



GERADOR EÓLICO DE BAIXO CUSTO PARA USO RESIDENCIAL

Julio César Pinheiro Pires – Mestrando em Design e Tecnologia, pires.julio@terra.com.br
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Branca F. Oliveira – Doutora em Engenharia Civil, branca@ufrgs.br
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Resumo: A difusão da energia eólica está em evidencia por apresentar diversos benefícios não só para quem a extrai e utiliza mas também para o meio onde vivemos. Os projetos de aerogeradores de grande porte não param de ser divulgados, bem como o grande número de parques eólicos, geralmente com intuito de exploração comercial de energia elétrica. O aproveitamento do vento como fonte de energia em células isoladas – residências – no meio urbano, pode representar uma economia considerável na conta de luz. Nesses termos, o presente artigo descreve o contexto do uso da energia eólica e apresenta de forma sucinta uma possível solução de geração de energia eólica doméstica, descrevendo um anteprojeto para um equipamento de pequeno porte.

Palavras-chave: Energia eólica, energia renovável, geração de energia.

1 INTRODUÇÃO

Desde o início das civilizações o homem vem extraindo da natureza formas de energia para seu benefício. Inicialmente com o processamento e queima de biomassa. Posteriormente em torno de 2800 a.C. os egípcios iniciaram o uso do vento como forma de energia para ajudar os escravos na propulsão de seus barcos. Após alguns milhares de anos os persas construíam moinhos de vento verticais utilizados para moagem de grãos. Outros moinhos foram se desenvolvendo na Holanda e Inglaterra. Na Idade Média as laminas e engrenagens tiveram projetos mais avançados, melhorando muito sua tecnologia.

A produção de energia elétrica através da força eólica inicia somente por volta do século XX. Com a economia crescendo, veio o aumento significativo do consumo de eletricidade. A alta do preço do barril de petróleo juntamente com as idéias revolucionárias de produção de energia limpa, ecológica e renovável, impulsionaram a proliferação de empresas especialistas em energia eólica. Os dinamarqueses foram pioneiros nessa prática.

Atualmente a produção de energia eólica é visada muito mais por se tratar de uma fonte não poluente e teoricamente inesgotável.

Os equipamentos se desenvolveram e, juntamente com novas demandas, surgem cada vez mais projetos inovadores e promissores.

Segundo o Centro Brasileiro de Energia Eólica, existem atualmente mais de 30.000 turbinas eólicas em operação no mundo, totalizando 13.500 MW de capacidade instalada.

A geração em grande escala, ou na escala do Megawatt tem evidenciado seus benefícios. Porém para a chamada geração de energia doméstica, alguns entraves como a falta de interesse em executar projetos específicos são suficientes para não haver uma produção em série, bem como uma grande distribuição de modelos residenciais de geradores eólicos. Existem empresas capacitadas para esta produção, mas a massificação do uso de energia eólica está longe de ser uma realidade.

2 MODELOS DE GERADORES

O meteorologista Poul la Cour (1846 – 1908) foi um dos pioneiros das modernas turbinas eólicas, construindo um túnel de vento para realização de experimentos.

Em 1956 J. Juul construiu na Dinamarca uma turbina com 3 pás, gerador assíncrono e freios aerodinâmicos nas pontas das pás. Esta turbina foi por diversos anos a maior do mundo. Entretanto há uma grande diversidade de modelos de geradores, quase sempre representados pelo desenho de suas pás e pela disposição vertical ou horizontal do eixo de rotação.

Os modelos mais comuns encontrados na literatura são Darrieus, Savonius e Molinete (Figura 1) para eixos verticais e os cata-ventos de eixo horizontal com grande diversidade de desenho.

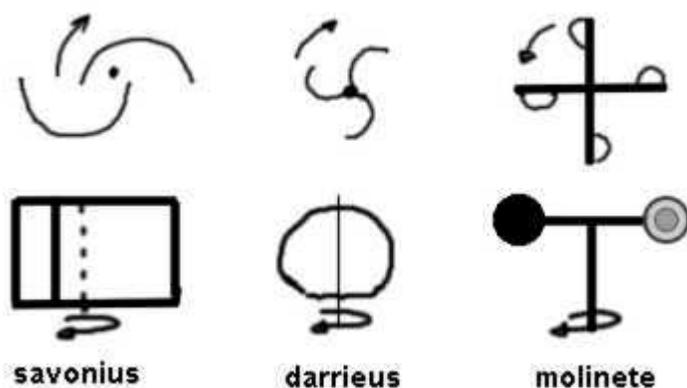


Figura 1 – Modelos de rotor com eixo vertical

Fonte: <http://www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-energia-eolica/energia-eolica-5.php>

Segundo Acioli (1994), os rotores de eixo vertical tem por definição grande torque e baixa rotação, sendo ideais para trabalhos pesados como puxar água ou moer grãos.

Uma vez que a eletricidade em geradores eólicos é obtida por um alternador que transforma movimento de rotação em energia elétrica, os equipamentos com maior velocidade de rotação são os mais indicados para esse fim.

Um gerador eólico é formado por três partes principais: rotor, gerador e torre. Cada um desses itens tem inúmeras peças de montagem e a isso é aplicada tecnologia suficiente para junção dos componentes e funcionamento adequado do sistema, como em qualquer máquina.

O rotor é composto pelas pás, eixo e engrenagens para transmissão do movimento de rotação para o gerador. As pás de um rotor de eixo horizontal são objetos de estudos de aerodinâmica para a otimização de seu uso. Em números de uma, duas, três, quatro ou diversas, as pás funcionam como barreira para geração de movimento circular em torno de um eixo. Elas interagem diretamente com as forças de sustentação e as forças de arrasto do vento e precisam ter desenho específico, bem como materiais apropriados e sistemas de segurança.

Os modelos mais utilizados na atualidade são os de eixo horizontal de três pás, geralmente fabricadas em fibra de vidro, com as pontas pintadas em vermelho para inibir a presença de pássaros. Contam ainda com sistema de freio aerodinâmico acionado quando o vento se torna demasiado forte.

A área abrangida pelo movimento circular das pás define o quanto de energia o gerador irá proporcionar. Portanto a energia está ligada diretamente ao tamanho e o ângulo de torção sobre o eixo longitudinal da pá.

Um sistema de engrenagens de tamanhos distintos aumenta o giro e transfere movimento rotatório ao gerador, que funciona como um dínamo ou alternador veicular.

Os geradores, ou equipamentos de conversão eletro-mecânica entram no sistema com duas possíveis finalidades definida: mandar energia para uma rede de eletrificação, geralmente como uma alternativa secundária à rede existente, ou carregar baterias para diversos usos.

A altura do rotor está diretamente relacionada com as condições de vento do local. Quanto mais alto estiver, mais vento alcançará. Esse fato eleva a preocupação com a estruturação do equipamento. A torre de sustentação deverá ser calculada não somente em função da carga exercida pelas peças suspensas, mas principalmente pela força do vento que terá de suportar (carga horizontal), e pela vibração causada através do movimento das pás.

3 O MODELO RESIDENCIAL

A energia renovável e limpa tem sido bastante discutida em meio acadêmico, em congressos e também no âmbito governamental.

Em geral os governos têm feito alguns esforços no sentido de desenvolver matrizes energéticas alternativas paralelamente com as de fontes tradicionais. Dentre as chamadas 'ecologicamente corretas' destacam-se a energia eólica e a energia solar.

Dados da International Renewable Energy apontam que em 2005 a capacidade de energia elétrica mundial gerada através dos ventos ultrapassava os 50 GW e era suficiente para abastecer um país como o Brasil. Em 2007 o país produzia 247 MW de energia eólica. Essa energia provem de usinas instaladas predominantemente no litoral brasileiro.

A disseminação dos temas ecológicos não tem sido o suficiente para amparar um movimento no sentido das ações locais. A produção de energia eólica doméstica não é vista como alternativa à utilização de concessionárias de distribuição já consagradas.

Nesse contexto destacam-se as iniciativas pela instalação dos sistemas de energia solar, bastante vistos em telhados de edificações residenciais, e utilizados largamente para aquecimento de água.

No âmbito do uso do vento, o desconhecimento gera uma falta de interesse por parte das pessoas em investir na geração doméstica, a qual poderia suprir uma porcentagem razoável da demanda de energia elétrica consumida.

Outro fator que contribui para a não exploração dessa modalidade é a necessidade de vento no local da instalação. A implantação do gerador residencial deve ser precedida de um estudo do comportamento do vento da região.

Segundo Appio (2001), estudos realizados em diversos pontos do país apontam um imenso potencial eólico ainda não explorado.

A figura 2 mostra um mapa do Centro Brasileiro de Energia Eólica apontando as regiões brasileiras mais favoráveis para extração de energia dos ventos. Claramente as regiões costeiras apresentam maior potencial e devem ser exploradas.

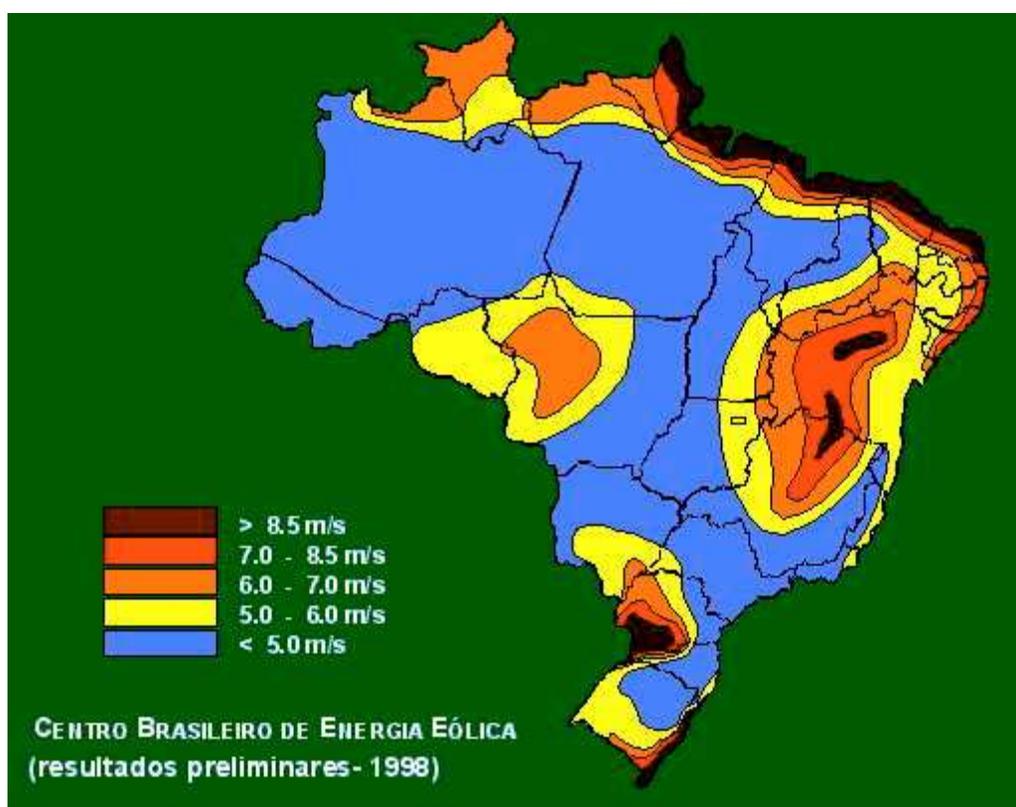


Figura 2 – Mapa de ventos do Brasil

Fonte: <http://www.colegiosaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-energia-eolica/energia-eolica-7.php>

Em um cenário bastante favorável, um modelo de aerogerador residencial de baixo custo e facilmente encontrado no comércio, poderia incentivar uma mudança de mentalidade.

No contexto econômico, sabemos que o custo da energia elétrica não tem altas bruscas porque há um controle dos governos, mas uma alternativa que reduz o gasto na conta em mais de 50% precisa ser considerada. Já no contexto social e ambiental, a distribuição dessa tecnologia mostra por si só as vantagens. A produção de energia eólica não gera poluição alguma, não gera emissão de gases, não gera resíduos, o ruído proveniente da rotação das pás

não é prejudicial às pessoas e sabe-se por pesquisas que o simples fato de pintar as pontas das pás de vermelho inibi a presença de pássaros, reduzindo o impacto com a fauna local.

Na zona urbana existe o problema da rugosidade física do entorno, entretanto o sistema pode ser otimizado para atender justamente esse setor, onde há aglomeração de edificações residenciais e grande demanda por energia elétrica. O gerador pode ser instalado na estrutura da casa, ficando o rotor com as pás acima do telhado. Isso propicia maior segurança contra falhas e sua imagem pode gerar uma consciência ecologia na sociedade, pois se hoje são instaladas, nos telhados, antenas parabólicas, então um cata-vento que gera energia renovável não propicia um impacto negativo.

3.1 Anteprojeto

Com base em material de pesquisa bibliográfica, foi desenvolvido um anteprojeto para um aerogerador de pequeno porte para uso residencial.

Segundo Carlos Marschoff, 1992, a transformação da energia cinética do ar em energia elétrica consumível se dá através de alguns passos conforme mostra a figura 3.

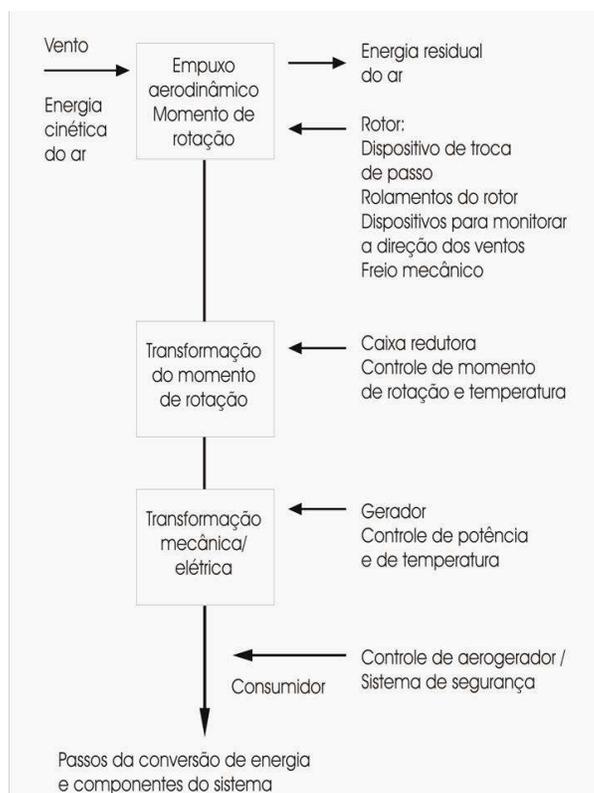


Figura 3 – Passos para conversão de energia e componentes do sistema
Fonte: Marschoff, 1992

O anteprojeto seguiu o roteiro de Marschoff, acrescentando três premissas ou diretrizes que guiaram o trabalho: expressiva redução de custo de fabricação, simplicidade de montagem e máxima eficiência.

A proposta deixa de considerar alguns itens constantes no modelo de Marschoff, por se tratar de uma turbina de pequeno porte, um protótipo apenas para experimentos e medições. Os itens que não fazem parte do anteprojeto são: dispositivos elétricos ou eletrônicos de controle de direção dos ventos, freio mecânico ou elétrico ou aerodinâmico, controle de rotação e de temperatura do rotor, controle da potencia e temperatura do gerador, sistemas externos de segurança.

O equipamento é composto por peças metálicas fabricadas para esse fim, um alternador, que transforma a energia e as pás fabricadas em fibra de vidro, que é bastante leve e apropriada. A estrutura da nacele (carcaça que abriga o gerador) é feita com chapa de aço em formato 'L' com um furo para passagem do eixo. Acima do eixo será instalado o alternador. Na ponta do eixo de rotação do alternador será fixado um pinhão (coroa dentada com 6cm de diâmetro), que através de uma corrente de transmissão será ligada a uma coroa dentada maior (15cm de diâmetro) fixada no eixo principal do rotor. O pinhão com diâmetro menor transmitirá maior rotação para o alternador.

As pás terão desenho aerodinâmico e pequena torção no eixo longitudinal para conferir um ângulo adequado. A otimização das pás é diretamente proporcional ao desempenho do rotor, já que segundo Marschoff (1992) apenas 41% da energia do vento é aproveitável e de um total de 100% de energia cinética do ar, somente 28 % da energia elétrica pode ser gerada.

Para estar sempre na posição apropriada de captação, foi projetada uma cauda em formato trapezoidal, afastada da nacele. O conjunto todo será suspenso por uma torre feita com um tubo metálico com altura de dois metros. O tubo será fixado em um outro tubo com diâmetro menor e com um sistema de rolamentos para a parte superior ficar com liberdade de movimento de rotação horizontal. O tubo menor será conectado no ponto de equilíbrio de massa do equipamento, fixando-se na nacele através de parafusos. As figuras 4 e 5 mostram o anteprojeto, que foi desenvolvido no software AutoCAD, da norte-americana Autodesk.

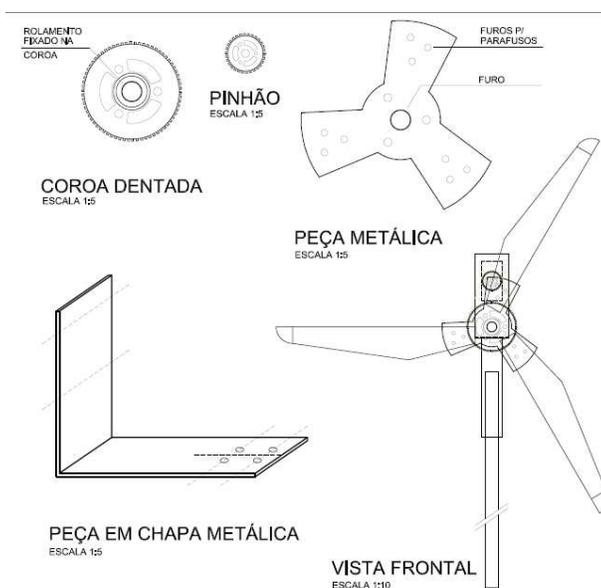


Figura 4 – Anteprojeto gerador eólico: peças e vista frontal

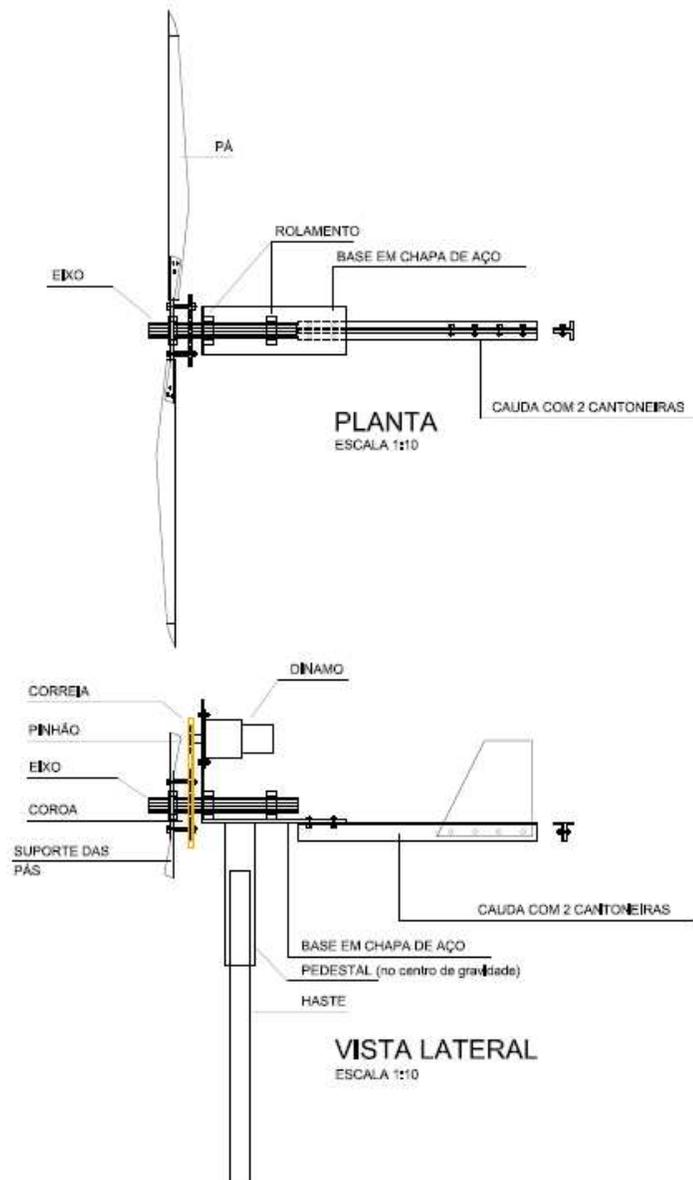


Figura 5 – Anteprojeto gerador eólico: planta e vista lateral

O anteprojeto apresentado tem a função de descrever um equipamento para geração de energia eólica. A união do design com a engenharia mecânica favorece um estudo aprofundado para esse tema, revelando possíveis ênfases na aerodinâmica, na simplicidade e no baixo custo. Dessa forma o projeto poderá tornar-se atrativo para sua possível execução.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia eólica é utilizada por diversos países incluindo o Brasil. Dados do Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, elaborado pelo CEPEL (Centro de Pesquisas de Energia Elétrica) do governo federal, apontam um grande potencial natural para alternativas de geração de energia elétrica.

Existem diversos parques eólicos em funcionamento, bem como um numero grande de estudos para implementação de novas fazendas eólicas. O apelo ecológico juntamente com a possibilidade de grandes lucros faz com que surjam empresas de grande porte voltadas para esse tema.

Com o apoio dos governos, os grandes geradores tornaram-se realidade e diversas regiões do país já contam com energia elétrica proveniente de usinas eólicas.

Entretanto essa fonte ainda é considerada alternativa e bastante distante da maioria dos consumidores.

A geração de energia domestica através de cata-ventos não é novidade. Em muitas cidades e, geralmente, mais para o interior destas, existem sistemas para recalque de água em pleno funcionamento.

A hipótese de uma turbina eólica suprir 50% da demanda por energia de uma residência dever ser considerada.

O anteprojeto apresentado representa o inicio de um processo. Alguns detalhes precisam ser revistos e um projeto executivo deve ser elaborado. Diversos testes e medições são necessários para tornar o gerador de pequeno porte uma realidade viável.

A tecnologia computacional pode ser aplicada no desenvolvimento desse tipo de projeto. É possível a realização de simulações numéricas, modelagem geométrica e elaboração de situações semelhantes à realidade em ambiente virtual.

Uma produção em serie de equipamentos adequados pode representar uma significativa redução da produção de energia por meios tradicionais, reduzindo a emissão de gases poluentes e amenizando a situação ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LAYTON, Julia. **Como funciona a energia eólica.** <http://ambiente.hsw.uol.com.br/energia-eolica1.htm>. Acessado em 24 de fevereiro de 2009.

ACIOLI, J. de L. **Fontes de Energia.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1994.

McMULLAN, J.T.; Morgan, R.; Murria, R.B. **Recursos Energéticos.** Barcelona: Blume, 1981

STEADMAN, P. **Energía, medio ambiente y edificación.** Madrid: Herman Blume Ediciones, 1978.

MARSCHOFF, C. M. **Las fuentes de energía en el siglo XXI.** Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica de Argentina S.A., 1992.



III Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí
Dias 15, 16 e 17 de Abril de 2009.

TOLMASQUIM, M. T. **Fontes renováveis de energia no Brasil**. Rio de Janeiro: Interciencia, 2003.

MARQUES, J. **Turbinas Eólicas: modelos, análise e controle do gerador de indução com dupla alimentação**. Santa Maria, 132 p., 2004. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria.

CBEE. **Centro Brasileiro de Energia Eólica**. www.eolica.org.br/, 2009

CRESESB – **Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito**. www.cresesb.cepel.br, 2009