

Submitted: Feb 16th, 2024

Approved: Mar 22th, 2024

Geração de energia com fonte alternativa – o uso de rodas d'água para geração em propriedades no campo

Energy generation with alternative source – the use of water wheels for generation in rural properties

Generación de energía alternativa: uso de ruedas hidráulicas para generar energía en fincas rurales

Alyson Barbosa Schanan

Bacharelado em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)

Instituição: Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)

Endereço: Curitiba, Paraná, Brasil

E-mail: alyson83927@unifatecpr.com.br

Asael Gonçalves Dos Santos

Bacharelado em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)

Instituição: Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)

Endereço: Curitiba, Paraná, Brasil

E-mail: asael23927@unifatecpr.com.br

Pedro Romão Guimarães

Bacharelado em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)

Instituição: Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)

Endereço: Curitiba, Paraná, Brasil

E-mail: pedro94835@unifatecpr.com.br

João Paulo Perbiche

Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Eletrônica pela Universidade Federal do Paraná.

Instituição: Centro Universitário de Tecnologia de Curitiba (UNIFATEC)

Endereço: Curitiba, Paraná, Brasil

E-mail: joao.perbiche@unifatecpr.com.br

RESUMO

A busca por fontes de energia renovável e sustentável tornou-se uma prioridade global diante dos desafios energéticos e ambientais que enfrentamos atualmente. Entre as várias formas de energia renovável, a energia hidráulica destaca-se como uma das mais antigas e confiáveis. Dentro desse contexto, desenvolvemos um protótipo de uma roda d'água de baixo custo, utilizando de materiais reaproveitados, adaptamos-os a uma instalação em que foi possível gerar de energia capaz de alimentar o circuito de iluminação de uma pequena residência. Os testes e medições demonstraram serem satisfatórios e seguros,

tornando uma aplicação viável e promissora em áreas rurais. Concluindo-se que a roda d'água é uma alternativa viável, funcional e promissora especialmente em áreas remotas.

Palavras-chave: energia, renovável, sustentabilidade.

ABSTRACT

The search for renewable and sustainable energy sources has become a global priority in the face of the energy and environmental challenges we face today. Among the various forms of renewable energy, hydropower stands out as one of the oldest and most reliable. Within this context, we developed a prototype of a low-cost water wheel, using reused materials, we adapted them to an installation in which it was possible to generate energy capable of powering the lighting circuit of a small residence. The tests and measurements have been shown to be satisfactory and safe, making it a viable and promising application in rural areas. In conclusion, the water wheel is a viable, functional and promising alternative, especially in remote areas.

Keywords: energy, renewable, water.

RESUMEN

La búsqueda de fuentes de energía renovables y sostenibles se ha convertido en una prioridad mundial dados los retos energéticos y medioambientales a los que nos enfrentamos hoy en día. Entre las diversas formas de energía renovable, la hidráulica destaca como una de las más antiguas y fiables. En este contexto, desarrollamos un prototipo de rueda hidráulica de bajo coste, utilizando materiales reutilizados y adaptándolos a una instalación en la que era posible generar energía capaz de alimentar el circuito de iluminación de una pequeña vivienda. Las pruebas y mediciones resultaron satisfactorias y seguras, lo que la convierte en una aplicación viable y prometedora en zonas rurales. La conclusión es que la rueda hidráulica es una alternativa viable, funcional y prometedora, especialmente en zonas remotas.

Palabras clave: energía, renovable, sostenibilidad.

1 INTRODUÇÃO

A roda d'água é uma tecnologia de 3.000 a.C, com uma história que remonta a antiga Grécia (—Water wheels|, 2024). Seu papel na história foi marcante, inicialmente como instrumento fundamental para a moagem de grãos em moinhos e, posteriormente, como precursora da geração de energia hidrelétrica. Apesar de sua antiguidade, a roda d'água permanece relevante nos dias de hoje como uma fonte de energia renovável, eficiente e ambientalmente amigável.

Esta pesquisa tem como objetivo explorar o potencial da roda d'água como uma forma de energia sustentável no contexto atual. Ao examinar seu funcionamento,

aplicações modernas, benefícios e desafios, busca-se fornecer uma visão abrangente sobre essa tecnologia e seu papel na transição para uma matriz energética mais limpa e diversificada.

Ao longo deste estudo, serão abordados diferentes aspectos relacionados à roda d'água, desde sua história e princípios de funcionamento até suas aplicações práticas e impacto ambiental. Além disso, serão analisadas as perspectivas futuras dessa tecnologia, considerando seu potencial de crescimento e inovação em um mundo cada vez mais consciente da necessidade de soluções energéticas sustentáveis (DECKER, 2013).

Por meio dessa pesquisa, espera-se contribuir para o conhecimento e a compreensão da roda d'água como uma alternativa viável e valiosa na busca por um futuro energético mais sustentável e resiliente.

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo desta pesquisa é explorar o potencial da roda d'água como uma fonte de energia renovável e sustentável. Para atingir esse objetivo, foram desenvolvidas algumas etapas para se obter o êxito nesta pesquisa.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- **Análise do Funcionamento da Roda d'Água:** Foram estudados as aplicações históricas e atuais da roda d'água, seus tipos e construções para diferentes ambientes e necessidades.
- **Revisão da Literatura Histórica e Tecnológica:** Estudo relacionado ao passado e evolução do equipamento em relação à geração energética, tanto em grandes hidroelétricas, como em pequenos geradores.
- **Estudo das Aplicações Modernas:** Análise das aplicações modernas da roda d'água, incluindo sua utilização na geração de eletricidade em pequena escala, sistemas de irrigação sustentável, estabilização de redes de água e outras áreas relevantes.
- **Avaliação dos Benefícios e Desafios:** Análise em relação ao custo-benefício e a questão esforço-resultado para a construção de um equipamento com essa funcionalidade e com o tipo de ambiente necessário para a sua implementação.

- Construção e Aplicação de uma Roda D'Água: Construção em área rural de um protótipo, para a energização de uma pequena casa sem acesso ao Sistema Elétrico de Potência.

4 METODOLIGIA

O projeto se dividiu em duas partes: Desenvolvimento (estudo da história do equipamento e suas aplicações, e desenvolvimento do projeto), e Aplicação (ida para campo para a construção da roda d'água, testes e medições).

4.1 DESENVOLVIMENTO

A primeira parte contou com o estudo do equipamento a ser implementado, do ambiente onde seria aplicado e projeto elétrico.

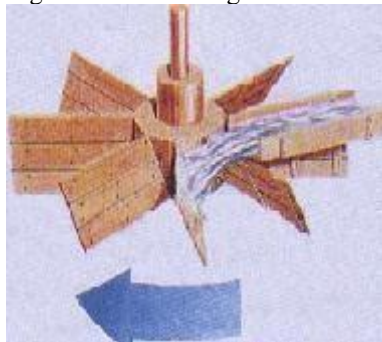
4.1.1 Equipamento

Rodas D'Água sempre tiveram a função de produzir energia, seja elétrica (hidroelétricas) ou mecânica (moinhos), com uma estrutura simples contando apenas com uma base que se encaixa no eixo central da roda, e algumas pás ou baldes conectados na estrutura principal.

Sua história se deu início na Grécia Antiga, sendo o primeiro registro feito pelo engenheiro Vitruvius 3.000 a.C (MUSEU WEG. Historia da roda d'água sua importancia para o desenvolvimento. Disponível em: <https://museuweg.net/blog/historia-da-roda-dagua-e-sua-importancia-para-nosso-desenvolvimento/>). Quando surgiu seu objetivo era a moagem de grãos, irrigação de lavouras e o fornecimento de água potável para as aldeias.

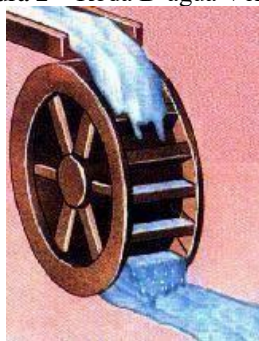
Existem três tipos de rodas, conforme demonstrado na Figura 1, a roda horizontal em que a força da água por um aqueduto gira o equipamento, conforme demonstrado na Figura 2, a roda vertical em que a força gravitacional junto da força da água giram o equipamento e também, conforme Figura 3 a roda vertical inferior em que a roda é posicionada em um rio, e o próprio fluxo do rio gira o equipamento.

Figura 1 – Roda D'água Horizontal



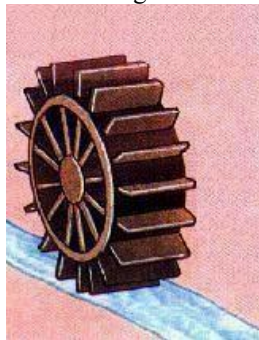
Fonte: <http://www.cepa.if.usp.br/>, 1999.

Figura 2 – Roda D'água Vertical



Fonte: <http://www.cepa.if.usp.br/>, 1999.

Figura 3 – Roda D'água Vertical Inferior



Fonte: <http://www.cepa.if.usp.br/>, 1999.

4.1.2 Ambiente

O ambiente escolhido é muito importante para a construção da roda, pois influenciará diretamente no seu desempenho. A escolha do nosso local de aplicação levou em consideração a necessidade de energização de uma casa em uma zona rural, que por estar próxima a um rio, conforme norma Pedido de Ligação à COPEL, foi negado impossibilitando a conexão ao Sistema Elétrico de Potência (SEP) próximo de áreas de possível desastre ambiental, no caso, a cheia da nascente do rio.

A casa fica em Dr. Ulysses, município de Cerro Azul (aproximadamente 15 km). Conforme Figura 4 nota-se que a distância da casa até a nascente do Rio Turvo utilizada é de 73,33 metros.

Figura 4 - Distância entre casa e nascente

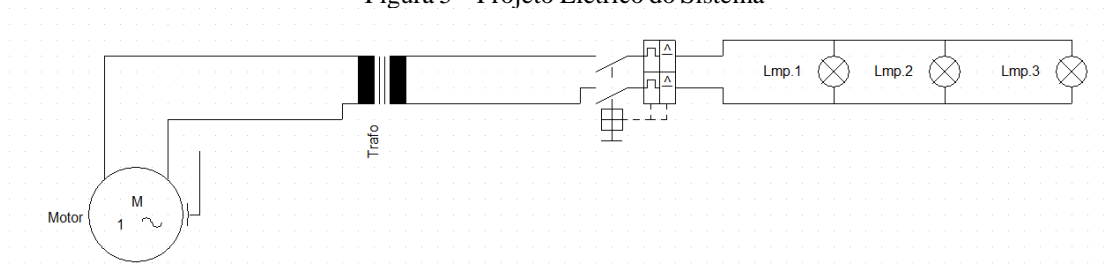


Fonte: www.google.com.br/maps/, 2024.

4.1.3 Projeto elétrico

O projeto desenvolvido foi bem simplificado, pensando em custos e na potência demandada pela casa. Foi pensado em um sistema que conta com um motor ligado ao eixo da roda, um transformador próximo ao cliente final, um disjuntor e as três lâmpadas que atualmente compõe a rede elétrica da casa conforme projeto na Figura 5.

Figura 5 – Projeto Elétrico do Sistema



Fonte: Os autores, 2024.

O motor escolhido para o protótipo de campo foi um Servo Motor AC da Panasonic com RPM máximo de 3000 rotações por minuto e saída máxima de 0,75 kW.

O transformador foi selecionado de acordo com a vazão da nascente, pois era esperado que o motor não conseguisse gerar uma potência alta com a corrente atual do rio, então preferimos por um transformador de 12/220 V , que possibilitou uma elevação de tensão necessária para a energização do sistema.

A Tabela 1 demonstra os valores dos equipamentos utilizados, para demonstrar a economia por usar equipamentos de descarte, levando em consideração, que os valores de mercado foram retirados do mesmo local, com exceção do motor que é um equipamento industrial.

Tabela 1 - Valores e Gastos de Equipamentos

Equipamento	Valor	Valor Gasto
Motor	R\$ 12.959,05	NA
Transformador*	R\$ 51,17 – R\$ 752,76	NA
Lâmpadas	R\$ 23,07 (R\$ 7,69 x 3)	R\$ 23,07
Condutor (100 m)*	R\$ 179,90 – R\$ 927,28	NA
Total	R\$ 13.213,14 – R\$14.662,16	R\$ 23,07

*Valores variam conforme aplicação específica e marca

4.2 APLICAÇÃO EM CAMPO

A roda que foi construída foi com o menor custo possível, reutilizando materiais e objetos que não são destinados para este uso. O motor, o transformador e os condutores foram pegos em um descarte de indústria, foi escolhida uma roda de bicicleta infantil, um cano de PVC e uma escada de beliche para a estrutura.

Os materiais escolhidos levam em conta de ser um protótipo, podendo sofrer alterações conforme a definição do projeto.

4.2.1 Preparação

Com a escolha da nascente, foi feita uma limpeza na área de construção e um encanamento para direcionar o fluxo da água e criar uma queda necessária para aumento de força sobre as pás, resultado demonstrado na Figura 6.

Figura 6 – Nascente Represada



Fonte: Os autores, 2024.

A estrutura principal contou com cortes feitos a cada 72° na roda de bicicleta, para encaixar as pás feitas de cano de PVC 50mm . O apoio para rotação foi feito com um cano de PVC 20mm que gerou menos atrito, sendo fixado no centro da roda e no eixo do motor. O suporte foi feito com a escada de beliche, em que houve o encaixe do apoio de rotação com dois ganchos previamente existentes, a Figura 7 demonstra a estrutura instalada e em funcionamento.

Após a montagem da estrutura construiu-se um suporte para o motor próximo ao local da construção, sendo esse ligado por condutor de cobre ao transformador instalado dentro da casa. Internamente a casa, executou-se a ligação da saída do transformador ao circuito de iluminação.

Figura 7 – Estrutura Completa



Fonte: Os autores, 2024.

4.2.2 Testes e medições

Com a conclusão da construção, a estrutura foi deixada a teste de resistência por 3 horas, tendo resultado satisfatório. Após o teste de estrutura, foram iniciadas as medições no motor e na saída do disjuntor.

4.2.2.1 Motor

As medições no motor variaram entre 2,5 V e 4 V conforme Figura 8, dependendo do carga do sistema. A queda de tensão gerada pelo condutor foi quase zero, fazendo com que a entrada do transformador contenha a variação entre 2,5 V e 4V gerando potência suficiente para alimentação do sistema.

Figura 8 – Medição no Motor



Fonte: Os autores, 2024.

Uma segunda nascente com vazão maior foi estudada, porém, no dia da montagem havia peixes no local, gerando um conflito entre o objetivo do projeto em andar de acordo com as questões ambientais. Foi explicado pelo dono da propriedade, que foi apenas a segunda vez em que peixes apareceram naquele ponto do rio, concluindo que a causa havia sido uma chuva forte ocorrida dias antes que aumentou a correnteza e carregou os peixes para lá, sendo assim, optamos pela experimentação na nascente com menor vazão para a montagem e medição do equipamento.

4.2.2.2 Transformador

Na saída do transformador, as medições variaram entre 54 V e 60 V conforme Figura 9. Ainda não se torna uma tensão ideal para o funcionamento de um sistema mais complexo, porém, a potência foi mais do que o suficiente para a alimentação da iluminação.

Figura 9 – Medição na Saída do Transformador



Fonte: Os autores, 2024.

Conforme dito no tópico anterior, a troca da nascente pode gerar mais tensão em relação aos resultados coletados. Conforme Tabela 2, são demonstrados os resultados esperados em relação à transformação da tensão. Sendo V a tensão gerada pela roda, e V_s a tensão no secundário no transformador.

Tabela 2 – Relação de Entrada e Saída de Tensão do Sistema

V	V_s
2,5 V	45 V
3 V	55 V
3,5 V	64 V
4 V	73 V

Fonte: os autores

Nota-se que houve perdas nos enrolamentos do transformador, não gerando a tensão máxima esperada. Espera-se que com uma geração concreta, e com vazão superior, a perda de tensão nos enrolamentos se torne mínima ou quase zero, fazendo assim, que o sistema se torne sustentável e eficiente.

O equipamento sofrerá alterações, para que futuramente seja possível a instalação de eletrodomésticos na casa, sem risco de oscilação nos valores de tensão e corrente. Nota-se que o objetivo do projeto ter baixo custo permanecerá.

5 CONCLUSÃO

Após pesquisa e execução do projeto, conclui-se que é possível e viável a construção de um gerador de energia com base no movimento da água. Sendo usado apenas o descarte de indústria e materiais que estavam indo para o lixo na construção, diminuindo para praticamente zero o custo de projeto. Em casos de estrutura elétrica simples, não se encontra necessária um maquinário grande para a geração, desde que tenha a fonte do movimento da água próxima do lado carga.

O projeto englobou um ambiente com pouca vazão de água e materiais simples, mesmo assim, gerando energia para alimentar um sistema completo de iluminação, podendo ser ampliado conforme a melhoria da captação energética. Então, a aplicabilidade de um gerador como esse é comprovada até hoje, principalmente em áreas em que grandes companhias não chegam por conta de normas regulamentadoras e normas internas.

Concluimos que a implementação de uma roda d'água para geração de energia em áreas rurais é uma solução viável e eficaz, especialmente em regiões com recursos hídricos abundantes. A análise técnica e econômica realizada ao longo deste estudo demonstrou que, além de contribuir para a diversificação das fontes energéticas, a roda d'água pode ser uma alternativa sustentável e de baixo custo para suprir as necessidades energéticas locais, promovendo a independência energética e a redução dos custos com eletricidade. Além disso, sua instalação pode gerar benefícios sociais e econômicos, ao proporcionar energia para pequenas propriedades agrícolas, melhorar a qualidade de vida das comunidades rurais e impulsionar o desenvolvimento local. Portanto, a utilização de tecnologias como a roda d'água, alinhada à gestão adequada dos recursos naturais, se configura como uma estratégia promissora para a promoção da sustentabilidade e do desenvolvimento rural.

Junto com o projeto, foi notável a diferença em relação a custos e materiais em relação a outras formas de geração de energia. Mesmo com materiais recicláveis e um gasto baixo para a construção foram satisfatórios os resultados do projeto, tanto em relação a gastos, dificuldade de montagem e medições realizadas.

REFERÊNCIAS

História da roda d'água e sua importância para nosso desenvolvimento - Blog com Ciência. Disponível em: <<https://museuweg.net/blog/historia-da-roda-dagua-e-sua-importancia-para-nosso-desenvolvimento/>> . Acesso em: 15 nov. 2024.

DECKER, K. D. Power from the Tap: Water Motors. Disponível em:<<https://solar.lowtechmagazine.com/2013/09/power-from-the-tap-water-motors/>>. Acesso em: 1 mai. 2024.

Water wheels. Disponível em: <<https://www.notechmagazine.com/category/water-wheels>>. Acesso em: 1 mai. 2024.