

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA PARA IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM UM ESTABELECIMENTO DE LAZER E EDUCAÇÃO

ECONOMIC FEASIBILITY ANALYSIS FOR IMPLEMENTING A GRAY WATER REUSE SYSTEM IN A LEISURE AND EDUCATION ESTABLISHMENT.

Daniel Ferreira Sabino Leite¹
Maurício Pimenta Cavalcanti²

RESUMO

Nas últimas décadas, o avanço da urbanização desordenada, somado às mudanças climáticas e à má gestão dos recursos naturais, tem agravado a crise hídrica em diversas regiões do Brasil. Este cenário tem impulsionado a busca por soluções sustentáveis que garantam o abastecimento e, ao mesmo tempo, reduzam os impactos sobre os mananciais. Entre essas estratégias, o reuso de águas cinzas se destaca por seu potencial de aplicação em ambientes com alto consumo, oferecendo uma alternativa viável para o uso não potável. Em edificações coletivas, como centros recreativos e educacionais, onde há concentração de usuários e padrões de uso regulares, o aproveitamento das águas provenientes de lavatórios e chuveiros pode representar uma economia significativa no consumo de água potável. Este trabalho analisou a viabilidade de implantação de um sistema de reuso de águas cinzas em um centro recreativo e educacional situado no município de Jaboatão dos Guararapes/PE. A proposta foi desenvolvida a partir da caracterização da edificação, levantamento da geração potencial de águas cinzas e identificação dos pontos de consumo compatíveis com sua reutilização. O sistema foi dimensionado com base em normas brasileiras relevantes para instalações prediais e saneamento, como a ABNT NBR 5626:2020 (instalação predial de água fria) e ABNT NBR 8160:1999 (sistemas prediais de esgoto sanitário), além das recomendações técnicas do Manual de Reuso de Água da Agência Nacional de Águas (ANA). O projeto prioriza soluções técnicas simples, seguras e adequadas à realidade do empreendimento. Os resultados evidenciam o potencial do reuso de águas cinzas como instrumento para a gestão eficiente dos recursos hídricos em edificações coletivas, contribuindo para práticas sustentáveis e redução do consumo de água potável. Com base nas análises realizadas, constatou-se a viabilidade técnica e funcional do sistema proposto, demonstrando sua aplicabilidade prática e os benefícios econômicos e ambientais associados à sua implementação.

Palavras-chave: reuso de águas cinzas; eficiência hídrica; sustentabilidade urbana; edificações coletivas; gestão ambiental.

¹ Bacharelado em Engenharia Civil pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica do Cabo de Santo Agostinho, 2025.

² Doutor em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco.

ABSTRACT

In recent decades, the unplanned urban expansion combined with climate change and poor natural resource management has intensified the water crisis in several regions of Brazil. This scenario has driven the search for sustainable solutions that ensure water supply while reducing impacts on freshwater sources. Among these strategies, greywater reuse stands out due to its potential application in high-consumption environments, offering a viable alternative for non-potable uses. In collective buildings, such as recreational and educational centers, where user concentration and usage patterns are regular, the reuse of water from washbasins and showers can significantly reduce potable water consumption. This study evaluates the feasibility of implementing a greywater reuse system in a recreational and educational center located in Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brazil. The proposal was developed based on the building characterization, potential greywater generation, and identification of suitable non-potable reuse points. The system was dimensioned according to relevant Brazilian standards for building installations and sanitation, such as ABNT NBR 5626:1998 (cold water installations) and ABNT NBR 8160:1999 (sanitary sewage systems), as well as the technical recommendations of the National Water Agency's (ANA) Water Reuse Manual. The design prioritizes simple, safe, and context-appropriate technical solutions. The results highlight the potential of greywater reuse as a tool for efficient water resource management in collective buildings, contributing to sustainable practices and potable water savings. Based on the analyses carried out, the technical and functional feasibility of the proposed system was confirmed, demonstrating its practical applicability and the economic and environmental benefits associated with its implementation.

Keywords: greywater reuse; water efficiency; urban Sustainability; collective buildings; environmental management.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água doce para consumo humano tem se tornado um dos principais desafios ambientais e sociais do século XXI. Segundo o Instituto Trata Brasil (2023), cerca de 35% da população brasileira ainda não possui acesso adequado à água potável, enquanto o crescimento populacional e as mudanças climáticas aumentam a pressão sobre os recursos hídricos (Braga *et al.*, 2019). Em áreas urbanas, especialmente nas regiões metropolitanas, a demanda por água ultrapassa a capacidade natural dos mananciais, o que torna imprescindível a adoção de práticas que promovam o uso racional e sustentável desse recurso (Souza & Lima 2021).

O reuso de águas cinzas em edificações coletivas apresenta desafios específicos relacionados à variabilidade da geração, qualidade e demanda desses efluentes, que precisam ser considerados no dimensionamento e operação dos sistemas.

A adoção desses sistemas requer uma análise detalhada das características do fluxo, a fim de garantir que o volume e a qualidade da água tratada atendam aos requisitos das aplicações previstas, preservando a saúde dos usuários e evitando riscos ambientais. Além disso, a integração dos sistemas de reuso à infraestrutura existente deve ser planejada de forma a minimizar impactos construtivos e operacionais, assegurando a eficiência e a durabilidade do sistema.

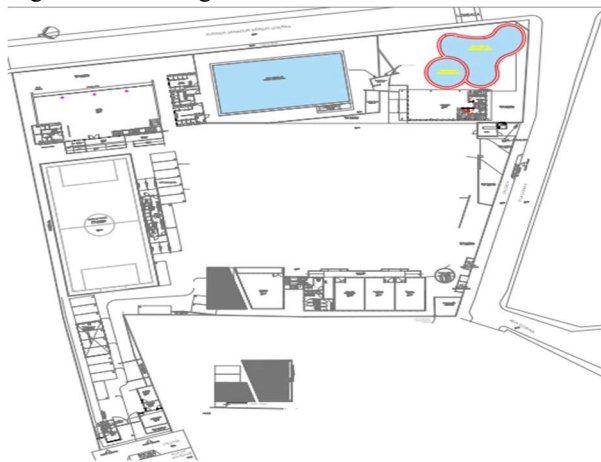
Conforme Silva *et al.* (2021), a correta implementação do reuso de águas cinzas pode reduzir significativamente o consumo de água potável e aliviar a pressão sobre os sistemas públicos de abastecimento, contribuindo para a sustentabilidade urbana. O desenvolvimento de tecnologias acessíveis e a adequação normativa são fundamentais para ampliar a disseminação do reuso de águas cinzas, promovendo sua implementação em larga escala e contribuindo para a resiliência dos sistemas urbanos frente às crescentes demandas hídricas. Com o objetivo de avaliar a viabilidade da implantação de um

sistema de reuso de águas cinzas de um estabelecimento de lazer e educação, o desenvolvimento da pesquisa fundamenta-se em uma abordagem prática e técnica, utilizando-se ferramentas computacionais, normativas técnicas e referências acadêmicas especializadas.

METODOLOGIA

Este trabalho se baseou na realização de um estudo de caso aplicado à reforma de um estabelecimento de lazer e educação, situado no bairro de Piedade, no município de Jaboatão dos Guararapes–PE, composto por 01 prédio esportivo de academia, 01 prédio de educação, vestiários para piscinas semiolímpica e recreação, vestiário para campo society e guaritas de entradas. Este estabelecimento possui funcionamento de domingo à domingo com maior intensificação de fluxo de clientes aos fins de semana e períodos de férias, conforme figura 01.

Figura 01: Planta geral da unidade de estudo.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Para a realização desse trabalho, inicialmente, foi realizada uma revisão bibliográfica acerca das principais tecnologias aplicadas ao tratamento e à reutilização de águas cinzas, por meio da consulta a artigos científicos disponibilizados em plataformas como Google Acadêmico, SciELO e demais periódicos técnicos da área de engenharia sanitária e ambiental. Além disso, também foram consultados repositórios acadêmicos e bancos de teses de várias instituições de ensino superior, com o objetivo de consultar trabalhos com enfoques semelhantes,

identificando soluções tecnológicas compatíveis com a realidade da edificação analisada.

Para o dimensionamento das instalações, prediais e de infra-estrutura necessárias, também foram adotadas as seguintes normas técnicas brasileiras: a ABNT NBR 8160:1999, que orienta o dimensionamento de sistemas prediais de esgoto sanitário; a ABNT NBR 5626:2020, que trata das instalações prediais de água fria, incluindo dispositivos voltados ao reuso da água; a ABNT NBR 14486:2000, que aborda o dimensionamento e execução das redes externas de esgoto sanitário; e a ABNT NBR 6118:2023, que estabelece os requisitos para o projeto de estruturas de concreto armado.

Além disso, foram realizados os cálculos de dimensionamento do sistema de reuso elaborado com fundamento nas diretrizes apresentadas no exemplo desenvolvido por Gonçalves *et al.* (2006), contemplando os processos de coleta, armazenamento, tratamento (através de cloração) e redistribuição da água para fins não potáveis, como alimentação de bacias sanitárias.

Para auxiliar na elaboração do estudo, foram utilizados os softwares Microsoft Excel e AutoCAD, sendo o primeiro aplicado aos cálculos hidráulicos e de dosagem de cloro, e o segundo na produção dos desenhos técnicos do sistema. Essa etapa mostrou-se essencial para garantir clareza na comunicação do projeto e possibilitar a compatibilização das instalações hidráulicas com a estrutura existente da edificação.

Após o levantamento dos quantitativos necessários para a implantação do sistema de reuso, foi elaborado um orçamento preliminar da obra, utilizando os preços disponibilizados pelo SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), considerando a tabela vigente para o estado de Pernambuco (data-base: abril de 2025). Como forma de complementar a análise orçamentária, foram também consultadas a Tabela Tarifária da COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento (data-base: julho de 2024) e o banco de dados da SBC – Sistema de Banco de Composições (data-base: junho de 2025) a fim de refinar as informações orçamentárias e

assegurar maior precisão nos custos estimados.

Por fim, foi realizada uma análise de viabilidade financeira, com a estimativa do tempo de retorno do investimento (*payback*), indicador que mensura o período necessário para recuperar o capital investido (Gitman 2010), considerando a economia gerada pela substituição parcial do consumo de água potável pela água de reuso nos vasos sanitários.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente, com o objetivo de promover o uso sustentável dos recursos hídricos e reduzir os custos operacionais associados ao consumo de água potável, foram coletadas as informações de consumo do estabelecimento, que foram obtidas a partir das faturas mensais da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), referentes ao fornecimento de água à unidade de estudo. Os dados abrangeram um período contínuo de 12 meses, possibilitando o cálculo do consumo anual (tabela 01).

Tabela 01: Consumo mensal de água.

| Consumo de Água mensal (m ³) | |
|--|----------------|
| Mês | Consumo |
| mai/24 | 209,00 |
| jun/24 | 317,00 |
| jul/24 | 642,00 |
| ago/24 | 876,00 |
| set/24 | 858,00 |
| out/24 | 781,00 |
| nov/24 | 1165,00 |
| dez/24 | 1139,00 |
| jan/25 | 1029,00 |
| fev/25 | 988,00 |
| mar/25 | 1147,00 |
| abr/25 | 730,00 |
| Consumo Anual = | 9881,00 |

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A partir dos dados da tabela 01, observou-se que os meses de maio/24 (209,00 m³), junho/24 (317,00 m³) e julho

(642,00 m³) apresentaram volumes significativamente inferiores em relação aos demais meses do período analisado. Este comportamento pode ser tecnicamente justificado pelo fato de que, durante esses três meses, a unidade ainda não se encontrava em pleno funcionamento, operando apenas parcialmente e em fase de preparação para abertura. A partir de agosto/24, verificou-se um aumento gradativo no consumo, indicando o início das atividades operacionais, relacionadas à preparação da infraestrutura e à ocupação progressiva do espaço. O consumo elevado a partir de novembro/24 está em conformidade com o início das atividades plenas, coincidindo com a inauguração da unidade, o que justifica os volumes mais estáveis e elevados nos meses subsequentes. Dessa forma, para os meses em desconformidade (maio/24, junho/24 e julho/24), foi adotada uma metodologia de estimativa do consumo mensal com base na média aritmética dos nove meses subsequentes em regime operacional estabilizado, o que resultou num consumo mensal médio de 968,11 m³.

Com o valor médio obtido de 968,11 m³, utilizou-se essa média como referência para estimar proporcionalmente, de maneira mais fidedigna, o padrão de consumo da unidade em condição de operação plena. Logo, os valores de consumo mensal estimados para os meses de maio, junho e julho de 2024 estão dispostos na tabela 2.

Tabela 2: Consumo mensal de água

| Consumo de Água mensal (m ³) | |
|--|-----------------|
| Mês | Consumo |
| mai/24 | 942,00 |
| jun/24 | 962,00 |
| jul/24 | 975,00 |
| ago/24 | 876,00 |
| set/24 | 858,00 |
| out/24 | 781,00 |
| nov/24 | 1165,00 |
| dez/24 | 1139,00 |
| jan/25 | 1029,00 |
| fev/25 | 988,00 |
| mar/25 | 1147,00 |
| abr/25 | 730,00 |
| Consumo Anual = | 11592,00 |

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Essa abordagem permitiu considerar eventuais variações sazonais de uso da água, típicas de ambientes escolares e recreativos, como períodos de férias, eventos esportivos e atividades de grande demanda hídrica. Vale ressaltar também que no mês de abril, observou-se uma redução significativa no consumo de água da unidade estudada. Essa diminuição pode ser explicada pela menor demanda operacional típica desse período, uma vez que abril não coincide com meses de férias escolares ou eventos de maior público, resultando em menor ocupação das instalações. Consequentemente, setores como banheiros e áreas de lazer apresentaram menor utilização, refletindo diretamente no consumo hídrico.

Além disso, ressalta-se que o presente estudo optou por não incluir o ponto localizado na guarita/almojarifado no sistema de captação de águas cinzas, uma vez que se trata de um ponto isolado e significativamente distante da rede principal de coleta. A inclusão deste trecho demandaria a instalação de uma tubulação exclusiva, além da execução de novas valas, conexões hidráulicas e possíveis adaptações estruturais, o que implicaria em um acréscimo considerável no custo total do sistema. Diante da baixa representatividade

volumétrica deste ponto no contexto geral de geração de águas cinzas e visando à viabilidade econômica da implantação, optou-se tecnicamente por sua exclusão no escopo do projeto.

A partir da quantidade de água consumida anualmente, foram calculados os volumes de águas cinzas geradas na unidade, provenientes prioritariamente de lavatórios e chuveiros. Estes por sua vez, estão distribuídos nos blocos educacionais, vestiários, áreas esportivas e demais instalações com percentuais adotados segundo dados da SABESP (2013), com aproximadamente 45% da água cinza proveniente de chuveiros e 15% de lavatórios, considerando-se edificações residenciais ou institucionais típicas. Logo, o volume total de águas cinzas adotado foi de 60% do consumo anual de água da unidade, sendo 6955,20 m³, o que corresponde a um volume mensal médio de 579,60 m³, ou, ainda, um volume diário de cerca de 19,00 m³. Assim, conforme tabela 03, foram encontrados os seguintes valores utilizados para o dimensionamento do sistema:

Tabela 03: Definição do consumo diário, Vazão Média e Vazão de projeto.

| Parâmetro | Valor encontrado |
|------------------|---------------------------|
| Consumo diário | 19,00 m ³ |
| Vazão média | 0,00023 m ³ /s |
| Vazão de projeto | 0,00069 m ³ /s |

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Para cálculo da vazão de projeto utilizou-se o fator de pico ($k = 3,00$) conforme Barros (2014), na obra Hidráulica Básica, que pode ser adotado como coeficiente multiplicador da vazão média, permitindo considerar os picos instantâneos de consumo em horários de maior demanda.

Para o armazenamento das águas cinzas, tanto para o reservatório inferior quanto para o superior, adotou-se a prática recomendada em projetos de instalações prediais, conforme o *Manual de Instalações Hidráulico-Sanitárias* de Gonçalves (2006), que orienta a divisão do volume diário em 2/3 para o reservatório inferior, destinado ao acúmulo e eventual tratamento, e 1/3 para o reservatório superior, responsável pela distribuição. Sendo assim, os volumes do

reservatório inferior e superior encontrados foram de 12,00 m³ e 7,00 m³, respectivamente.

Assim, o sistema projetado para a reutilização das águas cinzas foi composto pelos seguintes componentes: canal de chegada com gradeamento para remoção de sólidos grosseiros; reservatório de tratamento enterrado, com capacidade de 12,00 m³, contendo sistema de cloração por pastilhas de hipoclorito de cálcio; reservatório elevado, com capacidade de 7,00 m³, destinado à distribuição por gravidade; além das redes de coleta e distribuição, que foram dimensionadas conforme as vazões e inclinações exigidas pelas normas anteriormente citadas.

Para a composição do orçamento para a implantação, foram considerados os seguintes itens: escavações e reaterros; estrutura de concreto para o reservatório enterrado (fck 35 MPa) e uma caixa constituída por fibra de vidro com capacidade de 7.000L para o reservatório elevado de distribuição; serviços de impermeabilização; tubulações em PVC nos diâmetros de 100 mm, 50 mm, 32 mm e 25 mm; cortes de parede para passagem de tubulação; caixas de passagem em concreto armado (Ø50 cm com tampas de 40 cm); estrutura da torre de apoio do reservatório elevado; e execução de fundações exclusivamente para o reservatório elevado.

O reservatório inferior optou-se por utilizar concreto e para o reservatório superior um material de fibra de vidro com capacidade de 7.000 litros, que, por sua vez, distribuirá o volume de águas cinzas coletado.

Foi utilizado um tratamento preliminar com uma peneira com abertura de 10mm para retirar sólidos grosseiros. Para garantir a desinfecção dessa água cinza, serão utilizadas pastilhas de cloro orgânico do tipo tricloro com concentração de 90%. A aplicação será feita no reservatório inferior, diretamente na superfície da água armazenada, de forma controlada, visando a eliminação de microrganismos patogênicos, garantindo a qualidade sanitária necessária para o reuso não potável. Esse processo deve ser executado uma vez ao dia aplicando metade da pastilha de cloro sobre a superfície assegurando maior praticidade operacional e eficiência na desinfecção, sendo amplamente

adotado em sistemas compactos de tratamento de águas cinzas.

De acordo com a ABNT NBR 8160:1999 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução, a tubulação coletora de esgoto sanitário deve atender a requisitos mínimos quanto ao diâmetro, visando garantir o adequado escoamento e prevenir obstruções. Para as redes externas às edificações, adotou-se, como referência mínima, o diâmetro nominal de 100 mm, mesmo quando se trata de águas cinzas, atendendo à prática recomendada para ramais de coleta em áreas externas.

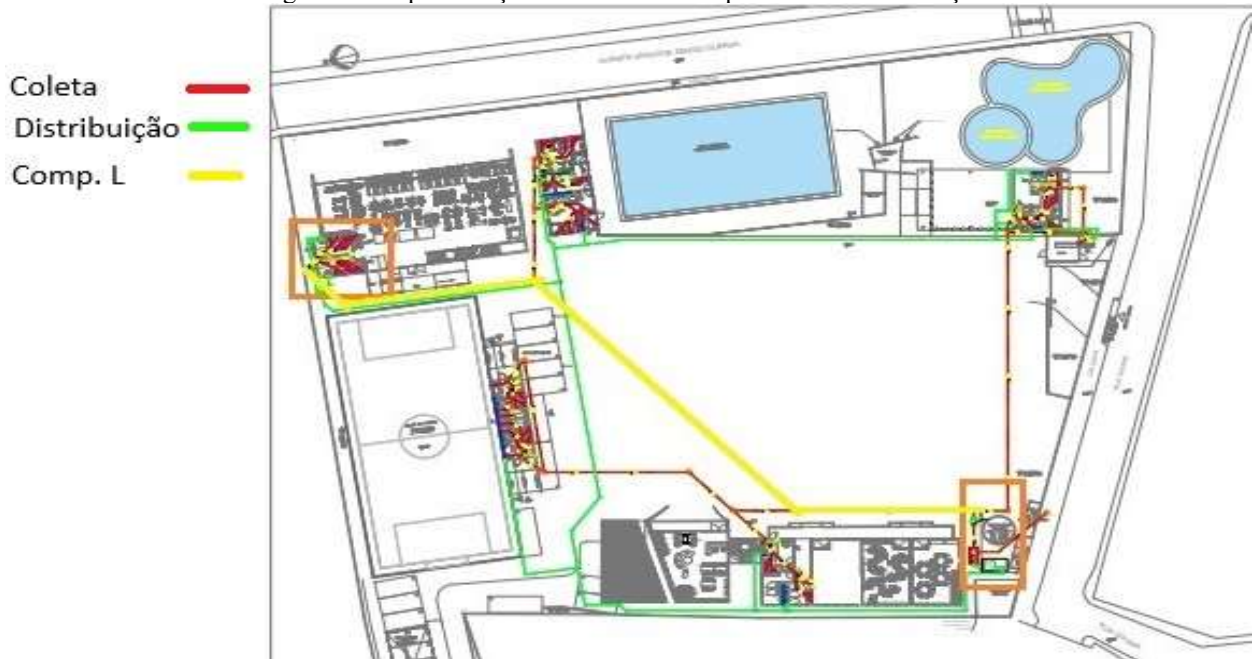
Dessa forma, a declividade das tubulações foi estabelecida de acordo com os parâmetros da ABNT NBR 14486, o que assegura condições de escoamento compatíveis com a norma e contribui para a prevenção de obstruções na rede.

Considerando que os pontos de coleta de águas cinzas são provenientes exclusivamente de chuveiros e lavatórios, a determinação da vazão inicial de cada trecho da tubulação foi realizada com base nos valores de vazão unitária estabelecidos na ABNT NBR 8160:1999, os quais correspondem a 0,20 L/s para chuveiros e 0,15 L/s para lavatórios. Esses parâmetros normativos asseguram a representatividade hidráulica dos aparelhos sanitários e subsidiam o correto dimensionamento da rede de condução de águas cinzas.

Para as tubulações de coleta de águas cinzas localizadas no interior dos prédios, foram adotados diâmetros nominais (DN) de 50 mm, com declividade mínima de 2%, em conformidade com os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 8160:1999.

A unidade possui um total de 24 chuveiros e 50 lavatórios. Logo, a declividade mínima a se adotar para a tubulação de DN 100mm será de $I_{0min} = 0,11\%$. Com base nos dados levantados, o rebaixamento do reservatório de tratamento pôde ser determinado a partir da profundidade do tubo coletor, equivalente a 11 cm, adicionada à profundidade inicial de 50 cm, a partir da Figura 02 representada.

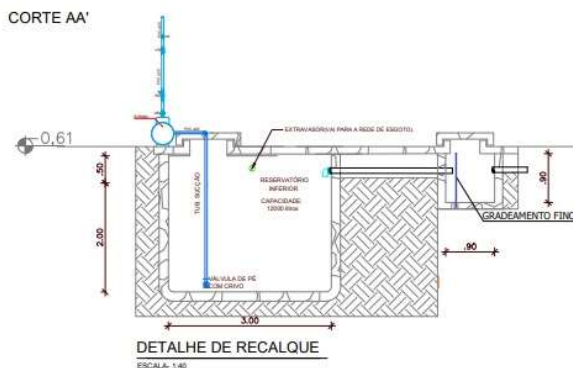
Figura 02: Representação do trecho de comprimento L da tubulação.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Com base nos volumes previamente estabelecidos para os reservatórios de tratamento e distribuição do sistema de reuso, foram definidas as seguintes dimensões para o reservatório de tratamento: 1,60 m de largura, 3,00 m de comprimento e 2,50 m de altura, resultando em um volume geométrico bruto de 12,00 m³, conforme figura 03 a seguir:

Figura 03: Representação esquemática – reservatório de tratamento e canal.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Essa configuração visa garantir não apenas a capacidade de armazenamento necessária, mas também facilitar o acesso para manutenção e inspeção, além de otimizar o espaço disponível para instalação.

Para o reservatório de distribuição, optou-se pela utilização de uma caixa pré-fabricada em fibra de vidro, com volume nominal de 7,00 m³, de acordo com o representado na figura 04 abaixo:

Figura 04 : Consumo mensal de água.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Essa escolha se justifica pela leveza do material, resistência à corrosão e facilidade de instalação, sendo adequada à função de armazenamento elevado ou intermediário em sistemas de reaproveitamento de águas cinzas.

Para finalizar a parte do sistema de reservação das águas cinzas se fez necessário o dimensionamento de um conjunto motor bomba para recalcar do reservatório inferior para o superior. E para encontrar a altura necessária do reservatório superior, se fez necessário encontrar a perda de carga do

ponto mais desfavorável, pois foi adotado uma pressão mínima de 10 mca em todos os pontos de distribuição.

Assim, foi adotado um diâmetro de distribuição de 32mm de PVC, e para esse diâmetro no ponto mais distante (do reservatório de distribuição à guarita de entrada principal) foi encontrado uma perda de carga, pela fórmula de Darcy (Manual de Hidráulica, Azevedo Netto, 9ª edição 2015) de 1,12 m. Com isso somado aos 10 metros, a altura de laje de fundo da torre será de 11,12 metros.

Com a altura da laje de fundo e somado à altura de chegada de água no reservatório de fibra de vidro e à altura de sucção da bomba (Figura 04), tem a altura geométrica total de 13,14 metros. Com essa altura e a vazão de recalque, foi calculado através da fórmula de Bresser o diâmetro de recalque mais econômico que foi de 20 mm. Ainda segundo Bresser, o diâmetro da sucção é o imediatamente superior, 25 mm.

Após a determinação dos diâmetros de recalque e sucção foram determinadas as peças hidráulicas que foram utilizadas para compor os sistemas de recalque e sucção (quadro 01), o que resultou numa perda de carga total de 2,53 m e posteriormente foi calculado a altura manométrica constituída

pelos seguintes perdas de cargas:

Quadro 01: Determinação de valores de k para cálculo de perda de carga localizada.

| PEÇAS |
|-----------------------|
| 1 válvula de pé |
| Crivo |
| Saída |
| 5 curvas de 90° |
| 1 Registro de Gaveta |
| 1 válvula de retenção |

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

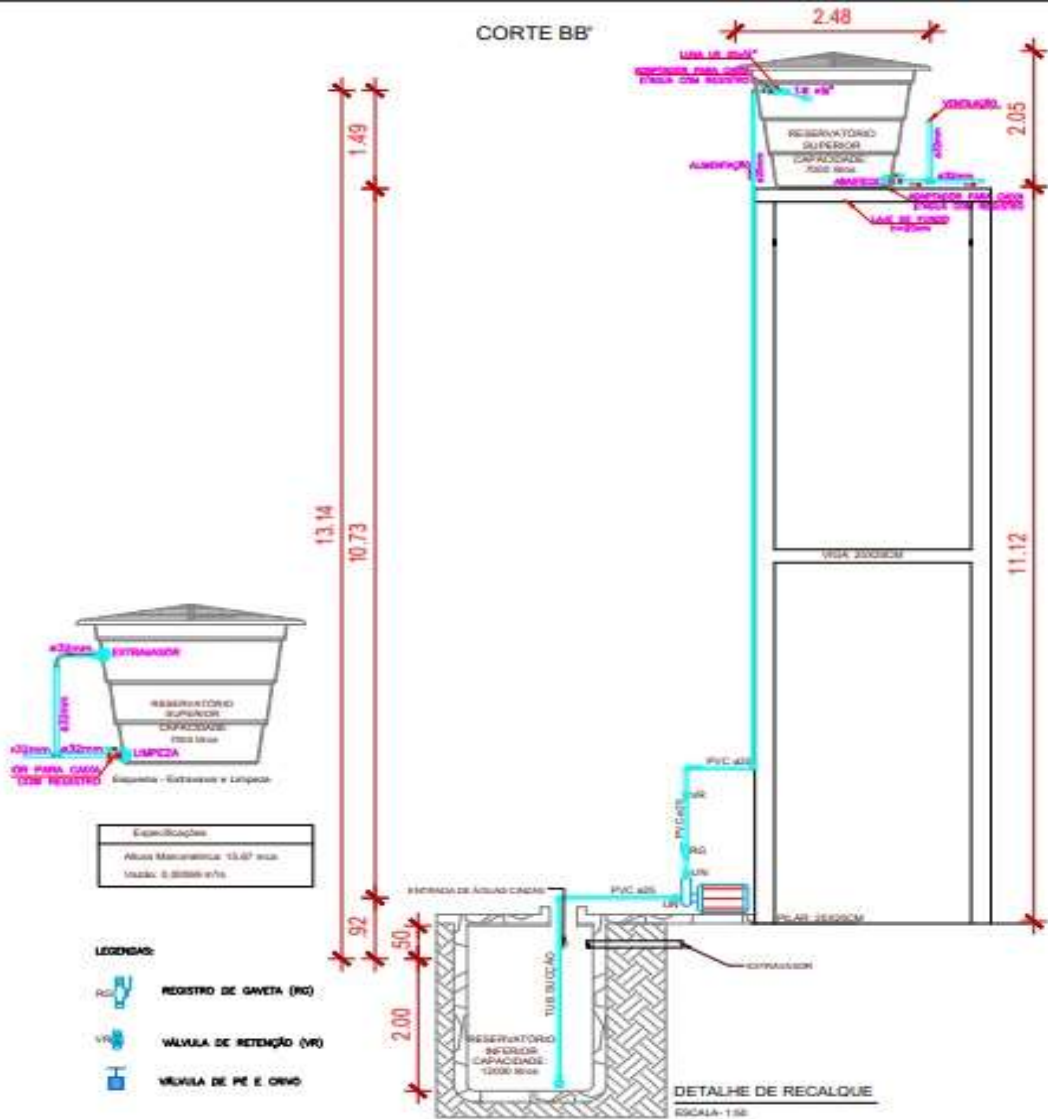
Com a perda de carga obtida e somando a altura geométrica, resultou-se numa altura manométrica de $H_m = 15,67m$.

Sendo assim, dimensionou-se a potência do conjunto motor-bomba a ser utilizado que foi de **0,0021 cv**

Logo, a bomba mínima a ser adotada foi de $\frac{1}{4}$ cv.

A Figura 05, apresentada a seguir, ilustra o trecho de recalque com o detalhamento das conexões e dispositivos hidráulicos empregados, os quais foram considerados no cálculo das perdas de carga localizada ao longo do sistema.

Figura 05: Sistema Elevatório



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Para a distribuição das águas cinzas foram adotados os diâmetros de 32mm e 25mm para as áreas externas e internas das edificações, respectivamente. Com esses diâmetros foram verificadas as velocidades de escoamento que foram as de acordo com descrito na Tabela 05 abaixo:

Tabela 05: Determinação das velocidades de escoamento

| Velocidades de Escoamento | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| $v_{25} = 1,41 \text{ m/s}$ | $v_{32} = 0,86 \text{ m/s}$ |

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

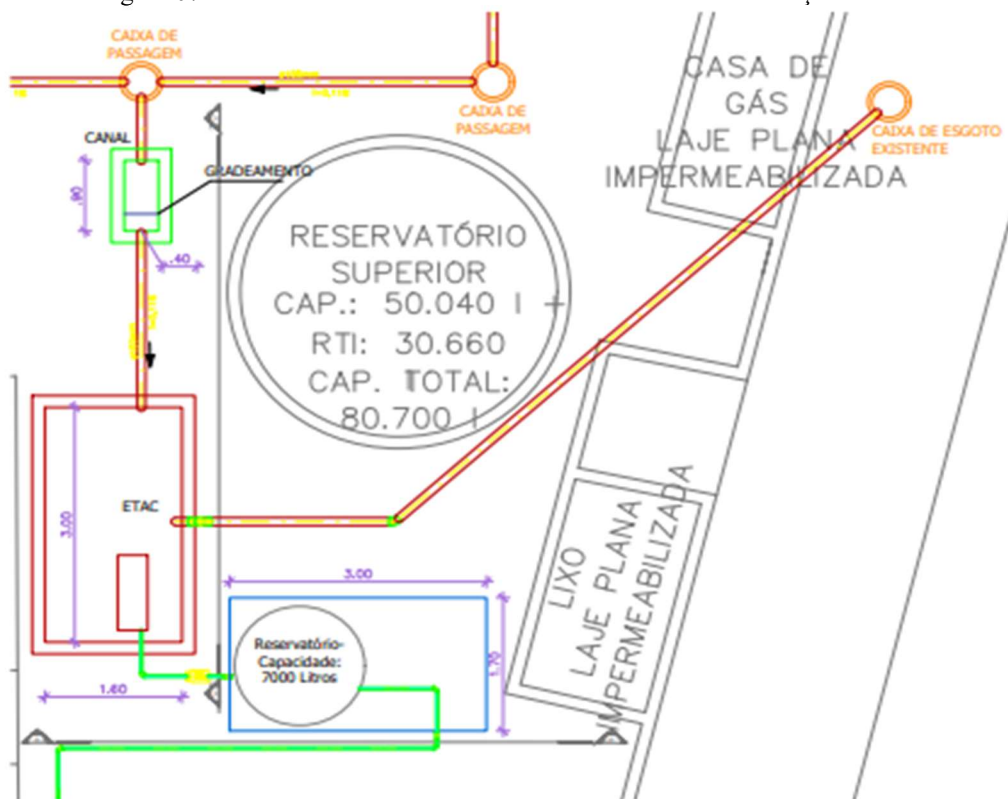
Com todos os dados calculados foi possível representar por meio das figuras 06 e 07 as plantas de dimensionamento do sistema de coleta e distribuição de águas cinzas.

Figura 06: Planta geral de dimensionamento do sistema de coleta de águas cinzas.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Figura 07: Planta baixa dos reservatórios de tratamento e distribuição.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

O custo estimado para a implantação completa do sistema foi de R\$ 73.308,98, englobando as etapas de coleta, tratamento, armazenamento e redistribuição da água de reuso.

Este investimento visa, sobretudo, promover uma significativa redução no consumo de água potável fornecida pela concessionária, gerando economia financeira contínua para a unidade, além de contribuir com práticas sustentáveis de gestão hídrica.

Para o cálculo de economia gerado pela reutilização das águas cinzas, utilizou-se o valor cobrado pela COMPESA (figura 08), que multiplicou pelo volume que seria consumido pela utilização dos vasos sanitários durante o mês.

Figura 08: Descrição dos serviços de tarifa

| DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS E TARIFAS | | |
|----------------------------------|-------------|-------------------------|
| AGUA | | |
| COMERCIAL | 001 UNIDADE | |
| ATE 10 M3 | - | R\$ 82,63 (POR UNIDADE) |
| ACIMA DE | 10 M3 | - R\$ 16,38 POR M3 |

Fonte: COMPESA, 2025.

Assim, sabendo que o consumo mensal para os vasos sanitários é de cerca de 387,00m³, 40% do consumo de água, encontrou-se um valor de custo mensal de R\$ 6257,89.

Sabendo que o consumo energético de uma bomba de ¼ cv é de 0,1839 kWh, para um funcionamento contínuo de 3 horas sendo acionada 3 vezes por dia, adotando-se a tarifa de energia elétrica da concessionária Neoenergia-PE no valor de R\$ 0,648117214 por kWh, foi possível estimar o custo de operação elétrica do sistema. Além disso, considerou-se um custo de manutenção equivalente a 20% do valor de aquisição do conjunto motor-bomba, conforme práticas recomendadas em manuais técnicos, como por exemplo, o manual do SABESP-2013 (Manual Técnico de Operação e Manutenção de Sistemas de Abastecimento de Água) obteve-se o custo total anual de manutenção e operação do sistema no valor de **R\$ 182,50**.

Para obter o valor economizado subtraiu-se o custo de manutenção e operação e de consumo energético da bomba do custo calculado de consumo mensal de águas cinzas.

Portanto, obteve-se uma economia gerada de **R\$ 6075,39**.

Calculando o tempo de retorno do investimento, dividiu-se o valor de implantação do sistema pelo valor de economia gerada, obtendo-se então o tempo necessário para que o investimento seja compensado. Sendo este de 12,06 meses ou de aproximadamente 1 ano.

Do ponto de vista técnico, o sistema contribui diretamente para a redução do consumo de água potável, o alívio sobre os recursos hídricos da região e o cumprimento de diretrizes de sustentabilidade hídrica, além de economizar os recursos financeiros da instituição.

A análise de viabilidade evidenciou que a implantação do sistema de reuso proposto foi plenamente compatível com a estrutura existente da unidade, exigindo intervenções construtivas pontuais e de baixa complexidade, o que favorece a execução em contextos semelhantes. A escolha de componentes simples e amplamente disponíveis, como reservatórios de concreto armado, cloração com pastilhas e tubulações convencionais de PVC, reduziu significativamente os custos com aquisição, instalação e manutenção.

Do ponto de vista econômico, o sistema se mostrou extremamente vantajoso: a economia mensal ultrapassa R\$ 6.000,00, com um investimento total inferior a R\$ 74.000,00, resultando em um tempo de retorno equivalente a 1 ano. Essa taxa de retorno demonstrou não apenas sua viabilidade, mas sua atratividade como investimento institucional.

Dessa forma, o reuso de águas cinzas se consolidou como uma solução de alta eficiência, com impactos positivos diretos na gestão de recursos hídricos, no orçamento operacional da instituição e na resiliência hídrica da edificação.

Em regiões metropolitanas com alta densidade urbana e cenários de escassez hídrica como Recife e Jaboatão dos Guararapes, a adoção de soluções descentralizadas representa não apenas um diferencial técnico, mas uma necessidade estratégica. O projeto, portanto, revelou-se não só tecnicamente exequível e financeiramente viável, mas também

ambientalmente imprescindível e socialmente responsável.

O presente estudo diferenciou-se e, ao mesmo tempo, convergiu com outras pesquisas acadêmicas sobre reuso de águas cinzas em edificações coletivas no Brasil. Em um trabalho desenvolvido na UTFPR (2019), voltado para um edifício residencial multifamiliar, o sistema projetado contemplou reservatórios de menor porte e tratamento físico-químico simples, obtendo viabilidade econômica em médio prazo (*payback* estimado em 2 a 3 anos). Em contraste, o presente TCC, aplicado a um centro de lazer e educação, alcançou retorno menor, em aproximadamente 12 meses, demonstrando que a tipologia de uso influencia diretamente a atratividade financeira do sistema.

Um estudo realizado pela UFC (2016), de caso em condomínio horizontal evidenciou que a maior limitação não está no dimensionamento hidráulico, mas na operação e manutenção, fatores também considerados neste trabalho, que optou por soluções simplificadas, como reservatório em concreto armado e desinfecção por cloração com pastilhas. Essa decisão se alinhou à literatura e reforçou a replicabilidade em ambientes institucionais com alta rotatividade de usuários. Já em pesquisa conduzida na UFSC (2021), aplicada a um edifício público de médio porte, verificou-se que a variabilidade do consumo diário comprometia a eficiência do sistema, exigindo ajustes operacionais frequentes. No presente TCC, esse desafio foi mitigado ao considerar a sazonalidade do fluxo de usuários no dimensionamento, o que confere maior robustez à proposta.

Dessa forma, observou-se que, embora os trabalhos consultados comprovem a relevância do reuso de águas cinzas em diferentes contextos, este TCC se destacou pela combinação entre simplicidade construtiva, elevada economia financeira e retorno rápido do investimento, características que o tornam uma referência prática para empreendimentos coletivos de porte semelhante.

CONCLUSÃO

A implantação de um sistema de reuso de águas cinzas em edificações coletivas mostrou-se tecnicamente sólida, economicamente rentável e ambientalmente necessária. A proposta adotou soluções simples e normatizadas, utilizando águas provenientes de lavatórios e chuveiros para fins não potáveis, o que resultou em expressiva redução no consumo de água potável.

Os resultados obtidos superaram as expectativas iniciais, com uma economia mensal superior a R\$ 6.000,00 e retorno do investimento em apenas 1 ano. Além disso, o sistema demanda manutenção mínima e possui longa vida útil, reforçando sua viabilidade como estratégia de economia operacional.

Mais do que uma alternativa técnica, o reuso de águas cinzas representou um compromisso com a sustentabilidade e a gestão consciente dos recursos hídricos, sendo aplicável e replicável em diferentes contextos urbanos, como por exemplo, estudo de implantação de sistemas de reuso em edificações existentes (Retrofit Hídrico), integração de sistemas de reuso de águas cinzas com captação de água pluvial em obras urbanas.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Manual de reuso de água**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ana>. Acesso em: abr. 2025.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro: ABNT,2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto: Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT,2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário: Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14486**: Redes coletoras de esgoto sanitário: Projeto e execução. Rio de Janeiro: ABNT,2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em áreas urbanas: Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT,2019.
- AZEVEDO NETTO, J. M. *et al.* **Hidráulica**. 9. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2015.
- BRAGA B. P. F. *et al.* **Gestão das águas no Brasil**: práticas e desafios. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
- COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de aproveitamento de água de reuso**. São Paulo: SABESP, 2013. 68 p. Disponível em: <https://site.sabesp.com.br>. Acesso em: 28 jul. 2025.
- COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO - COMPESA. **Tarifas e serviços**: estrutura tarifária. Recife: COMPESA,2024. Disponível em: <https://www.compesa.com.br>. Acesso em: jul. 2025.
- GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. 12. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2010.
- GONÇALVES, J. A. **Manual de instalações hidráulico-sanitárias**. 4. ed. São Paulo: Pini, 2006.
- INSTITUTO TRATA BRASIL. **Saneamento básico e saúde**: estudo nacional. São Paulo: ITB, 2023. Disponível em: <https://www.tratabrasil.org.br>. Acesso em: abr. 2025.
- MALDONADO, A. P. **Implementação de sistemas de reuso de águas cinzas em uma edificação de médio porte**: estudo de caso em um edifício em Florianópolis/SC. 2021.

Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/245093>. Acesso em: set.2025.

NEOENERGIA. **Tarifas de energia elétrica.** NEOENERGIA. Disponível em:
<https://www.neoenergia.com/pt-br/servicos-e-tarifas/tarifas-de-energia-eletrica>. Acesso em: 18 jul. 2025.

OLIVEIRA, R. G. de. **Análise de viabilidade econômica do sistema de reúso de águas cinzas em condomínios residenciais horizontais.** 2016. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em:
<https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/68795>. Acesso em: set.2025.

PEREIRA, A. A. **Reúso de águas cinzas para fins não potáveis:** estudo de caso UTFPR – Câmpus Londrina. 2019. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019. Disponível em:
<https://www.repositorio.utfpr.edu.br>. Acesso em: set.2025.

SILVA, M. J.; PEREIRA, A. L.; ROCHA, R. M. Avaliação do reúso de águas cinzas em edificações urbanas: aspectos técnicos e econômicos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 2, p. 331–338, 2021. DOI: 10.1590/S1413-41522021184031. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/esa/a/yw8dYb6FqHzN3f3MtyFZ7Sr/>. Acesso em: set. 2025.

SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Tabela de insumos e composições.** Base de dados: Pernambuco, CAIXA abril de

2025. Disponível em:
[file:///C:/Users/Andrade%20Lima/AppData/Local/Temp/Rar\\$DIa53704.6095.rartemp/SINAPI_Custo_Ref_Composicoes_PE_202504.pdf](file:///C:/Users/Andrade%20Lima/AppData/Local/Temp/Rar$DIa53704.6095.rartemp/SINAPI_Custo_Ref_Composicoes_PE_202504.pdf). Acesso em: mai. 2025.

SOUZA, C. A.; LIMA, R. M. Consumo sustentável de água em áreas urbanas: alternativas e tecnologias. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 26, n. 1, 2021. Disponível em:
<https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=1&ID=38&SUMARIO=1744>. Acesso em: set. 2025.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela luz que guiou cada passo desta jornada, fortalecendo-me diante dos desafios e conduzindo cada conquista, tanto no campo acadêmico quanto no profissional.

Aos meus pais, meu mais profundo reconhecimento e gratidão. Seu apoio incondicional, incentivo diário e presença constante foram pilares essenciais para que eu pudesse chegar até aqui com confiança e determinação.

Estendo meu agradecimento aos professores que, com dedicação e excelência, compartilharam não apenas conhecimento técnico, mas também valores que levarei para toda a vida. Cada orientação contribuiu significativamente para minha formação.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte deste processo, meu sincero muito obrigado.

APÊNDICE A – Orçamento Sintético para Implantação de Sistema de Reuso de Águas Cinzas.

| | | | Obra Cópia de: IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS. | | | Bancos SINAPI - 04/2025 - Pernambuco SBC - 06/2025 - Pernambuco COMPESA - 07/2024 - Pernambuco | B.O.I. 30,0% | Encargos Sociais Não Desonerado: embutido nos preços unitário dos insumos de mão de obra, de acordo com as bases. | | |
|----------------------------|----------|---------|---|-----|----------|--|------------------------|---|----------------|--|
| Orçamento Sintético | | | | | | | | | | |
| Item | Código | Banco | Descrição | Und | Quant. | Valor Unit | Valor Unit com BDI | Total | Peso (%) | |
| 1 | | | ESCAVAÇÃO E REATERRO | | 1 | | 19.598,24 | 19.598,24 | 26,99 % | |
| 1.1 | 93358 | SINAPI | ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA. AF_09/2024 | m³ | 46,91 | 90,78 | 118,01 | 5.535,84 | 7,62 % | |
| 1.2 | 104737 | SINAPI | REATERRO MANUAL DE VALAS, COM PLACA VIBRATÓRIA. AF_08/2023 | m³ | 470 | 23,02 | 29,92 | 14.062,40 | 18,36 % | |
| 2 | | | RESERVATÓRIOS | | 1 | | 11.267,13 | 11.267,13 | 15,52 % | |
| 2.1 | 103684 | SINAPI | CONCRETAGEM DE RESERVATÓRIOS, FCK= 35 MPA, COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022_PS | m³ | 3,45 | 605,76 | 787,48 | 2.716,80 | 3,74 % | |
| 2.2 | 102618 | SINAPI | CAIXA D'ÁGUA EM POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO, 7000 LITROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021 | UN | 1 | 3.979,93 | 5.173,90 | 5.173,90 | 7,12 % | |
| 2.3 | 103672 | SINAPI | CONCRETAGEM DE PILARES, FCK = 25 MPA, COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022_PS | m³ | 2,27 | 608,78 | 791,41 | 1.796,50 | 2,47 % | |
| 2.4 | 96558 | SINAPI | CONCRETAGEM DE SAPATA, FCK 30 MPA, COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_01/2024 | m³ | 0,49 | 702,57 | 913,34 | 447,53 | 0,62 % | |
| 2.5 | 103675 | SINAPI | CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK= 25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022_PS | m³ | 1,43 | 609,15 | 791,89 | 1.132,40 | 1,56 % | |
| 3 | | | MANUTENÇÃO DOS RESERVATÓRIOS E CANAL | | 1 | | 806,61 | 806,61 | 1,10 % | |
| 3.1 | 33.07.12 | Próprio | LIMPEZA E MANUTENÇÃO DE RESERVATÓRIOS E CANAL | M² | 19,32 | 32,12 | 41,75 | 806,61 | 1,10 % | |
| 4 | | | INSTALAÇÃO HIDRÁULICA | | 1 | | 38.980,94 | 38.980,94 | 53,17 % | |
| 4.1 | 89356 | SINAPI | TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 25MM, INSTALADO EM RAMAL OU SUB-RAMAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022 | M | 72 | 23,84 | 30,99 | 2.231,28 | 3,04 % | |
| 4.2 | 89403 | SINAPI | TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022 | M | 282 | 18,97 | 24,66 | 6.954,12 | 9,49 % | |
| 4.3 | 94651 | SINAPI | TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DE 50MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024 | M | 258 | 21,70 | 28,21 | 7.278,18 | 9,93 % | |
| 4.4 | 89848 | SINAPI | TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM SUBCOLETOR AÉREO DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022 | M | 233,55 | 26,32 | 34,21 | 7.989,74 | 10,90 % | |
| 4.5 | 99621 | SINAPI | VÁLVULA DE RETENÇÃO HORIZONTAL, DE BRONZE, ROSCÁVEL, 11/4" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021 | UN | 1 | 290,18 | 377,23 | 377,23 | 0,51 % | |
| 4.6 | 103012 | SINAPI | VÁLVULA DE RETENÇÃO, DE BRONZE, PÉ COM CRIVOS, ROSCÁVEL, 11/4" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021 | UN | 1 | 156,19 | 203,04 | 203,04 | 0,28 % | |
| 4.7 | 94496 | SINAPI | REGISTRO DE GAVETA BRUTO, LATÃO, ROSCÁVEL, 11/4" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021 | UN | 1 | 91,49 | 118,93 | 118,93 | 0,16 % | |
| 4.8 | 89416 | SINAPI | CURVA 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022 | UN | 8 | 14,15 | 18,39 | 147,12 | 0,20 % | |
| 4.9 | 89411 | SINAPI | CURVA 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022 | UN | 1 | 10,43 | 13,55 | 13,55 | 0,02 % | |
| 4.10 | 89504 | SINAPI | CURVA 45 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022 | UN | 56 | 18,33 | 23,82 | 1.333,92 | 1,82 % | |
| 4.11 | 89585 | SINAPI | JOELHO 45 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUTORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_06/2022 | UN | 2 | 44,24 | 57,51 | 115,02 | 0,16 % | |
| 4.12 | 89784 | SINAPI | TE, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022 | UN | 8 | 24,53 | 31,88 | 255,04 | 0,37 % | |
| 4.13 | 89440 | SINAPI | TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022 | UN | 26 | 12,07 | 15,69 | 407,94 | 0,60 % | |
| 4.14 | 89443 | SINAPI | TE, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022 | UN | 16 | 16,96 | 22,04 | 352,64 | 0,52 % | |
| 4.15 | 89785 | SINAPI | JUNÇÃO SIMPLES, PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 50 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022 | UN | 85 | 26,63 | 34,61 | 2.941,85 | 4,31 % | |
| 4.16 | 89707 | SINAPI | CAIXA SIFONADA, PVC, DN 100 X 100 X 50 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDA E INSTALADA EM RAMAL DE DESCARGA OU EM RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_08/2022 | UN | 9 | 43,59 | 56,66 | 509,94 | 0,75 % | |
| 4.17 | 89410 | SINAPI | CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022 | UN | 36 | 10,96 | 14,24 | 512,64 | 0,75 % | |
| 4.18 | 89415 | SINAPI | CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022 | UN | 41 | 16,11 | 20,94 | 858,54 | 1,26 % | |
| 4.19 | 89503 | SINAPI | CURVA 90 GRAUS, PVC, SOLDÁVEL, DN 50MM, INSTALADO EM PRUMADA DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022 | UN | 14 | 22,05 | 28,66 | 401,24 | 0,59 % | |
| 4.20 | 105142 | SINAPI | LUVA DE REDUÇÃO SOLDÁVEL, PVC, DN 32 MM X 25 MM, INSTALADO EM RESERVAÇÃO PREDIAL DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_04/2024 | UN | 17 | 6,56 | 8,52 | 144,84 | 0,21 % | |
| 4.21 | 061312 | SBC | CAIXA DE PASSAGEM E INSPECAO EM CONCRETO 40x40x40cm C/ TAMPA | UN | 16 | 201,47 | 261,91 | 4.190,56 | 6,15 % | |
| 4.22 | 33.07.10 | Próprio | Gradeamento em tela metálica de arame galvanizado, incluso fornecimento, corte, dobra, fixação e estrutura de apoio | M² | 0,35 | 287,64 | 373,93 | 130,87 | 0,19 % | |
| 4.23 | 33.07.11 | Próprio | FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE BOMBA CENTRÍFUGA MONOESTÁGIO SCHNEIDER BC-91 S I/4 CV MONOFÁSICA 220V | UN | 1 | 1.062,87 | 1.381,73 | 1.381,73 | 2,03 % | |

| | | | | | | | | | |
|----------|---------|---------|---|----|----------|-------|-----------------|----------------------|------------------|
| 4.24 | 95634 | SINAPI | CURVA 90 GRAUS, PVC, SERIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, JUNTA ELÁSTICA, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_06/2022 | UN | 2 | 50,38 | 65,49 | 130,98 | 0,18 % |
| 5 | | | TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS | | 1 | | 15,08 | 15,08 | 0,02 % |
| 5.1 | 89784.3 | Próprio | PASTILHA DE TRICCCLOPO - 200g - Qeolor ou similar | UN | 1 | 11,60 | 15,08 | 15,08 | 0,02 % |
| 6 | | | LIMPEZA DE EXECUÇÃO DE SERVIÇO | | 1 | | 2.640,98 | 2.640,98 | 3,60 % |
| 6.1 | 9537 | SINAPI | LIMPEZA FINAL DA OBRA | m² | 468,26 | 4,34 | 5,64 | 2.640,98 | 3,60 % |
| | | | | | | | | Total sem BDI | 56.397,82 |
| | | | | | | | | Total do BDI | 16.911,16 |
| | | | | | | | | Total Geral | 73.308,98 |

APÊNDICE B – Composição de Fornecimento e Instalação de Bomba Centrífuga.

Composição Própria - 33.07.11

Código 33.07.11
Descrição FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO DE BOMBA CENTRÍFUGA MONOESTÁGIO SCHNEIDER BC-91 S 1/4 CV MONOFÁSICA 220V
Data
Estado Pernambuco
Tipo LIPR - LIGAÇÕES PREDIAIS ÁGUA/ESGOTO/ENERGIA/TELEFONE
Unidade UN
Valor sem R\$1.062,87
Valor com R\$1.038,00

| codigo | Descrição | Tipo | Unidade | Valor sem Desoneraçã | Valor com Desoneraçã | Coefficiente | Valor sem Desoneraçã | Valor com Desoneraçã |
|-------------------|--|-------------------------------------|---------|----------------------|----------------------|--------------|----------------------|----------------------|
| C 88248 SINAPI | AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Livro SINAPI: Cálculos e Parâmetros | H | 23,32 | 21,51 | 5,0 | 116,60 | 107,55 |
| C 88267 SINAPI | ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Livro SINAPI: Cálculos e Parâmetros | H | 27,62 | 25,36 | 7,0 | 193,34 | 177,52 |
| I 89784.2 Emp | Bomba Centrífuga Monoestágio Schneider BC-91 S 1/4 CV Monofásica 220V | Equipamento | UN | 751,59 | 751,59 | 1,0 | 751,59 | 751,59 |
| I 00020078 SINAPI | PASTA LUBRIFICANTE PARA TUBOS E CONEXÕES COM JUNTA ELÁSTICA, EMBALAGEM DE *400* GR (USO EM PVC, ACO, POLIETILENO E OUTROS) | Material | UN | 26,99 | 26,99 | 0,05 | 1,34 | 1,34 |

APÊNDICE C – Composição de Fornecimento e Instalação de Tela metálica.

Composição Própria - 33.07.10

Código 33.07.10
Descrição Gradeamento em tela metálica de arame galvanizado, incluso fornecimento, corte, dobra, fixação e estrutura de apoio
Data
Estado Pernambuco
Tipo FOMA - FORNECIMENTO DE MATERIAIS E EQUIPAMENTOS
Unidade M²
Valor sem R\$273,24
Valor com R\$271,67

| codigo | Descrição | Tipo | Unidade | Valor sem Desoneraçã | Valor com Desoneraçã | Coefficiente | Valor sem Desoneraçã | Valor com Desoneraçã |
|-------------------|---|-------------------------------------|---------|----------------------|----------------------|--------------|----------------------|----------------------|
| C 88317 SINAPI | SOLDADOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Livro SINAPI: Cálculos e Parâmetros | H | 29,08 | 26,83 | 0,7 | 20,35 | 18,78 |
| I 00000344 SINAPI | ARAME GALVANIZADO 16 BWG, D = 1,65MM (0,0166 KG/M) | Material | KG | 21,69 | 21,69 | 0,3592 | 7,79 | 7,79 |
| I 00011964 SINAPI | PARAFUSO DE AÇO ZINCADO, TIPO CHUMBADOR PARABOLT, DIÂMETRO 3/8", COMPRIMENTO 75 MM | Material | UN | 3,29 | 3,29 | 16,0 | 52,64 | 52,64 |
| I 00007694 SINAPI | TUBO AÇO GALVANIZADO COM COSTURA, CLASSE MEDIA, DN 3", E = *4,05* MM, PESO *8,47* KG/M (NBR 5580) | Material | M | 110,61 | 110,61 | 1,74 | 192,46 | 192,46 |

APÊNDICE D – Composição de Fornecimento e Instalação de Caixa d'água.

Composição SINAPI - 102618

Código R\$102618
Descrição CAIXA D'ÁGUA EM POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO, 7000 LITROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021
Data 06/2025
Estado Pernambuco
Tipo Caixas de Água para Edificações
Unidade UN
Valor sem R\$3.856,33
Valor com R\$3.842,38

| codigo | Descrição | Tipo | Unidade | Valor sem Desoneraçã | Valor com Desoneraçã | Coefficiente | Valor sem Desoneraçã | Valor com Desoneraçã |
|------------|--|--|---------|----------------------|----------------------|--------------|----------------------|----------------------|
| C 88248 | AUXILIAR DE ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Livro SINAPI: Cálculos e Parâmetros | H | 24,51 | 22,58 | 1,4821 | 36,32 | 33,46 |
| C 88267 | ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRÁULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Livro SINAPI: Cálculos e Parâmetros | H | 29,13 | 26,71 | 1,4821 | 43,17 | 39,58 |
| C 93288 | GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60 T, POTÊNCIA 260 KW - CHI DIURNO. AF_03/2016 | Custos Horários Produtivo e Improdutivo dos Equipamentos | CHI | 181,80 | 178,94 | 2,3611 | 429,24 | 422,49 |
| C 93287 | GUINDASTE HIDRÁULICO AUTOPROPELIDO, COM LANÇA TELESCÓPICA 40 M, CAPACIDADE MÁXIMA 60 T, POTÊNCIA 260 KW - CHP DIURNO. AF_03/2016 | Custos Horários Produtivo e Improdutivo dos Equipamentos | CHP | 354,97 | 352,11 | 0,2634 | 93,49 | 92,74 |
| I 00043980 | CAIXA D'ÁGUA / RESERVATORIO EM POLIÉSTER REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO, 7000 LITROS, COM TAMPA | Material | UN | 3.254,11 | 3.254,11 | 1,0 | 3.254,11 | 3.254,11 |

APÊNDICE E – Composição de Manutenção dos Reservatórios.

Composição Própria - 33.07.12

Código 33.07.12
Descrição LIMPEZA E MANUTENÇÃO DE RESERVATÓRIOS E CANAL
Data
Estado Pernambuco
Tipo SEES - SERVIÇOS ESPECIAIS
Unidade M²
Valor sem 32,12
Valor com 29,85

| | codigo | Descrição | Tipo | Unidade | Valor sem Desoneraçã | Valor com Desoneraçã | Coefficiente | Valor sem Desoneraçã | Valor com Desoneraçã |
|---|--------------------|---|-------------------------------------|---------|-------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| C | 88267 SINAPI | ENCANADOR OU BOMBEIRO HIDRAULICO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Livro SINAPI: Cálculos e Parâmetros | H | 27,62 | 25,36 | 0,25 | 6,90 | 6,34 |
| C | 88316 SINAPI | SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES | Livro SINAPI: Cálculos e Parâmetros | H | 22,95 | 21,24 | 1,0 | 22,95 | 21,24 |
| I | 00013005 SINAPI | TEM PROCESSO DE DESATIVACAO! HIPOCLORITO DE SODIO | Material | KG | 1,47 | 1,47 | 0,1 | 0,14 | 0,14 |
| I | 00000016 SINAPI | TEM PROCESSO DE DESATIVACAO! SABAO EM PO | Material | KG | 7,40 | 7,40 | 0,1 | 0,74 | 0,74 |
| I | 00043491 SINAPI | EPI - FAMILIA SERVENTE - HORISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES - COLETADO CAIXA) | Material | H | 1,39 | 1,39 | 1,0 | 1,39 | 1,39 |