

MEIO AMBIENTE E A UTILIZAÇÃO DE TURBINAS EÓLICAS

Anderson Adolfo Osório do Sacramento¹

Joel Carlos Zukowski Junior²

Juan Carlos Valdés²

RESUMO

O seguinte artigo trata da utilização de fontes de energia alternativas abordando, em específico, a energia oriunda da cinética dos ventos, a energia eólica. A priori tem-se um enquadramento histórico da utilização dos ventos como força motriz de atividade rural e navegação. Aborda também a grande importância dos investimentos e das políticas governamentais incentivadoras para o desenvolvimento das tecnologias utilizadas tanto no processo de captura, como no processo de armazenamento e distribuição. O foco é mostrar as vantagens e desvantagens ambientais dessa tecnologia comparando-a com a energia nuclear e a hidroelétrica, mostrando seus benefícios como diminuição na emissão de gases causadores do efeito estufa, sem riscos de grandes acidentes ambientais, e aproveitamento simultâneo da área com atividades agropecuárias. Os impactos sonoros, visuais, e sobre a avifauna, foram listados e para eles foram propostas medidas mitigadoras que solucionam esses pequenos problemas, pois pela facilidade que podem ser corrigidos, e em vista dos benefícios trazidos pela energia eólica, as vantagens se sobressaem às desvantagens.

Palavras chaves: Energia, políticas, tecnologia, impactos, benefícios.

1 Aluno do curso de engenharia ambiental da Universidade Federal do Tocantins; sakra@mail.uft.edu.br

2 Professores do curso de Engenharia Ambiental



ABSTRACT

The following article deals with the use of alternative energy sources in addressing the specific kinetic energy from the wind, wind energy, firstly has a historical background of the use of wind as a driving force of rural activity and navigation. It also discusses the importance of investment and government politics that encourage development of technologies employed in both the capture process, as in the storage and distribution. The focus is to show the environmental advantages and disadvantages of this technology by comparing it to nuclear power and hydropower, showing its benefits as reduction in emission of greenhouse gases, without risks of major environmental accidents, and simultaneous use of the area with agricultural activities. The impacts of noise, visual, and the birds were found and they were proposed mitigation measures that address these little problems, because the facility that can be corrected, and observing the benefits brought by the wind energy, the advantages are evident disadvantages.

Keywords: Power, politics, technology, impacts, benefits.

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje é cada vez maior a dependência energética na produção de alimentos, bens de consumo, bens de serviço, de produção, lazer e para promover os desenvolvimentos econômicos, sociais e culturais. A energia tem sido através da história a base do desenvolvimento das civilizações. É assim, evidente a importância da energia não só no contexto das grandes nações industrializadas, mas principalmente naquelas em via de desenvolvimento, cujas necessidades energéticas são ainda mais dramáticas e urgentes. (NETO, 2007)

Através da história o homem aprendeu a utilizar a força dos ventos. Pelo menos há 5.000 anos, os egípcios utilizavam o vento para navegação no Nilo. Mais tarde, foram construídos os primeiros sistemas para moagem de grãos. No século XIV, os holandeses alcançaram a liderança na melhoria continuada dos projetos de moinhos de vento, criando um propulsor de pás e utilizando o vento para drenar os pântanos e lagos do delta do rio Rohone. (TOLMASQUIM, 2003).



No século XX, os pequenos moinhos de vento foram utilizados para o bombeamento de água e geração de energia elétrica. Nos anos 70, com o primeiro choque do petróleo, a geração de energia elétrica via sistemas eólicos se tornou economicamente viável e estratégica para muitas nações (TOLMASQUIM, 2003). A partir de então, novos estudos e projetos foram desenvolvidos no sentido de ampliar o mercado para o fortalecimento do setor eólico industrial.

Segundo Dutra (2008) 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. A Segunda Guerra Mundial (1939-1945) 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.

No Brasil essas fontes alternativas já estão sendo exploradas. Há exemplos de parques eólicos no Rio Grande do Norte, no Rio Grande do Sul, e no Ceará. Esse tipo de fonte é mais barata que a energia solar, embora requiera um grau relativamente alto de conhecimento técnico. A evolução da energia eólica ao longo dos últimos 20 anos mostrou significativos progressos tecnológicos e importantes reduções no custo da energia gerada. Mas para que haja uma abertura de mercado é necessária uma política especial que torne essa lucrativa, ao ponto de competir com as demais fontes energéticas convencionais.

As questões ambientais, hoje mais do que nunca, impulsionam a comunidade mundial na busca de soluções eficientes e ecologicamente corretas para o suprimento energético.

2. METODOLOGIA

O presente artigo foi desenvolvido com um embasamento literário adquirido por meio de uma revisão bibliográfica, onde foram levantados dados de vários autores, para que fosse possível realizar uma comparação de seus resultados.

Das políticas incentivadoras pesquisadas o foco foi o PROINFA (Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia), buscando suas metas e resultados na literatura para ter fundamentos na produção de conclusões.



O tópico Análise do ganho ambiental com a produção de energia eólica foi feito com dados de emissão dos gases causadores do efeito estufa, abordando a não utilização de combustíveis fósseis. A Comparação com geração convencional de energia visando o impacto ambiental levou em conta fontes convencionais como hidroelétrica, e usinas nucleares. Um levantamento bibliográfico foi feito sobre acidentes ambientais ocasionados por esses tipos de fontes energéticas, mostrando as vantagens ambientais de se implantar uma fazenda eólica como fonte energética.

A quantificação dos impactos oriundos da energia eólica em parte pode ser feita pela quantidade de CO₂ não emitido na atmosfera, como pesquisado na literatura. Por exemplo, uma turbina de 600KW, dependendo do regime de vento e do fator de capacidade, pode evitar a emissão de entre 20.000 e 36.000 toneladas de CO₂ equivalentes à geração convencional, durante sua vida útil estimada em 20 anos (TOLMASQUIM, 2004).

A transmissão de ruídos é avaliada em decibéis, considerando a distância dos parques eólicos para as áreas habitadas e velocidade do vento. Seu nível adequado depende das legislações regentes no local de implantação. Impactos sobre o uso de terras é quantificado pela área ocupada, sendo que em geral ocupam 0,06 a 0,08 km²/MW (12-16MW/km²). Impacto sobre a fauna pode ser quantificado através de estudos sobre rotas migratórias de aves e comportamento da fauna da região. Impactos visuais podem ser previstos e quantificados através de um estudo de implantação cuidadoso. (EUREC Agency, 2002).

3. RESULTADOS

3.1. Políticas Incentivadoras

Algumas políticas específicas para o desenvolvimento da energia eólica têm mostrado grande eficácia no fortalecimento da indústria de equipamentos eólicos e também nos setores de serviços relacionados. Especificamente sobre o desenvolvimento industrial, países que implementam programas baseados no preço tendem a ter crescimento mais rápido do que outras configurações de políticas. Diante dos objetivos, das metas e dos mecanismos usados para aplicação de políticas de desenvolvimento de energia eólica, o suprimento de turbinas eólicas pode ser feito através de importações ou através de indústrias do mercado interno. A configuração



das políticas adotadas é que ditará o ritmo do crescimento industrial interno. Assim, o objetivo de desenvolver ou não endogenamente a tecnologia eólica deverá afetar o tipo de mecanismo de incentivo a ser adotado.

O fato de que a energia eólica necessite de políticas específicas para o seu desenvolvimento é justificável por duas razões inerentes à sua tecnologia. A primeira razão está na sua característica de FAE (Fonte Alternativa de Energia Elétrica) e a maioria das barreiras que uma FAE precisa superar para adquirir amadurecimento no mercado energético de fontes convencionais também se enquadra para a energia eólica. A segunda razão é que a energia eólica apresenta vantagens que justificam o seu incentivo, principalmente as vantagens relativas às externalidades positivas da energia eólica. Assim, não se deve incentivar a energia eólica somente porque existem barreiras para seu desenvolvimento, mas também porque ela apresenta vantagens que trazem benefícios ao meio ambiente, à otimização do sistema de geração de eletricidade, à geração de empregos, entre outras.

Exemplos de políticas governamentais existem o PROINFA, o programa ventos do sul, e o mecanismo de desenvolvimento limpo. O PROINFA é um programa do governo brasileiro que foi dividido em duas fases, na primeira foram instalados 3,3 GW, sendo 1,1 GW destinado para a energia eólica. A segunda fase prevê que a instalação, de aproximadamente, 15 GW de fontes alternativas até 2014, 4,15GW será destinado à energia eólica. A meta desse programa é fazer com que 10% da demanda de energia elétrica brasileira, seja substituída por fontes alternativas de energia, e diversificar a matriz energética, que é basicamente composta por hidroelétricas.

Segundo, Steve Sawyer, secretário-executivo do Conselho Global de Energia Eólica, o Brasil está apenas na 24ª posição no ranking dos maiores produtores de energia eólica, com 341 Megawatts, enquanto o primeiro lugar é dos Estados Unidos, com 25 mil Megawatts. Sawyer participou em 3 de fevereiro de 2009 de uma audiência pública da Comissão Especial de Fontes Renováveis de Energia.

Na audiência, Sawyer informou que a produção de energia eólica em âmbito mundial triplicou entre 2003 e 2008, quando a capacidade instalada de produção subiu de 40 mil para 120 mil Megawatts. Esse crescimento, no entanto, ficou concentrado na Europa, na América do Norte e na Ásia. Já na América Latina e na África, o crescimento da energia eólica foi pequeno.



Segundo o secretário, o Brasil é o maior produtor desse tipo de energia na América Latina (341 de um total de 625 Megawatts). O México é o segundo colocado, com 85 megawatts. No ranking mundial, após os Estados Unidos, os maiores produtores de energia eólica são Alemanha, China, Espanha e Índia.

Faltam investimentos em mais programas como o PROINFA, e em políticas incentivadoras, para que haja um desenvolvimento significativo na obtenção de energia por fontes alternativas.

3.2. Análise do Ganho Ambiental com a Produção de Energia Eólica

A energia eólica favorece a diminuição de GEE (gases do efeito estufa) do meio ambiente, a medida que evita que as fontes energéticas convencionais sejam usadas para gerar energia elétrica. De acordo com o Guia de Orientação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Ministério da Ciência e Tecnologia, ela evita que CO_2 – CH_4 e N_2O sejam lançados na atmosfera, pois evita a queima de combustíveis fósseis, petróleo e gás natural para que a mesma energia elétrica seja produzida.

Além disso, previne a instalação de usinas hidrelétricas que podem causar devastadores impactos ambientais, inclusive mitigando áreas arbóreas que contribuem para remoção de CO_2 do meio ambiente. Segundo Seroa da Motta *et al* (2000), embora a hidroeletricidade domine a matriz energética brasileira, os combustíveis fósseis devem aumentar significativamente para fazer frente à crescente demanda de energia. Isto aumentaria as emissões de CO_2 no país.

3.3. Comparação com Geração Convencional de Energia Visando o Impacto Ambiental

As grandes pressões ambientais sobre o uso da energia nuclear, marcadas fortemente pelos acidentes nos reatores de Three Mile Island em 1979, nos Estados Unidos e, mais tarde, em 1986 na cidade de Chernobyl, na ex-União Soviética, forçaram a comunidade mundial a procurar fontes mais seguras e confiáveis para o fornecimento de energia elétrica. Dentro dos novos paradigmas por fontes limpas, predominantes nas décadas de oitenta e noventa, criou-se um ambiente favorável e altamente promissor para o desenvolvimento das fontes renováveis de energia, em particular da



energia eólica. Vários países como Alemanha, Dinamarca e Estados Unidos, entre outros, engajaram-se no desenvolvimento de tecnologia e expansão do parque industrial. Com incentivos e subsídios no setor, a indústria da energia eólica alavancou recursos a ponto de se fixar no mercado mundial com tecnologia, qualidade e confiabilidade.

As questões ambientais, hoje mais do que nunca, impulsionam a comunidade mundial na busca de soluções eficientes e ecologicamente corretas para o suprimento energético. O crescimento da energia eólica no mundo tem sido uma resposta da sociedade por uma qualidade melhor no suprimento energético. O crescimento de mercado e o desenvolvimento tecnológico nos últimos anos têm erguido a eólica como uma opção imprescindível para o fornecimento de energia limpa em grandes potências.

O aproveitamento dos ventos para geração de energia elétrica apresenta, como toda tecnologia energética, algumas características ambientais desfavoráveis como, por exemplo: impacto visual, ruído, interferência eletromagnética, ofuscamento e danos à fauna. Essas características aparentemente negativas podem ser significativamente minimizadas, e até mesmo eliminadas, através de planejamento adequado e também no uso de inovações tecnológicas.

Uma das características ambientais favoráveis da energia eólica está na não necessidade do uso da água como elemento motriz ou mesmo como fluido de refrigeração e também em não produzir resíduos radioativos ou gasosos. Além disso, 99% de uma área usada em um parque eólico pode ser utilizada para outros fins, como a pecuária e atividades agrícolas.

Hoje, mais do que nunca, as questões ambientais tornam ainda mais significativos os fatos que fazem da energia eólica a mais promissora fonte energética para as próximas décadas.

3.4. Emissão de gases

O mais importante benefício que a energia eólica oferece ao meio ambiente está no fato de que ela não polui durante sua operação. Dessa forma, podemos fazer um comparativo entre cada unidade (kWh) de energia elétrica gerada por turbinas eólicas e a mesma energia que seria gerada por uma planta convencional de geração de energia elétrica. Ao fazer essa análise chegamos à conclusão de que a energia eólica apresenta grandes vantagens na redução de emissão de gases de efeito estufa e na redução da concentração de CO₂ durante a sua operação.



Preocupações com o crescimento da concentração de CO_2 e de gases de efeito estufa na atmosfera têm mobilizado vários países na busca de soluções efetivas para a redução das emissões nos próximos anos. Em março de 1997, a Comissão Européia encarregou-se de reduzir o total das emissões de gases de efeito estufa da Comunidade Européia a 15% até esse ano de 2010. Esse acordo entre os Estados Membros da União Européia foi baseado em um acordo similar, que ainda estava para ser definido na Conferência das Nações Unidas em Kyoto – Japão em dezembro do mesmo ano.

As preocupações com o efeito futuro das emissões de gases de efeito estufa por parte de vários países do mundo têm criado um ambiente muito favorável ao uso da energia eólica como uma fonte limpa de energia. Uma turbina de 600 kW, por exemplo, instalada em uma região de bons ventos, poderá, dependendo do regime de vento e do fator de capacidade, evitar a emissão entre 20,000 e 36,000 toneladas de CO_2 , equivalentes à geração convencional, durante seus 20 anos de vida útil estimado. A tabela retirada da Renewable energy resources: opportunities and constraints 1990-2020, mostra um estudo feito pelo World Energy Council, em 1993, comparando as emissões de diferentes tecnologias de geração de energia elétrica.

Das três tecnologias listadas na tabela 1, que apresentam emissões de CO_2 abaixo do nível da energia eólica, somente as grandes hidrelétricas são competitivas comercialmente na atualidade. Entretanto, a utilização de grandes hidrelétricas tem sido discutida em países como o Canadá e o Brasil (dois países que apresentam grandes plantas hidrelétricas instaladas cada vez mais longe dos centros consumidores) onde o apodrecimento da vegetação submersa nos grandes reservatórios produz uma quantidade substancial de gases de efeito estufa. Um dos principais gases proveniente da decomposição da vegetação submersa é o metano, cinquenta vezes mais potente que o CO_2 .



Tabela 1- Emissão de CO₂ em diferentes tecnologias de geração de energia elétrica

Tecnologias	Emissões de CO ₂ nos estágios de produção de energia (ton/GWh)			
	Extração	Construção	Operação	Total
Planta convencional de queima de carvão	1	1	962	964
Planta de queima de óleo combustível	-	-	726	726
Planta de queima de gás	-	-	484	484
Pequenas hidrelétricas	Na	4	300	304
Reatores nucleares	~2	1	5	8
Energia eólica	Na	7	Na	7
Solar fotovoltaica	Na	5	Na	5
Grandes hidrelétricas	Na	4	Na	4
Solar térmico	Na	3	Na	3

3.5. Emissão de ruído

Os impactos ambientais gerados pela energia eólica estão relacionados principalmente a ruídos, ao impacto visual e ao impacto sobre a avifauna. Na década de 80 e 90, as questões relacionadas ao ruído gerado foram uma barreira a disseminação desse recurso.

Entretanto, com o desenvolvimento tecnológico, houve uma diminuição significativa dos níveis de ruído produzidos pelas turbinas eólicas, que está relacionada a fatores como a aleatoriedade do seu funcionamento e a variação da frequência do ruído, uma vez que este é diretamente proporcional à velocidade de vento incidente (TOLMASQUIM, 2004).

O ruído proveniente das turbinas eólicas pode ser de origem mecânica e aerodinâmica. Análises demonstram que, para turbinas com rotores de diâmetros maiores que 20 metros, o ruído mecânico é dominante, e que quanto mais largos os rotores, maior será o ruído aerodinâmico (EUREC Agency, 2002).

Como exemplo de impacto por ruído, tem-se uma fazenda eólica na Carolina do Norte, onde as máquinas das turbinas emitiam vibrações que adoeciam pessoas, balançavam janelas, e fizeram com que as vacas parassem de dar leite (OTTINGER, 1991).



O ruído mecânico é proveniente, principalmente, da caixa de engrenagens que multiplica a rotação das pás para o gerador. O conjunto de engrenagens funciona na faixa de 1000 a 1500 rpm, onde toda a vibração da caixa multiplicadora é transmitida para as paredes da nacelle onde esta é fixada. A transmissão de ruído também pode ser ocasionada pela própria torre, através dos contatos desta com a nacelle. Estudos sobre a geração e o controle do ruído gerado pelas partes mecânicas já são bastante conhecidos. A tecnologia convencional emprega geradores convencionais que necessitam de alta rotação para funcionarem. Com a baixa rotação da hélice comparada à rotação do gerador, o sistema precisa de um sistema de engrenagens para multiplicar a rotação necessária no gerador. Outra tecnologia utilizada em turbinas eólicas está no uso de um gerador elétrico multipolo conectado diretamente ao eixo das pás. Esse sistema de geração dispensa o sistema de engrenagens para multiplicação de velocidade, pois esse gerador funciona mesmo em baixas rotações. Sem a principal fonte de ruído presente nos sistemas convencionais, as turbinas que empregam o sistema multipolo de geração de energia elétrica são significativamente mais silenciosas.

O ruído aerodinâmico é um fator influenciado diretamente pela velocidade do vento incidente sobre a turbina eólica. Ainda existem vários aspectos a serem pesquisados e testados tanto nas formas das pás quanto na própria torre para a sua redução. Pesquisas em novos modelos de pás, procurando um máximo aproveitamento aerodinâmico com redução de ruído, são realizadas, muitas vezes, de modo semi-empírico, proporcionando o surgimento de diversos modelos e novas concepções em formatos aerodinâmicos das pás.

3.6. Impacto Sobre a Fauna

Outro aspecto da geração de energia eólica é o seu impacto sobre a avifauna, visto a colisão de pássaros com as estruturas. Entretanto, estudos comprovam que a mortalidade de pássaros em função de turbinas eólicas é pequena e isolada, como na Espanha, onde as turbinas foram instaladas numa rota de migração de pássaros. Entretanto, distúrbios na proliferação e descanso de pássaros podem ser um problema em regiões costeiras (EU-REC Agency, 2002).

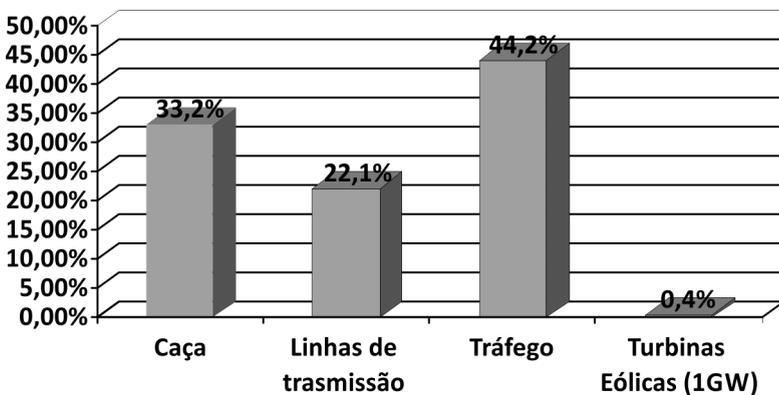
O comportamento dos pássaros e as taxas de mortalidade tendem a ser específicos para cada espécie e também para cada lugar. Estimativas



de mortes de pássaros nos Países Baixos, causadas por várias ações diretas e indiretas do homem, mostram que o tráfego de veículos apresenta uma taxa que, em comparação às estimativas de mortes por parque eólico de 1GW, é cem vezes maior. (EWEA, 2000c).

Na Alemanha foram constados um total de 32 pássaros mortos por turbinas eólicas entre os anos de 1989 e 1990, em todos os parques eólicos do país. Em comparação a esse número, também foram contabilizados os números de pássaros vitimados pelo impacto em torres de antenas. Somente no ano de 1989, houve 287 vítimas de impactos em torres de antenas na Alemanha (DEWI, 1996).

Gráfico1. Estimativa de mortes anuais de pássaros nos Países Baixos. (Fonte: EWEA, 1998c)



O pior caso de colisão de pássaros em turbinas eólicas aconteceu nas proximidades de Tarifa, na Espanha. No final de 1993, 269 turbinas eólicas foram levantadas e um total de 2.000 turbinas estava sendo montadas. Localizada nas principais rotas de migração de pássaros da Europa Ocidental, a localidade onde se instalaram as turbinas é um monumental “mal entendido”. Muitos pássaros de inúmeras espécies ameaçadas de extinção morreram em colisões com as turbinas. Sobre esse erro no projeto, o diretor da Agência Espanhola de Energia Renovável –IDAE fez uma das mais extraordinárias admissões de culpa:

“O que me ocorreu sobre o fato é que foi um inoportuno lapso de memória. Ninguém pensou nas migrações dos pássaros”. (WORLD ENERGY COUNCIL’S, 1993)



Fora das rotas de migração, os pássaros são raramente incomodados pelas turbinas eólicas. Estudos com radares em Tjaereborg, região oeste da Dinamarca, mostram que no local onde foi instalada uma turbina eólica de 2MW, com 60m de diâmetro, os pássaros tendem a mudar sua rota de vôo entre 100 a 200m, passando acima ou ao redor da turbina, em distâncias seguras. Esse comportamento tem sido observado tanto durante a noite quanto durante o dia. Na Dinamarca é comum um grande número de ninhos de falcões nas torres das turbinas eólicas. (EWEA, 1998c).

3.7. Impacto Visual

A reação provocada por um parque eólico é altamente subjetiva. Muitas pessoas olham a turbina eólica como um símbolo de energia limpa sempre bem-vindo, outras reagem negativamente à nova paisagem.

As turbinas eólicas geram um impacto visual de difícil quantificação, porém, com certeza, as turbinas, com corpos com aproximadamente 40 metros de altura, e hélices de 20 metros, impactam a paisagem (Inatomi & Udaeta, 2008).

Um aspecto do impacto visual é referente às movimentações das sombras provocadas pelas hélices, que deve ser considerado quando a implantação é feita próxima a áreas habitadas. Planejamentos devem maximizar a potencialidade do uso de terras. Sombras e reflexos podem ser solucionados corrigindo o posicionamento dos equipamentos, e mudando a textura da tinta que recobre a parte externa de toda a máquina. Pode ser evitado com uma correta planificação do parque.

Os efeitos do impacto visual têm sido minimizados, principalmente, com a conscientização da população local sobre a geração eólica. Através de audiências públicas e seminários, a população local passa a conhecer melhor toda a tecnologia e, uma vez conhecendo os efeitos positivos da energia eólica, os índices de aceitação melhoram consideravelmente.

Pintar os aerogeradores com as cores da paisagem é uma boa solução para minimizar o impacto visual. Por vezes nas proximidades de instalações militares é sugerida uma pintura de camuflagem para evitar que os aerogerados constituam pontos de referência, que facilitam a localização em caso de ataque. O efeito das reflexões intermitentes, devidas à incidência do sol sobre as pás em movimento, pode ser evitado utilizando pinturas opacas.



Um caso especial sobre impacto visual causado pelas turbinas eólicas foi estudado na Fazenda Eólica de Cemnaes - Reino Unido. Essa fazenda foi uma das primeiras a ser construída no Reino Unido e é composta de 24 turbinas eólicas com uma capacidade total instalada de 7,2 MW. Onde foi feito uma pesquisa a fim de conhecer a opinião pública sobre o impacto causado pela Fazenda.

Com o resultado da pesquisa notou-se que metade das respostas mostraram fortes convicções quanto ao aspecto positivo da nova paisagem enquanto que a outra metade foi positiva com algumas reservas. Segundo a pesquisa, 27% mostraram-se indiferentes ao observarem a fazenda eólica e 12% responderam negativamente ao questionário. Um dado interessante é que 62% dos que responderam ao questionário tiveram grande interesse em descrever as turbinas. (ESSLEMONT,1996).

4. CONSIDERAÇÃO FINAL

O desenvolvimento da energia eólica apresentado nessa breve abordagem mostra que desde os tempos mais remotos o homem busca usar o vento como uma ferramenta de trabalho, progresso e conquistas. Ele encontrou na energia eólica uma grande parceira para a otimização de suas atividades. O desenvolvimento tecnológico acompanhou as necessidades mais específicas de utilização dos moinhos culminando no aperfeiçoamento da geração elétrica a partir dos ventos.

Não se pode negar que o desenvolvimento da energia eólica para geração de energia elétrica teve seu grande impulsionador na crise do petróleo na década de setenta. A busca por fontes alternativas de energia juntamente com políticas ambientalistas proporcionou um amadurecimento tecnológico compatível com as condições e necessidades de fornecimento. Não se pode ignorar a importância da energia eólica para o futuro energético global onde, cada vez mais, questões ambientais influenciarão nas decisões. A energia eólica é, sem dúvida, a fonte alternativa que apresenta maiores vantagens na geração de grandes blocos de energia. Em todo o mundo, o uso da energia eólica no parque complementar de energia tem sido amplamente difundido e espera-se um crescimento ainda mais significativo.

Como foi mostrado no artigo, não existe processo de produção e utilização de energia sem que o meio ambiente seja agredido em maior ou



menor escala. A procura de fontes energéticas que minimizem o impacto ambiental tem sido uma grande preocupação na viabilização de novos cenários de geração e consumo. A energia eólica tem se destacado como uma fonte de energia com impactos ambientais reduzidos e de fácil minimização.

A energia eólica tem um futuro ainda mais promissor com a conscientização pública das suas vantagens como fonte renovável de energia. As questões ambientais estão cada vez mais difundidas e atitudes em favor ao meio ambiente estão se tornando parte integrante dos processos decisórios sob vários aspectos. Na questão energética não poderia ser diferente. Grande parte dos problemas ecológicos de efeito global é proveniente do setor energético. A utilização de soluções energéticas que agredem em menor escala o meio ambiente tem mostrado a energia eólica como uma fonte alternativa de grande importância na elaboração de novos cenários energéticos ecologicamente melhores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCHI A. Energia Alternativa. . Capturado em abril de 2010. Online. Disponível na internet: <http://www.cenedcursos.com.br/energia-alternativa.html>. 1996.

BACCHI A. Energia Alternativa. Cened. 2000.

CASTRO R. M. G. Energias Renováveis e Produção Descentralizada. Introdução à Energia Eólica. DEEC / Área Científica de Energia. ed 4. março 2009.

CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito. www.cresesb.cepel.br, 2001.

DUTRA R. Energia eólica Princípios e tecnologia. Cresesb. 2009.

ESSLEMONT, E., MOCCORMICK, M, Sociological Impact of a Wind Farm Development. In:

JAMESxJAMES. The World Directory of Renewable Energy: Suppliers and Services, London, 1996.

ESTUDOS AVALIAM IMPACTO DA ENERGIA EÓLICA NO AMBIENTE. Capturado em março de 2010. Online. Disponível na internet: <http://www.ecode->



bate.com.br/2008/09/25/estudos-avaliam-impacto-da-energia-eolica-no-ambiente/.

EUREC Agency. The future for renewable energy 2. Prospects and directions. London: James & James, 2002.

EWEA. EUROPEAN COMMISSION. Technology. In: Wind Energy – The Facts. 2000a v.

GONÇALVES F. R. Impactos Socioambientais e Sustentabilidade. Capturado em março de 2010. Online. Disponível na internet: <http://www.seplan.go.gov.br/energias/livro/cap21.pdf>.

INATOMI & UDAETA. Análise dos impactos ambientais na produção de energia dentro do planejamento integrado de recursos. Brasil, 2008.

MONTEIRO, C. Energia Eólica. Por Geografia. Publicado em 14 de outubro de 2007.

NETO, A. J. O. Potencialidade Energética e o Perfil Socio-econômico do Estado de Alagoas. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. 2007.

RUNCOS F., CARLSON R., KUO-PENG P., VOLTOLINI H., BATISTELA N.J. Geração de Energia Eólica – Tecnologias Atuais e Futuras. Janeiro 2004.

SARAIVA T. M. P. C. Avaliação do impacto da Instalação de parques eólicos Sobre a avifauna. Plano de estágios do icn 2001/2002 Relatório final E Anexos. Janeiro de 2003.

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

WORLD ENERGY COUNCIL'S, Agência Espanhola de Energia Renovável – IDAE, 1993.