

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

## PROJETO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DA CHUVA

Isabel Patrício 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 (CETEBS) 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

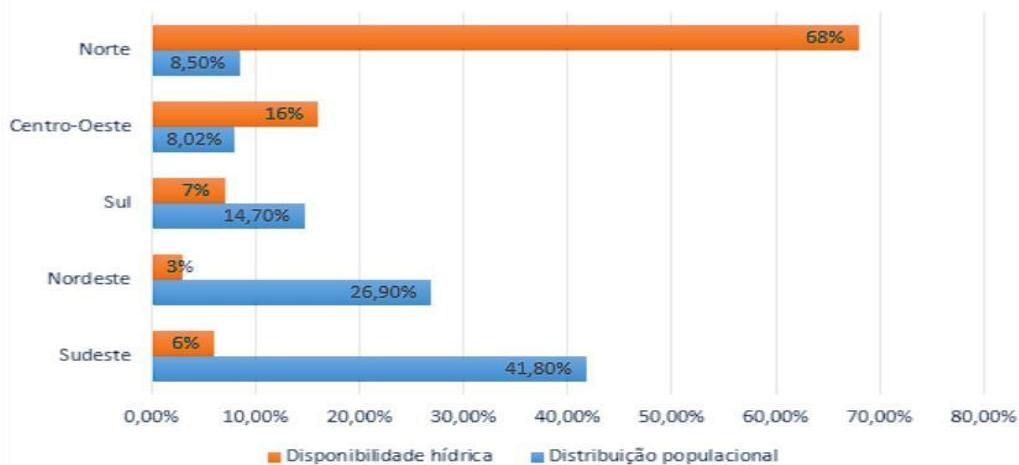
Para o desenvolvimento deste projeto, foi adotada uma metodologia baseada em levantamento de dados reais, cálculos de dimensionamento, consulta a referências bibliográficas, análise de dados pluviométricos regionais, normas técnicas e elaboração de desenhos técnicos. O objetivo principal foi simular 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.

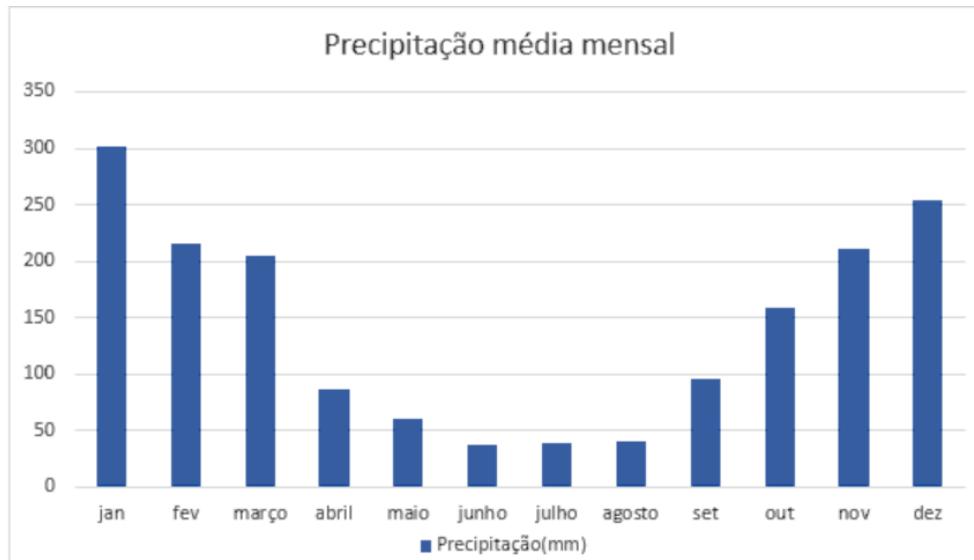
Essa divergência evidencia a escassez de água onde a maior parte da população brasileira está concentrada, enquanto áreas com maior disponibilidade hídrica tem uma concentração populacional menor.

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



Fonte: Autoria própria.

Figura 2 – Índice de chuva mensal em Guaratinguetá

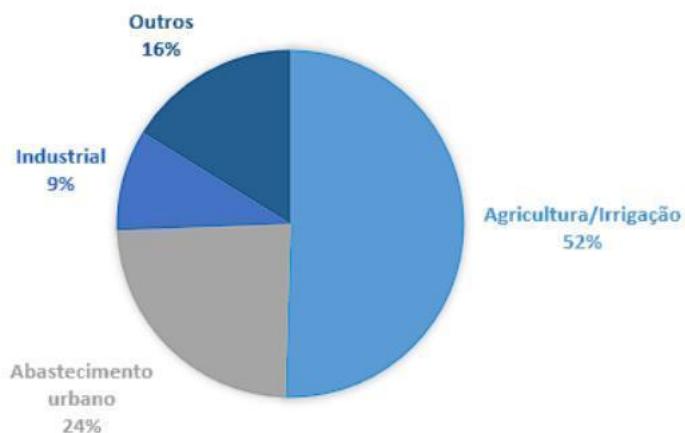


Fonte: Autoria própria.

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

### 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 reuso 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)



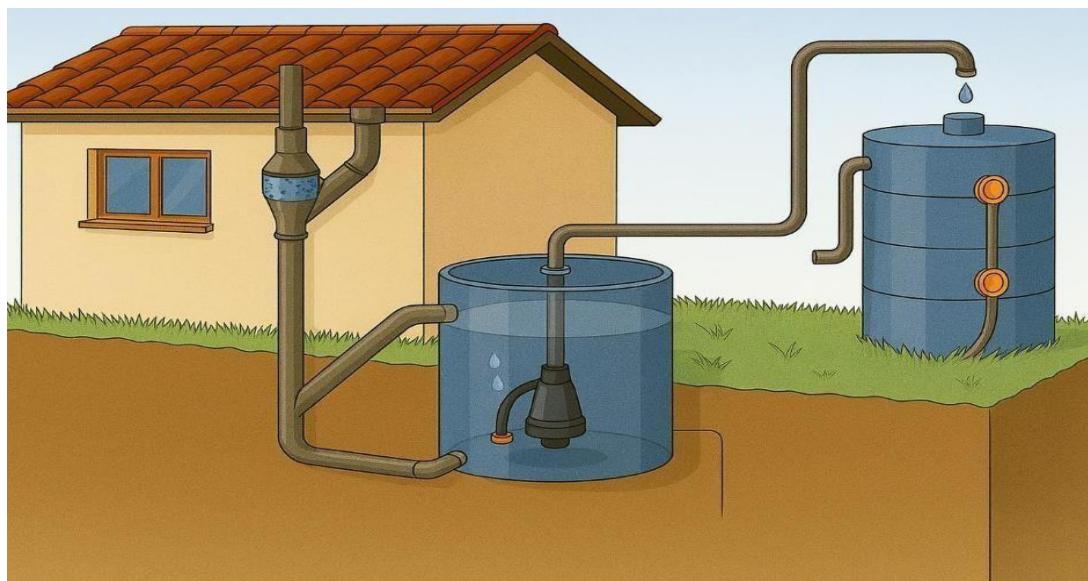
Fonte: Autoria própria.

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.

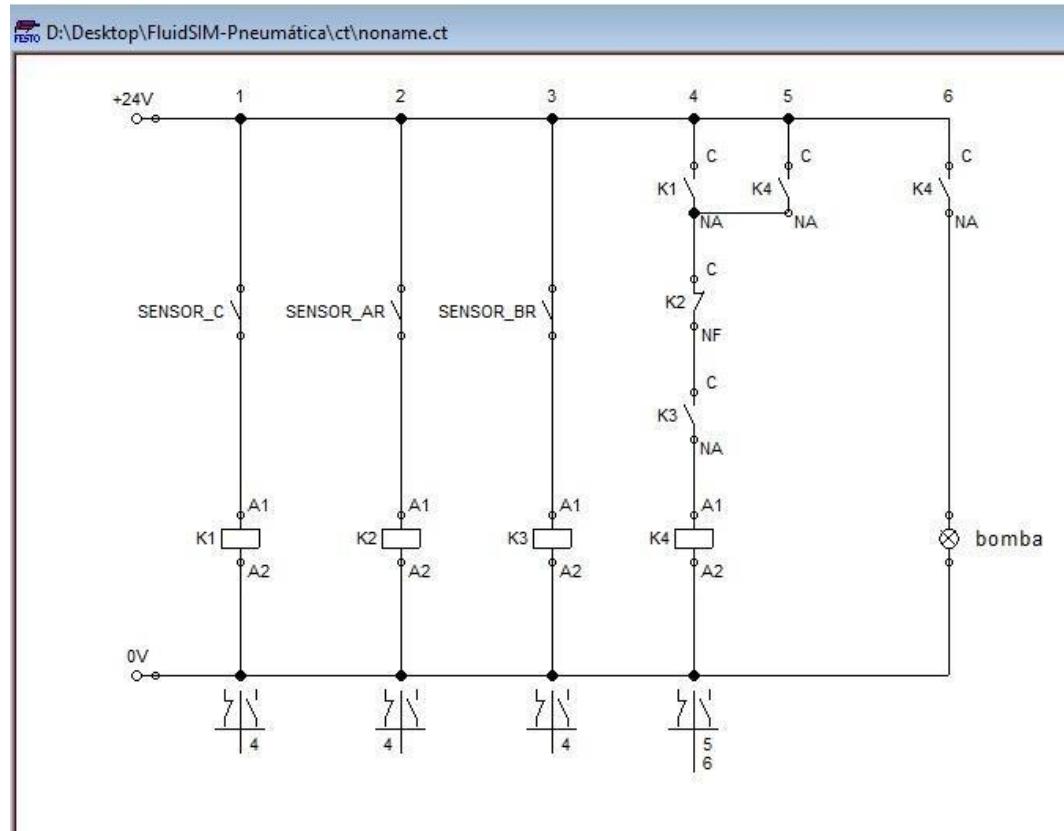


Fonte: Autoria própria.

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 caíra 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 voltara 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.

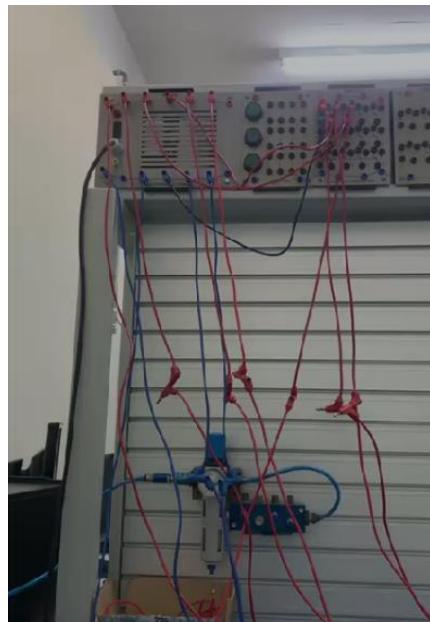
Figura 10 – Calhas.



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:

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

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):

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

Exemplo:

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

### 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/actualidades/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.

TERRA AMBIENTAL. 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://brasilescola.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-aguachuva.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 Nossa 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\\_Marinowski.pdf](https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/publicacoes/tccs/TCC_Ana_Kelly_Marinowski.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 Pérsio 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.