# energia eolica

1. Introdução 3  
2. História da energia eólica 4  
2.1. Desenvolvimento de aerogeradores do século XX 6  
2.2. Evolução comercial de aerogeradores de grande porte 9  
3. Funcionamento 10  
3.1. Fatores que influenciaram o regime dos ventos 11  
3.2. O que são aerogeradores? Como funcionam? 13  
3.3. Quais os tipos de aerogeradores? Qual o melhor? 14  
3.4. Quais elementos compõe um sistema eólico de geração de energia de pequeno porte? 15  
4. Energia eólica no Brasil 17  
4.1. Suporte do governo 18  
3.2. Potencial eólico no Brasil 19  
5. Energia eólica no mundo 20  
5.1. Potencial eólico instalado no mundo 21  
6. Vantagens da energia eólica 23  
7. Desvantagens da energia eólica 25  
8. Conclusão 28  
9. Bibliografia 29  
  
  
  
1. INTRODUÇÃO  
  
A questão relativa à energia é um problema que assombra o mundo atual, o aproveitamento desta ainda não atingiu um nível satisfatório, visto que a imensa maioria da energia utilizada no planeta é de origem não renovável, seja de fonte mineral, atômica, térmica ou das águas. A energia pode ser utilizada de forma mais responsável e com menos desperdício, por meios de fontes renováveis como a energia eólica, solar, das marés, geotérmica e de outras mais.  
Com este trabalho objetivamos a análise do aproveitamento da energia eólica, que como todas as demais possui certas vantagens e desvantagens, porém o que a faz a diferença não é só um fato ou outro, é o conjunto comoum todo e a aplicação desejada da energia gerada.Além desta ser uma fonte de energia renovável, possui uma certa diferença em relação às demais, pode ser utilizada para o fornecimento de energia para pequenas populações onde não há um acesso de energia direto e também não necessita de grandes investimentos. Esta última vantagem pode ser aproveitada por pessoas que queiram montar um módulo de energia próprio ao redor de suas casas não precisando se filiar a empresas, como no caso de fontes de energia onde há um enorme e dispendioso volume de energia.  
Mas é claro também há desvantagens que devem ser levadas em conta, como o barulho provocado, que não é muito elevado se o módulo for freqüentemente vistoriado, a área ocupada que deve ser específica (sem muitas elevações e civilizações por perto), e principalmente pelo fato de que hoje, como esta tecnologia ainda não está totalmente desenvolvida o seu custo é um pouco elevado, de modo que é muito difícil para uma população ter o seu próprio fornecimento de energia elétrica gerada por meios eólicos e também que seu aproveitamento ainda não é satisfatoriamente elevado, entretanto esse entrave pode ser superado com o desenvolvimento futuro desta tecnologia.  
  
2. HISTÓRIA DA ENERGIA EÓLICA  
  
Com o avanço da agricultura, o homem necessitava cada vez mais de ferramentas que o auxiliassem nas diversas etapas do trabalho. Tarefas como a moagem dos grãos e o bombeamento de água exigiam cada vez mais esforço braçal e animal. Isso levou ao desenvolvimento de uma forma primitiva de moinho devento, utilizada no beneficiamento dos produtos agrícolas, que constava de um eixo vertical acionado por uma longa haste presa a ela, movida por homens ou animais caminhando em uma gaiola circular. Existia também outra tecnologia utilizada para o beneficiamento da agricultura onde uma gaiola cilíndrica era conectada a um eixo horizontal e a força motriz (homens ou animais) caminhava no seu interior.  
Esse sistema foi aperfeiçoado com a utilização de cursos d’água como força motriz surgindo, assim, as rodas d’água. Historicamente, o uso das rodas d’água precede a utilização dos moinhos de ventos devido a sua concepção mais simplista de utilização de cursos naturais de rios como força motriz. Como não se dispunha de rios em todos os lugares para o aproveitamento em rodas d’água, a percepção do vento como fonte natural de energia possibilitou o surgimento de moinhos de ventos substituindo a força motriz humana ou animal nas atividades agrícolas.  
O primeiro registro histórico da utilização da energia eólica para bombeamento de água e moagem de grãos através de cata-ventos é proveniente da Pérsia, por volta de 200 A.C.. Esse tipo de moinho de eixo vertical veio a se espalhar pelo mundo islâmico sendo utilizado por vários séculos. Acredita-se que antes da invenção dos cata-ventos na Pérsia, a China (por volta de 2000 A.C.) e o Império Babilônico (por volta 1700 A.C) também utilizava cata-ventos rústicos para irrigação.   
Mesmo com baixa eficiência devido a suas características, os cata-ventos primitivos apresentavam vantagens importantes parao desenvolvimento das necessidades básicas de bombeamento d’água ou moagem de grãos, substituindo a força motriz humana ou animal. Pouco se sabe sobre o desenvolvimento e uso dos cata-ventos primitivos da China e Oriente Médio como também dos cata-ventos surgidos no Mediterrâneo. Um importante desenvolvimento da tecnologia primitiva foram os primeiros modelos a utilizarem velas de sustentação em eixo horizontal encontrados nas ilhas gregas do Mediterrâneo.  
A introdução dos cata-ventos na Europa deu-se, principalmente, no retorno das Cruzadas há 900 anos. Os cata-ventos foram largamente utilizados e seu desenvolvimento bem documentado. As máquinas primitivas persistiram até o século XII quando começaram a ser utilizados moinhos de eixo horizontal na Inglaterra, França e Holanda, entre outros países. Os moinhos de vento de eixo horizontal do tipo “holandês” foram rapidamente disseminados em vários países da Europa. Durante a Idade Média, na Europa, a maioria das leis feudais incluía o direito de recusar a permissão à construção de moinhos de vento pelos camponeses, o que os obrigava a usar os moinhos dos senhores feudais para a moagem dos seus grãos. Dentro das leis de concessão de moinhos também se estabeleceram leis que proibiam a plantação de árvores próximas ao moinho assegurando, assim, o “direito ao vento”. Os moinhos de vento na Europa tiveram, sem dúvida, uma forte e decisiva influência na economia agrícola por vários séculos. Com o desenvolvimento tecnológico das pás, sistema de controle, eixos etc, o uso dos moinhos devento propiciou a otimização de várias atividades utilizando-se a força motriz do vento.  
  
Na Holanda, entre os séculos XVII a XIX, o uso de moinhos de vento em grande escala esteve amplamente relacionado com a drenagem de terras cobertas pelas águas. O primeiro moinho de vento utilizado para a produção de óleos vegetais foi construído em 1582. Com o surgimento da imprensa e o rápido crescimento da demanda por papel, foi construído, em 1586, o primeiro moinho de vento para fabricação de papel. Ao fim do século XVI, surgiram moinhos de vento para acionar serrarias para processar madeiras provenientes do Mar Báltico. Em meados do século XIX, aproximadamente 9.000 moinhos de vento existiam em pleno funcionamento na Holanda. O número de moinhos de vento na Europa nesse período mostra a importância do seu uso em diversos países como a Bélgica (3.000 moinhos de vento), Inglaterra (10.000 moinhos de vento) e França (650 moinhos de vento na região de Anjou).  
Um importante marco para a energia eólica na Europa foi a Revolução Industrial no final do Século XIX. Com o surgimento da máquina a vapor, iniciou-se o declínio do uso da energia eólica na Holanda. Já no início do século XX, existiam apenas 2.500 moinhos de ventos em operação, caindo para menos de 1.000 no ano de 1960. Preocupados com a extinção dos moinhos de vento pelo novo conceito imposto pela Revolução Industrial, foi criada, em 1923, uma sociedade holandesa para conservação, melhoria de desempenho e utilização mais efetiva dos moinhos holandeses.  
A utilização de cata-ventos demúltiplas pás destinados ao bombeamento d’água desenvolveu-se de forma efetiva, em diversos países, principalmente nas suas áreas rurais. Acredita-se que, desde a segunda metade do século XIX, mais de 6 milhões de cata-ventos já teriam sido fabricados e instalados somente nos Estados Unidos para o bombeamento d’água em sedes de fazendas isoladas e para abastecimento de bebedouros para o gado em pastagens extensas. Os cata-ventos de múltiplas pás foram usados também em outras regiões como a Austrália, Rússia, África e América Latina. O sistema se adaptou muito bem às condições rurais tendo em vista suas características de fácil operação e manutenção. Toda a estrutura era feita de metal e o sistema de bombeamento era feito por meio de bombas e pistões, favorecidos pelo alto torque fornecido pela grande número de pás. Até hoje esse sistema é largamente usado em várias partes do mundo para bombeamento d’água.  
  
2.1. Desenvolvimento de aerogeradores no século XX  
Com o avanço da rede elétrica, foram feitas, também no início do século XX, várias pesquisas para o aproveitamento da energia eólica em geração de grandes blocos de energia. Enquanto os Estados Unidos estavam difundindo o uso de aerogeradores de pequeno porte nas fazendas e residências rurais isoladas, a Rússia investia na conexão de aerogeradores de médio e grande porte diretamente na rede.  
O início da adaptação dos cata-ventos para geração de energia elétrica teve início no final do século XIX. Em 1888, Charles F. Bruch, ergueu na cidade de Cleveland, Ohio, o primeirocata-vento destinado à geração de energia elétrica. Tratava-se de um cata-vento que fornecia 12kW em corrente contínua para carregamento de baterias, as quais eram destinadas, sobretudo, para o fornecimento de energia para 350 lâmpadas incandescentes. O invento de Bruch apresentava três importantes inovações para o desenvolvimento do uso da energia eólica para geração de energia elétrica. Em primeiro lugar, a altura utilizada pelo invento estava dentro das categorias dos moinhos de ventos utilizados para beneficiamento de grãos e bombeamento d’água. Em segundo lugar, foi introduzido um mecanismo de grande fator de multiplicação da rotação das pás que funcionava em dois estágios, possibilitando um máximo aproveitamento do dínamo cujo funcionamento estava em 500rpm. Em terceiro lugar, esse invento foi a primeira e mais ambiciosa tentativa de se combinar a aerodinâmica e a estrutura dos moinhos de vento com as recentes inovações tecnológicas na produção de energia elétrica.  
Um dos primeiros passos para o desenvolvimento de aerogeradores de grande porte para aplicações elétricas foi dado na Rússia em 1931. O aerogerador Balaclava era um modelo avançado de 100kW conectado, por uma linha de transmissão de 6,3kV de 30km, a uma usina termelétrica de 20MW. O gerador e o sistema de controle ficavam no alto da torre de 30 metros de altura, e a rotação era controlada pela variação do ângulo de passo das pás. O controle da posição era feito através de uma estrutura em treliças inclinada apoiada sobre um vagão em uma pista circular de trilhos.  
  
Após odesenvolvimento desse modelo, foram projetados outros modelos mais ambiciosos de 1MW e 5MW. Aparentemente esses projetos não foram concluídos devido à forte concorrência de outras tecnologias, principalmente a tecnologia de combustíveis fósseis que, com o surgimento de novas reservas, tornava-se mais competitiva economicamente contribuindo, assim, para o abandono de projetos ambiciosos de aerogeradores de grande porte.  
A Segunda Guerra Mundial (1.939-1.945) contribuiu para o desenvolvimento dos aerogeradores de médio e grande porte, uma vez que os países em geral empenhavam grandes esforços no sentido de economizar combustíveis fósseis. Os Estados Unidos desenvolveram um projeto de construção do maior aerogerador até então projetado. Tratava-se do aerogerador Smith-Putnam cujo modelo apresentava 53,3m de diâmetro, uma torre de 33,5m de altura e duas pás de aço com 16 toneladas. A Dinamarca, no período inicial da Segunda Guerra Mundial, apresentou um dos mais significativos crescimentos em energia eólica em toda Europa. Esse avanço deu-se sob a direção dos cientistas dinamarqueses Poul la Cour e Johannes Juul . Sendo um país pobre em fontes energéticas naturais, a utilização da energia eólica teve uma grande importância quando, no período entre as duas guerras mundiais, o consumo de óleo combustível estava racionado. A França também se empenhou nas pesquisas de aerogeradores conectados à rede elétrica. Entre 1958 e 1966 foram construídos diversos aerogeradores de grande porte. Entre os principais estavam três aerogeradores de eixohorizontal e três pás. Um dos modelos apresentava 30 metros de diâmetro de pá com potência de 800 kW a vento de 16,5m/s.   
Após o fim da Segunda Guerra, os combustíveis fósseis voltaram a abundar em todo o cenário mundial. Um estudo econômico na época mostrava que aquele aerogerador não era mais competitivo e, sendo assim, o projeto foi abandonado. A Inglaterra, durante a década de cinqüenta, promoveu um grande estudo anemométrico em 100 localidades das Ilhas Britânicas culminando, em 1955, com a instalação de um aerogerador experimental de 100kW em Cape Costa, Ilhas Orkne. Também na década de cinqüenta, foi desenvolvido um raro modelo de aerogerador de 100kW com as pás ocas e com a turbina e gerador na base da torre. Ambos os modelos desenvolvidos na Inglaterra foram abandonados por problemas operacionais e principalmente por desinteresse econômico.  
Durante o período entre 1955 e 1968, a Alemanha construiu e operou um aerogerador com o maior número de inovações tecnológicas na época. Os avanços tecnológicos desse modelo persistem até hoje na concepção dos modelos atuais, mostrando o seu sucesso de operação. Tratava-se de um aerogerador de 34 metros de diâmetro operando com potência de 100kW, a ventos de 8m/s. Esse aerogerador possuía rotor leve em materiais compostos, duas pás a jusante da torre, sistema de orientação amortecida por rotores laterais e torre de tubos estaiada; operou por mais de 4.000 horas entre 1957 e 1968. As pás, por serem feitas de materiais compostos, aliviaram os esforços em rolamentos, diminuindo assim osproblemas de fadiga. Essa inovação mostrou ser muito mais eficiente comparada aos modelos até então feitos de metais. Em 1968, quando o modelo foi desmontado e o projeto encerrado por falta de verba, as pás do aerogerador apresentavam perfeitas condições de uso.  
  
2.2. Evolução comercial de aerogeradores de grande porte  
O comércio de aerogeradores no mundo se desenvolveu rapidamente em tecnologia e tamanhos durante os últimos 15 anos. A figura abaixo mostra o desenvolvimento do tamanho e da potência de aerogeradores desde 1985.   
   
  
  
  
3. FUNCIONAMENTO  
  
A energia eólica pode ser considerada como uma das formas em que se manifesta a energia proveniente do Sol, isto porque os ventos são causados pelo aquecimento diferenciado da atmosfera.   
As regiões tropicais, que recebem os raios solares quase que perpendicularmente, são mais aquecidas do que as regiões polares. Conseqüentemente, o ar quente que se encontra nas baixas altitudes das regiões tropicais tende a subir, sendo substituído por uma massa de ar mais frio que se desloca das regiões polares. O deslocamento de massas de ar determina a formação dos ventos. A figura 5 apresenta esse mecanismo.  
Existem locais no globo terrestre nos quais os ventos jamais cessam de “soprar”, pois os mecanismos que os produzem (aquecimento no equador e resfriamento nos pólos) estão sempre presentes na natureza. São chamados de ventos planetários ou constantes, e podem ser classificados em:  
Alísios: ventos que sopram dos trópicos para o Equador, em baixas altitudes.  
Contra-Alísios: ventos quesopram do Equador para os pólos, em altas altitudes.  
Ventos do Oeste: ventos que sopram dos trópicos para os pólos.  
Polares: ventos frios que sopram dos pólos para as zonas temperadas.  
  
Figura 5 - Formação dos ventos devido ao deslocamento das massas de ar.  
(Fonte: Atlas Eólico do Brasil, 1998)  
Tendo em vista que o eixo da Terra está inclinado de 23,5° em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol, variações sazonais na distribuição de radiação recebida na superfície da Terra resultam em variações sazonais na intensidade e duração dos ventos, em qualquer local da superfície terrestre. Como resultado surgem os ventos continentais ou periódicos e compreendem as monções e as brisas.  
As monções são ventos periódicos que mudam de direção a cada seis meses aproximadamente. Em geral, as monções sopram em determinada direção em uma estação do ano e em sentido contrário em outra estação.  
Em função das diferentes capacidades de refletir, absorver e emitir o calor recebido do Sol, inerentes à cada tipo de superfície (tais como mares e continentes), surgem as brisas que caracterizam-se por serem ventos periódicos que sopram do mar para o continente e vice-versa. No período diurno, devido à maior capacidade da terra de refletir os raios solares, a temperatura do ar aumenta e, como conseqüência, forma-se uma corrente de ar que sopra do mar para a terra (brisa marítima). À noite, a temperatura da terra cai mais rapidamente do que a temperatura da água e, assim, ocorre a brisa terrestre que sopra da terra para o mar. Normalmente, aintensidade da brisa terrestre é menor do que a da brisa marítima devido à menor diferença de temperatura que ocorre no período noturno.  
Sobreposto ao sistema de geração dos ventos descrito acima, encontram-se os ventos locais, que são originados por outros mecanismos mais específicos. São ventos que sopram em determinadas regiões e são resultantes das condições locais, que os tornam bastante individualizados. A mais conhecida manifestação local dos ventos é observada nos vales e montanhas. Durante o dia, o ar quente nas encostas da montanha se eleva e o ar mais frio desce sobre o vale para substituir o ar que subiu. No período noturno, a direção em que sopram os ventos é novamente revertida, e o ar frio das montanhas desce e se acumula nos vales.  
  
3.1. Fatores que influenciam o regime dos ventos  
O comportamento estatístico do vento ao longo do dia é um fator que é influenciado pela variação de velocidade do vento ao longo do tempo. As características topográficas de uma região também influenciam o comportamento dos ventos uma vez que, em uma determinada área, podem ocorrer diferenças de velocidade, ocasionando a redução ou aceleração na velocidade do vento. Além das variações topográficas e de rugosidade do solo, a velocidade também varia seu comportamento com a altura.  
Tendo em vista que a velocidade do vento pode variar significativamente em curtas distâncias (algumas centenas de metros), os procedimentos para avaliar o local, no qual se deseja instalar aerogeradores, devem levar em consideração todos os parâmetros regionaisque influenciam nas condições do vento. Entre os principais fatores de influência no regime dos ventos destacam-se:  
A variação da velocidade com a altura;  
A rugosidade do terreno, que é caracterizada pela vegetação, utilização da terra e construções;  
Presença de obstáculos nas redondezas;  
Relevo que pode causar efeito de aceleração ou desaceleração no escoamento do ar.  
As informações necessárias para o levantamento das condições regionais podem ser obtidas a partir de mapas topográficos e de uma visita ao local de interesse para avaliar e modelar a rugosidade e os obstáculos. O uso de imagens aéreas e dados de satélite também contribuem para uma análise mais acurada.  
A figura 6 mostra, de uma forma genérica, como os ventos se comportam quando estão sob a influência das características da superfície do solo.  
  
  
Figura 6 - Comportamento do vento sob a influência das características do terreno  
(Fonte: Atlas Eólico do Brasil, 1998)  
  
3.2. O que são aerogeradores? Como funcionam?  
  
  
Aerogeradores são máquinas capazes de transformar a energia cinética dos ventos em energia elétrica. A energia cinética é convertida em energia mecânica rotacional pela turbina eólica. Essa energia mecânica é transmitida pelo eixo através de uma caixa de engrenagens ou diretamente ao gerador, que realiza a conversão eletro-mecânica, produzindo energia elétrica.  
O princípio de funcionamento baseia-se na conversão da energia cinética dos ventos em energia elétrica. Tal processo é resultante do movimento de rotação causada pela incidência do vento naspás do aerogerador, que converte a energia cinética dos ventos em potência mecânica rotacional no eixo do rotor. Essa potência mêcanica é então transmitida ao gerador, que através de um processo de conversão eletro-mecânica, produz uma potência elétrica de saída.  
  
  
As pás das máquinas modernas são dispositivos aerodinâmicos com perfis especialmente desenvolvidos, equivalentes às asas dos aviões, e que funcionam pelo princípio físico da sustentação.  
  
O diagrama a seguir descreve as forças aerodinâmicas vistas no corte de uma pá de aerogerador.  
A força de sustentação é perpendicular ao fluxo do vento resultante visto pela pá (Vres), resultado da subtração vetorial da velocidade do vento incidente (Vw) com a velocidade tangencial da pá da turbina eólica (Vtan), conforme a equação a seguir.  
  
  
Onde Vtan é produto da velocidade angular do rotor (wrotor) pelo raio do rotor :  
   
A força de arrasto é produzida na mesma direção de Vres. A resultante das componentes da força de sustentação e de arrasto na direção Vtan, produz o torque (Tmec) da turbina eólica. A potência mecânica (Pmec) extraída do vento é igual ao torque vezes a velocidade angular do rotor, conforme a equação abaixo.  
  
  
3.3. Quais os tipos de aerogeradores? Qual o melhor?  
Existem principalmente duas topologias gerais de construção dos captadores eólicos os de EIXO VERTICAL (Figura abaixo) e de EIXO HORIZONTAL (figura ao lado).  
Há uma grande discussão entre os defensores dos dois tipos onde são apresentadas vantagens e desvantagens técnicas, mas comercialmentefalando os de eixo horizontal tem apresentado grande superioridade aos de eixo vertical, pois apesar de exigirem maior complexidade mecânica, são equipamentos que trabalham com uma rotação mais elevada reduzindo enormemente os custos dos alternadores.   
Ex.: Um aerogerador de 1Kw em eixo horizontal trabalha normalmente de 550 a 900rpm (dependendo do fabricante) e para mesma potência em um sistema de eixo vertical a rotação esperada é de 150rpm. O aumento de custo é bastante significativo.  
  
3.4. Quais elementos compõem um sistema eólico de geração de energia de pequeno porte?  
  
1. Aerogerador – gera energia elétrica a partir da energia cinética dos ventos;  
2. Banco de baterias - composto por uma ou mais baterias, normalmente baterias Chumbo-ácido 12V seladas; funciona como elemento armazenador de energia elétrica para uso durante os períodos de calmaria, quando não há disponibilidade de vento;  
3. Controlador de carga – dispositivo eletrônico que protege as baterias contra sobrecarga ou descarga excessiva;  
4. Inversor – dispositivo eletrônico que converte a energia elétrica em corrente contínua (CC) para corrente alternada (CA), de forma a permitir a utilização de eletrodomésticos convencionais. Alguns sistemas pequenos não empregam inversor e utilizam cargas (luminárias, TV, etc.) alimentadas diretamente por corrente contínua (CC).  
Aqui considera-se que o aerogerador já produz energia em um nível de tensão CC compatível com o do banco de baterias; caso contrário, são ainda necessários outros dispositivos para efetuar aconversão.  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
4. Energia eólica no Brasil  
  
A energia eólica no Brasil tinha uma capacidade instalada de 602 MW no final de 2009, suficiente para abastecer uma cidade de cerca de 300 mil residências. Os 36 parques eólicos e fazendas eólicas do país, em 2009, estavam localizadas no Nordeste (5 estados), Sul (3 estados) e Sudeste (1 estado).  
  
Nome  
Capacidade Instalada (MW)  
Estado  
Parque eólico de Osório  
150  
Rio Grande do Sul  
Usina de Energia Eólica de Praia Formosa  
104  
Ceará  
Parque eólico Alegria  
51  
Rio Grande do Norte  
Parque eólico de Rio do Fogo  
49  
Rio Grande do Norte  
Parque Eólico Eco Energy  
25  
Ceará  
Parque Eólico de Paracuru  
23  
Ceará  
  
O potencial da energia eólica no Brasil é mais intenso de junho a dezembro, coincidindo com os meses de menor intensidade de chuvas. Isso coloca o vento como uma potencial fonte suplementar de energia gerada por hidrelétricas.[6] Em 2009, 10 projetos estão em construção, com uma capacidade de 256 MW, e em 2010, 45 iniciaram sua construção para gerar 2.139 MW, em vários estados. A empresa estadunidense General Electric tem uma indústria no Brasil, na cidade de Campinas, e uma parceria com a Tecsis em Sorocaba, para atender a demanda dos novos projetos.[7]  
Em 14 de dezembro de 2009, cerca de 1.800 megawatts (MW) foram contratados com 71 usinas de energia eólica programados para serem entregues a partir do 1 de julho de 2012. Ao focalizar internamente na geração de energia eólica, o Brasil é parte de um movimento internacional para tornara energia eólica uma fonte primária de energia. Na verdade, a energia eólica tem tido a maior taxa de expansão de todas as fontes renováveis de energia disponíveis, com um crescimento médio de 27% por ano desde 1990, segundo o Global Wind Energy Council (GWEC).  
  
4.1. Suporte do Governo  
A primeira turbina de energia eólica do Brasil foi instalada em Fernando de Noronha em 1992. Dez anos depois, o governo criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa) para incentivar a utilização de outras fontes renováveis, como eólica, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs). Estas estações podem usar energia hidrelétrica, o carro-chefe da matriz energética do Brasil, que compreende cerca de três quartos da capacidade energética instalada do Brasil.  
Desde a criação do Proinfa, a produção de energia eólica no Brasil aumentou de 22 MW em 2003 para 602 MW em 2009, como parte dos 36 projetos privados. Outros 10 projetos estão em construção, com uma capacidade de 256,4 MW, e 45 outros projetos foram aprovados pela ANEEL, com um potencial estimado de 2,139.7 MW.  
O desenvolvimento destas fontes de energia eólica no Brasil está ajudando o país a alcançar seus objetivos estratégicos de aumentar a segurança energética, reduzir as emissões de gases de efeito estufa e criando empregos. O potencial para este tipo de geração de energia no Brasil poderia chegar a até 145.000 MW, segundo o Relatório de Potencial de Energia Eólica de 2001 do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (Cepel).4.2. Potencial eólico no Brasil  
  
  
  
  
  
  
5. Energia eólica no mundo  
  
Em 2005 a capacidade mundial de geração de energia elétrica através da energia eólica era o suficiente para abastecer as necessidades básicas de um país como o Brasil - embora isso represente menos de 1% do uso mundial de energia.  
Em alguns países, a energia elétrica gerada a partir do vento representa significativa parcela da demanda. Na Dinamarca esta representa 23% da produção, 6% na Alemanha e cerca de 8% em Portugal (dados de setembro de 2007) e na Espanha. Globalmente, a geração através de energia eólica mais que quadruplicou entre 1999 e 2005. No ano de 2003 a energia eólica foi a forma de energia que mais cresceu nos Estados Unidos.  
  
  
  
5.1. Potencial eólico instalado no mundo  
  
O perfil do crescimento da energia eólica na década de 90 indica perspectivas promissoras para o crescimento da indústria eólica mundial para as próximas décadas. Mesmo considerando-se uma desaceleração no aumento da potência instalada nos últimos anos, a procura por novos mercados e o desenvolvimento de aerogeradores de maior porte mostram boas perspectivas para um crescimento mais sustentável e não tão acelerado para a próxima década. Abaixo duas tabelas sobre a potência mundial da energia eólica.  
  
Potência acumulada ao final de cada ano [MW]  
PAÍS  
2008  
2007  
2006  
2005  
2004  
2003  
2002  
2001  
2000  
1999  
1998  
Estados Unidos  
25.170,0  
16.818,8  
11.603,0  
9.149,0  
6.752,0  
6.352,0  
4.685,0  
4.258,0  
2.564,0  
2.534,0  
1.820,0  
Alemanha  
23.902,8  
22.247,4  
20.622,018.427,5  
16.628,0  
14.609,0  
12.400,0  
8.754,0  
6.095,0  
4.443,0  
2.875,0  
Espanha  
16.740,3  
15.145,1  
11.630,0  
10.027,9  
8.263,0  
6.202,0  
4.830,0  
3.337,0  
2.535,0  
1.542,0  
834,0  
China  
12.210,0  
5.912,0  
2.599,0  
1.266,0  
764,0  
566,0  
468,0  
404,0  
352,0  
262,0  
500,0  
Índia  
9.587,0  
7.850,0  
6.270,0  
4.430,0  
2.983,0  
2.120,0  
1.702,0  
1.500,0  
1.260,0  
1.035,0  
992,0  
Itália  
3.736,0  
2.726,1  
2.123,4  
1.718,3  
1.265,0  
891,0  
785,0  
697,0  
427,0  
183,0  
178,0  
França  
3.404,0  
2.455,0  
1.567,0  
757,2  
390,0  
240,0  
131,0  
116,0  
63,0  
25,0  
21,0  
Reino Unido  
3.287,9  
2.389,0  
1.962,9  
1.353,0  
897,0  
704,0  
552,0  
483,0  
409,0  
347,0  
333,0  
Dinamarca  
3.160,0  
3.125,0  
3.136,0  
3.128,0  
3.118,0  
3.115,0  
2.880,0  
2.534,0  
2.415,0  
1.771,0  
1.383,0  
Portugal  
2.862,0  
2.130,0  
1.716,0  
1.022,0  
523,0  
299,0  
194,0  
153,0  
111,0  
61,0  
51,0  
Canadá  
2.369,0  
1.846,0  
1.460,0  
683,0  
444,0  
326,0  
221,0  
198,0  
137,0  
125,0  
82,0  
Holanda  
2.225,0  
1.747,0  
1.559,0  
1.224,0  
1.078,0  
912,0  
686,0  
497,0  
442,0  
411,0  
361,0  
Japão  
1.880,0  
1.528,0  
1.309,0  
1.040,0  
940,0  
644,0  
415,0  
316,0  
142,0  
68,0  
30,0  
Austrália  
1.494,0  
817,3  
817,3  
579,0  
380,0  
198,0  
104,0  
71,0  
30,0  
9,0  
9,0  
Irlanda  
1.244,7  
805,0  
746,0  
495,2  
353,0  
225,0  
137,0  
125,0  
119,0  
73,0  
73,0  
Suécia  
1.066,9  
831,0  
571,2  
509,1  
442,0  
399,0  
328,0  
290,0  
241,0  
215,0  
174,0  
Áustria  
994,9  
981,5  
964,5  
819,0  
607,0  
415,0  
139,0  
95,0  
77,0  
42,0  
30,0  
Grécia  
989,7  
873,3  
757,6  
573,3  
466,0  
398,0  
276,0  
299,0  
274,0  
158,055,0  
Polônia  
472,0  
276,0  
153,0  
73,0  
58,0  
58,0  
27,0  
51,0  
5,0  
5,0  
5,0  
Noruega  
428,0  
333,0  
325,0  
268,0  
160,0  
112,0  
97,0  
17,0  
13,0  
9,0  
9,0  
Egito  
390,0  
310,0  
230,0  
145,0  
145,0  
69,0  
69,0  
69,0  
69,0  
36,0  
6,0  
Bélgica  
383,6  
286,9  
194,3  
167,4  
97,0  
68,0  
44,0  
31,0  
13,0  
6,0  
6,0  
Taiwan  
358,2  
279,9  
187,7  
103,7  
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
Brasil  
338,5  
247,1  
236,9  
28,6  
28,6  
28,6  
24,0  
24,0  
22,0  
17,0  
17,0  
Turquia  
333,4  
206,8  
64,6  
20,1  
20,0  
20,0  
19,0  
19,0  
19,0  
9,0  
9,0  
Nova Zelândia  
325,3  
321,8  
171,0  
168,2  
170,0  
38,0  
35,0  
35,0  
35,0  
24,0  
24,0  
Coréia do Sul  
278,0  
192,1  
176,3  
119,1  
8,0  
8,0  
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
Bulgária  
157,5  
56,9  
36,0  
14,0  
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
República Tcheca  
150,0  
116,0  
56,5  
29,5  
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
Finlândia  
140,0  
110,0  
86,0  
82,0  
82,0  
47,0  
41,0  
39,0  
39,0  
18,0  
18,0  
Hungria  
127,0  
65,0  
60,9  
17,5  
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
Marrocos  
125,2  
125,2  
64,0  
64,0  
54,0  
54,0  
54,0  
54,0  
54,0  
14,0  
 nd   
Ucrânia  
90,0  
89,0  
85,6  
77,3  
57,0  
51,0  
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
México  
85,0  
85,0  
84,0  
2,2  
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
Irã  
82,0  
66,5  
47,4  
31,6  
11,0  
11,0  
11,0  
11,0  
11,0  
11,0  
11,0  
Estónia  
78,3  
58,6  
33,0  
33,0  
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
Costa Rica  
74,0  
74,0  
74,0  
71,0  
71,0  
71,0  
71,0  
71,0  
51,0  
51,0  
27,0  
Lituânia  
54,4  
52,3  
55,0  
7,0  
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd   
 nd Luxemburgo  
35,3  
35,3  
35,3  
35,3  
35,0  
16,0  
16,0  
15,0  
15,0  
9,0  
9,0  
Letónia  
30,0  
27,4  
27,4  
27,4  
nd  
nd  
nd  
nd  
nd  
nd  
nd  
Argentina  
29,8  
29,8  
27,8  
26,8  
26,0  
26,0  
27,0  
27,0  
16,0  
14,0  
14,0  
Outros Países  
298,2  
254,7  
225,2  
210,9  
239,0  
141,0  
569,0  
337,0  
394,0  
405,0  
197,0  
Total  
121.188  
93.927  
74.151  
59.024  
47.555  
39.434  
32.037  
24.927  
18.449  
13.932  
10.153  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
6. Vantagens da Energia Eólica  
  
Ar mais limpo é somente uma das razões para aumentar o papel da energia eólica na nossa mistura de provisão, uma outra razão é que a utilização de vento para produzir energia suficiente para mais de 200 casas (2,000,000 de quilowatt-hora) de eletricidade em vez queimar carvão deixará 900,000 quilogramas de carvão na terra e reduzirá emissões de gás de estufa anuais em 2,000 toneladas. Isto tem o mesmo impacto positivo que tirar 417 carros da estrada ou plantar 10,000 árvores.   
  
Vejamos algumas outras boas razões:   
A energia eólica preserva recursos hidráulicos.  
A energia eólica é compatível com outros usos de terreno e pode servir como auxílio ao desenvolvimento econômico rural.  
A energia eólica não produz emissões perigosas, ou resíduos sólidos tóxicos.  
A energia eólica é completamente renovável, altamente fiável e muito eficiente.  
A energia eólica é uma das fontes mais econômicas da nova geração de eletricidade em grande escala.  
A energia eólica está a tornar-se ainda mais econômica na produção à medida que se atingem economias de escala e os preços deeletricidade aumentam.  
A energia eólica é favorável ao emprego e criação de postos de trabalho.  
A energia eólica gera turismo a comunidades locais.  
A energia eólica cria receitas alternativas a agricultores que arrendem a sua terra.  
A energia eólica compensa as emissões de outras fontes de energia, assim reduzindo a nossa contribuição para as alterações climáticas globais.  
  
Abaixo temos uma reportagem que fala sobre uma das vantagens da energia eólica, sendo ela a conservação da água.  
  
  
  
Energia Eólica reduz consumo de água  
  
Além de ser benéfica para o meio-ambiente por reduzir a emissão de carbono e ser uma fonte renovável, a energia eólica ainda usa menos água do que outros tipos de geração de energia, afirmou recentemente a Associação de Energia Eólica Americana.  
Esse é mais um aspecto positivo com relação às eólicas já que 40% da população mundial vive em áreas com carência de abastecimento de água. Com o crescimento da população estimado para nove bilhões em 2050, a pressão sobre as reservas de água só tende a aumentar. Estima-se até que a demanda global por água deve ultrapassar a capacidade de fornecimento em 40% até 2030.  
De acordo com uma pesquisa realizada pela Vestas Wind Systems, a energia eólica conserva a água e pode ajudar no combate à seca. Em oposição às usinas de combustíveis fósseis e nucleares, que são responsáveis por 78% da produção global de energia e que utilizam a água para resfriar e condensar o vapor que move suas turbinas, a energia eólica precisa de praticamente nenhuma água.  
O Departamento deEnergia dos Estados Unidos estima que, com uma participação de 20% na matriz energética dos no EUA até 2030, a energia eólica irá poupar até 15 trilhões de litros de água, ou o equivalente ao consumo de mais de nove milhões de americanos.  
Felizmente, algumas das regiões de seca são propícias para a geração de energia eólica, o que pode vir a ser uma alternativa ideal para a demanda energética dessas áreas como uma fonte duplamente benéfica: écarbon-free e reduz o consumo de água  
19 de Abril de 2011, Fonte: CleanTechies  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
7. Desvantagens da Energia Eólica  
  
Apesar das vantagens que foram citadas no tópico vantagens, a energia eólica está longe de ser benigno e o dinheiro investido nessas iniciativas está longe de ter a sua eficiência. Pois ela produz pouca energia comparando ao seu preço, sem contar que também causa problemas no ecossistema como a interferência na rota migratória das aves. Fora esses problemas temos outros pontos negativos que serão citados a seguir:   
  
Custo elevado  
Uma das principais razões que impedem a instalação de centrais eólicas é o preço, pois a energia gerada por ela custa entre 60% e 70% a mais que a mesma quantidade de energia gerada por uma usina hidrelétrica. A construção de um parque eólico industrial custa cerca de um milhão de euros por MW de capacidade. Apesar de o vento não ter custo algum, as torres e as turbinas eólicas tem que ser construídas e mantidas. Para além do que as infraestruturas de transmissão, necessárias para o seu apoio, também têm os seus custos. Parasuportar todos esses custos os governos retiram do bolso do contribuinte o dinheiro necessário para pagar a eletricidade gerada pelas turbinas eólicas, porque caso contrário a energia eólica não é competitiva.  
  
Impacto Sonoro  
São devidos ao ruído dos rotores que variam de acordo com as especificações dos equipamentos. As turbinas de múltiplas pás são menos eficientes e mais barulhentas que os aerogeradores de hélice de alta velocidade. Para evitar transtornos à população vizinha, o nível de ruído das turbinas deve atender às normas e padrões estabelecidos pela legislação vigente.  
Impacto Visual  
São decorrentes do agrupamento de torres e aerogeradores, principalmente em centrais eólicas com níveis consideráveis de turbinas, são chamadas de fazendas eólicas. Os locais fariam de acordo com o local das instalações, o arranjo das torres e as especificações das turbinas  
  
Interferências eletromagnéticas  
A possibilidade de interferências eletromagnéticas podem causar perturbações nos sistemas de comunicação e transmissão de dados. Essas interferências variam muito, dependendo do local de instalação da usina e suas especificações técnicas, particularmente o material utilizado na fabricação das pás.  
  
Ameaça às populações de morcego  
Isto é devido a queda repentina da pressão da atmosfera devida a implantação das usinas que produzem energia eólica, causando a eles hemorragias internas. Pois os morcegos se orientam por uma espécie de sexto sentido que os guia pelo som de ecos. Isso permite que eles detectem obstáculos, assim podendose desviar dos mesmos, mas a mudança de pressão nessas área é imperceptível.  
  
Interferência nas rotas migratórias das aves  
Isto ocorre porque a usina precisa ser instalada em áreas de grande quantidade de ventos, além disso, o mesmo precisa ser constante, o que por muitas vezes está no caminho das rotas migratórias das aves. Sendo assim ocorrendo muitas vezes a morte das aves nos hélices do gerador eólico.   
  
Necessidade de vento constante  
Já sabemos que a base da energia eólica é o vento, e para a usina funcionar bem, é preciso dele constantemente, porém não excessivamente forte. Isto significa que as regiões que não possuem essas condições, a construção de seus geradores se torna inviável. Para a geração de energia eólica através da usina, é necessário que o vento local tenha velocidade de no mínimo 6,5 m/s a 7,5 m/s.   
  
Estudo do terreno  
Antes de construir a energia eólica, é preciso de 5 anos de estudos para conhecer bem os terreno; começar uma série de estudos dos impactos ambientais que os geradores podem causar e garantir que a paisagem vá manter as suas formas naturais.  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
8. CONCLUSÃO  
  
Após muita pesquisa, nosso grupo concluiu que o vento constitui uma imensa fonte de pesquisa natural e que a partir dele, podemos obter uma grande quantidade de energia elétrica para nosso uso e benefício.  
Mas apesar de a fonte dela ser uma forma de energia inesgotável, a produção dela não garante a redução à utilização de outras fontes energéticas ou a emissão dos gases do efeitoestufa, a maior prova disso são Alemanha e Dinamarca, os países de maior sucesso da energia eólica.  
Outra questão é que a energia eólica não é a única forma de energia renovável do mundo e, analisando as suas desvantagens, ela com certeza não é a forma mais prática e benéfica para o ser humano, pois não podemos esquecer da energia solar, hidrelétrica, geotérmica, hidrogênio, etc.  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
9. Bibliografia  
  
http://www.cresesb.cepel.br/content.php?catid%5B%5D=1&catid%5B%5D=5  
http://www.institutoideal.org/conteudo.php?&sys=noticias&arquivo=1&noticia=810&ano=2011  
http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/educacao/conteudo\_224740.shtml  
http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia\_Eolica%283%29.pdf  
http://crersustentavel.com.br/?p=199  
http://paineissolaresemcasa.com/energias-renovaveis/vantagens-e-desvantagens-da-energia-eolica/  
http://www.energiasealternativas.com/beneficios-energia-eolica.html  
http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia\_e%C3%B3lica  
http://www.institutoideal.org/conteudo.php?&sys=noticias&arquivo=1&noticia=775&ano=2010  
http://www.gwec.net/index.php?id=19  
http://www.gwec.net/index.php?id=118  
http://pt.wikipedia.org/wiki/Energia\_renov%C3%A1vel\_no\_Brasil#Energia\_e.C3.B3lica  
http://www.huffingtonpost.com/kelly-rigg/battleproof-wind-farms-su\_b\_837172.html  
http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/06-Energia\_Eolica%283%29.pdf  
http://en.wikipedia.org/wiki/Wind\_power  
http://www.portal-energia.com/energia-eolica-impactos-e-competitividade/