



Sistemas de Geração Eólica Isolados com Aerogeradores de Pequeno Porte - Estudo de Caso do Refúgio Biológico da Itaipu Nacional

Thalita P. V. Bôas; Romeu Reginato; Marcelo Miguel

Itaipu Binacional

Brasil

RESUMEN

No mundo atual, com todas as preocupações ambientais e com todos os impactos negativos que acompanham algumas formas de geração convencional de energia elétrica, tornou-se fundamental a introdução de fontes alternativas de geração considerando os recursos renováveis para suprir a demanda crescente de energia sem comprometer ainda mais os níveis de poluição ambiental.

A geração eólica passa a ser uma alternativa atraente, pois não necessita de muitos investimentos e é muito eficiente para abastecimentos locais onde existe boa incidência de ventos. Entre suas qualidades destaca-se o fato de seu combustível, o vento, não ter custo e ser abundante na natureza. As áreas onde estão instalados os geradores eólicos (parques eólicos) ainda podem ser aproveitadas para o cultivo agrícola e criação de gado, mantendo-se assim produtivas do ponto de vista do cultivo agrícola. Adicionalmente, a emissão de poluentes que contribuem para o efeito estufa é mínima [1].

A instalação de parques eólicos interligados ao sistema elétrico tem sido incentivada por programas governamentais na maior parte dos países. No Brasil foi instituído o PROINFA através da Lei 10438 de 2002, que prevê a instalação de parques eólicos de até 150MW. Por outro lado, outra aplicação para a geração eólica consiste da utilização de geradores eólicos de pequeno porte aplicados a sistemas de geração isolados do sistema elétrico [Artigos IEEE], atendendo a necessidades de consumidores individuais, por exemplo, em regiões onde há grande incidência de ventos podendo diminuir a utilização de energia do sistema convencional e em comunidades onde fica difícil o acesso a rede elétrica.

Sistemas de geração eólica isolados podem ser utilizados para o fornecimento de energia para pequenas populações, atendendo ou complementando o fornecimento de energia das concessionárias, aproveitando do potencial eólico da região. Combinações podem ser feitas com outras fontes de energia, como a solar, compondo sistemas híbridos de geração [Artigos IEEE, Livro Wind and Solar Power Systems].

A Itaipu possui um sistema de geração eólico isolado instalado no Refúgio Biológico para fins demonstrativos do uso da Energia Eólica. Atualmente encontra-se fora de operação e com suas instalações degradadas. Objetiva-se neste trabalho, a avaliação e caracterização do sistema existente. Com os estudos realizados será possível indicar a melhor maneira de utilizá-lo e, analisando a incidência de ventos na região, um melhor local para instalá-lo bem como o potencial de geração que pode ser esperado.

PALABRAS CLAVES

Geração eólica, Aerogerador de pequeno porte, Sistema Isolado, Itaipu Binacional.



1. SISTEMA DE GERAÇÃO EÓLICA ISOLADOS

Os sistemas de geração eólica isolados, em geral, utilizam alguma forma de armazenamento de energia. Este armazenamento pode ser feito através de baterias, com o objetivo de utilizar aparelhos elétricos ou na forma de energia gravitacional com a finalidade de armazenar a água bombeada em reservatórios para posterior utilização. Alguns sistemas isolados não necessitam de armazenamento, como no caso dos sistemas para irrigação onde toda a água bombeada é diretamente consumida.

Os sistemas que armazenam energia em baterias necessitam de um dispositivo para controlar a carga e a descarga da bateria. O controlador de carga tem como principal objetivo não deixar que haja danos à bateria por sobrecarga ou descarga profunda. O controlador de carga é usado em sistemas de pequeno porte nos quais os aparelhos utilizados são de baixa tensão e corrente contínua (CC).

Para alimentação de equipamentos que operam com corrente alternada (CA) é necessário a utilização de um inversor. Este dispositivo geralmente incorpora um seguidor do ponto de máxima potência necessário para otimização da potência produzida. Este sistema é usado quando se deseja mais conforto com a utilização de convencional.

Os principais componentes de um sistema eólico autônomo são: turbina (ou rotor), transmissão, controle, conversor e sistema de armazenamento. O conjunto aerogerador é constituído pelo rotor, hélices, transmissão e conversor de energia mecânica em elétrica (gerador). O rotor capta energia cinética dos ventos e a converte em energia mecânica no eixo que através do mecanismo de transmissão, transmite a energia mecânica ao eixo do gerador. Para a geração de energia elétrica é necessário multiplicar a velocidade, pois os geradores conectados às redes de distribuição elétrica possuem rotação típica de 1800 rpm para 60 Hz e 1500 rpm para 50 Hz. A transmissão mais usada e eficiente é constituída por engrenagens que multiplicam a velocidade angular.

Para aplicações isoladas, o gerador mais utilizado é do tipo síncrono associado a um retificador para obtenção de corrente contínua para aplicação direta de um sistema de armazenamento em baterias. Quando ele opera junto à rede, os geradores podem ser síncronos ou assíncronos (de indução). O sistema de controle é constituído por sensores (sensor de vento, de rotação do motor, de carga da bateria) que possibilitam um funcionamento equilibrado e seguro do sistema, com o melhor aproveitamento possível do vento. O suporte estrutural é constituído pela torre e pela gávea giratória. O sistema de armazenamento é constituído pelas baterias, que armazenam energia nas horas em que a potência disponível for maior que a requerida pela carga e fornecem energia na situação inversa [2].

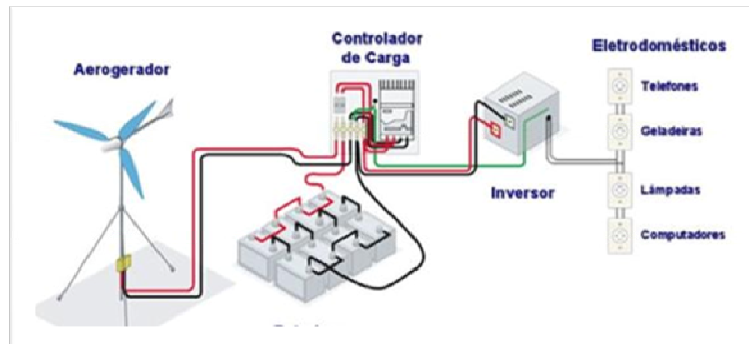


Figura 1: Representação de um Sistema eólico isolado (CRESESB)

1.1 Sistema de Geração Eólica instalado no Refúgio Biológico

O aerogerador de 400 w de potência nominal foi instalado no Refúgio Biológico na ilha em frente ao portinho em cima de um tubo de 6 metros de comprimento com abatimento para maior estabilidade, com o objetivo de fornecer energia elétrica para uma bomba que aciona um chafariz perto do portinho. Através de uma bateria, instalada também na ilha próxima ao aerogerador para obter menor corrente elétrica entre a bateria e a bomba, acumula-se energia para as horas com pouco vento.

Através de uma chave pode-se escolher se a bomba de 12 v vai receber energia direta do aerogerador ou indiretamente da bateria. Fazendo a ligação direta pode ser mostrada a variação da potência conforme a intensidade do vento. Com a ligação indireta aciona-se a bomba através de um botão e ela funcionará por um tempo pré-determinado.

No entanto, este sistema não entrou em funcionamento, o painel foi montado com o controlador de carga, o timer para desligar a bomba, foi instalada a bateria de 12v e o aerogerador posicionado em uma torre, mas a bomba conectada ao sistema como carga não foi instalada.

O controlador de carga instalado era específico para painéis solares e seria necessário um próprio para geradores eólicos. Com o passar do tempo a bateria oxidou e ficou inapropriada para uso [3].



Figura 2: Bateria e painel de controle do aerogerador Air-X instalado no Refúgio Biológico.



Figura 3:Aerogerador instalado no Refúgio Biológico.

1.1.2 Características do Aerogerador

O aerogerador que compõe o sistema de geração eólica do Refúgio Biológico consiste de um gerador eólico em corrente contínua, controlado por microprocessador fornecendo 400 watts de potência a 12 volts com ventos de 12m/s. Nas pontas das pás pode atingir a velocidade de mais de 440 Km/h.

O gerador possui um controle de regulação por histerese que bloqueia a turbina, de modo silencioso, uma vez que as baterias estão totalmente carregadas, e começa a produzir novamente quando o carregamento dela cai a um valor ligeiramente abaixo da plena carga. Isto significa que a turbina irá parar, para uma configuração de fábrica de bateria 12 v, quando as baterias atingirem 14.1 v, e retomará a carregar a bateria quando seu carregamento baixar de 12.6 v, a voltagem prevista deve ser alcançada, no mínimo, a 950 RPM.

O aerogerador está equipado com um sofisticado equipamento eletrônico que fornece proteção de sobrecorrentes e impede que sejam dados picos de tensão acima de 20 v para um sistema de 12 v, e 40 v para um sistema de 24 v [4].

Por fornecer uma potencia baixa, este aerogerador é utilizado principalmente para aplicações em:

- Veleiros;
- Telecomunicações;
- Iluminação;
- TV;
- Pequenos eletrodomésticos.

Na tabela abaixo estão relacionadas as suas características:

Dados do Gerador Eólico	
Diâmetro do rotor	116 cm
Peso	6Kg
Velocidade de partida	2,7 m/s
Velocidade máxima permitida	49 m/s
Bateria recomendada	12V - 50 Amperes
	24V - 30 Amperes

Tabela 1: Dados do aerogerador.

2. TESTES REALIZADOS

Foi montada uma bancada de testes para analisar o funcionamento do gerador, e com estes dados coletados seria possível designar uma carga adequada e abrir caminhos para futuros estudos e aplicações para o sistema montado.

Primeiramente foi analisado o comportamento de ventos na região onde ele seria instalado. Com dados cedidos por uma estação meteorológica instalada nas dependências da Itaipu Binacional, foi possível traçar gráficos que mostram o comportamento do vento naquela região durante o ano de 2007.

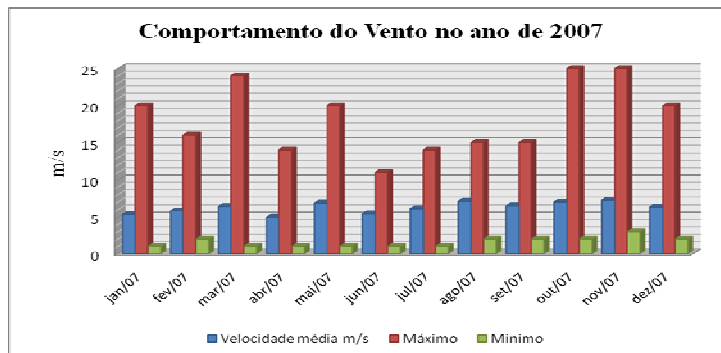


Tabela 2: Relação entre velocidade do vento média, máxima e mínima durante os meses do ano de 2007.

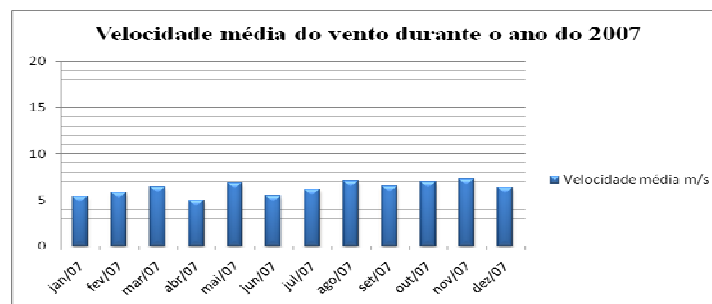


Tabela 3: Velocidade média do vento durante o ano de 2007 na região de Itaipu.

Com estes dados pode-se verificar que a velocidade média na região da Itaipu gira em torno de 5 m/s.

Para analisar o desempenho do aerogerador nesta velocidade montamos um sistema para estudo aonde um ventilador industrial da OTAM, modelo MC800/32 AR.4, com diâmetro de 80 cm, foi utilizado para gerar um fluxo de vento para girar o gerador eólico.



Figura 4: Sistema com ventilador e gerador eólico montado para testes.

Para este sistema foram instalados aparelhos de medição para captar a velocidade do vento (anemômetro), a rotação, a corrente e a tensão na saída do gerador. Os testes foram realizados primeiramente á vazio e depois com uma carga resistiva variante de 0 á 2.7 Ω e máximo de 50A. A distância entre o ventilador e o aerogerador foi variada de 7 á 2 metros para que o anemômetro registrasse diferentes velocidades de vento.



Figura 5: Carga utilizada nos testes e aerogerador com sensor de rotação instalado.

3. CONCLUSÕES

Nos testes á vazio foi verificado que com velocidade de 5m/s (conseguida com o ventilador a 7 e a 6 metros do gerador) já se observava uma tensão média de 12 volts na saída do gerador. Diminuindo-se a distância para 5 metros já se via uma tensão capaz de carregar a bateria, por volta de 15 volts, e uma velocidade de vento em torno de 7m/s com rotação média de 1000 RPM.



VIII SEMINARIO DEL SECTOR ELECTRICO PARAGUAYO - CIGRÉ
1, 2 y 3 de Octubre de 2008

Como os testes á vazio apresentaram resultados positivos quanto ao funcionamento do gerador, foi dado inicio aos testes com carga para analisar o quanto seria possível carregar o gerador, qual a maior carga que ele supriria mantendo uma tensão acima de 12 volts na saída.

O gerador foi colocado na situação de maior fluxo de vento possível, 13.5m/s, que a vazio apresentava uma tensão de média de 17 volts. A carga variável foi conectada direto na saída do aerogerador e ao aumentar seu valor, partindo do zero, já se observava uma frenagem nas hélices e uma redução significativa na rotação e na tensão.

O máximo de carga com que o gerador conseguiu entregar no mínimo 12 volts foi de 5.5 A, ou seja, 2,18Ω.

Não foi realizado teste com o gerador conectado a bateria, mas com os dados recolhidos conclui-se que seria possível carregá-la com o aerogerador, mas fica duvidas ainda quanto a carga mais adequada para ele.

Pode-se observar também que para o perfil de vento da região, o gerador não é adequado, pois não geraria a tensão necessária para carregar a bateria ou manter uma carga 12 volts constantemente acesa. Portanto, para compor o sistema eólico do Refúgio Biológico será necessário um aerogerador que se adéque ao perfil de vento da região ou instalar o existente compondo um sistema híbrido com painéis solares.

4. REFERÊNCIAS

[1] **TOLMASQUIM**, Mauricio Tiomno; Alternativas energéticas sustentáveis no Brasil, Rio de Janeiro, Relume Dumará. COPPE CENERGIA, 2004.

[2] **ALDABÓ**, Ricardo. Energia eólica. São Paulo, Artliber, 2002.

[3] **ODME. CD/DIVISÃO DE EDIFICAÇÕES**, Obras de revitalização do RBV. Foz do Iguaçu, Especificações Técnicas II, 2006.

[4] **Southwest Windpower**, I. (2002). AIR-X Land Manual. The New 400 watt turbine! Arizona, USA.

[5] **Brito, S. d.** (2007). *CRESESB*. Acesso em 14 de Maio de 2008, disponível em Centro de Referência para energia Solar e Eólica: <http://www.cresesb.cepel.br/>

[6] **TARNOWSKI**, Germán Claudio. Geração Assíncrona e Sua Aplicação às Fontes de Energia Eólica (Pós-Graduação em Engenharia Elétrica) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

[7] **SIMIONI**, Gabriel C. da Silva; Levantamento de curvas características de turbinas eólicas de pequeno porte. Acesso em 25 de setembro de 2008, disponível em <http://www.pucrs.br/ce-eolica/2004/2004-3-PUCRS.pdf>.