



SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA DE SAAS – MICROGERAÇÃO DE ENERGIA PARA REDUÇÃO DE CUSTOS

Santos, Luis Carlos Mendes⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela UFBA, especialista em Gestão Ambiental pela FACTAE, MSc. em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela FAMAM/UFRB, Analista de Saneamento na EMBASA, Pesquisador em geração de energia elétrica e abastecimento de água na M-Tech Lab.

Endereço⁽¹⁾: Rua J. B. da Fonseca, 49 - Centro – Cruz das Almas - Bahia - CEP: 44.380-000 - Brasil - Tel: +55 (75) 99129-2460 - e-mail: carlos.pontual2@gmail.com.

RESUMO

Eficientização energética e redução de custos importam para a boa gestão do saneamento. Pressões elevadas provocam perdas e exigem o uso de válvulas redutoras de pressão (VRPs), indispensáveis ao seu combate. Outrossim, pressões elevadas representam energia potencial, passível de ser convertida em energia elétrica, insumo fundamental para a operação. O momento atual permite antever que existe forte tendência de elevação dos preços da energia elétrica, com reflexos diretos nos custos operacionais dos SAAs, o que implica na necessidade da busca de fontes alternativas de produção desse insumo. O autor apresenta dispositivos criados em laboratório, conversores da energia hidrodinâmica em energia elétrica, importantes contribuições para suprir o déficit energético e resolver a difícil inequação demanda/oferta de energia no saneamento. Novos equipamentos e processos adequados ao saneamento são apresentados, devidamente validados e de comprovada eficácia. No presente trabalho são apresentados a microturbina Model 3-A, validado numa barragem da EMBASA, a microturbina Model 3-A e o turbogerador Model 1-A, em fase final de testes de laboratório.

PALAVRAS-CHAVE: Eficientização Energética. Microgeração Compartilhada. Redução de custos.

INTRODUÇÃO

Atualmente a humanidade vive um grande paradoxo, devido às mudanças climáticas. Se por um lado firmam-se novos e importantes compromissos para a desativação paulatina das fontes geradoras de energia elétrica alimentadas por combustíveis poluentes, no outro lado da mesma moeda percebe-se uma perspectiva de crescimento geométrico desse importante insumo.

A vida moderna depende cada vez mais da energia elétrica, e essa realidade é inquestionavelmente irreversível. Desde a mais simples até a mais complexa atividade humana dependem de alguma maneira da eletricidade. Demandas elevam-se assustadoramente, sem que parte da humanidade se dê conta dessa inevitável dependência.

À medida em que essa demanda aumenta, a oferta não cresce na mesma proporção, e isso certamente configurar-se-á em grande problema para as nações, caso não invistam em novas soluções, ampliando e aproveitando todos os potenciais de geração e de transmissão de energia.

No universo do saneamento, sistemas de abastecimento de água são grandes consumidores de eletricidade e sabe-se que os custos com esse insumo têm grande representatividade no balanço das companhias. Porém, grande parte delas ainda não se deram conta de que, ao mesmo tempo, são detentoras de consideráveis potenciais de autogeração. Afinal, a geração hidrelétrica é um dos modais que fornecem energia das mais limpas, e a água circula pelas veias dessas companhias.

Existem muitos milhões de quilômetros de tubulações espalhadas pelo planeta, no interior dos quais dissipam-se incomensuráveis quantidades de energia cinética, as quais poderiam ser convertidas em energia elétrica. Muitas dessas tubulações contém válvulas redutoras de pressão (VRP), destinadas a dissipar – ou melhor, desperdiçar – pressões consideradas elevadas, com o objetivo de evitar-se a ocorrência de perdas reais de água em vazamentos.

Além disso, a legislação impõe que todas as barragens, independentemente do seu porte, disponham de descargas ecológicas. Essas tubulações mantêm-se abertas perenemente, o que as configura em potenciais pontos geradores de energia elétrica, através da simples inserção de conjuntos gerador/turbina ou de turbogeradores.

Diante dessa realidade incontestável, e objetivando contribuir para a reversão desse quadro, o autor desenvolve, em laboratório, dispositivos e processos destinados ao aproveitamento desses excedentes energéticos e sua conversão em energia elétrica. São microturbinas, turbogeradores, turbogeradores híbridos, além de novos processos para geração hidrelétrica.

Os dispositivos oferecem como vantagens competitivas o fato de terem sido criados especialmente para inserção em tubulações de SAAs, respeitando seu objetivo primordial, que é o abastecimento de água potável às populações atendidas. Como resultado, uma vez instalados, tais dispositivos deverão ter sua atuação ajustada para utilizar apenas os excedentes energéticos existentes nos sistemas hospedeiros. A adoção desses dispositivos e de novos processos implica em mudanças em pontos de vista e na quebra de paradigmas. Esses são objetivos essenciais do presente trabalho, o qual se insere nos temas Eficiência Energética, Meio Ambiente e Redução de Perdas, especialmente no primeiro deles.

OBJETIVOS

Os dispositivos apresentados neste trabalho têm por objetivos contribuir para a redução de custos operacionais das companhias de saneamento básico, ao mesmo tempo em que contribuirão para a redução dos déficits de produção do sistema energético como um todo, reduzindo a dependência de fontes poluidoras ainda utilizadas em larga escala em várias partes do mundo, destinadas à desativação no médio prazo.

O aproveitamento do potencial de geração de eletricidade em adutoras, redes distribuidoras de água e barragens de SAAs é algo ainda passível de aferição, nas pode-se afirmar que é de grande importância para o futuro breve. Segundo Porto (2006, p. 18), o potencial de geração de energia elétrica a partir de uma barragem é definido pela equação

$$\text{Pot} = 9,8 \times Q \times H_u \text{ (em KW)} \quad \text{equação (1)}$$

Fonte: adaptado de Porto (2006, p. 18)

Onde H_u é a queda útil (diferença de cotas entre a entrada e a saída do duto alimentador) e Q a vazão em m^3/s , podendo as perdas de carga ser desprezadas. Ao resultado dessa equação se aplica um coeficiente correspondente ao rendimento do conjunto turbina – alternador, que se aproxima do valor 0,75.

METODOLOGIA UTILIZADA

Os dispositivos foram desenvolvidos no laboratório de pesquisas nas áreas de energias e de tratamento de água do autor. Inicialmente foi criada a microturbina Model 3-A (Figura nº 02), obedecendo aos seguintes passos:

- Desenho em microcomputador, com software CAD/CAM;
- Simulação computacional;
- Impressão dos componentes em impressora 3D;
- Montagem de protótipos;
- Ensaios de bancada;
- Usinagem e fundição de componentes em ferro fundido, liga de alumínio e aço inox;
- Montagem de protótipos metálicos;
- Testes de campo;
- Validação operacional, com geração de energia e medições das grandezas hidráulicas e elétricas.

Abaixo o fluxograma utilizado para a sequência do roteiro da pesquisa:

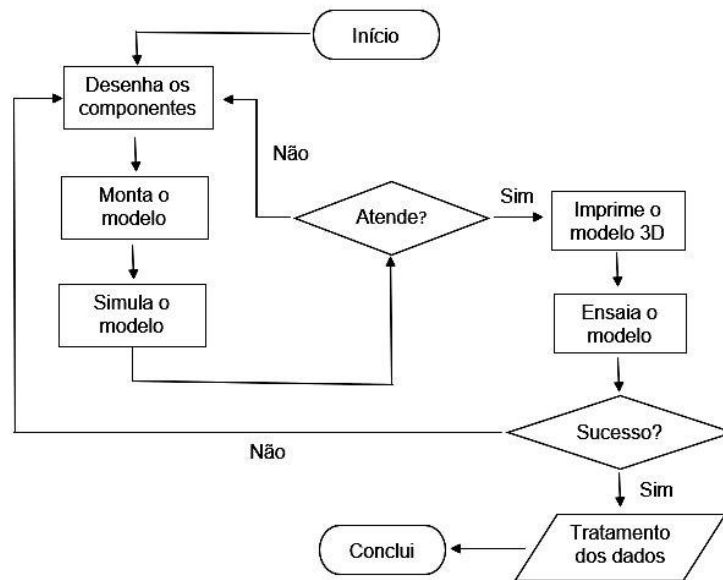


Figura nº 01: Fluxograma do processo.



Figura 02: Vista em perspectiva do Modelo 3-A.

Foram ensaiados protótipos com rotores dotados de 4, 6 e 8 hélices e, após vários os ensaios de bancada, foi produzido um exemplar metálico com 4 hélices, o qual foi submetido a testes de campo, para a verificação do funcionamento e a necessidade de ajustes. Inicialmente o dispositivo foi instalado numa das adutoras do SIAA de Cruz das Almas (Figura 3) e posteriormente na subadutora que atende à sede do município de São Félix (localizadas no Recôncavo da Bahia), quando se observou que os mancais utilizados para suporte aos rolamentos não propiciavam condições para o melhor funcionamento; disso resultou a criação de mancal próprio, solução definitiva adotada, doravante.



Figura 03: Instalação no SIAA de Cruz das Almas.

Em nova etapa, outros testes de campo foram realizados na captação do SIAA de Presidente Tancredo Neves, localizado no Baixo Sul da Bahia, com resultados positivos. E, finalmente, a microturbina Model 3-A foi validada para instalação definitiva na barragem do Rio da Dona, onde localiza-se a captação de água bruta do SIAA de Santo Antonio de Jesus, no Recôncavo da Bahia.

Para emprego na geração de energia destinada à automação de SAAs foi produzido um protótipo em ferro fundido, em escala reduzida, com diâmetro de montante igual a 25,4 mm, o qual foi testado exaustivamente em bancada, com resultados apresentados no capítulo de resultados, a seguir.

Outros modelos de microturbinas, além de um turbogerador derivado estão em fase de testes, para validação em fase posterior, sendo que a Microturbina Model 3-A encontra-se devidamente testada e validada.

RESULTADOS OBTIDOS

Microturbina Model 3-A:

Ainda na fase de ensaios de protótipos impressos em impressora 3D foram anotados dados, convertidos no gráfico abaixo (Figura nº 05):

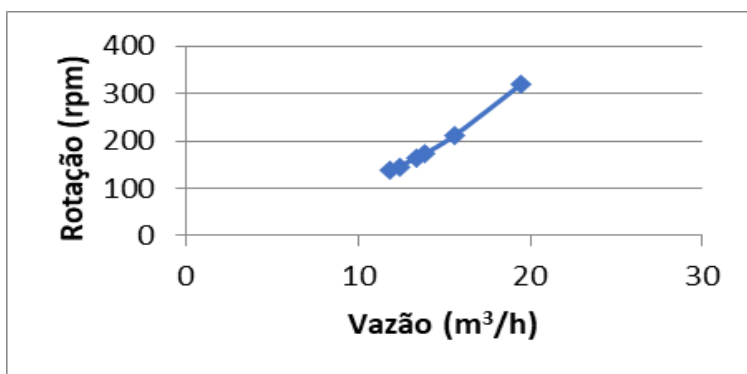


Figura nº 04: Gráfico ensaio protótipo Model 3-A.

Na AAT que atende à localidade de São Félix (SIAA de Muritiba/Zona Fumageira) foram realizados testes relativos ao potencial de aproveitamento do fluxo pela microturbina, sem geração, tendo em vista a não disponibilidade de gerador com as características necessárias naquele momento. Os resultados estão abaixo:

Tabela 1: Vazão em Função da Pressão Local.

PRESSÃO A MONTANTE (mca)	VAZÃO (m³/s)	POTENCIAL DE GERAÇÃO (KW)
70,0	0,01389	8,1
60,0	0,01417	7,1
50,0	0,01450	6,0
40,0	0,01464	4,9
30,0	0,01500	3,8
20,0	0,01800	3,0

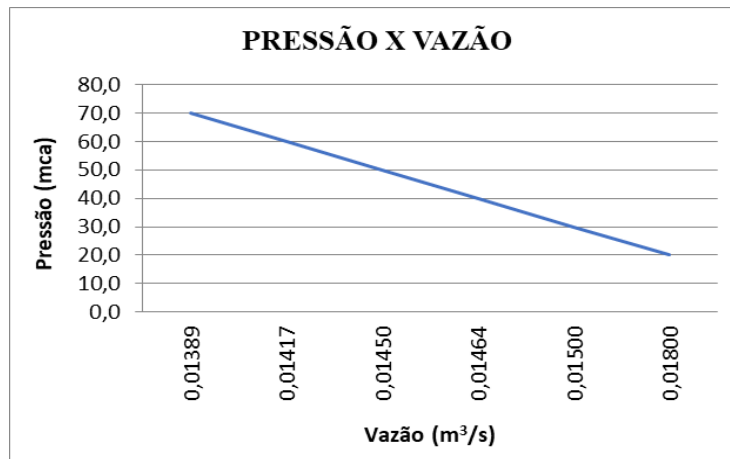


Figura nº 06: Gráfico ensaio protótipo Model 3-A.

No SIAA de Presidente Tancredo Neves, utilizando-se a descarga de fundo da barragem, com um alternador acoplado, obteve-se os resultados abaixo. O gerador/alternador tem capacidade nominal para gerar 6 KW a 600 rpm e 60 Hz.

Tabela 2: Rotação em Função da Vazão.

DESNÍVEL (m)	VAZÃO (m³/s)	ROTAÇÃO EIXO DO GERADOR (rpm)	TENSÃO GERADA (V)
7,0	0,043	607	12,3

Testes de bancada com protótipo metálico destinado ao fornecimento de energia elétrica para automação de sistemas, foram obtidos os resultados mostrados na Tabela 03.

Tabela 3: Resultados de ensaio de protótipo para automação.

Ensaio	Freq. (Hz)	Pressão		Perda (mca)	Perda (%)	Vazão (m³/h)	Rotação (rpm)	Tensão (V)
		Mont.	Jus.					
01	30,0	4,50	3,40	1,10	24,44	7,2	65,0	7,5
02	35,0	6,10	4,70	1,40	22,95	8,3	161,0	13,0
03	40,0	8,30	6,20	2,10	25,30	9,4	218,0	18,0
04	45,0	10,60	7,90	2,70	25,47	10,6	282,0	23,0
05	50,0	13,50	10,20	3,30	24,44	11,8	345,0	27,8
06	55,0	16,10	12,40	3,70	22,98	12,8	405,0	32,4
07	60,0	19,20	14,90	4,30	22,40	13,8	455,0	35,9
08	66,0	22,30	17,00	5,30	23,77	14,9	510,0	39,8
Σ					190,75			
Média					23,97			

No SIAA de Santo Antonio de Jesus, com o mesmo gerador/alternador acoplado e utilizando-se a tubulação da descarga ecológica da barragem, a vazão foi restringida, de modo que a rotação não superasse os 600 rpm necessários para que o gerador utilizado fornecesse a tensão nominal, de 12 Volts. Na data desse teste o medidor de vazão ultrassônico não estava disponível, razão pela qual não foi aferida a vazão.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com relação à microturbina Model 3-A, os resultados estão devidamente validados em laboratório e em campo, e indicam que o dispositivo está maduro e pronto para utilização em escala operacional, produtiva e comercial, com elevado potencial para contribuir com os objetivos do trabalho. A escolha dos geradores/alternadores a serem acionados pelo seu eixo deverá ser compatível com a disponibilidade hídrica do sistema hospedeiro.

Os ensaios realizados indicaram que o dispositivo poderá se adaptar perfeitamente às características de cada local de instalação, desde que sejam adotados o gerador/alternador capaz de operar com a vazão e a pressão disponíveis, bem como escolhida a quantidade de hélices do rotor adequada. O torque e a rotação passíveis de serem produzidos pela Microturbina Model 3-A são funções da pressão e da vazão obtidas localmente, assim como do rotor instalado.

No caso da instalação piloto realizada em Santo Antônio de Jesus, a vazão disponível é superior à necessária para o atingimento da rotação nominal do gerador, o que exigiu o “estrangulamento” da válvula de jusante, de modo a evitar-se danos ao gerador. O gerador ali adotado possui potência de 5 KW, tensão de 380 V trifásica e exige rotação de 300 rpm.

CONCLUSÕES

Tratam-se de dispositivos e processos inovadores, de construção e funcionamento relativamente simples e diretos, os quais aproveitam excedentes da energia hidrodinâmica existentes em tubulações de SAAs e os convertem em energia mecânica (caso das microturbinas), provocando a rotação do eixo do gerador de energia elétrica. Ensaio de protótipos em laboratório, assim como a instalação em unidades operacionais de SAAs validam os resultados e a importância real dos modelos, especialmente o Model 3-A aqui apresentado.

Os dispositivos poderão ser utilizados em trechos de adutoras e redes distribuidoras com pressões excessivas, em descargas ecológicas de barragens, instalações industriais ou outras quaisquer, a exemplo de empreendimentos rurais, onde existirem condições para a construção de tubulações adutoras de água por gravidade.

O pioneirismo dos dispositivos atende plenamente à tendência mundial de incorporar novas modalidades de geração de energia elétrica às existentes, contribuindo para reduzir o déficit energético em muitas áreas onde os elevados custos das soluções tradicionais, aliados aos impactos ambientais negativos, inviabilizam a redução das desigualdades. Cada vez mais a evolução da demanda por energia exige soluções inovadoras e de alto rendimento.

REFERÊNCIAS

1. MACINTYRE, A.J. *Máquinas motrizes hidráulicas*. Rio de Janeiro: Guanabara Dois. ISBN: 85-7030-016-6., 1983.
2. PORTO, R. M. *Hidráulica Básica*, 4 ed, São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 519 p., 2006.
3. SOUZA, Z.. *Projeto de Máquinas de Fluxo: tomo IV, turbinas hidráulicas com rotores axiais* 1 ed. Rio de Janeiro: Interciência. ISBN: 978-85-7193-282-1., 2011.