

CONSTRUÇÃO DO AEROGERADOR DE EIXO VERTICAL TIPO SAVONIUS PARA DISPONIBILIZAR ENERGIA RENOVÁVEL PARA ILUMINAÇÃO NO IFS

Natalia Shirley Carvalho Matos¹; Luana Raquel Mendonça Almeida²; João Paulo Dias Costa³; Tiffany Karoline Barroso Santos⁴; Paulo César Lima Santos⁵; Francisco Luiz Gumes Lopes⁶

¹ Curso Técnico em Química / Instituto Federal de Sergipe – nataliacarvalhomatos@hotmail.com

² Curso Técnico em Química / Instituto Federal de Sergipe - luanaraquell@hotmail.com

³ Curso Técnico em Química / Instituto Federal de Sergipe – jpcosta1200@gmail.com

⁴ Curso Técnico em Química / Instituto Federal de Sergipe – tiffanykaroline@hotmail.com

⁵ Curso Técnico em Química / Instituto Federal de Sergipe (Orientador) – paulolima2199@gmail.com

⁶ Curso Técnico em Química / Instituto Federal de Sergipe (Orientador) – francisco.gumes@gmail.com

RESUMO

Nas últimas décadas, a segurança na oferta de energia esteve intrinsecamente associada aos problemas de esgotamento de reservas de petróleo, à elevação dos preços de mercado dos combustíveis fósseis e fatores ambientais. A energia eólica se destaca por sua produção sustentável, fonte inesgotável e baixo impacto ambiental, comparando-se com as demais matrizes energéticas. Objetivou-se montar e testar um modelo do aerogerador tipo Savonius, construído a partir de materiais de baixo custo, visando a possibilidade de efetiva construção de um protótipo, de pequeno porte, para ser utilizado como fonte de energia renovável nas dependências externas do Instituto Federal de Sergipe (IFS). Para construção do modelo do aerogerador, a maioria dos materiais utilizados foram reciclados, com um custo total inferior a R\$ 200,00. Estima-se que o custo médio para construção do protótipo de um aerogerador Savonius seja de, aproximadamente, R\$700,00. O protótipo tem como finalidade futura proporcionar o funcionamento de objetos que demandem poucos Volts, sendo portanto, um primeiro passo para a efetiva implantação de aerogeradores capazes de produzir energia suficiente para iluminar as dependências externas do IFS, além da possibilidade de sua utilização para fins didáticos na instituição.

Palavras-chave: Savonius, energia, eólica, aerogerador, vertical.

1. INTRODUÇÃO

A energia eólica provém da radiação solar uma vez que os ventos são gerados pelo aquecimento não uniforme da superfície terrestre [DUTRA, 2008].

O vento nada mais é que o ar em movimento. Quando este fluido se movimenta

suas partículas também se movem rapidamente. Esse movimento significa energia cinética, que pode ser capturada, como a energia da água em movimento é capturada por uma turbina em uma usina hidrelétrica [CARVALHO, 2003].

Nas últimas décadas, a segurança na oferta de energia esteve intrinsecamente associada aos problemas de esgotamento de

reservas de petróleo e à elevação dos preços de mercado dos combustíveis fósseis em consequência de problemas políticos e sociais nas principais regiões produtoras. Fatores ambientais também podem reduzir a segurança energética como, por exemplo, a ocorrência de longos períodos de estiagem que afetam a produtividade da biomassa e a geração hidroelétrica [NUNES; MANHÃES, 2010].

O Brasil, diferentemente de muitos países desenvolvidos, possui um grande potencial eólico, principalmente no litoral do Nordeste [FEITOSA et al., 2014]. Nessa região foram constatadas velocidades médias anuais entre 6 e 8,5 m/s a 50 metros de altura, de direção predominantemente nordeste e pouca turbulência durante o ano, sendo os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte os que possuem as áreas de maior potencial do país. Além destes, foi verificado que no estado de Minas Gerais, mesmo a 100 km de distância do mar, possui um bom potencial eólico [OLIVEIRA; PRADO, 2013].

De acordo com Nunes e Manhães, 2010, o Brasil não é autossuficiente em energia, mas produz cerca de 90% do total que consome, importando o restante. O país é um dos poucos do mundo, que apresenta possibilidade múltipla de ampliar as suas alternativas energéticas, devido à abundância

dos seus recursos naturais e de sua extensão territorial.

No entanto, existe um motivo relevante que torna a inserção da energia eólica na matriz brasileira em uma escala condizente com o seu potencial de grande importância para a segurança do sistema elétrico brasileiro: sua complementaridade com as demais matrizes elétricas. Como o Brasil ainda utiliza em grande escala energias esgotáveis, que causam inúmeras consequências socioambientais, logo, haverá crescente necessidade de geração energia complementar. Assim, a energia eólica é perfeitamente adequada para a reversão de tais problemas, pois se destaca por sua produção sustentável, fonte inesgotável e principalmente pelo baixo impacto ambiental, comparando-se com as demais matrizes energéticas [NUNES; MANHÃES, 2010].

No Brasil, ainda encontra-se certa resistência ao emprego de técnicas de pesquisas referente à energia eólica propriamente dita. Mas esse tipo de pesquisa não é inexistente, um exemplo é o CPTEC/INPE (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) que gerencia uma importante rede de coleta de dados de vento e dados ambientais voltados a atender à



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

demanda por informações do setor energético [MARTINS et al., 2008].

De acordo com Martins et al., 2008, o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro é outro exemplo, o qual cobre todo o território nacional. Seu objetivo é fornecer informações para capacitar tomadores de decisão na identificação de áreas adequadas para aproveitamentos eólico-elétricos.

O levantamento dos recursos de energia eólica no Brasil também foi uma das metas do projeto SWERA (*Solar and Wind Energy Resources Assessment*) desenvolvido sob a coordenação da Divisão de Clima e Meio Ambiente do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos [DMA/CPTEC] e financiamento do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) [MARTINS et al., 2008].

Partindo para os modelos modernos de turbinas eólicas, pode-se citar dois projetos principais: as de eixo horizontal e as de eixo vertical. Os rotores de eixo horizontal são os mais comuns e grande parte da experiência mundial está voltada para a sua utilização. De acordo com Dutra, 2008, os rotores de eixo vertical têm a vantagem de não necessitarem de mecanismos de acompanhamento para variações da direção do vento, o que reduz a complexidade do projeto e os esforços devido

às forças de Coriolis. Os rotores de eixo vertical também podem ser movidos por forças de sustentação (*lift*) e por forças de arrasto (*drag*). Os principais tipos de rotores de eixo vertical são Darrieus, Savonius e turbinas com torre de vórtices.

O aerogerador com rotor do tipo Savonius é um dos mais simples e o principal foco de sua instalação é a economia financeira adquirida por seu comprador [SANTOS et al., 2006].

Ainda de acordo com Santos et al., 2006, os rotores Savonius também são conhecidos como rotores “S” devido o rotor ser, basicamente, constituído por duas pás semi-circulares colocadas uma justaposta à outra em cada nível de pás. Esses rotores são muito utilizados como aeromotores, de baixa amplitude, em instalações de bombeamento de água em zonas rurais onde o custo final devido a simplicidade do sistema de transmissão e construção do rotor propriamente dito, pode compensar seu menor rendimento.

As cifras de produção de energia anual consideram que os aerogeradores estão em condições de serviço e preparados para funcionar todo o tempo. Estatísticas maiores mostram que os fabricantes alcançam fatores

**www.conepetro.co
m.br**

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

de disponibilidade de funcionamento em torno de 98% do tempo [BENTES, 2015].

Tendo em vista uma maior possibilidade da utilização da energia eólica, será demonstrado nesse trabalho a facilidade de construção de um modelo de aerogerador de eixo vertical, o aerogerador tipo Savonius.

Neste escopo, objetivou-se montar e testar um modelo do aerogerador tipo Savonius, de pequeno porte e construído a partir de materiais de baixo custo, visando a possibilidade de efetiva construção de protótipo, de grande porte, para ser utilizado como fonte de energia renovável nas dependências externas do Instituto Federal de Sergipe.

2. METODOLOGIA

O risco de partir para ação, antes da experimentação pode transformar um grande projeto em um fracasso na esfera econômica ou até na sobrevivência do negócio [ALCÂNTARA, 2012].

2.1. Descrição da construção do protótipo

De forma a confeccionar um modelo do aerogerador Savonius com um baixo custo, a

maior parte dos materiais utilizados foram alternativos e de fácil acesso.

Foram utilizados os seguintes materiais: madeirite, canos de PVC de ½”, joelhos de PVC de ½”, fio de cobre esmaltado, ímãs potentes, LED de 2 volts, gesso, caixa de papelão e garrafa PET de 2 L, além de tesoura, régua, fita isolante, lixa e cola.

A estrutura do modelo do aerogerador Savonius foi construída utilizando-se madeirite com 60cm x 40cm para servir como base. Para apoio das hélices, foi fixado verticalmente o cano de PVC de ½” na madeirite, cortado em três pedaços, sendo estes preenchidos com gesso e brita e conectados por dois joelhos de PVC de ½”, formando um U. Na base de madeirite foi feito um furo para acoplar o eixo de metal das hélices (Figura 1).



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO



Figura 1. Detalhe da estrutura para a hélice.

A elaboração das pás da turbina foram desenvolvidas a partir de uma garrafa PET de 2L. As pás possuem formato cilíndrico e iguais. Dois moldes em formato de S foram colocados em um papelão, que foi cortado no formato do molde e foi colado nas extremidades das pás, formando uma hélice côncava. Foi feito um furo na projeção superior da hélice, ou seja, nas extremidades das pás onde se encontrará o papelão em formato de S para que o eixo de metal pudesse passar pelo meio, ficando portanto a hélice fixada na base (Figura 2).

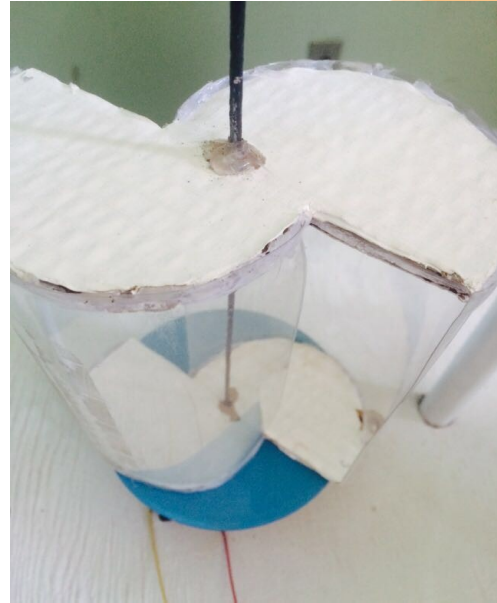


Figura 2. Detalhe do eixo com as pás.

O gerador foi desenvolvido em duas etapas. Inicialmente, com um pedaço pequeno de papelão foi feito um gabarito de enrolamento de 3cm x 20cm, e posteriormente, foram cortados 8 pedaços de fita isolante e enrolados no gabarito de papelão (Figura 3).

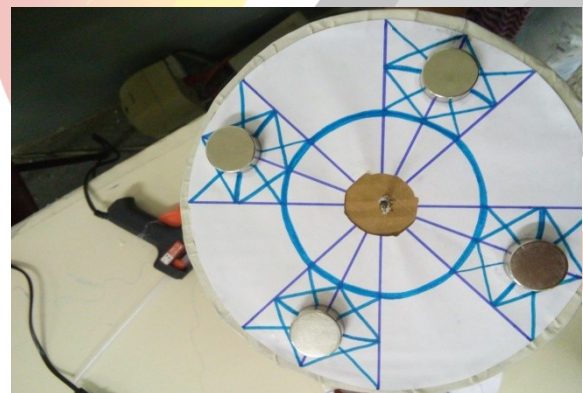


Figura 3. Gabarito desenvolvido para a confecção do gerador.

www.conepetro.com.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

Nesse mesmo gabarito fez-se 4 bobinas com 200 espiras de fio de cobre calibre 28. Por fim, deslizou-se cada bobina uma a uma para fora do gabarito e fixou firmemente com dois pedaços de fita isolante.

As bobinas foram coladas em um CD, que estava ligado a extremidade inferior da hélice (Figura 4). Em um outro CD, fixado na madeirite, foram colados, cuidadosamente observando os polos, 4 ímãs de neodímio posicionados abaixo das pás, a poucos milímetros das 4 bobinas, que foi ligada a um LED.

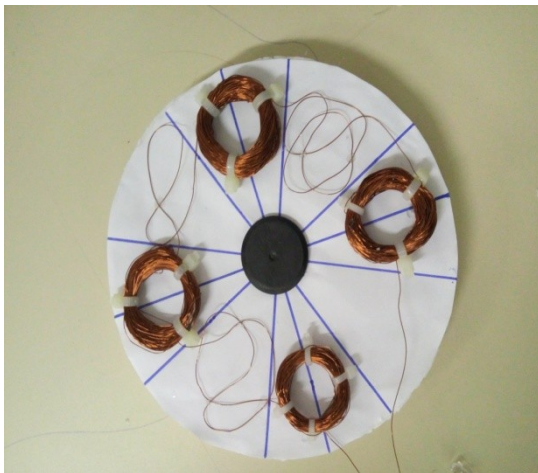


Figura 4. Conexão das bobinas.

Uma segunda opção na confecção do gerador foi realizada utilizando um rotor de *cooler* de 12 volts acoplado ao eixo, no lugar

das bobinas e dos ímãs de neodímio (Figura 5). Ambos os modelos foram ligados a um multímetro.



Figura 5. Rotor de *cooler* de 12V acoplado ao eixo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi planejado utilizar ímãs de neodímio para produzir a eletricidade, porém, devido a ineficiência das bobinas (foram desenvolvidas manualmente), os fios de cobre ocasionaram um atrito inesperado com os ímãs. No entanto, durante os primeiros testes, foi possível gerar 1,5V de tensão, o que foi verificado mediante a utilização de um multímetro e mediante o acendimento de LEDs.

Uma vez que o atrito entre os fios de cobre e os ímãs foi ficando maior, devido à



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

instabilidade do eixo de rotação, foi utilizado um motor de *cooler* de 12V, posicionado abaixo do aerogerador e conectado ao eixo, como gerador. A eficiência ficou abaixo do esperado, obtendo-se apenas 0,9V.

Para acionar o motor do *cooler* é necessário energia, no entanto, foi realizada uma conexão ao eixo do aerogerador usando-a como gerador de energia. Este possui quatro pequenas bobinas e um ímã circular que gira em torno das mesmas, com o intuito de produzir energia elétrica, seguindo assim, a lei de Faraday que diz que a ação de um campo magnético variável sobre um circuito gera um corrente elétrica induzida.

Para construção do modelo do aerogerador, a maioria dos materiais utilizados foram reciclados, com exceção dos ímãs de neodímio, que por serem um material mais específico e de maior qualidade possuiu um custo mais elevado. O custo total do modelo não ultrapassou R\$ 200,00. Considerando que somente os ímãs custaram R\$ 120,00, o projeto não é caro e é de fácil acesso.

Com a construção do modelo do aerogerador e a avaliação do seu funcionamento, pôde-se perceber que as bobinas caseiras não funcionaram de forma viável, por isso, na construção do protótipo do

gerador, serão usadas bobinas adquiridas no mercado eletrônico.

Serão utilizados materiais leves como PVC e PET com o intuito de diminuir o peso e assim aumentar a velocidade de rotação do eixo, além de madeira, com a qual será feita a base.

Como o protótipo do aerogerador será bem maior que o modelo desenvolvido será necessário usar um maior número de pás para que o objetivo seja atingido.

Hastes de alumínio ou aço servirão de eixo vertical, conectados a rolamentos que permitirão que a mesma gire de forma eficiente.

De acordo com o que foi desenvolvido e baseado nas pesquisas desenvolvidas por Santos et al., 2006, estima-se que o custo médio para construção do protótipo de um aerogerador Savonius seja de aproximadamente R\$700,00.

Ao término de sua construção, o protótipo do aerogerador será instalado em um local que possibilite sua conexão com os postes de lâmpadas de LED, que atualmente estão distribuídas nas dependências externas do Instituto Federal de Sergipe.

**www.conepetro.co
m.br**

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br

4. CONCLUSÕES

A elaboração/montagem do modelo do gerador Savonius foi uma etapa necessária ao projeto final, pois facilitou a visualização do mesmo, possibilitando estimar de forma mais precisa a complexidade e tempo para o desenvolvimento de um protótipo de maior porte, além de demandar um menor custo na confecção do modelo.

O aerogerador de eixo vertical Savonius embora seja um pouco menos eficiente quando comparado a aerogeradores como os de eixo horizontal, porém possui um baixo custo e é caracterizado por ter uma construção e funcionamento relativamente simples podendo ser utilizado e instalado em diversos locais

O protótipo tem como finalidade futura proporcionar o funcionamento de objetos que demandem poucos Volts, sendo portanto, um primeiro passo para a efetiva implantação de aerogeradores capazes de produzir energia suficiente para iluminar as dependências externas do Instituto Federal de Sergipe, Campus Aracaju.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Formação de Recursos Humanos da Petrobrás (PFRH) pelas bolsas e apoio financeiro ao projeto e ao Curso Técnico Integrado de Nível Médio em Química do IFS pela infraestrutura dos seus laboratórios.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, R. **Protótipos: Por Que Fazê-los?** 2012. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/prototipos-por-que-faze-los/>>. Acesso em: 11/06/2016

BENTES, Sophia A. J. A. **Economia, Quanto Custa Um Aerogerador.** 2015. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/9887185-Www-renovaveis-tecnopt-com.html>>. Acesso em: 04/05/2016

CARVALHO, P. **Geração Eólica.** Imprensa Universitária, Fortaleza, CE. 2003.

DUTRA, R. **Energia Eólica Princípios e Tecnologia.** 2008. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/download/tutori>

al/tutorial_eolica_2008_e-book.pdf>. Acesso:
03/04/2016

FEITOSA, E. O., ALBIERO D., PRACIANO,
A. C., MACEDO, D. X. S, CHIODEROLI, C.
A. **Simulação Do Aproveitamento Da
Energia Eólica Para Irrigação No Distrito
De Irrigado Baixo-Acaraú-CE.** Revista
Brasileira de Energias Renováveis, v. 3, p. 65-
79, 2014.

MARTINS, F. R., GUARNIERI R. A.;
PEREIRA, E. B. **O Aproveitamento Da
Energia Eólica.** Revista Brasileira de Ensino
de Física, v. 30, p. 11, 2008.

NUNES, G. A., MANHÃES A. A. **Energia
Eólica No Brasil: Uma Alternativa
Inteligente Frente Às Demandas Elétricas
Atuais.** Revista de divulgação do Projeto
Universidade Petrobras e IF Fluminense, v.1,
p.163-167, 2010.

OLIVEIRA, C. E., PRADO, C. C. **Gerador
Eólico De Pequeno Porte Para Economia
De Energia: Desafio Para Aplicações.** 2013.
Disponível
em:<[http://www.inatel.br/pos/index.php/down
loads/doc_download/38-artigos-publicados-](http://www.inatel.br/pos/index.php/downloads/doc_download/38-artigos-publicados-)

pos-automacao-industrial>.
27/06/2016

Acesso:

SANTOS, A. A., RAMOS D. S., SANTOS N.
T. F., OLIVEIRA P. P. **Projeto De Geração
De Energia Eólica.** Projeto de Graduação do
Curso de Engenharia Industrial Mecânica,
Universidade Santa Cecília. Santos-SP. 2006,
75p.

