

# LAVADORA SUSTENTÁVEL COM SISTEMA DE REUTILIZAÇÃO DE ÁGUA E DETECÇÃO INTELIGENTE DE NÍVEL DE CARGA

## SUSTAINABLE WASHING MACHINE WITH WATER REUSE SYSTEM AND INTELLIGENT LOAD LEVEL DETECTION

- <sup>i</sup> **Gustavo Vasques Muniz Moraes**  
<sup>ii</sup> **Ian Carmo Silva**  
<sup>iii</sup> **Yuri Cavalcante da Silva**  
<sup>iv</sup> **Humberto de Sousa Megda**  
<sup>v</sup> **Sérgio Luiz da Conceição Matos**

### RESUMO

O desenvolvimento de uma máquina inteligente com filtrador de água para reutilização e sistema de detecção de nível de roupas representa um avanço significativo em soluções sustentáveis e eficientes no uso de recursos hídricos. Essa tecnologia integra um sistema avançado de filtração que purifica e trata a água de forma otimizada, permitindo sua reutilização em ciclos subsequentes de lavagem. Além disso, a máquina é equipada com sensores que monitoram a qualidade da água, ajustando automaticamente os processos de filtração para garantir a pureza e a segurança do recurso.

**Palavras-chave:** Máquina inteligente; Sistema de filtração de água; Reuso de água; Detecção de nível de roupas.

### ABSTRACT

The development of an intelligent machine with a water filtration system for reuse and a clothing level detection system represents a significant advancement in sustainable and efficient solutions for water resource usage. This technology integrates an advanced filtration system that purifies and treats water in an optimized manner, allowing its reuse in subsequent washing cycles. In addition, the machine is equipped with sensors that monitor water quality, automatically adjusting the filtration processes to ensure the purity and safety of the resource.

**Keywords:** Intelligent machine; Water filtration system; Water reuse; Clothing level detection.

## 1 INTRODUÇÃO

O uso racional da água tornou-se um dos principais desafios do século XXI, especialmente em regiões onde a escassez hídrica já é uma realidade. No contexto doméstico, a máquina de lavar roupas é um dos equipamentos que mais consome água, muitas vezes de forma ineficiente, descartando grandes volumes sem qualquer tipo de reaproveitamento (Soares, 2019; Agência Nacional de Águas, 2000). Esse cenário impulsiona o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis capazes de reduzir o consumo e reutilizar a água de forma segura. A integração de sistemas inteligentes de detecção de carga e filtração oferece uma alternativa viável para otimizar o uso de recursos, contribuindo tanto para a economia doméstica quanto para a preservação

ambiental (Rocha et al., 2019).

### **1.1 Problema de Pesquisa**

Máquinas de lavar roupas convencionais desperdiçam muita água potável porque funcionam com ciclos fixos e não consideram a quantidade real de roupas. Além disso, a água usada, que contém resíduos de sabão e produtos químicos, geralmente é descartada sem tratamento, causando poluição ambiental (Sella, 2011). Esse alto consumo de água, que pode chegar a 197 litros por ciclo, gera impactos ambientais e econômicos relevantes, principalmente por falta de sistemas inteligentes para reutilização e monitoramento (Ayga Tecnologia, 2023).

### **1.2 Objetivos**

Desenvolver uma máquina de lavar inteligente com sistema de filtragem para reutilização de água e detecção automática do nível de roupas, visando otimizar o consumo hídrico e reduzir impactos ambientais.

### **1.3 Justificativa**

A crescente escassez de água exige soluções tecnológicas que reduzam o consumo e o desperdício. No Brasil, as máquinas de lavar são responsáveis por cerca de 20% do consumo residencial de água, com grande parte sendo descartada sem reaproveitamento (Agência Nacional de Águas, 2000). A proposta de unir filtragem eficiente e automação inteligente possibilita o reaproveitamento seguro da água e o ajuste do consumo conforme a quantidade de roupas, promovendo economia, redução da poluição e uso sustentável dos recursos hídricos (Cairncross; Feachem, 2018).

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

O consumo de água em máquinas de lavar roupas é elevado, podendo chegar a 197 litros por ciclo, representando cerca de 20% do consumo residencial total no Brasil (Soares, 2019; Agência Nacional de Águas, 2000). A água residual gerada, conhecida como água cinza, contém resíduos químicos que, se descartados sem tratamento, causam poluição ambiental.

Para minimizar esses impactos, o reuso da água cinza tratada por filtros de bioareia — que combinam processos físicos e biológicos — mostra-se uma solução técnica eficaz para uso doméstico (Sella, 2011; Cairncross; Feachem, 2018). Além disso, sensores inteligentes de monitoramento do consumo de água, utilizando tecnologias IoT, ajudam a detectar desperdícios e otimizar o uso (Ayga Tecnologia, 2023; Ziliatech, 2023).

Estudos confirmam que a integração entre sistemas de filtragem e monitoramento inteligente pode promover economia de água, redução da poluição e uso mais sustentável dos recursos hídricos, alinhando-se às necessidades ambientais atuais (Rocha et al., 2019; Paixão et al., 2023).

## **3 METODOLOGIA**

O desenvolvimento da máquina inteligente envolveu a construção de um protótipo

com sistema de filtragem baseado em bioareia e carvão ativado, adaptado para uso doméstico. Sensores ultrassônicos ou de peso foram integrados para detectar a quantidade de roupas no tambor, enquanto um microcontrolador controlava automaticamente o volume de água e o direcionamento para reuso ou descarte.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao longo do primeiro semestre, nas aulas do Projeto Integrador, foi possível articular e aprimorar continuamente o desenvolvimento da máquina inteligente com sistema de filtragem e detecção do nível de roupas. Esse processo permitiu identificar desafios, propor inovações e ajustar o projeto para torná-lo mais eficiente e viável.

Além dos aspectos técnicos, a discussão sobre custo-benefício e facilidade de manutenção foi fundamental para adequar o projeto às necessidades do usuário final. Por meio das reflexões em sala, foi possível propor soluções de baixo custo e com componentes acessíveis, aumentando a viabilidade de implementação do sistema em residências.

O desenvolvimento colaborativo durante as aulas também fomentou a incorporação de novas tecnologias, como o uso de sensores inteligentes e plataformas IoT para monitoramento em tempo real, alinhando o projeto às tendências atuais de sustentabilidade e inovação tecnológica.

A Figura 1 mostra uma figura com o modelo técnico do equipamento e as implementações esperadas.

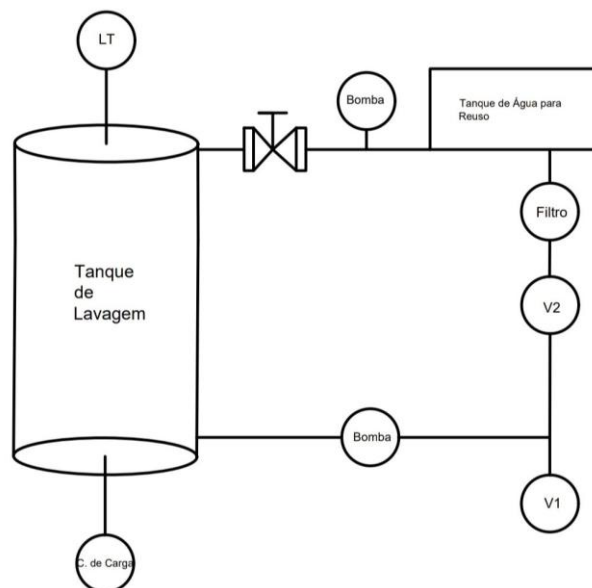


Figura 1 – Modelo do equipamento. Fonte: Autores

#### 5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo desenvolver uma máquina inteligente com sistema de filtragem para reutilização da água e sensores para detecção do nível de roupas, visando à redução do consumo hídrico e à promoção da sustentabilidade. A hipótese é que a integração dessas tecnologias permita economizar água e reaproveitar a água residual de forma segura e eficiente.

Durante o primeiro semestre do Projeto Integrador, o desenvolvimento e aprimoramento do protótipo foram conduzidos com foco no desenho do sistema de filtragem e na automação com sensores inteligentes. Embora ainda não

tenham sido realizados testes práticos, a fundamentação teórica e o progresso na prototipagem indicam viabilidade técnica e potencial para alcançar os objetivos propostos.

Assim, os resultados esperados reforçam a hipótese de que a combinação entre filtragem e controle automatizado pode representar uma solução inovadora para o uso sustentável da água em máquinas de lavar roupas residenciais.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Manual de conservação de água. Brasília: ANA, 2000.
- AYGA TECNOLOGIA. Medidor de água ultrassônico IoT. 2023. Disponível em: <https://www.ayga.com.br/medidor-de-agua-iota>. Acesso em: 29 maio 2025.
- CAIRNCROSS, Sandy; FEACHEM, Richard. Environmental Health Engineering in the Tropics: Water, Sanitation and Disease Control. 3. ed. London: Routledge, 2018. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.4324/9781315883946>. Acesso em: 29 maio 2025.
- OLIVEIRA, I. X. de; GUEDES, M. B.; CRUZ, L. M. de O. Tratamento descentralizado de águas cinzas para reuso: um estudo de custo-benefício para parques de desenvolvimento urbano baseado no conhecimento (KBUD). Revista Internacional de Gestão Científica e Turismo, v. 10, n. 2, e857, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.55905/ijsmtv10n2-070>. Acesso em: 29 maio 2025.
- PAIXÃO, T. R. L. C. da et al. Sensor portátil pode permitir que população monitore a qualidade da água em casa. Jornal da USP, 24 ago. 2023. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/sensor-portatil-pode-permitir-que-populacao-monitore-a-qualidade-da-agua-em-casa/>. Acesso em: 29 maio 2025.
- ROCHA, R. S.; ITO, A. H.; LAUTENSCHLAGER, S. R. Uso de sensores inteligentes com transmissão sem fio para monitoramento de cloro residual na rede de distribuição de água de Jussara-PR. Tratamento de Água, 11 set. 2019. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/sensores-inteligentes-monitoramento-cloro-residual/>. Acesso em: 29 maio 2025.
- SELLA, J. V. Viabilidade técnica e econômica da implantação de sistema de reuso de águas cinzas em uma residência unifamiliar. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/34521>. Acesso em: 29 maio 2025.
- SOARES, M. A. Consumo de água em residências brasileiras. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 24, n. 1, p. 45-58, 2019.
- ZILIATECH. Medidores inteligentes de consumo de água baseados em IoT: uma revolução para companhias de saneamento. 2023. Disponível em: <https://ziliatech.com/blog/medidores-inteligentes-de-consumo-de-agua-baseados-em-iot/>. Acesso em: 29 maio 2025.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão ao professor Tiago A. T. de Araújo pela orientação dedicada e suporte durante o primeiro semestre do projeto integrador. Também agradeço ao professor Humberto pelo acompanhamento e condução do trabalho até o final do segundo semestre, assim como pelas valiosas orientações que contribuíram significativamente para o desenvolvimento deste projeto.

Agradeço também ao Gustavo Vasques Muniz Moraes e ao Yuri Cavalcante da Silva

pelo apoio e parceria, estamos trilhando este caminho e contribuindo para o avanço deste trabalho.

## **SOBRE O(S)AUTOR(ES)**

### **i GUSTAVO VASQUES MUNIZ MORAES**



Possui formação técnica em Mecatrônica pela Escola e Faculdade Fortec (2023), cursando atualmente Tecnólogo em Automação Industrial pela Faculdade SENAI de Tecnologia de Santos.(2025)

### **ii IAN CARMO SILVA**



Possui formação em Técnico em Segurança do trabalho pela ETEC de Praia Grande (2024). Cursando atualmente Tecnólogo em Automação Industrial pelo SENAI de Tecnologia de Santos.(2025)

### **iii YURI CAVALCANTE DA SILVA**



Possui formação técnica em Eletrônica pela ETEC Aristóteles Ferreira de Santos (2019) e, desde janeiro de 2025, cursa o Tecnólogo em Automação Industrial pelo SENAI de Santos. Tem experiência na área de manutenção, atuando como técnico em eletromecânica e realizando reparos de eletrônicos. Desde dezembro de 2023, é microempreendedor e proprietário da Atomic Electros, empresa especializada em manutenção de linha branca e refrigeração.

### **iv HUMBERTO DE SOUSA MEGDA**



Mestre e Graduado em Engenharia, Pós-graduado em Gestão de Energia e Eficiência Energética, Licenciado em Matemática e Técnico em Desenvolvimento de Sistemas e Eletrônica. Atualmente é Professor de Educação Superior na Faculdade SENAI e Engenheiro de Operação e Medição prestador de serviços da Petrobrás

### **v SÉRGIO LUIZ DA CONCEIÇÃO MATOS**



Possui mestrado em Engenharia Mecânica pela Universidade Santa Cecília (2018), graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade do Vale do Paraíba (2002), Pós graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade Santa Cecília (2010), Licenciatura em Física pela Universidade Metropolitana de Santos (2007) e Técnico de Instrumentação pelo Senai Antonio Souza Noschese - Santos (1990). Atualmente é técnico de ensino - SENAI - Departamento Regional de São Paulo na área de Ensino Técnico e Superior de Tecnologia em Instrumentação.

