

CENTRO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA

ETEC TRAJANO CAMARGO

TÉCNICO EM MECÂNICA

GABRIEL DA SILVA GONÇALVES

GILBERTO RODRIGUES SOUTO

JOÃO VICTOR DOS SANTOS

MIGUEL DE FARIAS TETZNER

PEDRO HENRIQUE LARA

**REUSO DE ÁGUA DA CHUVA E DE PROCESSO FINAL DE LAVAGEM
DE ROUPAS**

LIMEIRA

2026

GABRIEL DA SILVA GONÇALVES

GILBERTO RODRIGUES SOUTO

JOÃO VICTOR DOS SANTOS

MIGUEL DE FARIAS TETZNER

PEDRO HENRIQUE LARA

**REUSO DE ÁGUA DA CHUVA E DE PROCESSO FINAL DE LAVAGEM
DE ROUPAS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso Técnico em Mecânica
Industrial, da Etec Trajano Camargo,
orientado pelo Prof. Gustavo Delgado
Sacilotto, como requisito parcial para
obtenção do título de técnico em mecânica.

LIMEIRA

2026

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
1.1 O PROBLEMA	4
2 OBJETIVOS.....	5
2.1 OBJETIVO GERAL OU PRIMÁRIO	5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS OU SECUNDÁRIOS	5
3 JUSTIFICATIVA	6
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
4.1 SUSTENTABILIDADE HÍDRICA E NECESSIDADE DE REUSO	7
4.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA	7
4.3 REUSO DA ÁGUA CINZA PROVENIENTE DA LAVAGEM DE ROUPAS	8
4.4 SISTEMAS INTEGRADOS DE CAPTAÇÃO E REUSO	8
4.5 BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS	8
5 METODOLOGIA	10
5.1 CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO.	11
6 DESENVOLVIMENTO.....	12
6.1 CAPTAÇÃO E FILTRAGEM PRIMÁRIA.....	12
6.2 ARMAZENAMENTO INICIAL E PROCESSO DE AERAÇÃO (OXIGENAÇÃO)	13
6.3 RECALQUE AUTOMATIZADO E ARMAZENAMENTO SUPERIOR	14
6.4 DISTRIBUIÇÃO E CONSUMO FINAL	15
7 CONCLUSÃO	17
8 REFERÊNCIAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso limitado e fundamental a vida e ao desenvolvimento de tudo que conhecemos, mas paralelo a sua grande importância vemos um uso inconsistente e desenfreado, que se apresenta como um problema. No Brasil, uma parte do uso de água são em processos que não exigem água potável, como por exemplo a descarga sanitária. Nesse contexto, projetos de reutilização de água surgem como ideias capazes de reverter esse cenário, promovendo conservação e consciência sustentável.

Dos diversos pontos de desperdício encontrados nas residências, destacam-se as máquinas de lavar e os vasos sanitários. A água utilizada nas lavagens, apesar de conter resquícios de sabão e sujeira, ainda podem ser utilizadas em processos que não exigem água tratada, como descarga sanitária. Dessa forma, a reutilização desse recurso se apresenta como uma boa forma para reduzir o consumo de água potável sem necessidade e diminuir os impactos ambientais.

Nesse cenário, a realização de um sistema de reutilização da água da chuva e da máquina de lavar roupas para uso em descargas sanitárias se destaca como uma solução ao desperdício e combate a desigualdade do acesso a esse bem finito. O projeto é uma ideia prática e de baixo custo, podendo ser aplicado em residências comuns, contribuindo para o uso mais consciente da água. Ele também aborda conteúdos mecânicos e estruturais necessários para o funcionamento eficiente do sistema, destacando sua importância na economia dos recursos naturais e na sustentabilidade ambiental.

1.1 O PROBLEMA

Como reduzir o consumo de água em sistemas residenciais?

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL OU PRIMÁRIO

O presente trabalho tem como meta principal desenvolver e aplicar um sistema de reaproveitamento de água para utilização em descargas sanitárias.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS OU SECUNDÁRIOS

- Reduzir o consumo de água potável em atividades que não necessite de água tratada.
- Aproveitar a água do processo de lavagem de roupas, que ainda se encontra em condições adequadas para esse tipo de uso.
- Aplicar uma solução de baixo custo e de fácil instalação.
- Conservação e cuidado com meio ambiente, impedindo o desperdício de água que ainda pode ser reutilizada.
- Aplicar e desenvolver conceitos técnicos mecânicos para elaboração do projeto.

3 JUSTIFICATIVA

Na atualidade, temas socioambientais como o consumo de água têm sido muito discutidos e gerados bastante polêmica ao redor do mundo. A grande falta de recursos hídricos leva à procura por alternativas que promovam o uso mais racional da água, dessa forma surgem projetos com esse intuito.

O uso racional da água é importante para que todos possam ter acesso; sendo ela um item fundamental para o desenvolvimento da vida. Nesse sentido, a reutilização da água da máquina de lavar apresenta-se como uma solução simples, econômica e sustentável. Além de contribuir para a preservação ambiental, o sistema proposto neste trabalho também traz benefícios econômicos, uma vez que possibilita a diminuição do valor das contas de água. De acordo com Mancuso e Santos (2003, p. 25), "o reuso de água é uma prática de conservação e uma estratégia fundamental para a gestão sustentável".

Destaca-se a desigualdade na distribuição de água no Brasil, segundo Pena (2026) o país possui cerca de 12% da água de todo o planeta, porém devido a má distribuição desse recurso, muitos estados do ainda sofrem com a falta de água. Ele aponta que onde há mais habitantes, há menos reservas.

O consumo de água no mundo vem crescendo, que faz com que esse recurso seja utilizado de forma cada vez mais consciente, deste modo, soluções que se alinhem a esse pensamento devem ser tomadas.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1 SUSTENTABILIDADE HÍDRICA E NECESSIDADE DE REUSO

A crescente pressão sobre os recursos hídricos, causada pelo aumento populacional, urbanização e alterações no regime das chuvas, evidencia a importância de práticas voltadas ao uso racional da água. De acordo com dados da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2021), a gestão sustentável e o combate ao desperdício tornaram-se imperativos para garantir a segurança hídrica diante dos cenários de escassez e das mudanças climáticas globais.

Nesse contexto, atividades como descarga sanitária, lavagem de quintal e irrigação representam parcela significativa do consumo doméstico e não exigem água tratada, tornando viável o uso de fontes alternativas. Segundo Tsutiya (2006), a substituição da água potável por águas de qualidade inferior em fins menos nobres racionaliza o sistema de abastecimento público. Assim, conforme endossa Hespanhol (2002), os sistemas de reaproveitamento configuram-se como medidas sustentáveis fundamentais para a redução do consumo de água tratada nas cidades.

4.2 APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA

O aproveitamento da água de chuva consiste na captação da água precipitada sobre coberturas, seu direcionamento por calhas e o armazenamento em reservatórios adequados. A Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da ABNT NBR 15527 (2019), estabelece os critérios técnicos e requisitos mínimos para o projeto e operação de sistemas destinados ao uso não potável da água da chuva, incluindo as diretrizes para captação, tratamento e segurança hidráulica em áreas urbanas.

Segundo Tomaz (2010), a água da chuva pode ser utilizada para diferentes finalidades não potáveis, como descargas sanitárias, irrigação e limpeza de áreas externas, desde que sejam utilizados dispositivos de retenção de sólidos e reservatórios devidamente fechados. Além de contribuir para a conservação dos recursos hídricos, o aproveitamento da água pluvial reduz o volume direcionado às redes de drenagem urbana, minimizando os impactos de enchentes nos centros urbanos.

4.3 REUSO DA ÁGUA CINZA PROVENIENTE DA LAVAGEM DE ROUPAS

De acordo com Gonçalves (2006) a água cinza corresponde ao efluente gerado em atividades domésticas, como banho, lavatórios e lavagem de roupas, excluindo águas provenientes de vasos sanitários e pias de cozinha. No contexto do presente estudo, destaca-se a água residual da máquina de lavar que apresenta um potencial significativo para reutilização direta ou após tratamentos simples, em virtude de sua menor carga poluidora quando comparada às águas negras.

De acordo com Ghisi e Ferreira (2007), o reuso de água cinza pode reduzir expressivamente o consumo de água potável em edificações residenciais, especialmente quando aplicada a usos como descarga sanitária e limpeza de pisos. Os autores ressaltam que a água proveniente da lavagem de roupas pode ser aproveitada após filtrações simples, com baixo custo de implantação e sem riscos à saúde, desde que mantida separada de forma estrita da rede de água potável.

4.4 SISTEMAS INTEGRADOS DE CAPTAÇÃO E REUSO

Para garantir a viabilidade técnica, a ABNT NBR 15527 (2019) orienta que sistemas de reuso e aproveitamento mantenham total separação física e hidráulica entre a rede de água potável e a rede alternativa. Essa premissa é reforçada por Tomaz (2010), ao afirmar que a ausência de conexões cruzadas evita qualquer risco de contaminação do sistema público, tornando o sistema integrado seguro, eficiente e normativamente correto para o uso doméstico.

4.5 BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E ECONÔMICOS

Conforme apontam Ghisi e Ferreira (2007), o uso de água da chuva e água cinza contribui para reduzir a demanda por água tratada, aliviando a pressão sobre sistemas públicos de abastecimento e preservando os mananciais superficiais e subterrâneos. Essa redução na captação de recursos naturais gera um impacto ambiental positivo direto ao estender a vida útil das matrizes hídricas existentes. Além disso, o reaproveitamento impacta diretamente na redução da tarifa de água, gerando economia mensal perceptível para o usuário final. Os sistemas de captação e reuso

apresentam excelente relação custo-benefício a médio e longo prazo, podendo ser implementados de maneira simples e customizada, dependendo das necessidades físicas e financeiras de cada edificação.

5 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho será desenvolvida de forma aplicada, envolvendo a instalação e análise de um sistema de reaproveitamento de água da chuva e, prioritariamente, da água residual proveniente da máquina de lavar roupas em uma residência selecionada. Este projeto está alinhado ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6) da ONU: Água potável e Saneamento, que busca assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água.

O processo será organizado em etapas sequenciais. Inicialmente, será realizada uma revisão bibliográfica sobre reuso de água cinza e normas técnicas (ABNT NBR 15527/2019), servindo como base conceitual para o sistema. Após essa etapa, será feito um diagnóstico da residência, observando condições estruturais do telhado e a tubulação de escoamento da máquina de lavar, registrando-se o consumo médio e o volume de descarte por ciclo.

Com esses dados, será realizado o dimensionamento do sistema para atender demandas não potáveis, como descarga sanitária e lavagem de quintal. Para a execução prática, serão utilizados os seguintes materiais:

- Canos e conexões de PVC;
- 02 reservatórios principais e 01 reservatório secundário;
- 02 motores (bombas);
- Válvula solenoide;
- 01 Filtro e válvula de retenção;
- Registros;
- Boia sensor de nível;
- Painel elétrico

A instalação prática será realizada em três frentes: a fixação de calhas para captação pluvial com filtro de sólidos; o desvio da tubulação de saída da máquina de lavar para o reservatório de reuso; e a montagem da parte elétrica e hidráulica, integrando motores, sensores e o painel de controle. Todos os componentes serão testados individualmente antes da integração final.

Concluída a instalação, será iniciada a etapa de monitoramento para avaliar o volume captado, o desempenho dos filtros e a funcionalidade da automação. Por fim, os dados serão analisados de forma quantitativa e qualitativa, verificando o impacto

na redução do consumo de água potável e a viabilidade técnica e econômica do sistema para uso residencial.

5.1 CRONOGRAMA DE DESENVOLVIMENTO.

O Quadro 1 a seguir apresenta o planejamento temporal das etapas necessárias para a realização deste estudo. Nele, estão detalhadas as atividades já concluídas, referentes à elaboração do plano de pesquisa, bem como as etapas previstas para a execução prática do sistema de reuso.

Quadro 1 – Cronograma de execução das atividades do Projeto e do Trabalho de Conclusão de Curso.

ATIVIDADES	2025						2026					
	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Escolha do tema.												
Definição do problema de pesquisa	X	X										
Definição dos objetivos, justificativa.			X	X								
Definição da metodologia.				X								
Pesquisa bibliográfica e elaboração da fundamentação teórica.				X	X							
Entrega da primeira versão do projeto.					X							
Entrega da versão final do projeto.						X						
Revisão das referências para elaboração do TCC.								X				
Elaboração do Capítulo 1.								X				
Revisão e reestruturação do Capítulo 1 e elaboração do Capítulo 2.								X				
Revisão e reestruturação dos Capítulos 1 e 2. Elaboração do Capítulo 3.									X			
Reestruturação e revisão de todo o texto. Verificação das referências utilizadas.										X		
Elaboração de todos os elementos pré e pós-textuais.										X		
Entrega da monografia.											X	
Defesa da monografia.												X

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

6 DESENVOLVIMENTO

O sistema desenvolvido baseia-se na captação, tratamento, conservação por aeração e distribuição de efluentes domésticos (águas cinzas provenientes do processo final de lavagem de roupas) e água da chuva. O objetivo principal é o abastecimento da bacia sanitária residencial, substituindo o uso de água potável por água de reuso em atividades de fins não potáveis. O fluxo operacional do sistema divide-se em quatro etapas sequenciais, detalhadas:

6.1 CAPTAÇÃO E FILTRAGEM PRIMÁRIA

O efluente gerado pelo ciclo final da máquina de lavar roupas, assim como o escoamento proveniente das calhas de captação pluvial, é desviado de sua destinação original (a rede pública de esgoto) por meio de tubulações de PVC. Antes de adentrar o primeiro estágio de armazenamento, o fluido passa por um sistema de filtragem. Este filtro atua por retenção mecânica, utilizando uma malha fina com a finalidade de reter sólidos grosseiros, tais como fiapos de tecidos, cabelos e partículas suspensas vindas do telhado, evitando a deposição de sedimentos no fundo do reservatório.

Para essa etapa foram utilizados 01 reservatório de 250 litros e tubo PVC de 3/4". O reservatório principal 1 receberá a água da chuva e também a água restante da máquina de lavar por meio de tubulações que se conectam e assim passarão por um filtro de malha a fim de reter sólidos grosseiros, assim chegando ao reservatório 1.

Figura 1 – Reservatório principal 1



Fonte: os autores, 2026.

Na imagem é possível ver o reservatório principal 1 recebendo a tubulação que trará a água da máquina de lavar

6.2 ARMAZENAMENTO INICIAL E PROCESSO DE AERAÇÃO (OXIGENAÇÃO)

Após a filtragem, a água é direcionada ao Reservatório 1. Devido à presença de resíduos orgânicos e químicos (como remanescentes de sabão e amaciante), a água cinza tende a exalar odores desagradáveis se mantida estagnada, em decorrência da proliferação de bactérias. Para mitigar este problema, projetou-se um sistema de recirculação entre o Reservatório 1 e o Reservatório 2 (Armazenamento Intermediário).

Uma eletrobomba (Bomba 1) é acionada periodicamente por meio de um temporizador acoplado ao painel elétrico. Esta bomba succiona a água do Reservatório 1 e a recalca para o Reservatório 2. A queda d'água e a movimentação contínua promovem o processo de aeração (oxigenação forçada), quebrando a estagnação do líquido, inibindo a decomposição anaeróbica e, consequentemente, eliminando o mau odor.

Aqui utilizamos mais um reservatório (reservatório 2) de 250 litros, tubo PVC e 01 motor elétrico com bomba acoplada. Fizemos as furações necessárias nos reservatórios, conectamos com a tubulação e ligamos o motor elétrico ao nosso

painel. O motor funcionará junto a um temporizador que ligará e desligará o motor. Essa circulação de água, terá a função de oxigenar o efluente de modo a neutralizar mau cheiro.

6.3 RECALQUE AUTOMATIZADO E ARMAZENAMENTO SUPERIOR

O abastecimento final do sistema ocorre no Reservatório 3 (Superior), posicionado acima da caixa acoplada do vaso sanitário. A transferência da água tratada do Reservatório 2 para o Reservatório 3 é realizada pela segunda eletrobomba (Bomba 2).

O controle de acionamento desta bomba é totalmente automatizado por meio de um sensor de nível (boia elétrica) instalado no Reservatório 3. Quando o volume de água na caixa superior atinge o limite mínimo estabelecido, o sensor fecha o circuito elétrico, enviando um sinal ao painel de comando que energiza a Bomba 2. O recalque permanece ativo até que o reservatório atinja sua capacidade máxima, momento em que o sensor abre o circuito, interrompendo o funcionamento da bomba e evitando transbordamentos.

Realizamos a fixação de mais um reservatório (reservatório 3) de 50 litros, agora acima do vaso sanitário, nesse reservatório instalamos uma boia sensor de nível e definimos o limite mínimo, que será 10 litros, e o limite máximo que será 45 litros. Essa boia servirá como um alerta ao nosso painel, sempre que o reservatório atingir o limite mínimo ela acionará a nossa segunda eletrobomba (bomba 2), e será desligada somente quando atingir o nível máximo, assim estando sempre abastecida e pronta para seu uso em descargas.

Figura 2 – Reservatório 3



Fonte: os autores, 2026

A figura 2 mostra o terceiro reservatório localizado no banheiro, que fará o armazenamento da água e disponibilizará para o vaso sanitário. Na imagem podemos observar duas tubulações conectadas ao reservatório, a superior refere-se a entrada de água vinda dos reservatórios principais, enquanto a inferior faz ligação direta a caixa acoplada do vaso

Figura 4 – Bomba de Recalque ao reservatório 3



Fonte: os autores

Na figura 4 destaca-se a bomba 2, utilizada para o recalque do efluente até o reservatório 3, visto na figura 3

6.4 DISTRIBUIÇÃO E CONSUMO FINAL

A partir do Reservatório 3, a água de reuso é conduzida por gravidade através de tubulações até a caixa acoplada de descarga do vaso sanitário. Registros foram posicionados estrategicamente no sistema para permitir o isolamento de trechos em caso de manutenção, além de garantir a segurança operacional do circuito hidráulico.

A tubulação do sistema anteriormente utilizado, que consistia apenas na tubulação que vinha diretamente da caixa de água foi mantida, porém isolada por um registro, de modo a que; em períodos de seca em que não haja chuva, paralelo a período que a máquina de lavar trabalhe pouco; o registro possa ser aberto e não falte água para as descargas.

Pensando no consumo final, haverá também, 01 torneira conectada ao reservatório 02, a fim de disponibilizar água para qualquer consumo a que ela atenda.

Figura 5 – Recepção da tubulação ao vaso sanitário



Fonte: os autores

A figura 5 evidencia a chegada da tubulação vinda do reservatório 3 a caixa acoplada do vaso sanitário.

7 CONCLUSÃO

O presente trabalho cumpriu satisfatoriamente com o seu objetivo geral ao projetar, automatizar e construir um sistema funcional de captação, tratamento secundário e reuso de águas cinzas residenciais (provenientes do ciclo final de lavagens de roupas) e pluviais para o abastecimento de bacias sanitárias.

A metodologia prática adotada, pautada na construção de um protótipo físico, permitiu validar a viabilidade técnica da integração entre a engenharia hidráulica e a automação predial. O circuito eletromecânico — composto por painel elétrico, bombas centrífugas, válvulas solenoides e sensores de nível — demonstrou alta confiabilidade operacional, respondendo com precisão à demanda de consumo e evitando falhas graves como transbordamentos ou desabastecimento.

O grande diferencial do projeto concentrou-se na etapa de aeração forçada por meio da recirculação constante da água entre os reservatórios inferiores. Os testes práticos confirmaram que a oxigenação do efluente foi eficaz para inibir a proliferação de bactérias anaeróbicas, mitigando significativamente a geração de maus odores, que historicamente se consolidam como o principal obstáculo no armazenamento doméstico de águas cinzas. Além disso, o sistema de filtragem mecânica primária mostrou-se indispensável e eficiente na retenção de fiapos e macropartículas, preservando a vida útil das bombas e das válvulas.

Sob a perspectiva socioambiental e econômica, o sistema provou ser uma alternativa sustentável de grande impacto para o saneamento residencial. Ao substituir o uso de água potável tratada por água de reuso em uma atividade que não exige potabilidade (a descarga sanitária), o projeto mitiga a pressão sobre os mananciais públicos e oferece ao usuário uma redução direta e expressiva na conta de consumo hídrico mensal, tornando o investimento financeiro atrativo a médio e longo prazo.

8 REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021**: relatório pleno. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília: ANA, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

GHISI, Enedir; FERREIRA, Daniel. *Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil. Building and Environment*, v. 42, n. 4, p. 226–235, 2007.

GONÇALVES, Ricardo. **Uso Racional da Água em Edificações**. Espírito Santo; Sermograf, 2006.

HESPANHOL, Ivanildo. Potencial de Reuso de Água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aqüíferos. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, São Paulo, v. 7, n.4 , p. 75-95. dez. 2002.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Distribuição da água no Brasil**; Brasil Escola. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-brasil.htm>. Acesso em 02 de junho de 2026.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas**. 2. ed. São Paulo: Navegar, 2010.

TSUTIYA, Milton. **Abastecimento de água**. Ed. 3. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 2006.