



## Desenvolvimento e construção de usina hidrelétrica didática para o ensino de física

### Development and construction of a didactic hydroelectric power plant for physics education

Henrique Oliveira Guzman<sup>1</sup>, Prof. Dr. Leandro Herculano da Silva<sup>2</sup>

#### RESUMO

Neste trabalho propomos e construímos uma usina hidroelétrica didática para auxiliar no ensino de física, principalmente dos conceitos abordados pelo eletromagnetismo por meio de verificações experimentais dos fenômenos que descrevem o processo de geração de energia elétrica em tais usinas. O produto educacional desenvolvido apresenta as qualidades de ser portátil, não necessitar de laboratório específico, ter manutenção e modo de operação simplificado e baixo custo de confecção. A parte principal, responsável pela geração de energia foi confeccionada com chapas de acrílicos cortadas no formato desejado através de corte a laser, o que pode ser facilmente encontrado em empresas de comunicação visual, conferindo a acessibilidade em sua construção sem necessidade de elevado conhecimento em usinagem e/ou eletrônica. Além disso, pode ser utilizado para realização de atividades experimentais qualitativas e quantitativas, relacionando as grandezas físicas que podem ser medidas como a vazão e o volume de água utilizado. Acreditamos que este produto pode ser utilizado para atividades de divulgação científica no ensino superior e no ensino médio bastando apenas a criação de uma sequência didática adequada ao nível pretendido.

**PALAVRAS-CHAVE:** Eletromagnetismo; Experimento; Hidroeletrica

#### ABSTRACT

In this work, we propose and construct a didactic hydroelectric power plant to assist in the teaching of physics, particularly the concepts covered by electromagnetism through experimental verifications of the phenomena that describe the process of electrical energy generation in such power plants. The educational product developed possesses the qualities of being portable, not requiring a specific laboratory, having simplified maintenance and operation, and low manufacturing cost. The main part responsible for energy generation was made from acrylic sheets cut into the desired shape using laser cutting, which can be easily found in visual communication companies, making it accessible for construction without the need for extensive machining and/or electronics knowledge. Furthermore, it can be used for qualitative and quantitative experimental activities, relating physical quantities that can be measured, such as flow rate and the volume of water used. We believe that this product can be used for scientific outreach activities, in higher education, and in secondary education, requiring only the creation of a suitable didactic sequence for the intended level

**KEYWORDS:** Electromagnetism; Experiment; Hydroelectric.

#### INTRODUÇÃO

Dada a importância da energia elétrica para a sociedade, o fato de que no Brasil cerca de 57% da matriz energética é obtida a partir de hidrelétricas (ENERGÉTICA, s.d.), junto a necessidade

<sup>1</sup> Bolsista da UTFPR). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: [henriqueguzman@alunos.utfpr.edu.br](mailto:henriqueguzman@alunos.utfpr.edu.br). ID Lattes:

<sup>2</sup> Docente no Curso de Física/DAFIS/Programa. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, Paraná, Brasil. E-mail: [herculano.utfpr@gmail.com](mailto:herculano.utfpr@gmail.com). ID Lattes: <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?metodo=apresentarid=K4256453J2>.



# XIII Seminário de Extensão e Inovação XXVIII Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica da UTFPR

Ciência e Tecnologia na era da Inteligência Artificial: Desdobramentos no Ensino Pesquisa e Extensão  
20 a 23 de novembro de 2023 - Campus Ponta Grossa, PR



SEI-SICITE  
2023

de atividades que estimulem os alunos, dentre os diversos mecanismos didáticos disponíveis a experimentação é sem dúvida o que mais induz curiosidade e motivação, além de gerar engajamento dos estudantes possibilitam demonstrar os fenômenos estudados de modo teórico e suas aplicações (ARAÚJO; ABIB, 2003), apresentamos a proposta de construção de uma usina hidrelétrica didática de modo que alunos e professores possam além de visualizar obter valores de grandezas físicas e melhorar o aprendizado dos fenômenos físicos relacionados com a geração de energia.

## OBJETIVO

O objetivo principal é a construção de uma usina hidrelétrica didática para ser utilizada como ferramenta para compreensão do funcionamento deste método de geração de energia. Considerando objetivos específicos temos a confecção da usina de modo que possa ser transportada e usada em salas de aula convencionais, possibilitar que valores de grandezas como tensão, corrente e vazão possam ser determinados e adicionar um conjunto de componentes elétricos e eletrônicos que possibilitem realizar a conversão de corrente alternada para corrente contínua.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A tabela (1) apresenta a lista dos principais materiais utilizados para confecção da usina hidrelétrica didática.

**Tabela 1 – Lista dos principais materiais utilizados para confecção da usina hidroelétrica didática.**

Item	Descrição	Quantidade
1	Chapa de acrílico transparente com 4 mm de espessura ( $m^2$ )	1
2	Bomba de água 1/2 CV 127V	1
3	Cano de PCV branco 20 mm (m)	1
4	Ímã de neodímio ( $20 \times 5$ )mm	8
5	Bobina de cobre	2
6	Borne banana	2
7	Arduno UNO	1
8	Display LCD 16x2	1
9	Sensor de fluxo de água YF-S201	1
10	Fonte 127/220VAC - 12VDC/1A	1
11	Rolamentos de Esferas 8x19x6mm	2
12	Registro esfera PVC soldável 20 mm	1

Além dos materiais descritos na tabela (1), foram utilizados cola para acrílico, parafusos M3x30 mm cabeça panela, cabo pp 1 mm, tomada, plugue macho para ligar a bomba de água e cabos banana-banana. As bobinas de cobre (item 5 da tabela 1) foram obtidos de motores de ventilação de fornos de microondas com defeito.

## MONTAGEM DA USINA

O sistema principal é formado pela turbina e a caixa que a contém, para confeccioná-los foram utilizados chapas de acrílico cortadas por uma máquina de corte a laser. Para o desenho foi utilizado o software Inkscape. A figura (1) apresenta uma representação esquemática, contendo a descrição das principais partes que compõem a usina hidroelétrica didática.

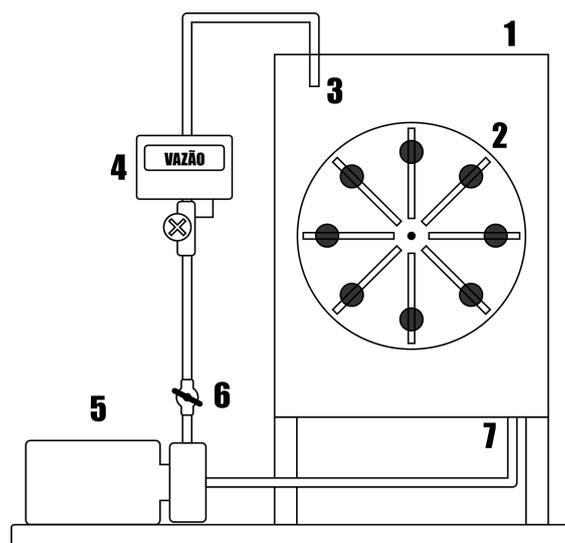


Figura 1 – Representação esquemática da usina hidroelétrica didática (vista frontal). (1) reservatório de água e contenção da turbina. (2) turbina com ímãs de neodímio e 8 pás. (3) entrada do fluxo de água. (4) medidor de vazão. (5) bomba de água. (6) registro esfera. (7) saída de água. Fonte: autoria própria (2023).

A unidade de geração da usina foi confeccionada como uma “roda-de-água” usando chapa acrílica contendo oito pás, esta sofre o torque exercido pelo fluxo de água gerado pela bomba e gira em torno do seu próprio eixo. A turbina é fixada dentro de uma caixa de acrílico contendo orifícios para entrada e saída da água e em uma das paredes externas foram fixadas as bobinas. A produção do campo magnético é realizada por meio da fixação, em um dos lados da turbina, de oito ímãs de neodímio igualmente espaçados de forma que o movimento da turbina produz campo magnético variável na região da bobina (2).

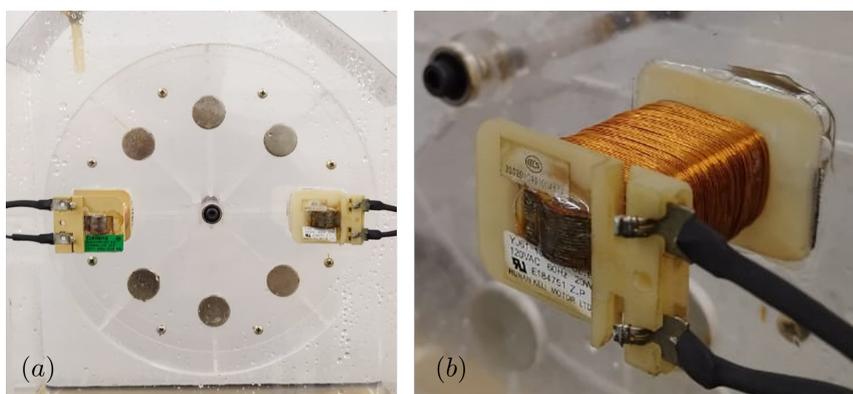


Figura 2 – (a) Fotografia da turbina contendo os ímãs e (b) uma das bobinas responsáveis pela geração de energia. Fonte: Autoria própria (2023).



O reservatório responsável por “armazenar” a energia potencial gravitacional foi substituído pela ação de uma bomba de água cuja vazão pode ser ajustada por meio de um registro esfera. A medida dos valores de vazão foi realizada por meio da confecção de uma sistema usando a plataforma Arduino UNO, um display LCD e um sensor de fluxo de líquidos instalado em série com o registro esfera conforme mostrado na figura (3). O código de programação utilizado esta em (DIGEST, s.d.).



Figura 3 – Fotografia do sistema de medida de vazão conectado em série com o registro esfera, responsável por regular a a vazão. Fonte: Autoria própria (2023).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura (4) apresenta a fotografia da usina hidroelétrica didática finalizada.

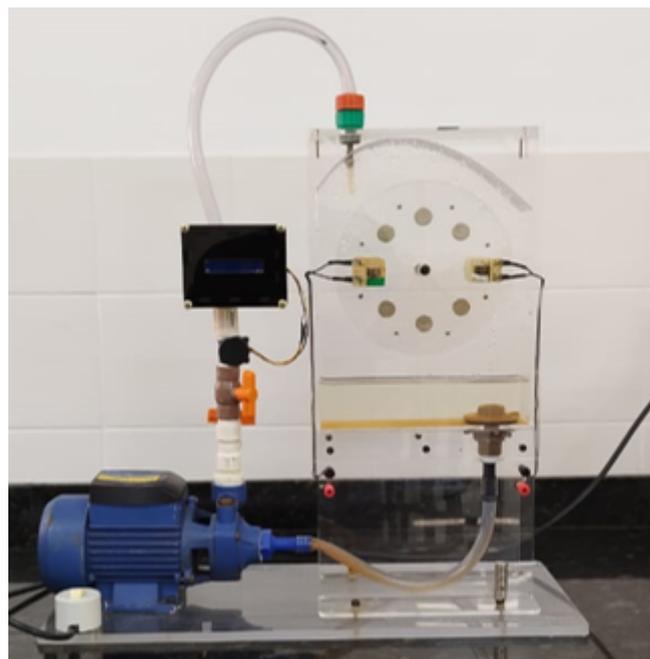


Figura 4 – Fotografia da usina hidroelétrica didática finalizada. Fonte: Autoria própria (2023).

A “visualização” da geração de energia pode ser realizada por diferentes métodos, como por

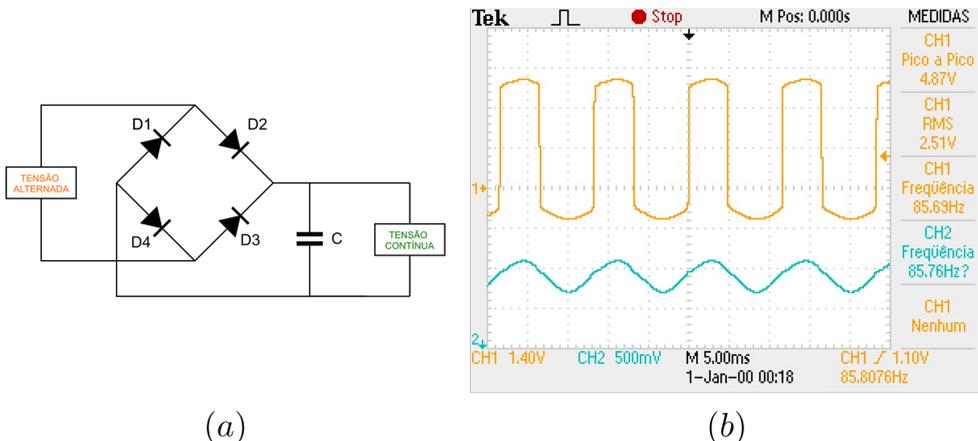
exemplo, conectando um diodo emissor de luz, um medidor de tensão (multímetro) ou um osciloscópio. A utilização de um osciloscópio é a que pode fornecer maiores informações envolvidas no processo, assim é possível calcular dentre outras grandezas a frequência ( $f$ ), período ( $\tau$ ), tensão pico-a-pico ( $V_{pp}$ ), tensão quadrática média ( $V_{rms}$ )<sup>1</sup>.

Foi utilizado um osciloscópio digital (Tektronix, TDS-1001B) conectando-o aos terminais das bobinas. A tabela (2) apresenta os valores destas grandezas para três diferentes valores de tensão.

**Tabela 2 – Valores de tensão pico-a-pico ( $V_{pp}$ ), tensão quadrática média ( $V_{rms}$ ) e frequência para três valores de vazão.**

Vazão $L/min$	$V_{pp}$ $V$	$V_{rms}$ $V$	Frequência $Hz$
0,4	2,06	0,68	9,9
2,4	2,92	1,69	24,8
4,0	7,25	2,53	36,0

Outro interessante aspecto que pode ser abordado com o produto educacional proposto é a transformação da tensão alternada produzida pela usina em uma tensão contínua usando ponte retificadora, esta é um circuito eletrônico formado por diodos e capacitores montados de tal forma que conseguem converter a corrente elétrica alternada em corrente elétrica contínua, conforme mostrado na figura (5a).



**Figura 5 – (a) Representação de um circuito eletrônico formado por quatro diodos ( $D_i$ ) e um capacitor ( $C$ ), conhecido como ponte retificadora. (b) Captura de tela do osciloscópio medindo a tensão de saída da usina hidroelétrica didática (cor alaranjado) e tensão de saída na ponte retificadora (cor verde). Fonte: Autoria própria (2023).**

A tabela (3) apresenta os valores e tensão pico-a-pico, tensão quadrática média, vazão, frequência e tensão ( $V_{cc}$ ) e corrente ( $I_{cc}$ ) contínua com saída da ponte retificadora conectada a um LED.

<sup>1</sup> RMS do inglês *Root Mean Square*.



Tabela 3 – Valores de tensão pico-a-pico ( $V_{pp}$ ), tensão quadrática média ( $V_{rms}$ ), tensão contínua ( $V_{cc}$ ) e corrente contínua ( $I_{cc}$ ).

Vazão $L/min$	$V_{pp}$ $V$	$V_{rms}$ $V$	Frequência $Hz$	$V_{cc}$ $V$	$I_{cc}$ $mA$
4,0	4,87	2,51	85,0	2,85	8,2

## CONCLUSÃO

Concluimos que o produto educacional desenvolvido e construído durante a realização do programa de iniciação científica apresenta portabilidade, não necessita de ambiente específico para sua utilização e possui facilidade de operação. Os materiais utilizados são facilmente encontrados no mercado nacional. Embora não seja possível estipular um valor absoluto para o custo de produção pois os componentes foram comprados em períodos diferentes, as estimativas mais recentes conferem um valor de aproximadamente R\$ 630,00 para sua confecção. Os resultados foram obtidos com o intuito de verificar o funcionamento da usina e não determinar as possíveis atividades experimentais que podem ser realizadas cabendo ao professor desenvolver e testar as sequências didáticas que julgar mais adequadas à turma e ao nível de ensino ao qual será aplicado.

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer a UTFPR (universidade tecnológica federal do Paraná) pela a oportunidade de realizar o trabalho, juntamente o professor Leandro Herculano, a professora Elizandra Sehn e a equipe do laboratório de Física que auxiliou a montagem a usina hidroelétrica.

## Conflito de interesse

Não há conflito de interesse

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, MAURO SÉRGIO TEIXEIRA DE; ABIB, MARIA LÚCIA VITAL DOS SANTOS. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176–194, 2003.

DIGEST, CIRCUITO. **Measuring water Flow Rate and Volume using Arduino and Flow Sensor**. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/arduino-based-water-flow-sensor>. Acessado em: 23/05/2023.

ENERGÉTICA, EMPRESA DE PESQUISA. **Matriz energética e elétrica**. [S.l.: s.n.]. Disponível em: [www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica](http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica). Acessado em: 23/05/2023.