

ANÁLISE DE IMPLANTAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE MICROTURBINAS HIDRÁULICAS EM EDIFICAÇÕES VERTICAIS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DE FORMA SUSTENTÁVEL

Gabriel Santos Silva
gabrielssilva-7@hotmail.com

Lucas Alves de Aguiar
lucas.a.aguiar@hotmail.com

Denisson dos Santos Souza
denissonsouza10@gmail.com

Louise Francisca Sampaio Brandão
lusampaio_eng@yahoo.com.br

Paulo Cesar Lima Santos
paulolima2199@gmail.com

Resumo – De acordo com o Ministério de Minas e Energia, 68,8% da energia elétrica produzida no Brasil se dá pelo uso de usinas hidrelétricas, com uma exploração de cerca de 25% de todos os recursos hídricos do país. Entretanto, esse percentual de exploração deve ser diminuído, buscando outras fontes de geração de energia alternativas de modo a não agredir o meio ambiente, a partir do fomento a pesquisas na área. Nesse contexto, os microgeradores hidráulicos podem se apresentar como dispositivos que auxiliem na geração de energia sustentável, pois eles são dispositivos capazes de gerar energia elétrica com pequenas vazões fazendo com que a construção civil utilize recursos como esse para obter maiores rendimentos energéticos. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2016), a presença de pequenos geradores elétricos nas instalações hidráulicas de edificações verticais com reservatórios elevados proporciona diversos benefícios como: a postergação de investimentos em expansão nos sistemas de distribuição e transmissão; o baixo impacto ambiental, e diversificação da matriz energética. Arelado a isto, e uninto a necessidade de que as edificações verticais, geralmente, precisam utilizar dispositivos capazes de reduzir a pressão, existente na coluna de água, causada pela diferença de nível entre o reservatório superior e os pavimentos inferiores para que se evite danos as tubulações, o presente estudo tem como objetivo desenvolver um protótipo de microgerador e turbina, num único equipamento,

que poderia substituir a válvula redutora de pressão e, além disso, teria a função de transformar a energia cinética, proveniente da velocidade da queda do fluido, em energia elétrica, fornecendo energia extra para a edificação. Dessa forma, obedecendo as exigências sugeridas pela NBR 5626/1998 (ABNT, 1998), onde a velocidade máxima da água na tubulação não deverá ser superior a 3,0m/s.

Palavras-chave: Microgerador, edificação, energia.

INTRODUÇÃO

A energia elétrica é fundamental para a sobrevivência humana, no entanto, o crescimento exponencial da população impacta na exploração de recursos finitos da Terra, uma vez que, no Brasil, a maior parte dessa energia é gerada através de usinas hidrelétricas. Porém, essa forma de produção é bastante agressiva a natureza fazendo com que a fauna e a flora sejam modificadas, ao passo que enormes regiões são inundadas com objetivo de alcançar a capacidade necessária para a geração de energia elétrica. Diante disso, o mundo se molda em políticas com o desenvolvimento e criação de recursos para produção de energia sustentável (SILVA, 2011).

No planeta são utilizados 80% de energia proveniente de combustíveis fósseis para o

seu desenvolvimento, e no Brasil, segundo Ministério de Minas e Energia, 56,6%. Essa prática não é sustentável, pois a maior parte da energia é adquirida através de materiais não renováveis tornando-se, assim, uma preocupação para o futuro. Dessa forma, as empresas, preocupadas com o meio ambiente, exploram alternativas como solução para geração de energia elétrica, oferecendo “baterias movidas a água”, “turbinas eólicas montadas em braços portáteis”, “Aparelhos biodegradáveis” e outras soluções (MACKAY, 2009).

Ainda de acordo com o Ministério de Minas e Energia, 68,8% da energia elétrica produzida no Brasil se dá pelo uso de usinas hidrelétricas, com uma exploração de cerca de 25% de todos os recursos hídricos do país. Entretanto, como dito anteriormente, este recurso para geração de energia elétrica é agressivo para o meio ambiente. Diante disso, esse percentual de exploração deve ser diminuído, buscando outras fontes de geração de energia alternativas de modo a não agredir o meio ambiente, a partir do fomento a pesquisas na área.

Nesse contexto, os microgeradores hidráulicos podem se apresentar como dispositivos que auxiliem na geração de energia sustentável, pois eles são aparelhos capazes de gerar energia elétrica com pequenas vazões fazendo com que a construção civil utilize recursos como esse para obter maiores rendimentos energéticos. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2016), a presença de pequenos geradores elétricos nas instalações hidráulicas de edificações verticais com reservatórios elevados proporciona diversos benefícios como: a postergação de investimentos em expansão nos sistemas de distribuição e transmissão; o baixo impacto ambiental, e diversificação da matriz energética.

Com investimentos nos estudos de implantação de microgeradores, mais especificamente os hidráulicos, pode-se reduzir ou até mesmo postergar gastos destinados a construção de hidrelétricas e energias não limpas,

pois esses equipamentos produziram a energia elétrica suficiente para suprir a necessidade futura da população. Somado a isso, a mudança da fonte energética é mais uma possibilidade de agregar à produção elétrica fazendo com que os gastos provenientes de uma edificação vertical fossem diversificados, além disso, por serem dispositivos pequenos e utilizarem parte da instalação hidráulica já existente na maioria dos edifícios, os microgeradores hidráulicos não causam grandes impactos ambientais (ANEEL, 2016).

As edificações verticais, geralmente, precisam utilizar dispositivos capazes de reduzir a pressão, existente na coluna de água, causada pela diferença de nível entre o reservatório superior e os pavimentos inferiores, pois essa alta energia confinada nas tubulações pode causar danos a estrutura. Para isso, segundo a NBR 5626/1998 (ABNT; 1998), a velocidade máxima da água na tubulação não deverá ser superior a 3,0m/s. Dessa maneira, visa-se desenvolver um protótipo de microgerador e turbina, num único equipamento, que poderia substituir a válvula redutora de pressão e, além disso, teria a função de transformar a energia cinética, proveniente da velocidade da queda do fluido, em energia elétrica, fornecendo energia extra para a edificação (COSTA, 2003).

Este trabalho teve como objetivos:

Analisar projeto fornecido em parceria com a construtora Nassau de Aracaju/SE com fulcro de se obter a vazão de projeto;

Determinar o modelo mais adequado de bomba hidráulica para funcionamento como um microgerador de energia elétrica;

Construção de todo o protótipo em escala simulando uma distribuição de água fria em uma edificação real de 15 pavimentos.

MATERIAS E MÉTODOS

Este trabalho foi dividido em etapas:

1ª Etapa: Realização de pesquisas bibliográficas a respeito da geração de energia em fontes alternativas e microgeração de energia

elétrica a partir de sistemas de microturbinas hidráulicas, além de coletar informações a respeito dos modelos de turbinas existentes e que possam ser utilizados como protótipo para o desenvolvimento deste trabalho, bem como suas características e eficiência. Além disso, as normas vigentes no país que se correlacionem com o tema serão consultadas;

2ª Etapa: Aquisição dos materiais necessários ao desenvolvimento do sistema de microgeração de energia elétrica por meio das microturbinas hidráulicas;

3ª Etapa: Analisar dados de pressão, perda de carga, velocidade e vazão de um projeto de instalação de água fria de um edifício através do método do consumo máximo provável, que consiste em quantificar os pesos correspondentes das peças e aparelhos acoplados e utilizados na rede de distribuição de água fria considerando que não estão sendo utilizados simultaneamente. Posteriormente, o somatório dos pesos é utilizado para calcular a vazão, conforme equação 1, e com a dimensão do diâmetro da tubulação já conhecida através da análise do projeto hidráulico utilizou-se o ábaco de Fair-Whippel-Hsiao para encontrar a velocidade de escoamento.

$$Q = 0,3 * \sqrt{\sum P} \text{ (Equação 1) Onde:}$$

Q é a vazão no trecho analisado; 0,3 é um coeficiente de descarga;

$\sum P$ é o somatório dos pesos dos aparelhos.

4ª Etapa: Planejamento do modo como será concebido o sistema de microgeração de energia elétrica a partir de um projeto de instalação hidráulica predial com reservatório elevado. Esse planejamento considerará elementos como modelos de microgeradores existentes no mercado, especificações de válvula redutora de pressão e de baterias/capacitores para armazenamento de energia elétrica;

5ª Etapa: Concepção do protótipo de microgerador, utilizando o laboratório de Física do IFS, campus Aracaju, a ser testado nas

instalações hidráulicas desenvolvidas;

6ª Etapa: Teste do funcionamento do sistema de microgeração concebido a partir de um a simulação em escala reduzida das condições vistas em projeto de instalações hidráulicas de uma edificação vertical com reservatório elevado utilizando os recursos disponibilizados no laboratório de Hidráulica do Instituto Federal de Sergipe, campus Aracaju e toda a estrutura desenvolvida durante a pesquisa;

7ª Etapa: Medição da vazão no trecho em que foi instalada a microturbina para a geração de energia elétrica. O procedimento de medição de vazão foi realizado 6 vezes com o auxílio de cronômetros e de um balde graduado. Considerou-se como vazão do sistema a média entre as 6 medições;

8ª Etapa: Aperfeiçoamento do protótipo para realização de novos testes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final da pesquisa foi possível obter:

1- Dados relativos ao projeto de instalações hidráulicas de água fria: diâmetro da tubulação utilizada, vazão de água fria que passa na coluna de distribuição no ponto em que foi estudado é de 3,18 L/s; pressão a montante do ponto onde está localizado a válvula redutora de pressão é de 1,394 em m.c.a. e a jusante é de 1,211 m.c.a.; velocidade de escoamento do fluido é de 1m/s; perda de carga entre os pontos anterior e posterior da válvula redutora de pressão é de 0,183 m.c.a.; localização de manômetros e registros de globo no sistema;

2 - Construção de toda a estrutura que envolve o desenvolvimento do microgerador de energia elétrica como mostra nas figuras de 01 a 06 a seguir de forma cronológica;



Figura 01 - Montagem do painel do protótipo



Figura 05 – Cápsula das pás do rotor da microturbina



Figura 02 – Base e painel montados

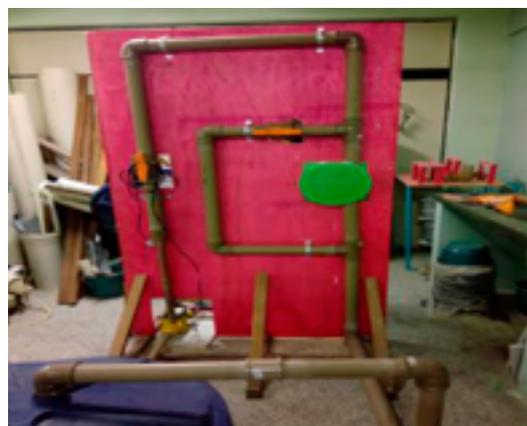


Figura 06 – Estrutura final do protótipo



Figura 03 – Base e painel de madeira com tubulação sendo montada



Figura 04 – Painel do protótipo com tubulações e cápsula para a microturbina

3- Dados relativos à bomba de sucção do sistema: Altura manométrica, Potência da bomba, rendimento da bomba, vazão, que foram obtidos através dos manuais dos principais fabricantes de bombas hidráulicas existentes no mercado como: KSB, Schneiderei Sulzer. Para atendimento aos dados analisados no projeto, a bomba escolhida foi Schneider BC-92S/T1B, mas por dificuldade de se encontrar em lojas que vendem material hidráulico a cidade de Aracaju/SE, a bomba que mais se adequava foi o modelo: BC-92S/T1C;

4- Os valores de vazão (L/s) obtidos do protótipo construído estão contidos na Quadro 01. O valor de vazão média encontrada corresponde a um valor cerca de 2,5 vezes inferior ao valor de projeto. Isso se deu em função de o protótipo ter sido produzido numa escala inferior a real. A figura 07 mostra o procedimento de medição de vazão no protótipo.



Figura 07 – Medição de vazão do protótipo

Volume (L)	Tempo (s)	Vazão (L/s)
11,00	21,35	0,515
9,50	18,44	0,515
8,10	15,96	0,508
10,80	20,67	0,522
9,00	17,10	0,526
12,50	24,10	0,519
Vazão média (L/s)		0,518

Quadro 01 – Valores de vazão medidos no protótipo

CONCLUSÕES

Como forma de minimizar problemas relativos ao consumo consciente da fonte energética, surgem os microgeradores de energia hidrelétrica. Estes dispositivos podem ser implementados em edificações verticais com reservatórios elevados, substituindo os reguladores de pressão comumente utilizados nas instalações hidráulicas, as válvulas redutoras de pressão. Os microgeradores hidrelétricos consistem em microturbinas que, ao mesmo tempo em que regulam a pressão com que a água passa pela tubulação da edificação, geram energia elétrica através da passagem de água por sua hélice. Isto é, além de cumprir a função de regulador do fluxo nas instalações hidráulicas, a microturbina evita que a energia mecânica seja perdida durante o processo de regulação de pressão destinando-a à geração de energia elétrica. Diante disso, o uso de microgeradores nos sistemas hidráulicos podem fazer essa área de engenharia se tornar mais sustentável à medida

em que forem implementados na construção civil. Além disso, é importante que estudos voltados a sua adoção em diferentes níveis de altura nos diversos pavimentos de um edifício sejam feitos a fim de encontrar resultados mais representativos para a microgeração de energia elétrica de forma limpa e a possibilidade de incorporação de materiais alternativos na composição dessa camada permeável trará uma nova forma de utilização de resíduos de construção civil (RCC) e resíduos plásticos (pet), evitando que estes sejam dispostos no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Instalação predial de água fria**. ABNT NBR 5626, Rio de Janeiro, 1998.

ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica). **Micro e minigeração distribuída: sistema de compensação de energia elétrica**. 2ª ed. Brasília: Aneel, 2016.

COSTA, Antônio S. **Turbinas Hidráulicas e Condutos Forçados**. Março/2003.

MACKAY, David J.C. **Sustainable Energy: Without the hot air**. (Cambridge, England: UIT Cambridge Ltd., 2009). 384p.

SILVA, José J. P. O. L. **Microturbinas em redes de abastecimento de água**. 2001. 88f. Dissertação (Mestrado). Universidade de Aveiro, 2011.