasileira prioriza a simulação matemática do balanço hídrico para obter a máxima precisão, definindo o volume de oferta teórica pela Equação 1:

$$V = P \times A \times C \times \eta$$

Onde:

V: Volume de água pluvial captável (L).

P: Precipitação pluviométrica no período (mm).

A: Área de captação horizontal (m²).

C: Coeficiente de escoamento superficial (runoff). Para telhas metálicas adota-se o índice de 0,90.

η : Eficiência do filtro e perdas hidráulicas (padrão de 0,90).

Os parâmetros adotados no Brasil seguem uma lógica de cálculo amparada em dados empíricos locais. A Tabela 1 contrapõe o método nacional às diretrizes técnicas de sistemas internacionais, ilustrando os diferentes critérios de engenharia

Tabela 1 – Quadro-resumo comparativo entre normas de dimensionamento de SAAP

Critério	ABNT NBR 15527:2019 (Brasil)	DIN 1989-100:2017 (Alemanha)	AS/NZS 3500.3:2021 (Austrália/NZ)
Método Principal	Recomenda simulação de balanço hídrico mensal ou diário para maior precisão.	Método simplificado baseado no menor valor entre a oferta e 6% do consumo anual de água.	Tabelas e gráficos baseados em zonas climáticas e demanda para sistemas residenciais.
Descarte de Primeira Chuva	Recomenda desvio de 2 L/m ² de área de captação.	Mandatório, com cálculo baseado na poluição atmosférica local.	Mandatório, requer dispositivos de desvio da primeira lavagem.
Fonte de Dados	Exige séries históricas locais com no mínimo 10 anos.	Dados oficiais da agência meteorológica alemã (DWD).	Dados pluviométricos regionalizados oficiais.

Fonte: Elaborado pelo autor adaptando autores (2025).

O contraste normativo atesta que a ABNT privilegia a modelagem contínua calcada em séries históricas de chuva da própria cidade de instalação. Isso impede o

uso de médias generalistas e garante que a definição do reservatório acompanhe fielmente o regime sazonal do Vale do Paraíba, otimizando o gasto com o tanque

3.6 Qualidade da água pluvial e exigências de tratamento

O primeiro escoamento da chuva carrega material particulado depositado no telhado e fuligem atmosférica. Para que esse volume alimente descargas e mangueiras sem entupir válvulas, a ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019) determina a remoção física de sólidos. Recomenda-se, adicionalmente, a aplicação de pastilhas de cloro ou radiação ultravioleta no reservatório para evitar a proliferação biológica da água estocada.

3.7 Ferramentas de análise de viabilidade econômica

A aprovação de um projeto ambiental em uma linha de produção privada depende diretamente do seu retorno financeiro. A matemática financeira fornece os indicadores necessários para provar à diretoria se o corte na tarifa de água compensa os gastos de engenharia.

3.8 Payback simples e descontado

O Payback Simples entrega o número em anos necessários para que a economia na conta de água pague o custo de instalação (CAPEX). A métrica é de rápida compreensão, mas falha por não considerar o efeito da inflação. O Payback Descontado corrige esse erro técnico ao aplicar uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA), descontando o dinheiro no tempo e revelando o prazo real em que o sistema se paga.

3.9 Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Índice Benefício-Custo

O Valor Presente Líquido (VPL) transfere as estimativas futuras de economia para a data de instalação. Projetos que atingem um VPL positivo indicam aumento direto de caixa para a empresa ao final da vida útil. Simultaneamente, a Taxa

Interna de Retorno (TIR) revela o percentual exato do rendimento gerado pelo investimento. A regra de aceitação exige que a TIR da cisterna supere a TMA estipulada pela corporação.

O Índice Benefício-Custo (IBC) mede a proporção entre as vantagens auferidas e as despesas contraídas. O uso integrado dessas três ferramentas impede distorções analíticas e consolida um estudo de viabilidade estritamente profissional para a tomada de decisão (Villar; Moruzzi, 2021).

3.10 Indicadores de sustentabilidade e alinhamento aos ODS

O sistema de captação ultrapassa o benefício tarifário ao transformar a edificação em um amortecedor hídrico urbano. O projeto alinha diretamente as instalações fabris aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) mapeados pelas Nações Unidas:

ODS 6 (Água Potável e Saneamento): Otimiza as retiradas de mananciais limpos para a indústria (Meta 6.4).

ODS 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura): Adapta o parque construído a uma operação com eficiência de recursos (Meta 9.4).

ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis): Institui uma prática rastreável de conservação na manufatura (Meta 12.2).

3.11 Barreiras e fatores críticos de sucesso na adoção de SAAP em indústrias paulistas

A conversão das plantas esbarra rotineiramente no alto custo dos reservatórios e em estimativas falhas de precipitação por parte dos projetistas (Marques *et al.*, 2022). O sucesso dessas instalações exige a demonstração contábil exata da amortização do capital para superar a desconfiança gerencial, operando em conformidade com as exigências sanitárias do município.

3.12 Contribuições esperadas deste estudo

As publicações especializadas privilegiam a análise de captação em setores industriais de grande porte. O dimensionamento técnico atrelado ao

acompanhamento econômico de longo prazo para médias gráficas demanda registros práticos. A presente investigação documenta a operação dessa tecnologia na realidade do interior paulista. O balanço hídrico aliado aos indicadores de caixa estabelece um protocolo pragmático para gestores industriais reduzirem sua dependência da malha urbana de abastecimento.

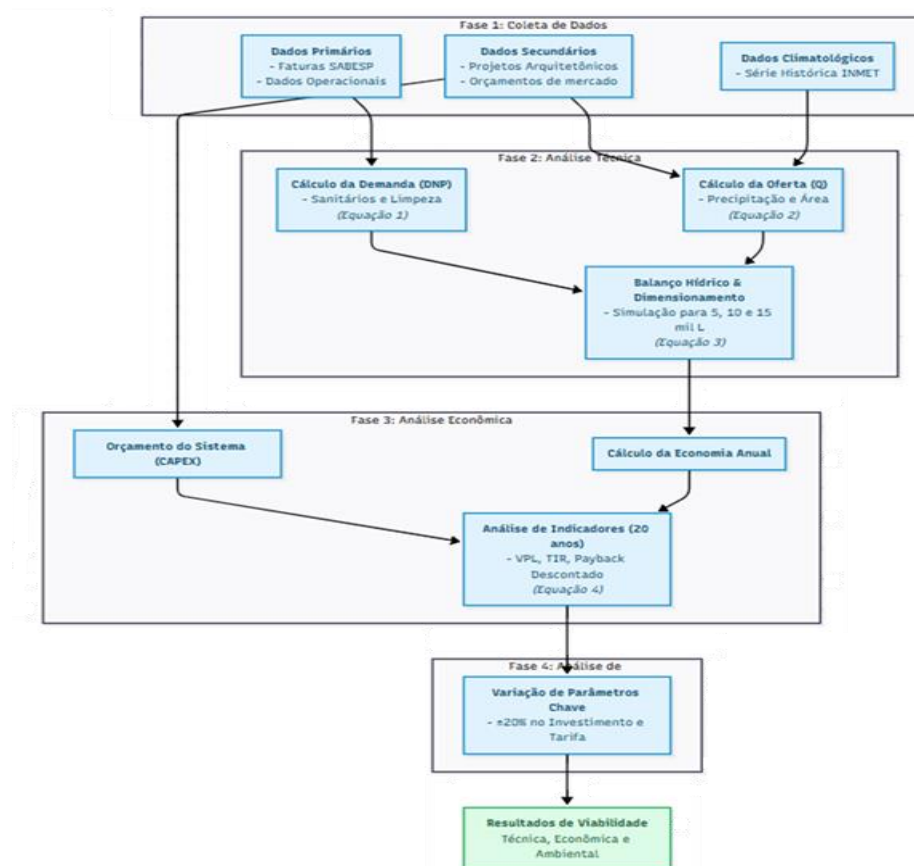
4 METODOLOGIA

Este capítulo detalha os procedimentos adotados para o estudo de viabilidade do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) na Gráfica Valeform. O percurso da pesquisa, a coleta de variáveis operacionais e os métodos de cálculo financeiro são descritos sequencialmente. O objetivo é assegurar a transparência dos dados e a replicabilidade técnica da simulação.

4.1 Caracterização da Pesquisa

A investigação configura-se como um estudo de caso quantitativo. O método divide-se em quatro etapas sequenciais para avaliar o impacto da substituição hídrica no chão de fábrica. A Figura 1 mapeia o fluxo completo, partindo do levantamento físico até a análise de sensibilidade financeira.

Figura 1 – Fluxograma das etapas metodológicas



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O encadeamento visual atesta que a aprovação do projeto depende do sucesso em múltiplas fases. A viabilidade hidráulica precisa, obrigatoriamente, sustentar-se na simulação econômica posterior para validar a adoção do sistema pela empresa.

4.2 Objeto de Estudo e Procedimentos de Coleta de Dados

4.2.1 Caracterização do Objeto de Estudo

A pesquisa foca em uma indústria gráfica de médio porte localizada em Taubaté-SP. A planta industrial conta com uma área de cobertura em telhas metálicas de 558,24 m², que atuará como superfície de captação. Os pontos de consumo não potável restringem-se a quatro sanitários, utilizados por 16 funcionários, e à higienização do piso predial.

4.2.2 Coleta e Tratamento de Dados

O levantamento baseou-se em fontes extraídas da operação real da empresa. Utilizou-se a série histórica de 12 meses (agosto de 2024 a julho de 2025) das faturas da SABESP para definir a estrutura tarifária. O setor administrativo forneceu o regime de trabalho de 21 dias úteis e a frequência semanal de limpeza. A Figura 2 representa as faturas da SABESP durante o período mencionado anteriormente.

Figura 2 – Histórico de consumo de água potável.



Fonte: SABESP (2025), adaptada pelo autor.

Os dados climatológicos vieram da estação meteorológica de Taubaté (INMET), abrangendo a Normal de 1991 a 2020. As cotações de mercado para os equipamentos e a definição do coeficiente de escoamento seguiram a norma técnica vigente. A Tabela 2 consolida as variáveis que alimentam o modelo matemático.

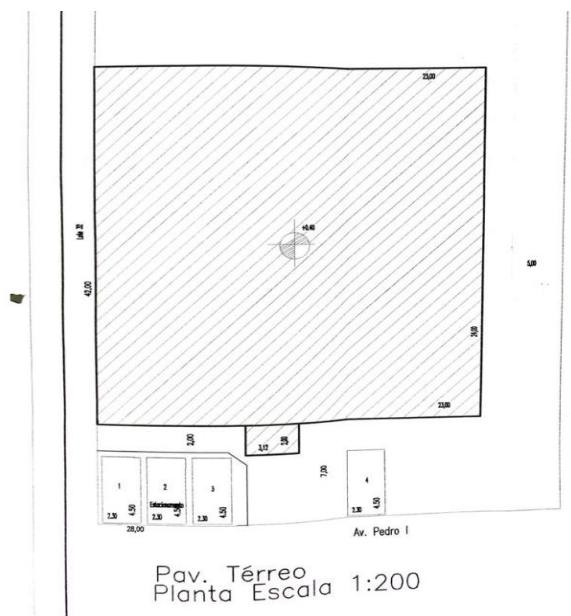
Tabela 2 – Fontes de Dados e Variáveis da Pesquisa

Variável	Símbolo	Unidade	Fonte	Periodicidade
Precipitação	P	mm	INMET (Estação 83781)	Mensal (Normal 1991-2020)
Área de captação	A	m ²	Projeto arquitetônico	Pontual
Coeficiente de escoamento	C	Adimensional	ABNT NBR 15527:2019	Pontual
Nº de colaboradores	N	Adimensional	Dados da empresa	Pontual
Custo da água	Cm	R\$/m ³	Faturas da SABESP	Mensal
Investimento Inicial	I_0	R\$	Orçamentos de fornecedores	Pontual
Taxa Mínima de Atratividade	TMA	% a.a.	BNDES (2025)	Pontual

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A centralização desses parâmetros garante que a simulação reflita as condições exatas do galpão. A adoção de dados oficiais de precipitação impede distorções no dimensionamento do tanque ao longo das diferentes estações do ano. Abaixo com as figuras podemos observar o projeto arquitetônico e uma vista aérea do edifício capturada por drone.

Figura 3 - planta escala 1:200 do edifício da Valeform.



Fonte: Empresa Valeform (2025), adaptado pelo autor.

Figura 4 – Vista aérea capturada por drone da Gráfica Valeform.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

4.3 Roteiro de Análise

4.3.1 Cálculo da Necessidade de Água Não Potável (DNP)

O volume mensal exigido para fins secundários (DNP) soma os gastos com vasos sanitários e a lavagem predial. O consumo dos banheiros foi calculado pela Equação 2, multiplicando-se o número de usuários pelas descargas diárias.

$$DS = N \times k \times Vd \times Du \text{ (Equação 2)}$$

Onde N = 16 colaboradores; k = 3 usos diários por pessoa; Vd = 6 litros por descarga; e Du = 21 dias úteis mensais.

A necessidade hídrica para limpeza considerou a área de piso e o cronograma da gestão. Aplicou-se um coeficiente prático de 1,5 litros por metro quadrado a cada lavagem para estimar esse gasto.

4.3.2 Cálculo da Oferta Potencial de Água Pluvial (Q)

A estimativa do volume mensal passível de captação (Q) baseou-se na ABNT NBR 15527:2019. A Equação 3 correlaciona o índice de chuvas com a área física do telhado disponível.

$$Q = P \times A \times C \text{ (Equação 3)}$$

Onde P representa a precipitação média mensal; A indica a área de 558,24 m²; e C é o coeficiente de escoamento adotado como 0,90.

4.3.3 Dimensionamento do Reservatório

A escolha da cisterna seguiu o Método da Simulação Mensal, indicado pela norma técnica para conferir precisão ao estudo. A equação de balanço hídrico (Equação 4) foi estruturada em planilha eletrônica para mensurar o volume acumulado a cada mês.

$$V_n = V_{n-1} + Q_n - DNP_n \text{ (Equação 4)}$$

Onde V_n é o estoque de água no final do mês analisado, limitado à capacidade máxima do tanque testado. O balanço avaliou o comportamento de três reservatórios comerciais distintos: 5.000, 10.000 e 15.000 litros.

4.3.4 Análise Econômico-Financeira

A atratividade da obra foi medida pelos indicadores de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback Descontado. O horizonte da simulação foi cravado em 20 anos, espelhando a vida útil contábil dos equipamentos adquiridos.

A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) foi definida em 12% ao ano. Esse índice de corte representa o custo de oportunidade do capital corporativo da gráfica perante aplicações de mercado e linhas de crédito.

O orçamento inicial (CAPEX) incluiu os custos reais de cisterna, bombas, tubulação e mão de obra. A Economia Líquida de Caixa (ECt) resultou do corte na fatura mensal da SABESP, subtraindo-se as despesas de manutenção predial (OPEX).

O Valor Presente Líquido (VPL) aplicou a Equação 5 para trazer o fluxo de caixa à data zero do projeto.

$$VPL = \sum [ECt / (1 + TMA)^t] - I_0 \text{ (Equação 5)}$$

A viabilidade exige um VPL estritamente superior a zero. A TIR, por sua vez, determinou a rentabilidade exata da intervenção. Para o investimento ser viável, essa taxa precisaria superar a barreira dos 12% estipulada no estudo.

4.3.5 Análise de Sensibilidade

A segurança do modelo financeiro foi testada contra oscilações tarifárias e variações climáticas. A investigação isolou três variáveis críticas: precipitação pluviométrica, tarifa de água e valor do investimento inicial.

Esses parâmetros sofreram distorções em faixas de $\pm 10\%$ e $\pm 20\%$. O mapeamento do impacto direto sobre o VPL revelou o nível de exposição da empresa caso as premissas originais não se concretizem.

4.4 Considerações Ambientais e de Segurança

A montagem do sistema classifica-se como intervenção de baixo impacto, o que dispensa licenciamentos rigorosos conforme a Resolução CONAMA nº 237/1997. A execução predial exige, contudo, o seguimento de protocolos estritos de operação sanitária.

O projeto determina a sinalização visual e explícita de toda a rede secundária. As tubulações assumirão um padrão de cores distinto para impossibilitar o consumo humano inadvertido, protegendo a saúde ocupacional do quadro de funcionários.

5 ESTUDO DE CASO E ANÁLISES

Este capítulo aplica os procedimentos metodológicos na planta industrial da Gráfica Valeform. Os dados operacionais alimentam a simulação técnica e o fluxo de caixa do projeto. O objetivo é testar a viabilidade da engenharia ambiental frente à realidade tarifária e climática do município de Taubaté-SP.

5.1 Perfil de Consumo de Água Atual

A modelagem financeira exige o rastreamento exato do custo da água na operação atual. O levantamento abrangeu doze faturas consecutivas da SABESP para compor a linha de base do estudo, evitando distorções pontuais de faturamento. A Tabela 3 consolida o volume auditado e o impacto no caixa da empresa.

Tabela 3 – Consumo histórico mensal de água da indústria gráfica
(período de 12 meses)

Mês de Referência	Consumo Registrado (m³)	Custo Total (Água + Esgoto) (R\$)
Mês 1	27	563,31
Mês 2	25	500,59
Mês 3	25	500,59
Mês 4	26	531,83
Mês 5	18	307,04
Mês 6	12	194,99
Mês 7	25	500,59
Mês 8	20	344,39
Mês 9	21	375,63
Mês 10	18	307,04
Mês 11	20	302,77
Mês 12	19	286,36
Total Anual	256	4.715,13
Média Mensal	21,3	392,93
Custo Médio	-	R\$ 18,42/m³

Fonte: Faturas da SABESP (2025).

O custo médio ponderado atinge R\$ 18,42 por metro cúbico. A flutuação de consumo ao longo do ano reflete a dinâmica de produção gráfica. A queda expressiva para 12 m³ no sexto mês sinaliza períodos de recesso coletivo ou baixa sazonal nas

encomendas. Esse valor tarifário unitário de R\$ 18,42 opera como o balizador exclusivo das receitas futuras do projeto.

5.2 Demanda para Usos Não Potáveis

O dimensionamento da necessidade secundária isola as rotinas que dispensam o padrão de potabilidade. Os 16 colaboradores da planta, realizando três usos diários em vasos sanitários de seis litros durante 21 dias úteis, demandam 6,05 m³ mensais. Simultaneamente, a lavagem semanal dos 558,24 m² de piso fabril consome 3,63 m³ por mês.

A soma dessas operações fixa a demanda não potável da planta em exatos 9,68 m³/mês. Anualmente, a gráfica descarta 116,16 m³ de água tratada diretamente na rede de esgoto para manter o chão de fábrica e os banheiros operacionais.

5.3 Potencial de Oferta de Água Pluvial

A captação projetada sobre o telhado metálico coleta volumes que superam a necessidade da operação gráfica. No pico do verão (janeiro), a precipitação de 295 mm em Taubaté gera uma oferta teórica de 148,21 m³. Durante o ápice da estiagem no inverno (junho e agosto), a precipitação despenca para 36 mm mensais.

Ainda no cenário mais crítico de seca, o telhado retém 18,09 m³ de água. O balanço hidráulico comprova que a oferta no mês mais seco representa quase o dobro da demanda mensal fixa de 9,68 m³. O gargalo hídrico não reside na falta de chuvas na bacia, mas na capacidade de estocar esse volume para o uso contínuo.

5.4 Dimensionamento e Orçamento do Sistema

A simulação computacional de balanço hídrico atesta que a captação supera a demanda em todos os 12 meses do ano. Como resultado, reservatórios de 5.000, 10.000 ou 15.000 litros garantem 100% de suprimento para as descargas e lavagens. A decisão de engenharia, contudo, recai sobre a cisterna de 15.000 litros. O sobredimensionamento atua como um pulmão hídrico de segurança contra secas extremas que fogem à média histórica.

Tabela 4 – Orçamento estimado para implantação do SAAP com reservatório de 15.000 L

Item	Unidade	Quant.	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)
Materiais				
Reservatório PRFV 15.000 L	unid.	1	13.500,00	13.500,00
Pacote de Bombeamento e Filtragem	unid.	1	26.000,00	26.000,00
<i>Subtotal Material</i>	-	-	-	39.500,00
Mão de Obra e Serviços				
Instalação e Fundações (18% mat.)	serv.	1	7.110,00	7.110,00
Investimento Total (I₀)	-	-	-	46.610,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O capital inicial exigido (CAPEX) soma R\$ 46.610,00. O reservatório de fibra compõe uma fatia menor do custo. Os equipamentos de bombeamento e filtragem respondem por mais da metade desse orçamento (R\$ 26.000,00). A tecnologia de tratamento exige um padrão de qualidade que eleva o preço final da instalação em empreendimentos de médio porte.

5.5 Análise Econômica

A substituição total dos 116,16 m³/ano de água da rede municipal gera uma economia de R\$ 2.139,67 anuais. Esse valor atua como o fluxo de receita limpa para amortizar o tanque. A Tabela 5 consolida as métricas da matemática financeira sob a imposição de um horizonte de 20 anos de vida útil do equipamento.

Tabela 5 – Indicadores de viabilidade econômica do projeto

Indicador	Valor	Conclusão
Payback Simples	21,8 anos	Superior à vida útil (20 anos)
Valor Presente Líquido (VPL)	-R\$ 30.628,15	Inviável financeiramente
Taxa Interna de Retorno (TIR)	1,7%	Inviável financeiramente (TIR < 12%)
Payback Descontado	Não ocorre	Não há retorno dentro da vida útil

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A viabilidade do projeto sucumbe ao custo do capital. A Taxa Interna de Retorno (TIR) atinge apenas 1,7% ao ano, paralisada frente à Taxa Mínima de Atratividade (TMA) estipulada em 12%. O Valor Presente Líquido afunda para -R\$ 30.628,15. A matemática prova que a poupança tarifária de dois mil reais anuais não

possui força de caixa para pagar uma intervenção física de quarenta e seis mil reais dentro do prazo contábil.

6 DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta a síntese dos dados operacionais e financeiros obtidos na aplicação do modelo de aproveitamento pluvial. A viabilidade técnica do sistema é confrontada com o custo de capital da indústria, utilizando a literatura técnica para explicar o comportamento dos indicadores econômicos e o papel estratégico do projeto frente às exigências de sustentabilidade.

6.1 Análise de Viabilidade Econômica

A implantação do sistema demanda um investimento inicial (CAPEX) de R\$ 46.610,00. A substituição de 116,16 m³ anuais de água da rede pública gera uma economia bruta de R\$ 2.139,67 por ano. Os resultados foram projetados sob um horizonte de 20 anos, considerando a vida útil dos equipamentos, com uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 12% ao ano.

Tabela 6 – Parâmetros e Resultados da Análise de Viabilidade Econômica

Parâmetro/Indicador	Unidade	Valor
Premissas de Entrada		
Investimento Inicial (CAPEX)	R\$	46.610,00
Economia Anual Bruta	R\$/ano	2.139,67
Vida Útil do Projeto	anos	20
Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	% a.a.	12,0
Indicadores de Resultado		
Payback Simples	anos	21,8
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$	-30.628,15
Taxa Interna de Retorno (TIR)	%	1,7
Payback Descontado	anos	Não ocorre

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Os indicadores apontam que o projeto não atinge os critérios corporativos de atratividade. O Payback Simples de 21,8 anos excede o ciclo de vida projetado

para a instalação. O Valor Presente Líquido (VPL) de -R\$ 30.628,15 e a Taxa Interna de Retorno (TIR) de 1,7% confirmam que o capital imobilizado não encontra retorno superior ao custo de oportunidade da empresa. Conforme Villar e Moruzzi (2021), a utilização conjunta desses indicadores em estudos industriais permite uma visão precisa do fluxo de caixa, demonstrando que o investimento atual é inferior à meta de 12% estipulada pela gestão.

6.2 Análise do Potencial de Economia e Benefícios Ambientais

A implementação do SAAP atende integralmente a necessidade hídrica secundária da planta, suprimindo o consumo de 116,16 m³ anuais de água tratada. A Figura 5 ilustra a representatividade dessa substituição no perfil de consumo da gráfica.

Figura 5 – Comparativo do consumo anual de água potável para fins não potáveis (m³)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A redução de 116,16 m³ no consumo anual alivia a demanda sobre os mananciais que abastecem Taubaté. Conforme Marinoski e Ghisi (2017), a economia de água potável em plantas industriais brasileiras é o primeiro passo para a gestão de recursos que previne o desabastecimento. Embora o impacto volumétrico seja

modesto na escala da empresa, ele é relevante na estratégia de mitigação de riscos de escassez regional.

6.3 Discussão dos Resultados

O descompasso entre a viabilidade técnica e a financeira é um padrão discutido por May (2018). O autor mapeia que indústrias com baixa necessidade de água para processos secundários encontram dificuldade em diluir o CAPEX de sistemas de filtragem e bombeamento de alto padrão. Como observado na Gráfica Valeform, o custo fixo de instalação representa a maior barreira de entrada, pois o ganho volumétrico de economia não possui escala suficiente para justificar o desembolso inicial sob o regime tarifário vigente.

Pacheco et al. (2020) atestam que, no setor industrial do interior paulista, sistemas de captação pluvial devem ser interpretados como mecanismos de resiliência, não apenas de lucro direto. O reservatório de 15.000 litros blinda o chão de fábrica contra racionamentos e falhas no abastecimento urbano, garantindo a continuidade operacional. Esse "seguro de suprimento" representa um benefício estratégico que a matemática financeira convencional, focada em métricas de curto prazo, não mensura.

Sob uma perspectiva macroeconômica, Costa et al. (2019) argumentam que a sustentabilidade industrial impõe custos que são arcados pela empresa, mas que geram benefícios públicos de infraestrutura. O reservatório atua como um pulmão de drenagem, reduzindo o aporte hídrico à rede de macrodrenagem municipal durante eventos de chuva intensa. Essa externalidade positiva, embora não componha o VPL, situa a gráfica em patamares superiores de governança corporativa e conformidade ESG.

6.4 Análise de Sensibilidade

A resiliência financeira do projeto foi testada frente a variações nos preços de insumos e no comportamento da tarifa hídrica. A Tabela 6.2 detalha como o VPL reage a flutuações de $\pm 20\%$ nas variáveis de maior impacto.

Tabela 7 – Análise de Sensibilidade do VPL e Payback Descontado

Cenário	Variação	VPL (R\$)	Payback Descontado (anos)
Base	-	-30.628,15	Não ocorre
Investimento	-20%	-21.306,15	Não ocorre
	+20%	-39.950,15	Não ocorre
Tarifa de Água	-20%	-33.827,49	Não ocorre
	+20%	-27.428,81	Não ocorre

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

O comportamento dos dados revela que o CAPEX é a variável de maior peso no modelo. Uma redução de 20% no investimento inicial melhora o VPL em R\$ 9.322,00, enquanto um aumento de 20% na tarifa de água — que elevaria a economia anual — melhora o VPL em apenas R\$ 3.199,34.

Essa conclusão traz um "valor novo" à análise: o projeto é muito mais sensível à eficiência da obra (custo de instalação) do que à valorização da água. Portanto, a viabilidade financeira do SAAP nesta gráfica depende prioritariamente de otimizações de projeto que reduzam o investimento fixo, dado que as variações tarifárias possuem impacto insuficiente para inverter a inviabilidade apresentada.

7 CONCLUSÃO

O dimensionamento técnico do Sistema de Aproveitamento de Águas Pluviais (SAAP) na Gráfica Valeform provou ser capaz de suprir 100% da necessidade hídrica para fins não potáveis. A cisterna de 15.000 litros garante o atendimento contínuo das descargas sanitárias e da lavagem predial, assegurando autonomia para a planta e mitigando os riscos de desabastecimento impostos pela sazonalidade climática do Vale do Paraíba.

Sob a perspectiva financeira, porém, o projeto não alcança o ponto de equilíbrio exigido pela empresa. O investimento de R\$ 46.610,00 resulta em um VPL negativo de R\$ 30.628,15 e uma TIR de 1,7% ao ano. Esses números indicam que a economia tarifária anual de R\$ 2.139,67 é insuficiente para amortizar o capital imobilizado dentro do horizonte de 20 anos, não atendendo à Taxa Mínima de Atratividade corporativa de 12%.

A análise de sensibilidade evidenciou que a viabilidade do SAAP é altamente dependente da redução do custo de implementação. O modelo provou ser mais sensível a variações no CAPEX do que a oscilações na tarifa de água. Para que o VPL atingisse níveis de atratividade, seriam necessárias reduções superiores a 20% no custo inicial de instalação, aproximando o investimento do patamar de R\$ 37.000,00, ou a obtenção de linhas de crédito subsidiadas com encargos financeiros inferiores aos praticados pelo mercado.

Portanto, o SAAP não deve ser classificado como um investimento de lucro direto, mas sim como um ativo de proteção operacional. A infraestrutura atua como um seguro contra crises de abastecimento, garantindo a continuidade produtiva em períodos de seca e integrando a gráfica às práticas de governança ESG através da conservação de recursos hídricos. A implementação é tecnicamente recomendada, desde que a gestão corporativa considere os benefícios da resiliência hídrica e da responsabilidade ambiental como ativos estratégicos que complementam a análise de retorno contábil.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. F. **Modelo para dimensionamento e análise econômica de sistemas de aproveitamento de água de chuva para edifícios comerciais**. 2018. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527: Água de chuva — Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis — Requisitos**. Rio de Janeiro, 2019.
- COSTA, F. G.; SILVA, T. F. G.; BEZERRA, S. M. C. **Estudo da viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial no setor industrial**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 8, n. 2, p. 496-515, 2019.
- COUTINHO, A. P.; KOBIYAMA, M.; MONTENEGRO, S. M. G. L. **Potencial de aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em uma indústria têxtil no semiárido**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 23, 2018.
- DANTAS, F. A. C.; MELO, A. S. **Otimização de reservatório de água de chuva para fins não potáveis em edificações comerciais**. Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 5, n. 2, p. 201-210, 2020.
- FREITAS, W. K. S.; PEREIRA, D. J. A. **Análise de Viabilidade Técnica e Econômica da Implementação de Sistema de Captação de Água Pluvial em Indústria de Confecção**. Revista Tecnologia & Inovação, v. 10, n. 2, 2019.
- GHISI, E.; LUPPI, G. **Aproveitamento de água pluvial em edificações**. In: CARAM, L.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. (org.). **Projeto e sustentabilidade na prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. p. 187-206.
- LIMA, F. C. S. **Viabilidade econômico-financeira da implantação do sistema de captação e aproveitamento de água de chuva em condomínio residencial**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.
- MACHADO, A. A.; PROTIL, C. Z. **Análise da viabilidade econômica da utilização de água de chuva em uma empresa metalúrgica**. Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 18, n. 1, p. 78-90, 2020.
- MARINOSKI, D. L.; GHISI, E. **Assessment of the potential for potable water savings by using rainwater in a beverage industry in Brazil**. Journal of Cleaner Production, v. 142, p. 1195-1207, 2017.
- MAY, S. **Aproveitamento de Água de Chuva: para áreas urbanas e fins não potáveis**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.
- MORALES-PINZÓN, T.; RINCÓN-PÁEZ, L. M.; CORREA-CUERVO, J. P. **Viabilidad económica de la implementación de sistemas de aprovechamiento de**

aguaslluviasenedificacionesindustriales. Revista Ingenierías Universidade de Medellín, v. 16, n. 31, p. 111-131, 2017.

OLIVEIRA, D. D. S. **Análise da viabilidade técnica e econômica do aproveitamento de água de chuva em uma edificação industrial.** 2022. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2022.

PACHECO, P. R. C. et al. **Aproveitamento de água pluvial em galpão industrial: estudo de caso no interior de São Paulo.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 7, n. 15, p. 131-145, 2020.

PIEROBON, C.; GASTALDINI, M. C. C.; BORTOLUZZI, C. **Estudo de viabilidade econômica da implantação de um sistema de aproveitamento da água da chuva em uma instituição de ensino.** Ambiente Construído, v. 18, n. 2, p. 25-39, 2018.

SANTOS, L. A. N. **Estudo de viabilidade de implantação de sistema de aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis no Instituto Federal da Bahia.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) - Instituto Federal da Bahia, Salvador, 2021.

SILVA, M. G.; GHISI, E. **Uncertainty analysis of the potential for potable water savings by using rainwater in residential buildings.** Resources, Conservation and Recycling, v. 109, p. 23-33, 2016.

SOUZA, V. C. B. **Dimensionamento e análise da viabilidade econômica de um sistema de aproveitamento de água de chuva em um centro de distribuição.** 2019. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

TESTON, D.; AMORIM, M. C. C. T. **Potencial de economia de água potável com o aproveitamento de água de chuva em campus universitário no Oeste do Paraná.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 23, n. 4, p. 743-752, 2018.

VILLAR, J. C. F.; MORUZZI, R. B. **Estudo de viabilidade técnica e econômica do aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em uma indústria de cosméticos.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 26, n. 3, p. 553-561, 2021.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO (SABESP). **Histórico de consumo de água.** São Paulo: SABESP, [s.d.]. Disponível em: <https://agenciavirtual.sabesp.com.br>. Acesso em: jun. 2025.

