

# ANÁLISE COMPARATIVA DOS TIPOS DE DESCARGA SANITÁRIA: CENÁRIOS DE CONSUMO E ESTRATÉGIAS PARA REDUÇÃO DO USO DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES

Jalbas Pereira da Silva<sup>1</sup>  
Fabio Henrique Casarini Geronimo<sup>2</sup>  
Tairine Roquete Alves Carneiro<sup>3</sup>  
Lucas Salomão Rael de Moraes<sup>4</sup>

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo principal realizar uma análise comparativa entre os principais tipos de descarga sanitárias utilizadas em edificações, considerando seu consumo de água, eficiência hidráulica e impacto econômico. A crescente preocupação com o uso racional da água tem impulsionado o desenvolvimento e a adoção de tecnologias sanitárias mais eficientes, especialmente em ambientes urbanos. Foram considerados sistemas como descarga por válvula de parede, caixa acoplada, descarga a vácuo e sistemas com duplo acionamento, avaliando-se o volume médio de água utilizado por acionamento e o desempenho de cada um em diferentes cenários de uso doméstico. A metodologia adotada foi qualitativa, exploratória, com estudo de caso feito em um edifício residencial com 209 apartamentos. Os resultados demonstraram que os sistemas com duplo acionamento – tanto convencionais quanto embutidos – apresentaram o melhor desempenho em termos de economia hídrica e viabilidade econômica, com consumo médio de 4,5 litros por acionamento. Por outro lado, a válvula de parede convencional foi a que apresentou maior consumo, com média de 12 litros por descarga.

**Palavras-chave:** Descarga sanitária; Consumo de água; Eficiência hidráulica.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF TYPES OF SANITARY FLUSH: CONSUMPTION SCENARIOS AND STRATEGIES FOR REDUCING WATER USE IN BUILDINGS

## ABSTRACT

The main objective of this study was to conduct a comparative analysis of the main types of toilet flushing systems used in buildings, considering their water consumption, hydraulic efficiency, and economic impact. Growing concern about rational water use has driven the development and adoption of more efficient sanitary technologies, especially in urban environments. Systems such as wall-mounted valves, cisterns, vacuum flush systems, and dual-flush systems were considered, evaluating the average volume of water used per flush and their performance in different domestic use scenarios. The methodology adopted was qualitative and exploratory, with a case study conducted in a residential building with 209 apartments. The results demonstrated that dual-flush systems—both conventional and built-in—performed the best in terms of water savings and economic viability, with an average consumption of 4.5 liters per flush. Conversely, the conventional wall-mounted valve had the highest consumption, averaging 12 liters per flush.

**Keywords:** Toilet flushing; Water con

Recebido em 08 de setembro de 2025. Aprovado em 03 de outubro de 2025

<sup>1</sup> Bacharel em Engenharia Civil (UniAraguaia). E-mail: jalbas.pereira@estudante.uniaraquaia.edu.br

<sup>2</sup> Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais (UFSCar), Professor de Engenharia Civil (UniAraguaia). E-mail: fabio.geronimo@uniaraquaia.edu.br

<sup>3</sup> Doutoranda em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil (UFG), Professor de Engenharia Civil (UniAraguaia). E-mail: tairine.carneiro@uniaraquaia.edu.br

<sup>4</sup> Doutorando em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil (UFG), Professor de Engenharia Civil (UniAraguaia). E-mail: lucas.salomao@ufg.br

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à vida e ao funcionamento das sociedades modernas, sendo essencial para o consumo humano, higiene, saneamento e diversas atividades econômicas. Nas últimas décadas, a crescente escassez hídrica, agravada pelas mudanças climáticas e pelo crescimento urbano desordenado, tem exigido soluções que promovam o uso racional e eficiente da água, sobretudo no ambiente residencial. Nesse contexto, os sistemas de descarga sanitária aparecem como importantes alvos de estudo, uma vez que representam uma fração expressiva do consumo diário de água potável nas edificações.

O tipo de vaso sanitário instalado em uma residência pode influenciar diretamente na quantidade de água utilizada por pessoa ao longo do dia. Estudos como o de Devkota, Schlachter & Apul (2015) já destacavam, ainda no século passado, a relevância do projeto hidráulico dos vasos sanitários para a redução do volume de descarga, mostrando que alterações no formato da bacia, na geometria do sifão e no tipo de acionamento poderiam resultar em significativa economia sem comprometer a eficiência da limpeza. Mais recentemente, Anand e Apul (2011) compararam o desempenho econômico e ambiental de diferentes modelos de sanitários – desde os tradicionais até os de alta eficiência, com uso de água da chuva e de compostagem – e concluíram que há alternativas viáveis que aliam baixo consumo de água, menores impactos ambientais e boa performance sanitária, desde que adequadas às condições locais de instalação.

No Brasil, os sistemas de descarga mais utilizados são a válvula de parede, a caixa acoplada e, em menor escala, os mecanismos de duplo acionamento e os sistemas a vácuo. Cada um apresenta características próprias em termos de consumo de água, eficiência de remoção de resíduos, custo de implantação e manutenção. A escolha inadequada do sistema pode acarretar desperdício, sobrecarga nas redes de esgotamento e aumento de custos a longo prazo. Por outro lado, a modernização desses sistemas, com base em critérios técnicos e ambientais, pode contribuir para a conservação dos recursos hídricos e a sustentabilidade urbana.

Diante desse panorama, o presente trabalho tem como objetivo geral analisar comparativamente os principais tipos de descarga sanitárias utilizadas em edificações residenciais, com foco no consumo de água, eficiência hidráulica e viabilidade econômica. Especificamente, busca-se: identificar o volume médio de água gasto por tipo de descarga; simular cenários de uso doméstico considerando diferentes padrões de consumo; e avaliar qual sistema se mostra mais eficiente sob a ótica da sustentabilidade e da economia hídrica.

As figuras constantes neste trabalho exemplifica os tipos de descargas que foram utilizadas para simular cenários distintos de uso doméstico de bacias sanitárias, sendo elas: válvula de parede convencional (Figura 1), caixa acoplada com acionamento simples (Figura 2), sistema com duplo acionamento (Figura 3), caixa de descarga embutida para alvenaria e *drywall* para bacia de piso (Figura 4), e caixa de descarga elevada (Figura 5).

Por fim, para ampliar a compreensão sobre a eficiências dos cinco sistemas de descargas sanitárias utilizadas neste trabalho, foram apresentadas tabelas da estrutura tarifária da SANEAGO (Tabela 1); de estimativa de consumo mensal, considerando o tipo de descarga e a faixa tarifária (Tabela 2); e foi feita também uma análise comparativa geral (Tabela 3), analisando os dados calculados em cima do consumo diário, médio por acionamento e consumo diário total.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A busca por eficiência no uso da água tem motivado inúmeros estudos voltados à modernização dos sistemas hidráulicos prediais, sobretudo no que diz respeito ao consumo sanitário. No cenário atual de escassez hídrica e necessidade de sustentabilidade urbana, os sistemas de descarga sanitária vêm sendo repensados tanto do ponto de vista técnico quanto ambiental. A substituição dos modelos convencionais por tecnologias mais econômicas e sustentáveis apresenta-se como estratégia viável e necessária em contextos urbanos densamente povoados.

Anand e Apul (2011) realizaram uma análise abrangente sobre os impactos ambientais e econômicos de diferentes tecnologias sanitárias, comparando desde vasos sanitários padrão até sistemas de alta eficiência, com uso de água da chuva e até mesmo de compostagem. Os autores observaram que modelos de baixa vazão, quando bem projetados, podem reduzir significativamente o consumo de água sem comprometer a funcionalidade. Além disso, destacaram a importância de alinhar o tipo de sistema adotado às características socioeconômicas e estruturais de cada edificação.

Complementando esse olhar, Devkota, Schlachter e Apul (2015) exploraram os benefícios do uso de água da chuva como alternativa para alimentação de vasos sanitários e irrigação em áreas urbanas. Com base em uma avaliação de ciclo de vida, os autores demonstraram que essa prática contribui para a conservação dos mananciais, diminui a demanda por água tratada e reduz a pegada ambiental das edificações. Tais alternativas se mostram especialmente relevantes em regiões onde o abastecimento hídrico é intermitente ou sujeito a restrições.

Zhang et al. (2023) apresentaram uma abordagem inovadora ao estudar a aplicação de água do mar para descargas sanitárias e sistemas de resfriamento em cidades costeiras. Segundo os autores, essa alternativa não apenas amplia a segurança hídrica e energética, como também permite mitigações relevantes nas emissões de carbono, promovendo soluções adaptadas a contextos geográficos específicos. Essa perspectiva amplia o debate sobre fontes alternativas de água para uso não potável em ambientes urbanos.

Outra vertente emergente está relacionada ao avanço da automação e do monitoramento inteligente das redes hidráulicas. Paz et al. (2023) investigaram o potencial de sensores em sistemas prediais de abastecimento e drenagem, avaliando como variáveis como temperatura e oxidação-redução podem ser utilizadas para tornar os sistemas mais autônomos e eficientes. A partir dessa abordagem, destaca-se a possibilidade de integração entre eficiência hídrica e inovação tecnológica.

Sob a ótica da arquitetura sustentável, Thebuwena, Samarakoon e Ratnayake (2024) reforçam a importância de adotar estratégias de projeto que considerem a redução do consumo de água em edifícios comerciais, sobretudo em climas quentes e úmidos. Os autores apontam que a escolha criteriosa dos sistemas de descarga sanitária é um dos pilares do design verde e que sua adequação pode gerar economia significativa ao longo da vida útil da edificação.

Por fim, Ra et al. (2023) abordam a relação entre a qualidade da água armazenada e a escolha dos dispositivos hidráulicos, observando que descargas mal dimensionadas ou ineficientes podem favorecer o acúmulo de contaminantes nos sistemas internos dos edifícios. Os autores destacam a necessidade de associar desempenho hidráulico à segurança sanitária, o que exige uma abordagem integrada entre engenharia, saúde pública e sustentabilidade.

Dessa forma, a literatura evidencia que a eficiência dos sistemas de descarga sanitária vai além da simples economia de água. Envolve aspectos como adaptação ao contexto local, integração com fontes alternativas, inovação tecnológica e impacto ambiental. Avaliar

comparativamente os diferentes tipos de descarga permite não apenas compreender sua performance técnica, mas também propor soluções que promovam o uso responsável da água e a melhoria contínua da infraestrutura urbana.

## TIPOS DE DESCARGAS SANITÁRIAS E SUAS CARACTERÍSTICAS

### Válvula Convencional

A válvula de descarga convencional é um sistema instalado diretamente na parede, acionado por meio de pressão hidráulica. Possui como vantagem a força na remoção dos dejetos, mas apresenta elevado consumo, com média de 12 litros por acionamento (ANA, 2020). Esse modelo é considerado menos eficiente do ponto de vista hídrico, sendo cada vez menos utilizado em novos empreendimentos (Silva; Mendonça, 2019).

### Caixa Acoplada com Açãoamento Simples

A caixa acoplada é instalada diretamente na bacia sanitária e armazena um volume fixo de água (geralmente 6 litros), liberado por acionamento único. Segundo a Agência Nacional de Águas (2020), trata-se de uma solução mais econômica do que a válvula convencional, com vantagens no controle do consumo. É uma das alternativas mais difundidas em edificações residenciais por sua eficiência e facilidade de manutenção.

### Caixa Acoplada com Duplo Açãoamento

Esse modelo conta com dois botões de descarga: um de menor volume, geralmente 3 litros, e outro de maior volume, cerca de 6 litros. Em média, consome 4,5 litros por acionamento (Braga; Almeida, 2021). O sistema de duplo acionamento tem sido recomendado por normas e programas de certificação ambiental como alternativa eficiente e sustentável, uma vez que permite ao usuário adaptar o uso da água à real necessidade.

### Caixa de Descarga Embutida

As caixas embutidas seguem o mesmo princípio das caixas acopladas, mas são instaladas dentro da parede, promovendo um melhor aproveitamento de espaço e estética. Também podem contar com acionamento simples ou duplo, mantendo o consumo médio de 4,5 litros por acionamento (ABNT NBR 15097-1, 2011). Esse modelo vem ganhando popularidade em construções contemporâneas, embora seu custo de instalação e manutenção seja mais elevado.

### Caixa de Descarga Elevada

Tradicionalmente usada em edificações mais antigas, a caixa de descarga elevada utiliza a gravidade para potencializar o fluxo de água, sendo instalada acima da bacia sanitária. Seu consumo médio é de 6 litros por acionamento (Santos; Ribeiro, 2022). Apesar de funcional, esse sistema tem caído em desuso devido à dificuldade de manutenção e à estética menos atrativa.

## MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa será conduzida por meio de uma abordagem qualitativa e exploratória, com o estudo de caso. A metodologia adotada permitirá reunir, analisar e comparar dados técnicos e ambientais relacionados aos diferentes tipos de descarga sanitárias utilizadas em edificações residenciais e comerciais. A partir do levantamento das principais características

de cada sistema, será possível simular cenários de uso e avaliar a eficiência hídrica e econômica de cada modelo.

#### Área de Estudo

O estudo de caso será realizado em um edifício residencial composto por 19 pavimentos tipo, totalizando 209 apartamentos. Cada pavimento conta com 11 unidades habitacionais, sendo divididas entre 4 apartamentos com 2 quartos e 7 estúdios. Embora o empreendimento possua essa diferenciação, para fins de padronização e análise, todos os tipos foram considerados como apartamentos. A estrutura do prédio também inclui 15 banheiros por andar, o que resulta em um total de 285 banheiros distribuídos pelo edifício. A proposta do estudo visa avaliar o impacto do uso hídrico considerando a configuração atual da edificação, especialmente em relação ao consumo diário de água por meio dos sistemas de descarga.

Com base na composição dos apartamentos, foi realizada uma estimativa populacional para o prédio, adotando-se o critério de ocupação média de 3 pessoas por apartamento grande e 2 pessoas por estúdio. A partir dessa metodologia, chegou-se ao número estimado de 494 moradores. Esses dados são fundamentais para mensurar o consumo diário de água por descarga sanitária, uma vez que cada morador realiza, em média, 06 acionamentos por dia. Assim, o estudo permite analisar o impacto hídrico de diferentes tipos de sistemas de descarga, como válvula convencional ou caixas acopladas, considerando o perfil populacional do prédio e buscando soluções que promovam maior eficiência no uso da água.

#### Coleta de Dados

A coleta de dados foi estruturada com base nas características físicas e funcionais do edifício em estudo, o qual conta com 19 pavimentos tipo e um total de 209 apartamentos, compostos por 76 apartamentos grandes e 133 estúdios. A ocupação estimada é de 494 moradores, considerando a média de 3 pessoas por apartamento grande e 2 por estúdio. Para fins de análise, foram considerados apenas os apartamentos residenciais, desconsiderando eventuais áreas comerciais ou técnicas. A coleta concentrou-se em informações relacionadas ao consumo de água em sistemas de descarga, dado o número expressivo de banheiros (285 no total) e a frequência média de 06 acionamentos por pessoa diariamente.

A metodologia adotada consistiu na simulação do consumo de água com diferentes tipos de descargas sanitárias, como válvula convencional, caixa acoplada com acionamento simples ou duplo, embutida e elevada. Com base no número de moradores e no consumo médio por acionamento fornecido por fabricantes e estudos técnicos, foi possível calcular o consumo diário total do edifício para cada tipo de descarga. Esses dados foram registrados em tabela para posterior comparação e análise da eficiência hídrica de cada sistema. Essa abordagem visa subsidiar recomendações para o uso racional da água, a partir de alternativas mais econômicas e sustentáveis, considerando a realidade da edificação analisada.

Serão catalogadas as seguintes informações para cada tipo de descarga sanitária: volume médio de água utilizado por acionamento, desempenho na remoção de resíduos, custo de instalação e manutenção, compatibilidade com sistemas prediais, potencial de adaptação ao reúso de água, entre outros parâmetros técnicos.

#### Análise dos Dados

Os dados coletados serão organizados em tabelas comparativas, permitindo a análise das vantagens e desvantagens de cada tipo de descarga. A análise será descritiva e fundamentada nos critérios de eficiência hídrica, desempenho funcional e viabilidade econômica. Para fins didáticos, serão simulados cinco cenários de uso em residências com

diferentes perfis de consumo: (a) uso de válvula de parede convencional; (b) uso de caixa acoplada com acionamento simples; (c) uso de sistema com duplo acionamento; (d) caixa de descarga embutida para alvenaria e drywall para bacia de piso; e (e) caixa de descarga elevada.

A partir dessa comparação, buscar-se-á identificar qual tecnologia apresenta o melhor equilíbrio entre consumo reduzido, funcionalidade e custo-benefício, considerando ainda aspectos como sustentabilidade, facilidade de adaptação e impacto ambiental. Serão também avaliados, de forma qualitativa, aspectos como a compatibilidade dos sistemas com o reuso de água da chuva e de águas cinzas, bem como o potencial de integração com sensores inteligentes que otimizem o uso e identifiquem falhas operacionais.

Além dos critérios técnicos, a análise levará em conta os impactos ambientais relacionados à pegada hídrica e de carbono, conforme apontado por Zhang et al. (2023), e a influência do comportamento do usuário sobre a eficiência dos sistemas, conforme observado por Anand e Apul (2011). Considerações como facilidade de manutenção, durabilidade dos sistemas e riscos de degradação da qualidade da água nas instalações prediais também serão incorporadas à análise, conforme discutido por Ra et al. (2023).

Essa abordagem integrada permitirá não apenas uma avaliação comparativa entre os tipos de descarga, mas também a formulação de recomendações mais completas para a escolha e implementação de tecnologias sanitárias eficientes e sustentáveis em diferentes contextos habitacionais.

## ANÁLISE ECONÔMICA E FINANCEIRA DOS VOLUMES DE CONSUMO COM BASE NA TARIFA RESIDENCIAL DA SANEAGO

A fim de ampliar a compreensão sobre a eficiência dos sistemas de descarga sanitária sob o ponto de vista econômico, esta seção apresenta uma avaliação financeira com base nas faixas tarifárias praticadas pela SANEAGO para unidades residenciais. O objetivo é identificar qual sistema proporciona maior economia financeira considerando o consumo diário estimado no edifício analisado, que abriga 494 moradores, com média de seis acionamentos por pessoa ao dia.

**Tabela 1:** Estrutura Tarifária da SANEAGO (Residencial - 2025)\*:

Categoria	Faixa de Consumo/ Economia m <sup>3</sup> /mês	Água (R\$/m <sup>3</sup> )
Residencial Normal	1 - 10	5,50
	11 - 15	6,21
	16 - 20	7,11
	21 - 25	8,06
	26 - 30	9,10
	31 - 40	10,39
	41 - 50	11,76
	+ 50	13,41

\*Valores tarifas básicas Resolução Normativa n.º 283/2025 - CR.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na literatura científica e nos dados técnicos coletados, foi possível simular cinco cenários distintos de uso doméstico de bacias sanitárias, considerando diferentes tipos de sistema de descarga: válvula de parede convencional, caixa acoplada com acionamento simples, sistema com duplo acionamento, caixa de descarga embutida para alvenaria e *drywall* para bacia de piso, e caixa de descarga elevada. A seguir, são apresentados os resultados comparativos com base em volume de água utilizado, eficiência operacional e impacto econômico e ambiental.

Segue informações pertinentes à estimativa de consumo mensal por tipo de descarga:

**Tabela 2:** Estimativa de Consumo Mensal por Tipo de Descarga: Tipo de Descarga

Cenário	Consumo Médio por Acionamento (L)	Consumo Mensal de Descarga (m <sup>3</sup> /apartamento)	Consumo Total Estimado (m <sup>3</sup> /mês)	Custo Estimado com Descargas (R\$)
Válvula Convencional	12 L	2,88 m <sup>3</sup>	711,36 m <sup>3</sup>	R\$ 9.297,74
Caixa Acoplada (Simples)	6 L	2,16 m <sup>3</sup>	533,52 m <sup>3</sup>	R\$ 6.912,90
Caixa Duplo Acionamento	4,5 L	1,62 m <sup>3</sup>	400,14 m <sup>3</sup>	R\$ 5.124,28
Caixa Embutida (Duplo Acionamento)	4,5 L	1,62 m <sup>3</sup>	400,14 m <sup>3</sup>	R\$ 5.124,28
Caixa de Descarga Elevada	6 L	2,16 m <sup>3</sup>	533,52 m <sup>3</sup>	R\$ 6.912,90

\*Valores informados por tipo de descarga.

A análise revela que a adoção de sistemas de descarga com duplo acionamento, tanto convencionais quanto embutidos, proporciona a maior economia financeira para o edifício estudado. Considerando exclusivamente o consumo de água para as descargas sanitárias, a diferença de custo mensal entre o sistema menos eficiente (válvula convencional, com R\$ 9.297,74) e o mais eficiente (duplo acionamento, com R\$ 5.124,28) é de aproximadamente R\$ 4.173,46 por mês, o que representa uma economia anual estimada em R\$ 50.081,52.

Além da redução no volume de água consumido, a utilização de sistemas de duplo acionamento contribui para manter os apartamentos dentro da faixa 2 da tarifação da SANEAGO, evitando o avanço para faixas de cobrança superiores. Essa característica se mostra ainda mais relevante em edifícios com hidrômetros individualizados, onde o consumo eficiente reflete diretamente na fatura de cada unidade habitacional. Quando associada a outras práticas de uso racional da água, essa escolha pode potencializar ainda mais a redução dos custos mensais e fomentar hábitos de consumo sustentáveis entre os moradores.

### CENÁRIO 1: VÁLVULA DE PAREDE CONVENCIONAL

As descargas acionadas por válvula de parede, ainda amplamente utilizadas em edificações mais antigas no Brasil, operam com vazões que variam entre 10 a 14 litros por acionamento. Embora apresentem boa eficiência na remoção de resíduos, seu consumo elevado contribui significativamente para o aumento da demanda por água potável, especialmente em residências com múltiplos moradores. Em uma casa com quatro pessoas, considerando uma média de 06 descargas diárias, o consumo mensal pode ultrapassar 7.500 litros apenas com o uso do vaso sanitário, conforme exemplificado por ANAND e APUL (2011).

**Figura 1:** Exemplos de válvulas de parede convencionais.



Além do alto consumo, esse tipo de sistema demanda maior pressão hidráulica para funcionar adequadamente, o que pode inviabilizar seu uso em residências com reservatórios elevados ou com baixa pressão de rede. Também requer manutenção mais frequente em virtude do desgaste dos mecanismos internos, resultando em custos operacionais ao longo do tempo.

#### CENÁRIO 2: CAIXA ACOPLADA COM ACIONAMENTO SIMPLES

As caixas acopladas com acionamento simples apresentam uma significativa melhoria em relação às válvulas convencionais, com volumes médios de descarga entre 6 e 9 litros. Esse tipo de equipamento é amplamente adotado em projetos atuais devido à sua fácil instalação, funcionamento silencioso e maior controle sobre o consumo de água. Ainda que não permita escolha de volume, o acionamento único já representa uma redução de até 50% no consumo se comparado ao cenário anterior.

**Figura 2:** Modelo de caixa acoplada com acionamento simples



Devkota, Schlachter e APUL (2015) destacam que os sistemas de baixa vazão, como as caixas acopladas, quando corretamente utilizados, apresentam desempenho satisfatório em termos de limpeza e eficiência hídrica. Contudo, seu uso isolado, sem estratégias complementares como reuso de água ou captação de chuva, ainda representa uma pressão considerável sobre os recursos hídricos, especialmente em contextos de escassez.

### CENÁRIO 3: CAIXA ACOPLADA COM DUPLO AÇÃOAMENTO

O sistema de duplo açãoamento, também conhecido como "dual flush", permite ao usuário escolher entre uma descarga parcial (3 litros, para líquidos) e uma descarga completa (6 litros, para sólidos). Esse controle resulta em uma economia potencial de até 60% em relação às válvulas tradicionais, especialmente em residências com maior frequência de uso do açãoamento parcial.

Esse modelo é apontado por diversos estudos como uma das soluções mais equilibradas entre eficiência hídrica e desempenho funcional. Thebuwena, Samarakoon e RATNAYAKE (2024) destacam que, em projetos de edificações sustentáveis, o duplo açãoamento, aliado a estratégias como reuso de águas cinzas ou pluviais, pode reduzir significativamente o consumo de água potável, além de facilitar a adequação aos critérios de certificações ambientais.

**Figura 3: Modelo** Botão açãoador duplo descarga Dual Flush



Zhang et al. (2023) alertam que, para além da eficiência do equipamento, é necessário considerar o comportamento do usuário e a manutenção preventiva para garantir o pleno funcionamento do sistema. Descargas mal utilizadas ou mal conservadas podem comprometer a economia prevista e até aumentar o consumo em caso de vazamentos ou açãoamentos incorretos.

### CENÁRIO 4: CAIXA DE DESCARGA EMBUTIDA PARA ALVENARIA E DRYWALL (BACIA DE PISO)

A caixa de descarga embutida é instalada dentro da parede, sendo compatível com sistemas construtivos de alvenaria e drywall. Seu açãoamento pode ser simples ou duplo, permitindo controle do volume de água utilizado. É uma opção moderna e estética, muito empregada em projetos arquitetônicos que priorizam o design limpo e a economia hídrica.

Segundo a Deca (2023), os modelos com açãoamento duplo consomem 3 litros (botão menor) e 6 litros (botão maior), permitindo um uso médio de 4,5 litros por descarga quando combinados de forma equilibrada ao longo do dia.

A eficiência do sistema pode representar uma redução de até 60% no consumo em comparação às válvulas tradicionais. Além disso, sua instalação embutida contribui para a otimização do espaço físico nos banheiros.

**Figura 4:** Modelo dra 2500.CX.MC.AF.



Esta caixa de descarga embutida da marca Hydra é adequada para instalação em alvenaria e drywall, compatível com bacias de piso. Possui duplo acionamento de 3 e 6 litros, permitindo economia de água conforme a necessidade.

#### CENÁRIO 5: CAIXA DE DESCARGA ELEVADA

As caixas de descarga elevadas são reservatórios posicionados acima do vaso sanitário, conectados por um tubo e acionados geralmente por corrente ou botão lateral. Esse tipo de descarga ainda é encontrado em edificações mais antigas ou em projetos de baixo custo, devido à sua simplicidade e baixo custo de instalação.

De acordo com a Lorenzetti (2022), o volume de descarga das caixas elevadas gira em torno de 6 litros por acionamento, com variações conforme a regulagem do mecanismo de boia e a altura da instalação. Embora não possuam tecnologias de controle de volume, seu desempenho pode ser satisfatório em sistemas com boa pressão hidráulica.

**Figura 5: Caixa de Descarga Elevada Astra C17/S**



É um sistema de descarga com volume regulável entre 6,8 e 9 litros. A regulagem interna permite uma descarga controlada por meio do acionamento com cordinha, que pode ser interrompido pelo usuário a qualquer momento, conforme a necessidade de limpeza da louça.

meio do acionamento com cordinha, que pode ser interrompido pelo usuário a qualquer momento, conforme a necessidade de limpeza da louça.



## ANÁLISE COMPARATIVA GERAL

A análise mostra que o sistema de duplo acionamento é, atualmente, a melhor alternativa para edificações que buscam aliar eficiência hídrica, funcionalidade e viabilidade econômica. Além disso, sua compatibilidade com sistemas de reuso e automação o torna ainda mais vantajoso em projetos sustentáveis. PAZ et al. (2023) destacam que a incorporação de sensores inteligentes pode otimizar ainda mais esses sistemas, favorecendo a detecção de vazamentos e o uso eficiente da água. Já RA et al. (2023) reforçam que a escolha e manutenção adequada dos dispositivos sanitários têm impacto direto na qualidade da água e na integridade das redes hidráulicas prediais.

Além dos aspectos quantitativos de consumo, é importante considerar a adequação dos sistemas de descarga ao tipo de edificação e à proposta do projeto. Enquanto as válvulas convencionais representam soluções antigas com alto desperdício, os modelos mais modernos, como as caixas de descarga embutidas e elevadas, têm se destacado por proporcionar melhor desempenho hidráulico e maior eficiência no uso da água. A escolha criteriosa entre essas opções deve considerar fatores como facilidade de manutenção, custo de instalação, espaço disponível e compatibilidade com estruturas existentes. Dessa forma, a análise comparativa não apenas orienta decisões sustentáveis, mas também contribui para o planejamento inteligente dos sistemas hidráulicos prediais.

A Tabela 3 apresenta uma análise comparativa do consumo de água decorrente do uso de diferentes sistemas de descarga sanitária, considerando uma rotina média de seis acionamentos diários por residência. Os dados foram estimados com base em 247 residências habitadas por um total de 494 pessoas. Observa-se que a válvula convencional apresenta o maior consumo diário total, atingindo 17.784 litros por dia, enquanto os sistemas com menor consumo são as caixas acopladas com duplo acionamento e as embutidas, ambas com 6.669 litros diários. Esses valores reforçam a eficiência hídrica dos modelos de descarga com duplo acionamento, destacando seu potencial para a redução do desperdício de água em edificações residenciais.

**Tabela 3:** Análise comparativa geral

<b>Tipo de Descarga</b>	<b>Consumo Médio por Acionamento (L)</b>	<b>Consumo Diário por Residência (06 Acionamentos)</b>	<b>Consumo Diário Total (494 pessoas)</b>
Válvula Convencional	12 L	72 L	17.784 L
Caixa Acoplada com Acionamento Simples	6 L	36 L	8.892 L
Caixa Acoplada com Duplo Acionamento	4,5 L (média)	27 L	6.669 L
Caixa de Descarga Embutida	4,5 L (média)	27 L	6.669 L
Caixa de Descarga Elevada	6 L	36 L	8.892 L

\*Dados calculados com base em 6 descargas diárias por residência, considerando apartamentos com 2 quartos e estúdios ocupados por 2 pessoas. Total de 494 pessoas, distribuídas em 247 residências.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa permitiu compreender, de forma clara e fundamentada, as diferenças técnicas e funcionais entre os principais tipos de descarga sanitárias utilizadas em edificações, especialmente no contexto residencial urbano. A análise comparativa entre a válvula de parede, a caixa acoplada com acionamento simples e o sistema de duplo acionamento revelou variações significativas no volume de água consumido, na eficiência de remoção de resíduos e na viabilidade econômica de cada modelo.

Os resultados obtidos reforçam que a válvula de parede, apesar de ainda comum em muitas edificações, representa um sistema obsoleto em termos de consumo hídrico, apresentando índices de gastos superiores a 7 mil litros por mês em residências de médio porte. Já a caixa acoplada com acionamento simples mostrou-se uma alternativa intermediária, com desempenho satisfatório e volume de descarga reduzido. Entretanto, o sistema que demonstrou maior eficiência hídrica e econômica foi o de duplo acionamento, o qual possibilita uma redução de até 60% no consumo mensal, sem comprometer o conforto e a funcionalidade para o usuário.

Além dos aspectos técnicos, a literatura consultada evidenciou a importância de se considerar a integração de estratégias sustentáveis, como o reúso de águas cinzas e a captação de águas pluviais, ampliando ainda mais os benefícios ambientais dessas tecnologias. Também ficou evidente que a eficiência do sistema depende não apenas do equipamento instalado, mas também do comportamento do usuário, da manutenção periódica e da adequação da estrutura hidráulica do edifício.

Com isso, conclui-se que a modernização dos sistemas de descarga sanitária é uma medida urgente e viável para a promoção do uso racional da água, especialmente em um cenário de crescente escassez hídrica. Recomenda-se, portanto, que políticas públicas incentivem a substituição de equipamentos ineficientes, bem como a conscientização dos usuários e a capacitação de profissionais da construção civil para a adoção de soluções mais sustentáveis e inteligentes.

A avaliação financeira dos volumes de consumo associados a cada sistema reforça que a escolha do tipo de descarga sanitária deve ir além da funcionalidade hidráulica. A economia direta na conta de água evidencia o retorno do investimento em sistemas mais modernos e eficientes. Os dados apresentados reforçam a necessidade de substituição de válvulas convencionais por modelos com controle de volume, reduzindo não apenas o consumo de recursos hídricos, mas também os custos operacionais para os moradores.

## REFERÊNCIAS

**ABNT. NBR 15097-1: Aparelhos sanitários - Requisitos e métodos de ensaio - Parte 1: Bacias sanitárias e dispositivos de descarga.** Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

**AGÊNCIA MUNICIPAL DE REGULAÇÃO DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO – AMAE. Resolução Normativa nº 39/2024. Dispõe sobre a proposta de reajuste tarifário da empresa Saneamento de Goiás S/A – SANEAGO, conforme processo nº 16971/2024 (CENTI).** Rio Verde – GO, 29 fev. 2024. Disponível em: <https://www.saneago.com.br/2024/arquivos/res-AGR-39-2024-AMAE.pdf>. Acesso em: 17 mar. 2025.

**ANA – Agência Nacional de Águas. Manual de Uso Racional da Água.** Brasília: ANA, 2020.

ANAND, C.; APUL, D. Análise econômica e ambiental de sanitários padrão, de alta eficiência, com descarga de água da chuva e de compostagem. *Journal of Environmental Management*, [S.l.], v. 92, n. 3, p. 419–428, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.08.005>. Acesso em: 28 mar. 2025.

BRAGA, J. T.; ALMEIDA, F. R. **Gestão Sustentável da Água em Ambientes Urbanos**. Belo Horizonte: UFU, 2021.

DEVKOTA, J.; SCHLACHTER, H.; APUL, D. Avaliação baseada no ciclo de vida do uso de água da chuva coletada em vasos sanitários e para irrigação. *Journal of Cleaner Production*, [S.l.], v. 95, p. 311–321, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2015.02.021>. Acesso em: 28 mar. 2025.

PAZ, E.; RASKIN, L.; WIGGINTON, K.; KERKEZ, B. Rumo à descarga autônoma de encanamentos de edifícios: caracterizando o potencial de oxidação-redução e a dinâmica do sensor de temperatura. *Water Research*, [S.l.], v. 251, p. 121098, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.121098>. Acesso em: 29 mar. 2025.

RA, K. et al. Quatro edifícios e uma descarga: lições da qualidade da água degradada e recomendações sobre gestão de água em edifícios. *Environmental Science and Ecotechnology*, [S.l.], v. 18, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ese.2023.100314>. Acesso em: 28 mar. 2025.

SANTOS, R. P.; RIBEIRO, M. V. **Tecnologias Hidrossanitárias: Eficiência e Sustentabilidade**. Salvador: Edufba, 2022.

SILVA, M. A.; MENDONÇA, L. R. **Eficiência hídrica em edificações residenciais**. São Paulo: Ed. Técnica, 2019.

THEBUWENA, A.; SAMARAKOON, S.; RATNAYAKE, R. Sobre a necessidade de melhorar a eficiência hídrica em edifícios comerciais: uma abordagem de design verde em climas quentes e úmidos. *Water*, [S.l.], v. 16, n. 17, p. 2396, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w16172396>. Acesso em: 28 mar. 2025.

ZHANG, Z. et al. Descarga de vasos sanitários e espaços de resfriamento com água do mar melhora a segurança hídrica-energética e alcança mitigações de carbono em cidades costeiras. *Environmental Science & Technology*, [S.l.], 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c07352>. Acesso em: 29 mar. 2025.