

Centro Paula Souza  
ETEC Prof. Alfredo de Barros Santos  
Técnico em Mecânica

## PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Isabel Patricio Carvalho  
João Pedro Lica de Almeida Pinto  
Maria Rita Soares Camargo Silva  
Matheus da Silva Souza  
Pedro Henrique Bento de Oliveira

**Resumo:** A escassez de água potável nas áreas urbanas brasileiras tem se intensificado devido ao uso inadequado, à distribuição populacional desigual, desperdícios e altas perdas no abastecimento público. Embora a água seja um recurso abundante no planeta, apenas 2,5% da água é doce e apenas 0,5% é potável, o que indica a necessidade de gestão sustentável. No Brasil, esse cenário é intensificado devido ao baixo aproveitamento de água de reuso: dos 2.083 m<sup>3</sup>/s retirados dos mananciais, apenas 2m<sup>3</sup>/s correspondem ao reaproveitamento, representando apenas 0,096% do total. Este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema de captação e reaproveitamento de água da chuva destinado a residências populares, utilizando como referência casas do programa Minha Casa Minha Vida, com área de telhado de 50m<sup>2</sup>. Com base em dados reais de precipitação em Guaratinguetá-SP, verificou-se o potencial de captação de aproximadamente 68.040 litros por ano, quantidade capaz de suprir cerca de 31% da demanda hídrica de uma casa com quatro moradores. Foi elaborada uma maquete funcional para simular o escoamento, filtragem, armazenamento e bombeamento da água, utilizando automação com sensores de nível e relé. Os resultados indicam redução do consumo de água tratada, diminuição de custos e fortalecimento da consciência ambiental em conformidade com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Palavras-chave: escassez hídrica; reaproveitamento; água da chuva; automação; consciência ambiental.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Problema e fundamentação

A água é um recurso essencial para a vida e para o desenvolvimento das cidades, porém sua disponibilidade vem sendo comprometida por fatores como mudanças climáticas, crescimento populacional e uso inadequado. Apesar de parecer um recurso abundante, cerca de apenas 2,5% da água do planeta é doce, e somente 0,5% desta água é potável e apropriada para consumo (FUSATI, 2025). O uso inadequado, aliado ao crescimento populacional acelerado, intensifica a escassez hídrica, sobretudo em áreas urbanas. Como destaca o professor Wanderley da Silva Paganini (USP) “onde tem água não tem gente, e onde tem gente não tem água”, evidenciando que a população brasileira se concentra justamente em regiões com menor disponibilidade hídrica, como Nordeste, Sudeste e Sul, resultando em estresse hídrico recorrente (JORNAL DA USP, 2018).

Entretanto, o cenário nacional revela altos níveis de desperdício, baixas taxas de reutilização e consumo acima do recomendado. Enquanto o país retira cerca de 2.083 m<sup>3</sup>/s de mananciais, apenas 2 m<sup>3</sup>/s correspondem à água de reuso, representando cerca de 0,096% de aproveitamento (FUSATI, 2021). Além disso, o consumo médio diário por habitante ultrapassa 200 litros, muito acima do ideal (UNICENTRO, 2022). Em contrapartida, o uso da água da chuva permanece pouco explorado para fins potáveis, mesmo sendo uma alternativa segura quando devidamente tratada para usos compatíveis.

A ODS 6 – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, reforça a necessidade de garantir disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento, conforme texto: “assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos e todas” (Organização das Nações Unidas, 2015, página 17). Nesse contexto, soluções que promovam a redução do consumo de água tratada tornam-se essenciais. A captação e o reaproveitamento da água da chuva representam uma estratégia viável, contribuindo para minimizar impactos ambientais, econômicos e sociais (VIVADECORA, 2022).

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema destinado a residências populares, demonstrando sua aplicabilidade prática e os benefícios de seu uso.

## 1.2. Impactos e Desafios

O gasto exagerado de água potável ocorre em diversas situações, desde atividades residenciais diariamente até processos econômicos. Em tarefas que não exigem água tratada, o consumo é frequentemente elevado: a limpeza de calçadas, por exemplo, apresenta uma vazão média de 18 a 20 litros por minuto, resultando em um consumo total estimado de 540 a 600 litros em 30 minutos de uso (AKATU, 2019); descargas sanitárias modernas consomem cerca de 6 litros por acionamento (SABESP, 2008); e a lavagem de veículos pode alcançar 600 litros por lavagem (ÁGUAS DE TERESINA, 2020).

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), a agropecuária é o principal setor associado ao consumo e ao desperdício de água potável. Aproximadamente 70% de toda a água utilizada no mundo é destinada à irrigação, e no Brasil esse índice sobe para 72%, devido à forte dependência da agricultura irrigada em larga escala. A água potável empregada nessas atividades poderia ser substituída por água pluvial de reuso, que, embora não seja apropriada para consumo humano, representa uma alternativa sustentável quando aplicada em lavouras compatíveis — especialmente aquelas cujos produtos serão processados ou não consumidos na natureza — além de ser adequada para atividades residenciais, como jardinagem e limpeza. Esses fatores reforçam a urgência de soluções para esse problema tão comum na atualidade (TERAAMBIENTAL, 2016).

Apesar dos reconhecidos benefícios e da ampla divulgação do tema entre educadores e moradores, o Brasil enfrenta grandes lacunas e desafios para a implementação efetiva do reuso de água. A ausência de normas técnicas consolidadas, legislação específica e infraestrutura adequada são obstáculos significativos. Algumas empresas e residências já investem em sistemas de reaproveitamento, porém, devido à falta de conhecimento e orientação técnica, muitas dessas práticas não são executadas de maneira eficiente. (REVISTA DAE, 2013)

Segundo o professor José Carlos Mierzwa, do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP e Coordenador de Projetos da CIRRA (Centro Internacional de Referência em Reuso de Água), a ausência de diretrizes nacionais faz com que empresas e moradores recorram a normas internacionais ao tentarem implementar sistemas de reuso por conta própria, buscando apenas economia interna. Diante disso, evidencia-se a necessidade de debates legislativos que promovam a elaboração e a atualização de normas específicas para o reuso de água pluvial no

Brasil. O país possui elevado potencial para se tornar referência global na área, especialmente pela sua ampla disponibilidade hídrica, que necessita ser preservada.

### **1.3. Justificativa**

O presente projeto de pesquisa se destaca como uma saída sustentável e estratégica para reduzir custos e escassez hídrica, principalmente em regiões onde possui uma grande concentração populacional e uma alta demanda por este recurso natural. De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) o reuso de água da chuva reduz consideravelmente a demanda por água potável, ao substituir esta água por uma de qualidade inferior e necessária para fins específicos. O reuso de água não contribui apenas para a sustentabilidade, mas reduz os custos de tratamentos e o risco de enchentes em áreas urbanas.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Geral**

Desenvolver e apresentar um sistema de captação e reaproveitamento de água da chuva, visando reduzir impactos ambientais, além de promover benefícios sociais e econômicos por meio do uso sustentável de recursos hídricos.

#### **1.4.2. Específico**

- Demonstrar o funcionamento do processo de captação da água da chuva utilizando telhado, calhas e tubulações condutoras.
- Direcionar e armazenar a água captada em reservatórios fechados, garantindo condições adequadas para uso posterior.
- Aplicar a água armazenada em atividades não potáveis, como irrigação, descargas sanitárias e lavagem de áreas externas.
- Evidenciar o potencial de redução do consumo de água tratada por meio do reaproveitamento de água pluvial.
- Analisar os impactos sociais, econômicos e ambientais proporcionados pela implementação do sistema.

## 2. DESENVOLVIMENTO

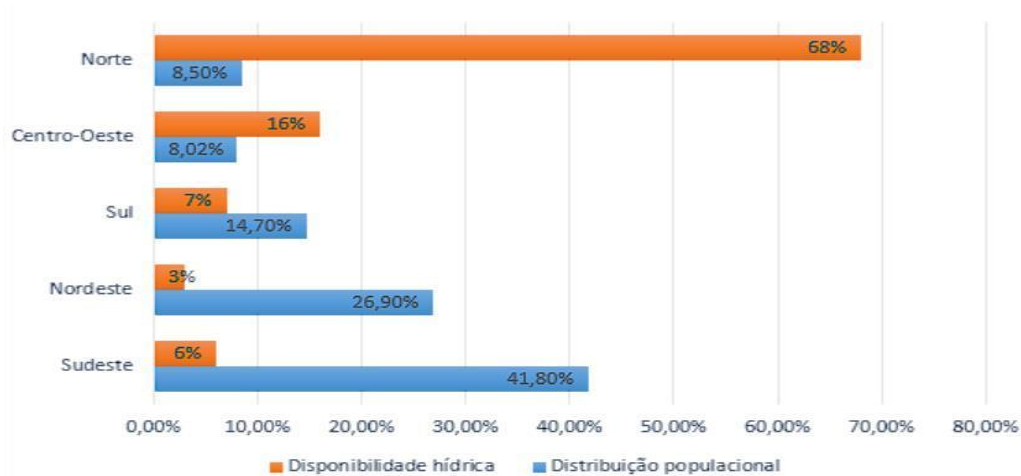
Para o desenvolvimento deste projeto, foi adotada uma metodologia baseada em levantamento de dados reais, cálculos de dimensionamento, consulta a referências bibliográficas, análise de dados pluviométricos regionais, normas técnicas e elaboração de desenhos técnicos. O objetivo principal foi simular um sistema de captação de água da chuva aplicável a residências populares, com foco em eficiência, economia e sustentabilidade.

Toda a pesquisa foi fundamentada em dados reais de uma residência padrão, tomando como referência as casas do programa governamental Minha Casa Minha Vida, que possuem área construída mínima de 40 m<sup>2</sup>. Para fins de cálculo e simulação, considerou-se uma área de telhado de aproximadamente 50 m<sup>2</sup>, levando em conta os beirais e a inclinação do telhado, fatores que influenciam diretamente na captação de água pluvial.

Para compreender melhor o vínculo entre distribuição populacional e disponibilidade hídrica, apresenta-se na Figura 1 os dados do estresse hídrico por região do Brasil.

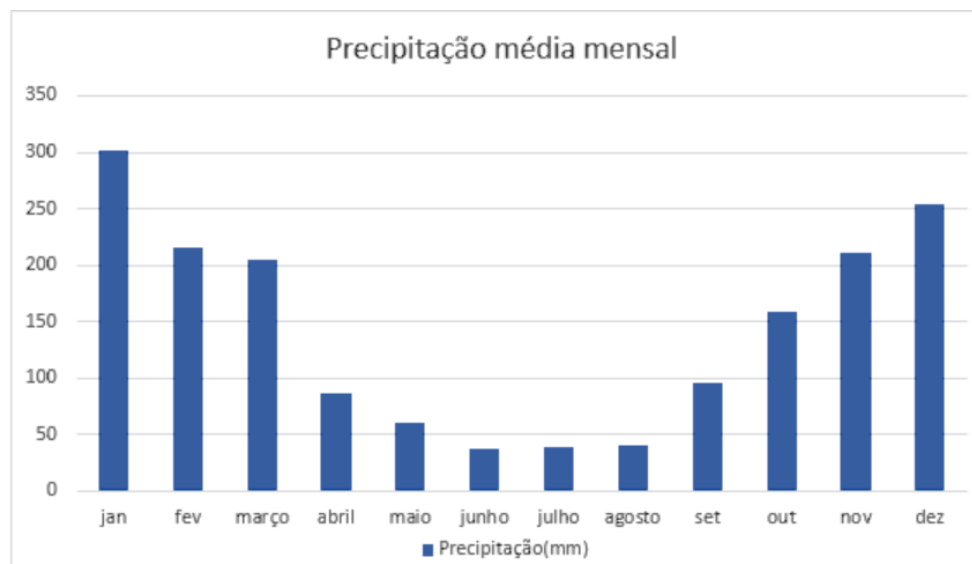
Essa divergência evidencia a escassez de água onde a maior parte da população brasileira está concentrada, enquanto áreas com maior disponibilidade hídrica tem uma concentração populacional menor.

Figura 1 – Distribuição populacional e disponibilidade hídrica por região no Brasil.



Fonte: Autoria própria.

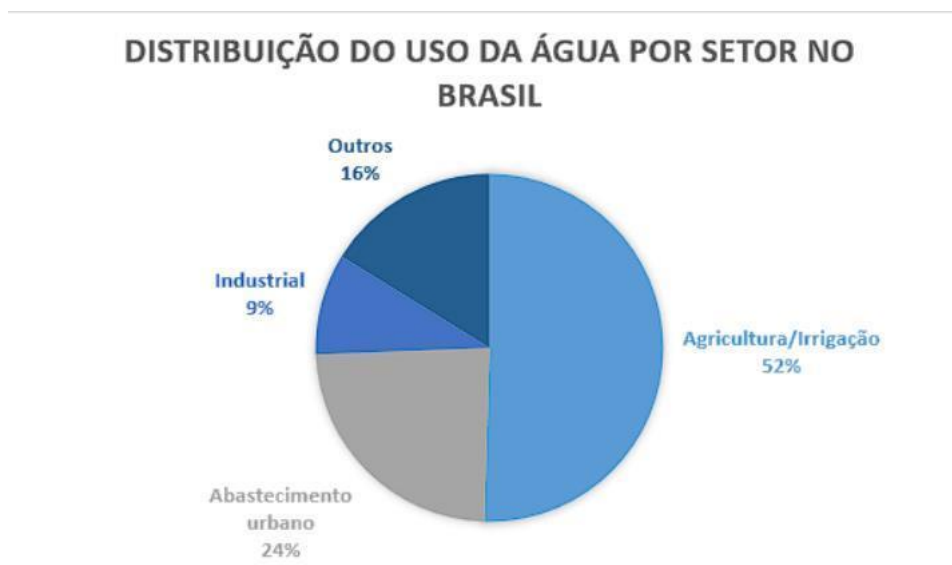
Figura 2 – Índice de chuva mensal em Guaratinguetá



Fonte: Autoria própria.

De acordo com a Figura 2, entre o período dos meses de maio a setembro apresentou-se precipitação média mensal inferior a 100mm, sendo consideradas assim estações de seca. A precipitação média anual está entre 1.500mm e 1.800mm.

Figura 3 – Distribuição do uso da água por setor no Brasil



Fonte: Autoria própria.

O gráfico da Figura 3, indica que a maior parte da água doce é utilizada na irrigação agrícola, reforçando a importância de políticas de captação e reúso pluvial, reduzindo significativamente o consumo de água potável para fins não potáveis.

Figura 4 – Perdas no sistema de abastecimento público (Brasil)



Fonte: Autoria própria.

Nota-se no gráfico da figura 4, que entre 2018 e 2022, o nível de perdas no abastecimento público manteve-se elevado, variando entre 37% e 38%. Isso corresponde que mais de um terço da água tratada e potável é desperdiçada antes de chegar nas residências, e isso ocorre devido a vazamentos, deficiências operacionais e fraude. A ineficiência na gestão hídrica agrava a escassez e estresse hídrico.

## 2.1. Desenhos e dimensionamentos

Para a elaboração do sistema de captação de água da chuva, foi considerada uma residência típica do programa Minha Casa Minha Vida, que serve como referência por apresentar dimensões padronizadas e amplamente utilizadas em projetos habitacionais no Brasil. A casa possui área construída aproximada de 50 m<sup>2</sup>, com telhado de duas águas e inclinação adequada para o escoamento da água pluvial. Essa configuração permite uma área de coleta total de 50 m<sup>2</sup>, suficiente para garantir uma captação significativa ao longo do ano, especialmente nos períodos de maior precipitação.

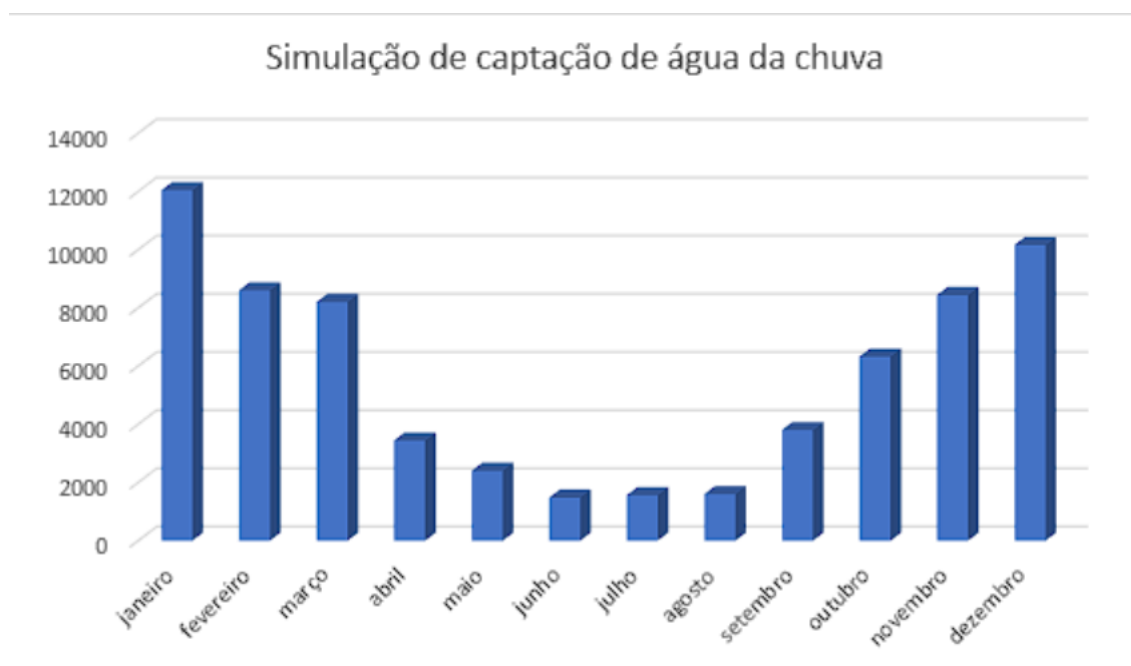
O dimensionamento do sistema parte da análise da área do telhado e da estimativa de consumo para quatro moradores, considerando usos não potáveis, como irrigação de jardins, lavagem de áreas externas e descargas sanitárias. A água captada será

direcionada por calhas instaladas nas bordas do telhado, conduzida por tubos de PVC até um sistema de filtragem simples, composto por conectores em “Y” e tela fina para retenção de resíduos sólidos. Após a filtragem, o líquido segue para a cisterna principal, com capacidade de 1.000 litros, garantindo armazenamento seguro e protegido contra contaminações externas.

O projeto também prevê uma caixa d’água superior exclusiva para o reaproveitamento, com capacidade de 500 litros, posicionada para permitir a distribuição por gravidade aos pontos de uso. O sistema inclui dispositivos de extravasamento (“ladrão”) para evitar transbordamentos e uma bomba hidráulica para transferência da água entre reservatórios, acionada conforme o nível da cisterna. Esses elementos foram dimensionados para atender à demanda da residência, garantindo eficiência, segurança e sustentabilidade.

A simulação considera uma casa com telhado de 50m<sup>2</sup>, e coeficiente de captação de 0,8, representando perdas por filtragem e evaporação. Estima-se um maior aproveitamento nos meses de janeiro e dezembro, quando há maior índice pluviométrico. Essa quantidade seria suficiente para ações não potáveis como lavagem de áreas externas, irrigação e descarga sanitárias.

Figura 5 – Simulação de captação de água da chuva (50m<sup>2</sup> de telhado)



Fonte: Autoria própria.

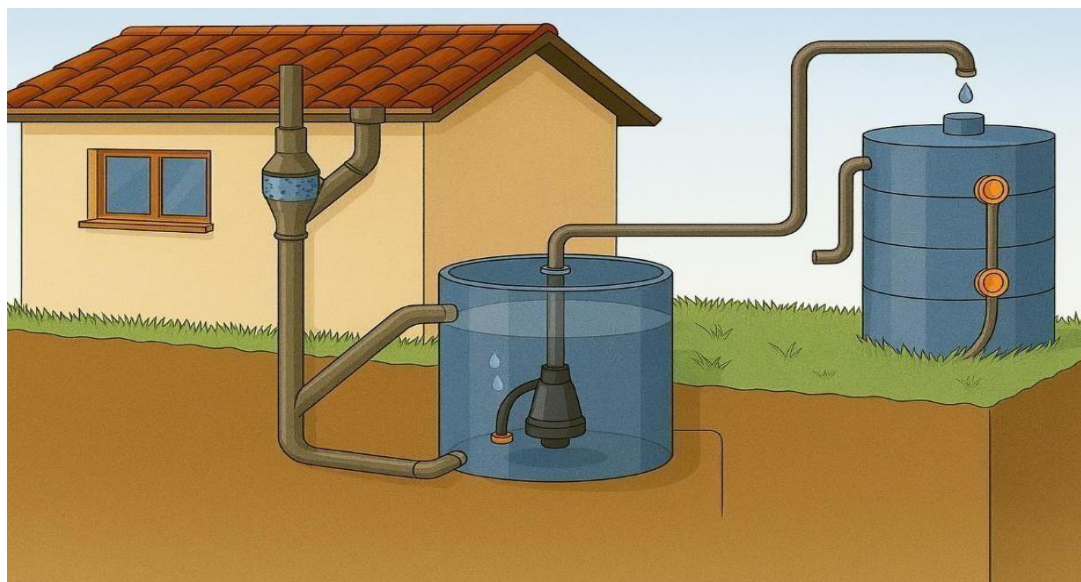


Como parte da metodologia prática, foi construída uma maquete funcional em escala reduzida para simular o funcionamento do sistema de captação de água da chuva. Embora em proporções menores, a maquete mantém todos os elementos essenciais do projeto, permitindo demonstrar de forma visual e funcional como o sistema pode ser aplicado em residências reais. Essa abordagem facilita a compreensão do fluxo da água, da eficiência do sistema e da viabilidade técnica, além de tornar a apresentação mais didática em ambientes escolares.

A maquete foi projetada com dimensões proporcionais ao sistema real (1:21), utilizando um telhado de aproximadamente 40 cm<sup>2</sup>, que representa uma área real de 50 m<sup>2</sup>. A estrutura foi confeccionada em MDF, com telhado inclinado para simular o escoamento da água, calhas e tubulação de PVC para condução até os reservatórios.

O sistema conta com dois reservatórios: um simulando a cisterna e outro representando a caixa d'água superior, ambos equipados com dispositivos de extravasamento ("ladrões") para evitar transbordamentos.

Figura 6 – Representação digital ilustrativa da maquete proposta, elaborada para demonstrar o funcionamento do sistema de captação e armazenamento de água pluvial.

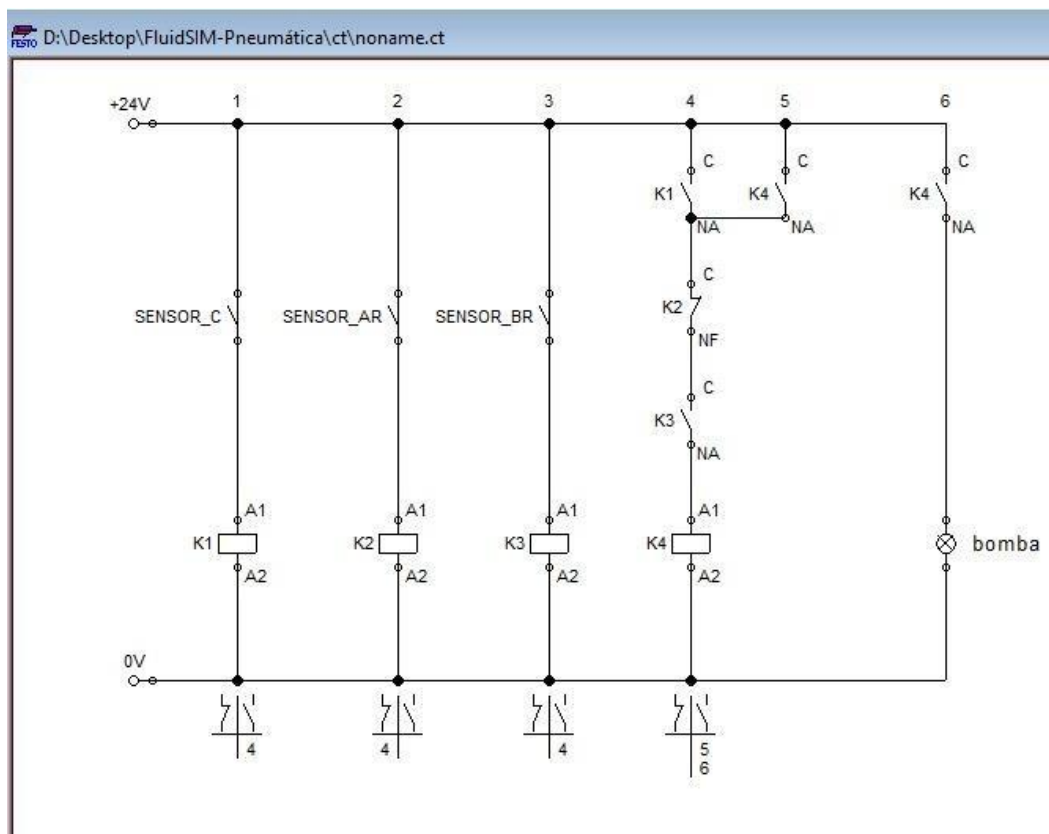


Fonte: Autoria própria.

O sistema é alimentado por uma fonte de 24V e possui três sensores de nível: Sensor C na cisterna, Sensor AR na parte superior do reservatório e Sensor BR na parte inferior do reservatório. Cada sensor tem uma conexão ligada diretamente ao 24V e a outra conexão ligada ao terminal A1 da bobina de um relé auxiliar: Sensor C aciona K1, Sensor

AR aciona K2 e Sensor BR aciona K3. Os terminais A2 das bobinas são ligados ao 0V, completando o circuito de acionamento dos relés.

Figura 7 – Esquema elétrico de automação do sistema de captação de água da maquete.



Fonte: Autoria própria.

A etapa seguinte da lógica concentra-se no relé K4, que atua como elemento integrador das condições impostas pelos demais relés. Sua bobina recebe alimentação através de uma combinação coordenada de contatos auxiliares (Selo): um contato normalmente aberto proveniente de K1 que seria responsável pela ativação do Selo, um contato normalmente fechado proveniente de K2 e um contato normalmente aberto proveniente de K3, que seria responsável pela desativação do Selo. Essa configuração estabelece uma lógica determinística, garantindo que K4 seja energizado apenas quando a combinação específica de estados dos sensores estiver presente.

O acionamento da bomba ocorre por meio de um contato normalmente aberto de K4, conectado diretamente ao seu circuito de alimentação. Uma vez energizado, o relé K4 fecha esse contato e permite o fornecimento de tensão à carga final. Essa estrutura possibilita o controle da bomba a partir de condições físicas monitoradas pelos sensores,

sem necessidade de dispositivos programáveis, preservando robustez e simplicidade construtiva.

O funcionamento segue o mesmo princípio do sistema real: a água é despejada sobre o telhado, direcionada pelas calhas e filtrada por um conector em “Y” com tela fina para retenção de resíduos. Em seguida, é conduzida à cisterna, onde permanece até atingir o sensor de nível baixo da cisterna (Sensor C) para acionamento da bomba. Quando há água suficiente, a bomba transfere o líquido para a caixa superior, interrompendo o processo quando o sensor de nível alto da caixa superior (Sensor AR) indica que está cheia. Caso a cisterna não tenha volume suficiente, a bomba não é acionada, evitando danos ao equipamento.

O sistema irá funcionar da seguinte forma: A água da chuva cairá na cisterna e quando alcançar certo volume de água irá acionar o sensor C que irá acionar a bobina de K1 e assim bombear água para a caixa superior. Após a água chegar na caixa superior, ela vai subindo e então irá acionar o segundo Sensor, o sensor BR que irá continuar subindo e então vai acionar o terceiro sensor, o sensor AR e quando acionado ele irá mandar sinal para a bomba parar de bombear e assim só voltará a ser ligada se o nível da água estiver abaixo do Sensor BR.

A maquete demonstra de forma prática a viabilidade técnica do projeto, incluindo automação, segurança e funcionamento hidráulico, permitindo visualizar todas as etapas do processo em escala reduzida.

## 2.2. Orçamento e lista de materiais

Itens necessários e preços médios para execução do projeto em uma casa real (Brasil):

Item	Preço Médio (R\$)
Calhas para 50 m <sup>2</sup> de telhado	300
Tubos PVC + conexões (vertical e horizontal)	250
Conectores em "Y" (2 unidades)	40
Tela fina para filtragem	20
Cisterna (1.000 L)	500
Caixa d'água superior (500 L)	300
Bomba hidráulica (1/2 CV)	350
Sensores de nível (3 unidades)	150
Sistema elétrico básico (relés, cabos, proteção)	150
Materiais diversos (vedação, suportes, cola)	100
Item	Preço Médio (R\$)
Total estimado	2160

Itens necessários e preços médios para construção da maquete funcional:

Item	Preço Médio (R\$)
Casa de MDF	60
Sensores de nível (3 unidades) e Relés acopladores (RAC-1) (3 unidades)	234
Relé acoplador (RAC-2)	65
Reservatório (2 unidades)	18
4 metros de fio azul 1,5mm	13,6
4 metros de fio vermelho 1,5mm	10
Item	Preço Médio (R\$)
Total estimado	400,6

## 2.3. Processos de fabricação

Para validar o funcionamento do sistema de captação de água da chuva em escala reduzida, foi desenvolvida uma maquete representando uma residência típica do programa Minha Casa Minha Vida, utilizando a proporção de 1:21 em relação ao projeto real. Isso significa que cada 1 cm na maquete corresponde a 21 cm na construção original, garantindo uma representação fiel das dimensões. A construção da maquete teve como objetivo simular, de forma prática e visual, todas as etapas do sistema, desde a coleta da água no telhado até sua distribuição para usos não potáveis.

O processo de fabricação foi planejado para garantir fidelidade ao projeto original, utilizando materiais adequados e técnicas que permitissem a integração dos componentes hidráulicos e elétricos. Cada etapa foi documentada e ilustrada, demonstrando desde a preparação da estrutura base até a instalação das calhas, montagem do sistema de bombeamento e testes finais. Essa abordagem possibilitou compreender melhor os desafios e soluções aplicadas, além de oferecer um recurso didático para apresentação do funcionamento do sistema.

Figura 8 – Casa de mdf



Fonte: Autoria própria.

Conforme na Figura 8, o primeiro passo foi a aquisição da maquete em MDF, que serviu como base para representar a residência do projeto. Essa estrutura foi escolhida por sua resistência e facilidade de adaptação para os componentes do sistema de captação.

Conforme na Figura 9, realizou-se a impermeabilização com Viabit da marca Viapol da casinha de MDF. Esse procedimento é essencial para evitar danos causados pela umidade durante os testes com água, garantindo maior durabilidade da maquete.

Conforme na Figura 10, montamos a casa e com o patrocínio da empresa Universo Calhas, foi possível instalar as calhas nas bordas do telhado da maquete. Essa etapa é fundamental para simular o direcionamento da água da chuva para o sistema de coleta, reproduzindo fielmente o funcionamento em uma residência real.

Figura 9 – Impermeabilizando a casa.



Fonte: Autoria própria.

Figura 10 – Calhas.

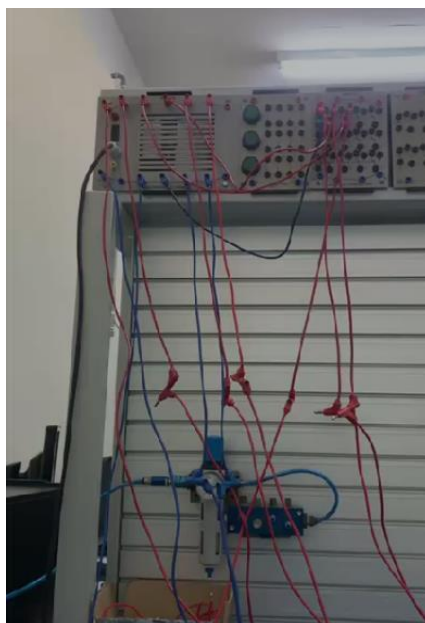


Fonte: Autoria própria.

Conforme na Figura 11, foi adquirido os componentes necessários para o sistema automatizado, incluindo bomba hidráulica, sensores de nível e cabos elétricos. Após a compra, realizou-se testes completos para verificar a eficiência do bombeamento e a resposta dos sensores, montando-se o circuito elétrico em um painel FESTO do laboratório de pneumática da Escola Técnica Alfredo de Barros Santos (ETEC ABS).



Figura 11 – Circuito elétrico de automação montado em painel da FESTO para simulação da automação do sistema de coleta da água da chuva.



Fonte:

Autoria própria.

Figura 12 – Testes elétricos.



Fonte: Autoria própria.

Conforme na Figura 12, após os testes, montou-se o sistema integrado à maquete, conectando todos os elementos hidráulicos e elétricos. Essa etapa final permitiu validar o funcionamento do projeto em escala reduzida, garantindo que os princípios aplicados possam ser replicados em uma instalação real.

## 2.4. Cálculos e fórmulas utilizadas

### 2.4.1. Cálculo do volume captado (L)

Para estimar o volume de água da chuva que pode ser captado pelo sistema, utilizou-se a Equação (1):

$$V = A \times P \times C \quad (\text{equação 1})$$

Onde:

A = área do telhado (m<sup>2</sup>)

P = índice pluviométrico (mm/mês)

C = coeficiente de aproveitamento (considerando perdas, adotou-se 0,8)

Considerando uma residência padrão do programa Minha Casa Minha Vida, com área de telhado de 50 m<sup>2</sup>, índice pluviométrico médio para o mês de janeiro de 301 mm/mês, e coeficiente de aproveitamento de 0,8, tem-se:

$$50 \times 301 \times 0,8 = 12.040 \text{ litros} \quad (\text{equação 2})$$

A Tabela 13 apresenta os valores de precipitação mensal e o volume estimado de água captada pelo sistema, calculado conforme a Equação (1). Considerando uma área de telhado de 50 m<sup>2</sup> e coeficiente de aproveitamento de 0,8, o maior volume ocorre em janeiro (12.040 L) e o menor em junho (1.480 L). O total anual estimado é de 68.040 L, equivalente a 68,04 m<sup>3</sup>. Esse valor será utilizado para calcular a economia financeira e dimensionar os reservatórios.

Figura 13 – Cálculo para todos os meses.

Mês ▾	Precipitação (mm) ▾	Volume Captado (litros) ▾
Janeiro	301	12040
Fevereiro	215	8600
Março	205	8200
Abril	86	3440
Maio	60	2400
Junho	37	1480
Julho	39	1560
Agosto	40	1600
Setembro	95	3800
Outubro	158	6320
Novembro	211	8440
Dezembro	254	10160
valor total	1701	68040

Fonte: Autoria própria.



### 2.4.2. Consumo mensal da residência

Estimou-se o consumo mensal de acordo com a equação 3, considerando consumo mensal por pessoa de 150 L e um mês com 30 dias

$$C = N \times D \times L \quad (\text{equação 3})$$

Onde:

N = número de moradores

D = dias do mês (30)

L = consumo diário por pessoa (150L)

Exemplo: Considerando uma casa com 4 pessoas o consumo seria:

$$4 \times 30 \times 150 = 18.000 \text{ litros/mês} \quad (\text{equação 4})$$

### 2.4.3. Dimensionamento dos reservatórios

Para determinar a quantidade de reservatórios necessária, considerou-se o maior volume mensal captado e a capacidade de cada reservatório. A Equação (5) é:

$$quantidade = \frac{Volume \text{ máx}}{Volume \text{ Reservatório}} \quad (\text{equação 5})$$

Exemplo: Se o maior mês capta 12.040L e o reservatório é de 5.000L:

$$\frac{12.040}{5.000} \cong 3(\text{reservatórios}) \quad (\text{equação 6})$$

### 2.4.4 Economia financeira

Para estimar a economia financeira anual gerada pelo sistema, foi usado o volume total captado ao longo do ano e o valor tarifário pela Equação (7):

$$Economia = V_{total} \times tarifa \text{ por litro} \quad (\text{equação 7})$$

Exemplo:

$$Economia = 68,04m^3 \times 7,668 \cong 522,10 \text{ por ano} \quad (\text{equação 8})$$

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na introdução deste trabalho foram apresentadas informações que, em conjunto com o desenvolvimento, fundamentam a tese-problema do Trabalho de Conclusão de Curso: Projeto de captação de água da chuva com automação. Na seção de fundamentação teórica, foram expostos dados que sustentam o desenvolvimento principal, no qual será implementado um sistema de captação em uma residência com quatro moradores.

Com isso, este trabalho demonstrou a viabilidade e a importância da captação e do reaproveitamento da água da chuva como alternativa para reduzir o consumo de água potável em residências. Com base nos dados analisados — área de telhado de 50 m<sup>2</sup> e índice pluviométrico anual de 1.701 mm — verificou-se o potencial de captação de aproximadamente 68.040 litros por ano, o que pode suprir cerca de 31% da demanda hídrica de uma residência com quatro moradores e gerar economia financeira anual.

O sistema proposto, composto por materiais de fácil acesso e integrado à automação, mostrou-se funcional e adequado para usos não potáveis, como descargas, irrigação e limpeza. A maquete desenvolvida permitiu visualizar o funcionamento do processo e validar sua eficiência, reforçando que a automação contribui para maior segurança, praticidade e controle operacional.

Além dos resultados técnicos, o estudo evidencia a contribuição da solução para a gestão sustentável da água, alinhando-se aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS 6). Embora existam desafios relacionados à legislação e às normas de reuso no Brasil, o trabalho demonstra que o país possui grande potencial para ampliar essas práticas. Assim, conclui-se que sistemas de captação de água da chuva, quando bem planejados e automatizados, representam uma alternativa eficiente, econômica e ambientalmente responsável.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

##### Artigos e notícias

MILLARD, Robin. UN warns over 5 billion people could struggle to access water by 2050. ScienceAlert, 5 out. 2021. Disponível em:

<https://www.sciencealert.com/over-five-billion-people-will-have-inadequateaccesswater-in-2050>. Acesso em: 05 dez.2025.

JORNAL DA USP. Concentração populacional é a principal causa de escassez de água. Jornal da USP, São Paulo, 25 abr. 2018. Disponível em:

<https://jornal.usp.br/atualidades/concentracao-populacional-e-a-principal-causa-deescassez-de-agua/>. Acesso em: 05 dez.2025.

FUNEP. Reutilização da água da chuva como alternativa sustentável. Portal da Educação Ambiental, 8 nov. 2022. Disponível em:

<https://sites.unicentro.br/wp/educacaoambiental/2022/11/08/reutilizacao-da-aguadachuva-como-alternativa-sustentavel>. Acesso em: 05 dez.2025.

TERRAAMBIENTAL. Irrigação é responsável pelo consumo de 72% da água no Brasil. Blog da Tera Ambiental, 15 jul. 2016. Disponível em:

<https://www.teraambiental.com.br/blog-da-teraambiental/bid/320413/irrigacaoresponsavel-pelo-consumo-de-72-da-agua-no-brasil>.

Acesso em: 05 dez.2025.

GRUPO RECICLA. Quais são as atividades que mais consomem água no mundo? Grupo Recicla, 18 dez. 2019. Disponível em:

<https://www.gruporecicla.com.br/2019/12/18/quais-sao-as-atividades-que-maisconsomem-agua-no-mundo>. Acesso em: 05 dez.2025.

BRASIL ESCOLA. Desperdício de água: causas, formas, como evitar. Geografia, Data não informada. Disponível em:

<https://brasilecola.uol.com.br/geografia/desperdicio-agua.htm>. Acesso em: 05 dez.2025.

MUNDO EDUCAÇÃO. Como podemos aproveitar a água da chuva? Biologia. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/comopodemosaproveitar-agua-chuva.htm>. Acesso em: 05 dez.2025.

FUSATI. Reuso da água e a crise hídrica. Disponível em: <https://www.fusati.com.br/reuso-da-agua-e-a-crise-hidrica/>. Acesso em: 5 dez. 2025.

VIVA DECORA. Captação de água da chuva. Disponível em: <https://arquitetura.vivadecora.com.br/captacao-de-agua-da-chuva/>. Acesso em: 5 dez. 2025.

AKATU. Varra calçada e economize água suficiente para muitas descargas. Disponível em: <https://akatu.org.br/dica/varra-calcada-e-economize-aguasuficiente-para-muitas-descargas>. Acesso em: 5 dez. 2025.

SABESP. Consumo de água. Disponível em: [https://www.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp\\_doctos/consumo\\_agua\\_faleconosco.pdf](https://www.sabesp.com.br/site/uploads/file/asabesp_doctos/consumo_agua_faleconosco.pdf). Acesso em: 5 dez. 2025.

ÁGUAS DE TERESINA. Lavagem ecológica de carros reduz desperdício de água. Disponível em: <https://www.aguasdeteresina.com.br/lavagemecologica-de-carros-reduz-desperdicio-de-agua/>. Acesso em: 5 dez. 2025.

REVISTA DAE. Falta de normas técnicas para reuso de água ainda é um problema no país. Disponível em: <https://www.revistadae.com.br/site/noticia/8070-Falta-de-normas-tecnicaspara-reuso-de-agua-ainda-e-um-problema-no-pai>>. Acesso em: 5 dez. 2025.

### **Cartilhas e documentos institucionais**

FIEMG; FEAM. Aproveitamento de água pluvial: conceitos e informações gerais. Belo Horizonte: FIEMG; FEAM, 2016. Disponível em: <https://www.fiemg.com.br/wpcontent/uploads/media/Documentos/Biblioteca/PDFs/SDI/2016/RecursosHidricos/SS-0115-15-CARTILHA-AGUA-DA-CHUVA-INTRANET.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2025.

GOVERNO DO BRASIL. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília: ONU Brasil, 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf>. Acesso em: 5 dez. 2025.

SECRETARIA-GERAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Agenda 2030 e os ODS ao seu alcance. Brasília: SG/PR, 2024. Disponível em: [https://www.gov.br/secretariageral/ptbr/cnods/Cursos\\_cartilhas\\_materiais/Agenda2030eosODSaoseualcance.pdf](https://www.gov.br/secretariageral/ptbr/cnods/Cursos_cartilhas_materiais/Agenda2030eosODSaoseualcance.pdf). Acesso em: 5 dez. 2025.

### **Trabalhos acadêmicos**

MARINOSKI, Ana Kelly. Aproveitamento de água pluvial para fins não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis–SC. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007. Disponível em: [https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC\\_Ana\\_Kelly\\_Marinoski.pdf](https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Ana_Kelly_Marinoski.pdf). Acesso em: 5 dez. 2025.

MARINOSKI, Ana Kelly; GHISI, Enedir. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67–84, ago. 2008. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/5355>. Acesso em: 5 dez. 2025.

## **5. Agradecimentos**

Em primeiro lugar, agradecemos a Deus, por nos conceder saúde, sabedoria e força para superar os desafios e concluir este trabalho. Agradecemos também aos nossos pais, pelo incentivo constante, compreensão e apoio em todos os momentos desta jornada. Estendemos nossos agradecimentos à empresa Universo Calhas, pela colaboração e fornecimento de materiais essenciais para o desenvolvimento do projeto. Somos gratos aos nossos professores, que compartilharam seus conhecimentos e nos orientaram com paciência e dedicação. Em especial,

agradecemos aos professores Pécio Mozart Pinto, Luiz Carlos Gonçalves, Rodrigo Rabelo e José Ferreira Neto, pelo acompanhamento, pelas valiosas contribuições e pelo estímulo ao nosso aprendizado. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho, nosso sincero muito obrigado.