UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CAMPUS DO SERTÃO UNIDADE EDUCACIONAL SEDE DELMIRO GOUVEIA CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CLEYSLÂNY DE OLIVEIRA LIMA

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA
DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO SHOPPING DA VILA EM
DELMIRO GOUVEIA - AL.

CLEYSLÂNY DE OLIVEIRA LIMA

ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO SHOPPING DA VILA EM DELMIRO GOUVEIA - AL.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas – Campus Sertão, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharelado em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Pedro de Oliveira Netto

Delmiro Gouveia – AL 2023

Catalogação na fonte

Universidade Federal de Alagoas

Biblioteca do Campus Sertão

Sede Delmiro Gouveia

Bibliotecária responsável: Renata Oliveira de Souza CRB-4/2209

L732a Lima, Cleyslâny de Oliveira

Análise da viabilidade técnica para implementação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais no Shopping da Vila em Delmiro Gouveia - AL / Cleyslâny de Oliveira Lima. - 2023.

73 f.: il.

Orientação: Antonio Pedro de Oliveira Netto.

Monografia (Engenharia Civil) — Universidade Federal de Alagoas. Curso de Engenharia Civil. Delmiro Gouveia, 2023.

1. Engenharia Civil. 2. Águas pluviais. 3. Aproveitamento de água. 4. Reuso de água. 5. Viabilidade técnica. 6. Shopping da Vila. 7. Delmiro Gouveia – Alagoas. I. Oliveira Netto, Antonio Pedro. II. Título.

CDU: 628.14:351.778.3

Folha de Aprovação

CLEYSLÂNY DE OLIVEIRA LIMA

Análise da viabilidade técnica para implementação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais no Shopping da Vila em Delmiro Gouveia - AL.

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à banca examinadora do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas — Campus Sertão como requisito à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil apresentado em 05/09/2023.

Banca examinadora:



Prof.º Dr.º Antonio Pedro de Oliveira Netto / UFAL (Orientador)



Engenheiro Helder Lima Pinto (Examinador Externo)



Prof.º Dr.º Odair Barbosa de Moraes (Examinador Interno)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus pela benção da vida e por me fortalecer nos momentos mais difíceis. Agradeço aos meus pais, Telma e Valmir, por apoiar as minhas decisões e lutar comigo para a conquista dos meus objetivos, por todo amor, cuidado e confiança, sem vocês nada faria sentido.

Aos meus irmãos e avós, sou grata por todo o incentivo e carinho. Ao meu noivo, por se fazer presente, me impulsionar a ir sempre além e por acreditar em mim, quando nem eu mesma acreditava.

Ao meu orientador, Antonio Netto, por aceitar conduzir o trabalho, pela paciência, dedicação e por toda troca de conhecimento, você foi fundamental para elaboração desse estudo.

Às minhas amigas e irmãs de universidade, Rikelly, Vivian, Isabelly, Vitória e Nathalie, por trazerem alegria nos momentos mais difíceis e por toda a ajuda ao longo desses anos, sou eternamente grata por todas as trocas, sorrisos, lágrimas e conquistas, vocês tornaram cada segundo mais leve, nossa amizade vai além da graduação.

Às minhas amigas de infância, Raquel, Luanna e Rikelly, por todos os momentos que partilhamos, pelas risadas e por todo apoio durante toda a minha trajetória, sou muito mais feliz por ter vocês ao meu lado. À Raquel e Luanna que mesmo distantes fisicamente se fizeram presentes, e em especial a Rikelly por toda a confiança e por aceitar abraçar o desafio de estudar em outra cidade junto comigo, você me encorajou e me amparou nos momentos em que a saudade da família apertava.

Agradeço aos amigos que fiz ao longo do curso, Micael, Josiclécio, Mateus, Edton, Giovanni, Pedro, Fernando e Hildegard, por todos os momentos de trocas, noites de estudos, jantares e pelo companheirismo e amizade de todos.

A todos os meus professores de graduação e as empresas nas quais tive a oportunidade de estagiar, pela confiança e pelos ensinamentos, vocês foram fundamentais para a minha formação profissional.

A 19 Engenharia Jr. por toda a bagagem que adquiri nos quase 3 anos de empresa e pelas grandes amizades que fiz. Ao Centro Acadêmico de Engenharia Civil, que tive o prazer de fazer parte.

Ao engenheiro do Shopping da Vila, Helder, pela disponibilidade e contribuição para a elaboração desse trabalho. Ao professor Odair, pelas dicas e ajuda no estudo.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte da minha trajetória e contribuíram para a conquista desse sonho, que será apenas o primeiro de muitos

RESUMO

A escassez de água é um problema que vem preocupando cada vez mais, principalmente quando se pensa nas gerações futuras. Diante disso, o reaproveitamento de águas pluviais se mostra uma ótima fonte alternativa e sustentável que ajuda a minimizar o desperdício de água potável em locais que não necessitam desse tipo de uso. Assim, o presente trabalho buscou analisar a viabilidade técnica para a implementação de um sistema de reaproveitamento de águas pluviais em um shopping center localizado na cidade de Delmiro Gouveia, no alto sertão alagoano. Nele foram levantados os dados pluviométricos locais, a área de captação, estimado o consumo médio mensal, sugeridas as áreas onde podem ser feitos o reuso de água (descarga de vasos sanitários e mictórios, irrigação de jardins externos), calculado o volume do reservatório através de dois métodos e por fim comparado o volume de água captado com o volume consumido nos pontos de reaproveitamento. Os resultados mostraram que apesar do consumo mensal nos locais de reuso sugeridos serem maior que o volume captado, o sistema contribui para uma redução de até 70% com relação ao consumo anual nesses pontos. Consequentemente reduz também o uso de água potável e o valor pago a concessionaria de abastecimento, além disso se aplicado em conjunto com o reuso de águas cinzas, que já é feito no local, pode ter uma redução ainda maior.

Palavras-chave: Escassez de água; Reaproveitamento de águas pluviais; Minimizar o desperdício de água; Reuso de água.

ABSTRACT

Water scarcity is an increasingly worrying problem, especially when you think about future generations. In view of this, the reuse of rainwater is a great alternative and sustainable source that helps to minimize the waste of drinking water in places that do not need this type of use. This study sought to analyze the technical feasibility of implementing a rainwater reuse system in a mall located in the city of *Delmiro Gouveia*, in the highlands of *Alagoas*, Brazil. Local rainfall data, the water collecting area, estimated average monthly consumption, suggested areas where water can be reused (flushing toilets and urinals, irrigation of outdoor gardens), calculated the volume of the reservoir using two methods and finally compared the volume of water captured with the volume consumed at the reuse points. The results showed that although monthly consumption at the suggested reuse points is higher than the volume captured, the system contributes to a reduction of up to 70% in relation to annual consumption at these points. Consequently, it also reduces the use of drinking water and the amount paid to the water utility, and if applied in conjunction with the reuse of gray water, which is already done on site, it can have an even greater reduction.

Keywords: Rainwater reuse; Minimizing water waste; Water scarcity; Water reuse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição de água e população no Brasil	21
Figura 2 - Usos consuntivos setoriais em 2021, em %	24
Figura 3 - Sistema de aproveitamento de água pluvial	25
Figura 4 – Localização do município de Delmiro Gouveia no mapa de Alagoas	33
Figura 5 – Vista por satélite da localização do Shopping da Vila e seu estacionamento.	34
Figura 6 – Fachada principal do Shopping da Vila	34
Figura 7 – Áreas de captação	35
Figura 8 – Jardins externos do Shopping da Vila	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Parâmetros de qualidade para uso da água não potável	27
Tabela 2 – Frequência de manutenção	28
Tabela 3 – Consumo típico de água por tipo de comércio e serviço	36
Tabela 4 – Modelos de previsão de consumo de água	37
Tabela 5 – Áreas de captação	42
Tabela 6 – Índice de consumo real	44
Tabela 7 – Quantitativo de variáveis usadas no cálculo de previsão de consum	o de
água	45
Tabela 8 – Consumo médio de água para diferentes edificações	46
Tabela 9 – Áreas dos jardins externos	48
Tabela 10 – Estimativa de volumes para o reservatório usando a curva de	
permanênciapermanência	51
Tabela 11 – Demonstração do método de Rippl	51
Tabela 12 – Volume captado de chuva	52
Tabela 13 – Balanço hídrico	53
Tabela 14 – Análise econômica	55

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Média Mensal de Precipitação (1936 – 2022)	43
Gráfico 2 – Curva de Permanência Anual	50
Gráfico 3 – Balanço Hídrico	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

AL Alagoas

ANA Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

CAD Computer Aided Design

cm Centímetro

COT Carbono orgânico total

CRL Cloro residual livre

DBO Demanda Bioquímica de Oxigênio

DNOCS Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

E. Coli Escherichia coli

FECOMERCIO Federação do Comércio do Estado de São Paulo

FIESP Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

km² Quilômetro quadrado

kg Quilograma

L Litro

m Metro

mm Milímetro

m² Metro quadrado

m³ Metro cúbico

ml Mililitro

mg Miligrama

NBR Norma Brasileira

NMP Número mais provável

n° Número

pH Potencial hidrogeniônico

SDT Sólidos dissolvidos totais

SES/SIMA Secretários de Estado da Saúde e de Infraestrutura e Meio

Ambiente

SE Sergipe

s Segundos

Sinduscon-SP Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo UT Unidade de turbidez

LISTA DE SIMBOLOS

μ Micro

% Porcentagem

O₂ Oxigênio

R\$ Reais

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇAO	16
2.	OBJETIVOS	18
2.2	Objetivo Geral	18
2.3	Objetivos Específicos	18
3.	ESTRUTURA DO TRABALHO	19
4.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
4.1	Escassez de Água	20
4.2	Consumo de Água	23
4.3	Regulação do Uso da Água da Chuva	24
4.4	Uso Final da Água da Chuva	29
5.	METODOLOGIA	32
5.1	Área de Estudo	32
5.2	Área de Captação	34
5.3	Dados Pluviométricos	35
5.4	Índice de Consumo Real da Água	35
5.5	Índice de Consumo Mensal Estimado	36
5.6	Pontos de Reaproveitamento da Água da Chuva	37
5.7	Dimensionamento do Reservatório para Coleta da Água da Chuva .	
5.8	Cálculo do Volume Captado	39
5.9	Balanço Hídrico	40
5.10	Análise Econômica	40
6.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
6.1	Cálculo da Área de Captação	42
6.2	Dados Pluviométricos	42
6.3	Índice de Consumo Real	43
6.4	Índice de Consumo Mensal Estimado	44
6.5	Análise Quantitativa de Água nos Pontos de Reaproveitamento	46
6.5.1	Descarga de vasos sanitários e mictórios	46
6.5.2	Irrigação de jardins externos	47
6.5.3	Consumo final nos pontos de reaproveitamento	49
6.6	Dimensionamento do Reservatório	49
6.6.1	Dimensionamento pelo método de Azevedo Neto	49
6.6.2	Dimensionamento pelo método Rippl	51

6.7	Cálculo do Volume Captado	52
6.8	Balanço Hídrico	53
6.9	Análise Econômica	54
7 .	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS	58
	APÊNDICE A – SÉRIE HISTÓRICA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS	61
	ANEXO A – PLANTA BAIXA	65
	ANEXO B – PLANTA DE COBERTA	66
	ANEXO C – HISTÓRICO DE CONSUMO DE ÁGUA	67
	ANEXO D – POLÍTICA TARIFÁRIA	69

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito com grande valor econômico e essencial para a vida de todos os seres vivos. Além disso, ela é um patrimônio público, sendo dever dos governos regular o acesso e implementar uma série de instrumentos de gestão que promovam usos múltiplos e sustentáveis em benefício das gerações presentes e futuras (ANA, 2021).

O relatório pleno elaborado pela ANA em 2021 mostra os principais usos de água e o quanto esse insumo é fundamental no dia a dia, sendo utilizado em atividades simples, como tomar banho, até as mais complexas como atividades industriais e na geração de energia. Cada uso da água possui suas particularidades quanto à quantidade e à qualidade.

Silva et al. (2017) afirma que o Brasil é bastante conhecido pelo seu potencial hídrico, ainda assim enfrenta grandes problemas com a distribuição irregular de água. A região nordeste é uma das que mais sofre com os períodos de estiagem, visto que possui elevadas temperaturas e baixas taxas de precipitação ao longo do ano.

Dentre os fatores que contribuem para que a água se torne cada vez mais escassa estão o mau uso desse recurso, a poluição de rios, falta de saneamento básico nas cidades, falta de planejamento relacionada ao processo de urbanização, e ainda a desvalorização por parte da população para com a água, uma vez que pequenas atitudes ajudam na preservação dela e garantem que as futuras gerações tenham direito de usufruir desse recurso (LEITÃO, 2009).

Diante dessa problemática surge a necessidade de buscar formas que ajudem na preservação da água, sendo o reaproveitamento de águas pluviais uma das possíveis oportunidades para isso, visto que pode ser empregada em locais que não necessitam de água potável e, se tratada corretamente, pode se tornar própria para consumo (BRUCH, 2018).

O sistema de reaproveitamento de águas pluviais pode ser utilizado em diferentes tipos de edificações, desde pequenas residências até shopping centers, indústrias, escolas e várias outras (BERTUZZI, 2018). Além de reduzir o desperdício de uma água que incialmente seria descartada no esgotamento sanitário, o reaproveitamento de águas pluviais, se feito em locais onde não há rede de distribuição, contribui com a melhoria da qualidade de vida. Sendo também uma boa possibilidade de reduzir os custos gastos com as concessionárias de água.

Pensando nisso, foi elaborado o presente trabalho que buscou analisar os dados pluviométricos da cidade de Delmiro Gouveia, situada no alto sertão alagoano, bem como os costumes locais do Shopping da Vila, empreendimento que possui grande significado para a cidade, a fim de entender a viabilidade técnica para a implementação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais no local.

2. OBJETIVOS

Neste capítulo estão expressos os objetivos geral e específicos da pesquisa.

2.2 Objetivo Geral

O presente trabalho buscou analisar a viabilidade técnica para a implementação de um sistema de aproveitamento de água da chuva no Shopping da Vila, localizado na cidade de Delmiro Gouveia - AL.

2.3 Objetivos Específicos

- Levantar os dados pluviométricos locais;
- Estimar o consumo médio mensal para o empreendimento;
- Calcular o consumo de água nos pontos de reaproveitamento;
- Estimar o volume do reservatório;
- Comparar os valores encontrados de volume de água captado e volume de água consumida nos pontos de reaproveitamento;
- Realizar análise econômica preliminar em relação à possibilidade de reaproveitamento da água da chuva.

3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho foi divido em sete capítulos, sendo o primeiro deles a introdução, a qual traz a contextualização e a importância da preservação de água e da prática do reaproveitamento de águas pluviais. Seguido do segundo capítulo que apresenta os objetivos geral e específicos da pesquisa.

O terceiro capítulo explica como se dá a estrutura do trabalho, em seguida apresenta-se a revisão bibliografia, o quarto capítulo que traz o embasamento teórico da pesquisa e uma visão geral sobre o tema abordado. O quinto capítulo, a metodologia, descreve os procedimentos necessários para a implementação do sistema analisado.

O sexto e sétimo capítulo tratam respectivamente dos resultados obtidos na pesquisa, e das considerações finais e sugestões para trabalhos futuros.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo, estão descritos os principais conceitos teóricos e a visão geral a respeito do tema desta pesquisa. Partindo da discussão sobre a escassez e consumo de água, seguida da regulação do uso da água da chuva e encerrando com os usos finais das águas pluviais.

4.1 Escassez de Água

O Brasil possui um enorme potencial hídrico, com um dos maiores rios e o maior aquífero da Terra. Apesar disso, a falta de água é um problema que assola diversas famílias, principalmente as que vivem nas regiões semiáridas, onde os reservatórios artificiais não resistem aos longos períodos de seca e as baixas taxas de precipitação (SILVA et al., 2017).

De acordo com o Relatório Pleno disponibilizado pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) publicado em 2022, de 2017 a 2020, aproximadamente 89 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens no país, e somente em 2020, mais de 10 milhões de pessoas foram afetadas por esses fatores.

O relatório traz dados importantes acerca das chuvas, que são a principal fonte de água para todo o continente. Segundo ele, a quantidade e a frequência com que as chuvas ocorrem variam ao longo do ano. No Brasil a chuva média anual é estimada em 1.760mm, sendo que desta quantidade, menos de 500mm é a chuva da região semiárida e mais de 3.000mm a da região Amazônica.

Segundo May (2004), no Brasil há uma grande discrepância entre a concentração de água e a população. Nas áreas onde as atividades industriais e agrícolas são dominantes, a proporção do volume de água é pequena, enquanto nas áreas onde as atividades industriais e agrícolas não são intensivas, ocorre o contrário.

Um levantamento feito pela ANA em 2020 mostrou a situação da distribuição de água no Brasil, que apesar de possuir a maior reserva de água doce do mundo, enfrenta sérios problemas relacionados à gestão de recursos hídricos. A Figura 1 traz os dados deste estudo.

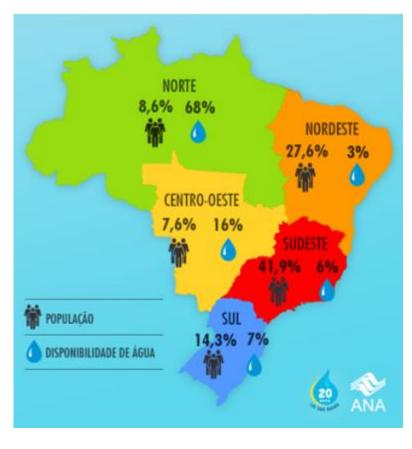


Figura 1 - Distribuição de água e população no Brasil

Fonte: ANA, 2020 apud Artija (2020).

Diante disso, é perceptível a grande dificuldade relacionada à escassez de água enfrentada principalmente pelos sertanejos, visto que a falta deste recurso tem influência direta em seus meios de sustento.

A escassez de água é resultado de uma série de ações, e está ligada a mudanças climáticas, ao desperdício, falta de saneamento básico, poluição dos recursos hídricos, e ainda ao crescimento urbano desordenado, já que acaba gerando impactos negativos nos ecossistemas aquáticos e terrestres.

A ampliação do processo de urbanização vem gerando uma grande demanda por bens e serviços, e como consequência disso há uma pressão sobre os recursos naturais, destacando-se os recursos hídricos. A falta de saneamento das cidades, em conjunto a diversificação das atividades econômicas e as formas de consumo da

sociedade, leva a degradação do meio ambiente urbano, a poluição dos rios e gera riscos de escassez de água (LEITÃO, 2009).

Tendo em vista que a água é essencial para a sobrevivência humana e para a realização de grande parte de suas atividades, é fundamental pensar em alternativas que minimizem a sua degradação, além de formas de reaproveitamento, pois ela é um bem finito.

Segundo Rodrigues (2018), no Brasil há alguns projetos que atuam na conservação da água, o Programa de Revitalização de Bacias, atua na revitalização de algumas bacias, como é o caso do Rio São Francisco, o Programa Água Doce, trabalha com a dessalinização no semiárido, e o Programa Cisterna, que ajuda as famílias carentes que sofrem com a seca.

Uma matéria publicada em julho desse ano no Portal Oficial do Governo do Estado de Alagoas, mostra que o Programa Cisterna Alagoas, atende somente no estado, cerca de 17 municípios e tem como meta a construção de 10 mil cisternas, a fim de ofertar mais qualidade de vida aos sertanejos e contribuir para que muitas famílias saiam da extrema pobreza.

O Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), publicou em 2021 uma matéria com uma ação realizada em Canapi, cidade do sertão alagoano, em que foram perfurados diversos poços, com intuito de levar água aos moradores que vivem em locais isolados e não têm acesso a água de boa qualidade e nem infraestrutura adequada.

Além desses programas, há outros mecanismos que ajudam a minimizar a escassez de água, como técnicas de reaproveitamento de águas pluviais, reuso de águas cinzas, água do mar dessalinizada, dentre outras.

Encontrar fontes alternativas e sustentáveis, como o aproveitamento da água da chuva, tem sido objeto de muitas pesquisas. As águas pluviais podem ser aproveitadas de diversas formas e em vários tipos de edificações, principalmente em atividades em que não seja necessário o uso de água potável (BRUCH, 2018).

4.2 Consumo de Água

Segundo o Manual de Usos Consuntivos da água no Brasil, feito pela ANA em 2019, o uso da água é chamado consuntivo, quando a porção de água retirada é consumida de forma total ou parcialmente em determinada atividade e não retorna de forma direta ao corpo hídrico. O consumo pode se dar de diversas formas, por exemplo, através de evaporação, transpiração, inclusão de produtos, consumo por seres vivos, entre outros. Os não consuntivos são aqueles usos que não afetam diretamente a quantidade hídrica local, por exemplo, para o transporte, pesca, lazer e turismo.

O manual aponta que no Brasil a busca por água tem aumentado, tendo um crescimento estimado de cerca de 80% no total retirado nas últimas duas décadas. A previsão é que até 2030 aumente aproximadamente mais 24%.

O desenvolvimento econômico e o processo de urbanização têm relações diretas na evolução dos usos da água no país. Na década de 1940, o uso da água nos municípios brasileiros era predominantemente para abastecimento humano, rural e animal. O crescimento urbano e o desenvolvimento econômico, levaram a diversificação de usos desse recurso (ANA, 2019).

O informe anual de 2022 da ANA aponta que no Brasil os principais usos consuntivos da água são o abastecimento humano e abastecimento animal, a indústria de transformação, a irrigação, a mineração e a termoeletricidade.

A Figura 2 apresenta as estimativas de retirada para cada tipo de uso do ano de 2021, e a partir dela verifica-se que a retirada total é de 2.134,8m³/s, aproximadamente 64,32 trilhões de L/ano. Percebe-se também que o abastecimento urbano é o segundo setor que mais necessita de água com cerca de 22,6%, ficando abaixo somente da irrigação (53,7%).

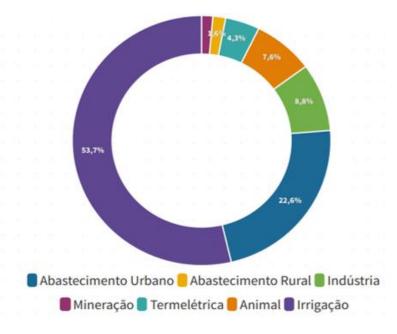


Figura 2 - Usos consuntivos setoriais em 2021, em %.

Fonte: Adaptado de ANA, 2022.

4.3 Regulação do Uso da Água da Chuva

Assuntos relacionados à disponibilidade de água potável em boa quantidade para as gerações atuais e futuras, ganharam ênfase e vêm preocupando cada vez mais. A redução da quantidade de água limpa acessível na natureza e o crescimento populacional levam a busca por novas estratégias a fim de minimizar o consumo e mais ainda evitar o desperdício deste bem. A utilização de água da chuva é uma das possibilidades que se mostram efetivas, pois ela diminui a quantidade de água potável que é consumida em situações que não sejam necessárias o uso deste tipo de água (BERTUZZI, 2018).

O aproveitamento de água pluvial é benéfico por apresentar baixo impacto ambiental, contribuir na drenagem em caso de chuvas demasiadas, possuir capacidade de armazenamento de volumes consideráveis para situações emergenciais e servir de complemento em conjunto com o sistema convencional de abastecimento. (RODRIGUES, 2018).

Segundo Bertuzzi (2018) os sistemas de captação de água da chuva podem ser instalados em diferentes tipos de edifícios, como residências, prédios comerciais ou residenciais, fábricas e outros. Deve-se considerar o uso de água da chuva sempre que possível, especialmente onde o consumo de água é alto.

O manual de conservação e reuso da água em edificações (2005) criado em conjunto pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), o Sindicato da Construção Civil do Estado de São Paulo (Sinduscon-SP) e a ANA, foi por bastante tempo referência para quem buscava pôr em prática e até entender um pouco mais sobre sistema de reuso de água. Nele é possível ver exemplos de sistemas de conservação e reaproveitamento de água em diferentes tipos de edificações do estado de São Paulo, desde residências comuns, até prédios universitários, shopping centers e outras.

A Figura 3 apresenta o esquema de um sistema de aproveitamento de águas pluviais e as suas etapas, proposto pelo manual.

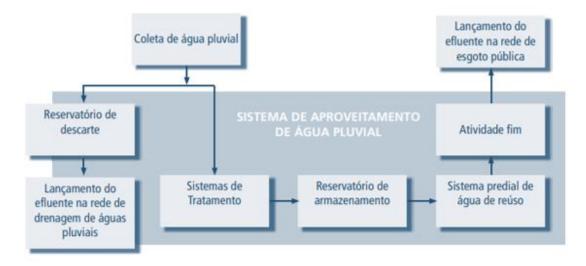


Figura 3 - Sistema de aproveitamento de água pluvial.

Fonte: Manual de conservação e reuso de água em edificações, 2005.

Além disso o manual aborda os padrões de qualidade da água para reuso, dividindo em classes e detalhando os parâmetros e as quantidades permitidas de cada um. O documento traz ainda as exigências mínimas para os usos não potáveis, os exemplos de usos, no qual cita a descarga de bacias sanitárias, a rega de jardins, lavagem de roupas, pisos e veículos, uso em algumas etapas nas construções (lavagem de agregados, preparação de concreto, compactação do solo) e diversas outras informações que contribuem para o entendimento e a prática de um sistema de reuso, seja de água pluvial, água cinza ou de outra finalidade (FIESP, Sinduscon-SP, ANA, 2005).

Em 2020, o Diário Oficial do Estado de São Paulo publicou a resolução conjunta SES/SIMA (Secretários de Estado da Saúde e de Infraestrutura e Meio Ambiente) n°01, que disciplina o reuso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário.

Uma notícia publicada em fevereiro de 2022 no portal tratamento de água, alerta sobre a quantidade de estados brasileiros que possuem regulamentação para reuso de água (MADUREIRA, 2022). Apesar da falta de água ser um problema que atinge muitos estados, somente três se mobilizaram para incentivar o reaproveitamento de água e dar direcionamento para aplicabilidade desses sistemas, sendo eles: Ceará, Minas Gerais e São Paulo.

Ainda mais recentemente, em maio de 2022, foi publicado no Diário Oficial do Distrito Federal n°86, a resolução n°005, a qual estabelece diretrizes para o aproveitamento ou reuso de água não potável em edificações no Distrito Federal. O governo do estado do Paraná e o Conselho Estadual de Recursos Hídricos, órgão vinculado ao Instituto Água e Terra, em junho desse ano desenvolveu a resolução n°122, que dá instruções e descreve os critérios gerais para reuso de água para proveito urbano, agrícola, florestal, ambiental e industrial no estado.

A Lei 14.546, aprovada em abril desse ano, faz alterações e traz melhorias à Lei de Saneamento Básico (Lei n°11.445), tendo como um dos objetivos estabelecer medidas de prevenção a desperdícios e estimular o aproveitamento das águas de chuva e de reuso não potável das águas cinzas.

A ABNT NBR 16783:2019 é a norma que trata do uso de fontes alternativas de água não potável em edificações. Nela encontram-se descritas as fontes alternativas de água não potável, seus potenciais usos, os parâmetros de qualidade para o uso, a documentação de projeto para o sistema predial de água não potável e ainda indica outras normas que devem ser usadas a depender da fonte de uso escolhida.

A tabela 1 retirada da NBR 16783:2019 mostra os parâmetros de qualidade para o uso da água não potável e os limites permitidos para cada um.

Tabela 1 - Parâmetros de qualidade para uso da água não potável

Parâmetro	Limite	
рН	6,0 a 9,0	
E. Coli	≤ 200 NMP/100mL	
Turbidez	≤ 5 UT	
DBO _{5'20}	≤ 20 mgO ₂ /L	
CRL (cloro residual livre)	Mínimo 0,5mg/L – Máximo de 5,0 mg/L Recomendável 0,5mg/L – Máximo de 2,0 mg/L	
Sólidos dissolvidos totais (SDT) ou condutividade elétrica ^a	≤ 2 000 mg/L ou ≤ 3 200 µS/cm	
Carbono orgânico total (COT) b	< 4 mg/L	
 a realizar a análise dos sólidos dissolvidos totais. b Somente para água de rebaixamento de lençol freático. 		

Fonte: ABNT, NBR 16783, 2019.

Outra norma fundamental é a ABNT NBR 15527:2019 que traz os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis. Segundo o documento, a água da chuva sem tratamento, pode ser usada para descargas em bacias sanitárias e mictórios, irrigação para fins paisagísticos, lavagem de veículos e pisos e uso ornamental.

A mesma NBR traz as considerações que precisam ser analisadas na aplicação do sistema de aproveitamento de água da chuva, que deve atender as NBRs 5626 e 10844, as quais tratam respectivamente de instalação predial de água fria e instalações prediais de águas pluviais (ABNT NBR 15527, 2019).

Além disso, elas apontam as informações que precisam ser levantadas, como por exemplo, a caracterização do local, precipitação pluviométrica, área de captação, volume do reservatório, mecanismos para melhoria da qualidade da água, demanda a ser atendida, dentre outras (ABNT NBR 15527, 2019). É necessário dar atenção a área de cobertura, pois pode haver possíveis fontes de contaminação. E, ainda, é ideal que seja realizada uma análise de viabilidade técnico-econômica do sistema a ser implantado.

Por fim, a ABNT NBR 15527:2019 detalha os cuidados que se deve ter com relação às calhas e condutores, como deve-se realizar o pré-tratamento da água da chuva captada, o dimensionamento dos reservatórios que receberão essa água, os requisitos das instalações prediais, os parâmetros que devem ser atendidos relacionados a qualidade da água, o tratamento e ainda a frequência da manutenção.

A tabela 2 retirada da ABNT NBR 15527:2019 trata da frequência de manutenção necessária dos instrumentos que compõem o sistema de captação, coleta e armazenamento da água da chuva.

Tabela 2 – Frequência de manutenção

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal
	Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do	Inspeção mensal
escoamento inicial, se existir	Limpeza trimestral
Calhas ^a	Inspeção semestral, limpeza quando
	necessário
Área de captação, condutores	Inspeção semestral, limpeza quando
verticais e horizontais	necessário
Dispositivos de desinfecção	Inspeção mensal
Bombas	Inspeção mensal
Reservatório	Inspeção anual, limpeza quando
	necessário

^a Além da limpeza, deve ser realizada verificação da existência de formação de áreas de acúmulo de água e eliminação quando necessário, para evitar a proliferação de vetores, em especial mosquitos.

Fonte: ABNT, NBR 15527, 2019.

Apesar de possuir inúmeras vantagens, é importante salientar que a implementação de um sistema de reaproveitamento de água pluvial necessita de um grande investimento inicial, porém que dará retorno ao longo de alguns anos, já que

reduz o consumo de água e consequentemente reduz as tarifas pagas. Também são necessárias manutenções periódicas e a limitação do uso dessa água, por se tratar de uma água com qualidade vulnerável.

A legislação brasileira relacionada ao uso da água pluvial em edificações ainda é limitada e fragmentada. Existem barreiras regulatórias que dificultam a implantação de sistemas de captação e reaproveitamento de água pluvial, como exigências burocráticas e falta de incentivos. A instalação de sistemas de captação e tratamento de água pluvial pode exigir investimentos significativos, o que pode ser um obstáculo para muitas edificações, especialmente as de menor porte. Os custos iniciais podem ser uma barreira para a adoção generalizada desses sistemas.

Em contrapartida, o Brasil enfrenta desafios significativos relacionados à escassez de água em várias regiões. O reaproveitamento da água de chuva pode ajudar a reduzir a dependência dos recursos hídricos convencionais e a mitigar os impactos da escassez de água, além de ser uma prática sustentável que contribui para a conservação dos recursos hídricos e a redução do consumo de água potável proveniente do sistema convencional de abastecimento.

4.4 Uso Final da Água da Chuva

Segundo Mejia, Melo e Silva (2020), o Brasil evoluiu ao longo de seus muitos anos de história com uma fartura ilusória de água e isso gerou uma cultura de desperdício, como se esse recurso fosse inesgotável. Hoje, o país enfrenta grandes desafios relacionados à aplicação prática do reuso, justamente por tentar reverter essa percepção de excesso de água. O desconforto hídrico vivenciado nos últimos anos em regiões de alto desenvolvimento socioeconômico leva aos poucos as empresas de saneamento e prefeituras a buscarem alternativas que ajudem a reverter essa situação, enxergando o reuso como uma delas.

Porém, são muitos os fatores que acabam dificultando, como falta de regulamentação e consequentemente de procedimentos burocráticos, medo da aceitação social, desvalorização desse recurso, já que por ser um bem barato no mercado nacional, muitos não enxergam o seu real valor, infraestrutura precária, dentre outros. Em contrapartida, há bastante oportunidades com a prática do reuso de água, a redução na demanda sobre os recursos hídricos, já que substitui o uso de água potável por uma água de qualidade inferior, e se tratada corretamente pode

se tornar própria para consumo humano. O reuso é também o uso racional da água, evitando desperdício e contribuindo para que as próximas gerações possam se beneficiar com esse recurso (MEJIA; MELO; SILVA, 2020).

Tais fatores foram despertando a curiosidade de estudiosos que ao longo dos anos tem pesquisado mais sobre a implementação de sistemas de reuso de água, em especial do reaproveitamento de águas pluviais e águas cinzas.

Silveira (2020) realizou um estudo de implantação de um sistema de captação e reaproveitamento de água pluvial, verificando seu impacto no consumo de água na área comum de um shopping center, localizado no interior de São Paulo. Neste estudo ele destina a água da chuva captada através do telhado da edificação para uso de fins não potáveis, sendo eles, o uso nas descargas dos banheiros e mictórios, para torneiras de jardins externos, tanque (limpeza da área técnica) e torneira de uso geral na área da doca. Ao final do estudo ele observou que a redução de consumo acumulada para um reservatório de 2.775,77m³ representou um impacto anual de -80% no consumo comum.

O estudo de Pereira e Maia (2017), a respeito do potencial de reaproveitamento de água de chuva no Buriti shopping em Rio Verde, mostrou que é possível otimizar o uso dessa água, e mesmo seu prédio sendo uma construção recente, em que não foi constatado desperdício ou perda no sistema, o volume de água de chuva potencial para o reuso de fins não potáveis correspondeu à 58,5% do uso anual do empreendimento, tendo grande potencial e podendo ser uma fonte alternativa para o shopping.

Outro estudo desenvolvido em 2018 por Souza e Souza, avaliou o potencial de um sistema para reuso das águas cinzas provenientes dos lavatórios de banheiros, combinado com o aproveitamento da água da chuva em um Shopping Center no estado de Sergipe. Inicialmente foi analisada a demanda hídrica da edificação para irrigação de jardim e descarga de vasos sanitários, e as ofertas de água de reuso (água cinza) e da água pluvial. Os resultados mostraram que para fins não-potáveis o sistema conseguiu atender parcialmente a demanda de água da edificação quando direcionada para suprimento em descargas de banheiros e irrigação dos gramados, e foi estimado que com a implantação do sistema a economia média de água potável poderia variar entre 9,3 e 26,4% ao longo dos meses do ano.

Trindade, Alvarado e Santana (2017) analisaram em seu estudo a viabilidade econômica da implantação de um sistema para aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em uma escola municipal localizada em Lagarto - SE. As águas que caiam sobre a cobertura eram captadas e armazenadas em um reservatório que abastecia as bacias sanitárias, máquina de lavar roupas e torneira de jardim. Ao final perceberam que com implantação desse sistema poderiam obter uma economia financeira na faixa de novecentos reais mensais e um tempo de retorno de aproximadamente três anos e meio, tendo excelente custo-benefício.

Amaral et al. (2017) em seu estudo avaliou os sistemas de aproveitamento de água de chuva em quatro unidades educacionais do Rio Grande do Norte. Os resultados indicaram que a água armazenada apresentou qualidade compatível para irrigação de áreas verdes, e apesar dos sistemas não estarem protegidos com as barreiras sanitárias necessárias, a água pode ficar própria para consumo humano, se feito o uso de uma simples cloração, inspeção e limpeza dos pré-filtros a montante dos reservatórios e ainda a substituição dos filtros dos bebedouros.

Um outro estudo sobre análise técnico-econômica de um sistema de reaproveitamento de água pluvial num empreendimento do setor hoteleiro de Delmiro Gouveia - AL, desenvolvido por Rodrigues (2018), apresentou resultados positivos do ponto de vista financeiro e sustentável, já que a água pode ser usada para fins não potáveis, como para irrigação, e caso passe pelos processos adequados de tratamento, pode ser usado para consumo humano.

É possível perceber que na grande maioria dos estudos o uso final da água da chuva é para fins não potáveis, sendo destinada para bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de pisos, máquinas de lavar roupas, dentre outros. Sendo possível torná-la própria para consumo se passar pelos tratamentos corretos.

5. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta os procedimentos adotados para a análise de viabilidade de um sistema de aproveitamento de água pluvial de um shopping center. Os métodos consistem na verificação do atual consumo de água e estimativa de consumo médio futuro no empreendimento, levantamento do volume de chuvas da cidade, averiguação dos destinos para o reuso das águas da chuva, estimativa do volume do reservatório, e apuração do potencial de economia de água obtido com a implantação do sistema.

Para elaboração do estudo foram utilizados projetos disponibilizados pelo engenheiro responsável pelo shopping, relatórios de consumo de água fornecidos pela concessionária que realiza a distribuição de água na cidade e os demais dados foram coletados através de pesquisas em normas e sites.

5.1 Área de Estudo

A área de estudo analisada neste trabalho localiza-se num centro de compras (Shopping da Vila) em Delmiro Gouveia, no alto sertão do estado de Alagoas. A cidade faz divisa com os municípios alagoanos de Pariconha, Olho d'Água do Casado e Água Branca, além dos estados de Sergipe, Bahia e Pernambuco. Conta com 628,545km² de área territorial e com uma população estimada em 51.319 habitantes para o ano de 2022 (IBGE,2022). A Figura 4 mostra a localização do município de Delmiro Gouveia no estado.



Figura 4 – Localização do município de Delmiro Gouveia no mapa de Alagoas.

Fonte: IBGE, 2023.

O Shopping da Vila inaugurado em março de 2022, está situado na Avenida Presidente Castelo Branco, número 60, no centro da cidade, onde antes era localizada a Fábrica da Pedra, que possui grande significado para a cidade, e por isso, o empreendimento apesar de moderno, tem uma arquitetura que valoriza suas raízes.

Com um terreno de mais de 26.000,00m², o shopping consegue abrigar mais de 30 lojas, praça de alimentação, cinema, área de lazer e estacionamento, é hoje uma das principais atrações da cidade.

A Figura 5 exibe a vista por satélite dos lotes onde o shopping está situado, sendo o lote maior a área principal do shopping e o lote menor o estacionamento. A Figura 6 mostra a fachada principal do Shopping da Vila.

Figura 5 – Vista por satélite da localização do Shopping da Vila e seu estacionamento.

Fonte: Google Maps, 2023.



Figura 6 – Fachada principal do Shopping da Vila.

Fonte: Folha de Alagoas, 2022.

5.2 Área de Captação

A área de captação foi obtida a partir das plantas disponibilizadas pelo engenheiro civil responsável pelo Shopping. Esta corresponde à área de cobertura do prédio principal, onde está localizado o Shopping da Vila, acrescida da cobertura do espaço disponível para sua ampliação e do espaço complementar. A Figura 7 mostra as áreas correspondentes, as quais foram calculadas usando o comando "AREA" no software AutoCAD 2021 (versão para estudante).

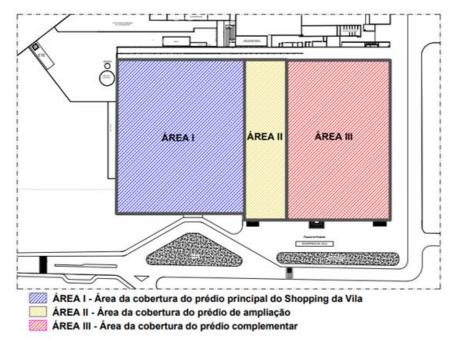


Figura 7 – Áreas de captação.

Fonte: Adaptado do Shopping da Vila, 2020.

5.3 Dados Pluviométricos

A série histórica de dados das chuvas da cidade de Delmiro Gouveia foi coletada no site da ANA, onde está disponível o aplicativo Hidroweb Mobile. Nele é possível acessar diversas estações pluviométricas, as quais medem a quantidade e intensidade de chuvas de cada cidade, para obter o relatório com os dados convencionais, basta preencher o código da estação correspondente a cidade. Para o presente trabalho utilizaram-se os dados da estação 937013, que fica localizada em Delmiro Gouveia.

5.4 Índice de Consumo Real da Água

O índice de consumo real de água pôde ser analisado a partir do relatório disponibilizado pela atual empresa concessionária de água, Águas do Sertão. Nele consta o consumo mensal a partir de março de 2021 a julho de 2023, respectivamente os meses que a empresa começou a atuar na distribuição de água na cidade e o mês em que foi solicitado o relatório.

5.5 Índice de Consumo Mensal Estimado

O índice de consumo mensal estimado refere-se ao máximo consumo de água, ou seja, quando o Shopping da Vila estiver em seu funcionamento total, considerando sua expansão e ocupando as três áreas disponíveis (AI, AII e AIII).

Para o cálculo do consumo mensal estimado, foi usado como referência duas tabelas, a fim de fazer um comparativo de dados. A primeira delas (Tabela 3) disponibilizada em 2010 pela Federação do Comércio do Estado de São Paulo (FECOMERCIO) e a outra (Tabela 4) retirada das notas de aula do professor Antônio Netto, para a disciplina de Sistemas de Abastecimento de Água (2023), onde a fórmula própria para shopping centers foi elaborada por Santo e Sanchez (2001) em seu estudo sobre Caracterização do uso da água em shopping centers da região metropolitana de São Paulo.

Tabela 3 - Consumo típico de água por tipo de comércio e serviço

Comércio e serviço	Consumo típico			
Aeroportos (por passageiro)	10 a 12 L			
Bares (por m²)	40 L			
Creches (por criança)	50 a 80 L			
Indústrias (para fins higiênicos)	50 a 70 L			
Lava rápido automático de	250 L			
carros (por veículo)				
Restaurantes (por refeição	200 L			
preparada)				
Shopping centers (por m²)	4 L			
Teatros	7 L/m² ou 5 a 10 L/assento			
Fonto: Adoptedo do EECOMEDCIO 2010				

Fonte: Adaptado de FECOMERCIO, 2010.

Com o dado extraído da Tabela 3, basta calcular usando a equação a seguir:

$$C_{me} = \frac{volume \times dias \text{ úteis} \times \text{área construída}}{1000}$$
 (Equação 01)

Onde:

 C_{me} : Consumo mensal estimado (m³);

Volume: Valor extraído da Tabela 3 (L);

Dias uteis: Quantidade de úteis no referido mês;

Área construída: Área construída total do Shopping da Vila (m²).

Tabela 4 - Modelos de previsão de consumo de água

Categoria de consumidor	Consumo médio (m³/mês)
Clubes esportivos	26 x n° de chuveiros
Hospitais	(2,9 x n° de funcionários) + (11,8 x n° de bacias) +
	(2,5 x n° de leitos) + 280
Prontos socorros	(10 x n° de funcionários) - 70
Shopping centers	-1692 + 0,348 x (área bruta locável) - 0,0325 x
	(área total do terreno) + 0,0493 x (área total
	construída) – 468 x (n° de sala de cinema)

Fonte: Adaptado das notas de aula da disciplina Sistemas de Abastecimento de Água, 2023.

5.6 Pontos de Reaproveitamento da Água da Chuva

Tomando como base as pesquisas realizadas e seguindo as NBRs 16783:2019 e 15527:2019, as águas pluviais coletadas devem ser destinadas para as descargas dos vasos, mictórios e para irrigação dos jardins externos.

Para o cálculo do consumo de água destinado as descargas de vasos sanitários e mictórios, foram usadas as seguintes equações:

$$C = P_{vasos+mictórios} \times C_{médio}$$
 (Equação 02)

Onde:

C: Consumo (L/pessoa);

 $P_{vasos+mict\'orios}$: Porcentagem do uso final de água;

C_{médio}: Consumo médio de água (L/pessoa).

$$C_{diário\ (V+M)} = Pop \times C$$
 (Equação 03)

Onde:

C_{diário (V+M)}: Consumo diário de água;

Pop: População total que frequenta o shopping;

$$C_{mensal (V+M)} = C_{diário (V+M)} \times d$$
 (Equação 04)

C_{mensal (V+M)}: Consumo mensal de água;

d: Dias de funcionamento do shopping.

Para o cálculo do consumo de água usado na irrigação dos jardins externos, foi necessário calcular inicialmente a sua área, através do comando "AREA" no software AutoCAD 2021 (versão para estudante), e em seguida foram usadas as equações:

$$C_{di\acute{a}rio\ (I)} = C_{vegeta\~{a}\~{a}o} \times A_{irriga\~{a}\~{a}o}$$
 (Equação 05)

$$C_{mensal(I)} = C_{diário(I)} \times D$$
 (Equação 06)

Onde:

C_{diário (I)}: Volume de consumo diário usado na irrigação (L/dia);

C_{vegetação}: Consumo de água por tipo de vegetação (L/m²/dia);

A_{irrigação}: Área a ser irrigada (m²);

 $C_{mensal\,(I)}$: Volume de consumo mensal usado na irrigação (L/dia);

D: dias em que o jardim é irrigado.

Para o cálculo do consumo final gasto nos vasos, mictórios e na irrigação de jardins externos, basta somar o consumo mensal de vasos e mictórios com o consumo mensal gasto na irrigação, como mostra a seguinte equação:

$$C_{final} = C_{mensal (V+M)} + C_{mensal (I)}$$
 (Equação 07)

Onde:

C_{final}: Consumo final.

5.7 Dimensionamento do Reservatório para Coleta da Água da Chuva

Existem diversos métodos para realizar o dimensionamento de reservatórios. A NBR 15527:2007 traz os seguintes métodos: Rippl, método de simulação, Azevedo Neto, prático alemão, prático inglês, e prático australiano. Para o trabalho em questão,

foram escolhidos os métodos de Azevedo Neto e o Rippl, com o intuito de fazer uma comparação entre eles.

No método Azevedo Neto, o volume de chuva é obtido a partir da equação:

$$V = 0.042 \times P \times A \times T$$
 (Equação 08)

Onde:

V: é o valor de água aproveitável e o volume do reservatório (L);

P: é o valor da precipitação média anual (mm);

A: é o valor da área de coleta (m²);

T: é o valor numérico correspondente aos meses de pouca chuva ou seca.

No método de Rippl, a evaporação da água não é considerada e o coeficiente de escoamento superficial varia conforme o tipo do telhado. Nesse método usou-se as equações:

$$S_{(t)} = D_{(t)} - Q_{(t)}$$
 (Equação 09)

$$Q_{(t)} = c \times precipitação da chuva_{(t)} \times Área de captação$$
 (Equação 10)

$$V = \sum S_{(t)}$$
, somente se os valores de $S_{(t)} > 0$ (Equação 11)

Sendo que: $\sum D_{(t)} < \sum Q_{(t)}$

Onde:

S_(t): É o volume de água no reservatório no tempo t;

Q(t): É o volume de chuva aproveitável no tempo t;

 $D_{(t)}$: É o consumo ou demanda no tempo t;

V: É o volume do reservatório;

c: É o coeficiente de escoamento superficial.

5.8 Cálculo do Volume Captado

O volume de chuva captado é calculado a partir da seguinte equação:

$$V_{captado} = A_{total} \times Prec_{mensal}$$
 (Equação 12)

Onde:

V_{captado}: Volume captado de chuva (L);

A_{total}: Área total de coberta (m²);

Prec_{mensal}: Precipitação média mensal (mm ou L/m²).

5.9 Balanço Hídrico

O balanço hídrico serve para analisar e monitorar o consumo final de água nos pontos de reaproveitamento em comparação ao volume captado por mês de água pluvial. Seu cálculo está demonstrado pela Equação 13.

$$Balanço\ hidrico = V_{captado} - C_{final}$$
 (Equação 13)

5.10 Análise Econômica

A análise econômica é na verdade a estimativa de quanto o empreendimento pode poupar financeiramente, com o reaproveitamento de água da chuva. O cálculo realizado pela empresa encarregada da distribuição de água na cidade varia de acordo com a categoria do imóvel, no caso do shopping, está cadastrado como comercial e é feito da seguinte forma:

$$Valor\ cobrado = (Taxa\ 1 \times C1) + (Taxa\ 2 \times C2)$$
 (Equação 14)
 $C = C1 + C2$ (Equação 15)

Onde:

C: Consumo total mensal em m³;

C1: Os primeiros 10m³ consumidos por economia associada;

C2: O consumo que excede C1;

Taxa 1: Valor cobrado até 10m³ consumidos (R\$13,66);

Taxa 2: Valor cobrado pelo consumo que ultrapassa os 10m³ (R\$21,72).

Além de seguir o modelo de cálculo da concessionaria que realiza o abastecimento de água, observou-se que no Shopping da Vila há 17 economias associadas a mesma ligação, as quais também foram levadas em consideração.

Para o cálculo da economia os primeiros 10m³ consumidos devem ser multiplicados as 17 economias associadas, totalizando 170m³, valor que segue a cobrança da taxa 1. O volume que ultrapassa esses 170m³, deve ser multiplicado pela taxa 2, como mostra a Equação 16.

$$Economia = 13,667 \times 170m^3 + 21,72 \times (V_{captado} - 170m^3)$$
 (Equação16)

Onde:

 $V_{captado}$: Volume captado de água da chuva em cada mês.

Assim, foi realizado o cálculo da análise econômica, porém considerando o volume captado em comparação ao consumo estimado para o shopping.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo estão descritos os principais resultados obtidos com a pesquisa.

6.1 Cálculo da Área de Captação

A partir do cálculo feito no AutoCAD 2021 (versão para estudante) obteve-se os valores correspondentes as áreas de captação do prédio principal (AI), prédio de ampliação (AII), prédio complementar (AIII) e a área total, que equivale à somatória das três áreas, sendo esta também a área efetiva usada para os demais cálculos, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Áreas de captação

Cobertura	Área (m²)
Prédio principal (AI)	6.537,35
Prédio de ampliação (AII)	2.764,88
Prédio complementar (AIII)	5.016,77
Total	14.319,00

Fonte: Autora, 2023.

6.2 Dados Pluviométricos

A série histórica de dados pluviométricos disponível da estação de Delmiro Gouveia (937013) abrange a precipitação diária dos últimos 87 anos, intervalo que se inicia em maio de 1936 e vai até novembro de 2022. A partir da análise dos dados é possível observar que nesse período alguns meses não apresentaram chuva e por isso a precipitação fica zerada e outros que por alguma falha não conseguiram registrar e não mostram nenhum valor.

A média de precipitação anual da série histórica equivale a 489,54mm, isso porque em alguns anos a precipitação ultrapassou os 700mm, enquanto em outros anos ficou abaixo dos 200mm.

O Gráfico 1 traz a média mensal de precipitação dentro do período analisado.

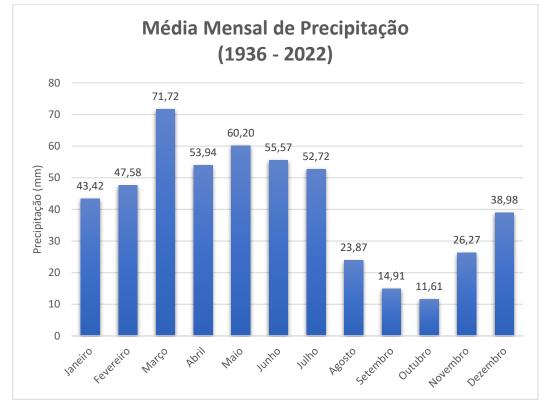


Gráfico 1 – Média Mensal de Precipitação (1936 – 2022)

Fonte: Autora, 2023.

Percebe-se que os meses que apresentam menos chuva são agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro, considerados os meses mais secos e que estão abaixo da média mensal de precipitação de 41,73mm.

6.3 Índice de Consumo Real

O índice de consumo real está descrito na Tabela 6, conforme os dados fornecidos pela Águas do Sertão, assim como a média e o período de leitura. O período corresponde aos meses de março de 2021 a julho de 2023.

Até novembro de 2022 é possível observar que os valores são baixos, isso porque o local em análise (Shopping da Vila) só foi inaugurado em março de 2022, com poucas lojas em funcionamento. O índice de consumo aumenta conforme o ambiente cresce e se torna mais visitado. Vale destacar que atualmente ele ainda não se encontra em 100% de funcionamento, visto que ainda há espaços disponíveis para alugar e existe a pretensão de ampliação.

Tabela 6 - Índice de consumo real

Mês	Período de leitura (dias)	Índice de consumo real (m³)	Média (m³/dia)
2021			
Março	33	11	0,33
Abril	30	16	0,53
Maio	31	30	0,96
Junho	30	42	1,40
Julho	31	34	1,09
Agosto	30	45	1,50
Setembro	30	56	1,86
Outubro	31	37	1,19
Novembro	31	84	2,71
Dezembro 2022	29	46	1,58
Janeiro	33	61	1,84
Fevereiro	29	32	1,10
Março	31	41	1,32
Abril	29	32	1,10
Maio	30	18	0,60
Junho	30	19	0,63
Julho	31	11	0,35
Agosto	30	118	3,93
Setembro	33	85	2,57
Outubro	31	85	2,74
Novembro	31	168	5,42
Dezembro 2023	31	272	8,77
Janeiro	30	323	10,77
Fevereiro	30	391	13,03
Março	30	425	14,16
Abril	31	391	12,61
Maio	30	374	12,46
Junho	30	340	11,33
Julho	30	306	10,20

Fonte: Autora (2023) a partir dos dados de Águas do Sertão (2023).

6.4 Índice de Consumo Mensal Estimado

Conforme exposto na Tabela 3, o valor proposto pela FECOMERCIO (2010) para shopping centers é de 4L a cada metro quadrado de área construída. O Shopping da Vila possui atualmente uma área construída de 14.319,00m², porém dessa área apenas 6.537,35m² encontra-se disponível ao público (prédio principal). Como é um cálculo para estimar o consumo, considerou-se o valor total, visto que o espaço é

visado para ampliar o estabelecimento. Assim, usando a Equação 01 encontrou-se que o consumo médio mensal estimado é de 1.718,28m³, como mostra o cálculo a seguir.

$$C_{me} = \frac{4 \times 30 \times 14.319,00}{1000}$$

$$C_{me} = 1.718,28m^3$$

Na previsão de consumo de água proposta por Santo e Sanchez (2001) além da área construída, foi necessário calcular a área total do terreno, área bruta locável, a qual conta não só com os espaços de lojas atuais, acrescidos do espaço disponível para ampliação, como também com a área do estacionamento. E ainda, com o número de salas de cinema. Os valores estão descritos na Tabela 7.

Tabela 7 – Quantitativo de variáveis usadas no cálculo de previsão de consumo de água

Descrição	Total	
Área total construída	14.319,00m ²	
Área bruta locável	17.844,64m²	
Área total do terreno	26.196,28m ²	
N° de salas de cinema	2	
F		

Fonte: Autora, 2023.

Inserindo os valores da tabela anterior na fórmula para shopping centers mostrada na Tabela 4, encontrou-se que a previsão de consumo mensal de água para o Shopping da Vila é de 3.436,48m³.

Comparando os valores encontrado em cada método nota-se que há uma diferença de 49,99%, isso porque o primeiro método (FECOMERCIO, 2010), considera somente a área construída, já o outro possui quatro variáveis e pelo menos duas delas tendem a mudar conforme o estabelecimento cresça, são elas, o número de salas de cinema e a área bruta locável, já que inclui o espaço de estacionamento.

Verificando os consumos estimados com o consumo atual, percebe-se que o mais próximo da realidade tende a ser o proposto por Santo e Sanchez (2001), visto

que possui um aumento significativo e tem como base um maior número de parâmetros.

6.5 Análise Quantitativa de Água nos Pontos de Reaproveitamento

6.5.1 Descarga de vasos sanitários e mictórios

Para o cálculo do consumo de água destinado a descarga de vasos e mictórios levou-se em consideração o estudo desenvolvido por Bastos (2019), no qual foram analisados os usos finais da água do Shopping Center Vila Velha e determinou-se que 36,85% do consumo total de água é destinada a descargas de vasos sanitários e mictórios, valor este que foi adotado como base para o cálculo da Equação 2.

O consumo médio de água varia de acordo com a finalidade das edificações, a Tabela 8 mostra alguns tipos e seus respectivos valores de consumo. Para o presente trabalho o valor adotado foi correspondente a 50L, no caso de edificações comerciais, já que não especifica os tipos de comércio.

Tabela 8 - Consumo médio de água para diferentes edificações

Edifício	Consumo médio (L/dia)
Alojamento provisório	80
Apartamento	200
Cinema e teatro	2 por lugar
Edifícios públicos, comerciais	50
ou com escritórios	
Escola - externato	50
Escola - internato	150
Garagem	50 por automóvel
Hospital	250 por leito
Hotel (sem cozinha e sem	120 por hóspede
lavanderia)	
Lavanderia	30 por kg de roupa seca
Quartel	150

Residência popular	120
Restaurante e similares	25 por refeição

Fonte: Adaptado de Ilha e Gonçalves, 1994.

Inserindo os valores na Equação 2, encontrou-se que o consumo diário de água por pessoa para descarga de vasos sanitários e mictórios foi de 18,425 L.

$$C = \frac{36,85}{100} \times 50$$
$$C = 18,425 L$$

Segundo o estabelecimento no mês de junho de 2023 79.000 pessoas visitaram o shopping, ou seja, uma média de 2.634 pessoas por dia, sendo assim o consumo diário de água para o mesmo fim foi de 48.531,45L, conforme mostram os cálculos abaixo.

$$C_{di\acute{a}rio\;(V+M)} = 2634 \times 18,425$$

 $C_{di\acute{a}rio\;(V+M)} = 48.531,45 L$

Para encontrar o consumo mensal, multiplicou-se o consumo diário pela quantidade de dias em que o shopping funciona como demonstram os cálculos a seguir.

$$C_{mensal (V+M)} = 48.531,45 \times 30$$

 $C_{mensal (V+M)} = 1.455.943,50 L$
 $C_{mensal (V+M)} = 1.455,9435 m^3$

6.5.2 Irrigação de jardins externos

Na entrada do Shopping da Vila há cinco espaços gramados, como mostra a Figura 8, adaptada dos projetos disponibilizados pelo próprio estabelecimento comercial:

Figura 8 – Jardins externos do Shopping da Vila.



Fonte: Adaptado do Shopping da Vila, 2020.

Os valores correspondentes as suas áreas encontram-se na Tabela 9, assim como a área total, ambos calculados usando o software AutoCAD 2021 (versão para estudante).

Tabela 9 – Áreas dos jardins externos

Jardim	Área (m²)
Jardim I	1.058,00
Jardim II	762,00
Jardim III	693,00
Jardim IV	182,50
Jardim V	892,00
Total	3.587,50

Fonte: Autora, 2023.

Voltolini et al. (2011) considera em seu estudo uma reposição diária de 5mm (5L/m²) de água para terras de pastagem. Esse mesmo valor é também aplicado para gramas de jardim, segundo a notícia publicada no Produto Irrigação em 2019. Isso porque além das perdas que há no processo de rega, um gramado saudável evapotranspira cerca de 4mm de lâmina de água por dia na época mais crítica do ano. Assim, a cada 1m² de área gramada deve ser compensada com irrigação de 5L de água, valor utilizado nos cálculos a seguir.

$$C_{di\acute{a}rio\;(I)} = 5 \times 3.587,50$$

$$C_{di\acute{a}rio\;(I)} = 17.937,50\;L$$

$$C_{di\acute{a}rio\,(I)} = 17,9375\,m^3$$

Segundo o engenheiro responsável pelo shopping, o jardim externo é irrigado todos os dias, assim multiplicando o consumo diário pelos 30 dias do mês, temos que o consumo mensal de água destinado para irrigação é de 538,125m³.

$$C_{mensal (I)} = 17.937,50 \times 30$$

 $C_{mensal (I)} = 538.125,0 L$
 $C_{mensal (I)} = 538,125 m^3$

6.5.3 Consumo final nos pontos de reaproveitamento

O consumo final foi encontrado somando os valores referentes ao consumo mensal de água destinado para descarga de vasos sanitários e mictórios, calculado no item 6.5.1 com o consumo mensal de água usado na irrigação de jardim, item 6.5.2, chegando então ao valor final de 1.994,0685m³ de água por mês.

$$C_{final} = 1.455.943,5 + 538.125,0$$

$$C_{final} = 1.994.068,50 L$$

$$C_{final} = 1.994,0685 m^3$$

6.6 Dimensionamento do Reservatório

6.6.1 Dimensionamento pelo método de Azevedo Neto

Para o dimensionamento do reservatório usando o método de Azevedo Neto é necessário ter conhecimento da precipitação média anual, área de captação e o tempo correspondente aos meses mais secos. Como esses valores já foram encontrados nos itens anteriores, basta colocar na Equação 08 e encontrar o volume de água aproveitável do reservatório.

No item 6.1 foi calculado a área total de captação, correspondente a 14.319,00m², em seguida na análise dos dados pluviométricos (item 6.2), foi encontrado a precipitação média anual para a cidade de Delmiro Gouveia, sendo essa 489,54mm, e por fim determinou-se que os últimos 5 meses (agosto a dezembro) representam o período mais seco na cidade.

Tendo em vista que há perdas de água por evaporação, limpeza de telhado e que as primeiras águas da chuva devem ser descartadas, assim como no estudo de

Marinosky (2007), o coeficiente de perda adotado foi de 0,8 sendo então 20% dessa água retirada.

$$V = 0.042 \times 489.54 \times 14.319.00 \times 5 \times 0.8$$

 $V = 1.177.633.5L$
 $V = 1.177.6335m^3$

O volume encontrado foi bastante alto, podendo desprender um valor considerável para a construção do reservatório, sendo assim, foi feita uma estimativa baseada em probabilidades para obter um novo volume. Para isso foi elaborada a curva de permanência anual, a qual mostra a frequência com relação a precipitação anual no período de 1936 até 2022, conforme apresenta o Gráfico 2.

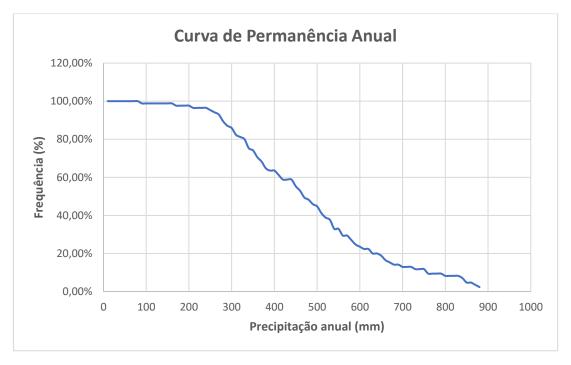


Gráfico 2 - Curva de Permanência Anual

Fonte: Autora, 2023.

Através da curva de permanência calculou-se novamente o volume do reservatório por meio da Equação 08, dessa vez usando as frequências de 90%, 80%, 70% e 60% que tem grandes chances de acontecer, sendo as precipitações equivalentes a 280mm, 330mm, 360mm e 410mm, respectivamente. A seguir estão descritos os resultados encontrados.

Tabela 10 – Estimativa de volumes para o reservatório usando a curva de permanência

Frequência (%)	Precipitação anual (mm)	Volume (L)	Volume (m³)
90	280	673.565,76	673,56576
80	330	793.845,36	793,84536
70	360	866.013,12	866,01312
60	410	986.292,72	986,29272

Fonte: Autora, 2023.

A Tabela 10 mostra que para a frequência de 90% houve uma redução de quase 42% com relação ao volume encontrado incialmente, já para as frequências seguintes (80%, 70% e 60%) reduziram na devida ordem, 32,5%, 26,46% e 16,24%.

6.6.2 Dimensionamento pelo método Rippl

No método de Rippl o coeficiente de escoamento superficial considerado foi de 0,8, valor usado para telhas cerâmicas. O volume de chuva mensal, foi feito com base nos dados pluviométricos já analisados, e referem-se ao período de janeiro a novembro de 2022, assim como os valores da demanda mensal.

A Tabela 11 mostra os resultados de cada mês, somando os valores da última coluna (diferença acumulada) temos que o volume total do reservatório é de 401,50m³ ou 401.500,00L.

Tabela 11 – Demonstração do método de Rippl

Mês	Chuva média mensal (mm)	Área (m²)	Vol. de chuva mensa I (m³)	Demanda mensal (m³)	Demanda - Volume	Diferença acumulada (m³)
Janeiro	43,42	14.319,0	23,0	61,0	38,0	38,0
Fevereiro	47,58	14.319,0	19,9	32,0	12,1	12,1
Março	71,72	14.319,0	50,3	41,0	-9,3	
Abril	53,94	14.319,0	8,5	32,0	23,5	23,5
Maio	60,20	14.319,0	135,1	18,0	-117,1	
Junho	55,57	14.319,0	97,8	19,0	-78,8	
Julho	52,72	14.319,0	108,4	11,0	-97,4	
Agosto	23,87	14.319,0	60,3	118,0	57,7	57,7
Setembro	14,91	14.319,0	8,3	85,0	76,7	76,7

Outubro	11,61	14.319,0	4,0	85,0	81,0	81,0
Novembro	26,27	14.319,0	55,5	168,0	112,5	112,5

Fonte: Autora, 2023.

6.7 Cálculo do Volume Captado

A Tabela 12 mostra os resultados do volume captado de chuva em cada mês, considerando a área total de captação e os dados pluviométricos, encontrados nos itens 6.1 e 6.2, respectivamente.

Tabela 12 - Volume captado de chuva

Mês	Precipitação média mensal (mm)	Área (m²)	Volume captado (L)	Volume captado (m³)
Janeiro	43,42	14.319,0	621.730,98	621,73098
Fevereiro	47,58	14.319,0	681.298,02	681,29802
Março	71,72	14.319,0	1.026.958,68	1.026,95868
Abril	53,94	14.319,0	772.366,86	772,36686
Maio	60,20	14.319,0	862.003,8	862,0038
Junho	55,57	14.319,0	795.706,83	795,70683
Julho	52,72	14.319,0	754.897,68	754,89768
Agosto	23,87	14.319,0	341.794,53	341,79453
Setembro	14,91	14.319,0	213.496,29	213,49629
Outubro	11,61	14.319,0	166.243,59	166,24359
Novembro	26,27	14.319,0	376.160,13	376,16013
Dezembro	38,98	14.319,0	558.154,62	558,15462

Fonte: Autora, 2023.

Conforme os valores expostos na Tabela 12, percebe-se que o valor do volume do reservatório encontrado através do método de Rippl (401,50m³) está abaixo do volume captado em pelo menos 8 meses do ano.

Fazendo a mesma comparação com o volume encontrado inicialmente pelo método de Azevedo Neto (1.177,6335m³), o reservatório suportaria o volume captado em todos os meses. Comparando com a frequência de 80% (793,84536m³) ficaria abaixo somente nos meses de março, maio e junho. Já com as frequências de 70% e 60% (866,01312m³ e 986,29272m³) ficaria abaixo apenas no mês de março.

Porém, é valido ressaltar que ao longo do tempo a água vai sendo reutilizada e não necessariamente será acumulada mês a mês. Portanto, o volume do reservatório não dependerá somente do volume de chuva captado ao longo dos meses, mas também da avaliação econômica para sua construção.

6.8 Balanço Hídrico

Com os dados encontrado nos itens 6.5.3 e 6.7 foi possível calcular o balanço hídrico, conforme mostra a Tabela 13 e o Gráfico 3.

Tabela 13 – Balanço hídrico

Mês	Volume captado (m³)	Consumo final mensal (m³)	Balanço hídrico
Janeiro	621,73098	1.994,0685	-1.372,34
Fevereiro	681,29802	1.994,0685	-1.312,77
Março	1.026,95868	1.994,0685	-967,11
Abril	772,36686	1.994,0685	-1.221,70
Maio	862,0038	1.994,0685	-1.132,06
Junho	795,70683	1.994,0685	-1.198,36
Julho	754,89768	1.994,0685	-1.239,17
Agosto	341,79453	1.994,0685	-1.652,27
Setembro	213,49629	1.994,0685	-1.780,57
Outubro	166,24359	1.994,0685	-1.827,82
Novembro	376,16013	1.994,0685	-1.617,91
Dezembro	558,15462	1.994,0685	-1.435,91
	Balanço hídrico fina	ıl	-16.758,01

Fonte: Autora, 2023.

Balanço Hídrico 2000 1800 1600 1400 1200 1000 800 600 400 200 0 Fev Mar Abr Mai Jun Jul Ago Set Out Nov ■ Vol. captado (m³) 621,73 681,30 1026,96772,37 862,00 795,71 754,90 341,79 213,50 166,24 376,16 558,15 Cons. final (m³) 1.994,01.9

Gráfico 3 - Balanço Hídrico

Fonte: Autora, 2023.

Através dos dados levantados na Tabela 13, percebe-se que o balanço hídrico foi negativo ao longo de todos os meses, porém isso não quer dizer que o reaproveitamento de água da chuva nessas áreas e atividades seja algo desfavorável, visto que o principal intuito é reduzir o uso de água potável em atividades propícias a isso e ainda reduzir o desperdício da água da chuva que seria descartada em grande parcela nos esgotos e galerias.

Se feito o reaproveitamento de água pluvial em conjunto com o reuso de água cinzas, pode chegar ainda mais próximo do valor consumido, e assim empregando cada vez menos água potável para fins em que esse bem não se faz necessário. É válido apontar que o reuso de água cinzas já é feito no estabelecimento, porém isoladamente esse meio não consegue suprir a necessidade local. Além disso, no último mês (julho de 2023), o Shopping realizou a perfuração de um poço, o qual irá destinar sua água para a irrigação dos jardins.

6.9 Análise Econômica

Os resultados da análise econômica referentes a cada mês estão descritos na Tabela 14. O volume captado foi calculado no item 6.7 e o consumo mensal estimado para fazer o comparativo foi o valor encontrado pela proposta de Santo e Sanchez

(2001), de previsão de consumo para shopping center, e para o presente trabalho o valor encontrado foi de 3.436,48m³.

Tabela 14 - Análise econômica

Mês	Volume	Consumo	Economia	Valor integral
	captado (m³)	estimado (m³)	(R\$)	(R\$)
Janeiro	621,73	3.436,48	12.134,99	73.271,34
Fevereiro	681,30	3.436,48	13.428,78	73.271,34
Março	1026,96	3.436,48	20.936,53	73.271,34
Abril	772,37	3.436,48	15.406,80	73.271,34
Maio	862,00	3.436,48	17.353,71	73.271,34
Junho	795,71	3.436,48	15.913,74	73.271,34
Julho	754,90	3.436,48	15.027,37	73.271,34
Agosto	341,79	3.436,48	6.054,77	73.271,34
Setembro	213,50	3.436,48	3.268,13	73.271,34
Outubro	166,24	3.436,48	2.241,80	73.271,34
Novembro	376,16	3.436,48	6.801,19	73.271,34
Dezembro	558,13	3.436,48	10.753,57	73.271,34
	Total		139.321,38	879.256,08

Fonte: Autora, 2023.

Através da análise econômica percebe-se que há um potencial de redução de cerca de R\$139.321,38 ao longo de um ano, considerando que o shopping já esteja com 100% de funcionamento, como propõe o valor do consumo estimado.

É valido destacar que no presente trabalho não foram levantados os custos com a implementação desse sistema, porém o valor de maior impacto seria o da construção do reservatório.

7. CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos no presente estudo, percebe-se que o empreendimento possui um considerável potencial para implementação do sistema, já que tem ampla área de captação de água, possui locais que podem ser feitos o reaproveitamento e tendo em vista que já faz uso de uma solução sustentável.

Apesar dos valores relativos ao consumo de água destinada aos fins não potáveis (descargas de vasos sanitários, descarga de mictórios, e irrigação) se mostrarem altos, o volume captado aponta grande eficiência, principalmente se a implementação ocorrer junto com o reuso de águas cinzas, que já é feito pelo shopping.

Vale destacar que para muitos cálculos fez-se necessário o uso de parâmetros da literatura, como foi o caso do consumo médio por pessoa (50L), da porcentagem de água destinada para descarga de vasos e mictórios (36,85%) e do volume de água por metro quadrado para irrigação (5L), os quais podem ter pesado nos resultados, já que não levam em consideração os costumes locais e algumas particularidades da edificação.

Além disso, por ser um empreendimento novo e que não está em seu funcionamento total, ainda há poucos dados, como é o caso da pesquisa a respeito do número de pessoas que frequentam o local, realizada somente uma vez nos 16 meses de funcionamento.

Os valores mais altos se apresentaram nos cálculos do volume do reservatório, mesmo sendo feito por dois métodos. Porém, com a adoção de fatores de riscos, foi possível reduzir esse volume e ainda garantir que a água captada seja reservada.

Sendo assim, o reaproveitamento de águas pluviais no Shopping da Vila pode contribuir não só para a redução do valor pago a concessionária, como também pode ajudar na preservação da água potável, já que reaproveita uma água que seria descartada, como é o caso da água da chuva, e evita o uso de água limpa em locais que podem tranquilamente receber água de reuso.

Por fim, para estudos futuros, caso tenham a oportunidade de realizar pesquisas no local, é válido levantar novamente o número de pessoas que frequentam o ambiente e se possível, aplicar questionários que ajudem a quantificar o número de

descargas dadas nos vasos e mictórios, isso pode ajudar a ter valores de consumo de água mais próximos a realidade local.

É importante também realizar um levantamento quantitativo dos materiais usados no caso da implementação do sistema de reaproveitamento de águas pluviais no local e posteriormente fazer a cotação deles a fim de verificar o valor total a ser investido, podendo ainda analisar o *payback*.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil.** Brasília, 2019. Disponível em:

. Acesso em: 3. mar. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021: relatório pleno.** Brasília, 2022. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_2021_pdf_final_revdirec.pdf. Acesso em: 1. mar. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022: informe anual.** Brasília, 2023. Disponível em: hidricos, Acesso em: 6. mar. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL). **Séries históricas de estações.** Hidroweb, v3.2.7. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas. Acesso em: 15. jul. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL). **Usos consuntivos setoriais.** Conjuntura 2022. Disponível em: https://public.flourish.studio/visualisation/7751810/?utm_source=embed&utm_campaign=visualisation/7751810. Acesso em: 20. fev. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO DO ESTADOS DE SÃO PAULO. **Conservação e reuso da água em edificações.** 2005. Disponível em:

https://smastr16.blob.core.windows.net/municipioverdeazul/2011/11/ManualConservacaoReusoAguaEdificacoes.pdf. Acesso em: 2. jun. 2023.

AMARAL, Xaila Sant Anna; DANTAS, Ceres Virgínia da Costa; NETO, Carlos Antonio Lira Felipe; ARAÚJO, André Luís Calado; NETO, Cícero Onofre de Andrade. Aproveitamento de Água de Chuva em unidades Educacionais do Rio Grande do Norte, Brasil. 2017. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science.** v.6, n.3, p. 45–63. Disponível em: http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/2138/2199. Acesso em: 8. jun. 2023.

ARTIJA, Maria Vitória. **Urbanização e Acesso à Água**. Autossustentável. 30. out. 2020. Disponível em: https://autossustentavel.com/2020/10/urbanizacao-e-acesso-a-agua.html. Acesso em: 10. fev. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15527**. Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis — Requisitos., 24, out, 2007. Disponível em: https://www.studocu.com/pt-

br/document/universidade-estadual-de-campinas/sistemas-prediais-hidraulicos-esanitarios/abnt-nbr-15527-2007-agua-da-chuva/14302642>. Acesso em: 20. jul. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis — Requisitos., 15, abr, 2019. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/515108662/Nbr-15527-2019-Aproveitamento-de-Agua-Da-Chuva-de-Coberturas#. Acesso em: 8. abr. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16783:** Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações, 19, nov, 2019. Disponível em: https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-federal-do-para/direito-ambiental/nbr16783-arquivo-para-impressao/38923228. Acesso em: 18. mai. 2023.

BASTOS, Celso Silva. **Conservação de água no projeto e operação de shopping centers:** análise comparativa com base no método Analytic Hierarchy Process (AHP). 195f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) — Universidade Federal do Espirito Santo. Vitória — ES, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufes.br/bitstream/10/11370/1/tese_13544_Tese%20Celso%203105.pdf>. Acesso em: 10. ago. 2023.

BERTUZZI, Giovanna Kiehn. Potencial de economia de água potável, viabilidade econômica e qualidade da água de sistema de aproveitamento de água de chuva para confecção de concreto em fábrica de pré-moldados de concreto. 95 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenheira Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: . Acesso em: 16. jan. 2023.">https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/192210/TCC_Giovanna_Kiehn Bertuzzi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16. jan. 2023.

BRASIL. **Lei 14.546, de 4 de abril de 2023.** Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/l14546.htm. Acesso em: 1. jun. 2023.

BRUCH, Julia Teresa. **Projeto de instalações hidrossanitárias com aquecimento solar e aproveitamento de água pluvial em uma edificação residencial multifamiliar**. 114 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenheira Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/187890). Acesso em: 20. jan. 2023.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **DNOCS em Ação no Estado de Alagoas:** Transformando vidas no Agreste. 12, jul, 2019. Disponível em: https://www.gov.br/dnocs/pt-br/assuntos/noticias/dnocs-em-acao-no-estado-de-alagoas-transformando-vidas-no-agreste. Acesso em: 3. mar. 2023.

DISTRITO FEDERAL. **Resolução N° 005, de 09 de maio de 2022.** Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/legislacao/Res_ADASA/2022/Resoluca 005 09052022.pdf>. Acesso em: 1. jun. 2023.

FEDERAÇÃO DO COMÉRCIO DO ESTADO DE SÃO PAULO (FECOMERCIO). O uso racional da água no comércio. 2010. p.11. Disponível em:

https://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/cartilha_fecomercio.pdf. Acesso em: 17. jul. 2023.

GOOGLE MAPS. Shopping da Vila. Disponível em:

. Acesso em: 10. jul. 2023.

ILHA, M. S. O; GONÇALVES, O. M. **Sistemas prediais de água fria.** São Paulo, 1994. Texto Técnico, Escola Politécnica da USP. TT/PCC/08. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4535374/mod_resource/content/1/html/aguafria.html#concbas. Acesso em: 20. jul. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa Estadual, Alagoas.** Disponível em:

http://geoftp.ibge.gov.br/produtos_educacionais/mapas_tematicos/mapas_do_brasil/mapas_estaduais/politico/alagoas.pdf. Acesso em: 10. jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Área territorial brasileira 2020.** Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/delmiro-gouveia.html. Acesso em:

10. jun. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Estimativas da população residente com data de referência 10 de julho de 2020. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/delmiro-gouveia.html>. Acesso em: 10. jun. 2023.

LEITÃO, Sanderson Alberto Medeiros. **Escassez de água na cidade:** Riscos e vulnerabilidades no contexto da cidade de Curitiba/PR. 271 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009. Disponível em:

https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/24200/Escassez%20de%20agua%20na%20cidade%20-

%20riscos%20e%20vulnerabilidades%20no%20contexto%20da%20cidade%20de%20Curitiba-PR.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 16. jan. 2023.

MADUREIRA, Naiana. **Apenas três estados brasileiros possuem regulamentação para o reuso de água.** Portal tratamento de água. 17. fev. 2022. Disponível em: https://tratamentodeagua.com.br/apenas-tres-estados-brasileiros-possuem-regulamentacao-reuso-

agua/#:~:text=Entretanto%2C%20mesmo%20ap%C3%B3s%20a%20publica%C3%A7%C3%A3o,Minas%20Gerais%20e%20S%C3%A3o%20Paulo>. Acesso em: 18. mai. 2023.

MARINOSKI, Ana Kelly. **Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino**: estudo de caso: em Florianópolis – SC. 118f. Trabalho de conclusão de curso (Título de Engenheiro Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007. Disponível em:

https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Ana_Kelly_Marinoski.pdf. Acesso em: 1. ago. 2023.

MAY, Simone. Estudo da viabilidade do aproveitamento de água de chuva para consumo não potável em edificações. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/publico/simonemay.pdf>. Acesso em: 14. jan. 2023.

MEJIA, Mishelle; MELO, Marília Carvalho de; SANTOS, Ana Sílvia Pereira. **Reuso, Instrumento de um novo modelo de gestão das águas.** Águas do Brasil. 14. jan. 2020. Disponível em: https://aguasdobrasil.org/artigo/reuso/. Acesso em: 3. jun. 2023.

NETTO, Antônio Pedro de Oliveira. **Notas de aula – Sistemas de Abastecimento de Água.** Universidade Federal de Alagoas. Acesso em: 22. jun. 2023.

PARANÁ. **Resolução CERH N°122, de 19 de junho de 2023.** Disponível em: https://www.aen.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2023-07/1007resolucaoreuso_2.pdf. Acesso em: 12. jul. 2023.

PEREIRA, Mariana da Silva; MAIA, Carlos Henrique. Estudo do potencial de reaproveitamento de água de chuva em shopping center de Rio Verde. 12f. Trabalho de conclusão de curso (Título de Engenheira Ambiental) - Universidade de Rio Verde, Rio Verde - GO, 2017. Disponível em: https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/ESTUDO%20DO%20POTENCIAL%20DE%20RIO%20SHOPPING%20CENTER%20DE%20RIO%20VERDE.pdf. Acesso em: 17. mai. 2023.

PORTAL OFICIAL DO GOVERNO DO ESTADO DE ALAGOAS. **Em obras em série, governador entrega mais de 70 ruas calçadas e cisternas no município sertanejo de São José da Tapera.** 22, jul, 2023. Disponível em: . Acesso em: 15. ago. 2023.

Primeiro shopping do Sertão de Alagoas é inaugurado nesta sexta-feira (25). **FOLHA DE ALAGOAS**. 25, mar, 2022. Disponível em: https://folhadealagoas.com.br/2022/03/25/primeiro-shopping-do-sertao-de-alagoas-e-inaugurado-nesta-sexta-feira-25/». Acesso em: 11. jul. 2023.

PRODUTO IRRIGAÇÃO. **Irrigação de jardins – Água na medida correta.** 5, jul, 2019. Disponível em: https://www.produtoirrigacao.com.br/blog/irrigacao-de-jardins/>. Acesso em: 15. ago. 2023.

RODRIGUES, Gabriel Duarte Viana. **Análise técnico-econômica de um sistema de aproveitamento de água pluvial num empreendimento do setor hoteleiro em Delmiro Gouveia - AL.** 61 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2018. Disponível em: http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/3710>. Acesso em: 14. jan. 2023.

SANTO, Giovanni do Eespírito; SANCHEZ, Jorge Gomez. **Caracterização do Uso da Água Em Shopping Centers da Região Metropolitana de São Paulo.** 21 º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. São Paulo: ABES Trabalhos Técnicos. 2001. p. 1-11. Disponível em: < https://docplayer.com.br/7717301-l-034-caracterizacao-do-uso-da-agua-em-shopping-centers-da-regiao-metropolitana-de-sao-paulo.html>. Acesso em: 17. jul. 2023.

SÃO PAULO. **Resolução Conjunta SES/SIMA N°01, de 13 de fevereiro de 2020.** Seção I, p. 47 – 48. Disponível em: . Acesso em: 1. jun. 2023.

SILVA, E; OLIVEIRA, G; SILVA, B; AMORIM, J. A escassez de água no sertão central cearense: Políticas públicas de convívio com a seca no município de Quixeramobim-CE, **IX SBEA + XV ENEEAmb + III FLES,** São Paulo, 2017, v. 4, n. 2, p. 70-79, julho de 2017, DOI 10.5151/xveneeamb-008. Disponível em: . Acesso em: 9. mar. 2023.

SILVEIRA, Rodolfo Zamarian. **Coleta e reaproveitamento de água de chuva para fins não potáveis em um shopping center.** 2020. 6f. CONIC, SEMESP, Faculdades Integradas Maria Imaculada – FIMI, 2020. Disponível em: https://conic-semesp.org.br/anais/files/2020/trabalho-1000005488.pdf>. Acesso em: 17. mai. 2023.

SOUZA, Alysson Santos de; SOUZA, Bruno Santos. Avaliação do potencial para reuso de águas cinzas e reaproveitamento de águas pluviais em um shopping center, XIV SIBESA, ABES, Foz do Iguaçu-PR, junho de 2018. Disponível em: https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2020/05/IV-050-AVALIA%C3%87%C3%83O-DO-POTENCIAL-PARA-REUSO-DE-%C3%81GUAS-CINZAS-E-APROVEITAMENTO-DE-%C3%81GUAS-PLUVIAIS-EM-UM-SHOPPING-CENTER.pdf>. Acesso em: 17. mai. 2023.

TRINDADE, Kayc Araujo; ALVARADO, Carlos Alfonso Alva; SANTANA, Neuma Rubia Figueiredo. Sistema para aproveitamento de água de chuva para fins não potáveis e sua viabilidade econômica em escola municipal de Lagarto/SE. 2017. **Scientia Plena.** X Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe. v.13. n.10. Disponível em: https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/3768/1849. Acesso em: 8. jun. 2023.

VOLTOLINI, Tadeu Vinhas; CAVALCANTI, Ana Clara Rodrigues; MISTURA, Claudio; CÂNDIDO, Magno José Duarte; SANTOS, Betina Raquel Cunha dos. **Pastos e manejo do pastejo em áreas irrigadas.** 2011. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/917098/1/12Pastosemanejodopastejoemareasirrigadas.pdf18122.pdf. Acesso em: 15. ago. 2023.

APÊNDICE A – SÉRIE HISTÓRICA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949
Janeiro		33	2,3	59	55	57	36,5	6,5	147,5	16	0	2	4,9	19
Fevereiro		14,1	58	3	132	20	11	41	0	0	2,5	66,3	24,5	7
Março		221,2	45	6	86,5	214	0	48,5	0	12	24	203,6	167,3	0,5
Abril		101	57	19	24	47,5	32	41,5	119	70,5	19,7	58,2	25,2	16
Maio	5,6	92	29	25,5	76,7	38	17,5	36	133,5	203,7	74,9	51,1	48,6	62
Junho	36,5	70,5	45	58,5	27,5	55	106,5	3,5	84,5	52,6	46	78,6	125,1	50,2
Julho	68,7	45,3	22,2	41,3	58,5	48,5	16,5	74,5	60	81,2	62,5	39,8	102,6	39,6
Agosto	59,7	49	31,8	34,5	22,5	35	86	33	59	12,2	14,3	0	24,8	14,6
Setembro	18,2	3,5	5	13	57	0	0	24,5	45,5	33,5	6	0	6,3	16,8
Outubro	38,2	0	0	52	0	0	74,5	4,5	0	31	0	0	15,7	3
Novembro	42,6	0	0	48,1	7	43,5	81	7	80	0	36,4	143,8	0	117
Dezembro	42,5	0	0	84,5	39,5	98	121,5	38	151	42,5	0	48,3	60,7	13,5
SOMA	312	629,6	295,3	444,4	586,2	656,5	583	358,5	880	555,2	286,3	691,7	605,7	359,2
								<u> </u>						
	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963
Janeiro	67		9	0	7	102,6	2	139,2	41	26	61	84,5	38,9	33
Fevereiro	53,9	8,5	0	0	12,8	58	126,4	13,6	7	52	0	0	12	99
Março	13,8	83,8	128,5	19	39,9	0	24,4	338	39	21	320	20,5	46	21,6
Abril	17	58,5	79,5	39,2	36,4	26,8	44	94,5	7	7,5	14,5	0	21	24
Maio	23,5	55,5	29,8	34,8	70,5	18,3	16	136	46	56	62	53	125,5	77,3
Junho	0	76,2	27,6	74,3	63,5	0	6,3	57,5	30,5	64	12	65,5	72,5	50
Julho	14,6	53	0	43,9	1,5	19,9	34,3	35	48	61,8	12	31	13	21,6
Agosto	21	0	0	11,1	33,8	16,2	80,5	6	5	9	0	0	0	13,1
Setembro	0	0	0	0	2	16,8	4,6	0	57	0	0	0	0	11
Outubro	23,5	0	0	0	0	0	18,4	13,5	36	5	0	0	0	0
Novembro	103	0	2,2	49,5	80,6	0	148,5	0	0	0	0	0	85,5	31
Dezembro	0	27,3	92,7	0	12	13	1,5	0	22	0	0	0	0	112,9

SOMA	337,3	362,8	369,3	271,8	360	271,6	506,9	833,3	338,5	302,3	481,5	254,5	414,4	494,5
	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
Janeiro	177,8	96,7	84	0	9	93,9	68	18	21,6	30,7	34,8	47,6		139,6
Fevereiro	215,4	112,3	112,7	50,4	24,6	38,1	3	6	109	4,5	38,9	78,4		
Março	134	21,3	1,6	60,6	44,3	242,5	54,2	21,7	30,1	43,2	93,1	62		0
Abril	110,9	169,3	330,6	160	75,1	48,7	16,5	79,5	9,2	18,4	19	153,8		69
Maio	107,4	11,4	92,1	125,9	138,5	122,3	0	44,2	71,5	104,2	77	93,5		39,3
Junho	71,4	28,2	88,2	36,1	78,7	85,8	18,7	90,6	109	39,2	38,5	118,1		
Julho	61,8	30,4	93,8	52,5	63,9	131,5	35	18,1	13,7	51,1	62,5	172		
Agosto	66,1	23,8	20,8	42,1	13,9	19,2	21,6	15,1	23,5	14,3	26	0		
Setembro	23,3	7,3	47,9	28,5	6,4	2	22	47,3	0	41,3	3,8	71,3		
Outubro	8,4	25,7	0	4,5	14,3	5	0	23	0	28	30	0		
Novembro	0	15,1	44,8	9	15,1	0	46,5	4	0	0	64,7	0		
Dezembro	56,5	11,3	42,5	183,4	52,7	60	0	8,5	147	0	51	0		
SOMA	1033	552,8	959	753	536,5	849	285,5	376	534,6	374,9	539,3	796,7		247,9
	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Janeiro			141	119,4	0	57,7	1,5	50	21,6	46,8	7,8	0	2,6	20,5
Fevereiro			135,3	0	11,5	187	14,3	71,8	13	0	26,1	0	43,7	29,5
Março			31,2	250,8	0	58,9	100,1	144,8	235,9	115	41	62,1	2,8	195,8
Abril			0	45,9	24,8	29,1	72,6	237,7	30,7	32,4	36,6	114,6	43,3	0
Maio			6,6	3,8	71,6	11,2	34,5	32,7	57,3	10,9	29,7	91,3	24,3	47,9
Junho			34	15,1	43,4	11,6	29,9	78,3	41,6	59,2	107,4	49,5	61	45
Julho			24,2	20,3	70,1	22,7	79,3	61,2	73,5	32,1	76,8	189,6	47,2	30,7
Agosto		2	9,8	16,3	45,2	14,8	11,5	54,3	12,1	7,2	15,4	5,7	2	55,9
Setembro		0	8,3	21,8	10,9	0	60,2	4,2	21,2	0	23,4	18,6	19,1	2,5
Outubro		0	24,2	0	0	0	0	4,8	20,6	0	8,8	3,2	0	0
Novembro		12,6	45	7,8	0	0	0	33,4	57,3	0	28,4	16	37,4	26,9
Dezembro		66,2	28,6	10,8	53,3	11,5	0	88,1	58,1	0	69,2	209,3	21,4	0

SOMA		80,8	488,2	512	330,8	404,5	403,9	861,3	642,9	303,6	470,6	759,9	304,8	454,7
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Janeiro	134,6	25	14,2	21,9	0	26,8	8,1	14,1	7,6	0	131,7	96,6	180,8	72,9
Fevereiro	118,2	86,7	0	66,4	16,5	36,5	0	13,7	143,3	12,7	85,6	91	23,1	171,6
Março	85,2	0	109,8	18,2	6,4	206,3	11,2	0	29,1	170,7	55,3	24,1	0	71,2
Abril	19,6	0	17,7	40,6	144,6	96,7	2,5	0	36,3	6	9,8	9,9	0	50,1
Maio	1,5	32,1	50,7	51,6	41,8	101,2	8,7	64,7	32,9	2,9	62,5	30	68,4	164,7
Junho	19,4	53,1	131,2	149,8	73,3	52,7	70,7	17,4	62,3	48,3	39,2	24,4	49,5	99,6
Julho	41,3	36	51,2	65,1	41,2	39,1	38,8	38	44,1	53,1	61,3	21,6	23,6	66,7
Agosto	5,4	25,3	9	15	50,4	33,3	13,9	20,1	29	30,8	17	7,9	19,3	50,3
Setembro	25,9	2,7	9,3	3,3	6	0	4,1	15,8	23,4	0	3,9	5,4	14,9	11,1
Outubro	0	10,4	0	0	16,6	30,1	1,5	41,9	7,5	29	0	13	0	0
Novembro	0	2,7	0	63,6	52,1	29,5	0	160,3	19,5	2,5	4,7	7	49,6	24,2
Dezembro	64,4	0	63,5	28,1	12,3	5,7	1,8	81,8	115,9	88,2	32,7	4,1	11,5	67,2
SOMA	515,5	274	456,6	523,6	461,2	657,9	161,3	467,8	550,9	444,2	503,7	335	440,7	849,6
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Janeiro	0	0	0	2,9	47,7	29,4	15,5	37,3	8,7	7,3	170,2	0	19,5	3,8
Fevereiro	0	220,8	95,3	34,5	25,8	131,3	40,6	17,9	31,8	43,1	39,4	5,9	51,4	10,1
Março	96,4	61,9	133,9	47,1	78,6	157,2	1,1	4,1	18,6	0	6,7	42	44,6	82,9
Abril	31,3	13,8	36,2	101,4	109,6	50,6	5	82	122,9	37,7	12,4	40,4	93,5	12,4
Maio	92,7	84,3	52,1	193,4	38,5	80,9	17,5	48,9	74,2	26,4	34,4	98,9	20,3	4,3
Junho	94,9	44,1	32,7	58,9	112,7	24	18,2	11,2	70,1	65,5	43,3	69,2	18,4	43,6
Julho	121,1	51,9	50,6	37,1	86,6	50,3	60,2	49,7	63,6	69,2	22	74,2	19,4	136,7
Agosto	10,3	51,7	16,1	65,6	31,7	33,5	27,8	18,1	32,8	3,3	11,9	34,2	8	19,9
Setembro	30,7	45,5	13,6	4,6	47,4	47,6	1,6	3,5	25	6,4	0	52,2	5,3	4,4
Outubro	14,3	0	0	26,4	20,5	55,8	13,8	54,7	23,1	5,8	6,5	1,1	9,5	7,3
Novembro	10,4	0	0	0	0	19,2	0	11,3	16,7	0	1,1	0	15,9	0
Dezembro	0	0	36,7	23,1	29,6	0	0	36,2	49,4	5,3	1,6	1,9	77,2	0

_															
	60044	E02.4	4	467.2		620.7	670.8	204.2	2740	F36.0	270	240 5	420	202	225.4
	SOMA	502,1	5/4	467,2	595	628,7	6/9,8	201,3	374,9	536,9	270	349,5	420	383	325,4

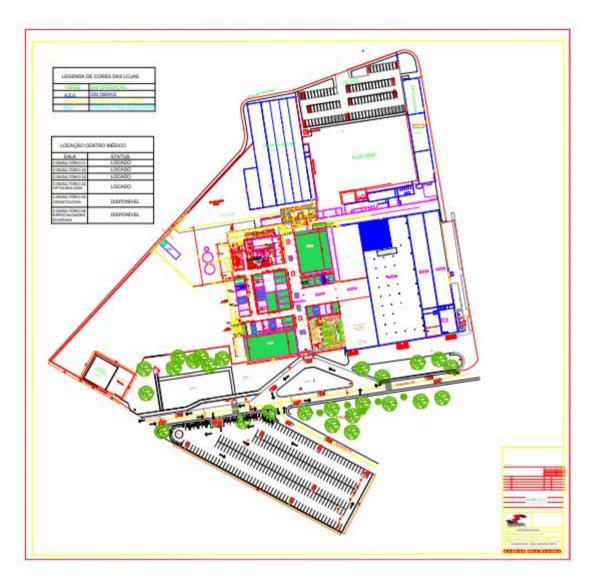
	2020	2021	2022
Janeiro	66,6	53,7	23
Fevereiro	115,9	4,2	19,9
Março	139,3	9,4	50,3
Abril	102,3	155,1	8,5
Maio	89,7	103,8	135,1
Junho	48,5	50,1	97,8
Julho	41	47,6	108,4
Agosto	19,7	22,9	60,3
Setembro	1,5	17,2	8,3
Outubro	32,8	33,7	4
Novembro	62,4	28,1	55,5
Dezembro	9,9	136,3	
SOMA	729,6	662,1	571,1

MÉDIA
43,42
47,58
71,72
53,94
60,20
55,57
52,72
23,87
14,91
11,61
26,27
38,98
489,54

Média das
médias
41,73

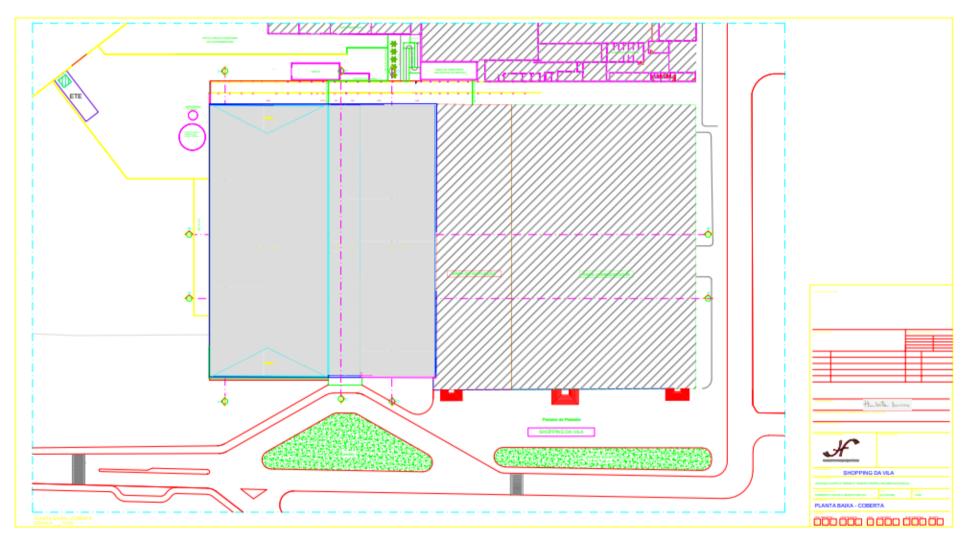
Fonte: ANA, adaptado pela autora, 2023.

ANEXO A – PLANTA BAIXA



Fonte: Shopping da Vila, 2023.

ANEXO B – PLANTA DE COBERTA



Fonte: Shopping da Vila, 2023.

ANEXO C - HISTÓRICO DE CONSUMO DE ÁGUA

HISTÓRICO DE MEDIÇÃO E CONSUMO DA LIGAÇÃO DE ÁGUA

PAG 1 / 2 11/07/2023 10:42:53

Mat.: 2423438.9

Inscr.:

025.002.020.0765.000

Cliente Usuário:

SHOPPING DA VILA EMPREENDIMENTOS

Categoria: COMERCIAL

Situação de Água:

Número HD Instalado:

Y19C046103

HD Retirado: Data Retirada: Qt. Economias: 17

Situação de Esgoto:

POTENCIAL

Data Instalação:

23/02/2021

Endereço: AVENIDA PRES CASTELO BRANCO - 60 - CENTRO DELMIRO GOUVEIA AL 57480-000

Měs/Ano	Leit. Anterior	Leit. Coletada	Dt. Leit. Informada	Leit. Informada	Dt. Leit. Faturada	Leit. Faturada	Leit. Atual Conta	Leit. Anterior Conta	Situação conta	Consumo Conta	Consumo Cobrado		Média	Hidrômetro	Anorm. Consumo	Anorm. Leitura		da Leitura or/Atual	Categoria	Qtd. Economias
07/2023	4340	4658	07/07/2023	4658	07/07/2023	4646	4646	4340	CTA.	306	306	306	374	Y19C046103			REALIZADA	/REALIZADA	COM	17
06/2023	4000	4356	07/06/2023	4356	07/06/2023	4340	4340	4000	CTA.	340	340	340	362	Y19C046103			REALIZADA	/REALIZADA	СОМ	17
05/2023	3626	4005	08/05/2023	4005	08/05/2023	4000	4000	3626	CTA.	374	374	374	328	Y19C046103			CONFIRMADA	/REALIZADA	СОМ	17
04/2023	3235	3640	08/04/2023	3640	08/04/2023	3626	3626	3235	CTA.	391	391	391	277	Y19C046103	FF		CONFIRMADA	/ CONFIRMADA	СОМ	17
03/2023	2810	3240	08/03/2023	3240	08/03/2023	3235	3235	2810	CTA.	425	425	425	220	Y19C046103	FF		CONFIRMADA	/ CONFIRMADA	COM	17
02/2023	2419	2814	06/02/2023	2814	06/02/2023	2810	2810	2419	CTA.	391	391	391	175	Y19C046103	FF		CONFIRMADA	/CONFIRMADA	COM	17
01/2023	2096	2420	07/01/2023	2420	07/01/2023	2419	2419	2096	CTA.	323	323	323	123	Y19C046103	FF		CONFIRMADA	/CONFIRMADA	COM	17
12/2022	1824	2098	08/12/2022	2098	08/12/2022	2096	2096	1824	CTA.	272	272	272	81	Y19C046103	FF		CONFIRMADA	/ CONFIRMADA	СОМ	17
11/2022	1587	1824	07/11/2022	1824	07/11/2022	1824	1824	1587	CTA.	168	168	168	56	Y19C046103	EC		CONFIRMADA	/ CONFIRMADA	IND	1
10/2022	1395	1587	07/10/2022	1587	07/10/2022	1587	1587	1395	CTA.	192	85	85	47	Y19C046103	EC		REALIZADA	/ CONFIRMADA	IND	1
09/2022	1204	1395	06/09/2022	1395	06/09/2022	1395	1395	1204	CTA. RET	30	85	85	39	Y19C046103	EC		REALIZADA	/REALIZADA	IND	1
08/2022	1086	1204	04/08/2022	1204	04/08/2022	1204					118	118	25	Y19C046103	AC		REALIZADA	/REALIZADA		
07/2022	1075	1086	05/07/2022	1086	05/07/2022	1086					11	11	33	Y19C046103	BC		REALIZADA	/REALIZADA		
06/2022	1056	1075	04/06/2022	1075	04/06/2022	1075					19	19	38	Y19C046103			REALIZADA	/REALIZADA		
05/2022	1038	1056	05/05/2022	1056	05/05/2022	1056					18	18	84	Y19C046103	BC		REALIZADA	/REALIZADA		
04/2022	1006	1038	05/04/2022	1038	05/04/2022	1038					32	32	128	Y19C046103	BC		REALIZADA	/REALIZADA		
03/2022	965	1006	07/03/2022	1006	07/03/2022	1006					41	41	131	Y19C046103	BC		REALIZADA	/REALIZADA		
02/2022	933	965	04/02/2022	965	04/02/2022	965					32	32	133	Y19C046103	BC		REALIZADA	/REALIZADA		
01/2022	872	933	06/01/2022	933	06/01/2022	933					61	61	128	Y19C046103	BC		REALIZADA	/REALIZADA		



HISTÓRICO DE MEDIÇÃO E CONSUMO DA LIGAÇÃO DE ÁGUA

PAG 2 / 2 11/07/2023 10:42:53

 Mat.:
 2423438.9
 Inscr.:
 025.002.020.0765.000
 Cliente Usuário:
 SHOPPING DA VILA EMPREENDIMENTOS
 Categoria:
 COMERCIAL

 Situação de Água:
 ATIVA
 Número HD Instalado:
 Y19C046103
 HD Retirado:
 Qt. Economias:
 17

Situação de Esgoto: POTENCIAL Data Instalação: 23/02/2021 Data Retirada:

Endereço: AVENIDA PRES CASTELO BRANCO - 60 - CENTRO DELMIRO GOUVEIA AL 57480-000

Měs/Ano	Leit. Anterior	Leit. Coletada	Dt. Leit. Informada	Leit. Informada	Dt. Leit. Faturada	Leit. Faturada	Leit. Atual Conta	Leit. Anterior Conta	Situação conta	Consumo Conta		Consumo Faturado	Média	Hidrômetro	Anorm. Consumo	Anorm. Leitura		o da Leitura ior/Atual	Categoria	Qtd. Economias
12/2021	826	872	04/12/2021	872	04/12/2021	872					46	46	128	Y19C046103	BC		REALIZADA	/REALIZADA		
11/2021	533	826	05/11/2021	826	05/11/2021	826					84	84	84	Y19C046103	EC		REALIZADA	/REALIZADA		
10/2021	234	533	05/10/2021	533	05/10/2021	533					37	37	37	Y19C046103	EC		REALIZADA	/REALIZADA		
09/2021	178	234	04/09/2021	234	04/09/2021	234					56	56	29	Y19C046103			REALIZADA	/REALIZADA		
08/2021	133	178	05/08/2021	178	05/08/2021	178					45	45	26	Y19C046103			REALIZADA	/ REALIZADA		
07/2021	99	133	06/07/2021	133	06/07/2021	133					34	34	24	Y19C046103			REALIZADA	/REALIZADA		
06/2021	57	99	05/06/2021	99	05/06/2021	99					42	42	19	Y19C046103	AC		REALIZADA	/REALIZADA		
05/2021	27	57	06/05/2021	57	06/05/2021	57					30	30	13	Y19C046103			REALIZADA	/REALIZADA		
04/2021	11	27	06/04/2021	27	06/04/2021	27					16	16	11	Y19C046103			REALIZADA	/REALIZADA		
03/2021	0	11	04/03/2021	11	04/03/2021	11					11	11	10	Y19C046103			NAO REALIZADA	/REALIZADA		

Fonte: Águas do sertão, 2023.

ANEXO D – POLÍTICA TARIFÁRIA

ÁGUAS DO SERTÃO

Água

RESUMO DA TARIFA - ÁGUAS DO SERTÃO

	EMAIS LOCALIDAD	DES
Estrutura Tarifária	Faixa de Consumo	(R\$/m³)
	0 a 10 m ^a	2,95
arifa Social	11 a 15 m ³	5,64
ariia social	16 a 20 m ^a	6,52
	Acima 20 m ^a	6,97
	0 a 10 m ^a	5,91
	11 a 15 m ³	11,28
	16 a 20 m ^a	13,04
	21 a 30 m ^a	13,94
Residencial	31 a 40 m ³	14,39
	41 a 50 m ³	14,58
	51 a 90 m ^a	14,67
	91 a 150 m ^a	14,76
	Acima 150 m ^a	14,77
Comercial	0 a 10 m ^a	13,66
Comercial	Acima 10 m³	21,72
Industrial	0 a 10 m ^a	15,34
moustrial	Acima 10 m ^a	28,04
Público	0 a 10 m ^a	11,52
Publico	Acima 10 m ^a	29,66
ilantrópica	0 a 10 m ^a	2,35
gua Bruta	0 a 10 m ^a	3,19
	Acima 10 m ^a	10,86
Carro Pipa	0 a 9999 m³	13,66

PENEDO				
Estrutura Tarifária	Faixa de Consumo	(R\$/m³)		
Tarifa Social	0 a 10 m ^a	50% da TMR		
	11 a 20 m ^a	50% da TR da faixa		
	0 a 10 m ^a	4,09		
	11 a 15 m³	6,47		
	16 a 20 m ^a	7,27		
	21 a 30 m ^a	8,65		
Residencial	31 a 40 m ^a	9,79		
	41 a 50 m ^a	10,65		
	51 a 90 m ^a	11,11		
	91 a 150 m ^a	11,12		
	Acima de 150 m³	11,12		
Comercial	0 a 10 m ^a	13,66		
	Acima 10 m ^a	21,72		
Industrial	0 a 10 m ^a	15,34		
industrial	Acima 10 m ^a	28,04		
Público	0 a 10 m ^a	11,52		
- upito	Acima 10 m ^a	29,66		
Filantrópica	0 a 10 m²	2,35		
Água Bruta	0 a 10 m²	3,19		
	Acima 10 m ^a	10,86		
Carro Pipa	0 a 10 m²	13,66		

Estrutura Tarifária	Faixa de Consumo	(R\$/m³)	
Tarifa Social	0 a 10 m ^a	50% da TMR	
	11 a 20 m²	50% da TR da faix	
	0 a 10 m ^a	3,26	
	11 a 15 m ^a 6,23		
	16 a 20 m³ 7,20		
	21 a 30 m ^a	7,69	
Residencial	31 a 40 m ^a	7,94	
	41 a 50 m ^a	8,05	
	51 a 90 m ^a	8,10	
	91 a 150 m ^a	8,14	
	Acima de 150 m³	8,15	
Comercial	0 a 10 m ^a	7,54	
Comercial	Acima 10 m ^a	11,99	
Industrial	0 a 10 m ^a	8,47	
moustrial	Acima 10 m ^a	15,48	
Público	0 a 10 m ^a	6,36	
	Acima 10 m ^a	16,37	
Filantrópica	0 a 10 m²	2,35	
Água Bruta	0 a 10 m ^a	3,19	
	Acima 10 m ^a	10,86	
Carro Pipa	0 a 10 m ^a	13,66	

PORTO REAL DO COLEGIO				
Estrutura Tarifária	Faixa de Consumo	(R\$/m³)		
Tarifa Social	0 a 10 m ^a	50% da TMR		
	11 a 20 m ^a	50% da TR da faix		
	0 a 10 m ^a	3,26		
	11 a 15 m ^a	6,23		
	16 a 20 m ^a	7,20		
	21 a 30 m ^a	7,69		
Residencial	31 a 40 m ^a	7,94		
	41 a 50 m ^a	8,05		
	51 a 90 m ^a	8,10		
	91 a 150 m ^a	8,14		
	Acima de 150 m²	8,15		
Comercial	0 a 10 m ^a	7,54		
	Acima 10 m ^a	11,99		
Industrial	0 a 10 m ^a	8,47		
	Acima 10 m ^a	15,48		
Público	0 a 10 m ^a	6,36		
rabilico	Acima 10 m ^a	16,37		
Filantrópica	0 a 10 m ^a	2,35		
Ámus Basta	0 a 10 m²	3,19		
Agua Bruta	Acima 10 m ^a	10,86		
Carro Pipa	0 a 10 m²	13,66		

PÃO DE AÇUCAR				
Estrutura Tarifária	Faixa de Consumo	(R\$/m²)		
Tarifa Social	0 a 10 m ^a	50% da TMR		
	11 a 20 m ^a	50% da TR da faixa		
	0 a 10 m ^a	3,95		
	11 a 15 m ^a	6,94		
	16 a 20 m ^a	7,20		
Residencial	21 a 30 m ^a	9,53		
	31 a 40 m ^a	9,93		
	41 a 50 m ^a	11,54		
	51 a 90 m ^a	11,56		
	91 a 150 m ^a	11,57		
	Acima de 150 m³	11,57		
Commental	0 a 10 m²	7,54		
Comercial	Acima 10 m ^a	11,99		
Industrial	0 a 10 m²	12,54		
Industrial	Acima 10 m ^a	15,48		
Público	0 a 10 m ^a	6,36		
Publico	Acima 10 m ^a	16,37		
Filantrópica	0 a 10 m²	2,35		
Ámos Brode	0 a 10 m²	3,19		
Água Bruta	Acima 10 m ^a	10,86		
Carro Pipa	0 a 10 m³	13,66		

TR - Tarifa Residencial

TMR - Tarifa Mínima Residencial

TEC - Tarifa Excedente Comercial

TMC - Tarifa Mínima Comercial

	TODAS AS LOCALIDADES			
	Estrutura Tarifária	Faixa de Consumo (m³)	Tarifa Atual (R\$/m²)	
Esgoto	Todas	Todas	80% da Tarifa de Água	
	Tarifa Social	Todas	Correspondente 50% da Tarifa Social de Água Correspondente	

Fonte: Águas do sertão, 2023.