

Gerador elétrico construído com materiais de baixo custo e aproveitamento de potencial gravitacional hidráulico

Electric generator built with low-cost materials and the use of hydraulic gravity capacity

Thaís de Oliveira Corrêa¹, Beethoven Gabriel Xavier Alves², Marcos Fernandes-Sobrinho³

RESUMO: A energia elétrica representa essencial importância para o desenvolvimento socioeconômico de uma nação. Nesse contexto, as quedas d'água de pequeno e de médio porte surgem como possível solução para minimizar problemas socioambientais. O objetivo geral deste trabalho é apresentar e considerar a importância do aproveitamento de energia potencial gravitacional hídrico disponível em pequenas propriedades rurais e sua implantação a partir de materiais recicláveis e a baixo custo. Para isso, desenvolveu-se uma roda d'água reutilizando materiais descartados, para geração de energia elétrica. O mecanismo construído foi capaz de produzir energia elétrica. Para melhoria do dispositivo pode-se buscar alternativas para aumentar a velocidade dentro do sistema.

Palavras-chave: Construção de gerador elétrico de baixo custo. Energia renovável. Fontes alternativas de energia elétrica. Materiais recicláveis. Reúso de materiais.

ABSTRACT: Electricity is an important factor in the country's social and economic development. Small and medium-sized water falls are a possible solution to minimize socio-environmental problems. Current study investigates the importance of using water's gravitational potential energy available in small rural properties and their implementation from low-cost recyclable materials. A water wheel was developed with waste materials for the generation of electricity. The mechanism produced electricity and its improvement may reveal alternatives to increase the speed within the system.

Keywords: Alternative sources of electric energy. Construction of low-cost electric generator. Recycled material. Renewable energy. Reuse of materials.

Autor correspondente:

Thaís de Oliveira Corrêa: thaisocorrea@outlook.com

Recebido em: 10/11/2019

Aceito em: 29/08/2020

INTRODUÇÃO

O aumento da demanda por energia elétrica e as conseqüentes pressões relacionadas à utilização de fontes de energia limpas e sustentáveis, e de como obtê-las, têm promovido avanço no campo das energias sustentáveis e fontes alternativas (SOSNOSKI, 2015).

Diferentemente das grandes usinas hidrelétricas, cujo desenvolvimento está associado à construção de grandes barragens, as PCHs, por serem de menor porte, têm como vantagem principal uma maior simplicidade na concepção e na operação. Esses empreendimentos geralmente não utilizam reservatórios para armazenagem de grandes volumes de água e normalmente operam a fio d'água, permitindo a passagem contínua do rio com uma capacidade nominal estável (ARDIZZON, 2014).

Atualmente, as PCH fazem parte das fontes alternativas de energia renovável, juntamente com as fontes de energia eólica, fotovoltaica e a partir de biomassa (EPE, 2014). As fontes alternativas contribuem para a diversificação

¹ Discente do Programa de Pós-graduação Stricto sensu em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis (GO), Brasil.

² Docente Substituto do Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Anápolis (GO), Brasil.

³ Docente credenciado e permanente em Programas de Pós-graduação Stricto sensu junto ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano) e à Universidade Federal de Catalão (UFCat), Brasil.

da matriz elétrica e para a segurança energética do país, além de solucionarem as demandas de energia elétrica locais, por configurarem plantas de geração distribuída (LOPES, 2015).

As atividades relacionadas à geração de resíduos têm crescido em importância e abrangência. A utilização de recursos renováveis e não renováveis, bem como as atividades de coleta e reciclagem fazem parte dessa busca contínua para diminuir os impactos ambientais. É preciso produzir com sustentabilidade. Considerando os critérios de sustentabilidade na indústria de polietileno tereftalato (PET), a utilização de recipientes e o consumo de água passam a ter papel importante e merecem ser estudados de forma mais detalhada. No Brasil, o consumo anual em 2015 foi de aproximadamente 15 bilhões de litros, o que equivale a 75,1 litros.habitante⁻¹.ano⁻¹ (ABIR, 2016).

No estudo realizado pelo Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA) há a indicação de que o país perde anualmente R\$ 8 bilhões por enterrar materiais que poderiam ser recicláveis ou reutilizáveis aptos a voltar à produção industrial. Além dos aspectos econômicos, a reutilização economiza recursos naturais, como a água, além de proporcionar o uso racional de energia e menor emissão de gases do efeito estufa (CEMPRE, 2013).

Entre os aspectos que podem motivar concomitantemente o governo, as empresas e a sociedade a promoverem atividades de reutilização dos resíduos poliméricos contidos nos resíduos sólidos urbanos, destacam-se a economia de energia, a preservação de fontes esgotáveis de matéria-prima, a redução de custos com disposição final do resíduo, a economia com a recuperação de áreas impactadas pelo mau acondicionamento dos resíduos, o aumento da vida útil dos aterros sanitários, a redução de gastos com limpeza e saúde pública, e a geração de emprego e renda (SPINACE; PAOLI, 2005). Ao reduzir a extração de matérias-primas e o consumo de energia, a reutilização contribui também para a redução da emissão de gases de efeito estufa associados à geração de energia pela queima de combustíveis fósseis (IBGE, 2015).

Diante dessa perspectiva, este trabalho teve por objetivo confeccionar um modelo de geração de pequenas quantidades de energia reutilizando materiais reciclados e de baixo custo, tendo como justificativa o fato de que a sociedade precisa ter uma consciência em relação às questões ambientais, como também questões que movem a sociedade, como por exemplo, o uso de recursos naturais e a reutilização no desenvolvimento econômico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As quedas d'água de pequeno e médio porte procuram atender demandas próximas aos centros de carga, em áreas periféricas ao sistema de transmissão e em pontos marcados pela expansão agrícola nacional, promovendo o desenvolvimento de regiões remotas do país (ANEEL, 2012, p. 1). De tal forma este projeto foi desenvolvido nas proximidades de Orizona (GO), com altitude de 858 m, longitude 48°18'43,64" O, latitude 16°55'39,53" S, com área de dez metros quadrados disponíveis para a realização do projeto.

Para o desenvolvimento do mecanismo de geração de energia elétrica foi necessário inicialmente obter o potencial hidráulico da localidade e a vazão do fluxo de água que atravessava o mecanismo. Para determinação do potencial hidráulico da localidade foi necessário analisar o desnível entre a máxima altura do nível de água e o local de instalação do mecanismo de geração de energia. Esse desnível foi determinado por meio de uma mangueira de nível. Segundo Santos (2017) o correto nivelamento consiste de uma operação de transportar as referências de nível de um local para outro, tendo a definição de uma determinada altura, estabelecendo, dessa forma, um plano horizontal.

Para analisar a velocidade do fluxo d'água foi utilizado um cronômetro, uma trena e uma esfera de isopor; e, com o auxílio de uma régua, calculou-se a área média da seção transversal do canal onde o fluxo d'água foi submetido.

Para direcionar a água disponível na localidade ao mecanismo de geração de energia foram utilizados os materiais descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Materiais para construção do direcionador de fluxo

Materiais	Quantidade	Especificação
Redução	1	150 mm p/ 100 mm
Curva	1	100 mm
Tubos	4 m	100 mm
Redução	1	100 mm p/ 75 mm
Redução	1	75 mm p/ 50 mm
“Tês”	2	50 mm
Joelhos	2	50 mm
Plugs	3	50 mm
Arame	2 m	2 mm

Fonte: Elaborado pelos autores.

Sendo que os três *plugs* foram manipulados, tendo suas pontas serradas para permitir que os mesmos funcionassem como jatos de água passíveis de serem direcionados ao mecanismo de geração de energia elétrica. Foram utilizados pedaços de arame galvanizado para manter as conexões fixas diante das vibrações causadas pela movimentação da água.

A Tabela 2 descreve os materiais utilizados na confecção do mecanismo de geração de energia que outrora seriam descartados no meio ambiente.

Tabela 2. Descrição dos materiais reciclados para confecção do mecanismo de geração de energia elétrica

Materiais	Quantidade
Vasilhame de amaciante para roupas (2 litros)	21
Carretéis de máquinas de solda	3
Polia	1
Correia	1
Eixo	1
Tubos de 50 mm	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Além desses materiais de descarte, foram necessários os seguintes materiais novos descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Descrição dos materiais novos utilizados na confecção do mecanismo de geração de energia elétrica

Materiais	Quantidade
Rolamentos	2
Parafusos com porca	3
Rebite	6
Arruela	6
Fio duplo	3 m

Fonte: Elaborado pelos autores.

Foram construídas três rodas d'água a partir dos carretéis de plástico e dos fundos das embalagens de amaciante, que foram fixadas por meio de rebites, conforme a Figura 1. Essas rodas d'água foram responsáveis por transformar o deslocamento linear da água em movimento de rotação que, por sua vez, foi transmitido ao alternador, como se segue.



Figura 1. Vistas da roda d'água
Fonte: Autores.

Após adquirido o eixo, foi feito um serviço de rebaixamento no mesmo para ajustá-lo aos rolamentos, com auxílio de um torno. Para ajustar o eixo aos carretéis foi necessário complementar o diâmetro do eixo utilizando-se pedaços de tubulação de esgoto de 50 mm.

810

As três rodas foram colocadas justapostas ao eixo por meio de acoplamento axial, nas extremidades do eixo foram inseridos os rolamentos os quais foram fixados por meio de uma estrutura construída com pedaços de barras soldadas. Nesse mesmo eixo foi fixada, por meio de solda elétrica, uma polia para transmissão de força e potência à correia.

Nessa mesma estrutura foi fixado, por meio de solda e parafusos, o alternador. Esse alternador foi ligado à roda d'água por meio de uma correia, que transmitia o movimento da polia da roda d'água para a polia do alternador, por meio de um acoplamento lateral. No interior do alternador, o movimento de rotação foi transformado em energia elétrica, decorrente da indução eletromagnética.

Os fatores técnicos de dimensionamento do mecanismo de geração de energia são dependentes da altura manométrica, da vazão, do rendimento e rotação do alternador. Assim, foi calculado por meio de equações a potência total da queda d'água, a potência útil, e o rendimento do sistema, a fim de avaliar a construção do mecanismo e a eficiência de geração de energia elétrica.

A rotação do alternador foi coletada por meio da leitura do campo magnético de um ímã de neodímio instalado na haste do sistema de ventilação do alternador. Essa leitura foi efetuada por um sensor magnético preso à estrutura de suporte do mecanismo. Os dados coletados foram submetidos à análise de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os materiais de descarte reutilizados na construção da máquina mostraram-se suficientes para a construção de um mecanismo de geração de energia, como pode ser observado na Figura 2, onde foi possível gerar 0,5 volts com uma rotação no alternador de 268 rpm.



Figura 2. Vista lateral do sistema de geração de energia elétrica em funcionamento.
Fonte: autores.

Esses materiais reutilizados se enquadram na reciclagem mecânica, que consiste na conversão dos descartes plásticos pós-industriais na produção de outros produtos, como foi feito no presente projeto. Essa reciclagem possibilita a obtenção de produtos compostos por um único tipo de plástico, ou produtos a partir de misturas de diferentes plásticos em determinadas proporções. O Brasil recicla mecanicamente 21% do total de plásticos pós-consumo gerado (PLASTIVIDA, 2015).

O desnível do curso da queda d'água foi de 1,30 m. Para as variáveis velocidade do fluxo de água, profundidade média e largura do canal foram encontrados os respectivos valores: $1,2 \text{ m s}^{-1}$, 15 cm, 25 cm. A vazão do curso d'água foi de $0,045 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. A partir desses valores a potência da queda d'água foi determinada em 0,57 W, e a potência do mecanismo gerador de eletricidade por meio de energias renováveis foi de 0,32 W.

De acordo com o último balanço energético elaborado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE) em 2016 houve um avanço da participação de energias renováveis na matriz elétrica de 74,6% para 75,5%. Constatou-se ainda que a geração distribuída contribuiu com a potência instalada, com destaque para as novas fontes sustentáveis. Como virtude, com esta nova configuração sustentável, o setor elétrico brasileiro emite 3 vezes menos gases efeito estufa que o europeu, 4 vezes menos do que o setor elétrico americano e 6 vezes menos do que o chinês.

O mecanismo gerador de eletricidade por meio de energias renováveis obteve um rendimento de 55,57%. Para Granado (2018) as perdas estão diretamente ligadas ao rendimento do mecanismo. Quanto mais alto o valor do rendimento, mais eficiente é o mecanismo no que diz respeito à conversão de energia.

A voltagem gerada pelo alternador foi relacionada à rotação do mesmo, tendo seus valores ajustados pelo modelo apresentado na Figura 3. Segundo Nascimento, Stival e Fonseca (2013), o aumento da tensão em função do aumento da rotação ocorre pois o alternador é uma máquina elétrica girante de corrente alternada que tem como função transformar energia mecânica (giro) em elétrica (tensão).

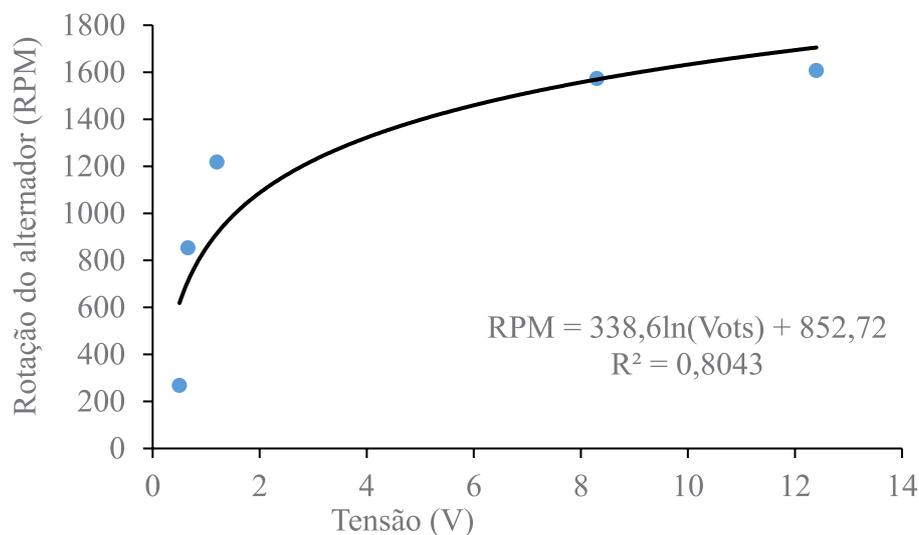


Figura 3. Modelagem da voltagem dada conforme a rotação do alternador.
Fonte: autores.

Esses valores apresentados na Figura 3 foram encontrados em um teste em que o alternador se encontrava desconectado da roda d'água em questão, razão pela qual é possível observar rotações relativamente elevadas.

Com a quantidade de potência gerada pelo mecanismo de geração de energia elétrica é possível acender uma fita de LED da marca SMD 3014 com 60 LEDs ligados.

Carrillo-Hermosilla, Gonzalez e Konnola (2009) argumentam que o interesse em buscar inovações possibilita um desenvolvimento sustentável, e tem permeado diversas esferas que passaram a acreditar na possibilidade de se alcançar desenvolvimento econômico em uma perspectiva de conhecimento e respeito à dependência em relação ao meio ambiente. Para os autores supracitados, a relação entre inovação e sustentabilidade poderia contribuir para o desenvolvimento de maneiras limpas de consumo e produção, em busca de otimização dos recursos ambientais.

Para Santos *et al.* (2015), o custo de um mecanismo é um fator limitante à sua implantação, a estimativa deste é importante por permitir uma análise prévia do tempo de retorno do investimento e da viabilidade do empreendimento. Tomando como base o gasto de R\$ 42,00 com materiais novos nesse projeto, como descrito na Tabela 4, e considerando: a potência gerada pelo mecanismo (0,32 W); o valor da tarifa de energia para a cidade de Orizona (GO) (R\$ 0,562/kWh); e uma fita de LED ligada interruptamente nos 30 dias do mês, o mecanismo economizaria cerca de R\$ 0,12 ao mês.

Tabela 4. Custos dos materiais para elaboração do projeto

Descrição	Qntd	Valor R\$
Rolamentos	2	10,00
Parafusos	3	5,00
Porcas	3	5,00
Rebites	70	10,00
Arruelas	70	8,00
Fio duplo	3	4,00
	Total	42,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tendo em vista a baixa voltagem gerada pelo mecanismo construído e o gráfico apresentado na Figura 3, estima-se que uma melhor eficiência desse mecanismo pode ser obtida com a implementação de um sistema para multiplicar a velocidade da roda d'água.

Para Meneguzzo, Chaicouski e Meneguzzo (2009) o desenvolvimento sustentável pode ser considerado como um projeto que visa erradicar qualquer vestígio de pobreza, satisfazer as necessidades básicas, melhorar a qualidade de vida dos indivíduos e promover a conservação ambiental. O mesmo também pode ser constituído num projeto social e político que estabelece um ordenamento ecológico e a descentralização territorial da produção, como também a diversificação dos tipos de desenvolvimento e dos modos de vida das populações que habitam o planeta.

4 CONCLUSÃO

A geração de energia renovável é fundamental para alcançar o desenvolvimento sustentável em suas mais variadas acepções. A energia hidrelétrica destaca-se como uma fonte muito utilizada, dados os fatores propícios no Brasil, entre eles a presença de vazão fluvial de vários rios perenes durante todo o ano. Por todo o exposto, é possível a reutilização de materiais que outrora seriam descartados no meio ambiente para produção de energia elétrica de maneira sustentável. As quedas d'água de pequeno e médio porte podem servir ao aproveitamento alternativo de fonte de energia sustentável. Cada vez mais esses empreendimentos são de extrema importância para o aumento da oferta de eletricidade no Brasil, ao mesmo tempo em que está inserido em um modelo de sustentabilidade econômica de fundamental importância para as futuras gerações do país.

5 APOIO E AGRADECIMENTOS:

Os autores agradecem ao Instituto Federal Goiano (IF Goiano).

REFERÊNCIAS

- ANEEL. **Energia Eólica**. 2012. Disponível em: <https://www.adece.ce.gov.br/>. Acesso em: 06 ago. 2020.
- ARDIZZON, G. A new generation of small hydro and pumped-hydro power plants: Advances and future challenges. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 31, 746-761, 2014.
- Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas não alcoólicas (ABIR). **Refrigerantes**. 2016. Disponível em: <https://abir.org.br/o-setor/dados/refrigerantes/>. Acesso em: 02 ago. 2020.
- CARRILLO-HERMOSILLA, J.; GONZÁLEZ, P. del. R.; KÖNNÖLÄ, T. **Eco-innovation: when sustainability and competitiveness shake hands**. UK: Palgrave Macmillan, 2009.
- CEMPRE. **Compromisso Empresarial para Reciclagem**. 2013. Disponível em: www.cempre.org.br. Acesso em: 07 ago. 2020.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2014.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional (BEN). **Relatório Síntese**. 2014 (ano base 2013). 2014. Disponível em: https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final%202014_Web.pdf. Acesso em: 02 ago. 2020.

GRANADO, M. V. R. L. **Técnicas de medição de temperatura do rotor em máquinas elétricas girantes**. 2018. 59f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Elétrica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Santa Catarina, 2018.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2015. Disponível em: <https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/diaadia/nivelamento-e-procedimento-para-uso-da-mangueira-de-nivel/43308>. Acesso em: 21 jun. 2021.

LOPES, L. V. Política energética e fontes alternativas no Brasil. **Revista Gestão e Conexões**, 2015. p. 144-163.

MENEGUZZO, I. S.; CHAICOUSKI, A.; MENEGUZZO, P. M. Desenvolvimento sustentável: desafios à sua implantação e a possibilidade de minimização dos problemas socioambientais. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. v. 22, jan./jul. 2009.

NASCIMENTO, F. S.; STIVAL, G. L.; FONSECA, M. S. P. **Estudo de viabilidade de desenvolvimento de um gerador eólico a partir de componentes de mercado**. 2013. 68f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Industrial Elétrica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2013.

PLASTIVIDA. **Instituto Sócio Ambiental dos Plásticos**. 2015. Disponível em: <http://www.plastivida.org.br/>. Acesso em: 02 ago. 2020.

814

SANTOS, W. J. **A contribuição da topografia e da geodésia no estudo de terrenos inclinados e áreas de risco**. 2017, 143f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Cartográfica) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017.

SANTOS, I. F. S.; TIAGO FILHO, G. L.; BARROS, R. M.; LEMOS, H. Ajuste e avaliação dos modelos agregados de estimativas de custos de PCHs no Brasil. **Labor & Engenho**. v. 9, n. 3, p. 13-22, 2015.

SOSNOSKI, A. S. K. B. **Produção de energia por mini e micro hidrelétricas na rede de distribuição de águas**. 2015. 167 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SPINACE, M.; PAOLI, M. A Tecnologia da Reciclagem de Polímeros. **Química Nova**, v. 28, n. 01, p. 65-72, 2005.