

EFICIÊNCIA DA MICROGERAÇÃO HIDRÁULICA COM DIFERENTES TIPOS DE ÁGUA

Bruno Miguel Michelin Civardi, Luiza Sigales Trintin Ferreira, Nathália Stecker, Tiago Cassol Severo, Colégio Scalabriniano Nossa Senhora Medianeira

RESUMO: A intensificação do consumo de energia elétrica no mundo moderno tem impulsionado a busca por alternativas sustentáveis, capazes de reduzir os impactos ambientais e sociais decorrentes da exploração de fontes não renováveis (ONU, 2015). No Brasil, a matriz energética é predominantemente hidráulica, o que demonstra o papel essencial da água na geração de energia elétrica. No entanto, segundo Souza et al. (2022), a implantação de grandes hidrelétricas causa desequilíbrios ecológicos e afeta comunidades locais, revelando a necessidade de modelos de geração menores, descentralizados e mais acessíveis. Nesse contexto, a microgeração hidráulica se destaca como uma proposta inovadora, educativa e de baixo custo, que alia ciência, sustentabilidade e tecnologia. Este estudo teve como objetivo analisar a eficiência de um microgerador hidráulico construído com materiais recicláveis, comparando a produção de energia ao utilizar três tipos de água: doce, salgada e reaproveitada. A fundamentação teórica apoiou-se nos trabalhos de Reyna et al. (2020) e Scremim (2025), que evidenciam o potencial pedagógico e sustentável da microgeração. Além disso, o projeto dialoga com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ONU, 2015), que busca assegurar energia limpa e acessível, e com a Campanha da Fraternidade 2025 (CNBB, 2025), que destaca o cuidado com a criação. Os resultados demonstraram pequenas variações na potência gerada, com a água doce apresentando melhor desempenho médio, seguida da água reaproveitada e da água salgada. A análise evidenciou que fatores como condutividade e densidade influenciam o rendimento elétrico do sistema. Conclui-se que a microgeração hidráulica, além de tecnicamente funcional, é um instrumento de grande valor didático, capaz de integrar ciência, consciência ambiental e responsabilidade social no processo de aprendizagem.

Palavras-Chave: Microgeração; Sustentabilidade; Energia hidráulica; Eficiência; Física.

ABSTRACT: *The increasing global demand for electricity has intensified the search for sustainable alternatives capable of reducing environmental and social impacts caused by non-renewable sources (UN, 2015). In Brazil, the energy matrix is predominantly hydraulic, highlighting water's essential role in electricity generation. However, according to Souza et al. (2022), large hydroelectric plants generate ecological imbalances and displace local communities, emphasizing the need for smaller, decentralized, and accessible generation models. In this context, micro-hydropower generation stands out as an innovative, educational, and low-cost proposal that combines science, sustainability, and technology. This study aimed to analyze the efficiency of a small hydraulic generator built with recyclable materials, comparing the energy output using three types of water: fresh, salt, and reused. The theoretical framework was based on the works of Reyna et al. (2020) and Scremim (2025), which highlight the pedagogical and sustainable potential of microgeneration. The project also aligns with the UN Sustainable Development Goal 7 (2015) — to ensure clean and affordable energy — and the 2025 Fraternity Campaign (CNBB, 2025), which emphasizes care for creation and responsible use of natural resources. Results showed slight variations in power generation, with fresh water achieving the best average performance, followed by reused and salt water. The analysis revealed that physical properties such as conductivity and density directly affect the generator's efficiency. Therefore, micro-hydropower generation proves to be not only technically viable but also an educational tool that promotes scientific understanding, environmental awareness, and sustainable development.*

Keywords: Microgeneration; Sustainability; Hydropower; Efficiency; Physics.

INTRODUÇÃO

A energia elétrica ocupa posição central no desenvolvimento das sociedades contemporâneas, constituindo-se como um recurso essencial para o funcionamento de sistemas produtivos, residenciais, tecnológicos e educacionais. Nas últimas décadas, o aumento populacional e a intensificação das atividades industriais e urbanas elevaram significativamente a demanda por eletricidade, ampliando a necessidade de repensar as formas de geração e de consumo energético no mundo. No Brasil, a matriz elétrica historicamente baseada na água representa uma vantagem estratégica por se tratar de uma fonte renovável, porém essa dependência também revela limitações importantes. A construção de grandes usinas hidrelétricas, embora eficiente em larga escala, implica em impactos socioambientais expressivos, como o alagamento de extensas áreas, a perda de biodiversidade, a modificação dos cursos naturais dos rios e o deslocamento de comunidades tradicionais que dependem desses territórios para sobreviver (Souza et al., 2022). Esses efeitos têm intensificado discussões sobre a necessidade de diversificação e descentralização energética, abrindo espaço para tecnologias sustentáveis, acessíveis e de menor impacto ambiental.

Nesse panorama, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, proposta pela Organização das Nações Unidas, apresenta diretrizes fundamentais para orientar práticas responsáveis de gestão ambiental e

energética. Entre elas, o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS 7) destaca-se ao enfatizar a importância de garantir o acesso universal à energia limpa, segura, eficiente e economicamente acessível. A ODS 7 incentiva não apenas a expansão de fontes renováveis, mas também o desenvolvimento de soluções inovadoras que promovam autonomia energética, democratização da tecnologia e conscientização sobre o uso responsável dos recursos naturais. A microgeração hidráulica, nesse sentido, estabelece uma conexão direta com esses princípios, ao propor sistemas de pequeno porte que podem ser desenvolvidos com materiais simples e reaproveitáveis, permitindo a conversão da energia cinética da água em energia elétrica com baixo impacto ambiental e elevada relevância educativa.

Além do aspecto tecnológico, a microgeração hidráulica apresenta grande potencial pedagógico, pois possibilita a visualização concreta de conceitos físicos como energia potencial gravitacional, velocidade de escoamento, torque, indução eletromagnética e conversão de energia. Dessa forma, ela se torna um instrumento de aprendizagem que aproxima o estudante de fenômenos naturais e científicos presentes no cotidiano, fortalecendo o pensamento crítico e promovendo a integração entre ciência e sustentabilidade. Essa abordagem dialoga diretamente com os princípios defendidos pela Campanha da Fraternidade 2025, que incentiva o cuidado com a criação, a responsabilidade social e o uso ético dos recursos naturais.

É dentro desse contexto que se estabelece o problema de pesquisa que orienta o presente estudo, voltado a compreender como diferentes tipos de água — doce, salgada e reaproveitada — influenciam a eficiência energética de um microgerador hidráulico construído com materiais recicláveis. A pergunta central busca investigar se as propriedades físico-químicas desses diferentes tipos de água interferem na potência elétrica produzida pelo microgerador e de que maneira essa influência se manifesta durante o processo de conversão energética. Ao analisar esse problema, amplia-se a compreensão sobre a relação entre características dos fluidos e desempenho de sistemas hidrodinâmicos, contribuindo para o desenvolvimento de soluções mais eficientes e sustentáveis.

A justificativa deste estudo fundamenta-se em sua relevância científica, tecnológica, social e ambiental. Cientificamente, a pesquisa contribui ao integrar teoria e prática, destacando a experimentação como ferramenta essencial para a compreensão de conceitos físicos. No âmbito tecnológico, demonstra a viabilidade da construção de um protótipo funcional, de baixo custo e replicável, alinhado às necessidades de inovação sustentável e às realidades escolares. Sob a perspectiva social e ambiental, o trabalho incentiva a reflexão sobre o uso responsável da água, a importância da reutilização de materiais e a busca por alternativas energéticas de menor impacto, promovendo uma formação mais consciente e crítica dos estudantes. Essas contribuições dialogam diretamente com as metas da ODS 7 e reforçam a importância de práticas que sustentem o equilíbrio entre desenvolvimento humano, preservação ambiental e justiça social.

Considerando esse conjunto de fatores, o presente trabalho tem como objetivo analisar a eficiência de um microgerador hidráulico quando alimentado por água doce, salgada e reaproveitada, investigando como as propriedades físico-químicas de cada amostra influenciam a potência gerada. Para cumprir essa finalidade, o estudo envolve a construção do dispositivo utilizando materiais recicláveis, a realização de testes experimentais sob condições controladas, o registro de valores de tensão e corrente elétrica, a comparação entre os desempenhos obtidos e a interpretação dos resultados com base em princípios físicos e em discussões contemporâneas sobre sustentabilidade energética. Assim, a introdução deste estudo delinea os fundamentos conceituais, sociais e ambientais que justificam sua realização e estabelece o percurso científico que orientará sua investigação.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A energia hidráulica é uma das principais fontes renováveis utilizadas no Brasil, destacando-se por sua capacidade de transformar a força da água em eletricidade. Esse processo ocorre a partir da conversão da energia potencial gravitacional em energia cinética, e posteriormente em energia elétrica, conforme os princípios da conservação de energia. A equação $E = \frac{1}{2} m v^2$ representa a energia cinética do movimento da água, evidenciando que a velocidade do fluxo influencia diretamente a energia disponível para conversão.

Segundo Queiroz et al. (2013), apesar de ser uma fonte renovável e eficiente, a geração hidráulica em grande escala pode gerar impactos ambientais relevantes, como alagamento de áreas extensas, destruição de habitats e deslocamento de comunidades tradicionais. Esses impactos levaram à busca por formas alternativas e menos agressivas de produção de energia, como os sistemas de microgeração, que utilizam menor volume de água e apresentam baixo impacto ambiental.

A microgeração hidráulica é definida como um sistema compacto capaz de transformar a energia cinética da água em energia elétrica por meio de turbinas e pás conectadas a um gerador. De acordo com Reyna et al. (2020) e Scremim (2025), além da viabilidade técnica, esses sistemas possuem grande valor pedagógico, pois permitem a aplicação prática de conceitos físicos como energia mecânica, rotação, indução eletromagnética e potência elétrica, tornando-se ferramentas eficazes para o ensino de Física.

O princípio da Indução Eletromagnética, descrito por Faraday, explica que a variação do fluxo magnético em uma espira gera uma força eletromotriz (f.e.m.), o que permite a produção de corrente elétrica. Esse fenômeno é fundamental para o funcionamento dos geradores elétricos. A potência gerada pode ser calculada pela expressão $P = V \times I$, conforme demonstram Reyna et al. (2020).

Além dos aspectos físicos, as propriedades da água também interferem no desempenho dos sistemas de microgeração. Estudos como os de Reyna et al. (2020) e Scremim (2025) apontam que fatores como densidade,

quantidade de íons dissolvidos e condutividade elétrica influenciam diretamente a eficiência da conversão energética. No presente estudo, isso foi analisado por meio da comparação entre água doce, água salgada e água reaproveitada, conforme proposta central da pesquisa.

Souza et al. (2022) e a Reuters (2024) destacam ainda que o futuro energético depende da diversificação das fontes e da descentralização da produção, o que reforça a relevância da microgeração como solução sustentável e inovadora. A ONU (2015) e a CNBB (2025) também defendem o uso responsável da água e das tecnologias que promovam equilíbrio entre progresso e preservação ambiental, alinhando a microgeração aos princípios de sustentabilidade e educação ambiental.

Dessa forma, constata-se que a microgeração hidráulica integra conceitos da Física, sustentabilidade e tecnologia, aproximando teoria e prática. Além de ser uma alternativa viável, representa uma prática educativa significativa, que promove consciência ambiental, pensamento investigativo e compreensão crítica sobre o uso dos recursos naturais.

METODOLOGIA

O estudo teve caráter experimental e exploratório, desenvolvido em ambiente escolar, com o intuito de promover a aprendizagem prática dos conceitos físicos relacionados à geração de energia. O microgerador foi construído com materiais recicláveis, incluindo prato plástico, colheres plásticas, palitos de picolé e um pequeno motor elétrico. O sistema funcionou pela ação da água sobre as pás, gerando rotação e, consequentemente, energia elétrica, conforme apresentado na figura 01.

:

Figura 01. Estrutura do microgerador hidráulico construído com materiais recicláveis



Fonte: (Autores, 2025)

Foram utilizadas três amostras de água: doce, salgada e reaproveitada. A variável independente foi o tipo de água, enquanto as variáveis dependentes foram a tensão (V) e a corrente (I). Cada amostra foi submetida a três testes consecutivos, sob condições semelhantes de fluxo e volume de água.

As medições foram realizadas com multímetros digitais, e a potência foi calculada pela expressão $P = V \times I$, conforme Reyna et al. (2020). Os resultados foram organizados em tabelas e comparados de acordo com as propriedades físico-químicas de cada amostra, analisando a influência da densidade e da condutividade elétrica no desempenho do sistema.

A metodologia seguiu uma abordagem científica, unindo observação, registro, cálculo e análise de dados, em consonância com os princípios da educação científica defendidos pela ONU (2015) e pela CNBB (2025).

RESULTADOS E ANÁLISES

Os experimentos revelaram pequenas diferenças na eficiência de geração conforme o tipo de água utilizada. A água doce apresentou a maior média de potência elétrica, seguida da água reaproveitada e, por fim, da água salgada.

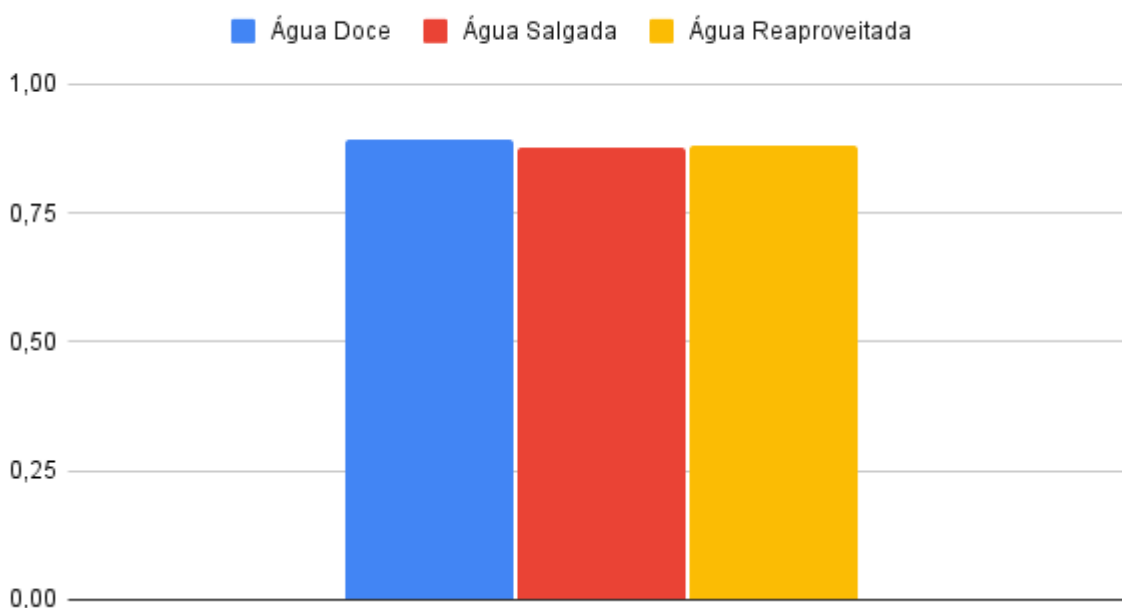
Tabela 01: Potência média gerada por tipo de água

Tipo de Água	Teste 1 (W)	Teste 2 (W)	Teste 3 (W)	Média (W)
Água Doce	0,8918	0,89507	0,8904	0,8924
Água Salgada	0,87583	0,8812	0,8706	0,8758
Água Reaproveitada	0,8843	0,8744	0,8792	0,8793

Fonte: (Autores, 2025)

Figura 02. Gráfico comparativo da potência média gerada por tipo de água

Média da Potência



Fonte: (Autores, 2025)

A análise demonstra que as variações estão relacionadas às propriedades da água. A água doce, com menor quantidade de íons dissolvidos, apresentou fluxo mais uniforme e rotação estável, aumentando a eficiência. Já a água salgada, com alta condutividade e maior densidade, mostrou leve perda de desempenho.

Esses resultados confirmam os estudos de Scremim (2025) e Reyna et al. (2020), segundo os quais a composição da água influencia diretamente a eficiência de conversão energética. Além disso, reforçam a importância da experimentação como método de ensino, aproximando teoria e prática e desenvolvendo habilidades investigativas nos estudantes.

CONCLUSÕES

O presente estudo teve como objetivo analisar a eficiência da microgeração hidráulica utilizando três tipos de água — doce, salgada e reaproveitada — com o intuito de verificar qual delas proporcionaria melhor desempenho na geração de energia elétrica. Paralelamente, buscou-se promover a aprendizagem prática de conceitos físicos e incentivar a reflexão sobre sustentabilidade, uso consciente da água e inovação com baixo custo. Os resultados experimentais confirmaram que a água doce apresentou a maior potência média, seguida pela água reaproveitada e, por último, pela água salgada, demonstrando que as propriedades físico-químicas dos fluidos influenciam diretamente o desempenho do sistema.

Esses resultados validaram o objetivo inicial do estudo, evidenciando que diferentes tipos de água geram variações significativas no rendimento do microgerador. Dessa forma, o trabalho contribuiu para a compreensão de

que fatores como viscosidade, densidade e quantidade de íons presentes no meio influenciam a conversão da energia cinética em energia elétrica, impactando diretamente o desempenho da turbina e a produção de energia.

Além de alcançar os objetivos propostos, o estudo se mostrou relevante do ponto de vista pedagógico, pois permitiu a aplicação prática de conceitos da Física — como energia mecânica, transformação de energia, indução eletromagnética e potência elétrica — aproximando os estudantes da investigação científica e da aprendizagem baseada na experimentação. Esse tipo de abordagem favorece o desenvolvimento de habilidades investigativas, pensamento crítico e autonomia na construção do conhecimento, promovendo uma educação mais significativa e contextualizada.

Do ponto de vista ambiental e sustentável, o projeto reforçou a importância de soluções acessíveis, criativas e ecologicamente responsáveis para a geração de energia, especialmente em contextos educativos e comunitários. A utilização de materiais recicláveis demonstrou que a inovação tecnológica pode estar alinhada à sustentabilidade, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a preservação ambiental.

Como contribuição prática, o experimento demonstrou que sistemas de microgeração hidráulica podem ser adaptados para fins educacionais, laboratoriais e demonstrativos, facilitando o ensino de conceitos científicos e incentivando o desenvolvimento de projetos interdisciplinares. Além disso, apontou que esse tipo de sistema, embora simples, pode ser utilizado para fins didáticos e até mesmo como protótipo para aplicações futuras em contextos de pequeno porte.

Para estudos futuros, sugere-se aprofundar a investigação com variações estruturais do microgerador, analisando diferentes modelos de turbinas, alterações na vazão de água, diferenças de temperatura e possíveis otimizações do design do sistema. Recomenda-se também a integração de sensores, microcontroladores e ferramentas digitais para monitoramento automático dos dados, ampliando o rigor analítico e o potencial pedagógico do experimento.

Conclui-se, portanto, que a microgeração hidráulica, além de tecnicamente funcional, constitui uma importante ferramenta educacional, contribuindo para a compreensão dos fenômenos físicos, a promoção da sustentabilidade e o estímulo à criatividade, à pesquisa e à responsabilidade social.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pela vida, pela sabedoria concedida ao longo deste percurso e pela força que nos sustentou durante todas as etapas deste projeto.

Ao Colégio Scalabriniano Nossa Senhora Medianeira, expressamos nossa sincera gratidão pelo apoio institucional, pela valorização da pesquisa e pelo incentivo à aprendizagem baseada em projetos, que nos permitiu unir teoria e prática de forma enriquecedora.

Estendemos nossos agradecimentos às famílias, que estiveram ao nosso lado durante todo o processo, oferecendo apoio emocional, incentivo e compreensão nos momentos de maior esforço. Sem o apoio familiar, este trabalho não teria sido possível.

Aos colegas de turma e amigos, pela colaboração, pelo companheirismo e pelas contribuições em discussões e trocas de ideias, que tornaram o processo mais leve e coletivo.

A todos os professores e funcionários da escola, que diariamente nos inspiram com seu compromisso com a educação e com a formação integral dos estudantes, deixamos aqui nosso reconhecimento e respeito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CNBB – Conferência Nacional dos Bispos do Brasil. *Campanha da Fraternidade 2025: Cuidar e guardar a criação*. Brasília: CNBB, 2025.

ONU – Organização das Nações Unidas. *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável*. Nova Iorque: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 27 abr. 2025.

QUEIROZ, R. de; GRASSI, P.; LAZZARE, K.; KOPPE, E.; TARTAS, B. R.; KEMERICH, P. D. da C. *Geração de energia elétrica através da energia hidráulica e seus impactos ambientais*. Revista REGET, v. 13, n. 13, p. 2774-2784, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5902/223611709124>.

REUTERS. *Brazil diversifies clean power sources away from hydro*. 2024. Disponível em: <https://www.reuters.com/markets/commodities/brazil-diversifies-clean-power-sources-away-hydro-2024-03-14/>.

Acesso em: 15 ago. 2025.

REYNA, T.; LABAQUE, M.; RIHA, C.; LABAQUE, M.; REYNA, S. *Development of Micro Hydro Turbines as Renewable Energy Applications for Educational Purposes*. Renewable Energy Journal, 2020. Disponível em: <https://www.iahr.org/library/infor?pid=3907>.

SCREMIM, G. *Desenvolvimento e análise de um microgerador hidrelétrico de vórtice*. 2025. TCC (Engenharia Mecânica) – UTFPR, Pato Branco, 2025. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/37488>.

SOUZA, R. O. de; BRIGLIA-FERREIRA, S. R.; FALCÃO, M. T.; OLIVEIRA, S. K. S. de; PEREIRA, S. L. A. *Usina Hidrelétrica nas corredeiras do Bem-Querer?* ResearchGate, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/364323603>.