



## Impactos ambientais em usinas eólicas

**Wilson Pereira Barbosa Filho**

Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (Feam). Rodovia Américo Gianetti, s/n, ed. Minas, bairro Serra Verde, Cidade Administrativa Tancredo Neves, Minas Gerais, CEP. 31630-900 Telefone (031) 39151431. E-mail: [wilson.filho@meioambiente.mg.gov.br](mailto:wilson.filho@meioambiente.mg.gov.br).

**Abílio Cesar Soares de Azevedo**

Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (Feam). Av, Américo Gianetti, s/n, ed. Minas, bairro Serra Verde, Cidade Administrativa Tancredo Neves, Minas Gerais, CEP. 31630-900 Telefone (031) 39151431. E-mail: [abilio.azevedo@meioambiente.mg.gov.br](mailto:abilio.azevedo@meioambiente.mg.gov.br).

### RESUMO

Este artigo apresenta um estudo sobre os impactos ambientais decorrentes da construção e operação de usina eólica. Para tanto, foram realizadas pesquisas em publicações nacionais e internacionais, visitas técnicas a usinas eólicas em diversos estados brasileiros e discussões com o grupo de trabalho sobre licenciamento ambiental de usinas eólicas em superfície terrestre do Ministério do Meio Ambiente, do qual faz parte a Feam e que tem como escopo a formatação de planos, projetos e programas de energia eólica, conforme o disposto na Carta dos Ventos. Essas pesquisas foram realizadas nos últimos três anos e serviram de base para a execução de trabalhos pertinentes ao tema. O artigo aborda os impactos ambientais nos meios biótico, físico e socioeconômico. São identificados os impactos decorrentes da supressão da vegetação e sobre a fauna, no meio físico inclusive a degradação da área afetada e a alteração do nível hidrostático do lençol freático, e ainda sobre o meio socioeconômico, enfocando a emissão de ruído, o impacto visual, a corona visual ou ofuscamento, as interferências eletromagnéticas, o efeito estroboscópico e as interferências locais.

**Palavras-chave:** eólica, impacto ambiental, energia.



## **ENVIRONMENTAL IMPACTS OF WIND POWER FARMS**

### **ABSTRACT**

*This article presents a study on the environmental impacts arising from the construction and operation of wind farm. For this, we conducted research on national and international publications, technical visits to wind farms in several Brazilian states and discussions with the working group on environmental licensing of wind farms on land surface of the Ministry of Environment, which is part of the Feam and that is scoped to the formatting of plans, programs and projects of wind power, as provided in the Charter of the Winds. These surveys were conducted in the last three years and served as the basis for the execution of works related to the theme. The article discusses the environmental impacts on biotic, physical and socioeconomic. It identifies the impacts of the removal of vegetation and the wildlife, even in the physical degradation of the affected area and changing the hydrostatic level of the water table, and even on the socioeconomic environment, focusing on the issue of noise, visual impact, the corona or visual blurring, electromagnetic interference, the effect stroboscopic and the local intererferências.*

**Keywords:** *wind, environmental impact, energy.*

### **Introdução**

Em julho de 2009 foi assinada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), Ministério de Minas e Energia (MME), Fórum de Secretários Estaduais para Assuntos de Energia e outras autoridades a Carta dos Ventos, documento este que define diretrizes para a fonte eólica de energia no Brasil. Segundo a diretriz VII, do referido documento, o MMA ficou responsabilizado por “Definir, em conjunto com os estados, diretrizes para aperfeiçoar o processo de licenciamento ambiental em usinas eólicas” (MMA, 2010). Esse ministério então visando avaliar os procedimentos de Licenciamento Ambiental e Normatização de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir da fonte eólica formou um grupo de trabalho com representantes de órgãos estaduais de meio ambiente e com o Ibama, para que esses analistas, por meio de reuniões sistemáticas e



visitas técnicas a usinas eólicas em território nacional, apresentassem estudos solicitados para o licenciamento ambiental.

A Feam participa do grupo, o que permitiu um importante aprofundamento do conhecimento técnico relacionado ao tema, e a elaboração de documentos, que se encontram à disposição do público em seu sítio, bem como no da Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado de Minas Gerais (Semad):

- Termo de Referência para elaboração de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto Ambiental (Rima) para usinas eólicas.
- Termo de Referência para elaboração Relatório de Controle Ambiental (RCA) para usinas eólicas.
- Termo de Referência para elaboração do Plano de Controle Ambiental (PCA) para usinas eólicas.
- Comunicado técnico nº 2 (Gemuc/Dped/Feam) – A Utilização da Energia eólica no Estado de Minas Gerais: Aspectos Técnicos e o Meio Ambiente.

Para este artigo foram compilados os estudos decorrentes dos impactos ambientais nos meios biótico, físico e socioeconômico, não buscando exaurir as informações relativas ao tema, mas sim corroborar com os estudos já existentes e proporcionar informações aos técnicos, estudantes e leigos, que objetivam estudos referentes ao tema.

## **Resultados e discussões**

A utilização da energia eólica configura-se como uma importante alternativa na geração de energia elétrica, sobretudo quando tratamos de mudanças climáticas e a necessidade de redução na emissão de gases de efeito estufa do setor energético. Os impactos ambientais gerados estão relacionados principalmente ao impacto visual e ao impacto sobre a fauna e flora.

### **➤ Principais impactos sobre o meio biótico**

#### Supressão da vegetação



A construção de usinas eólicas pode provocar impactos na fauna e na flora local durante a fase de construção e durante a permanência do empreendimento ou sua exploração, os impactos recorrentes são supressão da vegetação remoção de terra e compactação do terreno por máquinas (KERLINGER, 2002). O desmatamento promove a supressão de ambiente com fauna e flora e a fragmentação local dos ecossistemas relacionados. Estudos demonstram que essas atividades geralmente são realizadas em um sistema ambiental de preservação permanente podendo gerar a extinção de setores fixados pela vegetação, bem como a supressão de ecossistemas antes ocupados por fauna e flora específicas (MEIRELES, 2009).

### Fauna

Entre os impactos na fauna, a implantação de uma usina eólica pode gerar de forma direta e indireta danos sobre as aves como risco de colisão com os aerogeradores (rotores, pás e torres de suporte); colisão com as linhas de transporte de energia; alteração do sucesso reprodutor; perturbação na migração (mudanças nos padrões de migração); perda de *habitat* de reprodução e alimentação; alteração dos padrões de movimentação e utilização do *habitat* devido à perturbação associada à presença das turbinas. De acordo com Tolmasquim (2004), empreendimentos eólicos fora de rotas de imigração não perturbam os pássaros, e que eles tendem a mudar sua rota de vôo entre 100 a 200 metros, passando acima ou ao redor da turbina.

As turbinas de vento para geração de energia eólica representam uma grande ameaça para as populações de morcegos. A rotação das turbinas causa uma queda da pressão atmosférica na região próxima à extremidade das lâminas, e quando um morcego passa por essa zona de baixa pressão seus pulmões sofrem uma expansão repentina, o que resulta no rompimento dos vasos capilares do órgão causando hemorragia interna, algo similar ao que acontece com mergulhadores que experimentam mudanças repentinas de pressão. Embora alguns sejam afetados por golpes diretos desferidos pelas hélices das turbinas, a principal causa de morte é essa queda repentina de pressão próxima das estruturas dos aerogeradores. As aves são menos impactadas que os morcegos, pois, graças ao seu sistema respiratório mais robusto, não sofrem com o problema de despressurização. (VILLEY MIGRANE, 2004). Pintar as pás em cores mais visíveis pode aumentar a sua visibilidade, reduzindo o número de colisões. Mas em termos de mortalidade de aves, a localização da usina eólica, é sem dúvida o mais importante.

A correta localização de empreendimentos eólicos pode reduzir os efeitos negativos no meio ambiente em alguns grupos faunísticos. Entretanto, os estudos com foco nesses impactos ainda



são recentes. A implantação da usina eólica pode implicar na interferência da fauna terrestre, primeiro por atingir seus habitats, e, segundo, pelo aumento da movimentação e ruído na fase de implantação, que tende a afugentar a fauna para outras localidades, podendo esta, sofrer atropelamentos nas rodovias. Porém nota-se o retorno da fauna terrestre quando do término das obras. Visitas técnicas realizadas em áreas fundiárias que receberam a construção de usinas eólicas evidenciam o bom convívio de animais com as torres (Figura 1).



Figura 1 - Convívio de animais com aerogeradores

Fonte: ENERFÍN, 2011.

### ➤ Principais impactos sobre o meio físico

#### Degradação da área afetada

As usinas eólicas quando em operação ou em processo de instalação podem degradar consideravelmente a área ocupada, devido ao processo de desmatamento, de topografia, e de terraplanagem, pois é necessária a criação e manutenção de uma rede de vias de acesso para os aerogeradores. Os impactos gerados pela terraplanagem estão relacionados com atividades de retirada e soterramento da cobertura vegetal, abertura de cortes transversais e longitudinais e aterros, para a abertura de vias de acesso, área de manobra para caminhões, pás mecânicas e tratores de esteira, e preparação do terreno para a instalação do canteiro de obras. Outro impacto é o da **introdução de material sedimentar para impermeabilização e compactação do solo, quando da** etapa do processo de implantação visando proporcionar o tráfego de veículos



sobre a rede de vias de acesso aos aerogeradores, ao canteiro de obras, ao depósito de materiais, do escritório e do almoxarifado.

A implantação de usinas geradoras de energia eólica podem promover interferência em sítios arqueológicos, o que traz a necessidade de além de estudos técnicos precedentes, que haja monitoramento da área afetada.

#### Alteração do nível hidrostático do lençol freático

As atividades de terraplanagem podem alterar o nível hidrostático do lençol freático, influenciando no fluxo de água subterrânea, visto que os cortes e aterros possivelmente serão submetidos a obras de engenharia para a estabilidade dos taludes e as vias compactadas para possibilitar a continuidade do tráfego de caminhões. Outro fator de alteração do nível hidrostático do lençol freático está vinculado à produção de concreto para confecção das fundações das torres eólicas, visto que é elevado o volume de material a ser utilizado. Ou seja, há interferência na disponibilidade hídrica local devido ao elevado consumo de água na fabricação do concreto.

O conjunto de impactos ambientais poderá interferir no controle da erosão, dinâmica hidrostática e disponibilidade de água doce, supressão de habitats e alterações da paisagem vinculadas aos aspectos cênicos e de lazer.

#### ➤ **Principais impactos sobre meio socioeconômico**

Das vantagens atribuídas à energia eólica destaca-se o fato de que ela não utilizar a água como elemento chave para a geração da energia elétrica, não apresenta resíduos radioativos ou emissões gasosas nocivas. Além destes aspectos, é relevante salientar que cerca de 99% da área utilizada para a implantação da usina eólica pode ser utilizada para outros fins como a agricultura, pecuária, etc. Os principais impactos negativos sobre o meio socioeconômico causados pela geração da energia eólica estão relacionados aos seguintes aspectos:

- emissão de ruído;
- impacto visual;
- corona visual ou ofuscamento;



- interferência eletromagnética;
- efeito estroboscópico;
- interferências locais.

Esses aspectos podem ser minimizados ou mesmo eliminados através de planejamento e estudos adequados, aliados aos avanços e inovações tecnológicos sempre em desenvolvimento.

### Emissão de ruído

As turbinas eólicas produzem dois tipos de ruído: o ruído mecânico de engrenagens e geradores, e ruído aerodinâmico das pás. Os ruídos mecânicos têm sido praticamente eliminados através de materiais de isolamento. O ruído aerodinâmico é produzido pela rotação das pás gerando um som sibilante que é uma função da velocidade de ponta. Os projetos modernos de usinas eólicas estão sendo otimizados com escopo de reduzir o ruído aerodinâmico.

O ruído no interior ou em torno de uma usina eólica varia consideravelmente dependendo de uma série de fatores, como: o leiaute da usina, o modelo de turbinas instaladas, o relevo do terreno, a velocidade e a direção do vento e o ruído de fundo. O aumento das emissões de som das turbinas eólicas está relacionado com aumento da velocidade do vento. No entanto, o ruído de fundo que normalmente aumenta mais rápido que o som da turbina, tende a mascarar o ruído das mesmas com o crescimento da velocidade do vento (NOISE ASSOCIATION, 2002).

Níveis de ruído diminuem à medida que aumenta a distância entre turbinas eólicas e são mais comumente expressos em dB(A), decibéis medidos na escala A de compensação do aparelho medidor (decibelímetro), por ser essa a escala que mais se aproxima da percepção humana do ruído. As previsões dos níveis sonoros em usinas eólicas futuras são de extrema importância a fim de prever o impacto do ruído.

Quando há pessoas que vivem perto de uma usina eólica, os cuidados devem ser tomados para garantir que o som das turbinas de vento seja em um nível razoável em relação ao nível de som ambiente na área. Devido à grande variação dos níveis de tolerância individual ao ruído, não há nenhuma maneira completamente satisfatória para se medir os seus efeitos subjetivos, ou as reações correspondentes de aborrecimento e insatisfação (NOISE ASSOCIATION, 2002).



O aborrecimento individual para o ruído é um tema muito complexo, mas estudos demonstraram uma correlação entre o ruído incômodo com a interferência visual e a presença de características de som intrusivo. Da mesma forma, o incômodo é maior na área rural do que na periferia e também mais elevados em terreno complexo, em comparação com o solo plano em um ambiente rural (WINDS ENERGY, 2012).

Ruído de baixa frequência (RBF), também conhecido como infrassom, é usado para descrever a energia sonora na região abaixo de 200 Hz. O RBF pode causar desconforto e incômodo para as pessoas sensíveis e por isso tem sido amplamente analisado. O achado mais importante é que as turbinas eólicas modernas com o rotor colocado contra o vento produzem níveis muito baixos de infrassom, geralmente abaixo do limiar de percepção (LEVENTHALL, 2003; HEPBURN E EDWORTHY, 2005; DTI, 2006, apud WINDS ENERGY, 2012). Um levantamento dos resultados nas medições de infrassom de turbinas eólicas publicados, conclui que, com turbinas *upwind*, o infrassom pode ser negligenciado na avaliação dos efeitos ambientais (JACOBSEN, 2005).

As emissões de ruídos são reguladas por normas técnicas da ABNT nº 10.151 e 10.152. Vários estudos têm demonstrado os perigos deste tipo de decibéis à saúde humana. Decibéis do tipo B e C, chamados de infrassom, embora inaudíveis são sentidos como uma vibração no corpo, mesmo dentro das casas, sendo prejudiciais à saúde tanto quanto ou mais do que o tipo A, e podem causar falta de sono, náuseas, tonturas, dores de cabeça, aumento de pressão arterial, agressividade e outros. Um observador, se exposto por um tempo curto ao ruído é limitado a uma percepção instantânea deles, mas é incapaz de assumir os verdadeiros efeitos a longo prazo. A exposição distribuída por um período de tempo, pelo menos, duas semanas pode causar a maioria dos efeitos sentidos em seres humanos. Os impactos do ruído dependem de vários fatores: direção e força do vento, altura e tipo de vento, topografia, pressão do ar, obstáculos e fenômenos físicos específicos (NOISE ASSOCIATION, 2002).

A agência ambiental francesa, *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie* – ADEME, sugere um afastamento mínimo de 250 m entre a torre de eólica e uma residência humana, sendo entretanto, essa distância definida em audiência pública. A Academia Nacional de Medicina da França e do Reino Unido *Noise Association* recomenda uma distância de 1,5km (VILLEY MIGRAINE, 2004). Vários estudos registraram um conjunto comum de efeitos adversos à saúde de pessoas que vivem próximas aos aerogeradores. Esses sintomas começaram após o funcionamento das usinas eólicas, e incluem:

- distúrbios do sono;





- dor de cabeça;
- zumbido nos ouvidos;
- pressão no ouvido;
- náuseas;
- tonturas;
- taquicardia;
- irritabilidade;
- problemas de concentração e memória;
- episódios de pânico com sensação de pulsação interna ou trêmula que surgem quando acordado ou dormindo.

Esses distúrbios tem sua principal causa o efeito da baixa frequência do ruído de turbinas eólicas nos órgãos do ouvido interno. Na Tabela 1, consta um resumo das pesquisas realizadas sobre a distância a ser definida entre a torre de eólica e residências próximas, sendo esses valores, em sua maioria de ordem prática, pois nem todos foram regulamentados.

Tabela 1 - Distância da Torre para as Residências/Política Adotada

PAÍS	Distância da torre para as residências/Política adotada
Bélgica	150 a 500 metros
República Checa	400 a 800 metros
Dinamarca	4 vezes a altura da torre
França	250 a 500 metros, conforme Ademe
Alemanha	- "Região tranquila" [35 dB (A)]: 1000-1500 m - "Região média" [(40 dB (A)]: 600-1,000 m - "Região padrão" [(45 dB (A)]: 300-600 m
Itália	Algumas regiões têm definido distâncias, outras não. Calabria e Molise: 5 vezes a altura da torre. Basilicata: 2.000 metros. Campania: 10 vezes a altura da torre. Molise: 20 vezes a altura da torre.
Países Baixos	4 vezes a altura da torre
Irlanda do Norte	Mínimo de 500 metros
Romênia	3 vezes a altura do torre, podendo ser menor conforme decisão em audiência pública



Escócia	<ul style="list-style-type: none"><li>- Bankend Rigg (aguardando aprovação): pouco mais de 1.000 m</li><li>- Chapelton (aguardando aprovação): 750 m</li><li>- Dungavel (aguardando aprovação): 1.000 m</li><li>- Whitelee (construído): cerca de 1.000 m</li><li>- Gathercauld Ceres (aguardando aprovação): 572 m</li><li>- Auchtermuchty (aprovado): 650 m</li></ul>
Espanha	Nacional: legislação aplicada em função do nível do ruído. Regional: as políticas de energia eólica são variadas. Exemplos: Valência: 1.000 metros de qualquer pedaço de terra que pode ser aproveitada. Andaluzia: 500 metros.
Suécia	Aplicável legislação em função do nível de ruído [40 dB (A)]. Na prática, utiliza-se 500 metros.
Reino Unido	Existe um projeto de lei com o seguinte teor: se a altura do gerador de turbina de vento é: superior a 25 metros, mas não exceder 50 metros, há exigência de distância mínima é de 1000 metros; superior a 50 metros, mas não exceder 100 metros, há exigência de distância mínima é de 1.500 metros; superior a 100 metros, mas não exceder 150m, há exigência de distância mínima é 2.000 metros; superior a 150 metros, a exigência de distância mínima é de 3.000 metros. A altura do gerador de turbina de vento é medido desde o solo até o final da ponta da lâmina no ponto mais alto. Não há nenhuma exigência distância mínima se a altura da torre não exceda 25 metros.
Suíça	Documentação de <i>Suisse Eole</i> menciona 300 m da torre, mas cada Cantão ainda está trabalhando em uma política própria.

Fonte: FEAM, 2013

Apesar da ausência de estudos conclusivos, o princípio da precaução justifica a cessação do funcionamento de qualquer usina eólica em zonas habitadas, mesmo que a comunidade local o tenha aceito.

### Impacto visual

Os modernos aerogeradores, com alturas das torres superiores a 100 m e comprimento das pás de acima de 30 m, constituem obviamente uma alteração visual da paisagem. Os estudos de



impacto ambientais devem identificar, descrever e avaliar os efeitos diretos e indiretos do projeto sobre a paisagem.

Nota-se que o impacto visual diminui com a distância. As zonas de visibilidade teórica podem ser definidas como (UNIVERSITY OF NEWCASTLE, 2002, apud WINDS ENERGY, 2012):

- Zona I - Visualmente dominante: as turbinas são percebidas como de grande porte e o movimento das lâminas é óbvio. A paisagem imediata é alterada. Distância de até 2 km.
- Zona II - visualmente intrusivas: as turbinas são elementos importantes na paisagem e são claramente percebidas. O movimento das lâminas é claramente visível e pode atrair os olhos. As turbinas não são necessariamente os pontos dominantes na visão. Distância entre 1 e 4,5 km, em condições de boa visibilidade.
- Zona III - Notável: as turbinas são claramente visíveis, mas não intrusivas. A usina eólica é perceptível como um elemento na paisagem. O movimento das lâminas é visível em boas condições de visibilidade, mas as turbinas parecem pequenas no panorama global. Distância entre 2 e 8 km, dependendo das condições meteorológicas.
- Zona IV - Elemento na paisagem distante: o tamanho aparente das turbinas é muito pequeno. As turbinas são como qualquer outro elemento na paisagem. O movimento de lâminas geralmente é imperceptível. Distância de mais de 7 km.

Embora o impacto visual seja muito específico para o local, em uma usina eólica em particular, algumas características no *design* e implantação podem ser identificadas para minimizar o seu impacto potencial visual:

- O tamanho e tipo similares de turbinas em uma usina eólica ou de várias adjacentes.
- A seleção de design de turbinas eólicas (torre, cor) de acordo com as características da paisagem.
- Seleção de cor neutra e pintura anti-reflexo para torres e pás.
- Pintura de camuflagem próxima a instalações militares, para evitar que os aerogerados constituam pontos de referência.
- O uso de três lâminas girando na mesma direção.
- O panorama visual melhora com a distribuição de turbinas em linha.

Corona visual ou Ofuscamento



Corona visual ou ofuscamento é a quantidade de radiação eletromagnética deixando ou chegando a um ponto sobre uma superfície. Pode ser minimizado utilizando pinturas opacas nas torres e pás.

### Interferências eletromagnéticas

Os aerogeradores, em alguns casos podem refletir as ondas eletromagnéticas. Isso implica que podem interferir e perturbar sistemas de telecomunicações. Os campos eletromagnéticos de turbinas de vento podem afetar a qualidade de rádio e telecomunicações, bem como comunicações de microondas, celular, internet e transmissão via satélite. A avaliação de impacto deve abordar o problema, mas nem sempre pode garantir a segurança da distribuição ótima do campo magnético. A interferência eletromagnética com a comunicação aeronáutica não será um problema criado pela usina eólica, desde que o projeto contemple uma distância mínima do aeroporto e, ainda, uma área de servidão radioelétrica de ação da torre de eólica em relação à rota de navegação da aeronave.

### Efeito estroboscópico dos aerogeradores

O efeito estroboscópico é devido à passagem das lâminas antes do sol que ocorre no início ou no final do dia quando o sol está mais baixo no céu. O grau de sombreamento intermitente depende da distância da torre, da latitude do local, do período do dia e do ano. Torna-se mais relevante quanto menor for a distância das pás e o receptor, bem como o fato de estar em uma mesma altitude.

Segundo pesquisas, o sombreamento intermitente pode causar incômodo e prejudicar pessoas que sofrem de epilepsia, além de náuseas e dores de cabeça nos moradores afetados. É o chamado efeito estroboscópico (PIRES, 2010). O efeito é sentido em uma distância até dez vezes o diâmetro das pás e depende da direção das turbinas eólicas de residências. O efeito é bem documentado em diversos países do mundo, porém mal regulado.

### Interferências locais

Para a população situada no entorno da área de influência direta, os impactos mais significativos gerados pela execução das obras de construção da usina eólica se relacionam com as interferências locais e as expectativas geradas em razão da efetivação do empreendimento.



A implantação causa alguns desconfortos temporários à população residente próxima as obras, bem como pode interferir no cotidiano da comunidade local: aumento de fluxo de veículos, poluição sonora, insegurança no trânsito, aumento temporário da densidade demográfica local, geração de emprego, dinamização das atividades econômicas e aumento da especulação imobiliária. O aumento do fluxo de veículos, principalmente de veículo pesado, pode gerar uma insegurança aos motoristas por eventuais desvios e interrupções do tráfego.

Para diminuir os transtornos, a empresa de engenharia responsável pela execução da obra deve elaborar um plano detalhado dos procedimentos relacionados à movimentação de veículos, estabelecendo um cronograma que oriente o fluxo destes de forma racional, como a sinalização das obras, o isolamento necessário, instalações de dispositivos de segurança e ainda a divulgação junto às comunidades das atividades que eventualmente interfiram no tráfego. Nesse plano deve ainda ser observada a capacidade de suporte do pavimento, transportando tanto quanto possível cargas com peso compatível, evitando assim danos à pavimentação das vias, bem como às residências.

Para utilização parcial ou total das estradas e acessos existentes, além de um plano de logística de transporte, devem ser avaliadas as melhorias para que as estradas e acessos possam garantir o caráter permanente de tráfego, incluindo alterações e novas construções na estrutura viária. Essas melhorias podem ser um legado do empreendimento à população local, visto que podem facilitar o escoamento de mercadorias e o acesso às propriedades. O aumento temporário da densidade demográfica local é fator preocupante, pois pode gerar problemas de falta de moradia, vandalismo e prostituição. Para tanto é necessário a execução de um plano de medidas a ser implementado pela empresa responsável pelas obras e a prefeitura local, visando amenizar esses problemas, conscientizar a população e os empregados e garantir prioridade de emprego para a população local.

Outro impacto a ser gerenciado pela empresa responsável pela execução das obras é referente aos resíduos sólidos e líquidos provenientes das atividades do canteiro de obras e das atividades construtivas. Os resíduos sólidos devem ser manejados adequadamente de acordo com as suas características, ou seja, diferenciando-se os resíduos perigosos, os resíduos não inertes e os resíduos inertes.



Para mitigar este impacto deverá ser implantado o Programa de Gestão Ambiental dos Resíduos Sólidos e Efluentes Líquido, o qual abrangerá o projeto e construção de sistemas de tratamentos de efluentes líquidos e a realização de contrato de prestação de serviço com empresa licenciada para o recolhimento dos resíduos gerados na implantação da usina eólica.

Com relação aos resíduos provenientes da construção civil deverá ser seguido às instruções normativas referentes ao acondicionamento, transporte e destinação final dos diferentes tipos de resíduos gerados durante as obras, em especial a CONAMA nº. 307/2002.

## **CONCLUSÃO**

A geração de eletricidade a partir da energia eólica tem-se mostrado crescentemente convidativa, seja por constituir o aproveitamento de uma fonte renovável, seja por não apresentar a magnitude dos impactos ambientais geralmente associados às demais formas de aproveitamento energético.

Entretanto, os impactos ambientais decorrentes da implantação e operação de uma usina eólica não podem ser negligenciados. Ficando explícita a necessidade da localização da usina e a distribuição dos aerogeradores que a compõem serem definidas com base em apurado estudo ambiental.

Após a etapa de construção há uma tendência natural de recuperação de vegetação, o que favorece o retorno da fauna a seu habitat. Outro ponto interessante observado são os projetos de educação ambiental e de monitoramento da área da usina, que tendem a agregar turismo ao município.

Há que se salientar, que o retorno econômico gerado pela locação e uso de áreas dentro de fazendas é altamente atrativo, e não necessariamente impede que cesse a exploração de agricultura, de pecuária, ou outras já existentes. Várias fazendas têm buscado incorporar-se às usinas eólicas, no intuito de aumentar a receita e melhorar a segurança de seu entorno.

## **REFERÊNCIAS**



- [1] AMARAL, S. M. S. **Análise Comparativa da Avaliação de Impacto Ambiental de Parques Eólicos em Portugal**, 2009. Disponível em: <[http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1419/1/20479\\_ulfc080629\\_tm.pdf](http://repositorio.ul.pt/bitstream/10451/1419/1/20479_ulfc080629_tm.pdf)>. Acesso em: 16 out. 2011.
- [2] CHAMBEL, S.. **Estudos de Impacte Ambiental em Parques Eólicos: uma verdadeira problemática?** 2007. Disponível em: <[http://www.ideiasambientais.com.pt/artigos/EIA\\_eolicos\\_eternidade.pdf](http://www.ideiasambientais.com.pt/artigos/EIA_eolicos_eternidade.pdf)>. Acesso em: 21 nov. 2011.
- [3] CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legi.cfm>>. Acesso em: 20 nov. 2011.
- [4] CUSTÓDIO, R. S.. **Energia Eólica para produção de energia elétrica**. 1ªed. Ed. Eletrobrás. 2009.
- [5] ENERCON – **ENERGIE FUR DIE WELT**. Disponível em: <<http://www.enercon.de/de-de/technologie%20.htm>>. Acesso em: 20 ago. 2011.
- [6] ENERFIN – ENERFIN ESPANHA. Disponível em < [www.enerfin.es](http://www.enerfin.es) >. Acesso em 15 ago. 2011.
- [7] ENERFIN – **PARQUE EÓLICO DE OSÓRIO**. Disponível em: < [www.ventosdosulenergia.com.br](http://www.ventosdosulenergia.com.br) >. Acesso em: 15 ago. 2011.
- [8] EPA – ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Wind Energy Development in Region 8**, 2007. Disponível em < <http://www.epa.gov/region8/WindEnergyDevelopmentInReg8Draft19Dec07.pdf> >. Acesso em: 15 dez. 2011.
- [9] FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTAL. **Elaboração de Termo de Referência para Licenciamento de Usinas Eólicas**, 2010. Disponível em: <<http://www.feam.br/mudancas-climaticas/publicacoes>>. Acesso em: 20 jan. 2012.



[10] FEAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTAL. Comunicado Técnico Nº 2 – Utilização da Energia Eólica no estado de Minas Gerais; Aspectos Técnicos e Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.feam.br/mudancas-climaticas/publicacoes>> . Acesso em: 10 fev. 2013.

[11] JACOBSON, M. Z., MASTERS, G. M. **Exploiting Wind Versus Coal** Science 293. August, 2001.

[12] MEIRELES, A. J. A.. **Impactos ambientais promovidos pela implantação e operação de usinas eólicas em áreas de preservação permanente (APP's) – Os campos de dunas fixas e móveis da planície costeira do Cumbe, município de Aracati**, 2008. Disponível em: <[http://wp2.oktiva.com.br/portaldomar-bd/files/2010/08/usinasEolicas\\_impactos\\_\\_CUMBE2.pdf](http://wp2.oktiva.com.br/portaldomar-bd/files/2010/08/usinasEolicas_impactos__CUMBE2.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2011.

[13] MIGRAINE, M. V.. **Eoliennes, sons et infrasons: effets de l'eolien industriel sur la sante des hommes**, 2004. Disponível em: <[http://docs.wind-watch.org/villey-migraine\\_eoliennesinfrasons.pdf](http://docs.wind-watch.org/villey-migraine_eoliennesinfrasons.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2011.

[14] *MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DE L'ÉNERGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE LA MER. Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens*, 2010. Disponível em: <[http://www.catpaisatge.net/fixers/guies/eolics/guide\\_eolien\\_finalv1.pdf](http://www.catpaisatge.net/fixers/guies/eolics/guide_eolien_finalv1.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2012.

[15] MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Pesquisa Sobre Licenciamento Ambiental De Parques Eólicos, 2011.** Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/164/\\_publicacao/164\\_publicacao26022010101115.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao26022010101115.pdf)> Acesso em: 10 dez. 2011.

[16] PIRES, L. F. A.. **Parque Eólico Alegria**. In: *Seminário Brazil Windpower 2011, 1 e 2 setembro de 2011, Rio de Janeiro*.

[17] THE NOISE ASSOCIATION. **Location, Location, Location. An investigation into wind farms and noise by The Noise Association**, 2006. Disponível em: <<http://www.countryguardian.net/Location.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2012.





[18] TOLMASQUIM, M. T. (Org.). **Alternativas Energéticas Sustentáveis no Brasil**. 1. ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004.

[19] WIND ENERGY. **Wind Energy The Facts**. Disponível em: <<http://www.wind-energy-the-facts.org/en/environment/chapter-2-environmental-impacts/onshore-impacts.html>>. Acesso em: 20 out. 2012.