

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

PEDRO HENRIQUE DOS REIS NAVES

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO EM JARDINS
DOMÉSTICOS – ESTUDO DE CASO**

Goiânia, GO
2026



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Pedro Henrique dos Reis Naves

Matrícula: 20211011050338

Título do Trabalho: Viabilidade da utilização de água de reúso em jardins domésticos – Estudo de Caso

Autorização - Marque uma das opções

1. (X) Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. () Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. () Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- () O documento está sujeito a registro de patente.
() O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
() Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Pedro Henrique dos Reis Naves GOIÂNIA, 02 / 03 / 2026.
Local Data
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

PEDRO HENRIQUE DOS REIS NAVES

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO EM JARDINS
DOMÉSTICOS – ESTUDO DE CASO**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação de
Engenharia Civil, do Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte
dos requisitos necessários para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.**

**Orientador: Prof. Dr. Dálcio Ricardo
Botelho Alves**

**Goiânia, GO
2026**

N323v Naves, Pedro Henrique dos Reis.
Viabilidade da utilização de água de reúso em jardins domésticos - estudo de caso / Pedro Henrique dos Reis Naves. – Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2026.
57 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Dálcio Ricardo Botelho Alves.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

1. Água da chuva - aproveitamento. 2. Irrigação de jardins. 3. Sistema de captação de água pluvial - viabilidade econômica. I. Alves, Dálcio Ricardo Botelho Alves (orientador). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia. III. Título.

CDD 628.14

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na presente data realizou-se a sessão pública de defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **Viabilidade da utilização de água de reuso em jardins domésticos.**, sob orientação de Dalcio Ricardo Botelho Alves, apresentado pelo aluno **Pedro Henrique dos Reis Naves (20211011050338)** do Curso **Bacharelado em Engenharia Civil (Câmpus Goiânia)**. Os trabalhos foram iniciados às **16:00** do dia **03/02/2026** pelo Professor presidente da banca examinadora, constituída pelos seguintes membros:

- **Dalcio Ricardo Botelho Alves** (Presidente)
- **Matilde Batista Melo** (Examinadora Interna)
- **Erica de Almeida Bastos Zanon** (Examinadora Interna)

A banca examinadora, tendo terminado a apresentação do conteúdo do Trabalho de Conclusão de Curso, passou à arguição do candidato. Em seguida, os examinadores reuniram-se para avaliação e deram o parecer final sobre o trabalho apresentado pelo aluno, tendo sido atribuído o seguinte resultado:

☒ [X] Aprovado

☐ [] Reprovado

Nota : 8,5

Observação / Apreciações:

Proclamados os resultados pelo presidente da banca examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, eu **Dalcio Ricardo Botelho Alves** lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da banca examinadora.

Documento assinado eletronicamente por:

- **Matilde Batista Melo**, em **06/02/2026 19:01:00** com chave **52c805e203a711f18623005056a537a4**.
- **Erica de Almeida Bastos Zanon**, em **05/02/2026 20:18:44** com chave **03ecedc002e911f196e2005056a537a4**.
- **Dalcio Ricardo Botelho Alves**, em **05/02/2026 20:02:02** com chave **af0c28fe02e611f18d1a005056a537a4**.

Este documento foi emitido pelo SUAP. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifg.edu.br/comum/autenticar_documento/ e informe os dados a seguir.

Tipo de Documento: Ata de Projeto Final

Data da Emissão: 06/02/2026

Código de Autenticação: cf6249



DEDICATÓRIA

Agradeço primeiramente aos meus pais e familiares, por sempre serem meus maiores apoiadores em todas as decisões de minha vida.

Agradeço aos professores por todo conhecimento adquirido, em especial ao professor Dr. Dálcio Ricardo Botelho Alves, por me instruir splendidamente nesse trabalho.

Ao Instituto Federal de Goiás pela oportunidade de formação e aprendizado.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, aos amigos que fiz ao longo dessa trajetória, o meu muito obrigado.

RESUMO

VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE ÁGUA DE REÚSO EM JARDINS DOMÉSTICOS – ESTUDO DE CASO

AUTOR: PEDRO HENRIQUE DOS REIS NAVES

ORIENTADOR: Dr. DÁLCIO RICARDO BOTELHO ALVES

A água é essencial para a sobrevivência de todos os seres vivos. A preservação do ecossistema exige o bom senso no uso e o reaproveitamento desse recurso. Para conservar os recursos hídricos, várias fontes alternativas de água estão sendo empregadas para atender às necessidades das atividades humanas. Entre as várias soluções implementadas, a coleta de água da chuva é uma medida amplamente aceita, devido à sua simplicidade de implementação e ao benefício de reduzir o consumo de água tratada em uma residência. Este trabalho analisou a viabilidade técnica e econômica da utilização de água de reúso, especificamente a água pluvial, na irrigação de jardins domésticos. Classificado como estudo de caso técnico-projetual, o estudo adota como base uma edificação unifamiliar fictícia situada em Goiânia - GO, com área de captação e área ajardinada de 200 m². A abordagem técnica empregada baseou-se na premissa de eficiência do sistema para uma residência habitada por quatro pessoas adultas e a água pluvial coletada foi utilizada exclusivamente na irrigação dos jardins domésticos. A metodologia é organizada em quatro etapas: levantamento de dados climáticos e de consumo; dimensionamento do sistema de captação, bombeamento e irrigação; análise de custos e avaliação do prazo de retorno do investimento. O estudo considerou os parâmetros da NBR 15527 (ABNT, 2019) e utiliza planilhas eletrônicas para cálculo do sistema de coleta de água da chuva, além de cotações online e nas tabelas do SINAPI referência de julho de 2025 na análise de custos dos materiais e equipamentos. Tal análise econômica revelou os custos de implantação (que totalizaram R\$ 14.403,22), a economia que o sistema é capaz de gerar (30m³ de água) e a redução de cerca 74% na conta mensal de água. Conclui-se que foi possível ter um retorno sobre o investimento num período superior a 3 anos.

Palavras-chave: Reaproveitamento, captação de água pluvial, irrigação de jardins.

ABSTRACT

FEASIBILITY OF USING REUSED WATER IN HOME GARDENS – CASE STUDY

AUTHOR: PEDRO HENRIQUE DOS REIS NAVES

ADVISOR: Dr. DÁLCIO RICARDO BOTELHO ALVES

Water is essential for the survival of all living beings. The preservation of the ecosystem requires responsible use and reuse of this resource. In order to conserve water resources, several alternative water sources have been employed to meet human activity needs. Among the various implemented solutions, rainwater harvesting is a widely accepted measure due to its ease of implementation and its benefit of reducing treated water consumption in households. This study analyzed the technical and economic feasibility of using reused water, specifically rainwater, for the irrigation of residential gardens. Classified as a technical-project case study, the research adopts as its basis a fictional single-family residence located in Goiânia – GO, with a catchment area and garden area of 200 m². The technical approach employed was based on the premise of system efficiency for a household inhabited by four adults, with the collected rainwater being used exclusively for garden irrigation. The methodology is organized into four stages: collection of climatic and consumption data; design of the capture, pumping, and irrigation system; cost analysis; and evaluation of the investment payback period. The study considered the parameters of NBR 15527 (ABNT, 2019) and used spreadsheets for calculating the rainwater harvesting system, as well as online quotations and SINAPI tables (July 2025 reference) for cost analysis of materials and equipment. This economic analysis revealed the implementation costs (totaling R\$ 14,403.22), the savings the system can generate (30 m³ of water), and an approximate 74% reduction in the monthly water bill. It is concluded that a return on investment can be achieved in a period of just over three years.

Keywords: Reuse, rainwater harvesting, garden irrigation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Consumo de água por atividade na residência.....	4
Figura 2 –	Exemplos de aspersores escamoteável utilizados em paisagismo.....	6
Figura 3 –	Microaspersor de impacto escamoteável.....	6
Figura 4 –	Irrigação paisagística por microaspersão em condomínios urbanos.....	7
Figura 5 –	Detalhe de um gotejador operando em campo.....	7
Figura 6 –	Muro verde projetado para área interna irrigada por gotejamento.....	8
Figura 7 –	Precipitação de Goiânia entre 1961e 1990.....	11
Figura 8 –	Sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais.....	14
Figura 9 –	Sistema de calha e condutor vertical.....	15
Figura 10 –	Filtro auto - limpante para água de chuva.....	17
Figura 11 –	Exemplo de reservatório do tipo enterrado.....	18
Figura 12 –	Sistema de bombeamento de água da chuva.....	19
Figura 13 –	Layout sistema de irrigação localizada.....	20
Figura 14 –	Perspectiva do sistema de coleta de águas pluviais.....	22
Figura 15 –	Aspersor Rainbird.....	24
Figura 16 –	Layout sistema de irrigação localizada.....	25
Figura 17 –	Especificação dos aspersores.....	26
Figura 18 –	Layout sistema de bombeamento.....	26
Figura 19 –	Comprimentos equivalentes em conexões.....	28
Figura 20 –	Especificação bomba KSB 25-150.....	30

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 –	Classificação de águas doces segundo seus usos preponderantes.....	9
Quadro 2 –	Precipitação média em Goiânia – INMET (1961-1990).....	11
Tabela 1 –	Coeficiente de Escoamento Superficial.....	12
Tabela 2 –	Frequência de Manutenção.....	13
Tabela 3 –	Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis.....	14
Tabela 4 –	Lista de materiais do sistema de coleta de águas pluviais.....	23
Tabela 5 –	Cálculo perda de carga contínua H_f no Setor 1	27
Tabela 6 –	Comprimentos equivalentes em metros de canalização.....	29
Tabela 7 –	Perda de carga do localizada	29
Tabela 8 –	Potência da bomba em cv.....	31
Tabela 9 –	Orçamento insumos sistema de coleta de águas pluviais.....	32
Tabela 10 –	Cotação materiais sistema de irrigação localizada.....	33
Tabela 11 –	Cotação materiais sistema de bombeamento.....	33
Tabela 12 –	Tarifas/Consumo Saneago set/2025.....	35
Tabela 13 –	Antes/Depois da implantação do sistema.....	35

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Objetivos	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Reúso de água.....	2
2.2. Importância do reúso de água	3
2.3. Irrigação Localizada.....	5
2.4. A legislação brasileira dos recursos hídricos.....	8
3. METODOLOGIA	10
3.1. Dados de Projeto	11
3.2. Sistema de aproveitamento de água pluvial	13
3.3. Sistema de Irrigação Localizada	19
4. RESULTADOS.....	20
4.1. Dimensionamento.....	21
4.2. Orçamento	31
4.3. Viabilidade Econômica.....	34
5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS	36
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
8. APÊNDICE	43

1. INTRODUÇÃO

A crescente escassez de água doce em diversas regiões do mundo, agravada pelas mudanças climáticas, pelo aumento populacional e pela urbanização desordenada, tem intensificado a busca por soluções sustentáveis na gestão dos recursos hídricos. Nesse contexto, o reúso de água surge como uma alternativa viável e promissora, capaz de reduzir a pressão sobre os mananciais e ampliar a disponibilidade hídrica para diferentes usos. Entre as estratégias de reaproveitamento, destaca-se o uso da água da chuva para fins não potáveis, como a irrigação de jardins residenciais.

A prática de captar, armazenar e utilizar a água pluvial para irrigação contribui não apenas para a redução do consumo de água potável, mas também para a preservação ambiental, ao evitar o uso de recursos tratados em atividades que não demandam padrões de potabilidade. Sistemas simples, de baixo custo e tecnicamente acessíveis têm viabilizado a adoção dessa solução em ambientes urbanos e suburbanos, promovendo uma cultura de sustentabilidade e uso racional da água.

Dados da EPA – *Environment Protection Authority* (1981, apud Asano, 2007) apontam que apenas 28% do consumo urbano diário exigem água potável. Isso demonstra que muitas aplicações poderiam ser atendidas com água de reúso, como lavagem, irrigação e uso externo. Do ponto de vista econômico, a utilização de água reciclada pode diminuir os gastos em residências e instituições, especialmente ao substituir a água potável em atividades que não exigem sua qualidade, como a irrigação de jardins.

A utilização de reservatórios para o armazenamento de água da chuva tem se tornado cada vez mais comum em áreas urbanas, tanto em edificações residenciais quanto comerciais e industriais. Esses sistemas são capazes de reduzir, e em alguns casos até suprir, a demanda por água destinada a usos não potáveis, por meio de métodos de captação e armazenamento adequados, configurando-se como uma alternativa viável e ambientalmente sustentável.

Adicionalmente, destaca-se a importância da observância aos requisitos técnicos mínimos estabelecidos pelas normas vigentes, especialmente pela ABNT 15527 — Aproveitamento de Água de Chuva de Coberturas para Fins Não Potáveis (ABNT, 2019). Esta norma, que atualiza a versão original de 2007, simplifica os critérios de dimensionamento dos volumes de reservação e incorpora a recomendação da realização de

análises de viabilidade técnico-econômica, reforçando a importância do planejamento criterioso na implementação desses sistemas.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Avaliar a implementação de um sistema de captação de água da chuva, com o objetivo de reutilizá-la para irrigação de jardins residenciais, além de verificar sua viabilidade técnica e econômica em um projeto de jardim irrigado por sistemas de irrigação localizada.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Promover a minimização do uso de água tratada para fins não potáveis;
- Demonstrar os benefícios do reaproveitamento de águas pluviais como forma de incentivar a conscientização da população acerca da necessidade do reúso de água.
- Realizar a análise econômica de projeto de coleta de água (reúso) e implantação de sistemas de irrigação em jardins;
- Calcular o tempo médio de retorno do investimento (em anos) para o sistema proposto;

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Reúso de água

As atividades humanas que afetam os ciclos hidrológicos, a disponibilidade de água e o acesso à água têm se intensificado e se tornado mais complexas desde a metade do século XX. Como os efeitos das mudanças climáticas serão intensificados, os extremos de secas e enchentes aumentarão a vulnerabilidade das populações urbanas e o acesso à água (Tundisi, 2015).

O reúso de água consiste no aproveitamento de águas residuais ou pluviais, devidamente tratadas, para fins diversos, representando uma estratégia sustentável na gestão dos recursos hídricos. Pode ocorrer de forma planejada, com o uso consciente da água recuperada, ou de forma incidental. Essa prática contribui significativamente para a conservação da água potável e para a redução dos impactos ambientais.

Segundo Hespanhol et al. (2007), o reúso se divide em:

Reúso potável:

- Direto: a água tratada retorna ao sistema de abastecimento.
- Indireto: a água tratada é lançada em corpos hídricos e posteriormente reaproveitada.

Reúso não potável:

- Doméstico: irrigação de jardins, descarga de vasos sanitários e limpeza externa.
- Agricultura: irrigação de culturas.
- Industrial: uso em caldeiras, resfriamento e processos produtivos.
- Lazer: em lagos, parques e campos esportivos.
- Ambiental: recarga de aquíferos e recuperação de corpos d'água.

Governos têm incentivado essa prática por meio de políticas e normas, dada sua eficácia na conservação da água potável e promoção da sustentabilidade urbana. No ambiente residencial, especialmente na irrigação de jardins, o reúso é seguro, simples e ambientalmente benéfico.

2.2. Importância do reúso de água

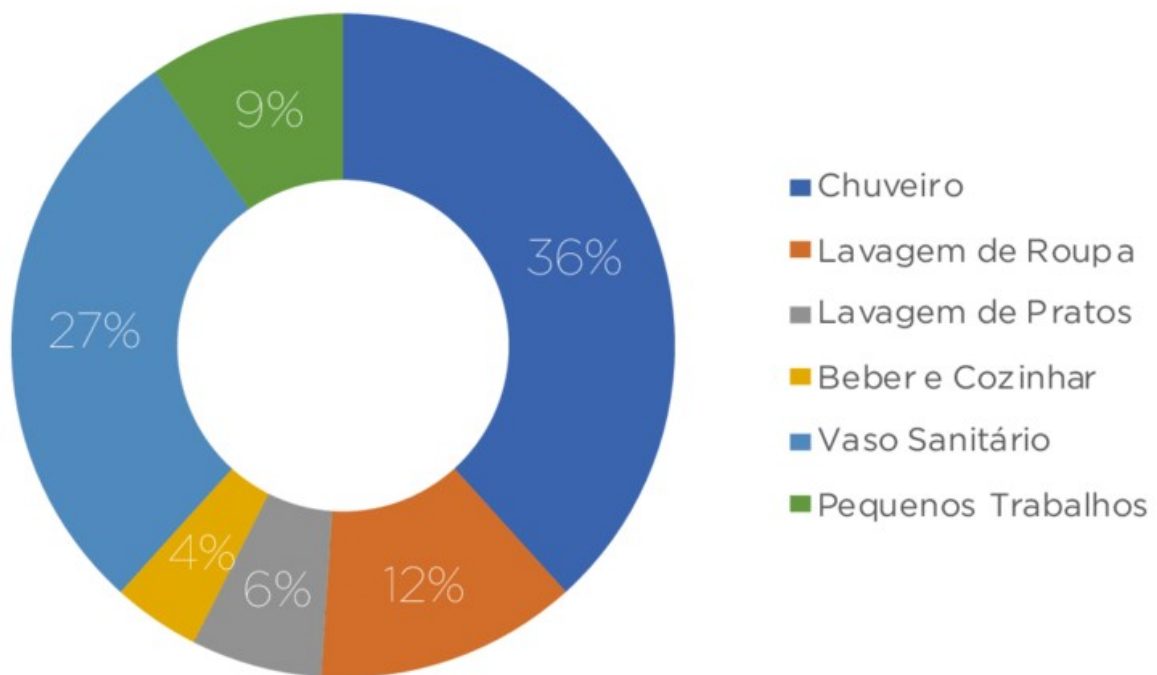
Em um cenário de relativa escassez de água, devem-se estudar soluções com o objetivo de combater o desperdício de água e sua utilização inadequada no meio urbano, bem como estudar fontes alternativas do recurso, como por exemplo, uso de águas pluviais (Egito et al., 2015).

A captação direta de águas pluviais nas edificações pode ser considerada como uma fonte alternativa, reduzindo a demanda dos sistemas públicos de abastecimento. Porém, sua utilização necessita de estudos acerca da viabilidade e eficiência no atendimento dos usos a que será destinada, avaliação dos possíveis riscos sanitários, adequação das instalações hidráulicas prediais, dimensionamento do sistema de captação, coleta e armazenamento,

observando as características locais, evitando a implantação de projetos inadequados que comprometam os aspectos positivos da alternativa (Guimarães, 2015).

Pela figura 1 verifica-se que grande parte das aplicações poderia ser suprida com água de reúso, como lavagem, irrigação e usos externos.

Figura 1: Consumo de água por atividade na residência.



Fonte: (Adaptado de Tomaz, 2003)

Economicamente, o uso de água reciclada pode reduzir os custos em residências e instituições, principalmente quando se substitui a água potável em funções que não requerem sua qualidade, como a irrigação de jardins (Silva, 2022).

No aspecto social, o reúso desperta maior consciência sobre o uso racional da água, incentivando práticas sustentáveis e valorizando áreas verdes urbanas, o que favorece o conforto térmico e o bem-estar das comunidades (Devi; Maheshwari; Simmons, 2015).

Na gestão urbana, sistemas descentralizados de reúso aliviam a demanda sobre redes públicas e reduzem custos operacionais, ao mesmo tempo em que diversificam as fontes de fornecimento e fortalecem a segurança hídrica (Medeiros et al., 2021).

Além disso, estudos mostram que, em regiões com boa precipitação e área de captação, os sistemas podem garantir autossuficiência hídrica para irrigação por grande parte do ano (Santos et al., 2021).

2.3. Irrigação Localizada

Um dos objetivos do paisagismo é melhorar as condições de conforto ambiental das pessoas com a estruturação de espaços com plantas e recursos naturais visando a melhoria dos meios de lazer e de socialização. O projeto e a conservação de áreas verdes no espaço urbano exigirão sempre a irrigação de forma complementar às chuvas, para garantir a manutenção desses objetivos ao longo do tempo.

A irrigação localizada é um método que se caracteriza pela aplicação de pequenos volumes de água com alta frequência. As primeiras formas de irrigação localizada podem ser encontradas nos tempos mais antigos, onde potes ou jarros de barro eram enterrados no solo ao lado das plantas e depois preenchidos com água, permitindo que a água vazasse gradualmente para fora e umedecesse a zona das raízes da vegetação nas proximidades (IRRIGATION DIRECT, 2016).

A irrigação localizada é uma tecnologia que tem sido adotada principalmente pela possibilidade de atingir maior eficiência no uso da água resultando no aumento da produtividade e da qualidade do produto, associado à redução no consumo da água devido à diminuição das perdas. Os principais métodos de irrigação localizada em áreas urbanas são por microaspersão e por gotejamento.

2.3.1. Irrigação por microaspersão

Estes sistemas utilizam aspersores ou *sprays*, que aplicam a água na forma de jatos ou aerossol. Os aspersores mais utilizados nesse tipo de irrigação são os rotativos de impacto e os fixos ou *sprays*.

Uma característica importante desses aspersores, exemplificados nas figuras 2 e 3, que os diferenciam dos aspersores agrícolas é o emprego do mecanismo chamado de *pop-up* ou escamoteável. Esse mecanismo mantém o aspersor embutido ou escondido no interior do solo quando está desligado e somente surge quando ligado ou pressurizado, evitando vandalismos

e permitindo tratos culturais no jardim sem danos aos equipamentos e plantas, e ainda, melhorando a parte visual da área.

Figura 2: Exemplos de aspersores escamoteável utilizados em paisagismo.



Fonte: Adaptado Testezlaf, 2017

Os aspersores rotativos de impactos empregados no paisagismo, como pode ser visto na figura 4, são basicamente os mesmos utilizados em sistemas de irrigação para áreas agrícolas, com a diferença principal de, geralmente, serem escamoteáveis e setoriais, para irrigar áreas irregulares. Trabalham numa faixa de pressão da ordem de 2,0 a 4,0 kgf.cm^{-2} e proporcionam um raio irrigado de 4,0 a 15,0 m, com taxas de aplicação na ordem de 7,5 a 150 mm/h.

Figura 3: Microaspersor de impacto escamoteável.



Fonte: Adaptado Testezlaf, 2017

Figura 4: Exemplo de irrigação paisagística por microaspersão em condomínios urbanos.



Fonte: Irrigamatic Indústria e Comércio Ltda. (2025)

2.3.2. Irrigação por gotejamento

A irrigação por gotejamento se caracteriza por aplicar pequenos volumes de água, na forma de gotas, com alta frequência (reduzido intervalo entre irrigações ou turno de rega), nas áreas localizadas na zona radicular das plantas, molhando uma fração da superfície do solo, reduzindo as perdas e apresentando maiores valores de eficiência de aplicação quando comparada aos sistemas de aspersão.

Figura 5: Detalhe de um gotejador operando em campo.



Fonte: Adaptado Testezlaf, 2017

Em geral, operam com vazões de 0,5 a 12 L.h⁻¹ e pressões entre 50 e 200 kPa. Para obtenção dessas reduzidas vazões a saída do gotejador possui diâmetro igualmente reduzido, sujeitando-o, portanto, à possibilidade de entupimentos. O processo de fabricação dos gotejadores deve ser bastante preciso, pois pequenas variações nas dimensões de cada peça podem acarretar mudanças significativas de vazão.

No Brasil, o gotejamento surgiu no início da década de 70, contudo sua aceitação aconteceu de forma lenta, devido a pouca divulgação do método, falta de técnicos habilitados, equipamentos importados – com consequente carência de assistência técnica - e custos iniciais elevados. Uma aplicação recente da irrigação por gotejamento na área de paisagismo é o desenvolvimento de projetos de jardins verticais ou muros verdes para áreas internas ou externas utilizando plantas vivas como visto na figura 6.

Figura 6: Exemplo de muro verde projetado para área interna irrigada por gotejamento



Fonte: (Artmaison, 2025)

2.4. A legislação brasileira dos recursos hídricos

Ao lado da base técnica, é necessário um embasamento jurídico sólido. No caso do Brasil, a Constituição Federal, o Código de Águas, a Legislação Subseqüente e Correlata, a Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, a Secretaria de Recursos Hídricos e a Agência Nacional de Águas, são fortes instrumentos e instituições de defesa dos Recursos Hídricos (SENRA,

2008). Destaca-se a Lei nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamentos de Recursos Hídricos.

Para o reúso da água é necessário observar a resolução do CONAMA nº 357/2005 que divide o uso em classes com seus respectivos usos permitidos. No estudo em questão os usos permitidos melhor se enquadram na Classe 2, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1: Classificação das águas doces segundo seus usos preponderantes- Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.

CLASSE	USOS PERMITIDOS
Especial	• Ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; • À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; • À preservação dos ambientes aquáticos e comunidades de conservação de proteção integral.
1	• Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; • À proteção das comunidades aquáticas; • À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; • À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; • À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
2	• Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; • À proteção das comunidades aquáticas; • À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; • À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; • À aquícultura e à atividade de pesca.
3	• Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; • À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; • À pesca amadora; • À recreação de contato secundário; • À dessedentação de animais.
4	• À navegação; • À harmonia paisagística.

Fonte: Adaptado Resolução CONAMA nº 357/2005

3. METODOLOGIA

A metodologia empregada para a execução deste estudo foi segmentada em quatro fases principais:

- Levantamento dos dados iniciais necessários;
- Dimensionamento do sistema de coleta de água e Layout de projeto de irrigação de jardim;
- Análise do custo de implantação;
- Verificação do tempo de retorno;

É válido salientar que este projeto selecionou como objeto de estudo uma edificação unifamiliar fictícia, habitada por 4 adultos, com uma área de captação de 200 m², coberta com telhas de cerâmica, situada na cidade de Goiânia/Goiás.

Na 1ª fase do projeto, foi realizada a coleta e análise dos dados necessários para o desenvolvimento do projeto. Foram considerados fatores importantes como: índice pluviométrico de Goiânia/GO, coeficiente de escoamento (*Runoff*) e o consumo de água em jardins paisagísticos.

A etapa seguinte consiste no planejamento e dimensionamento do projeto levando em consideração os dados obtidos na etapa anterior. Para tanto foi utilizado uma planilha eletrônica (*Excel*), que permitirá a realização de cálculos para determinar a capacidade e dimensões adequadas das calhas e dos condutores verticais.

Na 3ª etapa, foram analisados os custos de implantação do projeto a partir da cotação dos materiais e equipamentos disponíveis na rede mundial de computadores e na tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil).

Por fim, na 4ª etapa da metodologia, foi verificada a projeção do tempo de retorno do investimento em anos. Para tal, foram considerados os custos de implantação e os benefícios gerados pelo sistema ao longo do tempo, como economia de água e redução de custos operacionais.

3.1. Dados de Projeto

3.1.1. Índice pluviométrico

O índice pluviométrico é uma medida em milímetros, resultado da somatória da quantidade da precipitação de água (chuva, neve, granizo) em determinado local durante um dado período de tempo.

No estudo realizado na cidade de Goiânia, a precipitação média foi obtida através do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e conforme pode ser observado no Quadro 2 são apresentadas a precipitação média em cada mês e a precipitação anual total de 1575,90 mm que foi usada no calculo da viabilidade econômica do projeto.

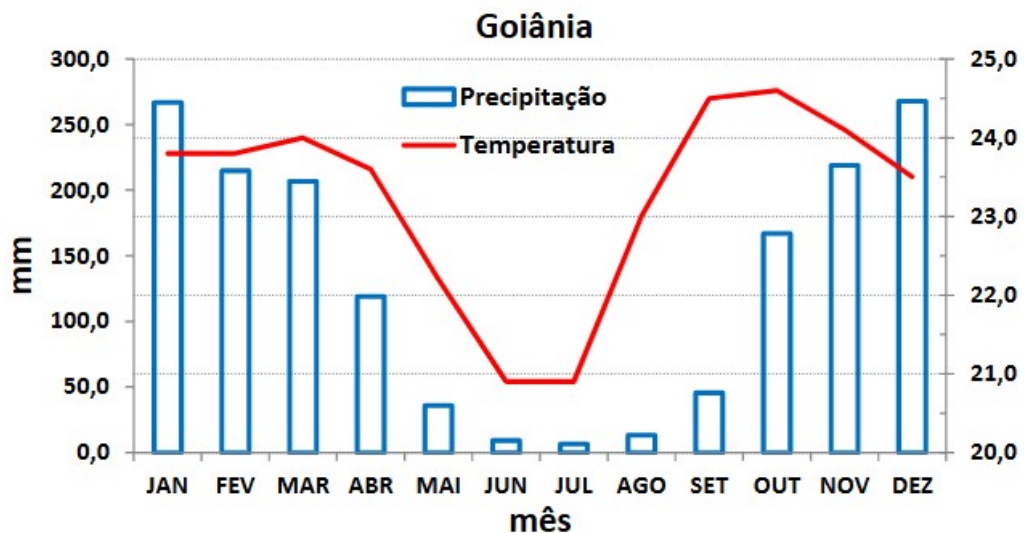
Quadro 2: Precipitação média em Goiânia – INMET (1961-1990).

MÊS	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
PRECIPITAÇÃO MÉDIA (mm)	270,3	213,3	209,6	120,6	36,4	9,5	6,2	12,7	47,6	170,9	220,0	258,8

Fonte: Instituto Nacional de Metereologia – INMET (2025)

A quantidade de precipitação é o primeiro fator determinante do potencial de captação. O índice anual de chuva do local onde se deseja instalar o sistema é uma informação fundamental. Na Figura 7 é possível observar a precipitação de Goiânia.

Figura 7: Precipitação de Goiânia entre 1961 e 1990



Fonte: (Adaptado do INMET, 2008)

3.1.2. Coeficiente de escoamento superficial

O Coeficiente de Escoamento Superficial ou Coeficiente de *Runoff* como também é conhecido, expressa a relação existente entre o volume total de água de chuva escoado superficialmente e o volume total de chuva precipitado, levando em consideração a superfície em que isso ocorre (ABNT, 2019).

O coeficiente de escoamento superficial geralmente não é calculado para cada situação específica em que é necessária sua utilização, sendo mais comum adotar valores consolidados em diversos estudos ao longo do tempo (Dapieve, 2014). A Tabela 1 apresenta os valores de Coeficiente de Escoamento Superficial frequentemente utilizados na literatura de materiais em coberturas.

Tabela 1 – Coeficiente de Escoamento Superficial

Material do Telhado	Coeficiente de <i>Runoff</i>
Telhas Cerâmicas	0,80 a 0,90
Telhas Esmaltadas	0,90 a 0,95
Telhas corrugadas de metal	0,80 a 0,90
Cimento Amianto	0,80 a 0,90
Plástico, PVC	0,90 a 0,95

Fonte: Plínio Tomaz (2007)

3.1.3. Consumo de água em jardins domésticos

A frequência de rega está diretamente relacionada à taxa de evapotranspiração (ET) das plantas, que é definida como a soma da evaporação da água do solo e a transpiração das plantas para a atmosfera. Essa variável é essencial no manejo hídrico, pois determina a quantidade de água que deve ser reposta para manter a disponibilidade hídrica adequada ao desenvolvimento vegetal (Allen et al., 1998).

Em regiões com alta evapotranspiração, como é o caso de Goiânia - GO, onde a ET potencial média anual é de aproximadamente 1.380 mm, com valores diários médios de 3,78 mm e picos de até 5 mm por dia, a irrigação deve ser realizada com maior frequência para compensar as perdas hídricas (Casaroli et al., 2018).

Portanto, adotando uma ET média diária de 5 mm/m².dia = 5 litros/m².dia, para uma edificação com 200 m² totais de gramado, serão necessários 200 m² * 5 litros/m².dia = 1000 litros/dia = 1 m³/dia de água para irrigar o gramado.

3.2. Sistema de aproveitamento de água pluvial

Os sistemas de captação de água de chuva têm experimentado uma aplicação crescente nas zonas urbanas. Esses sistemas desempenham um papel importante como fonte alternativa de abastecimento hídrico e contribuem para a mitigação das questões associadas à escassez e à economia de água potável no atendimento das crescentes necessidades (Brandão, 2018).

A captação da água da chuva pode ser realizada por meio de telhados e calhas (passando por filtragens para remoção de impurezas) com posterior condução até reservatórios localizados sobre a laje ou subterrâneos nos quais é necessário um conjunto moto bomba que destine até seu uso final (adaptado de Júnior; Pêgo, 2012). Todo processo deve respeitar as normas como a NBR 15527 (ABNT, 2019) que define os critérios para sistemas residenciais.

A normativa supracitada sugere a revisão regular de todos os elementos do sistema, de acordo com as demandas do projeto ou segundo estabelecido na norma, conforme ilustrado na tabela 2 a seguir.

Tabela 2 – Frequência de manutenção

COMPONENTES	FREQUÊNCIA DE MANUTENÇÃO
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal
	Limpeza Trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial, se existir	Inspeção mensal
	Limpeza Trimestral
Calhas	Inspeção mensal, limpeza quando necessário.
Áreas de Captação, condutores verticais e horizontais	Inspeção mensal, limpeza quando necessário.
Dispositivos de desinfecção, se existir	Inspeção mensal
Bombas, se existir	Inspeção mensal
Reservatórios	Inspeção anual, limpeza quando necessário.

Fonte: (ABNT NBR 15527, 2019)

Pela figura 8 observa-se um modelo de sistema de captação de água da chuva com reservatório subterrâneo.

Figura 8 – Sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais



Fonte: (Asis Engenharia, 2025)

Conforme a NBR 15527 (ABNT, 2019), os parâmetros mínimos de qualidade para os usos não potáveis previstos devem atender ao disposto na tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis

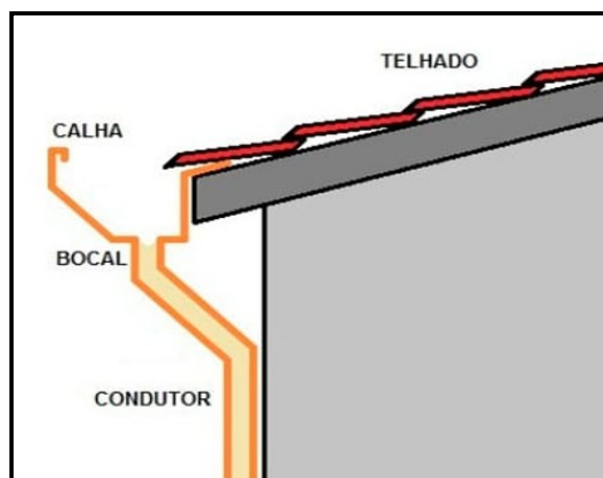
Parâmetro	Valor
<i>Escherichia coli</i>	< 200/100 mL
Turbidez	<5,0 uT
pH	6,0 a 9,0

Fonte: (ABNT NBR 15527, 2019)

3.2.1. Calhas e condutores verticais

De acordo com a NBR 10844 (ABNT, 1989), as calhas são canais que recolhem a água de coberturas, terraços e similares e a conduzem a um ponto de destino, conforme ilustrado na Figura 9. São posicionadas horizontalmente nos beirais do telhado, enquanto os condutores são elementos verticais encarregados de direcionar a água das calhas até o ponto de descarte final.

Figura 9 – Sistema de calha e condutor vertical



Fonte: (Alexandre Matthiensen/Embrapa,2025)

Para o dimensionamento de calhas e condutores serão utilizadas as metodologias de cálculo da NBR 10844 - Instalações prediais de águas pluviais (ABNT, 1989). O dimensionamento das calhas de acordo com a normativa segue os seguintes passos:

- **Determinação da área de contribuição:** É necessário calcular a área de captação das águas pluviais que serão direcionadas para a calha. Essa área é influenciada pelo tamanho e inclinação do telhado, bem como pela área impermeável adjacente.
- **Cálculo da vazão máxima:** Com base na área de contribuição, é possível determinar a vazão máxima que a calha deve ser capaz de suportar. Essa vazão é calculada considerando a intensidade da precipitação pluviométrica local e a duração da chuva.
- **Escolha do tipo de calha:** Com base na vazão máxima calculada, é necessário escolher o tipo correto de calha que será utilizado. Existem diferentes

modelos e tamanhos de calhas disponíveis, e é importante seleccionar aquele que atenda às necessidades do projeto.

- Dimensionamento da calha: Com o tipo de calha definido, é possível determinar as dimensões adequadas para garantir o escoamento eficiente das águas pluviais. Essas dimensões incluem a largura, a profundidade e a inclinação da calha.
- Verificação da capacidade de escoamento: Por fim, é necessário verificar se a calha dimensionada é capaz de escoar a vazão máxima calculada sem transbordamentos ou obstruções. Essa verificação é importante para garantir o bom funcionamento do sistema de drenagem.

Assim, o dimensionamento das calhas foi realizado por meio de uma planilha (*Excel*) baseada na fórmula de Mannig-Strickler, indicada a seguir:

$$Q = k * \frac{S}{n} * Rh^{\frac{2}{3}} * i^{0.5}$$

Em que:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

S = área de seção molhada, em m²;

n = coeficiente de rugosidade;

R = raio hidráulico, em m;

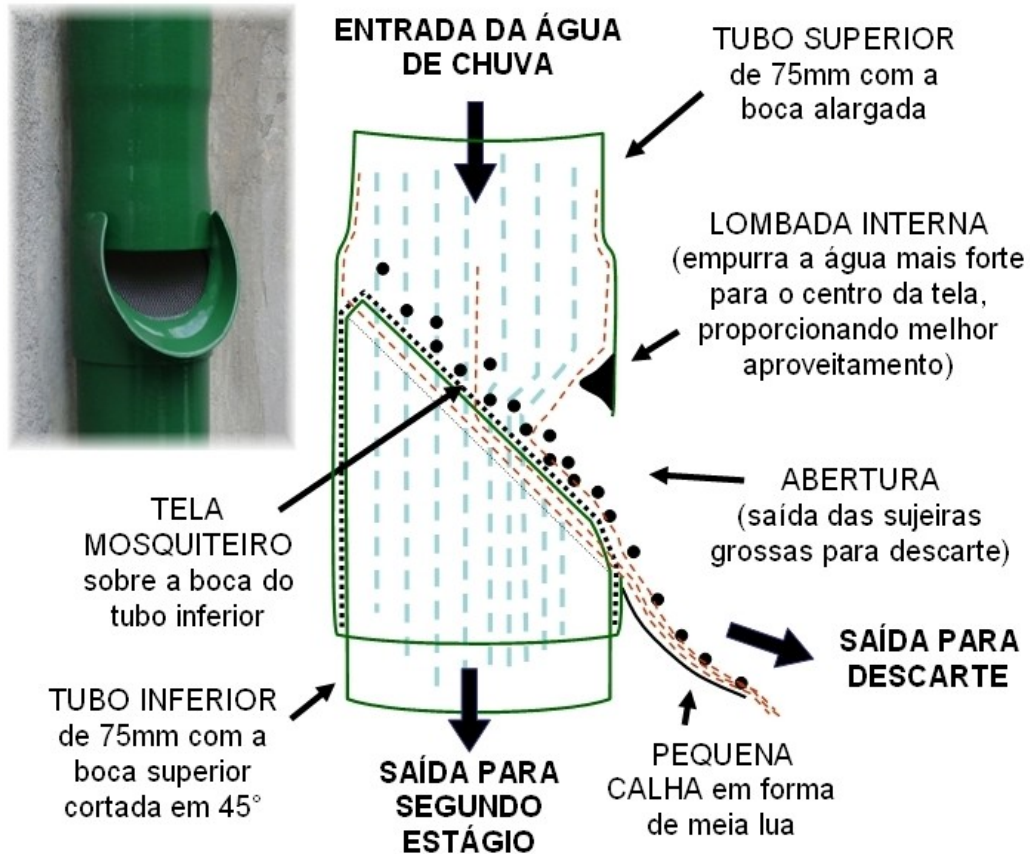
i = declividade da calha, em m/m;

K = 60000.

3.2.2. Pré-tratamento

A água de chuva captada deve passar por pré-tratamento antes da reservação e os dispositivos escolhidos para realização do pré-tratamento devem ser de fácil manutenção e duráveis (ABNT, 2019).

Figura 10 – Filtro auto-limpante para água de chuva

FILTRO AUTO-LIMPANTE PARA ÁGUA DE CHUVA

Fonte: (Sempre sustentável, 2014)

Esse filtro, apresentado na figura 10, retém as sujeiras mais grossas como folhas secas de árvores, pequenos insetos (geralmente mortos e secos), penas de pássaros, fezes de animais, etc.

A montagem desse filtro é feita com dois pedaços de tubo de PVC, um encaixado dentro do outro, com uma tela mosquiteiro entre os dois tubos, inclinada (aproximadamente 45°) e uma abertura lateral para o descarte das impurezas. As sujidades mais finas, que passam pela tela seguem para o segundo estágio do sistema de aproveitamento da água de chuva.

3.2.3. Reservatórios

O volume do(s) reservatório(s) deve ser dimensionado levando em consideração a área de captação, o regime pluviométrico e a demanda não potável a ser atendida. A retirada de água do reservatório, por sua vez, deve ser realizada próxima à superfície, recomenda-se que a retirada seja realizada em torno de 15 cm abaixo da superfície (ABNT, 2019).

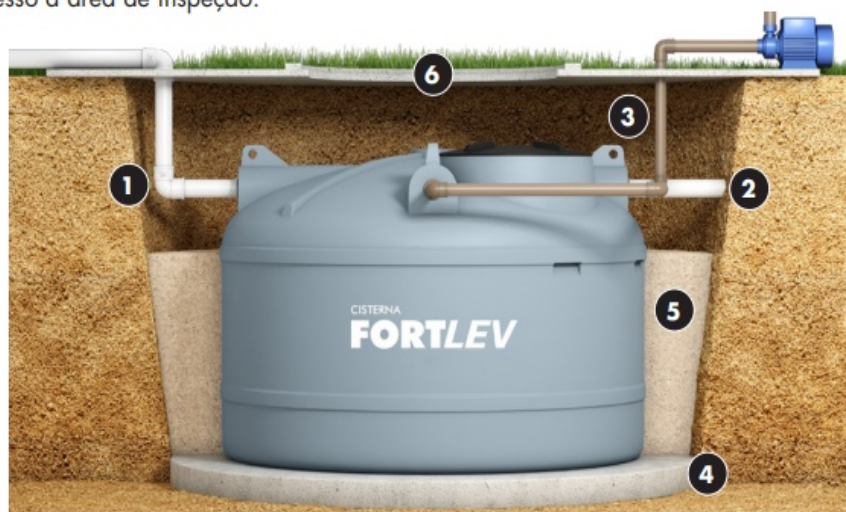
A normativa ainda afirma que o volume não aproveitável da água de chuva pode ser lançado na rede de galerias de águas pluviais, na via pública ou ser infiltrado total ou parcialmente, desde que não haja perigo de contaminação do lençol freático.

Além disso, a água de chuva reservada deve ser protegida contra a incidência direta da luz solar e demais fontes de calor e o reservatório de armazenamento de água de chuva deve ser devidamente identificado (ABNT, 2019). Pela figura 11 verifica-se o sistema de reservação do tipo enterrado.

Figura 11 – Exemplo de reservatório do tipo enterrado

Para armazenar água da chuva

1. Tubulação de entrada 100 mm.
2. Tubulação para extravasor 100 mm.
3. Tubulação de Saída 32 mm (tubo água fria). Adaptador (Flange) 32 mm x 1" já vem instalado.
4. Base de concreto.
5. Aterramento: Cimento e areia, traço 1:10.
6. Acesso à área de inspeção.



Fonte: (Fortlev, 2025)

3.2.4. Sistema de bombeamento

Ao planejar um sistema de captação de água da chuva que inclui a instalação de um reservatório de água pluvial abaixo do ponto de uso torna-se necessário o uso de um conjunto de bombeamento, exemplificado na Figura 12.

Figura 12: Sistema de bombeamento de água da chuva



Fonte: (SEMAB, 2019)

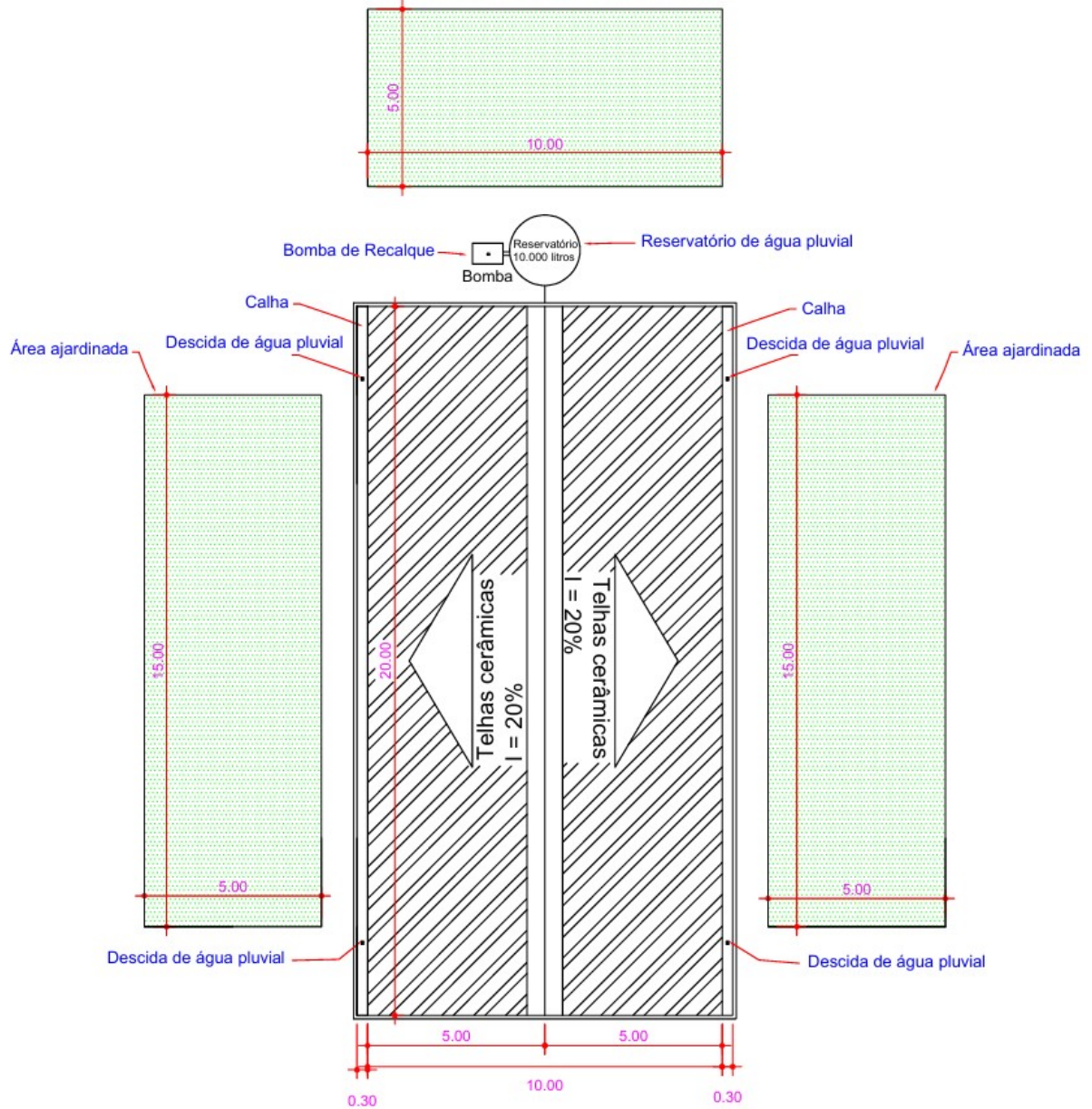
No entanto, o uso dessa opção pode tornar a implementação do sistema inviável devido ao alto custo energético da motobomba, que é responsável por transportar a água do reservatório de armazenamento até o reservatório superior ou até o ponto de consumo (Vitoriano, 2016).

3.3. Sistema de Irrigação Localizada

A distribuição de irrigação localizada em jardins envolve a aplicação de água diretamente na zona das raízes das plantas, utilizando emissores como gotejadores, microaspersores ou tubos porosos. O objetivo desse método é manter o solo úmido e promover um desenvolvimento saudável das plantas, com economia de água e energia.

Na figura 13 observa-se o *layout* da área a ser irrigada, bem como a projeção do telhado da edificação que foi utilizada para captação de água pluvial.

Figura 13: Projeção área de captação e área ajardinada



Fonte: (Autor, 2025)

4. RESULTADOS

4.1. Dimensionamento

4.1.1. Calha e Condutores Verticais

Para este estudo, serão utilizadas calhas retangulares de aço galvanizado com 30 cm de base e 25 cm de altura. Para os condutores verticais, foi empregada uma tubulação de PVC com diâmetro nominal de 100 mm. No término deste estudo, no Apêndice 1, são detalhados os cálculos feitos para o dimensionamento dos elementos mencionados neste item.

4.1.2. Reservatório

A ABNT NBR 15527 (ABNT, 2019) traz a seguinte metodologia para o dimensionamento do volume do reservatório:

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

Em que:

- V: Volume do Reservatório em litros;
- A: Área da superfície de captação de água de chuva em m²;
- P: Média dos totais anuais de precipitação efetiva em milímetros;
- C: Coeficiente de escoamento superficial da cobertura (*runoff*);
- η : Eficiência do sistema de captação calculado ou fornecido pelos fabricantes do sistema, na falta de dados a norma recomenda a utilização de 0,85.

Considerando que em Goiânia há, em média, cinco meses de seca (de maio a setembro), vamos considerar somente os índices de precipitação de outubro a abril para os cálculos de volume do reservatório. De acordo com os dados de precipitação do item 3.1.1:

$$V = 200 * 1463,5 * 0,85 * 0,85$$

$$V = 211.475,75 \text{ litros/ano}$$

Como há cerca de sete meses chuvosos, ou seja, 210 dias de chuva, o volume diário de precipitação, em litros, que o reservatório deve comportar foi:

$$V_1 = \frac{V}{210} \text{ litros/dia}$$

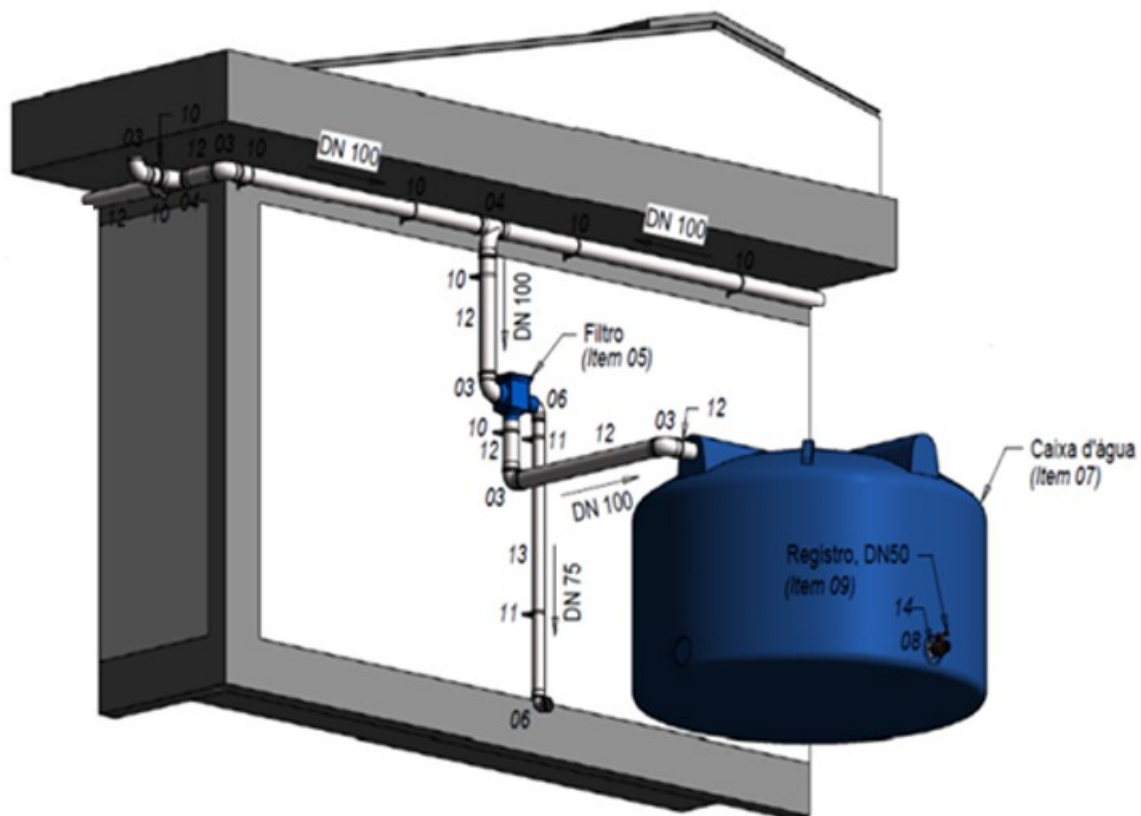
$$V_1 = 1007 \text{ litros/dia} = 1 \text{ m}^3/\text{dia}$$

Considerando que não é necessário irrigar o jardim em dias de chuva devido à falta de evapotranspiração, e levando em conta que, no município em questão, as chuvas geralmente ocorrem a cada três dias durante a estação chuvosa, foi utilizado um reservatório de 10.000 litros para a retenção da água da chuva.

4.1.3. Sistema de Coleta de águas pluviais

Na figura 14 está exemplificada a perspectiva do sistema de coleta de águas pluviais mostrando o layout e materiais usados no sistema proposto.

Figura 14: Perspectiva do sistema de coleta de águas pluviais



A seguir é apresentado a tabela 4, com o quantitativo de materiais necessários para instalação do sistema de coleta de água pluviais para a edificação unifamiliar fictícia de 4 habitantes, localizada no Município de Goiânia-GO.

Tabela 4: Lista de materiais do sistema de coleta de águas pluviais

#	DESCRIÇÃO	MATERIAL	UNID	QTD
1	Calha prismática em chapa para água pluvial, 30x25 cm	Aço galvanizado #16	m	40
2	Grelha hemisférica flexível tipo abacaxi, DN 100	Ferro Fundido	pç	4
3	Joelho 90° com ponta e bolsa, JE, DN 100	PVC/Esgoto Série Normal	pç	12
4	Tê com ponta e bolsas, JE, DN 100	PVC/Esgoto Série Normal	pç	3
5	Filtro de água pluvial	PVC	pç	1
6	Joelho 90° com ponta e bolsa, JE, DN 75	PVC/Esgoto Série Normal	pç	2
7	Caixa d'agua com boca fechada, capacidade 1000 L	Polietileno	pç	1
8	Adaptador para caixa d'agua com roscas macho e fêmea e junta de vedação, BSP, DN 1 1/2"	PVC/Roscável	pç	1
9	Válvula de esfera com roscas fêmeas, BSP, DN 1 1/2"	PVC/Roscável	pç	1
10	Abraçadeira tipo "U" para tubos em PVC de DN 100	Aço galvanizado	pç	44
11	Abraçadeira tipo "U" para tubos em PVC de DN 75	Aço galvanizado	pç	2
12	Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 100	PVC/Esgoto Série Normal	m	50
13	Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 75	PVC/Esgoto Série Normal	m	1.65
14	Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 50	PVC/Esgoto Série Normal	m	0.05

Fonte: Adaptado de Silva, 2024

4.1.4. Sistema de irrigação localizada

Na figura 15 tem-se o aspersor escolhido, o RainBird Uni-*Spray* com Bocal 18 VAN visto que a marca é referencia no mercado e o modelo supracitado é otimizado para ter boa performance e durabilidade na ação de *pop-up* e retração.

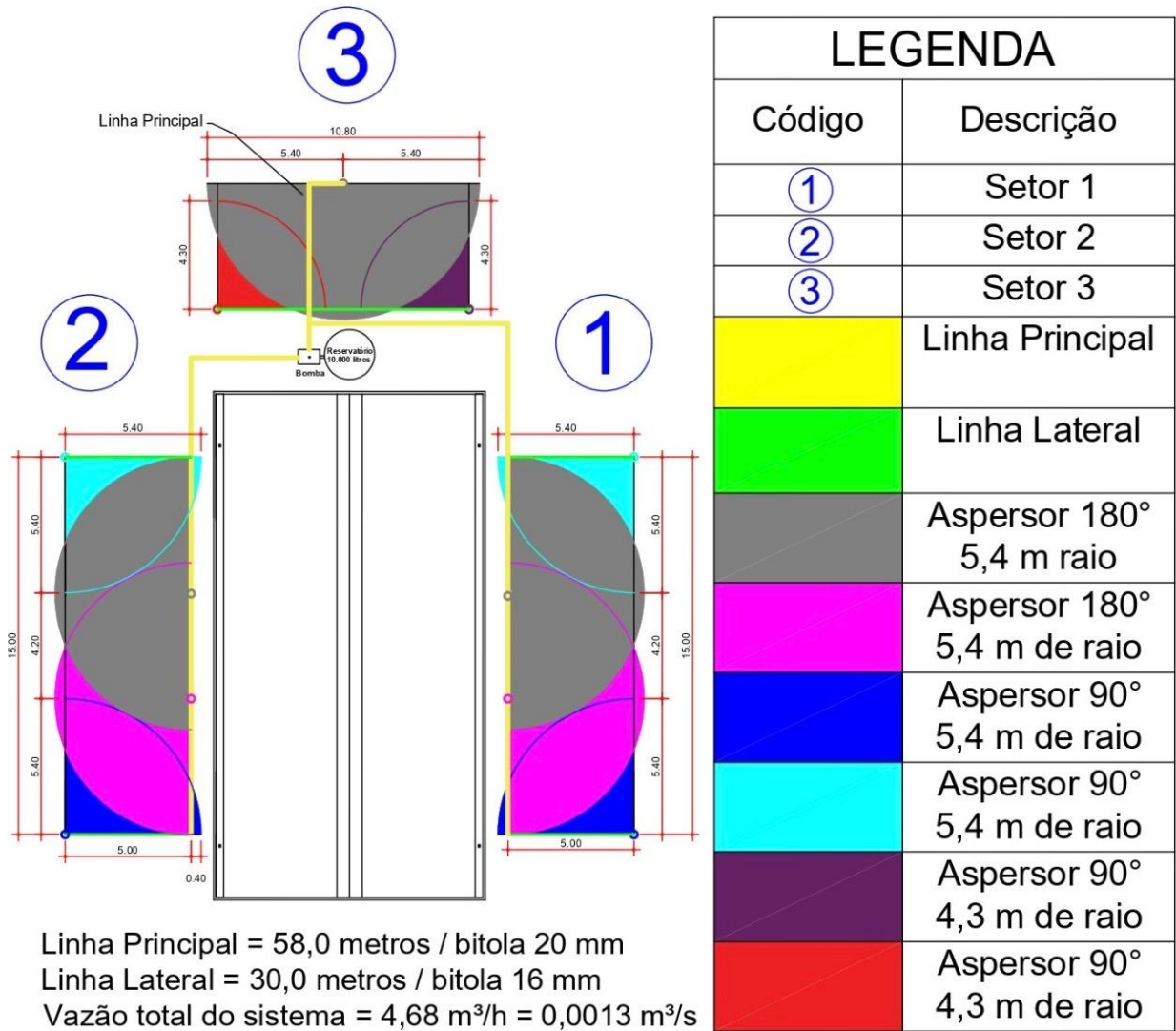
Figura 15: Aspersor Rainbird



Fonte: Catálogo Rainbird (2025)

Como pode ser observado na figura 16, o sistema de irrigação localizada utilizará 11 aspersores sendo 5 com arco de 180° e raio de 5,40 metros; 4 aspersores com arco de 90° e raio de 5,40 metros e 2 aspersores com arco de 90° e raio de 4,30 metros.

Figura 16: Layout sistema de irrigação localizada



Fonte: Autor, (2025)

As demais especificações do modelo de aspersor adotado estão apresentadas na figura 17.

Figura 17: Especificação dos aspersores

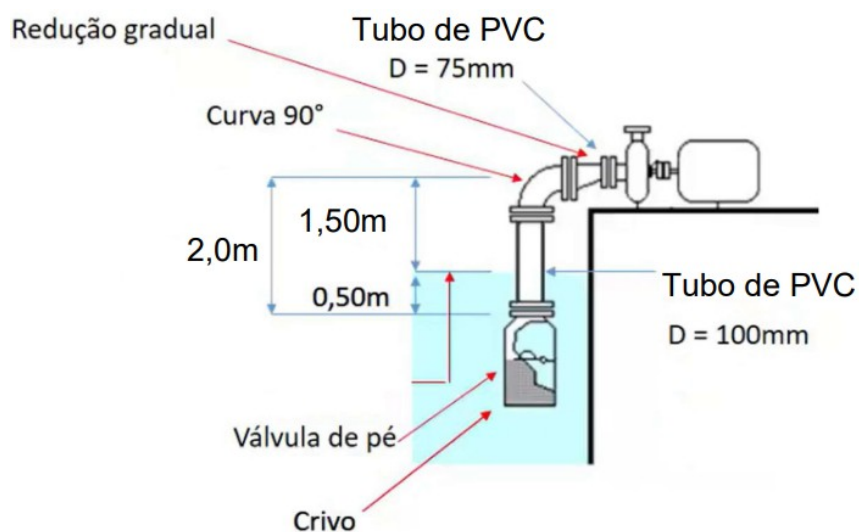
VAN Série 18						
Trajectória 26°						
Bico	Pressão bar	Raio m	Caudal m³/h	Caudal l/m	Precip mm/h	Precip mm/h
	1,0	4,3	0,96	15,9	52	60
	1,5	4,8	1,07	18,0	47	55
	2,0	5,4	1,20	19,8	41	48
	2,1	5,5	1,21	20,1	40	46
	1,0	4,3	0,72	12,0	52	60
	1,5	4,8	0,80	13,5	47	55
	2,0	5,4	0,90	14,8	41	48
	2,1	5,5	0,91	15,1	40	46
	1,0	4,3	0,48	8,0	52	60
	1,5	4,8	0,54	9,0	47	55
	2,0	5,4	0,60	9,9	41	48
	2,1	5,5	0,61	10,1	40	46
	1,0	4,3	0,24	4,0	52	60
	1,5	4,8	0,27	4,5	47	55
	2,0	5,4	0,30	5,0	41	48
	2,1	5,5	0,30	5,0	40	46

Fonte: Catálogo RainBird, (2025)

4.1.5. Sistema de bombeamento

Como o sistema utilizará um reservatório de 10.000 litros enterrado, é necessária uma bomba d'água para alimentar o sistema de irrigação localizada. O sistema de bombeamento proposto é mostrado na figura 18.

Figura 18: Layout sistema de bombeamento



Fonte: Youtube, (2025).

Na tabela 5, estão realizados os cálculos de perda de carga contínua dessa motobomba baseados na fórmula de Hazen-Williams:

$$Hf = 10,643 * \frac{L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}}$$

Sendo que:

- Hf: perda de carga contínua (em metros de coluna de água);
- L: comprimento da tubulação (em metros);
- Q: vazão volumétrica (em m³/s)
- C: coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams, que depende do material da tubulação (nesse caso, polietileno);
- D: diâmetro interno da tubulação (em metros);

Para o dimensionamento da bomba de recalque, é preciso basear-se no caso mais extremo do sistema, ou seja, o setor 1, pois esse apresenta a maior extensão de tubulação na linha principal.

Tabela 5: Cálculo perda de carga contínua Hf do Setor 1

ITEM	L (m)	Tipo de aspersor	Raio (m)	Vazão (m ³ /h)	Qtd.	Vazão (m ³ /s)	C	D (m)	Hf (m.c.a.)
Linha Principal	28,20	Arco a 180°	5,40	0,60	2	0,00033	140	0.02	2.17
Linha Lateral	10,0	Arco a 90°	5,40	0,30	2	0,00017	140	0.016	0.63

Fonte: Autor, (2025)

Para o cálculo da velocidade d'água dentro da tubulação aplica-se:

$$V = \frac{4 * Q}{\pi * D^2}$$

Em que:

V = velocidade d'água dentro da tubulação (m/s);

Q = vazão (m³/s);

D = diâmetro interno da tubulação (m);

Para a linha principal do setor 1 tem-se:

$$V = \frac{4 * 0,00033}{\pi * 0,02^2}$$

$$V = 1,06 \text{ m/s}$$

Para a linha lateral do setor 1 tem-se:

$$V = \frac{4 \cdot 0,00017}{\pi \cdot 0,016^2}$$

$$V = 0,83 \text{ m/s}$$

Segundo a NBR 12208 – Projeto de estação de bombeamento ou estação elevatória de esgoto (ABNT, 2020) – a velocidade máxima dentro das tubulações de água fria deve ser de no máximo 3,0 m/s. Portanto, o sistema está de acordo com a normativa.

Para obter a perda de carga localizada, primeiro, é preciso determinar os comprimentos equivalentes das conexões (k), conforme a figura 19, os quais estão apresentados na tabela 6.

Figura 19: Comprimentos equivalentes em conexões

**Perdas de Carga Localizadas (equivalência em metros de tubulação)
Conexões de PVC e COBRE**

Diâmetro nominal		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê 90° passag. direta	Tê 90° saída de lado	Tê 90° saída bilat.	Entrada normal	Entrada de borda	Saída de Canaliz.	Válvula de pé e crivo	Válv. de retenção		Registro de globo aberto	Registro de gaveta aberto	Registro de ângulo aberto
DN	(Ref.)																
	(-)																
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1,1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,5	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
40	(1,1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2,1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

Fonte: UFG, (2025).

Tabela 6: Comprimentos equivalentes em metros de canalização

Comprimentos equivalentes em conexões			
Local do bombeamento	Itens	Qtde.	K (m)
SUCÇÃO	Válvula de pé com crivo PVC 4"	1	28,80
	Curva 90° PVC 4"	1	1,60
	Redução gradual PVC 4"	1	0,95
SETOR 1	Tê PVC 20 mm	3	7,20
	Joelho PVC 20 mm	2	2,40
	Cap Vedação PVC	2	0,00
SETOR 2	Joelho PVC 20 mm	2	2,40
	Tê PVC 20 mm	4	9,60
	Cap Vedação PVC	2	0,00
SETOR 3	Tê PVC 20 mm	1	2,40
	Joelho PVC 20 mm	1	1,20
	Cap Vedação PVC	1	0,00
TOTAL			56,55

Fonte: Autor, (2025).

A seguir, calcula-se a perda de carga localizada utilizando a fórmula:

$$Hl = K * \frac{V^2}{2 * g}$$

Em que:

Hl = Perda de carga localizada em m.c.a;

K = Comprimento equivalente das conexões em m;

V = Velocidade d'água dentro da tubulação em m/s;

g = Aceleração da gravidade em m/s²;

Para o sistema proposto, temos a tabela 7 de perda de carga localizada:

Tabela 7: Perda de carga localizada

K (m)	v (m/s)	g (m/s²)	Hl (m.c.a)
56,55	1,06	9,81	2,25

Fonte: Autor, (2025).

Finalmente, para obter-se o valor final da perda de carga do sistema, basta somar a perda de carga contínua (H_f) com a perda de carga localizada (H_l) mais uma folga de 5%. Portanto, tem-se:

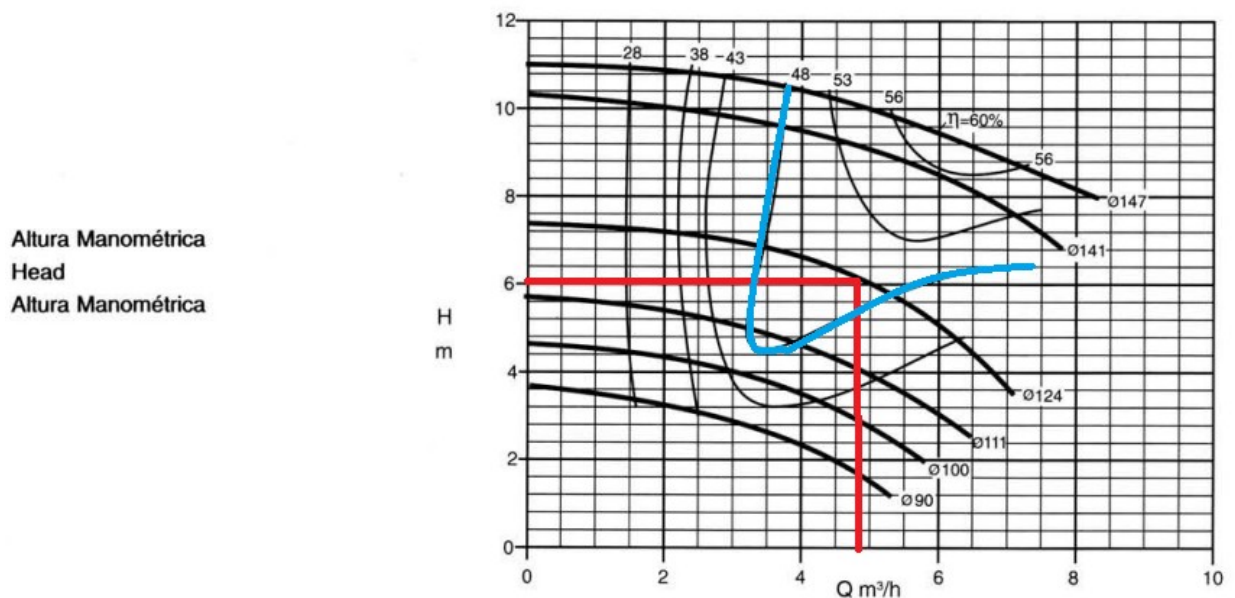
$$\text{Perda de carga total} = (H_f + H_l) * 1,05$$

$$\text{Perda de carga total} = (2,17 + 0,63 + 2,25) * 1,05 = 6,35 \text{ m.c.a}$$

Com os valores da perda de carga e da vazão total do sistema ($4,68 \text{ m}^3/\text{h} = 0,0013 \text{ m}^3/\text{s}$), conseguimos escolher o tipo de bomba. A partir do catálogo da KSB, pode-se determinar o modelo da bomba como mostrado na figura 20:

Figura 20: Especificação bomba KSB 25-150

Bomba Tipo Pump Type Tipo de Bomba	KSB MEGANORM	Tamanho Size Tamaño	25-150	KSB
Oferta nº Project - No. Oferta - nº		Item nº Item - No. Pos. - nº		Velocidade Nominal Nom. Rotative Speed Velocidad Nominal
				1750 rpm



Fonte: Catálogo KSB (2025)

Pela curva de rendimento do modelo selecionado destacada em azul, podemos estimar que essa bomba apresenta um rendimento de aproximadamente 50%.

Agora, para a determinação da potência necessária da bomba utiliza-se a fórmula:

$$\text{Pot} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{75 \cdot \eta}$$

Em que:

- Pot = potência da bomba em cavalo-vapor (cv);
- γ = peso específico do fluido. Para água, o valor é de aproximadamente 1000 kgf/m³;
- Q = vazão da bomba em m³/s;
- H = perda de carga total (m);
- η = rendimento da bomba;

Para o modelo adotado têm-se os valores apresentados na tabela 8:

Tabela 8: Potência da bomba em cv

Y (Kgf/m ³)	Q (m ³ /s)	Hf + 5%	η	Pot (cv)
1000	0,0013	6,35	0,50	0,22

Fonte: Autor, (2025).

4.2. Orçamento

O orçamento desempenha um papel central na viabilidade financeira do projeto, permitindo uma alocação adequada de recursos e evitando surpresas desagradáveis durante a execução. Ao considerar os custos dos materiais, mão de obra, equipamentos e outros elementos necessários, é possível ter uma visão clara do investimento total requerido (Coelho, 2015).

Nesse contexto, a utilização da tabela de preços do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) como referência é uma prática essencial. A referida tabela, atualizada regularmente, oferece valores confiáveis e atualizados dos insumos necessários para a instalação do sistema de coleta de águas pluviais. Ao adotar esses dados como base para o orçamento, é possível garantir uma estimativa mais precisa e alinhada com a realidade do mercado.

Ademais, um orçamento bem estruturado possibilita a identificação de possíveis economias, reduzindo custos sem afetar a qualidade do projeto. Ao analisar

minuciosamente os custos de cada componente do sistema, podemos encontrar opções mais econômicas sem comprometer a eficiência e a durabilidade da infraestrutura.

4.2.1. Sistema de coleta de água pluvial

Na tabela 9 está o orçamento previsto para a implementação do sistema de coleta de águas da chuva, com base na Tabela de insumos desonerados da SINAPI referência: julho de 2025. Valor do dólar nesta data era de R\$ 5,55.

Tabela 9: Orçamento insumos de coleta de águas pluviais

SINAPI	DESCRIÇÃO	U N	QTD	PREÇO UN (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1118	Calha prismática em chapa para água pluvial, 30x25 cm	m	40	28,60	1144,00
-	Grelha hemisférica flexível tipo abacaxi, DN 100	pç	4	10,50	42,52
20157	Joelho 90° com ponta e bolsa, JE, DN 100	pç	12	18,47	221,68
7091	Tê com ponta e bolsas, JE, DN 100	pç	3	15,23	45,68
-	Filtro de água pluvial (Ciclo 250)	pç	1	900,00	900,00
20150	Joelho 90° com ponta e bolsa, JE, DN 75	pç	2	16,45	32,90
37106	Caixa d'agua/reservatório em poliester reforçado com fibra de vidro, 10.000 litros, com tampa	pç	1	4.555,52	4.555,52
99	Adaptador para caixa d'água com roscas macho e fêmea e junta de vedação, BSP, DN 1 1/2"	pç	1	28,16	28,16
11751	Válvula de esfera com roscas fêmeas, BSP, DN 1 1/2"	pç	1	124,72	124,72
12615	Abraçadeira tipo "U" para tubos em PVC de DN 100	pç	44	12,88	566,72
12615	Abraçadeira tipo "U" para tubos em PVC de DN 75	pç	2	12,88	25,76
36377	Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 100	m	50	64,93	3246,66
36373	Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 75	m	1.65	51,63	85,19
36084	Tubo com ponta e bolsa, JE, DN 50	m	0.05	16,04	0,80
2696	Encanador ou bombeiro hidráulico (horista)	h	16	24.13	386.08
Fonte: Autor, (2025)				TOTAL	11.405,87

É importante destacar que, os valores de implantação do sistema podem sofrer variações a depender da região de implantação, da complexidade além dos equipamentos e mão de obras a serem empregados.

4.2.2. Sistema de irrigação localizada

O custo dos componentes do sistema de irrigação localizada, apresentado na tabela 10, foi apurado via pesquisa direta na internet e/ou na tabela SINAPI referência de Julho de 2025.

Tabela 10: Cotação materiais sistema de irrigação localizada

COTAÇÃO	DESCRIÇÃO	UNID	QTD	VALOR UNIT (R\$)	VALOR TOTAL (R\$)
casairriga.com.br	Aspersor <i>Spray</i> Rain Bird Uni- <i>Spray</i> 18 VAN	Pç.	11	29,00	319,00
casairriga.com.br	Mangueira Preta Lisa para Irrigação de ¾" (25mm)	Rolo com 100 m	1	280,00	280,00
casairriga.com.br	Mangueira Preta Lisa para Irrigação Reforçada 1/2" (16 mm)	Rolo de 50 m	1	80,00	80,00
SINAPI – 044503	Jardineiro (horista)	hora	12	21,12	253,44
				TOTAL	932,44

Fonte: Autor, (2025)

4.2.3. Sistema de Bombeamento

Agora, o custo dos componentes do sistema bombeamento, apresentado na tabela 11, foi apurado na tabela SINAPI referência de Julho de 2025.

Tabela 11: Cotação materiais sistema de bombeamento

SINAPI	DESCRIÇÃO	UNI D.	QTD.	PREÇO UNT. (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
10233	Válvula de retenção de bronze, pé com crivos, extremidade com rosca, de 4"	pç	1	835,05	835,05
9841	Tubo PVC, série r, DN 100 mm, para esgoto ou águas pluviais predial	m	2,0	28,89	57,78
1878	Curva 90 graus, longa, de PVC rígido roscável, de 4"	pç	1	30,08	30,08

20044	Redução excêntrica PVC, DN 100 x 75 mm, para esgoto predial	pç	1	10,71	10,71
729	Bomba centrífuga com motor elétrico monofásico, potência 0,33 hp	pç	1	790,00	790,00
7098	Tê Roscável PVC 20 mm	pç	8	4,11	32,88
3543	Joelho Roscável PVC 20 mm	pç	5	1,89	9,45
1197	Cap Roscável PVC ½"	pç	5	1,88	9,40
2696	Encanador ou bombeiro hidráulico (horista)	h	12	24,13	289,56
Fonte: Autor, (2025)				TOTAL (R\$)	2.064,91

Então, o custo total do sistema proposto é:

$$\text{Custo Total} = \text{Sistema Coleta água pluvial} + \text{Sistema Irrigação localizada} + \text{Sistema de bombeamento}$$

$$\text{Custo Total} = 11.405,87 + 932,44 + 2.064,91 = \text{R\$ } 14.403,22$$

4.3. Viabilidade Econômica

Um fator importante na avaliação de projetos é a viabilidade econômica. Trata-se de uma avaliação minuciosa que procura estabelecer se uma ideia ou projeto pode produzir benefícios econômicos suficientes para justificar os investimentos e esforços requeridos para sua implementação e funcionamento. O principal objetivo é garantir a sustentabilidade financeira do projeto a longo prazo, bem como proporcionar retornos satisfatórios aos investidores.

Na capital goiana, quantidade média diária de água utilizada por consumidor é de 151,4 litros, segundo dados de 2017 do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do Ministério do Desenvolvimento Regional. Então, para uma residência familiar composta por 4 adultos, o consumo de água total mensal é 151,4 litros * 4 habitantes * 30 dias = 18.168 litros/hab.mês = 18,2 m³/hab.mês.

De acordo com o item 3.1.3 o jardim necessita de 1 m³/dia de água. Dessa forma, antes da implantação do sistema de reaproveitamento de água pluvial, o consumo mensal de água da residência seria 18,2 m³ (consumo familiar) + 30,0 m³ (jardim) = 48,2 m³/mês de água.

De acordo com dados de 2025, a Companhia de Saneamento de Goiás (Saneago, 2025) apresenta uma tabela de tarifas residenciais que pode ser exemplificada conforme tabela 12:

Tabela 12: Tarifas/Consumo Saneago set/2025

CATEGORIAS	Faixas de consumo/economia (m³/mês)	TARIFAS		
		ÁGUA (R\$/m³)	ESGOTO (R\$/m³)	
			Coleta	Tratamento
Residencial Normal	1 - 10	5,50	4,40	1,10
	11 - 15	6,21	4,97	1,24
	16 - 20	7,11	5,69	1,42
	21 - 25	8,06	6,45	1,61
	26 - 30	9,10	7,28	1,82
	31 - 40	10,39	8,31	2,08
	41 - 50	11,76	9,41	2,35
	+ 50	13,41	10,72	2,68

Fonte: (Adaptado de Saneago, 2025)

Então, a conta de água da residência antes e depois da implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais pode ser demonstrada conforme a tabela 13:

Tabela 13: Antes/Depois da Implantação do Sistema

	ANTES DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA	APÓS A IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA
Consumo (m³)	48,20	18,20
Custo Mensal (R\$)	842,86	217,60
Economia mensal (m³)	30,00	
Economia mensal (R\$)	625,26	
Economia mensal (%)	74,18	

Fonte: Autor, (2025)

Adotando a premissa que o sistema de reaproveitamento de águas pluviais após sua implantação e, durante os 7 meses de chuva no ano, irá sempre gerar economia mensal de R\$ de 625,26, a economia gerada anualmente foi cerca de:

$$\text{Economia Anual} = \text{Economia Mensal} * \text{Meses de chuva}$$

$$\text{Economia Anual} = 625,26 * 7 = \text{R\$ } 4.376,82$$

Considerando que a implantação do sistema proposto custará em torno de R\$ 14.403,22 então o tempo de retorno previsto para o investimento é de:

$$\text{Tempo de retorno} = \frac{\text{R\$ } 14.403,22}{\text{R\$ } 4.376,82} = 3,3 \text{ anos} = 3 \text{ anos e 4 meses}$$

Para uma análise mais precisa do tempo de retorno do investimento, é fundamental considerar alguns fatores que aumentam o custo de implantação do sistema, como: Custo Operacional, Riscos e Incertezas, Taxa de Juros, entre outros. Embora a análise realizada para este trabalho seja simples, ela já é suficiente para determinar a viabilidade do investimento.

5. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A análise dos resultados obtidos neste estudo torna-se mais consistente quando comparada com pesquisas similares que investigaram a viabilidade técnica e econômica do aproveitamento de águas pluviais para fins não potáveis em ambientes residenciais.

O trabalho de Silva (2024) avaliou a substituição de água potável por água pluvial em torneiras de uso geral. O estudo estimou uma economia anual de aproximadamente R\$ 200,64 frente a um custo de implantação de R\$ 6.736,35, resultando em um tempo de retorno do investimento de cerca de 34 anos.

Esse resultado evidencia que sistemas voltados para usos difusos e de menor demanda contínua tendem a apresentar baixa atratividade econômica, principalmente quando associados ao alto custo do reservatório, apontado como o principal componente oneroso do sistema.

Em contraste, o estudo desenvolvido por Vaz (2021) direcionou o uso da água pluvial para demandas específicas, como irrigação de hortaliças, lavagem de veículos e limpeza condominial. Nesse caso, foi estimado um tempo de retorno de aproximadamente 11 anos, com economia anual de cerca de 100,37 m³ de água potável.

O autor destaca que, apesar do retorno financeiro moderado, os benefícios ambientais associados à redução do consumo de água tratada e ao reaproveitamento de águas pluviais justificam a adoção do sistema.

Outro estudo relevante citado na literatura comparativa foi o de Pereira (2008), que analisou o uso de água pluvial para atender demandas domésticas não potáveis que representam aproximadamente 45% do consumo residencial, obtendo um tempo de retorno estimado em 7,87 anos.

Esse resultado reforça que a viabilidade econômica aumenta à medida que o sistema atende a demandas mais expressivas e constantes.

No presente trabalho, cujo foco é a utilização de água de reúso na irrigação de jardins domésticos, foi observada uma redução significativa no consumo de água potável da residência analisada, passando de 48,20 m³ para 18,20 m³ mensais, representando uma economia de aproximadamente 74,18%. Considerando um custo de implantação estimado em R\$ 14.403,22 e uma economia mensal de R\$ 625,26 durante o período chuvoso, obteve-se um tempo de retorno do investimento de cerca de 3,3 anos.

Comparativamente, verifica-se que o tempo de retorno obtido neste estudo é significativamente inferior aos apresentados por Silva (2024), Pereira (2008) e Vaz (2021). Essa diferença pode ser explicada pelo direcionamento do sistema para a irrigação do jardim, uma demanda contínua, previsível e que não exige padrões elevados de tratamento da água, permitindo elevada substituição do consumo de água potável com menor complexidade operacional.

Além disso, conforme discutido por Vaz (2021), mesmo quando os retornos financeiros são mais prolongados, a adoção de sistemas de aproveitamento de água pluvial promove benefícios ambientais indiretos relevantes, como a redução do volume de água descartado na rede pública de drenagem. Tal constatação reforça que a análise de viabilidade deve extrapolar o aspecto estritamente econômico.

Assim, ao relacionar os resultados obtidos neste estudo com aqueles apresentados por Silva (2024), Pereira (2008) e Vaz (2021), conclui-se que sistemas direcionados a usos específicos, como a irrigação de jardins domésticos, tendem a apresentar maior eficiência econômica e operacional. Dessa forma, a aplicação de água de reúso em jardins residenciais mostra-se não apenas tecnicamente viável, mas também economicamente competitiva, configurando-se como uma alternativa eficaz para redução do consumo de água potável em escala domiciliar.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma opção que deve ser encorajada é a instalação de sistemas de captação para o armazenamento de água da chuva, a fim de utilizá-la em usos não potáveis. A implementação dessa prática em casas, edifícios públicos e empresas ajuda a diminuir o consumo e o desperdício de água potável pela população.

Como pode ser verificado acima, por mais simples que seja o sistema de coleta de águas pluviais, como é o caso do presente trabalho, o custo de implantação e, conseqüentemente, o tempo de retorno podem ser considerados adequados.

Porém, não é possível afirmar com clareza que todo ano deverá ser economizado o valor mensal sugerido acima, tendo em vista que, ano após ano, o volume de chuvas tem diminuído devido às mudanças climáticas.

De fato, a preocupação com o meio ambiente deveria ser um fator inerente nas tomadas de decisão antrópicas, por isso, o proposto sistema de coleta de águas pluviais com o direcionamento da água coletada apenas para fins de irrigação de jardins domésticos pode ser considerado viável visto que o tempo de retorno estimado do investimento é superior a 3 anos, o qual é considerado baixo se comparado as outras pesquisas citadas no item anterior.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, R. G. et al. *Evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, 1998.

ARTMAISON. Jardins Verticais. Disponível na Internet: <<https://www.artmaison.com.br/blog/jardins-verticais/>> Acesso em junho de 2025.

ASANO, T. et al. *Water Reuse: Issues, Technologies and Applications*. New York: McGraw Hill, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5648: Tubos e conexões de PVC-U com junta soldável para sistemas prediais de água fria — requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10844: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12208:2020 – Projeto de estação de bombeamento ou estação elevatória de esgoto: requisitos. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15527: Água de Chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2019

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15682: Tanque estacionário rotomoldado em polietileno (PE) para acondicionamento de águas – Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5688: Sistemas prediais de água pluvial, esgoto sanitário e ventilação – Tubos e conexões de PVC. Rio de Janeiro, 2020.

BRANDÃO, João Luiz Boccia et al. Análise dos métodos de dimensionamento de reservatórios de águas pluviais sugeridos pela NBR 15527/07 com base na simulação diária. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, SÃO CARLOS (SP), p. 1031-1041, 16 maio 2018. DOI 10.1590/S1413-41522018129228. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/kCz967pDWf5YKpbKTZyBj5p/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 jun. 2025.

CASAROLI, Derblai; RODRIGUES, Tallyta Ramalho; MARTINS, Angélica Pires Batista; EVANGELISTA, Adão Wagner Pêgo; ALVES JÚNIOR, José. Padrões de chuva e de evapotranspiração em Goiânia, GO. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 33, n. 2, p. 247–256, 2018.

COÊLHO, RONALDO SÉRGIO DE ARAÚJO. Orçamento de obras na construção civil. 1. ed. São Luís: [s. n.], 2015. ISBN 978-85-913540-1-6.

DAPIEVE, A. R. Dimensionamento de reservatório para aproveitamento de água de chuva no município de Caçador/SC. Santa Catarina, 2014. Disponível em <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/667676>. Acesso em: 18 jun. 2025.

DEVI, Bhakti Lata; MAHESHWARI, Basant; SIMMONS, Bruce. *Rainwater harvesting for residential irrigation: how sustainable is it in urban context?* Penrith South DC: University of Western Sydney, School of Environment & Agriculture, 2015. Accessed: 01 Jun. 2025.

EGITO, Tuane Batista do; FONTANA, Marcele Elisa; MORAIS, Danielle Costa. Seleção de alternativas de conservação de água no meio urbano utilizando abordagem multicritério. [S. l.], 2015. Disponível em: *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*. Acesso em: 02 jul. 2025.

GUIMARÃES, Bruno Vinicius Castro. Captação e aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis e potáveis. [S. l.], 1 jun. 2015. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2015b/multidisciplinar/Captacao%20e%20Aproveitamento.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2025.

HESPANHOL, I. et al. Reúso de água. São Paulo: Manole, 2007.

IRRIGATION DIRECT. History of drip Irrigation. Disponível em <https://www.irrigationdirect.com/expert-advice/drip-irrigation-tutorials/general-overview/history-of-drip-irrigation> Acesso em junho de 2025.

JÚNIOR, M. E.; PÊGO, C. S. Dimensionamento e viabilidade econômica da coleta e uso de águas pluviais no município de Campos dos Goytacazes, RJ. Revista Vértices, Campos dos Goytacazes, v. 14, n. 3, p. 159–178, set./dez. 2012.

MEDEIROS, V. et al. *Economic feasibility of a rainwater harvesting system in a residential condominium in the Brazilian Midwest. Journal of Sustainable Water in the Built Environment*, 2021. Available at: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19397038.2021.1961910>. Accessed: 03 Jun. 2025.

PEREIRA, Leandro Roncato; PASQUALETTO, Antônio; MINAMI, Marco Y. M. Viabilidade econômico/ambiental da implantação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em edificação de 100 m² de cobertura. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, Departamento de Engenharia Ambiental, 2008.

SANTOS, J. R. A. et al. Rainwater harvesting for sustainable developments: non-potable use, household irrigation and stormwater management. *Water*, v. 13, n. 23, 2021. Available at: <https://www.mdpi.com/2073-4441/13/23/3460>. Accessed: 06 Jun. 2025.

SILVA, I. S. Aproveitamento da água da chuva na lavagem de pisos e irrigação de jardins: um estudo de caso. *Revista Científica da Sustenere*, 2022. Available at: <https://www.sustenere.inf.br/index.php/rca/article/view/7458>. Accessed: 04 Jun. 2025.

SILVA, Pedro Bernardo. Dimensionamento e análise de viabilidade econômica de sistema de coleta de águas da chuva. 2024. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Campus Goiânia, Goiânia, 2024.

TESTEZLAF, Roberto. *Irrigação: métodos, sistemas e aplicações*. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP, 2017.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. As múltiplas dimensões da crise hídrica. *Revista USP*, n. 106, p. 21-30, 2 set. 2015.

UNITED STATES. *Environmental Protection Agency. Guidelines for Water Reuse*. Washington, D.C.: CampDresser&McKee, 2004.

VAZ, Leonardo de Lima. Sistema de aproveitamento de águas pluviais aplicado à uma residência residencial. 2021. 78 f. Trabalho de Diplomação (Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

VITORIANO, L. Sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais em indústria de alimentos. TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Faculdade de tecnologia departamento de engenharia mecânica, Universidade de Brasília. Brasília, p.159.2016.

8. APÊNDICE

- Dimensionamento da calha

Dimensionador de calha

1.0) Parâmetros da curva IDF da localidade

Cidade

k a

b c

TR anos tc minutos

1.1) Dados da calha a ser escolhida

Coef. Runoff calha

Declividade

$i = (KTR^a)^b$

IDF

Download Plúvio ©

<http://www.gprh.ufv.br/?area=softwares>

1.2) Parâmetros do telhado a drenar

Inclinação

a [m]

b [m]

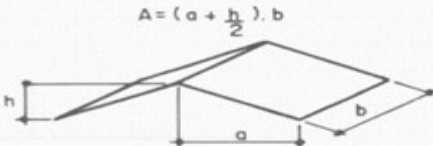
Coef. Runoff telhado

h m

Área m²

Chuva de proj. mm/h

Vazão de proj. L/min



b) Superfície plana inclinada

1.3) Dimensionamento da capacidade máxima de vazão da calha, para os dois tipos de calha

Dimensionamento calha prismática

S [m ²]	0,0600
P. molhado	0,7000 m
Rh [m]	0,0857
Q(calc)	494,9 L/min

Verificação: Bem dimensionada

Calha retangular

Calha prismática

Altura útil (h) cm

Base (b) cm

Folga (f) cm

n

Condição : Bem dimensionada

Solução: Calha retangular 30cm x 25cm

- Dimensionamento de Condutor Vertical

Dimensionador de condutor vertical

Método Frutuoso Dantas - Extraído de Plínio Tomaz

$Q = 0,0116 \cdot d \cdot H^{1,5}$ para $H/d < 1/3$

$Q = 0,0039 \cdot d^2 \cdot H^{0,5}$ para $H/d > 1/3$

Sendo:

Q=capacidade de descarga do condutor vertical junto à calha (L/min);

d= diâmetro do coletor junto à calha (mm);

H= altura da lâmina d'água na entrada do condutor (mm).

$$d = \sqrt[3]{(Q / (0,0039 \cdot H^{0,5}))} \text{ se } H/D > 1/3 \text{ ou } d = Q / (0,0116 \cdot H^{1,5})$$

Calha retangular

Estimativa 01 - $H/d \geq 1/3$

d mm

d comerc: mm

Confirma o cálculo ?

OK

Estimativa 02 - $H/d < 1/3$

d mm

d comerc: mm

Confirma o cálculo ?

Não confirma pois H/d é maior que 1/3

Solução: Condutor vertical com Φ de 100

APÊNDICE 1

[Meu Pedido](#)
[Atendimento](#)
[Rastrear Pedido](#)
[Carrinho](#)

[Captação de Água de Chuva](#)
[Cisternas](#)
[Bombas](#)
[Tratamento de Água](#)
[Filtro Eco - Combustível](#)
[Ofertas](#)
[Lançamentos](#)
[Blog](#)

[Home](#) > [Todos os produtos](#) > [Filtro Ciclo 250](#)

FILTRO CICLO 250

★★★★★ (1 avaliação)

R\$ 1.000,00 em 12x SEM JUROS de R\$ 83,33
ou
R\$ 900,00 no Pix (10% Off)

[Ver opções de pagamento](#)

[COMPRAR AGORA](#)

[COMPRAR PELO WHATSAPP](#)

[CALCULAR](#)

[↓ BAIXAR MANUAL](#)

Descrição

CICLO 250 - Atende até 350m² de área para captação

Versatilidade e robustez são antes de tudo o foco do filtro Ciclo 250, como resultado possibilita sua instalação das mais variadas formas e em quaisquer condições. Nesse sentido o Ciclo 250 a Ciclodagua garante que sistemas de captação e aproveitamento da água da chuva possam ser utilizados como solução de sustentabilidade em quaisquer situações.

Em resumo a instalação do Ciclo 250 pode ser executada com a finalidade de adaptá-lo a qualquer método de captação bem como em qualquer local, posto que área do elemento filtrante associada ao expurgo garantem surpreendente desempenho mesmo que em situações de chuvas torrenciais (acima de 50 mm/h).

Finalmente, assim como todos os filtros da Ciclodagua, possui sistema de filtragem duplo autolimpante com o propósito de minimizar a manutenção.

Portanto, escolher o Ciclo 250 é com toda a certeza a decisão que trará os melhores resultados ao seu projeto.

- Filtragem da água para usos gerais atingindo balneabilidade excelente de acordo com a resolução CONAMA 274/2000,
- **Áreas de até 350 m² com fator máximo de eficiência de 0,90.**
- Impede a disseminação de vetores.
- Câmara e tampa em polietileno,
- Parafusos de aço inoxidável,
- Elemento filtrante duplo com malha fina em aço inox 304,
- Separação automática de até 98% dos resíduos sólidos,
- Autolimpante, ou seja, o expurgo arrasta a matéria sólida diminuindo a necessidade de manutenção,
- Filtra até 90% da água captada.
- Entradas 2 x 100 mm (DN100),
- Saída de água filtrada, pode ser adaptada, dessa forma: 150 mm (DN150) padrão de fábrica / 100 mm (DN100) adaptador DN100 / DN150 excêntrico.
- Expurgo: 100 mm (DN100),
- Altura: 51 cm,
- Largura: 58 cm,
- Profundidade: 52 cm,
- Peso: 6 kg.

APÊNDICE 1

CASA E JARDIM

O que você está buscando?

Atendimento

Início

Jogo de Painelas

Painelas

Utensílios

Gourmet

Material de construção

13% OFF

Início > Material de Construção > Ralos e Grelhas > Ralo Grelha Tipo Abacaxi Redondo Proteção Calha Ferro Fundido

Ralo Grelha Tipo Abacaxi Redondo Proteção Calha Ferro Fundido

R\$ 9,98 no PIX com 5% OFF

~~R\$12,00~~ **R\$10,50**

5% de desconto pagando com Pix

Ver mais detalhes

Tamanho

100mm

- 1 +

COMPRAR

Meios de envio

Seu CEP

CALCULAR

Não sei meu CEP

ESPECIFICAÇÕES DO PRODUTO

Características Técnicas: Captação de águas pluviais, alto padrão de qualidade, durabilidade, proporciona melhor acabamento na obra.

Indicação: Áreas externas, calhas e outros.

Material: Ferro Fundido.

Acabamento: Pintura Preto Fosco.

MEDIDAS DISPONÍVEIS

Tamanho: 100mm Peso: 0,500kg

Tamanho: 150mm Peso: 1,100kg

Temos uma linha completa em tampas de ferro e pvc para construção como, tampões para proteger caixas de passagem, tampa de esgoto, tampa de águas pluviais, tampa de ferro fundido tampa de água potável, tampa para calçada, tampa de ferro elétrica, entre outros.

Desconto de 5%

Em pagamentos via PIX

APÊNDICE 1

casairriga.com.br/produto/aspersor-uni-spray-18-van-rain-bird/?srsltid=AfmBOorUrQ45k5SgaOlujzS0delZfYEWGYGQrcwVikUjh8RqV8YOJfF
casairriga@casairriga.com.br
(31) 99637-2732

Minha conta
Meu carrinho
0 itens R\$0,00

Home
Categorias
Marcas
Irrigação
Mangueiras para Jardim
Telas de sombreamento
Fertilizantes
Quem Somos
Contato

Início / Marcas / Rain Bird / Aspersor Spray Rain Bird Uni-Spray 18 VAN

Aspersor Spray Rain Bird Uni-Spray 18 VAN
RAIN BIRD
R\$29,00

ADICIONAR AO CARRINHO
COMPRAR

Verifique o custo de envio e prazo de entrega

Não sei meu cep
Opções de frete para Rua 52, Goiânia, GO
PAC (Entrega em 6 dias úteis) R\$21,97

APÊNDICE 1

