

A ENERGIA EÓLICA E SEU DESENVOLVIMENTO AO LONGO DO TEMPO

ANDRADE, Amanda Schirmer de¹
MANTOVANI, Clarissa²
HAMMES, Djulia³

RESUMO

Em meio a tantas fontes de energia nocivas ao meio ambiente, surgem novas opções no que diz respeito à busca por soluções energéticas. Assim como a energia hidráulica, a energia eólica é uma dessas novas alternativas que surgiram há milhares de anos e permanecem em nosso meio no mundo moderno. O termo energia eólica define a energia cinética que está contida nas massas de ar em movimento, convertida em energia cinética de rotação por meio de aerogeradores. A energia então formada pode ser utilizada para vários fins, dentre eles a geração de eletricidade. Depois do surgimento desta fonte energética, na década de 1970, ocorreram investimentos no desenvolvimento de tais ferramentas. As primeiras turbinas foram testadas em locais divergentes e, posteriormente, passaram a ser criados os parques eólicos - aglomerado de turbinas. Como toda nova organização criada, a energia eólica depende de fatores locais e que afetem ou não o entorno.

Palavras-chave: Soluções Energéticas, Energia Renovável, Parques Eólicos.

ABSTRACT

Amidst all these harmful energy sources to the environment, there are new options with regard to the search for energy solutions. As well as hydropower, wind power is one of these new alternatives that emerged thousands of years ago and remain among us in the modern world. The term wind power defines the kinetic energy that is contained in the air masses moving, converted into rotational kinetic energy through wind turbines. The energy thus formed can be used for various purposes, including the generation of electricity. After the appearance of this energy source, in the 1970s, there were investments in the development of such tools. The first turbines were tested in different locations and later came to be created wind farms - turbine cluster. Like any new organization created, wind energy depends on local factors that affect whether or not the surroundings.

Keywords: Energy Solutions, Renewable Energy, Wind Farms.

¹ Acadêmica do 5º semestre do Curso de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ.
Email: amanda.schirmer@ymail.com.

² Acadêmica do 5º semestre do Curso de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ.
Email: issa_m210595@hotmail.com.

³ Acadêmica do 5º semestre do Curso de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de Cruz Alta – UNICRUZ.
Email: dju.hammes@hotmail.com.



INTRODUÇÃO

Em meados da década de 70 surgiu a preocupação voltada ao número limitado de fontes de combustíveis fósseis e o impacto que estes elementos causavam no meio ambiente. Concomitantemente, houve um maior interesse no uso de energias renováveis no suprimento da grande demanda da eletricidade no planeta. Fato que tornou o problema ainda mais evidente foi a crise do petróleo de 1973 a 1979, somada à Guerra do Golfo, em 1990-1991, que agravou tal preocupação.

As fontes primitivas de energia derivavam da água, da lenha e do vento. Nas décadas mais recentes passaram a surgir novas fontes de energia convencional - que dominavam a produção de calor e de força motriz -, tais como o óleo, o gás natural, o carvão e a energia nuclear, que eram finitas, poluíam o planeta e chegaram para substituir as fontes tradicionais.

A necessidade existente em garantir a diversidade e a segurança no fornecimento de energia e a consciência de assegurar a proteção do meio ambiente - que é ameaçado pelo uso de combustíveis fósseis -, fez ressurgir as energias renováveis, que são limpas e abundantes, e contribuem para a já crescente demanda de energia no futuro.

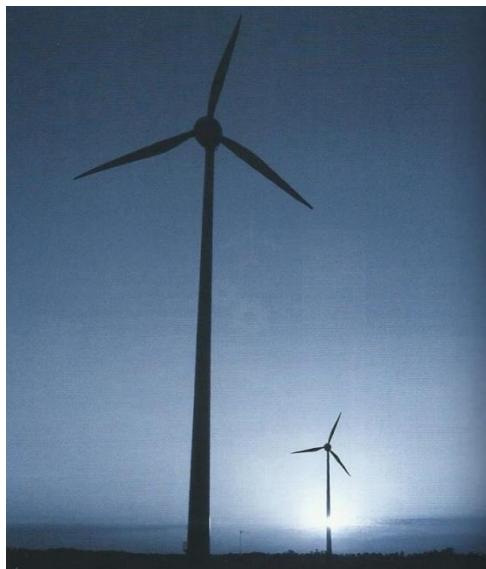
Existe uma vantagem significativa por parte da geração renovável se comparada às usinas fósseis, pois garantem a não emissão de alguns poluentes na atmosfera terrestre. Neste contexto surge a energia eólica, considerada uma das mais promissoras fontes de energia renovável. E se destaca mundialmente por ter demonstrado bons resultados nos países como Dinamarca e Alemanha.

Foi nos anos 1980 que se iniciou definitivamente o uso da energia do vento em grande escala, auxiliada pelo intenso desenvolvimento tecnológico. Deste modo, os níveis de potência alcançaram os megawatts e os parques eólicos cresceram de forma considerada.

Os principais atributos da energia de fontes eólicas é sua competitividade em preço e a legislação estatal que objetiva manter e promover sua participação no mercado. Esta forma de conversão do vento em eletricidade é considerada a tecnologia atual que mais cresce no mundo.



Turbinas eólicas próximas à localidade de Mosonscolnok, na Hungria.



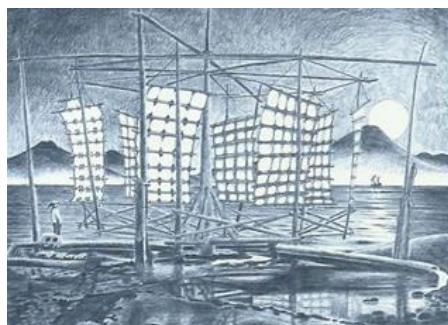
Fonte: Zatonyi Sándor, 2003, Creative Commons

AS ORIGENS DO MOINHO DE VENTO

A origem dos dispositivos eólicos não possui data confirmada havendo especulações contraditórias sobre a origem histórica dos moinhos de vento. As primeiras menções ao uso da energia do vento tem origem no Oriente: Índia, Tibete, Afeganistão e Pérsia (atual Irã).

Historiadores acreditam que os primeiros moinhos de vento de verdade – utilizados para realizar trabalhos – foram construídos na China há 2000 anos, porém, não há registro de sua existência. Já a primeira referência registrada de um moinho data da Pérsia do século VII, hoje Irã, e na província de Sijistan, que se tornou o Afeganistão. Alguns desses modelos sobreviveram até o presente.

Ilustração de um antigo moinho de vento chinês.



Fonte: Carl Von Canstein, 2007, Creative Commons.

Foto de um modelo de um moinho de vento persa no Deutsche Museum, Alemanha.



Foto: Sauprei, 2010, Creative Commons.



Há fortes indícios de que os tão conhecidos moinhos de vento têm sua invenção marcada pelos holandeses, que foram pioneiros no lançamento destas gigantes edificações em madeira. Fatores como o relevo e o vento abundante favoreceram o surgimento destes mecanismos na Holanda, os quais eram utilizados a muitos propósitos: em atividades de moagem, serralheria, bombeamento e pressão das águas. Considera-se o mais importante à drenagem da água das terras baixas (muito úmidas) de volta para os rios, o bombeamento de água para fora dos lagos e os diques, que possibilitavam o cultivo da terra.

A produção de pinturas, de óleo, papel, placas, pães e mostarda somente foi possível devido à operação desses moinhos de vento. Tais empreendimentos estavam tão difundidos na Holanda, que seu Bispo declarou uma taxa anual cobrada aos seus donos.

A Revolução Industrial trouxe melhorias ao formato dos moinhos de vento, mas seu número começou a diminuir com o advento da máquina a vapor. Mesmo assim, os parques eólicos difundiram-se em várias partes da Europa, sendo diretamente associados à Holanda e seu artista mais famoso Vincent van Gogh, que retratou esse tema em várias de suas obras.

O protótipo inicial era constituído por quatro pás de madeira. Os demais eram múltiplas e foram fabricados até 1929. Sua principal função era abastecer a água das locomotivas a vapor, favorecendo a permanência dos colonos nas regiões desérticas. Tais modelos de bombeamento de água eram perfeitos durante o século XIX e ainda são usados atualmente.

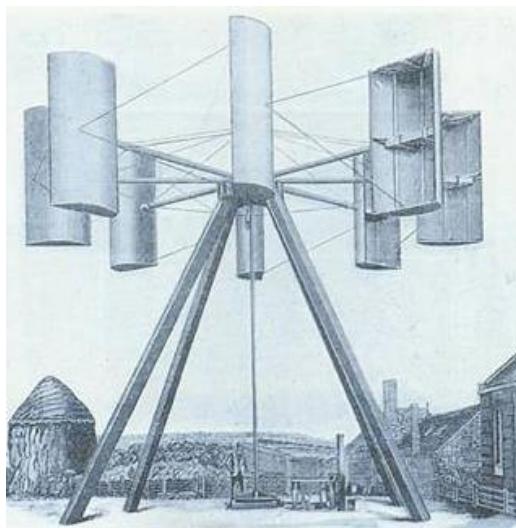
OS PRIMEIROS GERADORES EÓLICOS

Foi na cidade escocesa de Glasgow, em julho de 1887, que foi construído o primeiro moinho de vento para gerar eletricidade. O projeto foi desenvolvido pelo engenheiro eletricista e professor James Blyth (1839-1906), que conseguiu a patente britânica da turbina em 1891.

A máquina que apresentava 10 metros de altura e o eixo vertical era utilizada na casa de campo de Blyth, em Marykirk, para alimentar a iluminação da residência – tornando-se a primeira edificação do mundo a ter sua eletricidade fornecida por energia eólica.

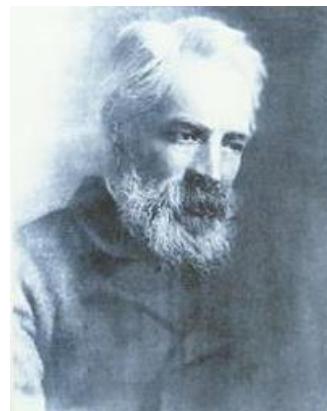


Ilustração do moinho de vento de Blyth.



Fonte: Kennedy, 1905.

Foto combinada (rosto) e pintura (restante) de James Blyth. 1901, Escócia.



Fonte: Universidade de Strathclyde

Até o século XIX os moinhos de vento produziam apenas energia mecânica. Com a chegada da eletricidade, houve a percepção por parte dos engenheiros de que tais empreendimentos poderiam ser usados como geradores elétricos e que sua potência poderia ser utilizada para fins de iluminação e aquecimento.

Quem marcou o ponto de transição entre os moinhos de vento e a moderna tecnologia de geração eólica foi o meteorologista e físico dinamarquês Poul la Cour (1846-1908). É dele o mérito de aperfeiçoar a tecnologia dos moinhos de vento que antes era tradicional e colocá-la em princípios científicos. Poul também foi um dos pioneiros da geração de eletricidade por meio de vento.

A primeira metade do século XX foi palco da construção de um grande número de turbinas, que influenciaram o desenvolvimento da tecnologia de hoje. Com a necessidade de fornecer eletricidade às áreas rurais do país, la Cour construiu uma turbina eólica experimental que acionava um dínamo. Ele fez uso da corrente contínua gerada pela turbina para a eletrólise e armazenou o hidrogênio assim produzido. Foi esta criação que permitiu a iluminação de terrenos das escolas em Askov.

O que levou ao sucesso do uso da energia eólica na geração de eletricidade foi o fato de que inúmeras áreas rurais de Dinamarca eram alimentadas com corrente contínua. O diferencial era que a operação de uma turbina eólica, em paralelo com uma usina a diesel ou a gás, era tecnicamente mais fácil ao gerar corrente contínua do que gerando corrente alternada.



Em Balaklava, na Rússia, foi dado início ao desenvolvimento de usinas eólicas de grande porte, com a construção de uma turbina de 100 kW e 30 metros de diâmetro do rotor. Com este incremento nos meios de geração de energia, o fornecimento de eletricidade nas áreas rurais não era mais um problema, pois estas grandes turbinas eólicas foram inseridas na rede pública, interconectadas às usinas elétricas tradicionais.

Turbina Eólica de Smith-Putnam instalada perto de Rutland, Vermont-EUA, em 1941.



Fonte: National Renewable Energy Laboratory, EUA.

- Aerofólio NACA 4418
- Comprimento útil da pá: 20 metros
- Peso: 6,9 toneladas para cada pá
- Velocidade rotacional: 29 rpm
- Peso total: 75 toneladas
- Relação do eixo de transmissão: 20,6
- Ângulo de conicidade: entre 6 e 20 graus
- Velocidade nominal do vento: 13,5 m/s
- Ângulo de inclinação: 12 graus e 30 min
- Alternador: 1,25 MVA, 2,4 kV e 600 rpm

Esta foi considerada por muitos anos a maior turbina já construída sendo também a primeira a possuir duas pás. Estando em uma torre treliçada, o rotor de duas pás com aço inoxidável era posicionado a favor do vento.



AS FONTES DO VENTO

O vento é uma grandeza vetorial e sua direção indica a orientação de onde ele provém. Uma ferramenta conveniente para mostrar os dados do anemômetro é a rosa dos ventos, que mostra a distribuição da velocidade e da direção do vento em uma determinada área.

Consiste basicamente no movimento do ar, e tal trajetória é a circulação das camadas de ar provocada pelo aquecimento desigual do planeta. Há cinco forças que atuam sobre as parcelas de ar: força do gradiente de pressão, força de Coriolis, força centrífuga, força de atrito e força da gravidade.

Do total de radiação solar que chega à atmosfera, apenas certa de 3 a 5% é convertida em energia cinética que possa provocar movimento da atmosfera, isso através de oscilações de temperatura, constituindo a base para a fonte da energia eólica. A contribuição do seu potencial para o fornecimento global de energia elétrica não se limita a disponibilidade de recursos, mas sim a fatores econômicos e sociais.

Em alguns países a acessibilidade aos recursos eólicos varia de acordo com suas condições geográficas. Para realizar uma avaliação precisa referente ao potencial eólico de determinado local, é indispensável o conhecimento detalhado do comportamento dos ventos. Os dados ligados a este comportamento são referentes à intensidade da velocidade e à direção do vento, e são obtidos a partir da análise dos fatores que influenciam o regime dos ventos no lugar do empreendimento: rugosidade do solo, relevo e demais empecilhos encontrados na região.

Em relação ao local, a instalação pode ser feita em terra firme (onshore) ou no mar (offshore). O investimento offshore é muito maior, sendo de 6,5 m/s a velocidade do vento necessária para tornar esse investimento atraente no setor econômico. Resumidamente, é mais caro construir um parque eólico offshore, mas em compensação ele disponibiliza maior velocidade média do vento. O vento nestes parques é menos turbulento, pois a superfície do mar é mais suave – fator que cria uma camada de turbulência mais fina.



O MERCADO EÓLICO E SUA PREVISÃO

Sabe-se que o uso comercial de energia eólica para geração de energia iniciou na Dinamarca por volta de 1980. Havia cerca de cinquenta turbinas eólicas até que os subsídios públicos vieram para alavancar o setor. As indústrias deste ramo desenvolveram-se e passaram a fornecer grandes porcentagens de força energética.

As empresas que mais competiam com a Dinamarca no desenvolvimento de turbinas eólicas provinham da Alemanha. Este país ganhou destaque no uso de energia eólica e tornou-se líder neste quesito na virada do ano 2000. Desde 2003 a taxa de crescimento de energia eólica na Alemanha e na Dinamarca vem caindo, principalmente devido à escassez de bons locais para instalação. Apesar disso, este tipo de energia desempenha um importante papel econômico na União Europeia.

No ano de 2008 cerca de 18% do consumo final de energia veio de fontes renováveis, sendo destes 0,8% vindos das energias geotérmica, eólica, solar e oceânica. O uso e a difusão das fontes renováveis nas redes de distribuição é cada vez maior, e a energia eólica é a que mais se destaca.

GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

O ar em movimento produz energia. Dizemos que a energia cinética desse movimento é a energia eólica. Sabe-se que o vento tem natureza estocástica, existe uma variação constante tanto na sua direção quanto em sua velocidade (PINTO, Milton; 2014).

A energia eólica - produzida a partir da força dos ventos - é gerada por meio de aerogeradores. Neste sistema, a força do vento é captada por hélices ligadas a uma turbina que aciona um gerador elétrico. A quantidade de energia transferida é em função de vários fatores: a densidade do ar, a área coberta pela rotação das pás (hélices) e a velocidade do vento.

O que se prevê, é o aparecimento de turbinas eólicas – isoladas ou em pequenos grupos – e de parques eólicos na paisagem de vários países no mundo. Nos EUA a energia eólica desenvolveu-se de forma massiva nos anos 80, com a instalação de inúmeros parques eólicos na Califórnia.



Natureza Estocástica do Vento

O vento tem características estocásticas, ou seja, não é aleatório. Porém, sua velocidade é uma variável aleatória contínua. Sendo assim, é necessário organizar os dados de forma a facilitar a análise do vento.

OS AEROGERADORES

Turbina Eólica na cidade de Oesterwurth, no estado de Schleswig-Holstein, Alemanha.



Fonte: Dirk Ingo Franke, 2007, Creative Commons.

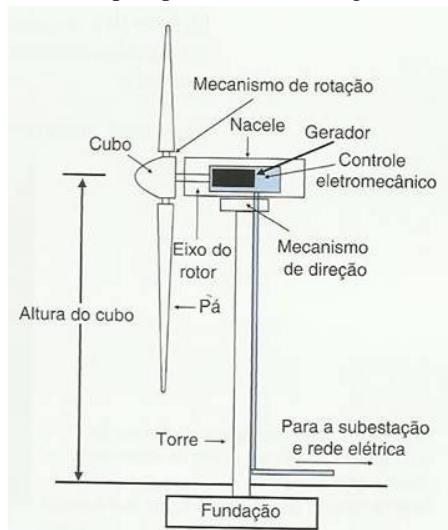
Aerogeradores são aqueles equipamentos responsáveis pela geração de energia proveniente da energia do vento. A energia que chega ao aerogerador, a chamada energia cinética, passa pelas turbinas que produz a chamada energia mecânica que é levada ao aerogerador, onde ocorre a sua conversão a energia elétrica.

Componentes do Aerogerador

O aerogerador é composto por seis partes distintas, são elas a torre, o nacelle, a caixa de engrenagens, o cubo, o gerador e suas pás.



Principais partes de um aerogerador.



Fonte: elaboração do autor Milton Pinto.

Torre

É a estrutura que faz a sustentação das demais partes do aerogerador. São dois os tipos, as tubulares cônicas e as treliças.

As chamadas treliçadas, podem ser de aço ou concreto, tais materiais fornecem vantagens em relação ao outro tipo existente, as torres treliçadas são mais econômicas até certa altura e rigidez necessária, bem como, mais simples em relação ao seu transporte, porém, as treliçadas apresentam uma desvantagem tratando de manutenção e tempo para montagem.

As denominadas torres de concreto, caso sejam pré-fabricadas diminuem seu tempo de montagem, além de que, podem ser executadas maiores – em altura - que os demais modelos existentes. Torres pré-fabricadas com aproximadamente 50 m de altura, são transportadas em três partes para sua execução, torres menores são constituídas de apenas uma única parte.

Nacelle

É onde se localiza o gerador e a chamada caixa de acoplamento. A nacelle pode ser construída em diversos tamanhos, dependendo de quais componentes ela apresentará, na nacelle está presente o elemento que faz as pás virarem-se na direção que o vento provém. É também papel desse elemento a medição dos ventos, sua intensidade e direção.



Caixa de Engrenagens

Localiza-se na nacelle, e é responsável por sintonizar a baixa velocidade da turbina e a baixa velocidade do gerador.

Quando o multiplicador é incluso na caixa, ela torna-se maior que seu tamanho habitual. As caixas de Engrenagem são personagens da maior desvantagem dos Aerogeradores, o ruído provocado pela mesma e sua manutenção se o projeto for mal executado.

Já naqueles que não possuem multiplicadores o problema torna-se os geradores, que devem ser inclusos na caixa de engrenagem para não ocorrer problemas futuros.

Pá

É a estrutura movimentada pelo vento, construídas de fibra de vidro e com reforço em madeira, pode possuir ou não rolamentos.

Gerador

É o elemento com mais contato com a energia elétrica, é onde a energia é convertida e transmitida para chegar aos transmissores onde ocorre o equilíbrio de frequência entre a energia recebida e a energia que deve ser transmitida.

IMPACTOS AMBIENTAIS

Mesmo não gerando poluição residual no ambiente, a energia eólica provoca impactos no ambiente.

Turbinas eólicas próximas à usina termelétrica a carvão de Mehrum, em Hohenhameln, na Baixa Saxônia, Alemanha.



Fonte: Crux, 2006, Creative Commons.



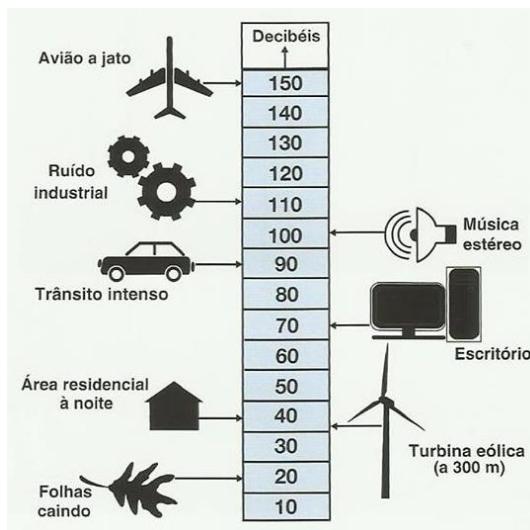
Impacto Visual

O impacto visual ocorre de várias formas, influenciado pelas cores das pás e seu formato, o local que elas foram instaladas e o tamanho de equipamento. Por situações como essas, as pás podem ser pintadas conforme a paisagem existente e é respeitada uma distância mínima entre as usinas e as residências que possam existir no local.

Impacto Sonoro

Mesmo possuindo um baixo ruído, as turbinas podem causar desconforto as pessoas e animais que vivem em sua proximidade, não por ser alto e incomodativo, mas sim, por ser contínuo, podendo causar dores de cabeça e náuseas nas pessoas.

Nível de ruído sonoro de algumas fontes.



Fonte: elaboração do autor Milton Pinto.

Ruído Mecânico

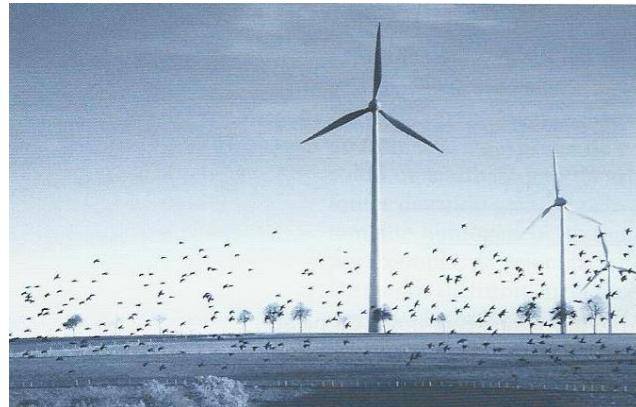
Tais ruídos são provenientes da nacelle, são os mais incomodativos em todo o geral do equipamento. Certos ruídos podem ser diminuídos com o posicionamento correto da nacelle e o direcionamento correto das pás, outra solução viável é a colocação de elásticos entre os componentes da nacelle, para assim, diminuir os ruídos.

O Impacto nas Aves

Ao contrário do que se diz a energia eólica não é tão prejudicial às aves em comparação com a poluição e as alterações climáticas. O que vem gerando perigo aos pássaros são fatores como a alteração do habitat de migração, as colisões sofridas contra as turbinas e as possíveis eletrocussões.



Pássaros nas proximidades de um parque eólico.



Fonte: EWEA, foto de Christian Wilmes.

Apesar disso, estudos quanto à rota de migração e à incidência de espécies de extinção no local devem ser realizados, para a comprovação dos benefícios proporcionados aos pássaros, tais como a proteção da terra contra mais perdas do habitat e a proteção das aves contra a perseguição indiscriminada.

Já a população de morcegos sofre um impacto muito maior que as demais aves. Essa diminuição populacional é sentida na agricultura, a qual sofre prejuízos econômicos de grande porte. Porém, não se sabe ainda como e porque essa mortalidade ocorre em grande escala, pois não se possui informações exatas sobre como as turbinas estão ligadas na morte desses animais noturnos.

Impacto devido à Interferência com Ondas de Rádio e TV

Além dos impactos ambientais, as turbinas eólicas podem gerar interferências nas transmissões de ondas eletromagnéticas. Esta interferência concentra-se em áreas pequenas - encontradas em rotas de navegação ou de links de rádio -, e pode ser evitada quando se escolhe um local próprio para as turbinas.

A partir de estudos realizados, verificou-se que as diferentes intensidades das interferências variavam conforme o conceito técnico das turbinas e a topografia específica de cada local analisado. Fator que se destaca como sendo influenciador é o desenho das pás do rotor, bem como o material que é utilizado na sua confecção. Em sua maioria constituem-se de aço, seguido de materiais compostos por fibra de vidro ou madeira (que mostram ser menos interferentes).

Impacto em Sítios Arqueológicos

Os recursos históricos e arqueológicos podem vir a ser prejudicados pelos impactos que afetam sua integridade ou suas futuras investigações e descobertas. Os projetos dos sítios arqueológicos também podem ser afetados pelos campos de energia eólica, pois estas áreas podem ter sido documentadas como fundamentais para experiências e terem dado lugar às turbinas eólicas.

POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO e RIOGRANDENSE

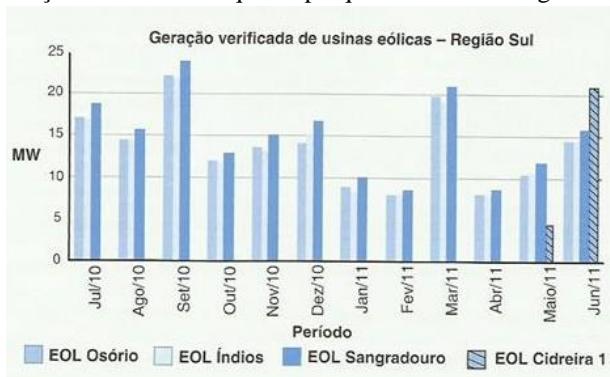
As fontes de energia renovável chegam a representar cerca de 73% do total da produção no Brasil, na qual destaca-se a fonte hidrográfica. Deste resultado, apenas 0,31% é de origem eólica (dados de julho de 2011).

Estudos avaliaram o potencial do vento nas cinco regiões do país e as áreas mais benéficas para a geração de eletricidade a partir do vento. Os locais considerados promissores estão localizados no litoral do Rio Grande do Norte, do Ceará, do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, bem como algumas áreas em Minas Gerais, na Região Centro-Oeste e ainda, na fronteira com o Paraguai.

Dando ênfase na Região Sul, comprova-se que o escoamento destas áreas tem ventos do nordeste, devido ao gradiente de pressão entre uma área a leste dos Andes e o anticiclone subtropical atlântico – que se caracteriza por alta pressão. As velocidades obtidas são consideráveis em grandes áreas, sendo somadas às características do relevo e dos terrenos.

Ventos de maior intensidade ocorrem ainda nas áreas mais elevadas da Região Sul e nos seus planaltos de baixa rugosidade. No litoral sul, os ventos leste-nordeste são acentuadas pelas brisas marinhas, alcançando médias de velocidade de até 7 m/s – fator muito positivo.

Geração verificada de quatro parques eólicos da Região Sul.



Fonte: NOS.



No estado do Rio Grande do Sul ocorrem muitas passagens de frentes frias, que se intensificam no inverno e trazem consigo o chamado vento Minuano: de altas velocidades, constante, muito frio e que dura cerca de três dias a cada passagem de massa polar.

No interior gaúcho características como a baixa rugosidade e a aceleração orográfica das coxilhas da campanha somam-se aos fortes ventos incidentes e compõem um dos melhores potenciais eólicos do Brasil. Destaca-se o potencial do complexo eólico de Osório, o qual é considerado um dos mais importantes do país.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Questões ambientais trazem à tona a incorporação de fontes renováveis diretamente ligadas ao sistema de distribuição. Neste contexto, a certeza que se possui é de que, entre as energias renováveis, a energia eólica é a fonte que mais cresce no mundo inteiro – já sendo considerada uma alternativa consolidada.

Apesar de conceber eletricidade sem gerar poluentes ou gases emissores durante a conversão, a fonte de energia eólica não está livre de causar contaminação ou emitir CO₂. O impacto ambiental se dá nos processos de produção das turbinas, nas manutenções necessárias e no destino final, quando a turbina chega ao fim de seu tempo vital.

Existem muitos grupos que demonstram oposição à instalação das turbinas eólicas, pois objetivam defender o meio ambiente e preservar as paisagens naturais que possam ser afetadas. Devido a estas questões ambientais.

REFERÊNCIAS

PINTO, Milton de Oliveira. Fundamentos de energia eólica. 1^a ed. - RIO DE JANEIRO: LTC, 2014. 368 p. : il. 1. Energia Eólica, 2. Ventos.

Artigo da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica)

Fonte: <http://www.aneel.gov.br/>