

USE OF ADDITIVE MANUFACTURE TO PRODUCE HYDROPOWER TURBINE

USO DA MANUFATURA ADITIVA PARA PRODUÇÃO DE TURBINA HIDRELÉTRICA

Ênio Andrade Picolo (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Sandro Rogério Lautenschlager
(orientador), E-mail: srlager@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá-PR

Área e subárea do conhecimento: Engenharia Civil / Engenharia Hidráulica

Palavras-chave: Manufatura aditiva; Energia hidrelétrica; Energia sustentável.

RESUMO

A manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D, surge como uma opção viável para o desenvolvimento de projetos personalizados para geração de energia em pequena escala, pois tem revolucionado a engenharia em diversos setores industriais por sua capacidade de criar geometrias complexas, otimizar o uso de materiais, e acelerar o desenvolvimento de protótipos. O presente trabalho tem como objetivo produzir uma turbina de fluxo axial utilizando manufatura aditiva para avaliação do desempenho e capacidade de geração de energia, por meio do acoplamento a um gerador de corrente contínua, submetida a vazões e rotações variáveis. Após o desenvolvimento e produção da turbina, foram realizados experimentos em escala reduzida no laboratório de hidráulica da Universidade Estadual de Maringá, e aferidos parâmetros como temperatura, vazão, tensão, corrente e rotação do gerador para avaliar a eficiência e desempenho. Esta pesquisa foi importante para poder desenvolver e avaliar o desempenho, demonstrando que a impressão 3D pode produzir dispositivos adaptáveis para geração de energia em pequena escala, aproveitando fontes anteriormente subutilizadas. Os resultados indicam que o gerador utilizado influenciou consideravelmente na eficiência do sistema, sugerindo futuros estudos focados no desenvolvimento de geradores integrados à turbina para melhor desempenho.

INTRODUÇÃO

A energia hidrelétrica é uma das formas mais antigas e sustentáveis de energia. Este tipo de energia desempenhou um papel crucial no desenvolvimento econômico e industrial, porém, a construção de novas instalações hidrelétricas, especialmente em grande escala, pode ter impactos ambientais significativos. No entanto, sistemas de pequena escala, como as pequenas centrais hidrelétricas,

podem ser instalados em infraestruturas fluviais existentes, fornecendo uma fonte de energia renovável eficaz. (Comino et al., 2020)

Dessa forma, a manufatura aditiva, também conhecida como impressão 3D, surge como uma opção viável para o desenvolvimento de projetos personalizados para geração de energia em pequena escala, pois tem revolucionado a engenharia em diversos setores industriais, incluindo o campo da geração de energia renovável.

A capacidade da manufatura aditiva de criar geometrias complexas, otimizar o uso de materiais, e acelerar o desenvolvimento de protótipos e produtos finais representa uma mudança significativa em relação aos métodos de produção convencionais.

O uso da impressão 3D na produção de turbinas hidrelétricas oferece inúmeras vantagens, tais como a possibilidade de customização de projetos para se adequarem a condições específicas de operação, a redução do tempo e custo de produção, e a melhoria da eficiência das turbinas através de designs inovadores, sendo ideal para ambientes urbanos, onde as condições hidráulicas podem variar significativamente.

O presente trabalho tem como objetivo produzir uma turbina de fluxo axial utilizando manufatura aditiva para avaliação do desempenho e capacidade de geração de energia, por meio do acoplamento a um gerador de corrente contínua, submetida a vazões e rotações variáveis, para posterior aplicação em edificações no sistema de coleta de águas pluviais bem como durante o lançamento dos efluentes tratados nos mananciais.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foi escolhido para a pesquisa em questão, o modelo de turbina de fluxo axial, que é mais adequado para maiores vazões e menores velocidades.

Para fabricação da turbina e dos demais equipamentos para realização dos experimentos, foi utilizado a tecnologia de criação de modelos digitais em três dimensões, a fim de projetar e executar um produto que fosse eficiente, resistente e acessível, utilizando o software Autodesk Fusion 360 e o software Blender. Por meio da manufatura aditiva (impressão 3d), foi possível executar as peças com precisão e controle de qualidade.

Os modelos digitais foram divididos em partes, para que fosse possível a impressão em máquinas de menor dimensão.

A impressão das partes principais foi feita com filamento do tipo PLA (ácido polilático), conferindo uma ótima resistência mecânica e durabilidade para as peças. Já para conferir flexibilidade e possibilitar a transferência de movimento entre os eixos, foi utilizado o TPU (poliuretano termoplástico) para confecção da correia de transmissão. A ligação entre as peças foi projetada por meio do sistema de encaixes, sem necessidade de cola ou parafusos.

Os experimentos em escala reduzida foram feitos utilizando o canal do laboratório de hidráulica da Universidade Estadual de Maringá, composto por uma bomba, dois reservatórios de água e um canal principal em acrílico, onde foi

acoplado a turbina e os demais equipamentos para a realização dos experimentos.

Foi realizado a aferição da temperatura, após isso, ligado a bomba e regulada a vazão para que a turbina começasse a girar, controlada por meio do medidor diafragma e dos piezômetros.

Posteriormente, foram arbitradas duas vazões, dessa forma, possibilitando as medições realizadas pelos dois multímetros, onde um registrava a tensão e outro a corrente, ligados ao gerador por meio de resistências de 10 e 20 Ohms.

A rotação do eixo do gerador foi aferida por meio do tacômetro de modo a possibilitar futuras comparações de eficiência e desempenho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As vazões arbitradas por meio do piezômetro ligado ao medidor diafragma foram de 9,34 a 10,52 l/s, calculadas por meio da equação 1.

Equação 1 - Equação para determinação da vazão por meio do medidor diafragma

$$Q_T = A_2 \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \delta m_Q (\gamma_{Hg} - \gamma_{H_2O})}{\gamma_{H_2O} (1 - \beta^2)}}$$

Fonte: Autor.

Onde Q_T é a vazão teórica, A_2 é área da obstrução (m^2), g é a aceleração gravitacional (m/s^2), δm_Q é a deflexão no manômetro, γ_{Hg} é o peso específico do mercúrio, γ_{H_2O} é o peso específico da água e β é a relação entre as áreas da obstrução (A_2/A_1)

Os resultados obtidos foram derivados de rotações de 250 a 500 RPM, como mostra a tabela 1, bem como os valores aferidos de tensão e corrente para as resistências de 10 e 20 Ohms.

Tabela 1 - Resultados obtidos do experimento

	Rotação (RPM)	Deflexão (cm)	Vazão (m^3/s)	Vazão (L/s)	Tensão (V)	Corrente (mA)
20 ohms	260	56	0,00934	9,34	0,35	65
	300	64	0,00999	9,99	0,35	70
10 ohms	250	56,5	0,00939	9,39	0,47	45
	300	60	0,00967	9,67	0,5	50
	450	64	0,00999	9,99	0,85	80
	500	71	0,01052	10,52	0,94	101

Fonte: Autor.

Diante dos resultados obtidos, o melhor resultado foi obtido para uma resistência de 10 ohms e uma vazão de 10,52 L/s, onde temos uma rotação de

500 RPM no rotor do gerador, que consegue fornecer uma tensão de aproximadamente 0,94 volts e 101 miliamperes, gerando uma potência de 0,094 watts.

A potência produzida poderia ser melhorada consideravelmente alterando o tipo de gerador utilizado no projeto, visto que, o modelo precisava de altas rotações para atingir sua capacidade máxima de geração de energia (12 volts), de aproximadamente 3500 RPM, que foi confirmado posteriormente por testes de laboratório.

CONCLUSÃO

A presente pesquisa foi importante para desenvolver e avaliar o desempenho de uma turbina hidrelétrica feita por meio da tecnologia de manufatura aditiva, em que por meio dos resultados obtidos, é evidente que a impressão 3d possibilita a produção de dispositivos que se adaptam a diferentes cenários para possibilitar a geração de energia em pequena escala, aproveitando fontes energia potencial que antes não eram utilizadas, sendo assim, uma importante tendência que poderá revolucionar a produção de energia sustentável.

Além disso, o estudo possibilitou visualizar a influencia do gerador na eficiência do produto final, visto que o desempenho seria melhor se o gerador fosse adequado para as rotações geradas pela turbina ou até mesmo desenvolvido em conjunto, sendo uma proposta para pesquisas futuras sobre o tema.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e familiares pelo apoio proporcionado em todos os momentos.

Ao meu orientador Sandro Rogério Lautenschlager por toda orientação, apoio e confiança.

A Fundação Araucária por financiar a pesquisa de iniciação científica.

A empresa *Smart Sensor Design* e toda a equipe, pelo suporte técnico e financeiro e por toda ajuda cedida.

REFERÊNCIAS

COMINO, E. et al. Mini-hydro power plant for the improvement of urban water-energy nexus toward sustainability - A case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 249, n. 119416, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119416>. Acesso em: 12 de ago. de 2024.