

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Carlos Antonio Pinheiro

**Os aspectos e impactos ambientais relacionados à operação de
parques eólicos**

**São Paulo
2009**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Carlos Antonio Pinheiro

Os aspectos e impactos ambientais relacionados à operação de parques eólicos.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental

Data da aprovação 03 / 12 / 2009

Prof. Dr. Ricardo Henrique dos Santos
(Orientador) IPT – Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de São Paulo

Membros da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ricardo Henrique dos Santos (Orientador)
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Prof. Dra. Kátia Canil (Membro)
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Prof. Dr. Marco Antonio Saidel (Membro)
EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Carlos Antonio Pinheiro

Os aspectos e impactos ambientais relacionados à operação de parques eólicos.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Área de Concentração: Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique dos Santos

São Paulo
Dezembro/2009

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Departamento de Acervo e Informação Tecnológica - DAIT
do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT

P654a Pinheiro, Carlos Antonio
Os aspectos e impactos ambientais relacionados à operação de parques eólicos. /
Carlos Antonio Pinheiro. São Paulo, 2009.
160p.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique dos Santos

1. Impacto ambiental 2. Geração de energia elétrica 3. Energia eólica 4. Fontes
alternativas de energia 5. Tese I. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de
São Paulo. Coordenadoria de Ensino Tecnológico II. Título

09-64

CDU 614.87:620.91(043)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Florêncio e Isaura, e meus irmãos Calixto e Dalício, que me ofereceram e oferecem inspiração e exemplos de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho, na instituição Fundação Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Agradeço ao meu orientador, Professor Dr. Ricardo Henrique dos Santos, por suas sugestões, críticas e ajuda na elaboração deste trabalho.

Aos meus familiares que de forma particular têm me dado todo carinho e apoio que necessito, especialmente pela inspiração forjada pelos princípios de sempre buscar o aperfeiçoamento educacional e profissional como forma de me tornar uma pessoa melhor.

A todos que, próximos a mim, de alguma forma entenderam os momentos de minha ausência para que eu pudesse elaborar este trabalho.

A todas as pessoas que, de alguma forma contribuíram para conclusão deste trabalho.

RESUMO

Com o significativo desenvolvimento da tecnologia em energia eólica para a geração de energia elétrica, sua adoção como fonte complementar às matrizes energéticas nos países desenvolvidos se tornou cada vez mais significativa. Este fato está relacionado com a necessidade urgente da adoção de fontes que poluam menos o meio ambiente.

No contexto mundial observa-se que países como Dinamarca, Alemanha, Holanda e Estados Unidos, entre outros, lideram os esforços em aumentar cada vez mais a parcela de utilização desta de energia em suas respectivas matrizes. Avanços apontam para a exploração do potencial eólico até mesmo em alto mar.

Nos mercados que já alcançaram maturidade existe uma tendência em utilizar aerogeradores do tipo multi-megawatt com objetivo de obter melhor eficiência na operação dos parques eólicos. Em contrapartida os mercados que começaram a explorar esta fonte de energia utilizam equipamentos menores.

O Brasil é identificado como uma região de enorme potencial eólico. Houve no início desta década um incentivo para geração de eletricidade com base em energias renováveis o que poderia vislumbrar maior utilização de energia eólica, mas que esbarrou em problemas de licenciamento e fornecimento de equipamentos.

Atribui-se as dificuldades de fornecimento ao comprometimento da capacidade dos fabricantes de componentes com outras atividades, o que demonstra a carência de uma política industrial por parte do governo que incentive o desenvolvimento da indústria eólica no país, uma vez que existe a determinação de um índice de nacionalização de 60% dos componentes.

Dentre vários benefícios talvez o mais importante seja que durante sua operação um parque eólico não emite poluentes ou CO₂. A preocupação em relação aos aspectos ambientais gerados pela operação de centrais eólicas tornou-se objeto de estudos.

Este trabalho demonstra, por meio de um estudo de caso elaborado na França, os aspectos ambientais e seus impactos associados, de uma operação de um parque eólico, e apresenta uma lista de procedimentos como subsidio para elaboração de um manual de gestão ambiental.

Para avaliação ambiental foi adotado o método de lista de verificação que foi elaborada a partir da experiência profissional do autor com equipamentos utilizados neste tipo de operação e atuando em sistemas de gestão ambiental, o que proporcionou praticidade na etapa de coleta de dados.

Após a avaliação ambiental, verificou-se que de acordo com os critérios adotados, não foram detectados impactos ambientais com alta significância, apresentando este sistema de geração de energia como um dos mais ambientalmente amigáveis.

Palavras chave: Energia eólica; aspectos e impactos ambientais; meio ambiente; fontes renováveis.

ABSTRACT

Environmental aspects and impacts related to wind farm operations

With the significant development of wind energy technology with the purpose to generate electricity, its adoption as a complementary source to the energy grid in developed countries has become increasingly more frequent. This fact is related to an urgent need of adoption from sources that pollute less the environment.

In the global context it is noted that countries like Denmark, Germany, Netherlands and United States of America, among others, are leading efforts to increase more and more of the share of this energy source usage in their grid energy. Advances indicate to the off-shore exploitation wind power.

In markets that have already reached maturity there is a tendency to use multi-megawatt wind turbines aiming to achieve better efficiency in the operation of wind farms. However the markets that have begun to explore this source of energy use smaller equipment.

Brazil is identified as a region of enormous wind potential. There were earlier this decade an incentive to generate electricity based on renewable energy that could envision a bigger use of wind, but it ran into licensing problems and equipment supply.

Supply difficulties are attributed to issues that involve manufacturers' commitments with other activities, which demonstrates the lack of an industrial policy by the government to encourage the development of the wind industry in the country, since there is the determination of a 60% nationalization index.

Among several benefits perhaps most important is that while operating a wind farm emits no pollutants or CO₂. The concern for the environmental aspects generated by the operation of wind farm has become object of studies. This paper aims to demonstrate through a case study developed in France, the environmental aspects and their associated impacts, for an operation of a wind farm and provide a list of procedures as subsidies for development of an environmental management manual. For environmental assessment was made using a checklist that was drawn from the author's experience with equipment used in this type of operation and working in environmental management systems, which provided convenience in the stage of data collection.

After the environmental assessment, it was found that according to the criteria used, no impacts were detected with high significance, presenting this power generation system as one of the most environmentally friendly.

Key-Words: Wind energy; environmental aspects and impacts; environment; renewable sources.

Lista de ilustrações

Figura 1	Interior de um aerogerador típico	27
Figura 2	Capacidade mundial instalada – Posição em 2008	32
Figura 3	Projeção da capacidade eólica instalada 2008 – 2013	32
Figura 4	Visão Noturna do Planeta Terra	35
Figura 5	Velocidade média anual dos ventos a 50m de altura	36
Figura 6	Aerogerador <i>offshore</i> – Exemplo típico	37
Figura 7	Desenvolvimento tecnológico para projetos eólicos do tipo <i>offshore</i>	37
Figura 8	Medições estimadas das plataformas continentais	39
Figura 9	Adição global de MW de energia eólica por região, 2000 – 2020 (dados da Europa e EUA/Canadá incluem repotenciação)	40
Figura 10	Visão geral por tamanhos de projetos	43
Figura 11	Previsão de mercado global por tamanho de projeto do tipo <i>onshore</i> , 2007 - 2020	44
Figura 12	Média global de instalações por tamanho de aerogerador, 2006 – 2007	45
Figura 13	Mercado global de instalações de aerogeradores, 2006 – 2007	46
Figura 14	Preço global do aerogerador incluindo a torre por MW, 2005 – 2015	48
Figura 15	Distribuição geral dos ventos	53
Figura 16	Mosaico de imagens de satélite (<i>SPOT Image</i>) sobreposto ao modelo de relevo	53
Figura 17	Potencial eólico estimado para vento médio anual igual ou superior a 7,0m/s	57
Figura 18	Processo de avaliação de impacto ambiental	65
Figura 19	Quadro regulamentar para EIA em parques eólicos na França	68
Figura 20	Planejando a instalação de aerogeradores em relação ao ruído	79
Figura 21	Aerogeradores em relação ao ruído	79
Figura 22	Exemplos de níveis de pressão sonora	81
Figura 23	Escalas de ponderação de frequência A, B e C	82
Figura 24	Posicionamento de microfone para medições de ruído em aerogeradores	83
Figura 25	Ruído provocado durante operação de aerogerador	84

Figura 26	Atitude geral em relação a fontes de energia na Comunidade Europeia	86
Figura 27	Paisagem e o impacto estético	87
Figura 28	Fractal da Natureza	88
Figura 29	Parques eólicos em dias claros (a), nebulosos (b), nevados (c) e enevoados (d)	89
Figura 30	Causas de fatalidade em pássaros	94
Figura 31	Diagrama esquemático de um aerogerador e suas zonas de proteção	99
Figura 32	Localização de <i>Chapelle Vallon</i> na França	101
Figura 33	Localização de <i>Chapelle Vallon</i>	102
Figura 34	Velocidades de vento em <i>Champagne-Ardenne</i>	103
Figura 35	Leiaute dos aerogeradores no <i>Parc de Chapelle Vallon</i>	104
Figura 36	Características eólicas aproximadas em <i>Troyes</i>	109
Figura 37	Colza (família: <i>Cruciferae</i> / espécie: <i>Brassica napus</i>)	113
Figura 38	Caracol ou <i>Scargot</i>	114
Figura 39	Ratazana do prado	115
Figura 40	<i>Pipistrelle</i>	115
Figura 41	Veado	116
Figura 42	Ouriço	117
Figura 43	Coelho	117
Figura 44	Raposa	118
Figura 45	Avelã	118
Figura 46	Morango	119
Figura 47	<i>Coquelicoq</i>	119
Figura 48	Cereja selvagem	120
Figura 49	Bétula	120
Figura 50	Espinheiro	121
Figura 51	Orquídea	121
Figura 52	Pinho	122
Figura 53	Pareto dos aspectos ambientais por atividades	125
Figura 54	Pareto dos impactos ambientais	126
Figura 55	Pareto para situações de operação	126
Figura 56	Pareto de significância	127
Figura 57	Parque Eólico de Osório - Osório – RS	145

Fotografia 1	Aerogerador <i>Repower</i> MM82, detalhe da Nacela	111
Fotografia 2	Aerogeradores <i>Repower</i> MM82	112
Fotografia 3	Desenvolvimento agrícola nos arredores do parque eólico	114
Fotografia 4	Fauna local em <i>Chapelle-Vallon</i>	123
Fotografia 5	Avifauna local em <i>Chapelle-Vallon</i>	123
Quadro 1	Potencial eólico-elétrico estimado do Brasil, calculado por integração de áreas nos mapas temáticos, a partir das premissas apresentadas	56
Quadro 2	Emissões de CO ₂ de diferentes tecnologias de geração de eletricidade	61
Quadro 3	Lista de impactos ambientais adaptada do <i>Annex A.3.1</i> da ISO 14001:2004	71
Quadro 4	Critérios para a probabilidade de ocorrência de impactos ambiental.	73
Quadro 5	Avaliação da significância dos impactos ambientais	75
Quadro 6	Lista de controle para análise e avaliação de impactos ambientais	76
Quadro 7	Frequência de danos devido às descargas atmosféricas	97
Quadro 8	Efeito regional de danos devido às descargas atmosféricas na Alemanha.	98
Quadro 9	Lista codificada de aspectos ambientais subdivididos por atividades originárias	106
Quadro 10	Resultados de avaliação de aspecto e impactos ambientais no <i>Parc Chapelle Vallon</i>	128
Quadro 11	Resumo de avaliação de aspecto e impactos ambientais	140
Quadro 12	Lista de procedimentos	147

Lista de tabelas

Tabela 1	Parques eólicos no Brasil	16
Tabela 2	Potência instalada nos últimos dez anos (MW)	33
Tabela 3	Potência instalada em 2007	34
Tabela 4	Objetivos da avaliação de impacto ambiental	64
Tabela 5	Lista de empreendimentos sujeitos à apresentação de um estudo de impacto ambiental no Brasil	67
Tabela 6	Valores de climatologia	90
Tabela 7	Taxa de mortalidade média por colisão em alguns parques eólicos na Europa	93

Lista de abreviaturas e siglas

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Ademe	<i>Agence de L'Environnement et de La Maîtrise de L'Energie</i>
AHP	<i>Analytic Hyerarchy Process</i>
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
APP	Área de Proteção Permanente
AS	<i>Australia Standards</i>
Awea	<i>American Wind Energy Association</i>
Bwea	<i>British Wind Energy Association</i>
CAGR	<i>Compound Annual Growth Rate</i>
Cepel	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EB	<i>EuroBarometer</i>
EDF	<i>Électricité de France</i>
EER	<i>Emerging Energy Research</i>
Eere	<i>Energy Efficiency and Renewable Energy</i>
EIA	Estudo de Impactos Ambientais
Emas	<i>Eco Management and Audit Scheme</i>
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
Ewea	<i>European Wind Energy Association</i>
Fepam	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
G8	Grupo dos 7 (EUA/Japão/Alemanha/Reino Unido/França/Itália/Canadá) + Rússia
GSFC	<i>Goddard Space Flight Center</i>
Gwec	<i>Global Wind Energy Council</i>
laia	<i>International Association for Impact Assessment</i>
IEA	<i>International Energy Agency</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LO	Licença de operação
LP	Licença prévia

LPZ	<i>Lightning Protection Zone</i>
Nasa	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NGDC	<i>National Geophysical Data Center</i>
Nimby	<i>Not In My Back Yard</i>
Noaa	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NZS	<i>New Zealand Standards</i>
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PNE	Plano Nacional de Energia
Pope	<i>Programme Fixant les Orientations de la Politique Énergétique</i>
Proinfa	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de energia
Rima	Relatório de Impacto Ambiental
RPM	Rotações por Minuto
SIN	Sistema Interligado Nacional
TR	<i>Technical Report</i>
USP	Universidade de São Paulo
Wwea	<i>World Wind Energy Association</i>
Zico	<i>Zone Importante pour La Conservation des Oiseaux</i>
ZNIEFF	<i>Zone Naturelle d'Intérêt Écologique pour La Flore et La Faune</i>

Lista de Símbolos

L_W	Nível de potência sonora
dB	Decibéis
P	Potência sonora da fonte
P_0	Potência sonora de referência
L_P	Nível de pressão sonora
P	Potência sonora efetiva
p_0	Raiz média quadrática da potência sonora efetiva
Pa	Pascal
Hz	Hertz
R_0	Distância de referência
H	Distância do solo ao centro do rotor do aerogerador
D	Diâmetro do rotor do aerogerador
dBA	Unidade de medição de emissão sonora de ponderação A
OAI_{WF}	<i>Objective Aesthetic Impact of Wind Farms</i>
I_v	Indicador para o impacto estético objetivo devido à visibilidade
I_{cl}	Indicador para o impacto estético objetivo devido à cor
I_f	Indicador para o impacto estético objetivo devido às mudanças nas dimensões fractais
I_{ct}	Indicador para o impacto estético objetivo devido à continuidade
β^*	Coeficiente de climatologia

Sumário

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO	19
3	MÉTODO.....	20
3.1	Material bibliográfico e normas.....	20
3.2	Produto esperado.....	24
4	ENERGIA EÓLICA.....	25
4.1	Como funciona?	25
4.2	Vantagens da energia eólica	28
4.3	Desvantagens da energia eólica	29
5	A ENERGIA EÓLICA NO CENÁRIO MUNDIAL.....	31
5.1	Potencial eólico mundial.....	34
5.2	Tendências tecnológicas e de mercado	39
5.2.1	Previsões de mercado de aerogeradores por tamanho de projeto.....	41
5.2.2	Previsões de mercado de aerogeradores por tamanho de turbina.....	45
5.2.3	Preços globais de aerogerador.....	47
6	A ENERGIA EÓLICA E A MATRIZ ENERGÉTICA NO BRASIL.....	50
6.1	Os ventos no Brasil: Potencial eólico	52
6.1.1	O potencial eólico-elétrico estimado.....	55
7	ENERGIA EÓLICA E O MEIO AMBIENTE.....	58
7.1	Os benefícios ambientais	59
7.2	Emissões de gases	60
8	O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS	63
8.1	O escopo do estudo de aspectos e impactos ambientais.....	69
8.2	Identificação dos aspectos ambientais e conseqüentes impactos.....	69
8.3	Classificação dos impactos ambientais	73
8.4	Análise e avaliação dos impactos ambientais	74
8.5	Aspectos e impactos ambientais na operação de um parque eólico.....	77
8.5.1	Ruído.....	78
8.5.1.1	Avaliação dos níveis de ruído.....	80
8.5.2	Impacto visual e aceitação pública	84
8.5.2.1	Avaliação objetiva do impacto estético na paisagem	86

8.5.3	Fauna e flora	91
8.5.4	Avifauna	92
8.5.5	Descargas atmosféricas	95
8.5.5.1	Descargas atmosféricas: Riscos e probabilidades	96
8.5.5.2	Sistemas de proteção	98
8.5.6	Uso da terra.....	99
9	ESTUDO DE CASO: <i>Parc de Chapelle-Vallon</i> - França	101
9.1	Trabalho de Campo	104
9.2	Elaboração de levantamento de dados	105
9.3	Descrição dos equipamentos	109
9.4	Algumas culturas em <i>Chapelle-Vallon / Champagne-Ardenne</i>	112
9.5	A energia, a fauna e flora	113
9.6	Os aerogeradores e a avifauna	122
9.7	Resultados.....	124
10	CONSIDERAÇÕES SOBRE A SITUAÇÃO NO BRASIL	143
10.1	Correlação com um parque eólico Brasileiro	143
10.2	Mitigação dos impactos ambientais	145
11	CONCLUSÃO	149
	REFERÊNCIAS.....	151

1 INTRODUÇÃO

Com o crescente desenvolvimento tecnológico e a conseqüente disseminação, sobretudo na América do Norte e Europa, o sistema de geração de energia eólica vem assumindo papel importante como um sistema que participa verdadeiramente com menos contribuição negativa aos problemas ambientais atuais em comparação com outros sistemas de geração de energia.

O presente trabalho abrange como tema os aspectos e impactos ambientais relacionados à operação de parques eólicos, e foi desenvolvido tendo como suporte a familiaridade profissional do autor com o setor de energia, e particularmente com energia eólica.

Entende-se, aqui, como parque eólico, o empreendimento composto de um grupo de aerogeradores, instalados numa mesma localidade, utilizados para produção de energia elétrica pelo movimento do ar. Um parque eólico pode ser instalado em terra (*onshore*) ou em alto mar (*offshore*).

Neste trabalho será adotado o termo energia eólica como a energia cinética contida nas massas de ar em movimento, transformada em energia mecânica através dos aerogeradores, que transmitem o movimento rotacional de suas pás a um gerador elétrico que transforma esta energia mecânica em elétrica. (*U.S. DEPARTMENT OF ENERGY – ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY, 2009*).

Diante da necessidade de melhoria dos recursos para atender a demanda por desenvolvimento econômico no país, principalmente na área de energia, o tema energia eólica apresenta-se como uma excelente alternativa para complemento da matriz energética e reforço do perfil já ambientalmente amigável da matriz energética brasileira.

A energia eólica tem apresentado um crescimento vertiginoso no mercado europeu e norte americano contribuindo muito na redução de emissão de gases que aumentam o efeito estufa.

Já está comprovado que no Brasil, há um potencial enorme para desenvolvimento deste tipo de energia e alguns parques eólicos já entraram em

operação na região sul, norte e nordeste, onde este sistema de energia apresenta-se de forma importante na complementaridade sazonal em relação à hidroeletricidade.

Ainda não representando um número significativo em comparação ao total de energia hidrelétrica produzida, no cenário brasileiro são poucos os estudos realizados acerca da magnitude dos impactos ambientais causados por esta fonte de energia renovável.

Os melhores recursos eólicos no Brasil estão localizados nas regiões nordeste, sudeste e sul. Embora o Brasil possua um potencial eólico abundante a utilização da energia eólica ainda encontra-se num estágio inicial de desenvolvimento e ainda subutilizada. A Tabela 1 apresenta os parques eólicos instalados no Brasil até o ano de 2008, totalizando 339,1 MW, o que representa menos de 0,5% de toda oferta de energia elétrica no país.

Tabela 1 – Parques eólicos no Brasil

Parque eólico (localização)	MW
Eólica Prainha (Aquiraz – CE)	10
Eólica Taíba (São Gonçalo do Amarante – CE)	5
Eólica do Morro de Camelinho (Gouveia – MG)	1
Eólio-Elétrica de Palmas (Palmas – PR)	2,5
Eólica de Fernando de Noronha (F. de Noronha – PE)	0,225
Mucuripe (Fortaleza – CE)	2,4
RN 15 – Rio do Fogo (Rio do Fogo – RN)	49,3
Eólica de Bom Jardim (Bom Jardim da Serra – SC)	0,6
Eólica de Olinda (Olinda – PE)	0,225
Parque Eólico do Horizonte (Água Doce – SC)	4,8
Eólica Água Doce (Água Doce – SC)	9
Parque Eólico Osório (Osório – RS)	50
Parque Eólico Sangradouro (Osório – RS)	50
Parque Eólico dos Índios (Osório – RS)	50
Eólica Millennium (Mataraca – PB)	10,2
Parque Eólico Beberibe (Beberibe – CE)	25,6
Eólica Canoa Quebrada (Arati – CE)	10,5
Eólica Paracuru (Paracuru – CE)	23,4
Pedra do Sal (Parnaíba – PI)	17,85
Taíba Albatroz (São Gonçalo do Amarante – CE)	16,5

Fonte: *Global Wind Energy Council* (2008)

A presente pesquisa foi elaborada diante do interesse em realizar uma revisão da situação atual e da perspectiva do uso da energia eólica, bem como de seus principais impactos ambientais.

Diante das dificuldades de conciliação de agenda para acesso aos parques eólicos em operação no Brasil, para desenvolvimento desta pesquisa optou-se pela utilização de dados relativos à operação de um parque eólico localizado em *Champagne-Ardenne* na França, onde foi obtida autorização para utilização das informações para fins acadêmicos de maneira mais acessível.

Inicialmente os sistemas de geração de energia eólica apresentaram diversos problemas causadores de impactos ambientais, como emissões sonoras, colapsos devido a descargas atmosféricas e impacto visual, que com o passar dos anos têm sido solucionados por meio de avanços tecnológicos diminuindo consideravelmente.

É importante destacar a necessidade de divulgação dos tipos e da reduzida extensão dos danos causados por este tipo de operação utilizando aerogeradores modernos.

O Brasil apresenta-se como um país com enorme potencial eólico, indicando boas perspectivas de utilização dessa fonte de energia não somente com reduzidos impactos ambientais, mas também integrada ao meio ambiente.

Uma das possíveis razões deste tipo de energia ter sido pouco explorada até então, deve-se ao fato da inexistência de uma política de longo prazo por parte do governo que aumente o interesse do mercado de energia em fazer novos investimentos.

Como se trata de uma fonte de energia ainda pouco explorada no Brasil existe a necessidade de contribuir para o aprimoramento do gerenciamento ambiental por meio de avaliações adequadas.

Entre os impactos diretos mais estudados nas regiões onde mais se utilizam desta fonte de energia estão o impacto visual na paisagem, a interferência nas rotas de aves migratórias, a emissão de ondas sonoras.

De maneira geral verificou-se que o desenvolvimento tecnológico contribuiu muito na redução dos impactos causados por este sistema de geração de energia.

Este processo de desenvolvimento pode ter sido acelerado pela necessidade de atendimento da demanda por energia com independência de fornecimento de combustíveis e também atendendo às preocupações ambientais.

Ainda cabe destacar a importância da produção de subsídios que contribuam para o estabelecimento de uma lista de procedimentos gerenciais com a possibilidade de desenvolvimento de um manual de gestão ambiental para os parques eólicos brasileiros.

2 OBJETIVO

O objetivo geral da pesquisa é a identificação dos aspectos e respectivos impactos ambientais relacionados à operação de um parque eólico, considerando os conceitos de aspectos e de impactos ambientais de empreendimentos em geral, bem como normas de sistemas de gestão ambiental apropriadas ao estudo proposto.

Os objetivos específicos almejados com esta pesquisa são os seguintes:

- a) elaborar uma planilha de coleta de dados na forma de um estudo de caso em um parque eólico em operação na região de *Champagne-Ardenne* na França denominado *Parc de Chapelle Vallon*, e estudar seus impactos ambientais quanto à significância dos danos causados ao meio ambiente;
- b) relacionar a aplicabilidade destes estudos a uma configuração típica no cenário brasileiro e propor uma lista de procedimentos com objetivo de minimizar ou extinguir a possibilidade desses danos, gerando subsídios para criação de um manual de gestão ambiental aplicado à aproveitamentos eólicos.

3 MÉTODO

O método utilizado na pesquisa é o indutivo, que parte da obtenção de dados particulares para o geral. Justifica-se a adoção do referido método em função da pequena disponibilidade de recursos e da limitação de tempo para execução de um levantamento de dados mais abrangente, em um número maior de empreendimentos.

O estudo se materializa por meio de consulta a bibliografias específicas e de realização de trabalhos de campo em um pré-selecionado parque eólico atualmente em operação.

3.1 Material bibliográfico e normas

O material bibliográfico pode ser dividido em quatro grandes fontes, sendo a primeira de origem normativa, basicamente disponível e elaborada pelos países que mais desenvolveram as atividades relacionadas à energia eólica. Entre os principais países destacam-se Alemanha, Dinamarca e Estados Unidos. A segunda é composta de fontes bibliográficas que foram utilizadas na etapa de identificação de aspectos e impactos ambientais e as normas da família ISO 14000. A terceira grande fonte tem origem em artigos publicados pelas organizações de energia eólica internacionais como *American Wind Energy Association (Awea)*, *European Wind Energy Association (Ewea)* e *Global Wind Energy Council (Gwec)* entre outras. E a quarta e última é composta de artigos de pesquisadores independentes sobre os aspectos e impactos mais significativos.

Como o tema aqui abordado é relativo a uma tecnologia relativamente recente, mesmo que ainda utilizando parcialmente componentes de tecnologias desenvolvidas há um tempo considerável, é natural que grande parte da bibliografia tenha sido explorada, em sua origem principal, por autores com origem nos países que estão utilizando esta modalidade de geração de energia com maior frequência.

A maior parte dos autores e pesquisadores tem origem nos países Europeus e da América do Norte. Algumas poucas pesquisas têm sido elaboradas no Brasil,

mas a partir do início desta década, com a preocupação mais frequente com o aquecimento global e suas influências na mudança do clima, a utilização da energia eólica tem sido cada vez mais explorada e colocada em cena como uma alternativa.

Especificamente do Brasil foram utilizadas informações relativas ao panorama de energia elétrica no país, provenientes da Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel, no plano nacional de energia 2030 (2007) disponível no Ministério das Minas e Energia, o sumário do *Greenpeace* no Brasil e Canazio (CANAL ENERGIA, 2009), como forma de apresentar a situação atualizada das ações do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia - Proinfa, onde se verificou um atraso nos planos de implementação de sistemas de energia renovável, mais especificamente energia eólica.

Com relação às potencialidades, vantagens, desvantagens e particularidades da utilização de energia eólica no Brasil, foram utilizadas informações dos autores Aldabó (2002), Schultz et al. (2005) e Terciote (2002), onde o autor encontrou sustentação para concluir que as características necessárias para uma utilização mais efetiva do sistema de geração de energia eólica no Brasil são até melhores do que em alguns países que já a utilizam com maior frequência, como por exemplo, a possibilidade de complementaridade entre o já existente sistema hidrelétrico e a utilização de parques eólicos no nordeste Brasileiro.

Sobre o potencial eólico Brasileiro foi consultado o atlas do potencial eólico Brasileiro (2008) que confirma uma grande possibilidade de exploração da energia eólica no país e conseqüentemente desenvolvimento econômico.

Dados sobre o potencial eólico mundial foram obtidos de Osman (2008) e da *University of Delaware* (2004), demonstrando um imenso potencial não só em termos de fonte energética como também para redução dos gases de efeito estufa.

Foram analisadas na etapa de identificação e avaliação de aspectos e impactos ambientais, a Resolução Conama nº 1 de 23 de janeiro de 1986 e a Lei nº 9795 de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental. Na avaliação dos impactos ambientais, dentre os modelos descritos por Sánchez (2006), Araújo et al. (2001), Moura (2008) e Henkels (2002), após análise do autor, definiu-se pela adoção de uma lista de verificação (*checklist*) tomando-se como referência exemplos de listagens de aspectos apresentadas por Moura, e

experiência do próprio autor, o que demonstrou ser bastante apropriado quanto à operacionalidade para atender os objetivos do presente trabalho considerando-se as limitações de tempo e recursos para coleta de dados em campo.

A definição da magnitude dos impactos ambientais associados aos aspectos identificados foi estruturada e adaptada com base nos trabalhos realizados pelos autores: Barbieri (2007), Mariano e La Rovere (2006), Quadros (2004), da *International Association for Impact Assessment (Iaia)* (2009), e experiência profissional do próprio autor.

Fontes de origem de organizações e associações dedicadas especificamente a atividades relacionadas ao desenvolvimento de energia eólica como a *Awea* (2008 – 2009), a *British Wind Energy Association (Bwea)* (2005), a *Ewea* (2006), o *Gwec* (2008), o *Emerging Energy Research (EER)* (2008), a *European Commission Community Research* (2006), a *Danish Wind Industry Association* (2005), e o *Germanischer Lloyd* (2003), foram utilizadas para levantamento de aspectos técnicos como o comportamento complementar deste sistema de geração de energia, as tecnologias disponíveis, as características de funcionamento, as estratégias de mercado, informações técnicas do parque eólico objeto do estudo de caso e outras informações inerentes à aceitação pública desta fonte energética.

Outras fontes de pesquisa de extrema importância para elaboração deste trabalho foram encontradas em órgãos governamentais como o *Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety* da Alemanha (2002 e 2007), que como um dos países mais desenvolvidos nesta tecnologia, foi possível caracterizar o alcance dos objetivos de implementação desta fonte de energia como um caso de sucesso. Dos Estados Unidos foram também utilizadas informações do *U. S. Department of Energy – Energy Efficiency and Renewable Energy (Eere)* (2008 – 2009), apresentando vantagens e desvantagens da utilização desta fonte de energia, enfatizando que os aspectos desvantajosos estão atualmente mitigados por ações de melhoria da tecnologia. Também informações sobre o comportamento de aves migratórias em relação às instalações de parques eólicos foram extraídas do *National Renewable Energy Laboratory (NREL)* (2006), assim como do *Birdlife International* (2005), *France Énergie Éolienne* (2009), e Kikuchi (2006), indicando a necessidade de um detalhado estudo prévio para posterior definição sobre este tipo de instalação.

Informações detalhadas sobre o parque eólico objeto deste estudo de caso, bem como sobre a legislação e procedimentos locais foram obtidas do *Ministère de L'Écologie et Du Développement Durable et Agence de L'Environnement et de La Maîtrise de L'Énergie (Ademe)* (2001 - 2006), do *Centre Régional de Documentation Pédagogique* (2009), do *Édile* (2009) e do *Legifrance* (2005) (portais eletrônicos Franceses sobre procedimentos e leis relacionados ao estudo de impacto ambiental de empreendimentos), da administração do parque eólico: *Association Grange D'Éole* (2008), e do portal eletrônico *The Windpower* (2009) de onde foram obtidas informações complementares sobre o parque. Informações aproximadas sobre as condições ambientais durante o levantamento de informações em campo foram obtidas nos portais eletrônicos *Meteofrance* (2008) e *Windfinder* (2008).

Quanto aos impactos visuais causados por este tipo de instalação, de uma maneira geral apresentam-se duas maneira de avaliação, a primeira utilizando-se critérios subjetivos por meio de pesquisas de opinião pública mencionados por Burton e Hubacek (2007), e uma iniciativa de desenvolvimento de critérios objetivos apresentada por Sibille et al. (2007) que demonstrou ser ainda não totalmente representativa em termos de uma definição quanto à escala de valores que facilitasse o entendimento sobre os graus de impacto estético de parques eólicos na paisagem.

De Musial (2005) e *Cape Wind Associates* (2004) foram apresentadas as perspectivas para as tecnologias atual e futura dos empreendimentos de energia eólico do tipo *offshore*, demonstrando uma grande possibilidade de exploração do potencial eólico.

A fundamentação sobre a metodologia de avaliação de problemas de emissões sonoras em aerogeradores foi apresentada utilizando-se a norma da *International Electrotechnical Commission IEC 61400-11* (2002) demonstrando que os aerogeradores modernos são silenciosos. E quanto aos sistemas de proteção contra precipitações atmosféricas, além de informações do *Guideline for the Certification of Wind turbines* (2003) a *IEC TR 61400-1 24* (2002) foram utilizadas para apresentar a configuração atual.

3.2 Produto esperado

Os produtos esperados nesta pesquisa serão apresentados sob a forma de uma proposta conceitual aplicável ao contexto brasileiro, envolvendo:

- a) descrição da situação e perspectiva da energia eólica no mundo e no Brasil;
- b) aprofundamento das relações entre a energia eólica e o meio ambiente com discussão dos seus principais aspectos e impactos ambientais;
- c) elaboração de um diagnóstico de todos os aspectos identificados e respectivos impactos relacionados, em um estudo de caso, na operação do parque eólico *Parc de Chapelle Vallon* na região de *Champagne-Ardenne* na França, com a avaliação da significância dos danos causados ao meio ambiente;
- d) apresentação de considerações gerais sobre um parque eólico brasileiro e sobre uma lista de procedimentos para a mitigação dos impactos associados aos aspectos ambientais, como subsídio para futuros trabalhos de pesquisa.

4 ENERGIA EÓLICA

4.1 Como funciona?

De uma maneira bastante simples, podemos começar uma explicação sobre como funciona a energia eólica considerando-a como sendo uma espécie de energia solar, criada por padrões de circulação na atmosfera do planeta que são dirigidos pelo calor do sol. O movimento do ar é gerado principalmente pelo aquecimento da superfície terrestre nas regiões próximas ao Equador e pelo resfriamento nas regiões próximas aos pólos. Desta maneira, os ventos das regiões frias movimentam-se dos pólos em direção ao Equador substituindo o ar quente tropical que, por sua vez, movimenta-se para as regiões polares. O vento é influenciado pela rotação da Terra, provocando variações sazonais na sua intensidade e direção, e pela topografia das regiões. Para utilizar a energia dos ventos eficientemente na geração de energia, é necessário medir a direção e intensidade dos ventos. Partindo dessas medições é possível elaborar estimativas do comportamento dos ventos utilizando-se o tratamento estatístico dos dados. (ALDABÓ, 2002, p.13).

Segundo Aldabó (2002), no tratamento desses dados, a curva mais importante (geradora de outras curvas) é a curva da frequência das velocidades, que fornece o período de tempo (percentual) em que uma velocidade foi observada. O conhecimento da velocidade média do vento é fundamental para a estimativa da energia produzida, porque os aerogeradores começam a gerar numa determinada velocidade de vento (em inglês, *cut-in*) e param de gerar quando a velocidade ultrapassa determinado valor de segurança (*cut-out*).

Para um leigo, a maneira mais simples de explicar o princípio de funcionamento de um aerogerador, ou turbina eólica como também é denominado, seria tomando-se como exemplo um ventilador doméstico, que basicamente é um gerador de vento que necessita de energia elétrica para provê-lo. Logo um aerogerador, de maneira simplóricamente explicada, tem o princípio inverso de um ventilador, pois utilizando o vento, provê eletricidade.

De maneira mais técnica, um aerogerador funciona em princípio como um grupo gerador hidroelétrico. Numa usina hidroelétrica a energia contida na água é utilizada para girar o rotor de uma turbina, que por sua vez está conectada a um gerador através de um eixo.

A energia eólica funciona de maneira bastante similar, especialmente na maneira em que algumas usinas hidrelétricas fazem uso do fluxo de água de um rio. No caso do vento, é claro, o “rio” é invisível, mas o princípio é bem parecido com as hidrelétricas à fio d’água. Como o fluxo de ar passa através do rotor do aerogerador (um rotor que se parece muito com uma asa de avião), o rotor gira e transmite este movimento a um eixo de um multiplicador de velocidade que aumenta a velocidade de rotação e transmite este movimento a um gerador que utiliza campos magnéticos para converter a energia mecânica em energia elétrica. A Figura 1 mostra os principais componentes do aerogerador.

Como o fluido (ar) que gira o rotor é muito menos denso do que a água, o diâmetro do rotor de um aerogerador deve ser muito maior do que um rotor de uma turbina hidroelétrica para a mesma potência. (ALDABÓ, 2002, p.18).

A geração de eletricidade a partir do aerogerador é direcionada a um transformador, que converte a tensão elétrica em baixa tensão para a tensão adequada ao sistema de transporte de energia, em média ou alta tensão (dependendo dos padrões adotados em cada região). A rede de transmissão e distribuição transmite a eletricidade para os usuários finais.

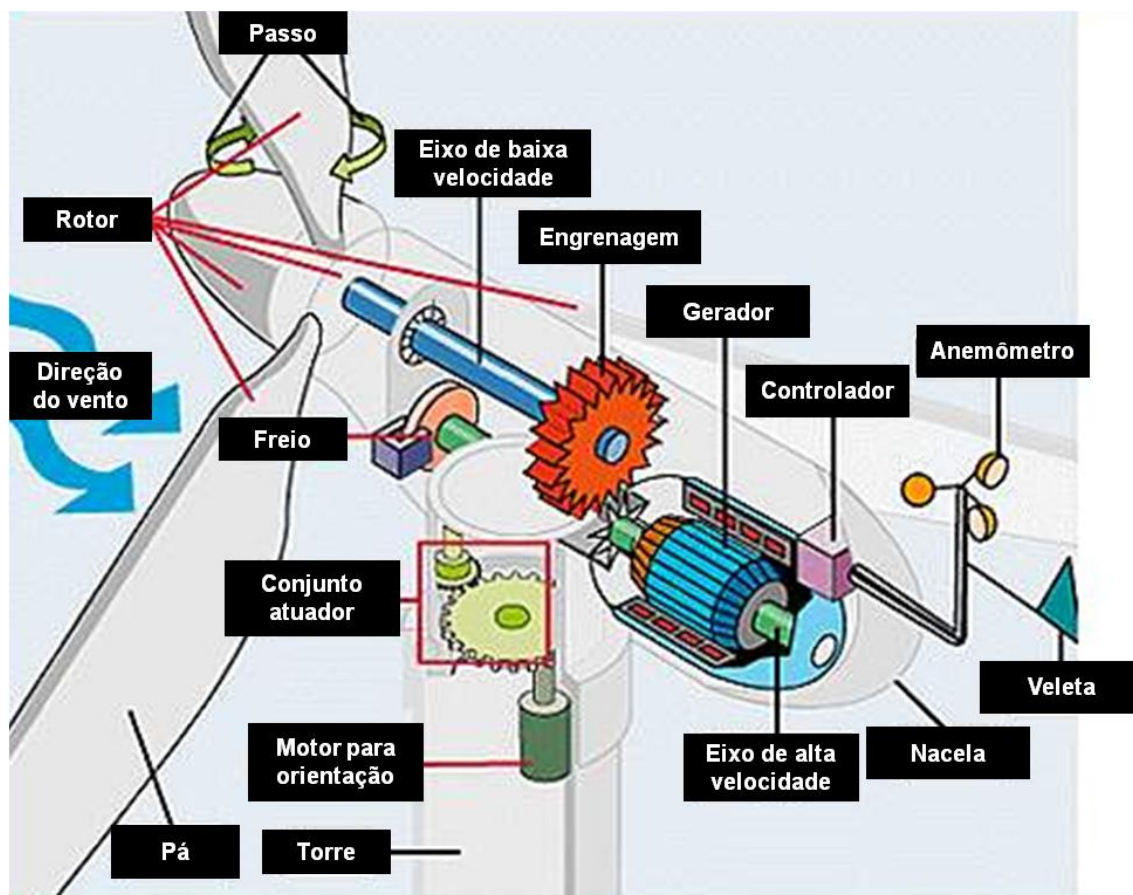


Figura 1 – Interior de um aerogerador típico

Fonte: U.S. Department of Energy – *Energy Efficiency and Renewable Energy* (2009, traduzido pelo autor)

Aerogeradores também podem ser adotados para utilização doméstica, em pequenas comunidades e pequenos projetos e neste caso podem ser tanto sistemas isolados como conectados à rede tradicional. Sistemas isolados são usados para gerar eletricidade para carregar baterias e acumular energia para pequenas aplicações, frequentemente em locais remotos onde seja caro ou, no momento, inviável obter energia do sistema interligado. Exemplos destes cenários são fazendas, vilas na Amazônia e comunidades em ilhas onde as utilizações típicas são: iluminação, refrigeração, aquecimento de água (países frios) ou qualquer tipo de sistema eletrônico pequeno necessário para controle ou monitoramento remoto.

Quando conectado às redes tradicionais os aerogeradores fazem parte do sistema interligado de suprimento de eletricidade. Este tipo de sistema pode ser tanto para um único aerogerador como vários, no caso de uma fazenda eólica, exportando eletricidade para a rede principal de eletricidade.

A geração de eletricidade a partir da energia eólica é frequentemente descrita como uma energia intermitente, pois o vento pode não estar disponível na velocidade necessária continuamente. Isto é um engano.

Segundo a *BWEA* teoricamente um único aerogerador proverá eletricidade por 70 a 85% do tempo e a eletricidade gerada varia entre zero e 100% de acordo com a velocidade do vento. Entretanto a quantidade de energia disponível em uma matriz energética destinada a prover eletricidade de forma combinada entre as fontes tradicionais mais a energia eólica mostra uma variabilidade menor, a exemplo do que acontece no Reino Unido, devido às diferenças em velocidades do vento em todas as regiões. Enquanto a quantidade de eletricidade provida pelo parque eólico varia, é muito raro (quase nunca) atingir zero ou mesmo 100%.

4.2 Vantagens da energia eólica

A geração de energia elétrica por meio de aerogeradores constitui uma alternativa para diversos níveis de demanda. As pequenas centrais podem suprir pequenas localidades distantes da rede, contribuindo para o processo de universalização do atendimento. Quanto às centrais de grande porte, estas têm o potencial para atender uma significativa parcela do chamado Sistema Interligado Nacional (SIN) com importantes ganhos: contribuindo para a redução da emissão, pelas usinas térmicas, de poluentes atmosféricos; diminuindo a necessidade da construção de grandes reservatórios; e reduzindo o risco gerado pela sazonalidade hidrológica, à luz da complementaridade, visto que o maior potencial eólico, na região Nordeste, ocorre durante o período de menor disponibilidade hídrica.

Aldabó (2002) destaca como vantagens: o fato de a energia eólica ser uma tecnologia totalmente desenvolvida e testada, constituindo uma fonte de energia barata que pode competir em rentabilidade com outras fontes energéticas tradicionais como as centrais térmicas de carvão, considerado tradicionalmente como combustível mais barato, e as centrais nucleares, se levado em conta os custos de reparar os danos ambientais. Também por gerar energia elétrica sem qualquer processo de combustão ou etapa de transformação térmica constitui-se um procedimento favorável ao meio ambiente; e a utilização da energia eólica para

geração de eletricidade apresenta incidência nula sobre as características físico-químicas do solo, pois não produz contaminantes para o meio nem necessita de grandes movimentos de terras.

Como vantagens o *U.S. Department of Energy / Energy Efficiency and Renewable Energy - Eere* (2008) considera que sendo a energia eólica abastecida pelo vento, a mesma é considerada uma fonte de energia limpa, pois não polui o ar como usinas que dependem de combustíveis fósseis, tais como carvão ou gás natural e também não produz emissões atmosféricas que causam a chuva ácida ou gases de efeito estufa. Nos Estados Unidos, a energia eólica é uma das tecnologias de energia renovável de mais baixo custo disponíveis atualmente, custando entre 4 a 6 centavos de dólar por kilowatt-hora, dependendo da fonte eólica e do financiamento do projeto. Os aerogeradores podem ser instalados em fazendas ou ranchos, e desta maneira beneficiando a economia de áreas rurais, onde a maioria dos locais possui os melhores potenciais eólicos. Os aerogeradores ocupam apenas uma pequena parte das propriedades.

4.3 Desvantagens da energia eólica

Com relação às desvantagens o *U.S. Department of Energy / Energy Efficiency and Renewable Energy* (2008) considera que dependendo de quanto um parque eólico pode proporcionar em termos de energia, isto pode ou não ter um custo competitivo. Embora os custos da energia eólica tenham diminuído dramaticamente nos últimos dez anos, esta tecnologia requer um maior investimento inicial do que um gerador a combustível fóssil. O maior desafio na utilização do vento como fonte de energia é o fato de que em algumas regiões nem sempre venta suficientemente quando a energia é necessária. A energia eólica não pode ser armazenada, a menos que se utilize um conjunto de baterias de custo elevado. Nem todos os ventos podem ser aproveitados para atender o calendário de demanda de eletricidade. As melhores áreas para parques eólicos frequentemente estão localizados em áreas remotas, distantes de cidades onde a eletricidade é necessária. O desenvolvimento de um parque eólico pode competir com outras

utilizações para a área destinada a uma central eólica. Alternativas para uso da área podem ter mais valor agregado do que geração de eletricidade.

Embora centrais de energia eólica tenham relativamente pouco impacto no meio ambiente em comparação com outros meios convencionais de geração de energia, existem preocupações sobre o ruído produzido pelos rotores, impactos visuais e às vezes mortandade de pássaros devido a colisões com as pás dos rotores das turbinas. A maioria destes problemas têm sido resolvidos ou enormemente reduzidos através do desenvolvimento tecnológico ou através da identificação adequada dos locais mais apropriados para implantação destas centrais de energia.

5 A ENERGIA EÓLICA NO CENÁRIO MUNDIAL

O *Greenpeace* e o *Global Wind Energy Council* (2005) lançaram o relatório *Wind Force 12* em 2005, que descreveu como o poder do vento pode fornecer 12% da eletricidade mundial até 2020. A divulgação foi realizada uma semana antes da reunião do G8 (7 e 8 de julho/2005). As mudanças climáticas foram estabelecidas como prioridade do encontro.

Segundo conclui o *Greenpeace* (2005), o relatório *Wind Force 12* demonstra que não há barreiras técnicas ou econômicas para o suprimento de 12% das necessidades globais de energia a partir de uma matriz eólica até o ano 2020. O relatório de 2005 foca em 13 países que poderão assumir um papel de liderança na tentativa de por em prática a estratégia de mercado estabelecida nesse projeto. Esses mercados se encontram em um estágio inicial - porém em ascensão - nesse processo e fornecem algumas ideias sobre onde essa estratégia poderá ser implementada. São eles Austrália, Brasil, Canadá, China, França, Índia, Itália, Japão, Filipinas, Polônia, Turquia, Inglaterra e Estados Unidos. A geração de energia em plataformas marítimas foi incluída, pois representa um recurso internacional significativo.

Na América do Sul, o Brasil emergiu como o mercado mais promissor para o desenvolvimento da energia eólica. Como maior país do continente, atualmente obtém 80% de sua energia elétrica de grandes usinas hidrelétricas. O Proinfa garantiria a instalação de 3300 MW de capacidade renovável até o final de 2006, uma meta ambiciosa para a realidade brasileira, que não foi cumprida no prazo como veremos mais a frente.

No mercado global a Europa continua a ser o maior mercado para tecnologia em energia eólica para os próximos anos. Outras regiões do mundo, em particular a América do Norte e Ásia, estão se tornando altamente interessados em energia eólica como uma cobertura contra a volatilidade e alta dos preços dos combustíveis, para reduzir a dependência da importação e atender a demanda por eletricidade. A Figura 2 apresenta a posição em 2008 da capacidade mundial instalada e a Figura 3 mostra a projeção da capacidade para 2008 - 2013.

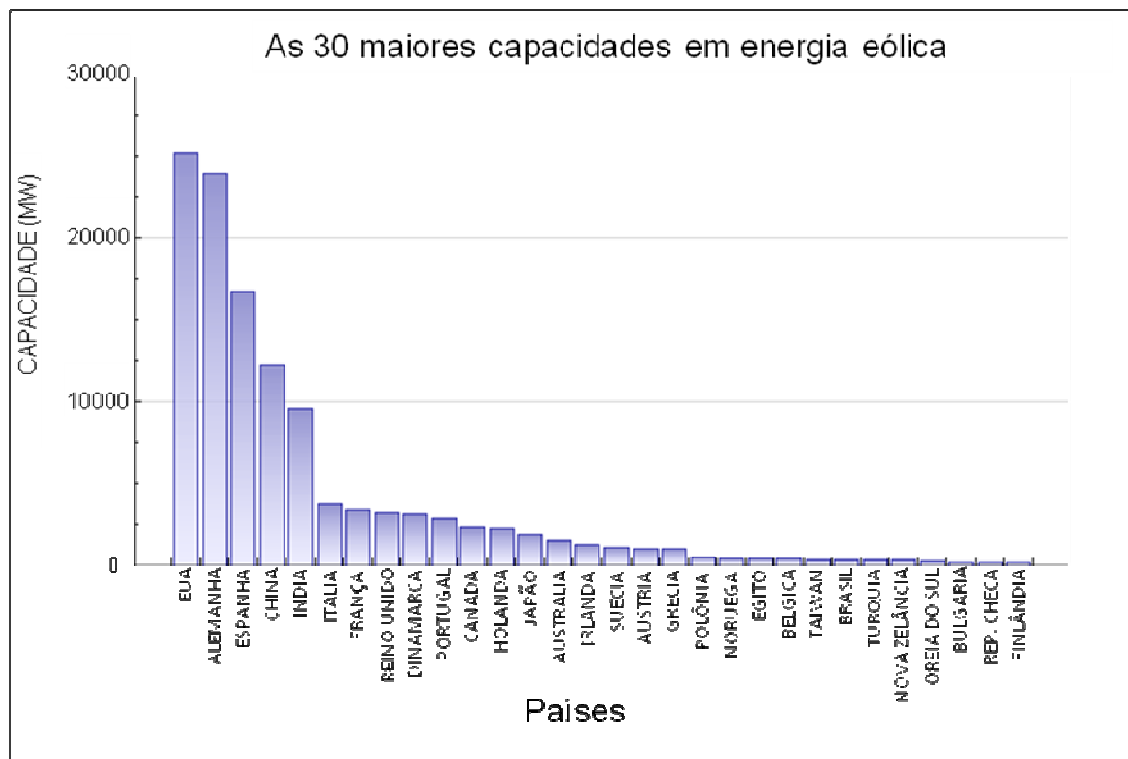


Figura 2 – Capacidade mundial instalada – Posição em 2008
 Fonte: *The Windpower* (2009, traduzido pelo autor)

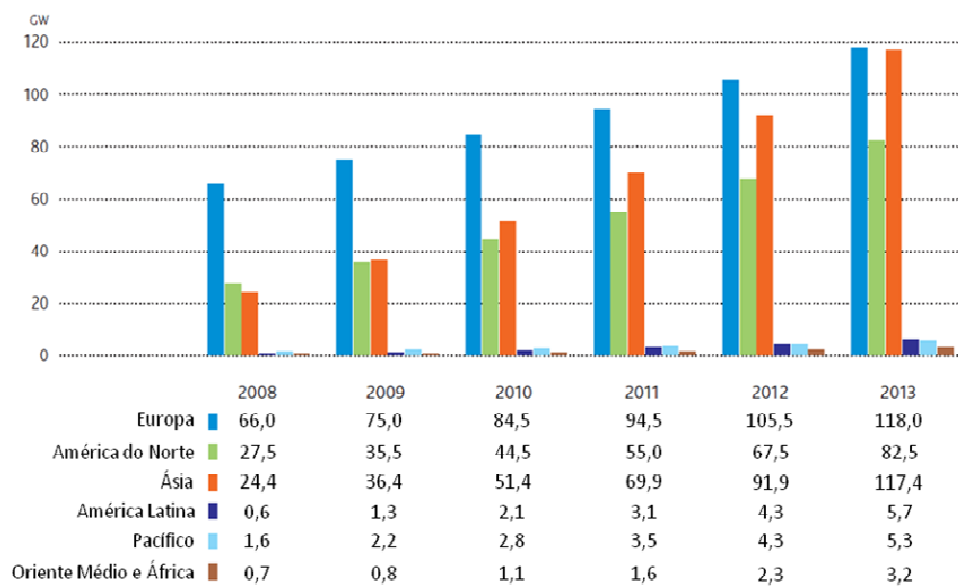


Figura 3 - Projeção da capacidade eólica instalada 2008 – 2013
 Fonte: *Global Wind Energy Council* (2008, traduzido pelo autor)

A capacidade instalada mundial da energia eólica aumentou 1155% entre 1997 e 2007, passando de 7,5 mil para 93,8 mil MW, como registra a *World Wind Energy Association (Wwea)* na Tabela 2. Além disso, o ano de 2007 foi, também, o mais ativo da história da produção de energia elétrica a partir do movimento dos ventos, que teve início no final do século XIX. A expectativa, que se confirmou, era que a tendência se mantivesse em 2008. (ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL 3ª. Edição, 2008, p.79).

Tabela 2 – Potência instalada nos últimos dez anos (MW)

	Potência (MW)	Crescimento (%)
1997	7,475	-
1998	9,663	29,3
1999	13,696	41,7
2000	18,039	31,7
2001	24,320	34,8
2002	31,164	28,1
2003	39,290	26,1
2004	47,693	21,4
2005	59,033	23,8
2006	74,153	25,6
2007	93,849	26,6
Crescimento total		1155,5

Fonte: *World Wind Energy Association* (2008)

Segundo o estudo da *Wwea*, em 2007 houve a instalação de aproximadamente 20 mil MW de geração eólica em todo o mundo. Nesse ano, os maiores produtores foram Estados Unidos, Alemanha e Espanha que, juntos, concentravam, em 2007, quase 60% da capacidade instalada total. O maior parque estava na Alemanha que, com capacidade total de 22 mil MW, correspondia a 23,7% do total mundial. O segundo lugar ficou com Estados Unidos (18% de participação), graças ao salto de 45% verificado entre 2006 e 2007 na capacidade instalada local, que atingiu um total de 16,8 mil MW. Na sequência veio a Espanha com 16,1% de participação, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3 – Potência instalada em 2007

	País	Potência (MW)	% em relação ao total
1º	Alemanha	22.247,40	23,7
2º	Estados Unidos	16.818,80	17,9
3º	Espanha	15.145,10	16,1
4º	Índia	7.850,00	8,4
5º	China	5.912,00	6,3
6º	Dinamarca	3.125,00	3,3
7º	Itália	2.726,00	2,9
8º	França	2.455,00	2,6
9º	Reino Unido	2.389,00	2,5
10º	Portugal	2.130,00	2,3
25º	Brasil	247,10	0,3
	Total	93.849,10	100,0

Fonte: *World Wind Energy Association* (2008)

Além disso, vários países, cujas matrizes são muito concentradas em combustíveis fósseis e com poucos aproveitamentos hídricos ainda inexplorados, possuem projetos de vigorosa expansão do parque eólico no médio prazo. Esse movimento fez com que a *Wwea* projete, para 2010, uma potência mundial instalada de 170 mil MW, quase o dobro de 2007. Enquanto o *Gwec* prevê algo em torno de 186 mil MW.

O estudo da *Wwea* também aponta o conjunto de 10 países com maior expansão em 2007 e que, juntos, agregaram mais 19 mil MW de potência instalada ao total mundial. Este *ranking* é liderado pelos Estados Unidos, com 26,4% do total, imediatamente seguidos pela Espanha (17,8%) e China (16,8%). Na sequência aparecem Índia, Alemanha e França. As regiões que mais têm se destacado no setor são, pela ordem, Europa, América do Norte e Ásia. (ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL 3ª. Edição, 2008, p.80).

5.1 Potencial eólico mundial

Como existem perdas na transmissão de energia elétrica, uma avaliação do potencial eólico mundial se fez necessária para os locais onde as pessoas usam a eletricidade. Como uma aproximação de primeira ordem de onde a energia é

atualmente mais utilizada, examinaram-se as regiões do planeta à noite. A Figura 4 revela que a população usuária de eletricidade está concentrada em algumas poucas áreas e na maioria das vezes próximas das regiões costeiras. (*Data courtesy Marc Imhoff of Nasa GSFC and Christopher Elvidge of NOAA NGDC. Image by Craig Mayhew and Robert Simmon, Nasa GSFC, 2004*).

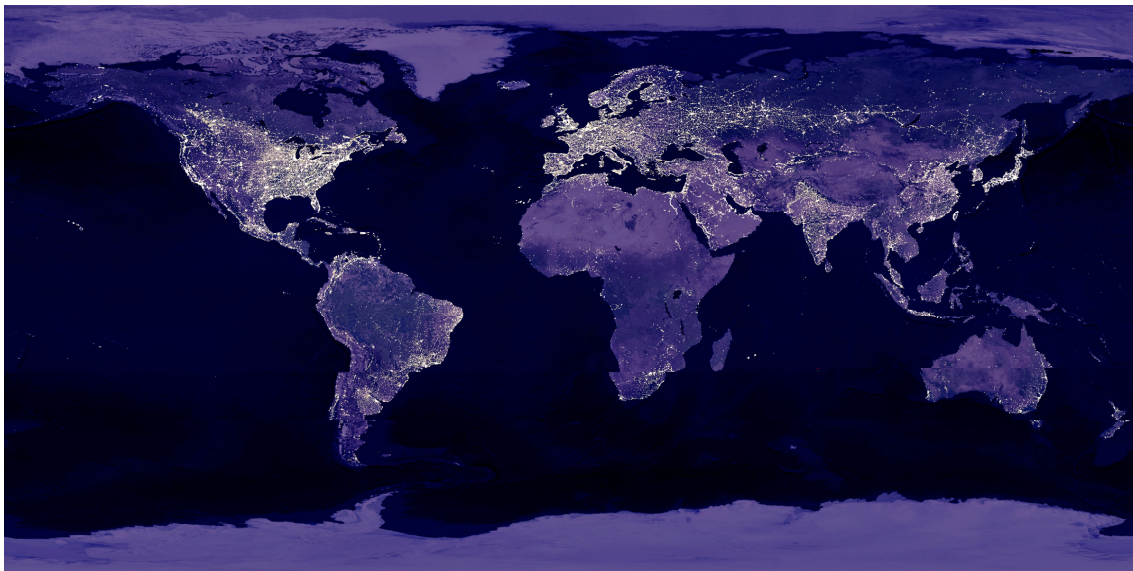


Figura 4 - Visão Noturna do Planeta Terra

Fonte: *Data courtesy Marc Imhoff of Nasa GSFC and Christopher Elvidge of NOAA NGDC. Image by Craig Mayhew and Robert Simmon, Nasa GSFC (2004)*.

O mapa da Figura 5 representa as velocidades médias durante todo o ano, derivado de dados coletados do satélite *Geos-1* durante um período de 10 anos. Os dados de Satélite são os únicos de potencial eólico com abrangência global, entretanto estes são menos exatos devido ao fato de serem dados indiretos. Atualmente para uma velocidade de vento a partir de aproximadamente 7 m/s, se considera como economicamente viável à exploração para geração de eletricidade, mesmo em locações de custos maiores como em parques do tipo *offshore*; que no mapa aparecem na cor laranja, cor de rosa, e tons de vermelho e castanho. Em muitas áreas, especialmente em terra, regiões com velocidades da ordem de 6 m/s também são consideradas economicamente viáveis, e estão identificadas na cor amarela. É possível perceber que os maiores recursos eólicos estão sobre os oceanos e nas planícies centro-continentais de cada um dos maiores continentes.

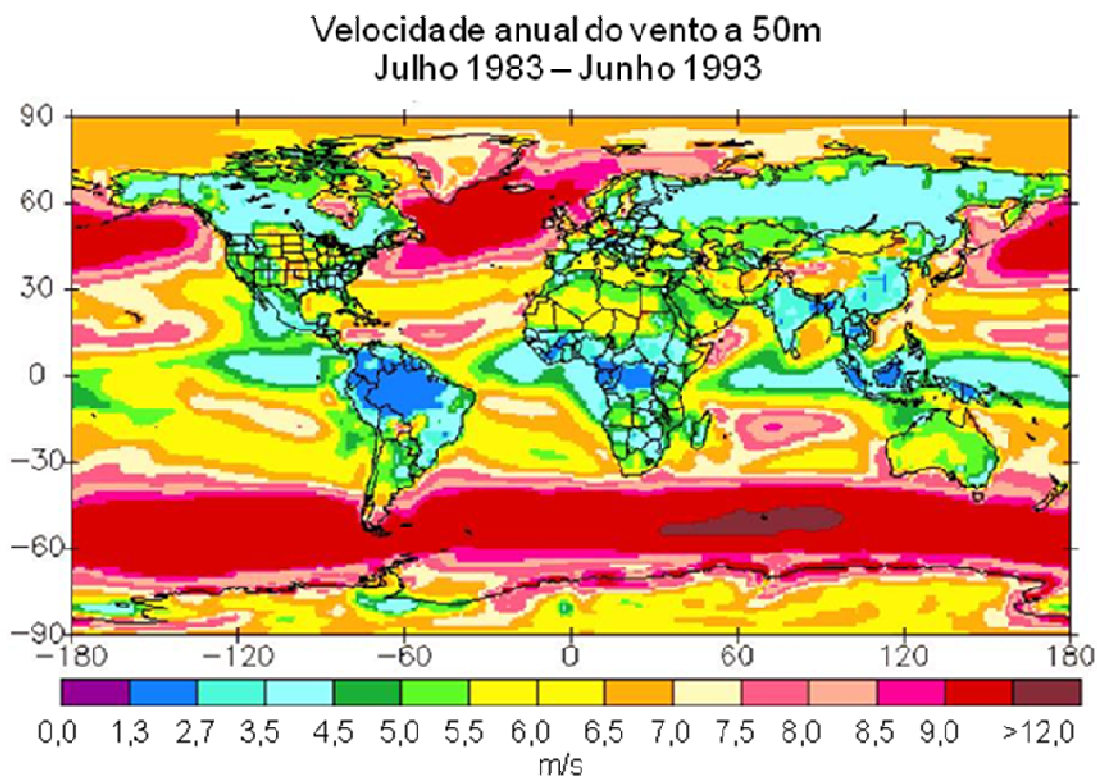


Figura 5 - Velocidade média anual dos ventos a 50m de altura
Fonte: *Nasa surface meteorology and solar energy* (2004, traduzido pelo autor)

As regiões costeiras são de interesse especial devido a terem ventos fortes, e como percebido, na imagem da terra à noite, estes ventos estão próximos das regiões mais populosas e conseqüentemente da necessidade de eletricidade. (*COLLEGE OF MARINE & EARTH STUDIES – UNIVERSITY OF DELAWARE, 2008*).

Finalmente, a seguinte questão pode ser colocada: Quanto de todo recurso eólico disponível nos oceanos é suscetível de ser aproveitado? Atualmente as torres de aerogeradores *offshore* disponíveis são instaladas a profundidades de até 20m (alguns fabricantes admitem até 30m) conforme exemplo típico na Figura 6 já implantado na Dinamarca. Projetos agora em desenvolvimento estenderiam isto para todas as áreas das plataformas continentais (até 150-200m de profundidade) conforme mostra a expectativa de desenvolvimento tecnológico para projetos *offshore* na Figura 7.

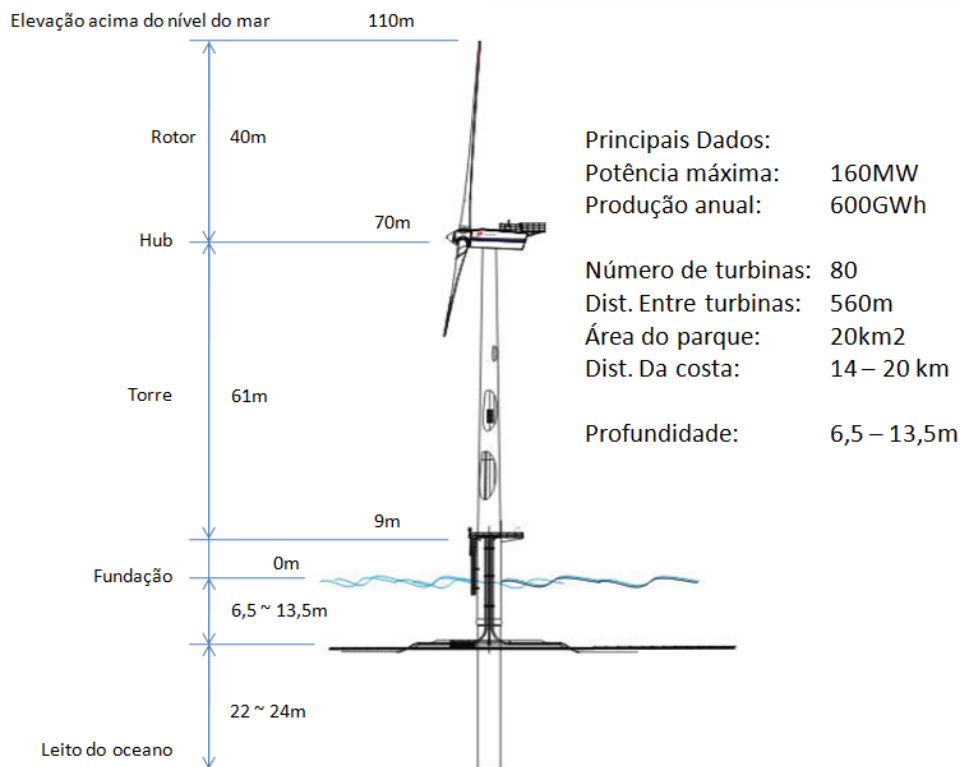


Figura 6 - Aerogerador *offshore* – Exemplo típico
 Fonte: *Cape Wind Associates* (2004, traduzido pelo autor)

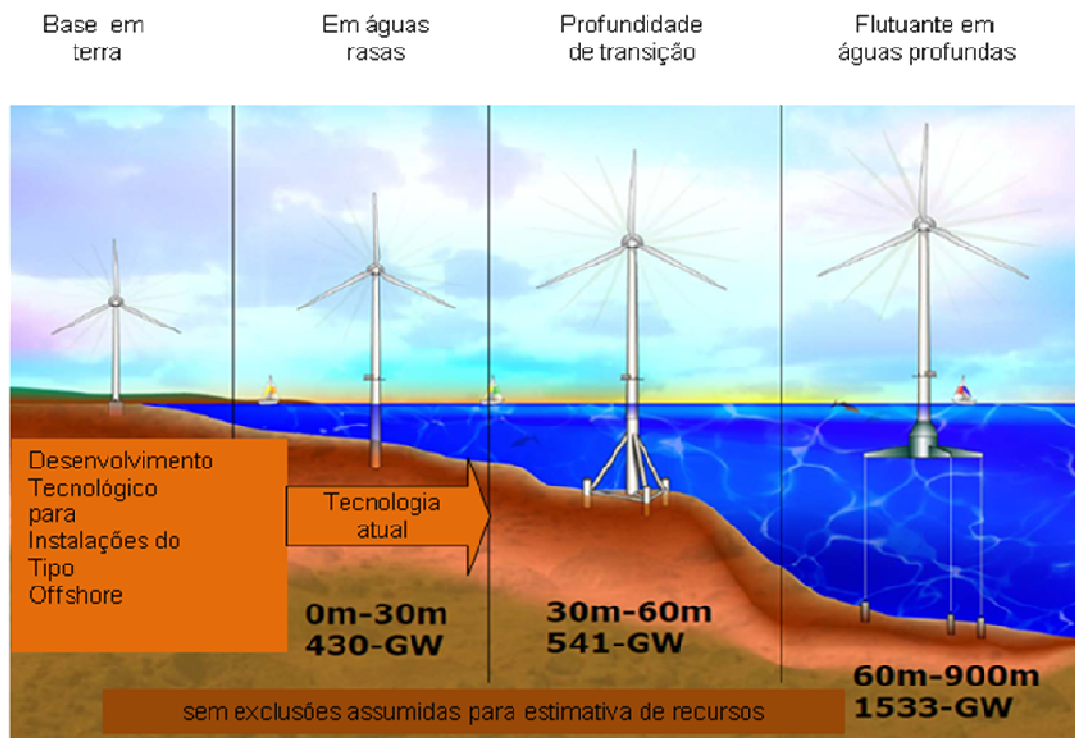


Figura 7 - Desenvolvimento tecnológico para projetos eólicos do tipo *offshore*
 Fonte: *Musial* (2007, traduzido pelo autor)

O mapa da Figura 8 localiza as plataformas continentais no mundo, nas áreas escuras avermelhadas. As plataformas continentais são bastante grandes na região oriental da América do Norte, Europa Ocidental, Leste da Ásia, América do Sul e sudeste.

Globalmente, os recursos eólicos são enormes. Archer e Jacobson (2007, apud OSMAN, 2008) fizeram uma projeção utilizando estações meteorológicas em âmbito mundial, proporcionando dados mais exatos que os do satélite *Geos-1*, mas não considerando os oceanos, e estimando os recursos eólicos globalmente em regiões em terra e próximas a regiões costeiras. Seus cálculos foram de um total de recursos eólicos de 72 TW. Isto representa sete vezes a demanda mundial de eletricidade e cinco vezes a demanda mundial de energia (todos os combustíveis e os transportadores comerciais). Embora os recursos solares diretos sejam maiores, em áreas com velocidades de vento maiores os recursos eólicos já são ou estão próximos de ser economicamente viável atualmente.

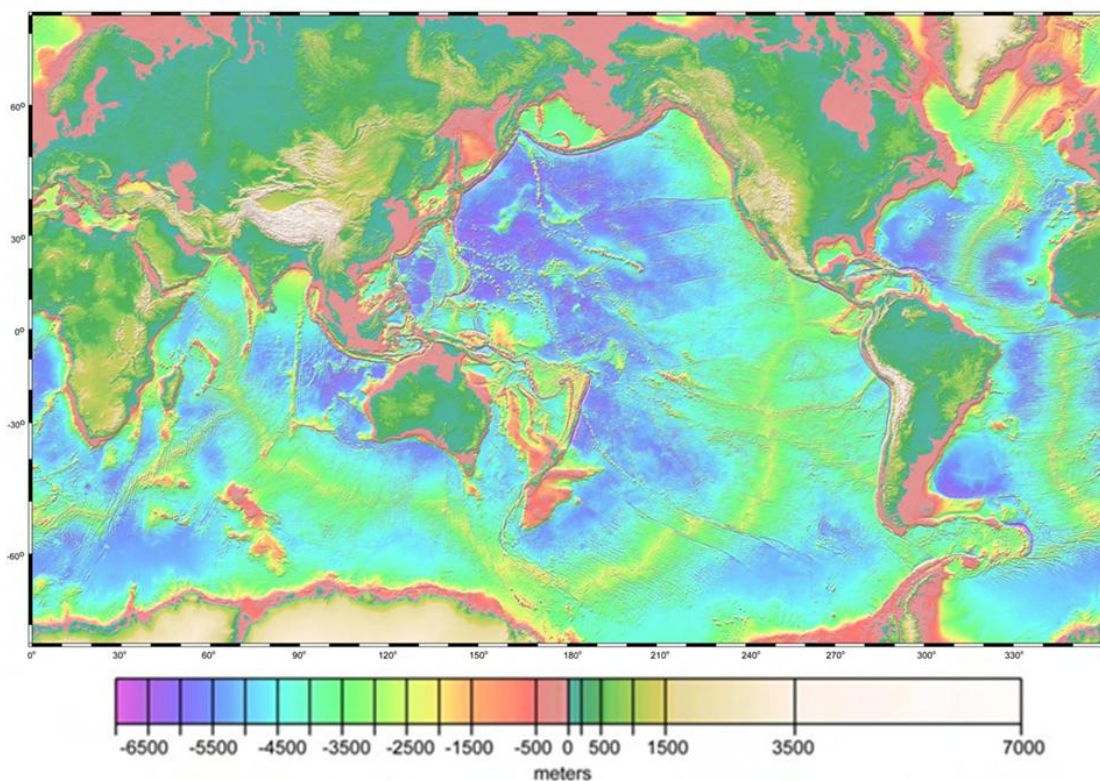


Figura 8 - Medições estimadas das plataformas continentais
Fonte: Smith e Sandwell (1977)

5.2 Tendências tecnológicas e de mercado

Como já comentado, a indústria global de energia eólica expandiu-se rapidamente desde a virada do século, atingindo uma taxa de crescimento médio composto (*Compound Annual Growth Rate – CAGR*) de 27% entre os anos de 2000 e 2007. Historicamente, o crescimento da energia eólica global tem sido concentrado na demanda europeia, com a Europa tendo contabilizado aproximadamente 73% do total global de energia eólica instalada, considerados os dados de até fim de 2004. A diversificação do crescimento eólico fora da Europa desde 2005 tem ocorrido devido a primeiramente as políticas de energia renovável federal e estadual estáveis nos Estados Unidos, ao rápido desenvolvimento da China e da Índia como centros de crescimento de demanda por energia eólica na Ásia conforme mostra a Figura 9. Esta diversificação de demanda por energia eólica fora da Europa para a América do Norte e regiões da Ásia/Pacífico acelerou-se dramaticamente nos últimos três anos, com um crescimento fora da Europa representando 53% do total de novas instalações de energia eólica entre os anos de 2005 e 2007.

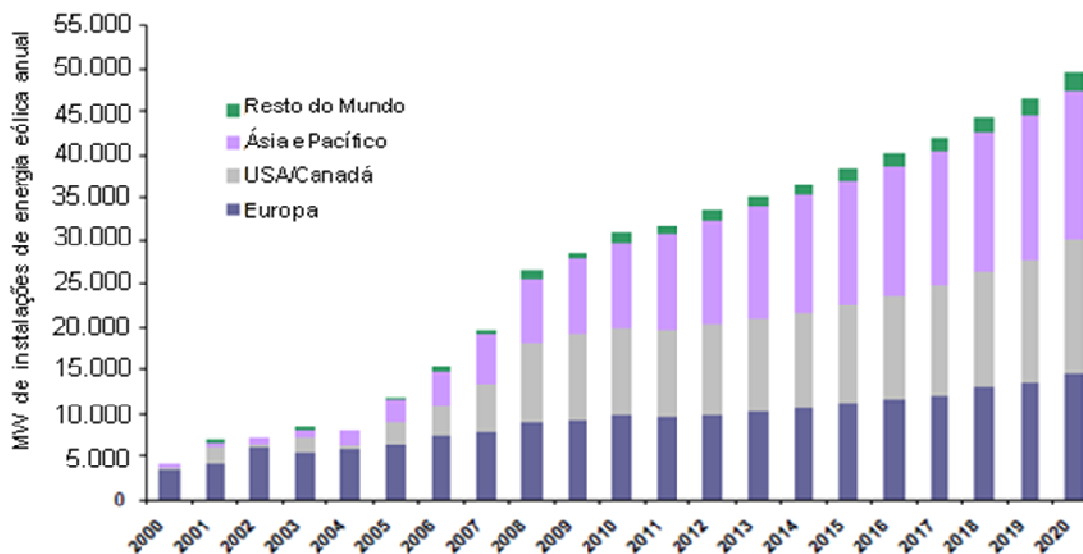


Figura 9 - Adição global de MW de energia eólica por região, 2000 – 2020 (dados da Europa e EUA/Canadá incluem repotenciação)

Fonte: *Emerging Energy Research* (2008, traduzido pelo autor)

Em direção ao futuro, o estudo de novos mercados *Emerging Energy Research (EER)* antecipa que a indústria global de energia eólica tende a continuar com uma taxa de crescimento médio composto de 15% entre 2007 e 2020, levando a base global instalada a um crescimento de mais de 500%, de um total de 94GW em 2007 a mais de 576GW em 2020. Este rápido crescimento em energia eólica será destacado pelas seguintes tendências globais:

a) Lideranças antecipadas Ásia/Pacífico.

Dirigidos pelo crescimento explosivo do mercado eólico na China, A região Ásia/Pacífico está em vias de se tornar a maior região de crescimento eólico talvez até antes de 2010. Operações eólicas adicionais anuais na região da Ásia/Pacífico estão com previsão de aumentar de 5.7GW em 2007 para mais de 17.2GW até 2020. Representando um *CAGR* de mais de 20% durante este período. A região Ásia/Pacífico está preparada para alcançar um volume cumulativo de instalações eólicas de aproximadamente 189GW em 2020, representando quase 33% do total da capacidade globalmente instalada para este ano, alcançando a região dos EUA/Canadá e se aproximando da Europa em termos de base eólica cumulativa instalada.

b) Firme crescimento estável do mercado europeu.

Embora provavelmente perca sua posição como a região com maior crescimento em termos de novas adições em MW para a Ásia até próximo a 2010, a Europa manterá sua posição como a maior região eólica em relação à capacidade eólica cumulativamente instalada durante o período previsto. Em toda parte, da região europeia está previsto alcançar a base eólica instalada cumulativamente de mais de 202GW até 2020, ou aproximadamente 35% da capacidade eólica global. É esperado um crescimento anual na região europeia de 7,8GB em 2007 para 14,7GW até 2020, com uma percentagem cada vez maior de crescimento atribuível às novas instalações eólica do tipo *offshore*.

c) América do Norte continua em frente.

Com base na rápida escalada da demanda desde 2005 impulsionada principalmente pelas políticas federal e estadual de desenvolvimento de fontes de energia renováveis, a região dos EUA/Canadá está preparada para estabilizar entre 9GW a 10GW de novas instalações por ano entre 2008 e 2012, mais expansões de

capacidade em mercados chave no sudoeste dos EUA, oeste, meio-oeste, e nordeste do pacífico permitirão uma taxa mais acelerada de crescimento eólico anual nos anos finais do período previsto. Em termos gerais, a região EUA/Canadá está preparada para em 2020 estar com mais de 169GW de capacidade instalada cumulativa de energia eólica ou aproximadamente 29% da capacidade eólica global.

d) América Latina e Oriente Médio.

Embora seja esperado que a taxa de crescimento nas regiões da América Latina, África e Oriente Médio aumentem significativamente, crescimento anual nas instalações eólicas de 212MW em 2007 para 2GW até 2020, uma base eólica cumulativa instalada na combinação destas regiões se manterá relativamente pequenas como 16,2GW até 2020, ou aproximadamente 3% da base eólica global total até este ano.

e) Em terra (*onshore*) domina, *offshore* terá crescimento em longo prazo.

Instalações globais em terra (*onshore*) continuarão a frente de instalações *offshore* durante o período previsto, com instalações *onshore* contabilizando aproximadamente 92% de um total de 482GW de novas instalações esperadas de serem instaladas globalmente entre 2008 e 2020. Apesar de parques eólicos do tipo *offshore* serem um nicho de mercado relativamente pequeno, o crescimento deste tipo de instalação vai acelerar e se diversificar globalmente durante o período previsto. Com o amadurecimento do mercado europeu, se estabelecerá o palco para utilização de grandes instalações deste tipo, tanto na emblemática região Ásia/Pacífico como nos Estados Unidos, após 2010. (*EMERGING ENERGY RESEARCH, 2008, p.1*).

5.2.1 Previsões de mercado de aerogeradores por tamanho de projeto

De acordo com o *EER* a média das dimensões de projetos eólicos tende a uma escala em paralelo às dimensões das turbinas, sendo que as duas escalas estão intimamente ligadas à maturidade global da indústria. Tendo o mercado adquirido experiência com máquinas menores que têm menores impactos nas matrizes de distribuição de energia, está aberto o caminho para maiores integrações de maiores

operações de parques eólicos, como tem sido observado na Europa e nos Estados Unidos. Ao longo dos últimos anos a distribuição em tamanho do mercado global de projetos eólicos tem percebido uma separação nítida entre os projetos abaixo de 10 MW, de 10MW a 50MW, de 50MW a 100MW, e maiores de 100MW, cada um representando 20% a 30% do total global de MW adicionados anualmente. Projetos de 100MW ou maiores viram um aumento de 8% em 2007, principalmente nos maiores projetos *onshore* nos Estados Unidos.

Para o *EER*, projetos particularmente maiores de 50MW, aumentarão sua parcela no futuro, embora as dimensões de projetos eólicos continuem a depender fortemente das condições regionais. Fatores chaves na determinação das dimensões médias dos projetos eólicos em bases regionais incluem a disponibilidade de áreas por região, velocidade dos ventos nos locais em desenvolvimento, restrições de distribuição e conexão às matrizes, e em geral maturidade técnica do mercado. Padrões específicos a salientar no mercado global de projetos eólicos por regiões incluem:

- a) Europa está verificando um aumento na saturação de projetos *onshore* em projetos de médio porte com capacidades de 20MW a 50MW;
- b) América do Norte, com a disponibilidade de grandes locais inexplorados, continuará com projetos *onshore* na escala de 100MW e maiores. O mercado já teve amostras de instalações de projetos alcançando mais de 500MW com significantes desenvolvimentos em andamento;
- c) Ásia (Pacífico), com países provavelmente verificando um rápido crescimento *onshore* para projetos maiores que 10MW em curto prazo, embora projetos menores ainda continuem a ser uma parte importante do mercado. Grandes desenvolvimentos do tipo *turnkey* na Índia, divididos em múltiplos proprietários, a entrada de grandes geradores de energia no mercado eólico Chinês, juntamente com participações privadas internacionais levarão ao crescimento;
- d) outras regiões com carência de um fluxo contínuo de projetos continuarão a perceber uma divisão entre grandes projetos, maiores de 50MW apoiados por ações governamentais em países como o México e o Egito, e projetos pilotos de 20MW e menores como iniciativas de tecnologia em energia

eólica em novos mercados como Chile, América Central, e Oriente Médio conforme mostra a Figura 10.

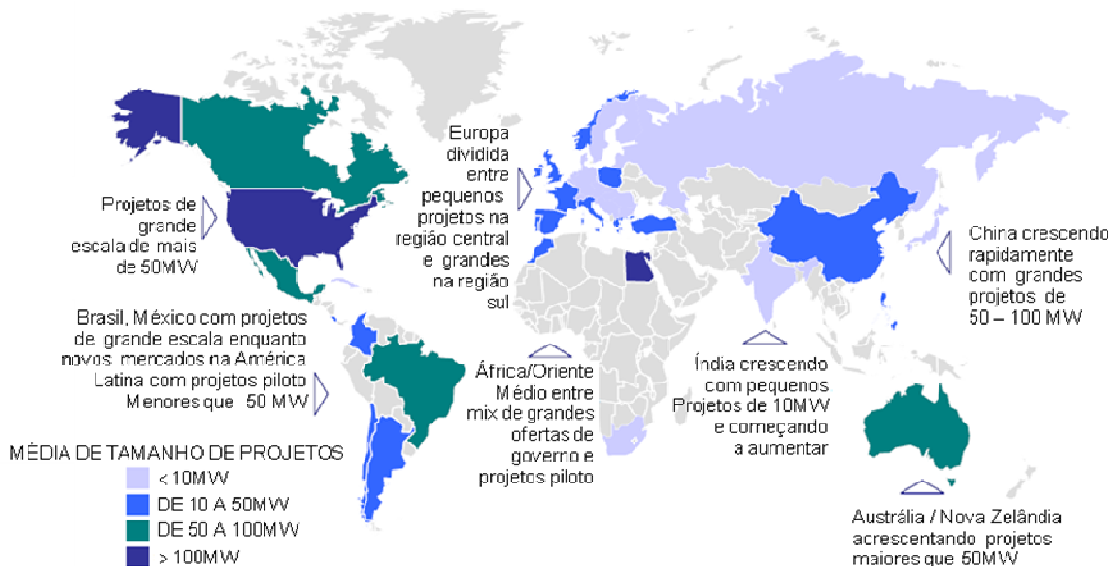


Figura 10 – Visão geral por tamanhos de projetos
 Fonte: *Emerging Energy Research* (2008, traduzido pelo autor)

Como mostra a Figura 11 o *EER* antecipa que as dimensões dos projetos mudarão significativamente mais tarde no período previsto, refletindo um crescimento nos tamanhos dos projetos. Por segmento em dimensões, o *EER* tem a expectativa da seguinte evolução por tamanhos de projetos até 2020:

- a) projetos menores que 10MW, atualmente contabilizando cerca de 30% do Mercado, gradualmente diminuirão para cerca de 6% do total de MW adicionados globalmente até 2020. O progresso no desenvolvimento de turbinas de 2 MW e máquinas maiores e aumentando a maturidade globalmente do mercado facilitarão projetos de mais de cinco turbinas, embora regiões tais como Ásia e América Latina continuarão com projetos pilotos de tecnologia com menores turbinas;
- b) projetos de 10MW a 49MW constituem cerca de um quarto da quantidade de MW adicionais e esta parcela continuará relativamente estável em 19% até 2020. O crescimento estável de projetos *onshore* na Europa com projetos de dimensões médias de 20MW a 30MW, assim como a emergente necessidade de projetos desta amplitude na Ásia (Pacífico) e outras

regiões, provavelmente manterão a parcela deste segmento do mercado com vários regimes de incentivo à produção que determinam que as unidades devam ser inferiores a 50MW;

- c) projetos de 50MW a 99MW gradualmente aumentarão sua participação no mercado, passando de 20% para mais de 30% durante o período previsto. Projetos desta dimensão são em geral mais rapidamente permitidos nacionalmente na Europa e Ásia, e oferecem o atrativo de economia de escala para implantação na América do Norte. Como resultado, operações desta dimensão continuarão a ganhar participação no mercado global, alcançando equilíbrio em relação a projetos ligeiramente menores na faixa de 10MW a 50MW;
- d) projetos de 100MW e maiores num futuro próximo dobrarão sua contribuição à quantidade de MW adicionais globalmente até 2020 partindo de 24% para mais de 40%. Quase toda região com grandes disponibilidades para operações *onshore* é considerada como fator chave para projetos desta dimensão, incluindo implantações de mega projetos na América do Norte em grandes áreas. Grande oferta de construção de projetos liderados por empresas geradoras de energia estatais na China enquanto a Índia move-se para mais projetos de escala do tipo *turnkey*.

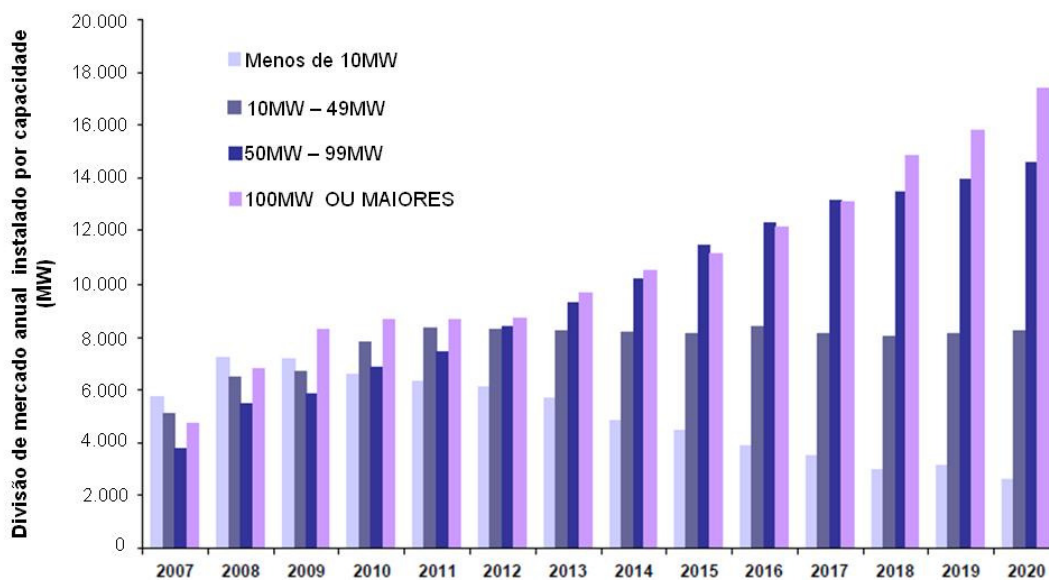


Figura 11 - Previsão de mercado global por tamanho de projeto *onshore*, 2007 – 2020
 Fonte: *Emerging Energy Research* (2008, traduzido pelo autor)

5.2.2 Previsões de mercado de aerogeradores por tamanho de turbina

Com o aumento na média das dimensões de turbinas de abaixo de 1MW a 1.5MW nos últimos seis anos, o *EER* antecipa a demanda global por máquinas multi-megawatt que continuarão a crescer conforme mostram as Figuras 12 e 13.

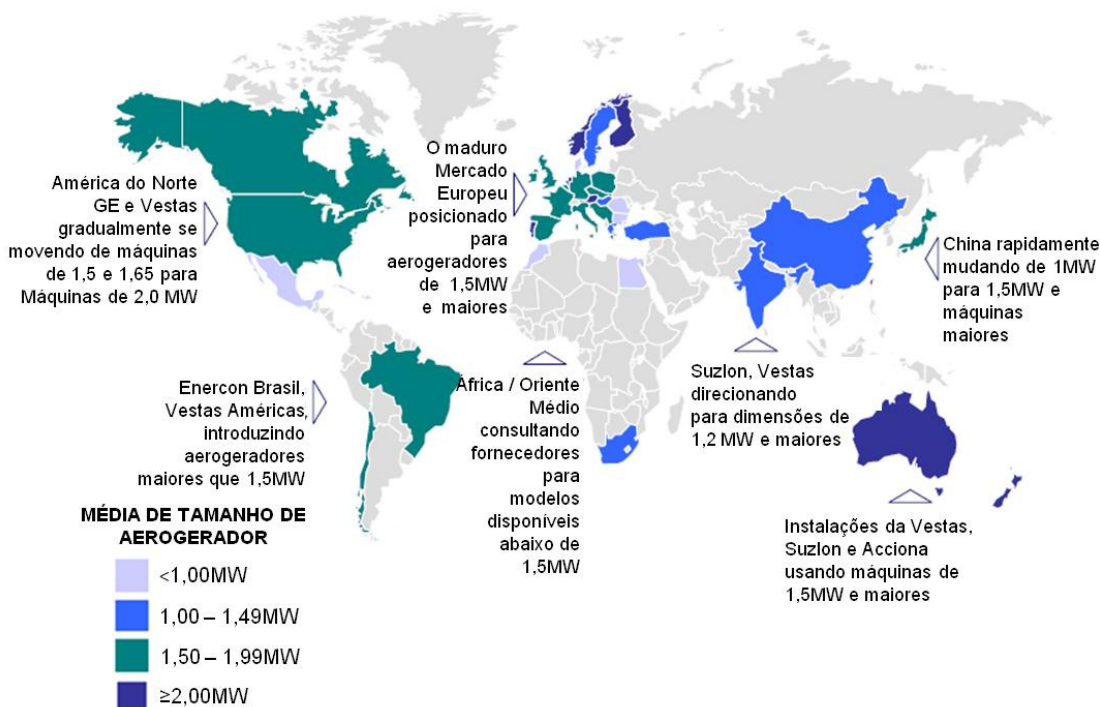


Figura 12 - Média global de instalações por tamanho de aerogerador no período 2006 – 2007

Fonte: *Emerging Energy Research* (2008, traduzido pelo autor)

Ao mesmo tempo, o mercado global será dirigido por duas tendências: 1) o aumento das dimensões da turbina em mercados que atingiram maturidade e que carecem de rotores de maiores diâmetros, equilibrado com 2) uma demanda estável nos países em desenvolvimento por equipamentos de menores dimensões, modelos de produtos mais antigos que são bem recebidos com base nos custos e desempenho comprovado.

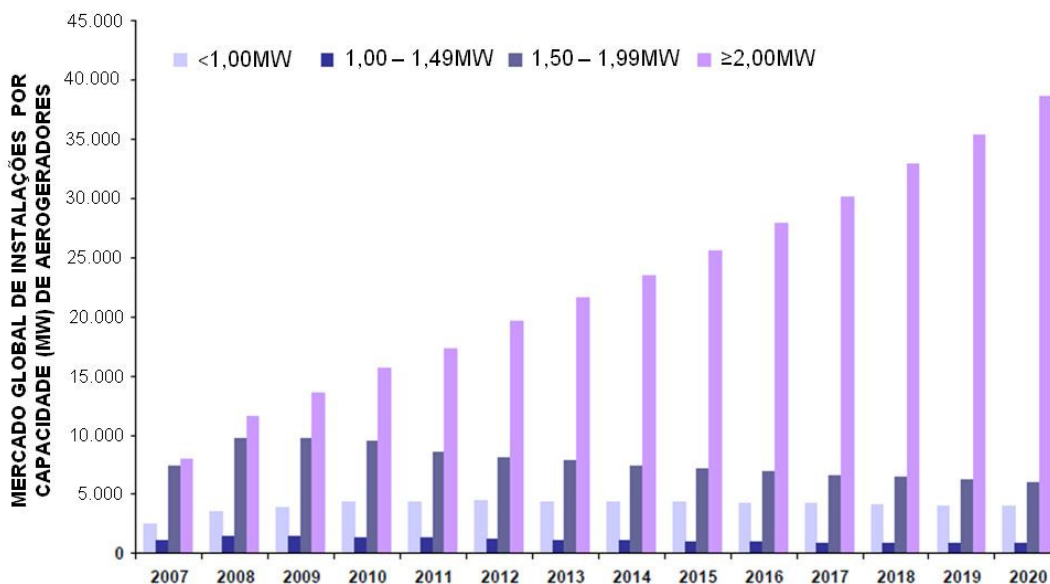


Figura 13 - Mercado global de instalações de aerogeradores no período 2006 – 2007
 Fonte: *Emerging Energy Research* (2008, traduzido pelo autor)

Esta dinâmica de mercado será percebida em cada segmento de tamanho de turbina através das seguintes tendências:

- a) turbinas menores que 1,00MW que estarão presentes em um pouco menos de 15% das instalações anuais no próximo período, antes de diminuir para cerca de 10% até 2020. O crescimento da China em larga escala, ainda dependente de turbinas até 1MW, bem como o da Índia e outros mercados emergentes destacam significativos remanescentes à procura de equipamentos desta dimensão;
- b) turbinas de 1,00MW a 1,49MW estão na nova demanda, em parte pela carência de máquinas maiores, com grandes contratos assinados nos Estados Unidos e China. No entanto, o *EER* espera uma maior capacidade de produção de 1,5 MW e grandes máquinas para suplantarem algumas dessas características da procura, baseada no local de maturação dos mercados, levando a uma redução de menos de 10% em 2007 para cerca de 2% até 2020;

- c) turbinas de 1,50MW a 1,99MW que se manterão estáveis entre 29% e 35% do mercado até 2010, quando maiores turbinas dominarão o mercado. Atualmente, desdobramentos na Europa e Estados Unidos das líderes de mercado *Vestas* e *General Electric – GE* trabalham com modelos que vão manter a quota de mercado para este segmento, no entanto, estas organizações já estão centradas em modelos maiores;
- d) turbinas de 2,00MW e maiores irão testemunhar o mais estável e longo período de crescimento de 42% do total das instalações em 2007, para 77% até 2020. Quase todos os principais intervenientes, bem como novos operadores, estão centrados na implantação deste tamanho de máquina, adaptado tanto para altas e baixas velocidades do vento para maximizar economias de escala e reduzir instalações de torres. (*EMERGING ENERGY RESEARCH, 2008, p.2-7*).

5.2.3 Preços globais de aerogerador

O preço efetivo de uma turbina eólica é um grande desafio para todos os fabricantes que se esforçam para manter o ritmo com um volume maior e atender uma demanda mais complexa. Enquanto recente escassez no abastecimento significou um comprometimento completo de todos os pedidos para todos os principais intervenientes, estratégias de gestão dos pedidos recebidos tornaram-se cada vez mais sensíveis ao tipo de cliente, condições locais de mercado, características individuais de projeto e capacidade da cadeia de fornecimento. A resposta dos fabricantes a estas sensibilidades é refletida nos preços do equipamento como mostrado na Figura 14.

Daqui para frente, o *EER* prevê três principais fases de evolução dos preços mundiais para turbinas, como a atenuação da escassez de componentes, o aumento da concorrência, e a indústria se globalizando para fazer face às novas bolsas de demanda. Como resultado o estudo antecipa um aumento moderado nos preços no próximo período para cerca de US\$1,5 milhões por MW, seguido por um período de estável diminuição em direção aos níveis de 2004 alcançando em 2015 valores em torno de US\$1,4 milhões.

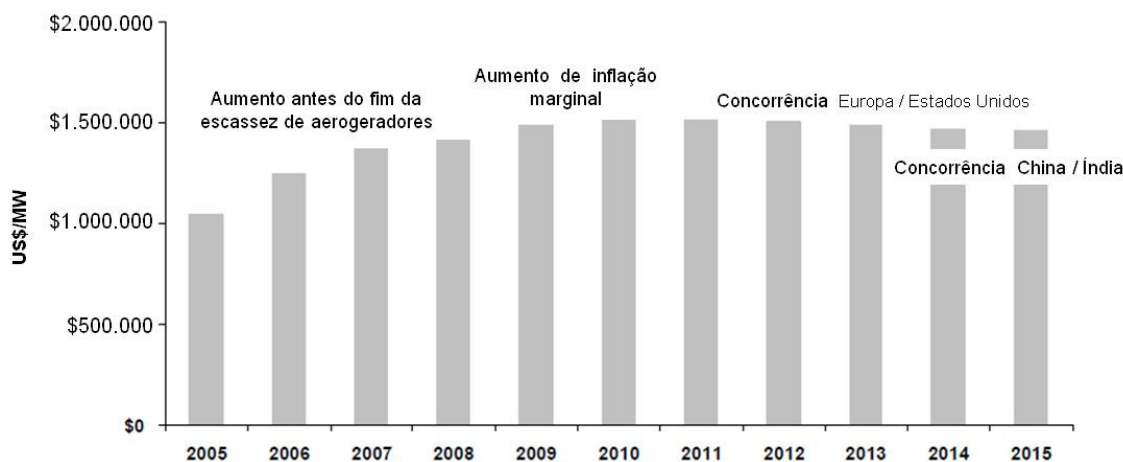


Figura 14 – Preço global do aerogerador incluindo a torre por MW, 2005 – 2015
 Fonte: *Emerging Energy Research* (2008, traduzido pelo autor)

Estas oscilações de preços serão caracterizadas pelas seguintes tendências:

- a) oferta restrita e demanda crescente até 2010. Com base em discussões sobre o fornecimento de componentes de turbina e aumento do volume em mercados importantes da Europa e dos Estados Unidos, é provável que os preços de turbina tenham um sensível aumento entre uma amplitude de US\$1,50 A US\$1,52 milhões até 2010. Pressão ascendente sobre os preços será impulsionada por vários fatores gerais acima mencionados incluindo a escassez de componentes, preços de commodities, e aumento do lucro nas vendas. Ao mesmo tempo, forte crescimento do mercado Chinês de baixo custo, determinado a liderar a indústria global de MW instalados em 2010, com intervenientes Chineses atuando no mercado como exportadores começarão a exercer pressão sobre os preços de turbinas;
- b) a concorrência transatlântica aumenta, surge a competição dos preços em 2011 – 2012. Os mercados Europeu e Norte Americano, representando mais da metade do mercado global de turbinas, começarão a perceber um aumento na competição com vários intervenientes aumentando a capacidade de produção nos Estados Unidos e competindo por

encomendas neste mercado florescente. Como o desafio da liderança por vários competidores experientes como *GE* e *Vestas*, a competição pelo preço se tornará acirrada. No entanto, os fornecedores procurando manter margens por volta de 10%, uma falta de exportações asiáticas pode impactar significativamente o mercado, e onerosas instalações do tipo *offshore* provavelmente manterão os preços no intervalo de US\$1,50 milhões a US\$1,52 milhões por MW;

- c) de 2013 em diante, competidores Asiáticos forçam a competição global dos preços. Baixos preços de mão de obra e o rápido aumento de escala dos mercados Chinês e Indiano terão um grande impacto nos preços globais de turbina de 2013 em diante, quando estes mercados competidores aumentarão suas capacidades de exportação enquanto servindo um mercado interno de mais de 14 GW. Neste momento, a média global dos preços de turbina começará a cair para um intervalo entre US\$1,45 milhões a US\$1,50 milhões por MW.

6 A ENERGIA EÓLICA E A MATRIZ ENERGÉTICA NO BRASIL

Com o predomínio da geração hidrelétrica no Brasil, a estabilização sazonal da oferta de energia tem sido um desafio histórico ao planejamento da operação dos sistemas interligados, pois os regimes hidrológicos têm caráter estocástico com flutuações sazonais de amplitude significativa. Por outro lado, na última década, o aproveitamento eólico-elétrico mundial demonstrou aptidão às escalas de gigawatts, necessárias a uma contribuição efetiva a sistemas elétricos.

Mecanismos de alocação e de comercialização (“*green tariff*”) vêm ganhando força nestes locais. A inserção de taxas de CO₂ em discussão em vários parlamentos e fóruns deverá tornar a energia eólica bastante competitiva, principalmente pelos baixos riscos econômicos e ambientais a ela associados. Já em mercados atendidos predominantemente por energias renováveis, como no caso do Brasil, o componente ambiental de emissões evitadas ainda não se aplica, necessitando-se outra argumentação para se justificar o estabelecimento de incentivos para o mercado. Embora perceba-se a necessidade de outra argumentação para que aconteçam incentivos, existe a preocupação com o atendimento à demanda futura de energia o qual com o grande potencial já mencionado torna-se uma fonte estratégica para o país. (SCHULTZ et al., 2005 p.1-2).

No Brasil, com o Proinfa, esperava-se que após o ano de 2006, aproximadamente 1100 MW viessem de energia eólica. O Centro Brasileiro para Energia Eólica previa que seriam instalados até 1350 MW de capacidade eólica até o final de 2006. Em uma segunda etapa do programa Proinfa, o governo brasileiro estabelecia uma meta de que 10% da eletricidade do País seriam provenientes de fontes renováveis (vento, biomassa e pequenas hidrelétricas) até 2022. Isso poderia significar algo entre 100 e 200 MW de capacidade eólica sendo instalados a cada ano. (GREENPEACE, 2005).

De acordo com o Plano Nacional de Energia 2030 – PNE 2030 pode-se destacar a energia eólica como sendo de grande interesse para a geração de energia elétrica, em curto e médio prazos. Vários fatores são responsáveis pela abundância deste recurso natural. O potencial estimado para o uso desta fonte é

muito elevado em algumas regiões do Brasil, em especial no Nordeste e no Sul. O Atlas do Potencial Eólico Brasileiro, elaborado pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica – Cepel, em 2000, e publicado, em 2001, aponta para uma estimativa de um potencial bruto de 143 GW de potência, com base na utilização de equipamentos disponíveis àquela época.

O Proinfa prometia um incentivo dado às fontes alternativas de energia, em especial à eólica, através da instalação, no curto prazo, até dezembro de 2008, de mais de 1.400 MW em centrais eólicas. Antes do Programa, existiam apenas 28,5 MW de potência instalada; em dezembro de 2006 esta potência já atingia 236,8 MW.

Segundo Canazio (2009) do ponto de vista de incentivo para aumentar a participação de energias renováveis na matriz brasileira, o Proinfa pode ser considerado um sucesso, já que foram contratados 3.315,26 MW de capacidade instalada de 144 empreendimentos.

Contudo, o processo de implantação dos projetos foi difícil devido a problemas no licenciamento e fornecimento de equipamentos. Dentre as fontes renováveis consideradas neste programa, a mais prejudicada foi a eólica. A determinação de índice de nacionalização de 60% aliada ao aquecimento global do mercado criou entrave para o cumprimento do cronograma.

A dificuldade de fornecimento é também atribuída ao comprometimento da capacidade dos fabricantes de componentes com outras atividades, o que demonstra a carência de uma política industrial que esteja em consonância com a superação destes obstáculos.

De acordo com PNE2030 a despeito da queda do custo unitário de investimento em razão da evolução rápida na curva de aprendizagem, esta tecnologia ainda apresenta custos médios de geração na faixa de 70 a 95 US\$/MWh, mais alto que as fontes convencionais, mesmo considerando um custo de instalação de 1.200 US\$/kW.

Deve-se observar, também, que várias áreas de grande potencial de vento, especialmente na região Nordeste, exigem investimentos elevados em conexão e na logística de instalação, o que pode ser considerado, em algumas situações, uma barreira à inserção da energia eólica. Ainda existe carência de uma resolução

normativa que estabeleça melhores definições sobre os detalhes de conexão de um parque eólico à rede do sistema interligado de energia elétrica.

O potencial eólico brasileiro e os incentivos proporcionados pelo Proinfa têm despertado o interesse de fabricantes e representantes dos principais países envolvidos com essa tecnologia. Atualmente, existem cerca de 5.000 MW em projetos eólicos autorizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel, incluídos os projetos do Proinfa. Além disso, várias empresas mantêm torres de medições e elaboram estudos de infraestrutura para instalação e operação de parques eólicos.

Tal interesse pode ser evidenciado na instalação, no país, de uma fábrica de grande porte de construção das pás das turbinas e duas fábricas de aerogeradores que já desenvolveram infraestrutura e parcerias para viabilizar a manufatura de alguns modelos de médio porte como citado no Plano Nacional de Energia – PNE2030, p.188 (MME, 2007)

Existe uma grande expectativa em torno do leilão de energia eólica a ser realizado no Brasil no dia 14 de dezembro 2009, conforme divulgado pela Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel.

Conforme publicado em 26 de novembro de 2009 pela Empresa de Pesquisa Energética – EPE, uma empresa do Ministério de Minas e Energia, foram habilitados tecnicamente 339 projetos. Os empreendimentos propostos somam uma capacidade instalada de 10.005 MW, potência muito significativa para a atual realidade do Brasil.

6.1 Os ventos no Brasil: Potencial eólico

A distribuição geral dos ventos sobre o Brasil é controlada pelos aspectos da circulação geral planetária da atmosfera próxima, conforme se apresenta na Figura 15. Dentre esses aspectos, sobressaem os sistemas de alta pressão anticiclone subtropical do Atlântico Sul e do Atlântico Norte e a faixa de baixas pressões da depressão equatorial.

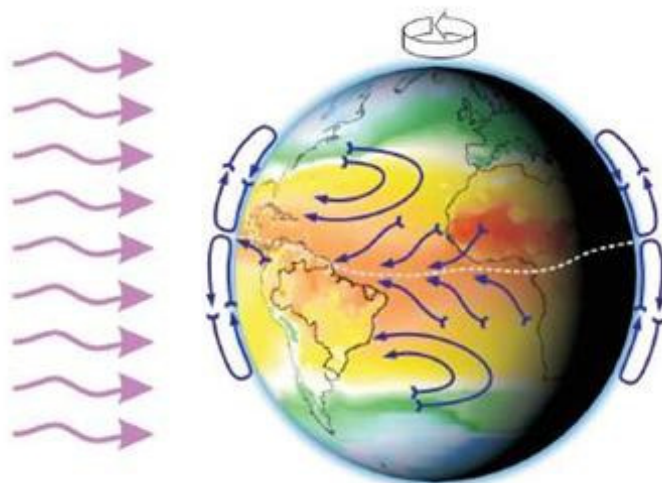


Figura 15 – Distribuição dos ventos
 Fonte: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (2001)

O perfil geral de circulação atmosférica induz ventos de leste ou nordeste sobre o território brasileiro ao norte da Bacia Amazônica e no litoral nordeste, com variações significativas, por diferenças em propriedades de superfícies, tais como geometria, altitude de terreno e vegetação como mostra a Figura 16.



Figura 16 - Mosaico de imagens de satélite (*SPOT Image*) sobreposto ao modelo de relevo
 Fonte: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (2001)

Uma síntese sobre a distribuição dos regimes de vento é apresentada a seguir, organizada em 7 regiões geográficas: (1) Bacia Amazônica Ocidental e Central; (2) Bacia Amazônica Oriental; (3) Zona Litorânea Norte-Nordeste; (4) Zona Litorânea Nordeste-Sudeste; (5) Elevações Nordeste-Sudeste; (6) Planalto Central; (7) Planaltos do Sul.

Na Bacia Amazônica Ocidental e Central (1) as velocidades médias anuais de vento a 50m de altura através dessa região são inferiores a 3,5m/s. Nesta região é pequena a magnitude das velocidades de vento devido à baixa amplitude das variações de temperatura e à alta rugosidade/atrito de superfície.

Na Bacia Amazônica Oriental (2) que abrange a área continental a partir de Santarém - PA até aproximadamente 100km da costa que se estende entre o Amapá e o Maranhão, o vento médio anual é geralmente inferior a 3,5m/s devido à proximidade dos gradientes fracos de pressão associados à depressão equatorial e ao elevado atrito de superfície causado pela rugosidade da vegetação densa.

Na Zona Litorânea Norte-Nordeste (3), definida como a faixa costeira com cerca de 100km de largura, que se estende entre o extremo norte da costa do Amapá e o Cabo de São Roque, no Rio Grande do Norte, a combinação das brisas diurnas com os alísios de leste resulta em ventos médios anuais entre 5m/s e 7,5m/s na parte norte dessa região (litorais do Amapá e Pará) e entre 6m/s a 9m/s em sua parte sul, que abrange os litorais do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte.

Na Zona Litorânea Nordeste-Sudeste (4), definida como a faixa de aproximadamente 100 km de largura que se estende entre o Cabo de São Roque - RN até aproximadamente o estado do Rio de Janeiro, as velocidades médias anuais decrescem de 8-9 m/s na porção norte (RN) até 3,5m/s a 6m/s sobre a maioria da costa que se estende até o sudeste, com exceção da costa entre o sul do Espírito Santo e nordeste do Rio de Janeiro, onde as velocidades são próximas de 7,5m/s.

Nas Elevações Nordeste-Sudeste (5), definidas como as áreas de serras e chapadas que se estendem ao longo da costa brasileira, desde o Rio Grande do Norte até o Rio de Janeiro, a distâncias de até 1.000km da costa, as velocidades médias anuais de 6,5m/s até 8m/s devem ser encontradas nos cumes das maiores elevações da Chapada Diamantina e da Serra do Espinhaço.

No Planalto Central (6) ao sul da Bacia Amazônica e estendendo-se da margem esquerda da Bacia do Rio São Francisco até as fronteiras com Bolívia e Paraguai, a velocidade média anual na região situa-se geralmente entre 4m/s e 6m/s.

Nos Planaltos do Sul (7), que se estendem aproximadamente de São Paulo até os limites ao sul do Rio Grande do Sul, verificam-se velocidades médias anuais de 5,5m/s a 6,5m/s. Os ventos mais intensos estão entre 7m/s e 8m/s e ocorrem nas maiores elevações montanhosas do continente, bem como em planaltos de baixa rugosidade, como os Campos de Palmas. Velocidades superiores a 7m/s encontram-se ao longo do litoral sul. (ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO, 2001, p. 23-24).

6.1.1 O potencial eólico-elétrico estimado







O atlas apresenta as condições médias anuais de vento para todo o território brasileiro na resolução de 1 km x 1 km.

Por meio da integração dos mapas digitais, utilizando-se recursos de geoprocessamento e cálculos de desempenho e produção de energia elétrica a partir de curvas de potência de aerogeradores existentes no mercado, chegou-se aos valores listados no Quadro 1.

Esse processo indicativo considerou as seguintes premissas:

- a) foram integradas todas as áreas que apresentaram velocidades médias anuais iguais ou superiores a 6m/s;
- b) foram consideradas curvas médias de desempenho de aerogeradores no estado da arte mundial, instaladas em torres de 50m de altura;
- c) para essa estimativa, foi utilizada uma densidade média de ocupação de terreno de apenas 2 MW/km². Esse valor é considerado conservativo, uma vez que representa cerca de 20% do realizável por usinas eólicas em terrenos planos;

- d) foram adotados intervalos com incrementos de 0,5m/s para as velocidades médias anuais de vento. O desempenho de aerogeradores foi calculado para os limites inferiores de cada intervalo;
- e) foi adotado um fator de disponibilidade de 0,98, considerado típico para usinas eólicas comerciais;
- f) foram descartadas da integração as áreas cobertas por água (lagos e lagoas, açudes, rios e mar).

REGIÃO	INTEGRAÇÃO POR FAIXAS DE VELOCIDADES					INTEGRAÇÃO CUMULATIVA			
	VENTO [m/s]	ÁREA [km ²]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	FATOR DE CAPACIDADE	ENERGIA ANUAL [TWh/ano]	VENTO [m/s]	ÁREA (CUMULATIVA) [km ²]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	ENERGIA ANUAL [TWh/ano]
 NORTE	6 - 6,5	11460	22,92	0,13	25,58	>6	24206	48,41	70,49
	6,5 - 7	6326	12,65	0,17	18,46	>6,5	12746	25,49	44,91
	7 - 7,5	3300	6,60	0,20	11,33	> 7 m/s	6420	12,84	26,45
	7,5 - 8	1666	3,33	0,25	7,15	>7,5	3120	6,24	15,11
	8 - 8,5	903	1,81	0,30	4,65	>8	1454	2,91	7,96
	>8,5	551	1,10	0,35	3,31	>8,5	551	1,10	3,31
 NORDESTE	6 - 6,5	146589	293,18	0,13	327,19	>6	245105	490,21	649,50
	6,5 - 7	60990	121,98	0,17	178,02	>6,5	98516	197,03	322,31
	7 - 7,5	24383	48,77	0,20	83,73	> 7 m/s	37526	75,05	144,29
	7,5 - 8	9185	18,37	0,25	39,43	>7,5	13143	26,29	60,56
	8 - 8,5	3088	6,18	0,30	15,91	>8	3958	7,92	21,13
	>8,5	870	1,74	0,35	5,23	>8,5	870	1,74	5,23
 CENTRO-OESTE	6 - 6,5	41110	82,22	0,13	91,76	>6	50752	101,50	120,83
	6,5 - 7	8101	16,20	0,17	23,65	>6,5	9642	19,28	29,07
	7 - 7,5	1395	2,79	0,20	4,79	> 7 m/s	1541	3,08	5,42
	7,5 - 8	140	0,28	0,25	0,60	>7,5	146	0,29	0,63
	8 - 8,5	6	0,01	0,30	0,03	>8	6	0,01	0,03
	>8,5	0	0,00	0,35	0,00	>8,5	0	0,00	0,00
 SUDESTE	6 - 6,5	114688	229,38	0,13	255,99	>6	175859	351,72	446,07
	6,5 - 7	46302	92,60	0,17	135,15	>6,5	61171	122,34	190,08
	7 - 7,5	11545	23,09	0,20	39,64	> 7 m/s	14869	29,74	54,93
	7,5 - 8	2433	4,87	0,25	10,44	>7,5	3324	6,65	15,29
	8 - 8,5	594	1,19	0,30	3,06	>8	891	1,78	4,84
	>8,5	297	0,59	0,35	1,78	>8,5	297	0,59	1,78
 SUL	6 - 6,5	121798	243,60	0,13	271,86	>6	171469	342,94	424,74
	6,5 - 7	38292	76,58	0,17	111,77	>6,5	49671	99,34	152,88
	7 - 7,5	9436	18,87	0,20	32,40	> 7 m/s	11379	22,76	41,11
	7,5 - 8	1573	3,15	0,25	6,75	>7,5	1943	3,89	8,71
	8 - 8,5	313	0,63	0,30	1,61	>8	370	0,74	1,95
	>8,5	57	0,11	0,35	0,34	>8,5	57	0,11	0,34
 TOTAL BRASIL ESTIMADO	>6	667391	1334,78		1711,62	>6	667391	1334,78	1711,62
	>6,5	231746	463,49		739,24	>6,5	231746	463,49	739,24
	> 7 m/s	71735	143,47		272,20	> 7 m/s	71735	143,47	272,20
	>7,5	21676	43,35		100,30	>7,5	21676	43,35	100,30
	>8	6679	13,36		35,93	>8	6679	13,36	35,93
	>8,5	1775	3,55		10,67	>8,5	1775	3,55	10,67

Quadro 1 - Potencial eólico-elétrico estimado do Brasil, calculado por integração de áreas nos mapas temáticos, a partir das premissas apresentadas.

Fonte: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (2001, p.43)

Com os resultados mostrados no Quadro 1 e na Figura 17, estimou-se um potencial disponível da ordem de 143 GW, conforme a coluna Integração cumulativa do Quadro 1. (ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO, 2001, p. 43-44).

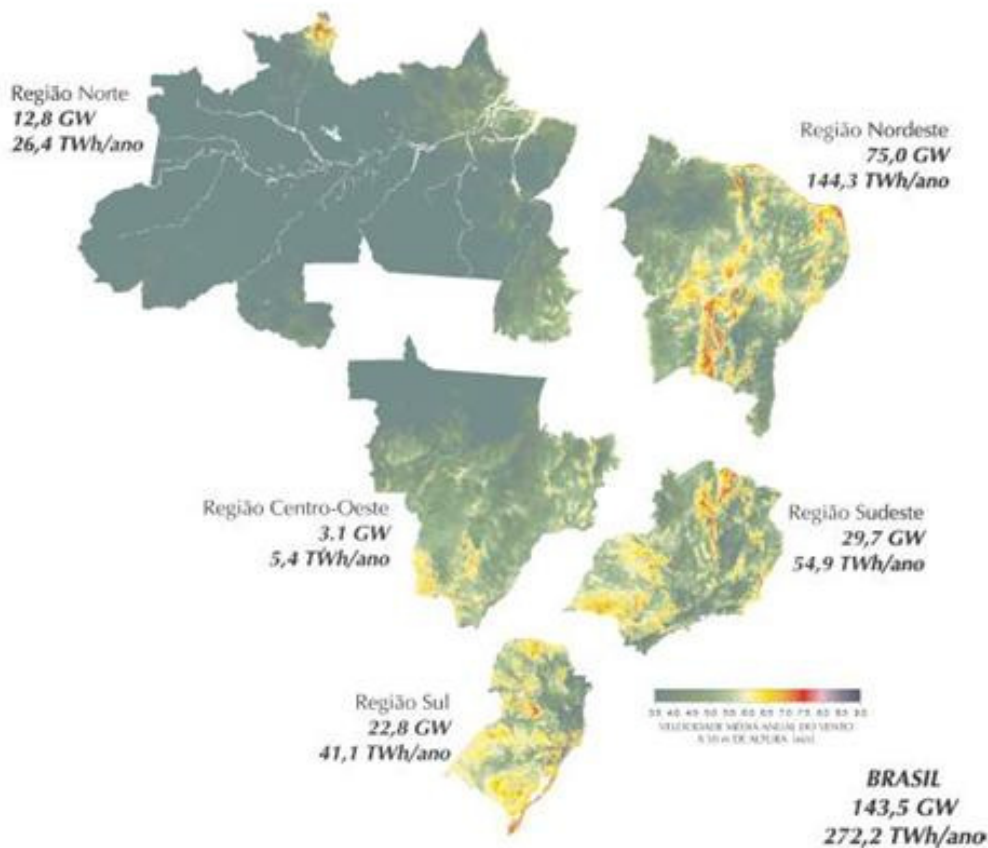


Figura 17 - Potencial eólico estimado para vento médio anual \geq a 7,0m/s
Fonte: Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (2001)

Os dados apresentados no Atlas do Potencial Eólico Brasileiro (2001) demonstram que as regiões com maiores potenciais estão no nordeste, sudeste e sul do país. Como o levantamento para obtenção do potencial de 143,5GW foi elaborado considerando-se uma altitude de 50m, bem menor do que a altura dos equipamentos mais utilizados atualmente, pressupõe-se que esta estimativa de potencial seja bastante conservadora. A título de exemplo um aerogerador típico com potência nominal de 1,5MW possui um rotor de diâmetro aproximado de 80m que normalmente é instalado em uma torre de 80m de altura.

7 ENERGIA EÓLICA E O MEIO AMBIENTE

Segundo Tercio (2002) nos últimos anos, países como Alemanha, Dinamarca, Estados Unidos, entre outros, buscando atender uma melhor qualidade no suprimento energético, engajaram-se na expansão do parque industrial, dando incentivos e subsídios ao setor, estimulando o crescimento de mercado e o desenvolvimento tecnológico e alavancando recursos a ponto de fixar a energia eólica no mercado mundial com tecnologia, qualidade e confiabilidade, fazendo desta uma opção imprescindível para o fornecimento de energia limpa em grandes potências.

Uma clara evidência desta busca está na comparação dos dados atuais com os objetivos alemães definidos por um grupo governamental, envolvendo um conjunto de ministérios liderados pelo Ministério Federal para o Meio Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear, que no início desta década anunciou uma estratégia que estabelecia uma meta de dobrar a parcela de energias renováveis até 2010. Tomando como base o ano de 2000, isto significaria que até 2010 as fontes de energia renovável alcançariam 12,5% do total de geração de energia no futuro.

Ao final de 2001, parques eólicos na Alemanha forneciam aproximadamente 8,75GW. O total de energia fornecida pelos parques eólicos contabilizava cerca de 13TWh (1 TWh = 1 bilhão kWh) em 2001, já proporcionando mais de 2,5% do total da demanda de energia. Em 2001, o uso de energia eólica provavelmente reduziu as emissões de CO₂ em cerca de 10 milhões de toneladas o que representou 1% do total das emissões na Alemanha. Estes números ilustram claramente a importância da energia eólica em termos de proteção climática. (*BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT, 2002, p.2*).

Desta maneira, já antecipando a meta inicialmente estabelecida, e considerando somente energia eólica, o Ministério Federal para o Meio Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear anunciou a destacada posição da Alemanha como o líder mundial em utilização de energia eólica, com uma capacidade instalada de 20622 megawatts em 2006. Estes parques eólicos produziram 30,5 TWh de eletricidade contabilizando 5,0% do total de consumo de eletricidade na Alemanha. Em comparação com o ano anterior, o número de novos

parques eólicos aumentou em 15%, enquanto que novas capacidades instaladas aumentaram em 24%. A modernização de parques eólicos existentes esteve também progredindo. (*FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY*, 2007, p. 8).

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, danos à fauna. Porém, algumas destas características podem ser significativamente minimizadas e até mesmo eliminadas com planejamento adequado e inovações tecnológicas. A energia eólica por sua vez, não utiliza a água como elemento motriz, nem como fluido refrigerante e não produz resíduo radioativo ou gasoso. Pode-se ainda utilizar a área do parque eólico como pastagens e outras atividades agrícolas (TERCIOTE, 2002, p.1).

7.1 Os benefícios ambientais

Para Tercote (2002) o mais importante benefício ao meio ambiente da geração eólica é a não emissão de dióxido de carbono na atmosfera. O dióxido de carbono é o gás com maior responsabilidade pelo agravamento do efeito estufa levando a mudança climática global e prováveis consequências desastrosas. A moderna tecnologia eólica apresenta um balanço energético extremamente favorável (se comparado a outros sistemas de geração de energia que utilizam combustíveis fósseis) e as emissões de CO₂ relacionadas com a fabricação, instalação e serviços durante todo ciclo de vida do aerogerador são “recuperados” depois de três a seis meses de fabricação.

Além do mencionado anteriormente, Tercote (2002) destaca os seguintes fatores que também impulsionam a energia eólica:

- a) redução da dependência de combustíveis fósseis, sendo o vento um recurso abundante e renovável;

- b) as centrais eólicas ocupam um pequeno espaço físico e permitem a continuidade de atividades entre os aerogeradores (pastagens e agricultura);
- c) melhoria da economia local e oferta de empregos. Estudos realizados na Escócia calculam ser entre 500 a 1500 empregos associados a cada 0,3 a 1 GW de potência instalada;
- d) a emissão de poluentes é mínima, não contribuindo para a mudança climática global e chuva ácida;
- e) é uma indústria em grande ascensão e com bom potencial no Brasil (principalmente em algumas regiões do litoral nordestino);
- f) contribui para a diversidade de suprimento de energia e pode ser conectada à rede;
- g) a tecnologia está completamente dominada e ainda em grande desenvolvimento, com redução constante de custos de construção e geração.

7.2 Emissões de gases

O mais importante benefício que a energia eólica oferece ao meio ambiente está no fato de que ela não emite poluentes ou CO₂ durante sua operação. Dessa forma, pode-se fazer um comparativo entre cada unidade (kWh) de energia elétrica gerada por aerogeradores e a mesma energia obtida de sistemas de geração que utilizam combustíveis fósseis. Ao fazer essa análise chega-se 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. Com o avanço de programas de eficiência energética, com o propósito de tornar mais eficiente o parque gerador de energia, as emissões de CO₂ e de gases de efeito estufa têm-se reduzido ao longo dos anos, mas permanecem, ainda, em uma faixa muito alta. (JACOBSON et al, 2001 apud TERCIOTE, 2002, p.2).

Preocupações com o crescimento da concentração de CO₂ 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. A preocupação com o resultado futuro das emissões de gases de efeito estufa por parte de vários países do mundo tem criado um ambiente muito favorável ao uso da energia eólica como uma fonte renovável de energia. Uma turbina de eólica de 600kW, por exemplo, instalada em uma região favorável poderá, dependendo do regime de vento e do fator de capacidade, evitar a emissão de 20.000 a 36.000 toneladas de CO₂, equivalentes à geração que utilizam combustíveis fósseis, durante seus 20 anos de vida útil estimado (*European Wind Energy Association, 2000d* apud TERCIOTE, 2002, p.2).

Os benefícios a serem obtidos na redução da emissão do dióxido de carbono no *mix* energético do país dependem de qual tipo de geração a energia eólica estará substituindo. Estudos realizados em 1993, pelo *World Energy Council*, mostrados no Quadro 2, comparam as emissões de 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
Energia térmica dos oceanos	ND	4	300	304
Plantas geotérmicas	< 1	1	56	57
Pequenas hidrelétricas	ND	10	ND	10
Reatores nucleares	2	1	5	8
Energia eólica	ND	7	ND	7
Solar fotovoltaico	ND	5	ND	5
Grandes hidrelétricas	ND	4	ND	4
Solar térmico	ND	3	ND	3
Lenha (extração programável)	- 1.509	3	1.346	-160

Quadro 2 - Emissões de CO₂ de diferentes tecnológicas de geração de eletricidade
Fonte: *World Energy Council* (1993) apud TERCIOTE (2002, p.3)

Das quatro tecnologias listadas no Quadro 2, que apresentam emissões de CO₂ 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 (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 CO₂. Os projetos de grandes hidrelétricas estão sendo gradativamente abandonados devido à redução dos potenciais (locais onde poderiam ser implementados novos sistemas), aos impactos ambientais na vida animal causados pelas mudanças de habitat e aos protestos de opinião pública (TERCIOTE, 2002, p.2-3).

Particularmente a implantação de grandes hidrelétricas na Amazônia tem sido extremamente polêmica pelos seus impactos ambientais e sociais.

8 O PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

Segundo Sánchez (2006) a locução “impacto ambiental” é encontrada com frequência na imprensa e no dia-a-dia. No sentido comum, ela é, na maioria das vezes, associada a algum dano à natureza, como a mortandade da fauna silvestre após o vazamento de petróleo no mar ou em um rio, quando as imagens de aves totalmente negras devido à camada de óleo que as recobre chocam (ou “impactam”) a opinião pública. Neste caso, trata-se, indubitavelmente, de um impacto ambiental derivado de uma situação indesejada, que é o vazamento de uma matéria-prima.

Na ISO 14001, a seguinte definição é dedicada ao conceito de impacto ambiental: [...] “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”. (*INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION*, 2004, p. 2). Desta maneira impacto ambiental traduz-se na consequência de atividades identificadas como causas que provocam modificações ambientais.

Outro conceito introduzido pela norma ISO 14001 é o termo aspecto ambiental. A norma ISO 14001 assim define aspecto ambiental: [...] “elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”. (*INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION*, 2004, p. 2).

Um aspecto ambiental é entendido assim como a origem de um ou mais impactos ambientais.

No Brasil, o processo de avaliação de impacto ambiental em geral é de competência estadual. Os órgãos estaduais de meio ambiente emitem licenças ambientais, estabelecidas pela lei federal. A partir da publicação da Resolução Conama 1/86 começaram a ser realizados estudos de impacto ambiental no Brasil. Ao Ibama – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, na qualidade de organismo federal, cabe o licenciamento de obras ou atividades de competência da União.

Basicamente o processo de avaliação de impactos ambientais tem como objetivo prover de maneira antecipada, subsídios para tomada de decisão em

relação à implantação de empreendimentos antes que estes possam provocar a degradação da qualidade no meio ambiente.

Há convergência na literatura quanto às funções da avaliação de impacto ambiental. Glasson, Therivel e Chadwick (1999, apud SÁNCHEZ, 2006, p.93) descrevem essas funções como (1) ajuda ao processo decisório; (2) ajuda à elaboração de projetos e propostas de desenvolvimento; (3) um instrumento para o desenvolvimento sustentável. Sánchez (1993) propõe que a avaliação de impacto ambiental é eficaz se desempenhar quatro papéis complementares: (1) ajuda à decisão; (2) ajuda à concepção e planejamento de projetos; (3) instrumento de negociação social; (4) instrumento de gestão ambiental.

A Tabela 4 mostra os objetivos da avaliação de impacto ambiental, segundo *International Association for Impacts Assessment – Iaia*.

Tabela 4 - Objetivos da avaliação de impacto ambiental

- | |
|--|
| 1. Assegurar que as considerações ambientais sejam explicitamente tratadas e incorporadas ao processo decisório |
| 2. Antecipar, evitar, minimizar ou compensar os efeitos negativos relevantes biofísicos, sociais e outros |
| 3. Proteger a produtividade e a capacidade dos sistemas naturais, assim como os processos ecológicos que mantêm suas funções |
| 4. Promover o desenvolvimento sustentável e otimizar o uso e as oportunidades de gestão de recursos |

Fonte: *International Association for Impacts Assessment* (1999)

A Figura 18 mostra as atividades inerentes ao processo de avaliação de impacto ambiental em um esquema genérico. Trata-se de um processo universal. Cada jurisdição pode conceder maior ou menor importância a alguma das atividades consideradas, ou até mesmo omitir uma delas, mas essencialmente, o processo será sempre muito semelhante.

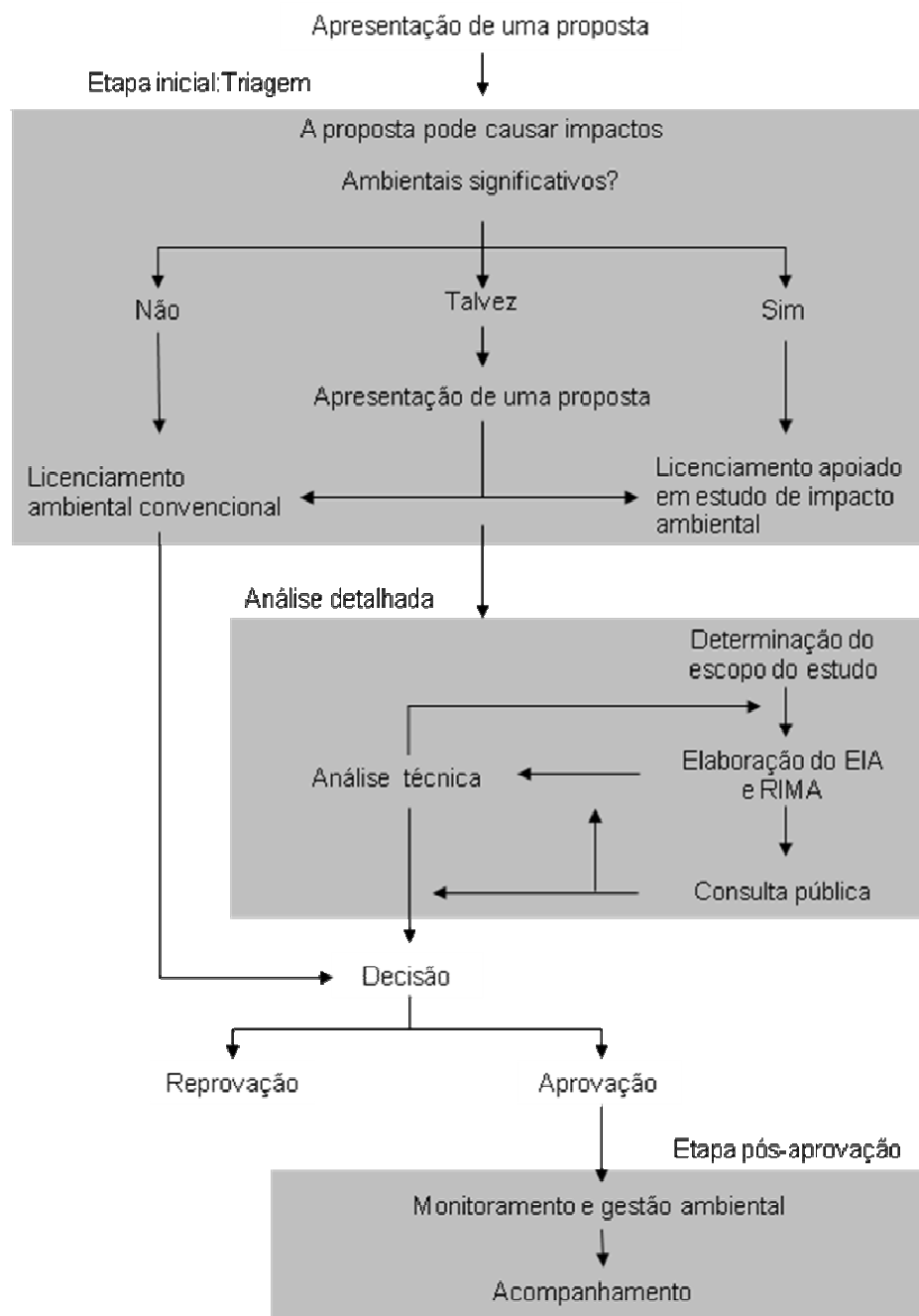


Figura 18 - Processo de avaliação de impacto ambiental
 Fonte: Sánchez (2006)

No Brasil a primeira norma de referência para avaliação de impacto ambiental que estabelece a orientação básica para a preparação de um estudo de impacto ambiental foi a Resolução Conama 1/86. Outras resoluções Conama e

regulamentos estaduais e municipais estabelecem requisitos adicionais, mas os elementos essenciais estão inalterados desde 1986.

As etapas do processo de avaliação de impacto ambiental no Brasil são descritas a seguir:

- a) triagem: o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente conforme Tabela 5, é condicionado à aprovação por órgão governamental competente, de um estudo de impacto ambiental - EIA e relatório de impacto ambiental – Rima. (Art. 2º);
- b) determinação do escopo: o parágrafo único do Art. 6º estabelece que cabe ao órgão licenciador definir “instruções adicionais” para a preparação do EIA, levando em conta “peculiaridades do projeto e características ambientais da área”;
- c) elaboração do EIA e do Rima: tratado nos Arts. 5º, 6º, 7º, 8º e 9º; a Resolução estabelece as diretrizes e o conteúdo mínimo dos estudos, e define a responsabilidade por sua execução (“equipe multidisciplinar habilitada”) e que os custos são de responsabilidade do empreendedor;
- d) análise técnica do EIA: O Art. 10 estabelece que deve haver um prazo para manifestação do órgão licenciador, mas não estipula esse prazo;
- e) consulta pública: O Art. 11 determina que o Rima será acessível ao público e aos órgãos públicos que manifestarem interesse ou tiverem relação direta com o projeto; os interessados terão um prazo para enviar seus
- f) comentários; poderá ser promovida audiência pública para “informação sobre o projeto e seus impactos ambientais e discussão do Rima”;
- g) decisão: o Art. 4º estabelece que os processos de licenciamento deverão ser compatíveis com as etapas de planejamento e implantação dos projetos; o licenciamento cabe aos “órgãos ambientais competentes”, que também determinam a “execução do estudo de impacto ambiental e a apresentação do Rima” (Art. 11, § 2º);
- h) acompanhamento e monitoramento: a “elaboração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos positivos e negativos” é

uma “atividade técnica” exigida para o estudo de impacto ambiental (Art. 6º, IV).

O Art. 2º da Resolução Conama 1/86 arrola dezessete tipos de empreendimentos sujeitos à apresentação do EIA, conforme Tabela 5, alguns dos quais acompanhados de um critério de porte. Um exemplo é o inciso XI, “usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW”.

Tabela 5 – Lista de empreendimentos sujeitos à apresentação de um EIA no Brasil

I – Estradas de rodagem com duas ou mais faixas de rolamento;
II - Ferrovias;
III - Portos e terminais de minério, petróleo e produtos químicos;
IV - Aeroportos, conforme definidos pelo inciso 1 Artigo 48, do Decreto-Lei nº 32, de 18/11/1966;
V - Oleodutos, gasodutos, minériodutos, troncos coletores e emissários de esgotos sanitários;
VI - Linhas de transmissão de energia elétrica, acima de 230 KV;
VII - Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10 MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, aberturas de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;
VIII - Extração de combustível fóssil (petróleo, xisto, carvão);
IX - Extração de minério, inclusive os da classe II, definida no Código de Mineração;
X - Aterros sanitários, processamento e destino final de resíduos tóxicos ou perigosos;
XI - Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10 MW;
XII - Complexo e unidades industriais e agroindustriais (petroquímicos, siderúrgicos, cloro químicos, destilarias de álcool, hulha, extração e cultivo de recursos hídricos);
XIII - Distritos industriais e zonas estritamente industriais - ZEI;
XIV - Exploração econômica de madeira ou de lenha, em áreas acima de 100 hectares ou menores, quando atingir áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental;
XV - Projetos urbanísticos, acima de 100 há ou em áreas consideradas de relevante interesse ambiental a critério da Sema e dos órgãos municipais e estaduais competentes;
XVI - Qualquer atividade que utilize carvão vegetal, em quantidade superior a dez toneladas por dia;
XVII - Projetos agropecuários que contemplem áreas acima de 1.000 há ou menores (neste caso, quando se tratar de áreas significativas em termos percentuais ou de importância do ponto de vista ambiental, inclusive nas áreas de proteção ambiental).

Fonte: Brasil (1986, Art. 2º)

Numa abordagem diferente, no que tange a projetos eólicos, a regulamentação francesa utiliza uma legislação específica, de acordo com o “*GUIDE DE L'ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DES PARCS ÉOLIENS*” (Guia de estudo de impacto ambiental dos parques eólicos). O Artigo 37 da Lei n.º 2005-781 de 13 de Julho de 2005 define o programa de orientações da política energética (lei POPE), o qual alterou os limites de obrigatoriedade de estudo impacto ambiental e consulta pública para projetos de energia eólica: a limitação de potência anteriormente fixada em 2,5 MW foi substituída por um limite de altura do aerogerador de 50 metros conforme mostra a Figura 19. O decreto n.º 2006-629 de 30 de Maio de 2006 relativo à declaração de projeto altera o código de meio ambiente incluindo essas alterações na regulamentação da seguinte forma:

- a) os projetos com uma altura superior a 50 metros são sujeitos a avaliação do impacto (artigo R. 122-8 do Código do meio ambiente) e uma consulta pública (Anexo I do artigo R. 123-1 do Código do meio ambiente, seção 40);

os projetos com uma altura inferior ou igual a 50 metros não necessitam do estudo de impacto ambiental (Artigo R. 122-5 do Código do meio ambiente, seção 20), mas uma breve descrição de impactos em um documento denominado registro de impactos (*Notice d'impact*) (artigo R. 122-9 do Código do meio ambiente).

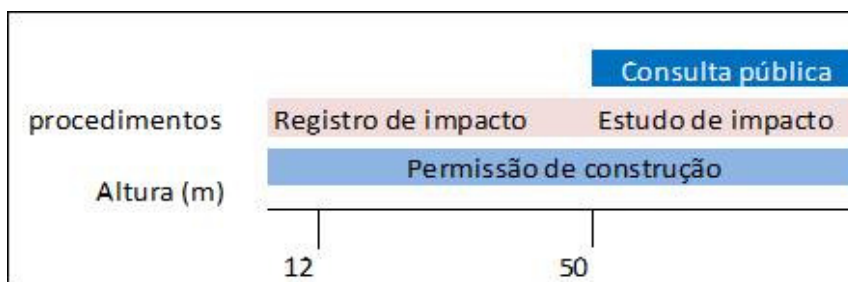


Figura 19 - Quadro regulamentar para EIA em parques eólicos na França

Fonte: *Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens* (2006, traduzido pelo autor)

O conteúdo do registro de impactos é sucinto, e deve indicar:

- a) os impactos eventuais do projeto no meio ambiente;

- b) as condições nas quais a operação instalada satisfaz às preocupações do meio ambiente.

8.1 O escopo do estudo de aspectos e impactos ambientais

Nem todas as Jurisdições que regulamentaram a avaliação de impacto ambiental incluem em suas regulamentações uma etapa formal de definição do âmbito ou escopo do EIA – no Brasil, apenas uns poucos estados adotam explicitamente esse procedimento. Mesmo assim é imprescindível que quem executa um estudo ambiental faça uma seleção das questões relevantes a serem tratadas em profundidade no estudo; de preferência essa seleção deveria ser feita com base em critérios claros previamente definidos. Diretrizes da comissão europeia estabelecem como objetivo de abrangência do campo dos estudos, “assegurar que os estudos ambientais forneçam toda a informação relevante sobre (1) os impactos do projeto, em particular aqueles mais importantes; (2) as alternativas ao projeto; (3) qualquer outro assunto a ser incluído nos estudos” (*EUROPEAN COMMISSION, 2001a* apud SÁNCHEZ 2006, p. 136).

Embora seja aconselhado que o passado seja levado em consideração, em relação aqueles aspectos já ocorridos, e que ainda repercutem com impactos no presente, conforme é mencionado no *Annex A.3.1* da ISO 14001:2004, para o presente trabalho, a definição da abrangência do escopo está limitada às atividades de operação de um parque eólico, tomando como base de dados uma operação localizada em *Champagne-Ardenne* (França). Os dados foram coletados em junho de 2008 com o parque eólico em operação.

8.2 Identificação dos aspectos ambientais e conseqüentes impactos

Existem na literatura diversos métodos e técnicas de identificação e avaliação de aspectos e impactos ambientais, dedicados a diferentes tipos de empreendimentos.

Segundo Magrini (1990, apud ARAÚJO et al., 2001, p.14), os métodos quantitativos são classificados em duas categorias: a primeira, centrada preponderantemente na identificação e sintetização dos impactos, e uma segunda, que incorpora de forma mais efetiva o conceito de avaliação, podendo explicitar as bases de cálculo ou a ótica de diferentes grupos sociais. Na primeira categoria encontram-se os métodos tipo Listagem de Controle (*Check-Lists*), as Matrizes de Interação (Matriz de Leopold), os Diagramas de Sistemas, os Métodos Cartográficos, as Redes de Interação e os Métodos *Ad Hoc*; e na segunda, métodos como o de Matriz de Realização de Objetivos, que desagregam a avaliação segundo a ótica de diferentes grupos.

A identificação e a caracterização qualitativa dos impactos ambientais do presente trabalho foram realizadas por meio da utilização do método do “*checklist*” ou Listagem de Controle.

A definição por este método levou em consideração a localização das atividades, custo e tempo necessários para conduzir a análise, e disponibilidade de dados, justificando-se também a adoção deste método pela possibilidade de incorporação de uma escala de valoração com relativa facilidade operacional.

Na identificação dos aspectos ambientais foram consideradas as atividades indiretas, administrativas, de operação, manutenção e emergência. E a lista de impactos adotada segue o que considera o referido no *Annex A.3.1* da ISO 14001:2004, conforme adaptação no Quadro 3, considerando um desdobramento dos impactos relativos ao incomodo para vizinhança com objetivo de obter um detalhamento dos efeitos da operação de um parque eólico na fauna, flora, avifauna e para o homem.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO IMPACTO
I1	Alteração da qualidade do ar
I2	Alteração da qualidade da água superficial
I3	Alteração da qualidade da água subterrânea
I4	Alteração da qualidade do solo
I5	Redução da disponibilidade de matéria prima e recursos naturais
I6	Danos físicos ao homem
I7	Incomodo para a vizinhança (homem)
I8	Incomodo à fauna
I9	Incomodo à flora
I10	Incomodo à avifauna
I11	Uso de energia
I12	Emissão de energia por ex.: calor, radiação, vibração.
I13	Desperdício
I14	Atributos físicos, por ex.: tamanho, forma, cor, aparência.

Quadro 3 - Lista de impactos ambientais adaptada do Annex A.3.1 da ISO 14001:2004
 Fonte: *INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION* 14001 (2004, p.11)

O *Eco-Management and Audit Scheme – Emas* estabelece que a organização deve ponderar os aspectos ambientais diretos e indiretos de suas atividades. Os diretos são aqueles cujo controle de gestão a organização detém e os indiretos são aqueles cujo controle integral de gestão a organização pode não possuir. (BARBIERI, 2007 p. 174).

O processo de identificação e reconhecimento de aspectos ambientais considerou em sua classificação quanto às condições de operação as situações normal e anormal bem como situações de emergência conforme prescreve a ISO 14001:2004 *Annex A.3.1*.

Adotou-se a seguinte definição na classificação para o presente trabalho:

- a) situações normais - Relativas à rotina operacional, inclusive de manutenção;
- b) situações anormais - Associadas às operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais;
- c) situações de emergência - Associadas às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Para análise e avaliação dos impactos ambientais foram considerados os seguintes pontos: abrangência, severidade, e probabilidade ou frequência de ocorrência.

No que tange a abrangência, segundo MOURA (2008, p.105) os principais problemas ambientais atuais podem ser divididos em três grandes categorias:

- a) problemas globais: são aqueles que afetam toda a humanidade ou cuja amplitude de consequências é suficientemente grande para ser considerada como global;
- b) problemas regionais: afetam uma região geográfica razoavelmente bem definida;
- c) problemas locais: afetam o local ou instalação da organização e suas vizinhanças imediatas.

Quanto à definição de uma escala de severidade, Carvalho (1998, apud HENKELS, 2002, p.77) subdivide a severidade do impacto em três categorias:

- a) baixa: se a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais;
- b) média: se a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais;
- c) alta: se a mudança ambiental causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Em relação à probabilidade ou frequência da ocorrência de um impacto ambiental, Mariano e La Rovere (2006, p.6 apud *ENVIRONMENT AGENCY*, 2005 e *AUSTRALIAN STANDARDS / NEW ZEALAND STANDARDS 4360:2004*, 2004) adotaram os critérios apresentados no Quadro 4 para avaliação de impactos e riscos ambientais.

Frequência	Critérios	Nível
Quase certo	99% de possibilidade de ocorrência durante o tempo de vida do projeto ou ocorreu muitas vezes na historia da indústria, incluindo eventos altamente frequentes ou contínuos.	5
Provável	90% de possibilidade de ocorrência durante o tempo de vida do projeto ou ocorreu muitas vezes em operações similares na indústria e provavelmente vai ocorrer durante a atividade.	4
Possível	50% de possibilidade de ocorrência durante o tempo de vida do projeto ou ocorreu frequentemente na indústria, possivelmente vai ocorrer durante a atividade.	3
Improvável	10% de possibilidade de ocorrência durante o tempo de vida do projeto ou ocorreu muito poucas vezes na indústria, improvável ocorrer durante a atividade.	2
Raro	1% de possibilidade de ocorrência durante o tempo de vida do projeto, apenas em circunstâncias excepcionais OU não ocorreu na indústria e é extremamente improvável que aconteça durante a atividade, ainda que possa ocorrer.	1

Quadro 4 - Critérios para a probabilidade de ocorrência de impactos ambientais
Fonte: Mariano e La Rovere (2006, p.6)

8.3 Classificação dos impactos ambientais

Do ponto de vista da ISO 14001:2004 *Annex A.3.1* as organizações devem determinar quais aspectos são significantes e quais deverão ser tratados com prioridade, recomendando-se que determinem quais são seus aspectos ambientais, levando em consideração as entradas e saídas associadas às suas atividades, produtos e/ou serviços atuais, e passados, se pertinentes.

A norma não indica um método específico para avaliação de impactos ambientais. Para determinação do grau de significância dos aspectos ambientais, a ISO 14004 recomenda que se considere o seguinte:

- a) critérios ambientais como escala, severidade e duração do impacto, ou tipo, tamanho e frequência de um aspecto ambiental;
- b) os requisitos legais aplicáveis, como os limites de emissão e lançamento em autorizações e regulamentos;

- c) as preocupações com as partes interessadas, internas e externas, como as relacionadas aos valores da organização, sua imagem pública, ruído, odor e degradação visual;
- d) os impactos positivos e negativos;
- e) os impactos potenciais e reais;
- f) as partes do meio ambiente que podem ser afetadas, como ar, água, solo, fauna, flora e patrimônio cultural;
- g) as características da localização que podem afetar o impacto, como condições meteorológicas locais, altura do lençol freático e tipo de solo;
- h) a natureza das alterações ambientais, por exemplo, se elas se referem a questões locais ou globais, o potencial de acúmulo de intensidade e o período de ocorrência.

Segundo Barbieri (2007, p.176) os níveis de significância são aplicados na maioria das vezes aos impactos associados aos aspectos. A *ISO* recomenda a determinação de níveis de significância para cada critério com base numa combinação de probabilidade de uma ocorrência e suas consequências, como severidade e intensidade. As escalas de mensuração podem ser qualitativas, por exemplo: baixa, média ou alta frequência de ocorrência do aspecto ou de um dos seus impactos, ou escalas quantitativas com pontuações associadas a sua gradação, por exemplo, valores de 1 a 5, nas quais nos extremos, o valor 1 indique uma frequência muito baixa e 5, muito alta.

8.4 Análise e avaliação dos impactos ambientais

O resultado da análise e avaliação dos impactos ambientais do presente trabalho foi obtido por meio do cálculo da significância que considera os pontos de abrangência, severidade, probabilidade ou frequência da ocorrência de acordo com a seguinte formulação e critério de valores atribuídos no Quadro 5:

$$\text{Significância} = \text{Abrangência} + \text{Severidade} + \text{Probabilidade}$$

Abrangência		Severidade		Probabilidade		Significância (S)	
Descrição	valor	descrição	Valor	descrição	valor	Descrição	valor
Local	1	Baixa	1	Baixa	1	Baixa	≤ 7
Regional	3	Média	3	Média	3	Média	$7 < S < 11$
Global	5	Alta	5	Alta	5	Alta	≥ 11

Quadro 5 - Avaliação da significância dos impactos ambientais

Fonte: Elaborado pelo autor

As faixas de significância adotadas foram definidas considerando-se os resultados possíveis de significância obtidos da combinação dos resultados de avaliação dos critérios de abrangência, severidade, probabilidade.

Os resultados de significância com valores inferiores ou iguais ao valor do primeiro quartil da distribuição dos resultados de significância possíveis foram classificados com grau de significância baixa.

Os resultados de significância com valores superiores ao valor do primeiro quartil e inferiores ao terceiro quartil da distribuição dos resultados de significância possíveis foram classificados com grau de significância média.

E finalmente os resultados de significância com valores iguais ou superiores ao valor do terceiro quartil da distribuição dos resultados de significância possíveis foram classificados com grau de significância alta.

O modelo de lista de controle (*checklist*) básica utilizada para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais na operação de parques eólicos, desenvolvida como ferramenta para este trabalho é apresentada no Quadro 6.

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais

Localização: Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área:

Descrição:

Revisão:

IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANÁLISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
A1		I2						
A2		I4						
A3		I4						
A4		I4						
A5		I4						
A5		I13						
A6		I4						

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 6 - Lista de controle para análise e avaliação de impactos ambientais

Fonte: Elaborado pelo autor

8.5 Aspectos e impactos ambientais na operação de um parque eólico

As tecnologias de geração de energia nos sistemas eólicos são consideradas como das mais limpas, mas como qualquer outro sistema, produz impactos ambientais. A construção e operação de parques eólicos muitas vezes levanta questões de impacto visual, ruído e os efeitos potenciais sobre a ecologia e a fauna locais.

A indústria de energia eólica é considerada como relativamente jovem, e com o desenvolvimento tecnológico hoje alcançado, significativas melhorias foram feitas tanto na implantação de parques eólicos como na concepção dos equipamentos.

Em relação aos problemas sonoros, quando comparado a outros tipos de instalações industriais ou de sistemas de geração de energia, parques eólicos são considerados calmos em relação ao ruído. Normalmente parques eólicos são localizados em zonas rurais, onde a percepção do ruído é ainda menor.

Por conta das grandes dimensões dos aerogeradores, justificada pela necessidade de capturar o vento e trabalhar eficazmente, parques eólicos tornaram-se elementos altamente visíveis na paisagem causando significativo impacto visual.

A percepção em relação a este aspecto pode variar, com opiniões de avaliação bastante subjetivas, desde considerar um aerogerador um impacto negativo como poluição visual, até como um impacto positivo descrevendo-o como elegante ou como representação de um futuro menos poluído.

Quanto aos problemas causados a fauna, de acordo com o *UK's Royal Society for the Protection of Birds* (Nd, apud *GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL*, 2009), a investigação científica recente indica que, logo em meados do presente século, as alterações climáticas poderão levar um terço ou mais de plantas e animais à extinção, incluindo algumas espécies de aves. Comparado a essa ameaça, a evidência disponível sugere que apropriadamente posicionados, parques eólicos não representam um risco significativo para as aves.

8.5.1 Ruído

Talvez um dos impactos ambientais mais discutidos e que causou mais dificuldades na disseminação de sistemas de energia eólica tenha sido o ruído gerado pelo sistema de engrenagens utilizado para multiplicação da velocidade de rotação das pás para o gerador. A vibração provocada por este sistema de transmissão é propagada no interior da nacela, repercutindo por todas as partes do aerogerador.

De acordo com a *Danish Wind Industry Association* atualmente o ruído é considerado um problema menor. É interessante notar que os níveis de emissão sonora para todos os novos desenhos de aerogerador, mais especificamente dos rotores, tendem a se concentrar em torno dos mesmos valores. Isto devido aos desenvolvimentos de rotores mais silenciosos que proporcionaram significativa redução nos níveis de ruído. Normalmente a distância mínima de um aerogerador até uma vizinhança é de cerca de 7 vezes o diâmetro de seu rotor. A Figura 20 exemplifica a representação do ruído produzido por um aerogerador com rotor de 43 metros de diâmetro. Os quadrados na figura possuem como dimensão de aresta o correspondente ao diâmetro do rotor.

A origem do ruído dos aerogeradores pode ser tanto de seus componentes mecânicos como das características aerodinâmicas do rotor. Os níveis de ruído permitidos consideram a distância entre os aerogeradores e as residências mais próximas. A Figura 21 apresenta uma comparação do ruído produzido por um aerogerador moderno com outras fontes de ruído.

No *Guidelines for the Certification of Wind turbines*, 2003, o *Germanischer Lloyd* indica em sua lista de documentos normativos a *IEC 61400-11 Acoustic Noise Measurement Techniques* para avaliação do ruído produzido por aerogeradores em operação.

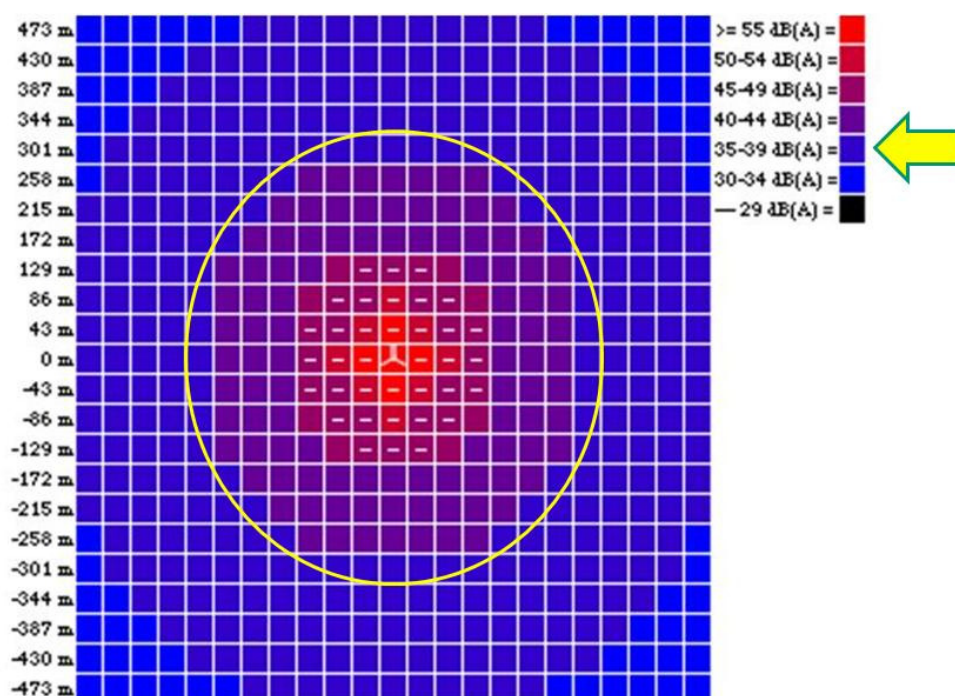


Figura 20 - Planejando a instalação de aerogeradores em relação ao ruído
 Fonte: *Windpower* (1998, traduzido pelo autor)

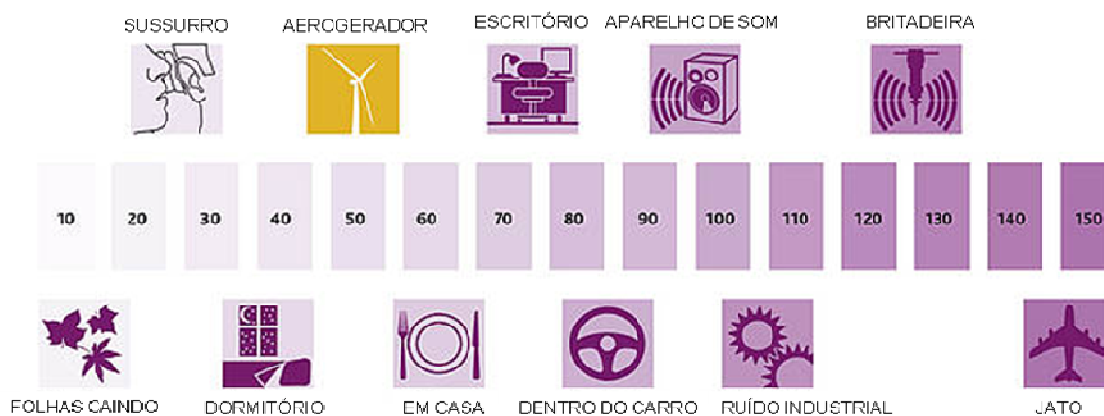


Figura 21 - Aerogeradores em relação ao ruído
 Fonte: *Global Wind Energy Council / American Wind Energy Association* (2009, traduzido pelo autor)

8.5.1.1 Avaliação dos níveis de ruído

O ruído é definido como um som indesejado (QUADROS, 2004, p.21 apud HASSAL; ZAVERI, 1979). Segundo Rogers e Manwell (2002, p.4) se o som é percebido como um ruído depende de fatores tais como amplitude e duração do som.

Na avaliação de ruído é importante distinguir entre duas dimensões da magnitude sonora: nível de potência e nível de pressão. O nível de potência sonora é uma propriedade da fonte sonora e proporciona o total de potência acústica emitida pela fonte. O nível de pressão sonora é propriedade do som relacionado a um dado observador e sua localização, e são medidos por aparelhos que utilizam microfones que convertem variações de pressão em sinais de voltagem que são então registrados em decibéis. (ROGERS; MANWELL, 2002, p.4).

O nível de potência sonora (L_w) de uma fonte medido em decibéis (dB) é dado por:

$$L_w = 10 \log_{10}(P/P_0)$$

onde P é igual à potência sonora da fonte e P_0 a potência sonora de referência (geralmente 10^{-12} Watts).

O nível de pressão sonora (L_p) de um ruído medido em decibéis (dB) é dado por:

$$L_p = 20 \log_{10}(p/p_0)$$

onde p é igual à potência sonora efetiva e p_0 é a raiz média quadrática de sua amplitude (geralmente $20 \cdot 10^{-5}$ Pa).

A Figura 22 mostra que o limiar da dor para o ouvido humano está localizado por volta de 200 Pa o que em valores para o nível de pressão sonora representa 140 dB.

Para reprodução da sensibilidade do ouvido humano em relação aos vários níveis de frequência uma de ponderação foi definida com níveis sonoros de larga

amplitude. Medidores de níveis sonoros são geralmente equipados com filtros que proporcionam menos importância para as baixas frequências. As curvas de ponderação representam uma inversão da curva de mesma audibilidade, e assim permitem uma avaliação das baixas frequências e das frequências muito altas, as quais não são percebidas com a mesma sensibilidade que as frequências entre 500 e 4000 Hz. As curvas de ponderação são apresentadas na Figura 23.

Segundo Quadros (2004, p.21) o uso de diversas curvas de ponderação mostrou-se pouco prático, e assim, em 1967, decidiu-se pelo uso genérico de ponderação "A". A curva de ponderação "A" é utilizada por normas técnicas no mundo todo. Os limites de emissão sonora visando do conforto acústico e acústica ambiental são expressos em dbA.

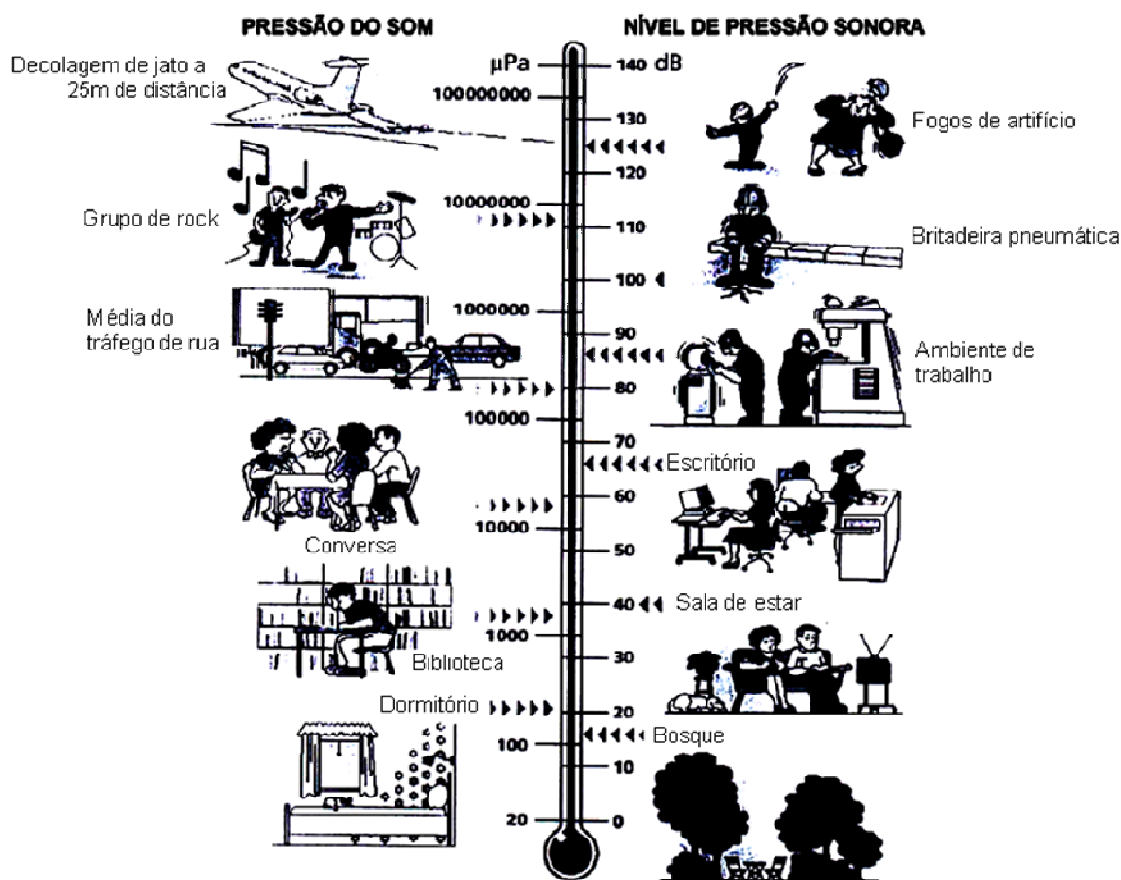


Figura 22 – Exemplos de níveis de pressão sonora
 Fonte: *Bruel and Kjaer Instruments* (apud ROGERS; MANWELL, 2009, traduzido pelo autor)

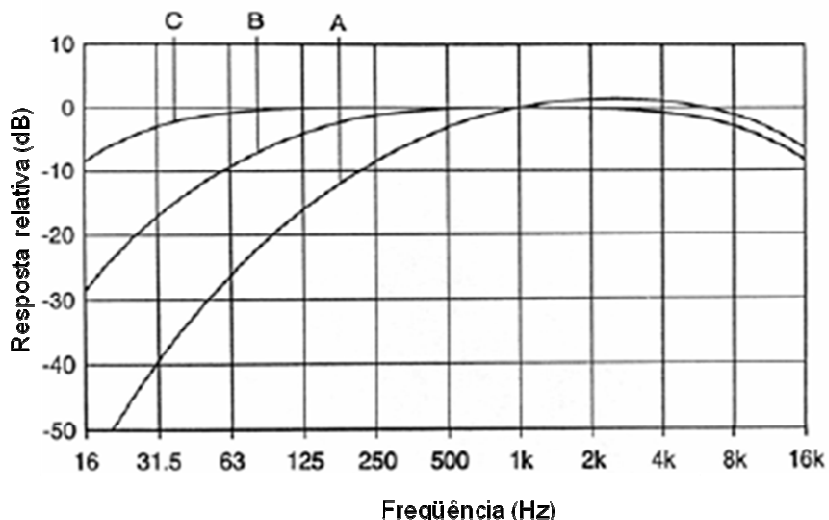


Figura 23 - Escalas de ponderação de frequência A, B e C
 Fonte: Veranek e Ver (1992 apud ROGERS; MANWELL, 2002)

A norma *IEC 61400-11, 2002, Wind turbine generator systems - part 11: Acoustic noise measurement techniques* descreve o método para identificação dos níveis de potência sonora para escalas de ponderação “A”, espectros, e tonalidade para velocidades de vento de 6 a 10 m/s de um único aerogerador. As medições são feitas em posições próximas ao aerogerador de maneira a minimizar a influência do relevo, condições atmosféricas ou ruído induzido pelo vento. Em consideração às dimensões do aerogerador, uma distância de referência R_0 é assim definida:

$$R_0 = H + D/2$$

Onde

H é a distância vertical do solo até o centro do rotor do aerogerador

D é o diâmetro do rotor do aerogerador

Estas medições são tomadas com um microfone posicionado em uma placa sobre o solo para reduzir o ruído gerado pelo vento e minimizar a influência de diferentes tipos de solo. Características do ambiente físico nas proximidades do aerogerador como topografia do terreno e de sua superfície (tais como gramado, areia, arbustos, árvores, água) podem influenciar nos resultados. A norma *IEC 61400-11, 2002*, dá a disposição de que os níveis de pressão sonora opcionalmente

podem ser medidos em três diferentes posições ao redor do aerogerador definidas em função de R_0 conforme mostra a Figura 24. Medições de níveis de pressão sonora e velocidades de vento são feitas simultaneamente em curtos períodos de tempo considerando-se uma larga amplitude de velocidades de vento. Os níveis sonoros em velocidades de vento padronizadas de 6, 7, 8, 9, e 10 m/s são determinados e usados para calcular a potência sonora ponderada "A".

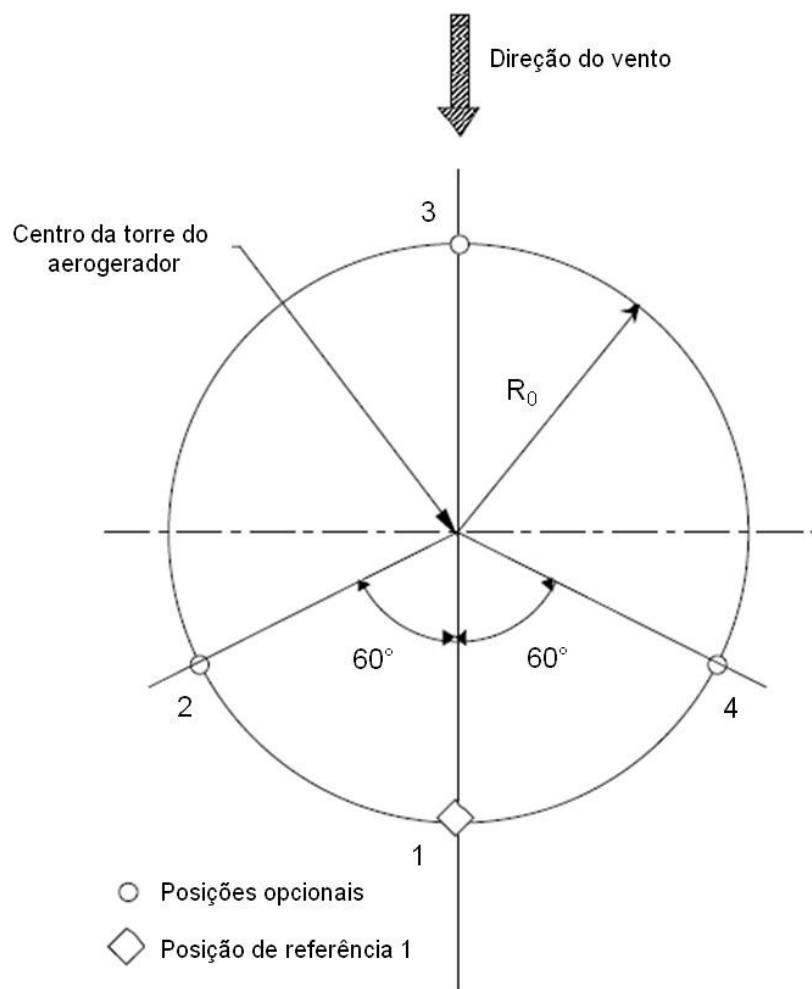


Figura 24 - Posicionamento de microfone para medições de ruído em aerogeradores

Fonte: *INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION 61400-11* (2002, traduzido pelo autor)

Um exemplo de ruído produzido por um único aerogerador moderno é apresentado na Figura 25. Neste caso um aerogerador com uma torre de 50 m de altura. (ROGERS; MANWELL, 2002, p. 12).

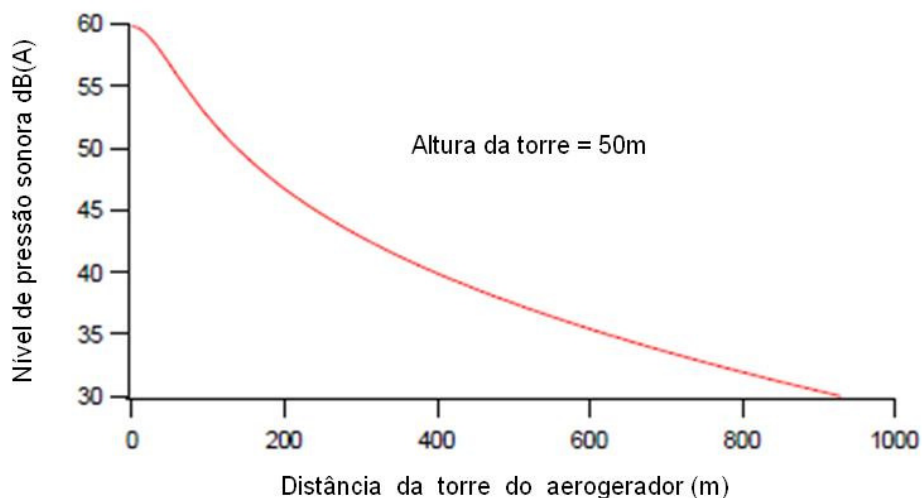


Figura 25 - Ruído provocado durante operação de aerogerador
Fonte: Rogers; Manwell (2002, traduzido pelo autor)

Como a Figura 25 mostra, à 200m de distância o aerogerador emite um ruído menor do que 50 dBA, o que é equivalente ao ruído num ambiente de um escritório.

8.5.2 Impacto visual e aceitação pública

A percepção provocada por um parque eólico é altamente subjetiva. Muitas pessoas olham a turbina eólica como um símbolo de uma fonte de energia limpa bem-vinda, outras reagem negativamente devido às suas grandes dimensões impactando a paisagem.

Maiores esclarecimentos sobre os efeitos positivos da energia eólica em relação ao meio ambiente podem fazer com que os índices de aceitação das populações quanto aos impactos na paisagem melhorem consideravelmente.

A investigação recente sobre a forma como os projetos eólicos interagem com a comunidade local, questiona a tradicional explicação da rejeição para projetos tecnológicos, baseados no conceito *NIMBY*, sigla para *Not In My Back Yard* (não em meu quintal). O conceito do *NIMBY* é baseado na ideia de que o apoio público para as fontes renováveis de energia é geralmente elevado, porém quando se propõe a construir um empreendimento em uma área específica, esse apoio parece desaparecer. De acordo com Warren et al (2005, apud BURTON; HUBACEK, 2007, p.17) também foram verificadas situações inversas ao conceito “*NIMBY*” onde pessoas vivendo mais proximamente da tecnologia foram a favor da mesma.

Segundo o *WindFacts*, um projeto europeu financiado pelo *Intelligent Energy - Europe Programme of the Executive Agency for Competitiveness and Innovation*, a energia eólica é tradicionalmente ligada a um apoio público muito forte e estável. As mais recentes evidências empíricas sobre a opinião pública em relação à energia eólica na União Europeia apoiam plenamente uma percepção favorável desta fonte de energia entre os cidadãos europeus. Além disto, a experiência na implementação de projetos eólicos mostra que a aceitação social é crucial para o êxito do desenvolvimento de projetos específicos de energia eólica. Assim, devemos olhar para as principais singularidades da aceitação social da energia eólica, em comparação com a aceitação social de outras tecnologias energéticas. Entre as pesquisas realizadas que permitem a comparação de nível de apoio em diferentes países está o *Eurobarometer Standard Survey (EB)* que acontece duas vezes por ano e abrange a população da União Europeia na faixa acima de 15 anos. Durante os 30 anos que estes estudos têm sido realizados, têm-se revelado uma importante fonte de informação para a tomada de decisões políticas da União Europeia sobre uma ampla gama de direitos econômicos, sociais, ambientais e outras questões de importância para os cidadãos. Dados recentes sobre a opinião pública confirmam o panorama geral fortemente positivo para as energias renováveis em geral, e para a energia eólica em particular como mostra a Figura 26, com 71 por cento dos cidadãos da União Europeia firmemente em favor da utilização da energia eólica nos seus países.

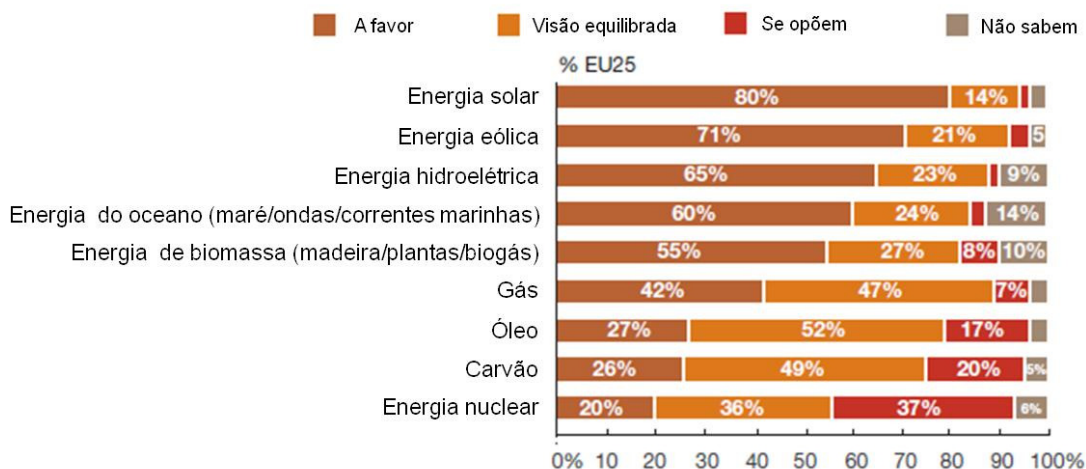


Figura 26 - Atitude geral em relação a fontes de energia na Comunidade Europeia
 Fonte: *Eurobarometer* (2006, traduzido pelo autor)

8.5.2.1 Avaliação objetiva do impacto estético na paisagem

Uma das principais críticas às construções de parques eólicos é direcionada a pouca integração dos aerogeradores com a paisagem. Atualmente os aerogeradores superam facilmente a altura de 120m e com uma aparência nada natural os aerogeradores são criticados pela sua estética.

Como forma de obter avaliações menos subjetivas que podem levar a definições equivocadas quanto aos impactos visuais causados na implantação de um parque eólico, alguns estudos têm sido desenvolvidos como forma de avaliar este impacto de maneira mais objetiva.

Segundo Sibille et al (2007, p. 3) a paisagem, tida como um dos mais importantes recursos naturais tanto do ponto de vista naturalista como socioeconômico, deve ser considerada em termos de três domínios: ambiental, econômico e humano-social. A Figura 27 apresenta os três domínios indicando a valoração estética da paisagem pertencendo ao domínio humano-social e posteriormente a valoração estética que é a resposta para um impacto estético, o qual é composto de partes objetivas e subjetivas.



Figura 27 – Paisagem e o impacto estético
 Fonte: Sibille et al. (2007, traduzido pelo autor)

Sibille et al. (2007, p. 5) afirmam que uma maneira de quantificar objetivamente o impacto visual é por meio da definição de indicadores. Com base na literatura, é sugerido que variáveis que afetam o impacto visual de parques eólicos são a visibilidade do parque eólico, a cor, a fractabilidade e a continuidade dos aerogeradores. Cada uma destas variáveis afeta diferentemente o impacto estético e a composição de um indicador de impacto estético objetivo de parques eólicos como definido em inglês: *Objective Aesthetic Impact of Wind Farms – OAI_{WF}*. Desta forma estas variáveis são assim denominadas:

- a) indicador para o impacto estético objetivo devido à visibilidade (I_v);
- b) indicador para o impacto estético objetivo devido à cor (I_{cl});
- c) indicador para o impacto estético objetivo devido às mudanças nas dimensões fractais (I_f);
- d) indicador para o impacto estético objetivo devido à continuidade (I_{ct}).

O conceito de visibilidade refere-se ao grau pelo qual é possível de se ver dentro de um determinado território, através de um determinado meio. A introdução de um aerogerador na paisagem diminuiria a área visível neste caso.

A cor é definida por três parâmetros, denominados matiz, saturação e brilho. Diferenças nestes parâmetros podem gerar contrastes na cor e afetar o impacto estético na paisagem.

O termo fractal é derivado do Latin “*fractus*”, e é usado para descrever formas fraturadas que possuem padrões de repetição quando vistas em ampliações. (HAGERHALL; PURCELL; TAYLOR, 2004 p.1).

A fractalidade é quantificada pela dimensão fractal “D”, que pode ser definida como uma medida do grau em que uma estrutura superior à sua dimensão de base para preencher a próxima dimensão. Estruturas feitas pelo homem, tais como aerogeradores posicionados em paisagens gerarão um impacto I_f que pode ser representado por contrastes em valores fractais.

A Figura 28 apresenta um exemplo de fractal da natureza.



Figura 28 – Fractal da natureza
Fonte: *WebEcoist* (2008)

A continuidade refere-se à silhueta que envolve um grupo de objetos e é medida em termos de quantidade de repetições de padrões na silhueta. A continuidade depende da disposição dos aerogeradores e da linha que define a topografia da área do parque eólico.

Desta maneira o indicador OAI_{WF} é derivado de uma combinação matemática de I_v , I_{cl} , I_f e I_{ct} , consideradas na seguinte fórmula:

$$OAI_{WF} = \beta^* \cdot (0,64 \cdot I_v + 0,19 \cdot I_{cl}) + 0,09 \cdot I_f + 0,08 \cdot I_{ct}$$

Esta fórmula tem um formato de uma soma ponderada, onde são definidos pesos analisados por meio de processo de hierarquia analítica (*Analytic hierarchy process - AHP*). A ponderação foi definida por especialistas em *Delphi*. O programa *Expert Choice 2000* foi utilizado para o cálculo das ponderações. Maior importância foi atribuída à visibilidade, o qual foi considerado mais de três vezes mais importante do que o segundo atributo, cor. Para os fractais e continuidade foram definidos com valores menores, mas ainda assim significantes. O clima influencia diretamente os indicadores de cor e visibilidade que dependem das condições atmosféricas da área entre o objeto e o observador. A neblina, por exemplo, pode reduzir radicalmente a visibilidade da área de um aerogerador, bem como a reflexão de sua cor como mostra a Figura 29.

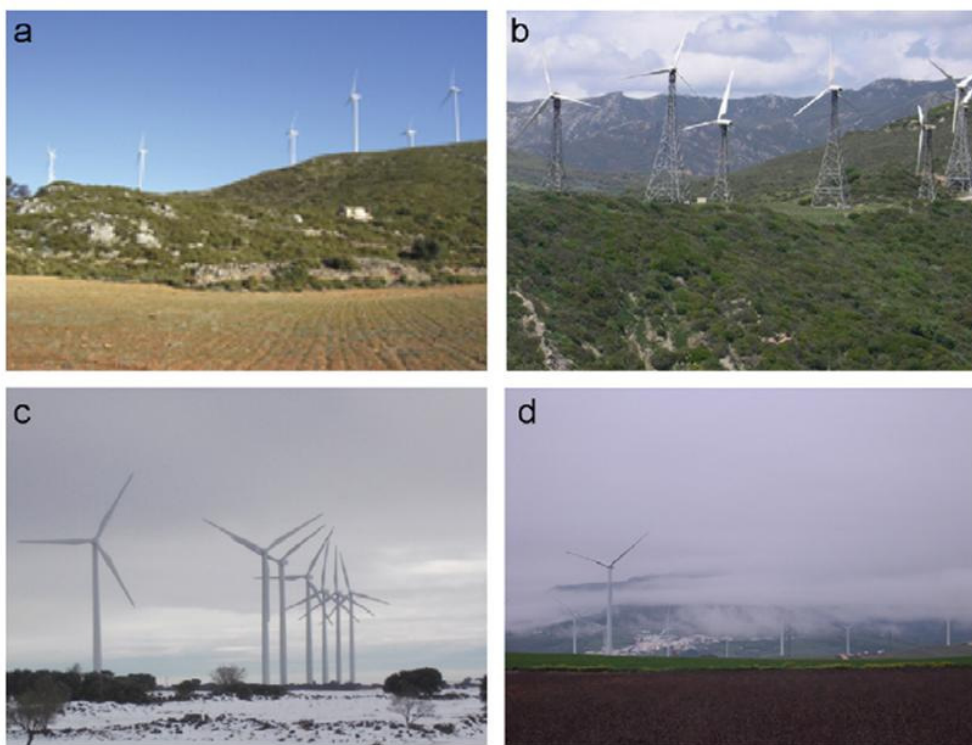


Figura 29 - Parques eólicos em dias claros (a), nebulosos (b), nevados (c) e enevoados (d)

Fonte: Sibille et al. (2007)

O coeficiente de climatologia (β^*) refere-se a uma medição da média das condições atmosféricas da região em questão. Valores foram adotados para diferentes tipos de climatologia conforme mostra a Tabela 6. Em dias mais claros, quanto mais facilmente o parque eólico pode ser visto maior o impacto, do contrário foi considerado que dias nebulosos escondem a visão do parque e podem reduzir consideravelmente o impacto visual. A partir destas informações quatro tipos de condições de tempo foram identificados e denominados como dias nebulosos, dias de precipitação moderada (por exemplo: chuva ou neve), dias claros nublados, e conseqüentemente, o coeficiente de climatologia (β^*) é calculado por meio da seguinte formula:

$$\beta^* = \sum_{i=1}^n P_i (\beta^* = X_i) \cdot X_i,$$

Onde X_i é o valor atribuído para a climatologia e P_i é a probabilidade de uma condição de climatologia i ocorrer em um dado dia durante o ano, ou seja, o número de dias durante o ano dividido por 365.

Tabela 6 – Valores de climatologia

Climatologia i	Valores de Climatologia X_i
Dia claro	1
Outros	0,75
Precipitações	0,5
Fog (neblina)	0,25

Fonte: Sibille et al. (2007, traduzido pelo autor)

Os mecanismos para medição objetiva do impacto estético de aerogeradores na paisagem ainda são muito recentes para se obter uma validação deste sistema de medição, o que leva à direção de ampliar a representatividade dos dados de forma a proporcionar parâmetros de comparação com diversos parques eólicos. As análises dos dados sugerem que a visibilidade, a cor, fractalidade e continuidade são medidas objetivas de alguma representatividade, mas na avaliação do impacto de aerogeradores na paisagem existe ainda a necessidade de incorporar aspectos

de impacto estético subjetivos como forma de desenvolver um indicador geral para medir o impacto estético de parques eólicos.

8.5.3 Fauna e flora

Morrison e Sinclair (2005, p.9) destacam que em situações específicas, desenvolvimentos em energia eólica causam impactos ambientais incluindo impactos sobre habitat e aos movimentos dos animais, poluição sonora, impactos visuais, preocupações biológicas em aves e morcegos vítimas de colisões com os rotores dos aerogeradores. De todos os potenciais impactos ambientais, as preocupações biológicas em relação às aves e morcegos têm sido discutidas e estudadas com bastante frequência.

De acordo com orientação do *Guide de L'Étude D'Impact Sur L'Environnement Des Parcs Éoliens* (2004) para a fauna, como para qualquer estudo de impacto, devem-se identificar os grupos de estudo em função do risco potencial que descreve o projeto e dedicar uma atenção particular para as espécies protegidas. O caminho inclui duas etapas que compreendem as atividades de:

- a) identificar, quantificar e priorizar espécies;
- b) e elaborar um estudo mais aprofundado de certas espécies, dependendo do ambiente encontrado.

O guia ainda enfatiza que, para projetos eólicos, pesquisas e análises devem ser apropriadas para caracterizar a área de estudo em geral em relação às aves, animais selvagens para que os maiores impactos potenciais tenham sido identificados. A análise do terreno deve ser distribuída ao longo do tempo de maneira a compreender o comportamento das aves em relação aos locais de abrigo e passagens migratórias. No grupo dos mamíferos, estudos recentes mostram que os morcegos apresentam uma sensibilidade em relação aos projetos eólicos. Se um ambiente aquático é incluído na área de um parque eólico, informações sobre as espécies locais são necessárias. O mesmo se aplica para outros ambientes, tais como florestas que podem acomodar espécies protegidas, ou a presença de plantas hospedeiras de espécies protegidas.

Em relação à flora o mesmo guia citado anteriormente orienta que uma análise do estado inicial deve ser feita em dois níveis:

- a) em primeiro lugar a maneira de funcionamento ecológico do local: o papel de cada espécie, as interações entre as espécies, a importância de cada população em relação à população local, regional, nacional ou continental;
- b) um segundo aspecto leva em conta espécies e ambientes protegidos nos níveis: departamental, regional, nacional, continental ou global.

O guia destaca ainda que para a flora é necessário estabelecer uma lista de plantas identificadas no inventário da área de estudo. Para cada uma delas, é necessário esclarecer se existe um estatuto de proteção e de ameaça nos níveis departamental, regional, nacional, continental e / ou global. As épocas de proteção às espécies vegetais e / ou forte interesse patrimonial devem ser localizados precisamente. Os resultados obtidos poderão servir como uma base para comparação com a flora inventariada após a implantação do parque eólico.

A construção e instalação de um projeto eólico pode causar a perda permanente de parte da vegetação e temporária de outra parte. A maior parte degradada durante a etapa de instalação pode ser recuperada. Ainda assim não seriam causados na vegetação impactos diretos, indiretos ou cumulativos significantes.

8.5.4 Avifauna

Em *Altamont Pass* na *California (USA)* cerca de 90 km a leste de *San Francisco*, onde está localizada a maior instalação de energia eólica no mundo, o risco da fauna em termos de fatalidades causadas pelos aerogeradores é relatado do seguinte modo: a mortalidade das aves é de 0,05 óbitos por aerogerador por ano (DIDONATO; HOWELL, 1991 apud KIKUCHI, 2007, p.47). Considerando esse dado, os impactos causados pelo sistema de geração de energia eólica podem ser considerados mínimos. A Tabela 7 mostra a média da taxa de mortalidade por colisão em alguns parques eólicos na Europa.

Tabela 7 – Taxa de mortalidade média por colisão em alguns parques eólicos na Europa

País	Local	Número de aerogeradores	Vítimas por aerogerador/ano	Período de estudo (anos)
Bélgica	Schelle	3	18	1
	Oostdam	23	24	2
	Boudewijinkan	14	35	1
Espanha	Salajones	33	35	1
	Izco	75	26	1
	Alaiz	75	4	1
	Guerinda	145	8	1
	El Perdon	40	64	1
Reino Unido	Blyth	9	1,34	2
	Zeeland	5	2-7	1
Holanda	Ooasterbierum	18	22-33	1
	Urk	25	15-18	1

Fonte: Kikuchi (2007, traduzido pelo autor)

De acordo com o *BirdLife International* (2005) a literatura indica que os principais efeitos potencialmente prejudiciais de parques eólicos sobre as aves são:

- a) colisão com as pás do rotor em movimento dos aerogeradores, com a torre do aerogerador ou com a infraestrutura associada aos equipamentos como as linhas de transmissão;
- b) deslocamento das populações das cercanias ou total exclusão da população da área do parque eólico. Reduzida produtividade dos reprodutores ou sobrevivência reduzida podem ocorrer se as aves são deslocadas de seu ambiente preferido e são incapazes de encontrar alternativas adequadas. Perturbação pode ser causada pela presença dos aerogeradores, e veículos de manutenção bem como durante a construção de parques eólicos;
- c) obstáculos ao movimento perturbando ligações ecológicas entre alimentação, invernada, pecuária, levando ao aumento do esforço das aves. Os grandes parques eólicos, ou o efeito cumulativo de vários parques eólicos, são as principais preocupações;
- d) alteração ou perda do meio ambiente devido aos aerogeradores e infraestrutura associada.

Em comparação com outras causas de mortalidade entre pássaros o efeito de instalações de energia eólica é considerado pelo *Wind directions* (2006, p.32) como

relativamente menor como mostra a Figura 30. Como regra geral os pássaros percebem que novas estruturas surgem em suas áreas e aprendem a evitá-las, e continuam a habitar a mesma região. Problemas são mais prováveis de acontecer quando os parques eólicos são situados em suas rotas migratórias.



Figura 30 – Causas de fatalidade com pássaros
Fonte: Ericson et al. (2002, traduzido pelo autor)

O *Wind directions* destaca ainda que tal como pássaros, morcegos estão ameaçados por inúmeras atividades humanas, como a intoxicação por agrotóxicos, a colisão com estruturas e a perda de ambiente natural. Apesar da publicidade dada às mortes de morcegos em torno de parques eólicos, principalmente nos Estados Unidos, estudos têm mostrado que as turbinas eólicas não representam uma ameaça significativa para as populações de morcegos. A revisão dos dados disponíveis concluiu que a mortalidade de morcegos devido à colisão durante o período de acasalamento é praticamente inexistente, não obstante o fato de grande número de espécies de morcegos foi documentado em estreita proximidade com plantas eólicas. Estes dados sugerem ainda que plantas eólicas não impactam atualmente populações reprodutoras residentes nos parques estudados nos EUA.

8.5.5 Descargas atmosféricas

De acordo com o *International Electrotechnical Commission Technical Report 61400 - 24* (2002, p.07) durante os últimos anos, os danos aos aerogeradores devido a descargas atmosféricas têm sido reconhecidos como um problema crescente. O aumento do número e altura dos aerogeradores instalados resultaram em uma incidência de danos maior do que o previsto com os custos de reparação além dos níveis aceitáveis. A influência das falhas devido a este tipo de problema na confiabilidade operacional torna-se uma preocupação quanto à capacidade individual de aerogeradores e aumenta em aerogeradores em instalações do tipo *offshore*.

Ao contrário de outras instalações elétricas, tais como linhas de transmissão, subestações e usinas, onde os condutores de proteção podem ser organizados em torno ou acima da instalação em questão, aerogeradores levantam um problema de proteção diferente devido às suas dimensões físicas e natureza.

Os aerogeradores geralmente têm um rotor com duas ou três pás com um diâmetro de até 100 m ou mais instalados a até 100 m acima do solo. Além do uso frequente de materiais compostos e isolantes, como plástico reforçado com fibra de vidro. O sistema de proteção tem que ser totalmente integrado entre as diferentes partes do aerogerador para garantir que todas as partes susceptíveis de serem atingidas por raios e relâmpagos sejam capazes de suportar o impacto e a corrente possa ser conduzida com segurança a partir do ponto de ataque até o chão sem prejuízos inaceitáveis ou distúrbios aos sistemas.

Sistemas de proteção de aerogeradores modernos apresentam problemas que não são normalmente encontrados em outras estruturas. Estes problemas são resultados dos seguintes fatores:

- a) aerogeradores são estruturas de até 150 metros de altura ou até mais;
- b) aerogeradores são instalados frequentemente em regiões suscetíveis de descargas atmosféricas;

- c) os componentes mais expostos a este tipo de problema como as pás e a nacela são fabricados com materiais compostos incapazes de sustentar um ataque direto ou de conduzir a corrente de uma descarga atmosférica;
- d) a nacela com menos frequência, mas as pás estão em constante movimento de rotação;
- e) a corrente proveniente de uma descarga atmosférica deve ser conduzida por meio da estrutura do aerogerador para o solo, sendo que partes significativas da corrente vão passar por ou perto de praticamente todos os componentes do aerogerador;
- f) aerogeradores em parques eólicos são eletricamente interligados e muitas vezes colocados em locais com precárias condições de aterramento.

8.5.5.1 Descargas atmosféricas: Riscos e probabilidades

Diretrizes específicas e recomendações pertinentes à avaliação dos riscos de danos devido às descargas atmosféricas e mitigação em aerogeradores foram apresentadas por vários comitês técnicos internacionais tais como o *IEC - International Electrotechnical Commission* ou *IEA - International Energy Agency* por meio das seguintes normas:

- a) *IEC TR 61400-24, 2002/07, Wind turbine generator systems, part 24: Lightning protection;*
- b) *IEA: Recommended practices for wind turbine testing and evaluation, 9. Lightning Protection for Wind Turbine Installations;*
- c) *IEC 61024 -1-1, 1993/09, Protection of structures against lightning, Selection of protection levels for lightning protection systems;*
- d) *IEC TR 61622, 1995/04, Assessment of the risk of damage due to lightning;*
- e) *VDE V 0185 2, 2000/11, Blitzschutz, Risiko-management; Abschätzung des Schadensrisikos für bauliche Anlagen.*

Conforme o *International Electrotechnical Commission Technical Report 61400-24* (2002, p.21) dados de aerogeradores são mantidos em vários países europeus e

abrangem mais de 4.000 turbinas eólicas. Os dados brutos em geral são tomados sob a forma de relatórios mensais de proprietários de aerogeradores e operadores sobre uma base voluntária, ou como um requisito específico no país. Resumos destas estatísticas são então elaborados com bases mensais ou anuais. Estatísticas de falhas ou danos causados por descargas atmosféricas são compiladas a partir dessas bases de dados para ajudar a identificar os riscos envolvidos, bem como para ajudar fabricantes e os proprietários de aerogeradores na avaliação e especificação de sistemas de proteção. Os eventos são registrados nas bases de dados como defeitos em aerogeradores causados direta ou indiretamente por uma descarga elétrica devido às precipitações atmosféricas, de acordo com o julgamento da pessoa que está reportando. Um resumo destas falhas é apresentado no Quadro 6 para a Alemanha, Dinamarca e Suécia. Os eventos causaram falhas que variam de 3,9 a 8 eventos para cada 100 aerogeradores por ano.

País	Período	Unidades	Cap.(MW)	Eventos/ ano	Falhas	Falhas/100unid. /ano
Alemanha	1991-98	1498	352	9204	738	8,0
Dinamarca	1990-98	2839	698	22000	851	3,9
Suécia	1992-98	428	178	1487	86	5,8

Quadro 7 - Frequência de danos devido às descargas atmosféricas

Fonte: *International Electrotechnical Commission Technical Report 61400-24* (2002, traduzido pelo autor)

Estes números são, obviamente, sujeitos a uma grande quantidade de variáveis, incluindo atividade local em relação a atividades atmosféricas, altura total do aerogerador, proteção (eventos ocorridos em aerogeradores bem protegidos não aparecem na base de dados se nenhum dano lhe está associado) e terreno local. Os efeitos de riscos regionais e terreno local para a Alemanha são mostrados no Quadro 7.

Categoria do local	Unidades	Cap. (MW)	Eventos/ano	Falhas	Falhas/100 unid./ano	Descarga direta	Descarga indireta
Costa	616	178	4018	223	5,6	33,6%	65,9%
Planícies	519	88	3213	239	7,4	23,4%	76,6%
Montanhas	363	86	1973	277	14,0	30,3%	69,3%
Total	1498	352	9204	739	8,0	29,1%	70,6%

Quadro 8 - Efeito regional de danos devido às descargas atmosféricas na Alemanha
 Fonte: *International Electrotechnical Commission Technical Report 61400-24* (2002, traduzido pelo autor)

Claramente, aerogeradores instalados em regiões montanhosas têm um risco maior de serem atingidos por descargas atmosféricas (14 falhas para cada 100 aerogeradores/ano) comparativamente com aerogeradores instalados em regiões costeiras.

8.5.5.2 Sistemas de proteção

De acordo com o *Guidelines for the Certification of Wind turbines* (GERMANISCHER LLOYD, 2003) medidas de proteção contra descargas elétricas provenientes de precipitações atmosféricas devem ser estabelecidas de acordo com os requisitos nacionais, relatórios e especificações técnicas. Entretanto uma vez que os problemas com aerogeradores não são especialmente mencionados em grande parte das normas, ainda assim elas devem ser aplicadas com as necessárias adaptações. Medidas de proteção são executadas de acordo com a *EMC* (*Electromagnetic compatibility*) / conceito de zona de proteção (*Lightning Protection Zone - LPZ*). Isto significa que após a determinação do nível de proteção todo aerogerador tem de ser subdividido em zonas de defesa, o que implica nos requisitos correspondentes. Por meio da aplicação das normas os níveis de proteção podem ser determinados e conseqüentemente o equipamento de proteção necessário para a estrutura. Os seguintes níveis de proteção mínima são exigidos:

- a) aerogerador com altura do *hub* de até 60 m: proteção nível III / IV;
- b) aerogerador com altura do *hub* de mais de 60 m: proteção nível II

Uma zona de proteção tem a tarefa de reduzir o campo eletromagnético e as perturbações conduzidas à emissão de estipulados valores. Os requisitos para a

transição para uma zona de proteção dependem da imunidade ao ruído do equipamento instalado na maior zona. A transição para o equipamento a ser protegido pode ser implementada por uma única zona junção ou, em alternativa, também por duas bifurcações conforme mostra a Figura 31.

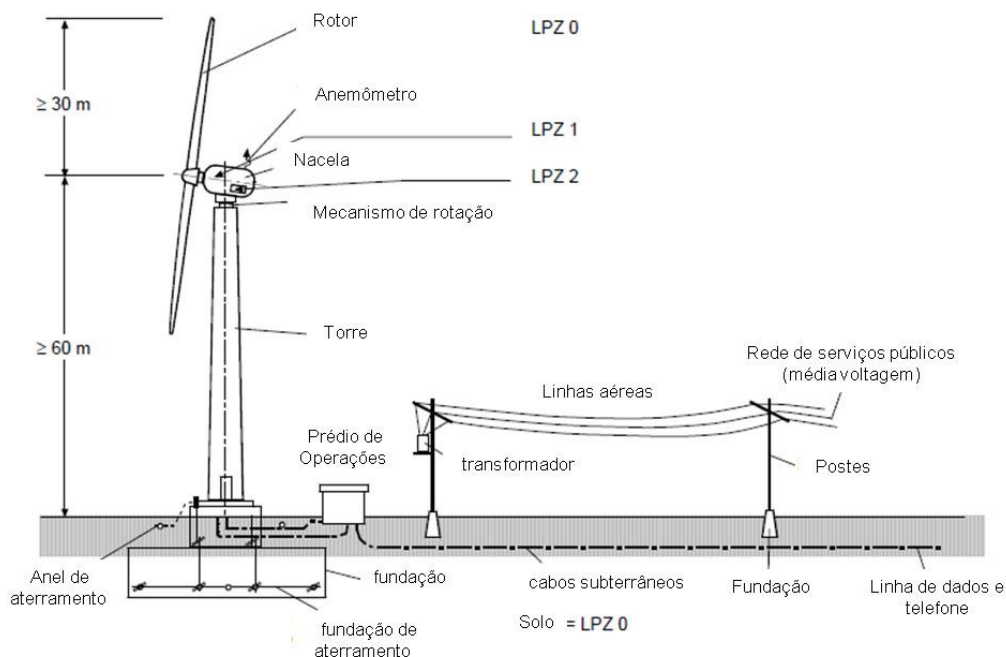


Figura 31 - Diagrama esquemático de um aerogerador e suas zonas de proteção
Fonte: *Germanischer Lloyd* (2003, traduzido pelo autor)

8.5.6 Uso da terra

De acordo com a *Awea* um projeto de energia eólica pode provocar o uso da terra intensivamente, mas de forma bastante peculiar. A “extração do combustível” e a geração de eletricidade acontecem no mesmo local, ano após ano. Projetos eólicos ocupam espaços da ordem de 28-83 acres que corresponde a aproximadamente 0,113 - 0,336 km² por megawatt dependendo do local, mas só 2-5% da área do projeto é necessária para as fundações do aerogerador, estradas ou

outras infraestruturas. A fragmentação do habitat pode ocorrer em projetos em áreas relativamente intactas devido à remoção de árvores e vegetação em torno dos aerogeradores, e sua presença pode ser prejudicial para algumas espécies ou animais. A indústria de energia eólica faz parcerias com grupos de conservação e agências governamentais a fim de evitar, minimizar e mitigar esses impactos sempre que possível.

Geralmente a maior parte da área em que um parque eólico é construído fica fisicamente disponível para uso como será mostrado no estudo de caso a seguir.

9 ESTUDO DE CASO: *Parc de Chapelle-Vallon* - França

Chapelle Vallon é uma comuna francesa localizada na região administrativa de *Champagne-Ardenne*, no departamento de *Aube*, conforme mostram os mapas das Figuras 32 e 33, e está a aproximadamente 200km da capital *Paris*.

Nesta localidade, fazendo parte do circuito de energias renováveis da região de *Aube*, encontra-se o *Parc de Chapelle Vallon*, um parque eólico dividido em duas áreas conhecidas como *Val d'Eole* e *Chapelle d'Eole*. Cada instalação é composta de 6 aerogeradores de 2MW, somando uma potência nominal instalada de 24 MW, que proporciona uma produção anual estimada em 49 GWh.



Figura 32 – Localização de *Chapelle Vallon* na França
Fonte: *Wikipédia* (2009)

Este recurso pode suprir a necessidade de uma população de aproximadamente 19600 habitantes considerando-se o consumo doméstico inclusive o consumo com aquecimento.

A área denominada *Chapelle d'Eole* entrou em operação em fevereiro de 2006 e a área denominada *Val d'Eole* logo a seguir em março de 2006.

Todos os cabos partem dos aerogeradores até a rede de distribuição de forma subterrânea, e finalmente a eletricidade é disponibilizada aos consumidores, após transformação para 220 – 380 volts.



Figura 33 - Localização de *Chapelle Vallon*
Fonte : *Parc de Chapelle Vallon* (2009)

Nesta região, o maior aproveitamento do parque tem origem nos ventos de sudoeste, causados por uma depressão sobre o Atlântico e um anticiclone ao sul da França. De acordo com a *Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie – Ademe* (2001), como mostra a Figura 34, o potencial eólico nesta região apresenta uma predominância de ventos com velocidades de 5 a 5,5 m/s. Estes dados foram obtidos por meio de estimativas de medições a uma altura de 50 m.

Cabe aqui comentar que na implantação de um projeto eólico, deve-se considerar a velocidade mínima do vento necessária, como primeira abordagem ao desenvolvimento de projetos eólicos em condições técnicas e econômicas razoáveis. A rentabilidade de um parque eólico depende de diversos parâmetros

como a capacidade instalada, diâmetro e altura do rotor dos aerogeradores, condições de acesso e distância para a distribuição, o potencial de produção, tarifas de distribuição e outros parâmetros relativos à velocidade do vento que não serão abordados neste trabalho.

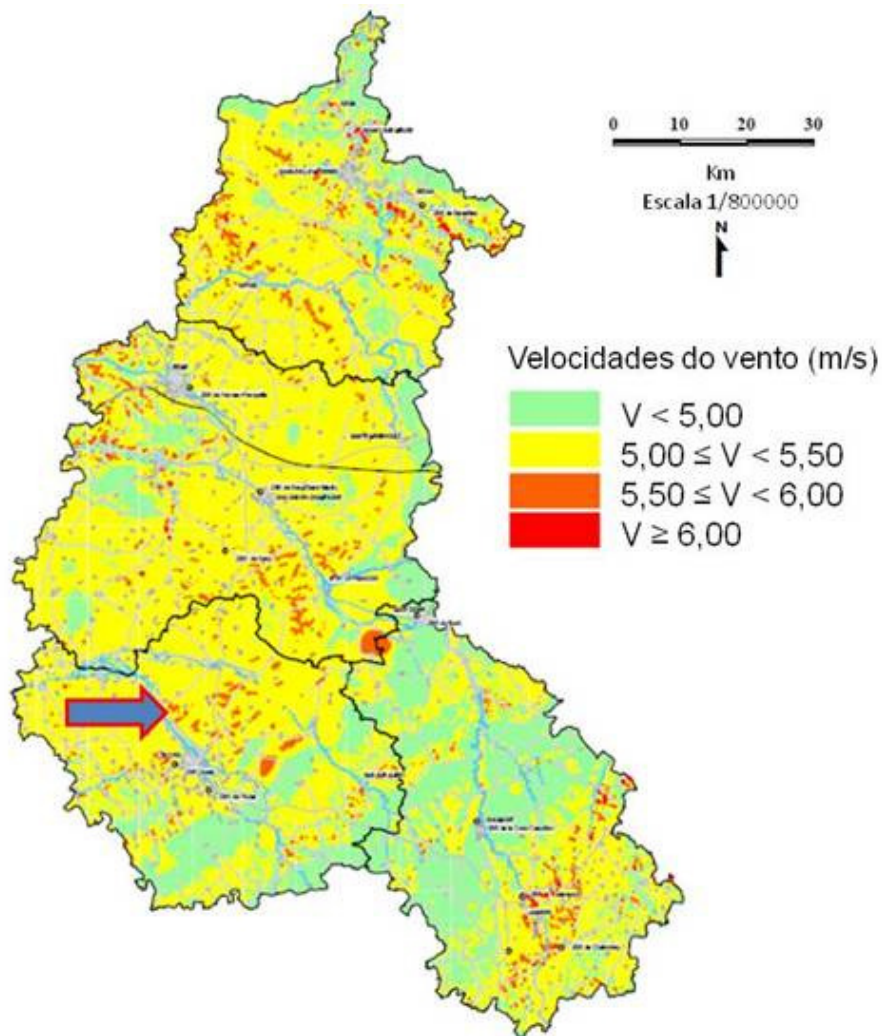


Figura 34 - Velocidades de vento em *Champagne-Ardenne*
Fonte: *Agence de L'Environnement et De la Maîtrise De L'Energie* (2001, traduzido pelo autor)

De acordo com a administração do parque, apesar do custo, algo em torno de 2 milhões de euros por aerogerador, a energia eólica é competitiva porque a energia produzida é adquirida pelo grupo *Électricité de France - EDF* a uma taxa vantajosa para incentivar o desenvolvimento das energias renováveis. De acordo com *Centre*

Régional de Documentation Pédagogique de Champagne-Ardenne, Parc Chapelle-Vallon reduz as emissões de CO₂ em 5 500 toneladas por ano.

9.1 Trabalho de Campo

A preparação do plano de trabalho do estudo de caso considerou os recursos necessários para elaboração de um levantamento de dados relativos aos aspectos e impactos ambientais em campo por meio da observação direta e utilização do *check-list* de aspectos e impactos ambientais previamente desenvolvido. A coleta de dados foi realizada *in loco* durante 2 dias de trabalho em junho de 2008.

Um fator que contribuiu muito nesta etapa foram as características do local. O acesso às instalações do parque eólico, a topografia do terreno e o leiaute dos aerogeradores facilitaram a coleta de informações. A Figura 35 ilustra a distribuição dos aerogeradores no parque.



Figura 35 - Leiaute dos aerogeradores no Parc Chapelle Vallon
Fonte: *The Windpower* e *Google Earth* (2009)

A distância percorrida do aerogerador identificado na Figura 35 como A1 até o aerogerador A12 equivale a aproximadamente 6 km.

9.2 Elaboração de levantamento de dados

Adotando-se a proposição de Moura (2008, p.111) a identificação de aspectos ambientais e de seus impactos ambientais associados foi elaborada em três etapas:

- a) seleção de uma atividade;
- b) identificação de aspectos ambientais da atividade;
- c) identificação de impactos ambientais reais e potenciais, positivos e negativos, associados a cada aspecto ambiental identificado.

Cinco grupos de atividades que originam os aspectos ambientais na operação de um parque eólico foram utilizados para subdividir a lista de aspectos ambientais conforme mencionado anteriormente. Para cada aspecto ambiental foi atribuído um código alfanumérico composto de uma letra maiúscula representando o grupo da atividade que originou o aspecto ambiental e um número sequencial da seguinte maneira:

- a) atividades administrativas (A);
- b) atividades de emergência (E);
- c) atividades indiretas (I);
- d) atividades de manutenção (M);
- e) atividades de operação (O).

A lista completa com todos os aspectos ambientais identificados durante o trabalho de campo é apresentada no Quadro 9.

A associação de cada aspecto a impactos ambientais reais e potenciais, positivos e negativos, foi feita por meio de uma categorização dos impactos considerando as palavras-chave e codificação anteriormente apresentados no Quadro 3 da p.60.

CÓDIGO	ASPECTO	ATIVIDADE
A1	Efluentes orgânicos provenientes de banheiro e/ou restaurante	Administrativa
A2	Lixo doméstico (varrição)	Administrativa
A3	Plástico e bombonas plásticas	Administrativa
A4	Restos vegetais	Administrativa
A5	Papelão e papel	Administrativa
A6	Resíduos orgânicos (Restos de comida)	Administrativa
A7	Vidro (excluindo lâmpadas)	Administrativa
A8	Isopor	Administrativa
A9	Recipientes e cartuchos com resíduos de tinta ou toner	Administrativa
A10	Rejeitos provenientes do escritório (exceto papel, plástico, vidros, metais)	Administrativa
A11	Consumo de energia elétrica	Administrativa
A12	Resíduos de informática (hardware)	Administrativa
E1	Água contaminada com óleos e outros produtos de incêndio	Emergência
E2	Fumaças e particulados de incêndio de áreas de riscos	Emergência
E3	Serragem contaminada	Emergência
E4	Resíduos sólidos contaminados de rescaldo de incêndio	Emergência
I1	Vapores de químicos (ácidos, bases, óleos ou inseticidas/agrotóxicos)	Indireta
I2	Embalagens de agrotóxicos/inseticida	Indireta
M1	Água contaminada com óleos e graxas	Manutenção

Quadro 9 - Lista codificada de aspectos ambientais subdivididos por atividades (continua)

Fonte: Elaborado pelo autor

CÓDIGO	ASPECTO	ATIVIDADE
M2	Água contaminada com solventes, detergentes, produtos químicos em geral/metais	Manutenção
M3	Solventes, detergentes, produtos químicos em geral "USADOS"	Manutenção
M4	Óleos e graxas usados	Manutenção
M5	Tintas	Manutenção
M6	Água com material particulado	Manutenção
M7	Resinas líquidas	Manutenção
M8	Efluentes com solventes, resíduos de cola, vedante, líquido penetrante e solução de partículas magnéticas etc.	Manutenção
M9	Fumo metálico (solda, tratamento térmico)	Manutenção
M10	Compostos de enxofre (Ex: SO ₂ , SO ₃ , dioxinas, mercaptanas, queima de óleos, tintas)	Manutenção
M11	Compostos de nitrogênio (Ex: NO, N ₂ O, NO ₂ , ácido nítrico, queima de plásticos, resinas)	Manutenção
M12	Compostos orgânicos voláteis -VOCs (Ex: solventes, tintas, desengraxantes)	Manutenção
M13	Odores	Manutenção
M14	Material particulado (Ex: fibra de vidro, poeiras, fibras)	Manutenção
M15	Gases (glp, acetileno, etc.)	Manutenção
M16	Sucatas metálicas contaminada com óleo	Manutenção
M17	Cavacos contaminados com óleo	Manutenção
M18	Estopas, trapos, panos, papel, etc.(contaminados com óleo, solventes /químicos em geral)	Manutenção
M19	Sucata de madeira	Manutenção

Quadro 9 - Lista codificada de aspectos ambientais subdivididos por atividades (continuação)

Fonte: Elaborado pelo autor

CÓDIGO	ASPECTO	ATIVIDADE
M20	Entulhos de construção civil	Manutenção
M21	Lixas e rebolos usados	Manutenção
M22	Resíduos contaminados com cola, resinas, etc.	Manutenção
M23	Resinas	Manutenção
M24	Fibra de vidro	Manutenção
M25	Laminados – tecido de vidro ou manta de vidro impregnado com resina	Manutenção
M26	Plástico	Manutenção
O1	Óleo de pequenos vazamentos	Operação
O2	Óleo solúvel usado	Operação
O3	Estrutura de grandes dimensões	Operação
O4	CO/CO2/FUMAÇA PRETA pela queima de outros combustíveis	Operação
O5	Óleos (borras)	Operação
O6	Borrachas (pneus, embalagens, etc.)	Operação
O7	Lâmpadas usadas	Operação
O8	Baterias e pilhas usadas	Operação
O9	Consumo de combustíveis fósseis (Ex: óleos diesel, carvão, gasolina)	Operação
O10	Consumo de água	Operação
O11	Ondas sonoras (ruído)	Operação

Quadro 9 - Lista codificada de aspectos ambientais subdivididos por atividades (conclusão)

Fonte: Elaborado pelo autor

As informações foram coletadas em 1 e 2 de junho de 2008. Características eólicas aproximadas da região apresentadas na Figura 36, foram obtidas da estação meteorológica de *Troyes*, estação a 12,65 km de *Chapelle-Vallon*. Estes dados estatísticos são baseados em observações feitas entre julho de 2002 e julho de 2009 diariamente das 7 da manhã às 7 da noite hora local.

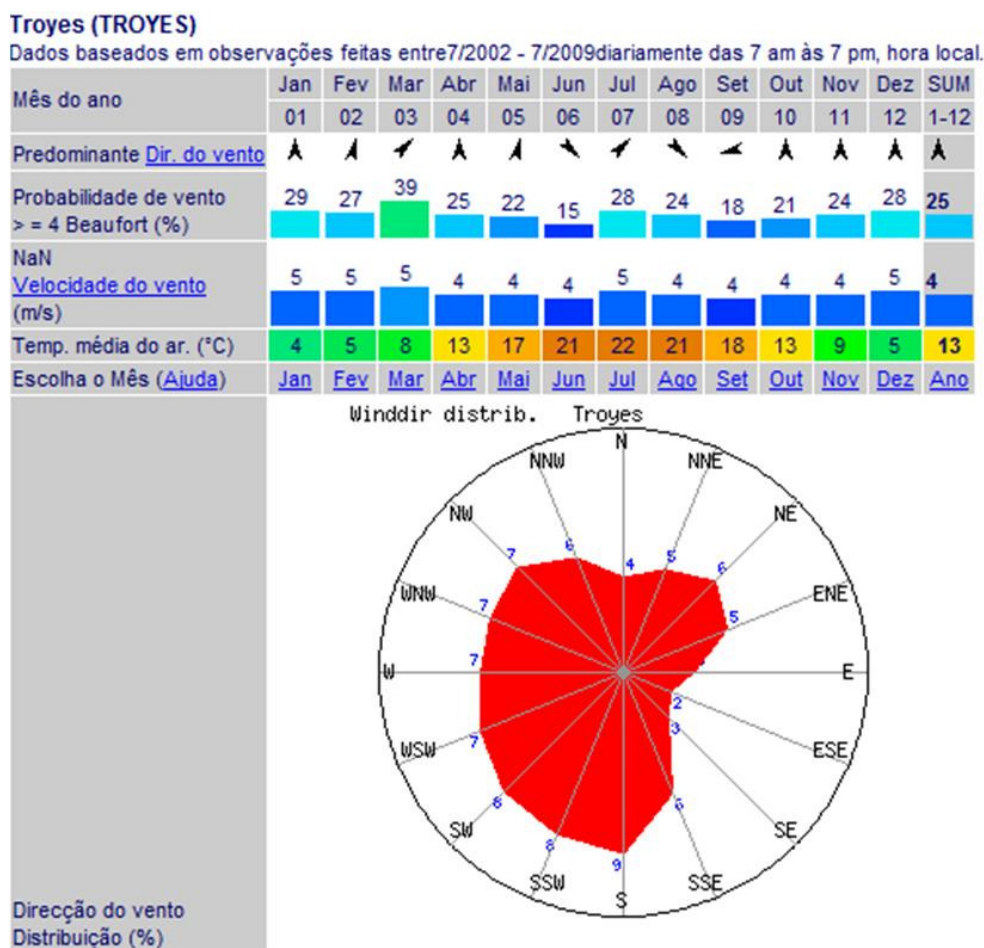


Figura 36 – Características eólicas aproximadas em *Troyes*
 Fonte: *Windfinder* (2009)

9.3 Descrição dos equipamentos

Os aerogeradores são de fabricação alemã de marca *Repower*, modelo MM82. Uma visão da nacela e geral deste modelo de aerogerador são apresentadas respectivamente nas Fotografias 1 e 2.



Fotografia 1 – Aerogerador *Repower MM82*, detalhe da Nacela
Fonte: do autor

A seguir são apresentados alguns dados técnicos em relação aos aerogeradores.

Dimensões:

- Altura da torre = 80m
- Diâmetro do rotor = 82m
- Altura total = 121m
- Área de cobertura do rotor = 5300m²

Massa de ar atravessando o rotor:

- A potência nominal = 84T/s

Peso

- Rotor = 3 x 5,5T
- Hub = 16T
- Nacela = 63T
- Torre = 143T
- Peso total = aprox. 240T

Rotação

- Velocidade = de 8,5 a 17 RPM (265km/h na ponta da pá para potência nominal).

Velocidades do vento

- Para início do sistema = 13km/h (3,5m/s)
- Para potência nominal = 47km/h (13m/s)
- Parada de segurança = 90km/h (25m/s)



Fotografia 2 – Aero geradores *Repower MM82*
Fonte: do autor

9.4 Algumas culturas em *Chapelle-Vallon / Champagne-Ardenne*

A seguir apresenta-se um breve descritivo de algumas culturas predominantes na região de *Chapelle-Vallon / Champagne-Ardenne*:

- a) batata (família: *Solanaceae* / espécie: *Solanum tuberosum*) - um dos alimentos mais consumidos nas Américas e Europa;
- b) trigo (família: *Gramineae* / espécie: *Triticum aestivum*) - demonstrou ser a cultura mais predominante nas proximidades dos aerogeradores conforme mostra a Fotografia 3;



Fotografia 3 – Desenvolvimento agrícola nos arredores do parque eólico
Fonte: do autor

- c) cevada (família: *Gramineae* / espécie: *Hordeum murinum*) - entre as variedades cultivadas estão a cevada de inverno e a de primavera;
- d) cânhamo (família: *Cannabinae*) - esta cultura na Europa não exige a utilização de qualquer pesticida. É uma planta perpendicular e robusta, sendo semeada em abril. Três semanas após a planta já pode ter entre 25 e

50 cm. De sua semente produz-se óleo comestível rico em ômega 3 e sua fibra é usada para papéis especiais;

- e) beterraba açucareira (família: *Chenopodiaceae* / espécie: *Beta vulgaris*) - é cultivada no início da primavera e necessita de seis meses para completar a formação da raiz, preferindo climas temperados. 1 m² de plantio de beterraba fornece cerca de 1,2 a 1,5 kg de açúcar. A produção de etanol, biodiesel, incorporado na gasolina, é um novo mercado;
- f) colza (família: *Cruciferae* / espécie: *Brassica napus*) - é cultivada para óleo comestível e seu subproduto farelo é rico em proteínas para a alimentação animal. O óleo de colza pode ser utilizado como biocombustível. A Figura 37 mostra um exemplar desta espécie.



Figura 37 – Colza (família: *Cruciferae* / espécie: *Brassica napus*)
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

9.5 A energia, a fauna e flora

De acordo com o histórico disponível no serviço meteorológico *MeteoenFrance*, durante os dois dias de coleta de informações a temperatura variou entre a mínima de 8°C e a máxima de 21°C, e umidade relativa do ar ficou entre 73% a 100%. O tempo apresentou-se nublado com períodos de chuva fraca, situação que possibilitou a detecção de algumas espécies na área do parque eólico. Como a área

de estudo é relativamente pequena a observação foi realizada a pé cobrindo as proximidades de cada aerogerador.

Durante esta observação foram identificadas várias espécies da fauna e flora que são brevemente descritos a seguir.

A lebre comum vive em grandes áreas abertas e cultivadas como nesta localidade onde procura abrigo na vegetação rasteira. A lebre é um herbívoro que não deve ser confundida com o coelho que é muito menor. A Fotografia 4 mostra um exemplar observado durante o levantamento de informações no parque eólico.



Fotografia 4 – Fauna local em *Chapelle-Vallon*
Fonte: do autor

Dado ao grande número de predadores como ratos, toupeira, ouriço, rã, sapo, gralha, o homem e até vaga-lume, podemos entender melhor por que o caracol ou *scargot* como é conhecido na França, leva sua casa nas costas conforme ilustra a Figura 38.



Figura 38 – Caracol ou *Scargot*
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

O que a ratazana do prado apresentada na Figura 39 gosta de colocar no dente, são os cereais, alfafa, gramíneas. Ela pode viver até três anos, se não cair antes nas garras de uma raposa, doninha, arminho ou outros predadores.



Figura 39 – Ratazana do prado
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

A Figura 40 mostra o menor morcego na Europa, o *pipistrelle* que é um dos menores mamíferos do continente. Pesando de 4 a 8g, eles estão por toda parte. Se estabelecem em fendas ou rachaduras em edifícios, cidade ou vila nas árvores dos parques, jardins, bosques e florestas. As colônias são compostas de 20 a 100, ou 200 indivíduos. Eles vão caçar ao entardecer e suas presas são pequenas mariposas e mosquitos.



Figura 40 – *Pipistrelle*
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

As fêmeas e os machos do veado ilustrado na Figura 41 se reúnem de julho a agosto para a reprodução. Filhotes são presas fáceis para as raposas. Os adultos são caçados pelo homem.



Figura 41 – Veado
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

Quando se sente ameaçado, o ouriço na Figura 42 rola em uma bola e se protege em cerca de 6000 espinhos para evitar o perigo. Infelizmente para ele, raposas, texugos, aves de rapina e os ônibus não se deixam intimidar este sistema de defesa. Quando ele poderia viver até 10 anos, a vida média do ouriço é de apenas 3 anos. É um animal de hábito noturno e solitário e consome principalmente invertebrados.



Figura 42 – Ouriço
 Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

Como se alimenta de gramíneas e cereais, o coelho na Figura 43 está à vontade entre os campos. No inverno, ele pode comer a casca de certas árvores. Ele escava tocas para várias entradas até 25 indivíduos. Com a aproximação de um predador o coelho permanece imóvel, agachado em seu ambiente, camuflado pelo seu pêlo castanho avermelhado.



Figura 43 – Coelho
 Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

A raposa da Figura 44 deixa sua toca apenas para caçar ratos, ratazanas e coelhos. A raposa gosta muito de campos agrícolas com pequenos bosques e campos abertos, e também comem ovos de aves, frutas, insetos grandes e carniça. Somente o homem pode ser perigoso para esta espécie.



Figura 44 – Raposa
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

Acostumada às bordas de matas e arbustos, a avelã na Figura 45 pode crescer em solos secos e ricos em calcário.



Figura 45 – Avelã
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

O morango na Figura 46 pode suportar temperaturas de congelamento. Pode ser encontrado em toda a Europa. Estas pequenas flores brancas aparecem entre abril e maio e, em seguida, dão lugar aos frutos.



Figura 46 – Morango
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

A palavra *coquelicoq*, variante de francês arcaico *coquerico*, que significa galo e metaforicamente, está relacionada ao nome da flor da Figura 47 devido à sua semelhança na cor com a crista vermelha de um galo.

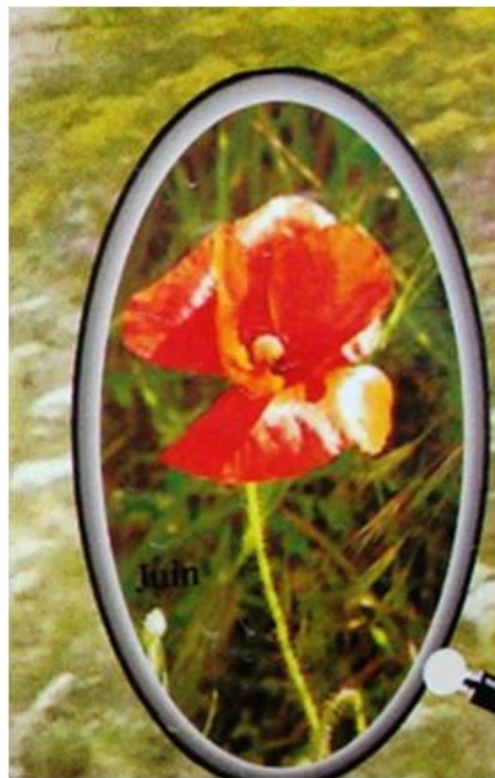


Figura 47 – *Coquelicoq*
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

A cereja selvagem da Figura 48 tem seus frutos apreciados por aves, pequenos roedores e raposas.

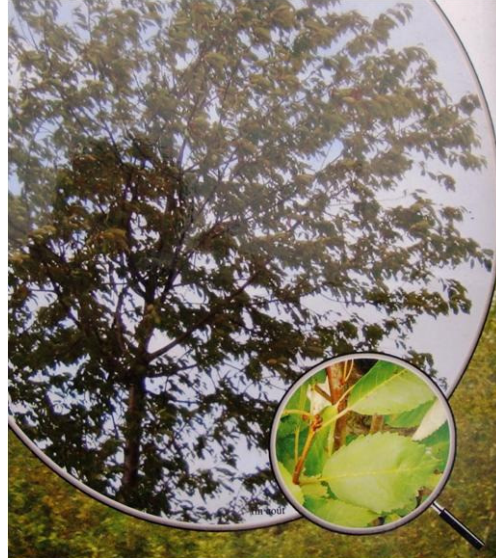


Figura 48 – Cereja selvagem
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

Na Figura 49, com a sua casca branca, a bétula é fácil de reconhecer. Podem viver até cem anos.



Figura 49 – Bétula
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

O nome do espinheiro vem do latim *alba spina*. Espinhos e flores brancas são duas características que o tornam facilmente reconhecível. Este arbusto espinhoso pode ser usado no tratamento de várias doenças, incluindo doenças cardíacas. A Figura 50 apresenta exemplares predominantes nesta região.



Figura 50 – Espinheiro
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

A Figura 51 mostra uma orquídea muito comum na Europa. Ocorrem as orquídeas roxas nos gramados, nas bordas das estradas e solos calcários. De abril a junho, quando está em flor, é possível ver os lábios, cuja função é atrair insetos polinizadores, a forma pode lembrar a de uma senhora em um vestido com um chapéu grande.



Figura 51 – Orquídea
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

Enquanto seu terreno favorito é a Áustria e os países dos Bálcãs, o pinho austríaco mostrado na Figura 52 foi deliberadamente introduzido na França durante o século 19 para reflorestar a terra difícil. Na verdade, é capaz de suportar o frio, vento, seca e poluição do ar.



Figura 52 – Pinho
Fonte: *Association Grange d'Eole* (2008)

De maneira geral, durante as atividades de levantamento de dados, não foram evidenciadas ocorrências e nem foram obtidas informações que indicassem dificuldades de integração da fauna, avifauna e flora nos arredores do parque eólico.

9.6 Os aerogeradores e a avifauna

Na França como parte do estudo de impacto ambiental, o impacto sobre as aves é medido em três fases:

- a) uma análise inicial para determinar o nível de interesse ornitológico do site considerando se a área é um corredor de migração, se existe a presença de uma zona importante para a conservação dos pássaros (*Zone Importante pour la Conservation des Oiseaux- ZICO*) ou zona natural de interesse ecológico pela flora e fauna (*Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique pour la Flore et la Faune – ZNIEFF*) e identificar as espécies. Este estudo é realizado em pelo menos um ano;

- b) uma análise de impacto avalia os riscos para espécies enumeradas: colisão direta com as lâminas ou a torre, o impacto associado à modificação do habitat, etc.;
- c) medidas preventivas para impedir a instalação de turbinas eólicas em áreas sensíveis, como corredores de migração e locais de nidificação, ou se a presença de perigo e estritamente protegidas. Medidas de redução podem levar a escolher um padrão de colonização particular (paralela ao eixo da migração) e de implementar um monitoramento das aves durante o funcionamento do parque eólico.

Naturalmente o período de levantamento de dados demonstrou não ser representativo suficientemente para esta atividade. Entretanto não houve registros de ocorrências de mortalidade de pássaros ou morcegos durante a pesquisa.

A Fotografia 5 ilustra um exemplar de uma ave de rapina flagrado durante o período de levantamento de informações.



Fotografia 5 – Avifauna local em *Chapelle-Vallon*
Fonte: do autor

9.7 Resultados

Os resultados da análise e avaliação de impactos ambientais são apresentados sob a forma de uma lista elaborada em processador de planilha eletrônica de dados (*Microsoft Excel*), apresentando as seguintes informações:

- a) a localização do empreendimento;
- b) os materiais, equipamentos e recursos utilizados no local;
- c) uma breve descrição do empreendimento;
- d) a data da revisão do levantamento de dados;
- e) os critérios de identificação e reconhecimento das atividades/aspectos ambientais e impactos ambientais associados com respectivos códigos e descrições, classificados quanto a situações de operação normal, anormal ou emergencial;
- f) os critérios de análise e avaliação quanto à abrangência dos impactos ambientais (Local, Regional ou Global);
- g) os critérios de análise e avaliação quanto à probabilidade de ocorrência dos impactos ambientais (Baixa, Média ou Alta);
- h) e finalmente o critério de análise e avaliação quanto à significância dos impactos ambientais (Baixa, Média ou Alta).

Deste levantamento verificou-se que de acordo com os critérios previamente definidos foram identificados 55 aspectos ambientais conforme mostra a Figura 53, sendo:

- a) 26 de atividades de manutenção;
- b) 12 de atividades administrativas;
- c) 11 de atividades de operação;
- d) 4 de situações de emergência;
- e) 2 de atividades indiretas.

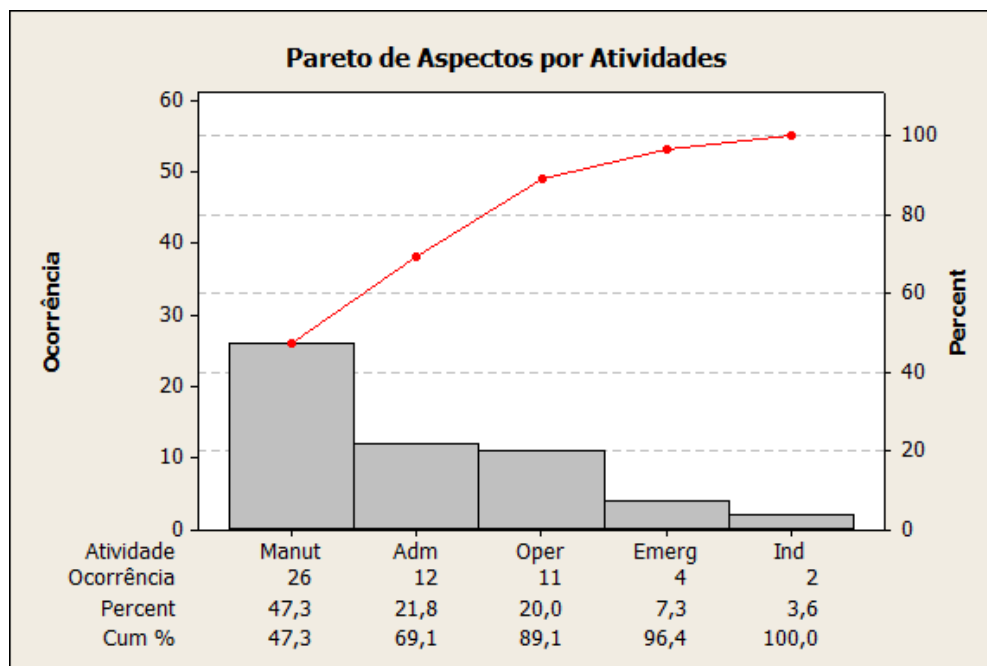


Figura 53 – Pareto dos aspectos por atividades
 Fonte: Elaborado pelo autor

Os 14 tipos de impactos ambientais considerados na lista de verificação (*checklist*) foram associados aos 55 aspectos ambientais identificados de maneira a verificar a potencialidade de suas ocorrências num total de 83 vezes. Um pareto das ocorrências destes impactos ambientais é apresentado na Figura 54, demonstrando em ordem crescente os 4 impactos vitais potencialmente responsáveis por 82% dos problemas ambientais:

- a) I4 – Alteração da qualidade do solo, com 39 ocorrências;
- b) I2 – Alteração da qualidade da água superficial, com 11 ocorrências;
- c) I1 – Alteração da qualidade do ar, com 10 ocorrências;
- d) I3 – Alteração da qualidade da água subterrânea, com 8 ocorrências.

A Figura 55 apresenta as situações em que os impactos foram considerados, demonstrando que mais de 71% dos impactos ocorreriam em situações normais de operação, quase 23% em situações anormais e apenas 6% em situações de emergência.

No resultado geral dos impactos ambientais foram identificadas 72 ocorrências de significância baixa e 11 de significância média conforme mostra a Figura 56.

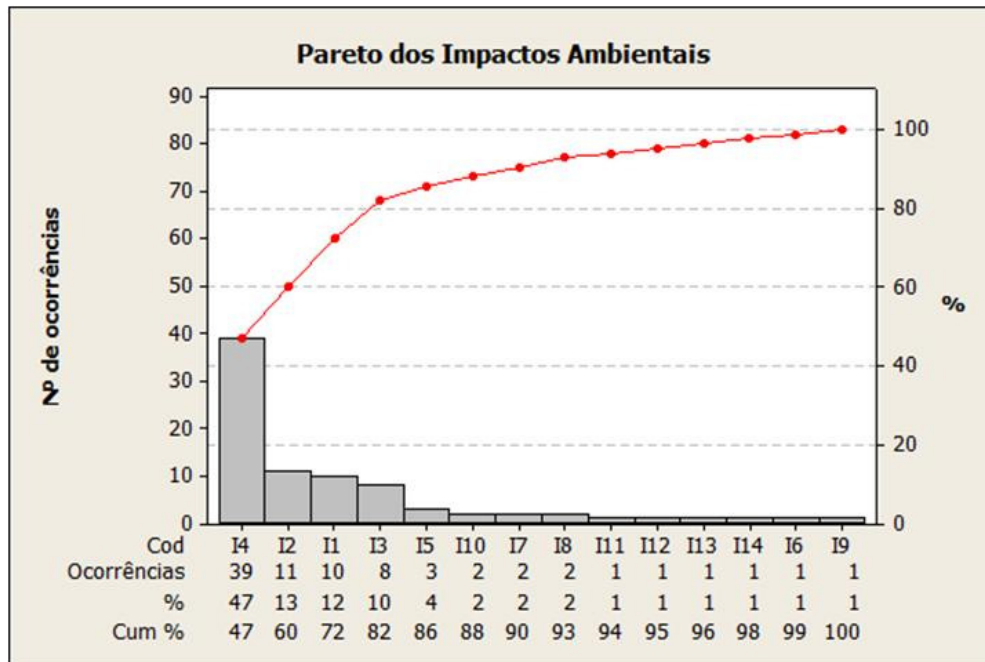


Figura 54 – Pareto dos impactos ambientais
Fonte: Elaborado pelo autor

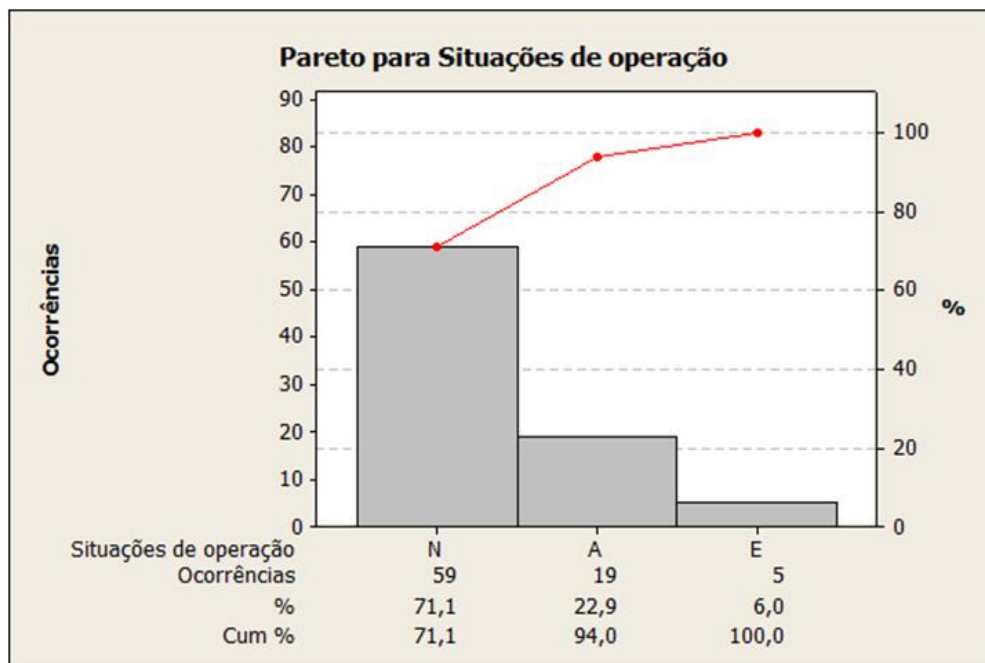


Figura 55 – Pareto para situações de operação
Fonte: Elaborado pelo autor

Nenhum aspecto associado a um impacto ambiental foi avaliado com significância alta neste estudo de caso.

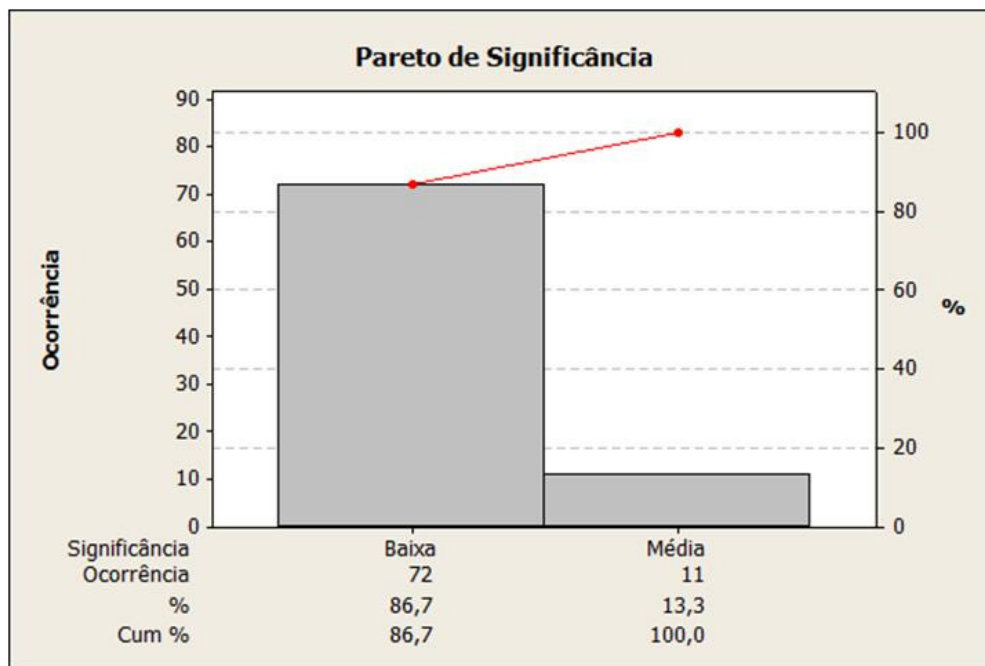


Figura 56 – Pareto significância
Fonte: Elaborado pelo autor

Os critérios detalhados da identificação e reconhecimento, da pontuação quanto à abrangência, severidade, probabilidade e respectivos resultados quanto à significância são apresentados no Quadro 10.

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao *Parc de Chapelle Vallon*

Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA | Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.

Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada

Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008

IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO							
Atividade/Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância					
							N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
							A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11
							E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
A1	Efluentes orgânicos provenientes de banheiro e/ou restaurante	I2	Alteração da qualidade da água superficial	N	1	3	3	Baixa			
A2	Lixo doméstico (varrição)	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	1	5	Baixa			
A3	Plástico e bombonas plásticas	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	1	5	Média			
A4	Restos vegetais	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	1	5	Baixa			
A5	Papelão e papel	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	1	3	Baixa			
A5	Papelão e papel	I13	Desperdício	N	3	3	1	Baixa			
A6	Resíduos orgânicos (Restos de comida)	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	3	1	Baixa			

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais no *Parc Chapelle Vallon* (continua)

Fonte: Elaborado pelo autor

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao <i>Parc de Chapelle Vallon</i>								
Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA			Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.					
Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada								
Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008								
IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11 (Média)
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
A7	Vidro (excluindo lâmpadas)	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	1	3	Baixa
A7	Vidro (excluindo lâmpadas)	I6	Danos físicos ao homem	N	1	3	1	Baixa
A8	Isopor	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	1	1	Baixa
A9	Recipientes e cartuchos com resíduos de tinta ou toner	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	1	3	Baixa
A10	Rejeitos provenientes do escritório (exceto papel, plástico, vidros, metais)	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	1	3	Baixa
A11	Consumo de energia elétrica	I5	Redução da disponibilidade de matéria prima e recursos naturais	N	3	1	3	Baixa
A11	Consumo de energia elétrica	I11	Uso de energia	N	1	1	3	Baixa

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO
Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação
Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.
Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)
Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.
Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais em *Parc Chapelle Vallon* (continuação)

Fonte: Elaborado pelo autor

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao *Parc de Chapelle Vallon*

Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.

Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada

Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008

IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11 (Média)
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
A12	Resíduos de informática (hardware)	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	1	3	Baixa
E1	Água contaminada com óleos e outros produtos de incêndio	I2	Alteração da qualidade da água superficial	E	3	3	1	Baixa
E1	Água contaminada com óleos e outros produtos de incêndio	I3	Alteração da qualidade da água subterrânea	E	3	3	1	Baixa
E1	Água contaminada com óleos e outros produtos de incêndio	I4	Alteração da qualidade do solo	E	1	3	1	Baixa
E2	Fumaças e particulados de incêndio de áreas de riscos	I1	Alteração da qualidade do ar	E	3	5	1	Média
E3	Serragem contaminada	I4	Alteração da qualidade do solo	A	3	3	1	Baixa
E4	Resíduos sólidos contaminados de rescaldo de incêndio	I4	Alteração da qualidade do solo	E	1	3	1	Baixa

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais no *Parc Chapelle-Vallon* (continuação)

Fonte: Elaborador pelo autor

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao <i>Parc de Chapelle Vallon</i>								
Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA			Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.					
Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada								
Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008								
IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11 (Média)
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
I1	Vapores de químicos (ácidos, bases, óleos ou inseticidas/agrotóxicos)	I1	Alteração da qualidade do ar	N	1	1	1	Baixa
I2	Embalagens de agrotóxicos/inseticida	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	1	1	Baixa
M1	Água contaminada com óleos e graxas	I2	Alteração da qualidade da água superficial	N	1	3	1	Baixa
M1	Água contaminada com óleos e graxas	I3	Alteração da qualidade da água subterrânea	N	3	3	1	Baixa
M1	Água contaminada com óleos e graxas	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	3	1	Baixa
M2	Água contaminada com solventes, detergentes, produtos químicos em geral/metals	I2	Alteração da qualidade da água superficial	N	3	3	1	Baixa
M2	Água contaminada com solventes, detergentes, produtos químicos em geral/metals	I3	Alteração da qualidade da água subterrânea	N	3	3	1	Baixa

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais no *Parc Chapelle-Vallon* (continuação)

Fonte: Elaborador pelo autor

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao *Parc de Chapelle Vallon*

Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.

Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada

Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008

IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11 (Média)
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
M2	Água contaminada com solventes, detergentes, produtos químicos em geral/metais	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	3	1	Baixa
M3	Solventes, detergentes, produtos químicos em geral "USADOS"	I2	Alteração da qualidade da água superficial	N	3	3	1	Baixa
M3	Solventes, detergentes, produtos químicos em geral "USADOS"	I3	Alteração da qualidade da água subterrânea	N	3	3	1	Baixa
M3	Solventes, detergentes, produtos químicos em geral "USADOS"	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	3	1	Baixa
M4	Óleos e graxas usados	I2	Alteração da qualidade da água superficial	N	3	3	1	Baixa
M4	Óleos e graxas usados	I3	Alteração da qualidade da água subterrânea	N	1	3	1	Baixa
M4	Óleos e graxas usados	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	3	1	Baixa

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais no *Parc Chapelle-Vallon* (continuação)

Fonte: Elaborador pelo autor

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao *Parc de Chapelle Vallon*

Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.

Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada

Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008

IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11 (Média)
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
M5	Tintas	I2	Alteração da qualidade da água superficial	N	3	3	1	Baixa
M5	Tintas	I3	Alteração da qualidade da água subterrânea	N	1	3	1	Baixa
M5	Tintas	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	3	1	Baixa
M6	Água com material particulado	I2	Alteração da qualidade da água superficial	N	3	3	1	Baixa
M6	Água com material particulado	I3	Alteração da qualidade da água subterrânea	N	1	3	1	Baixa
M6	Água com material particulado	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	3	1	Baixa
M7	Resinas líquidas	I4	Alteração da qualidade do solo	A	1	3	1	Baixa

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais no *Parc Chapelle-Vallon* (continuação)

Fonte: Elaborador pelo autor

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao *Parc de Chapelle Vallon*

Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.

Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada

Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008

IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11 (Média)
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
M8	Efluentes com solventes, resíduos de cola, vedante, líquido penetrante e solução de partículas magnéticas etc.	I2	Alteração da qualidade da água superficial	A	3	3	1	Baixa
M8	Efluentes com solventes, resíduos de cola, vedante, líquido penetrante e solução de partículas magnéticas etc.	I3	Alteração da qualidade da água subterrânea	A	3	3	1	Baixa
M8	Efluentes com solventes, resíduos de cola, vedante, líquido penetrante e solução de partículas magnéticas etc.	I4	Alteração da qualidade do solo	A	1	3	3	Baixa
M9	Fumo metálico (solda, tratamento térmico)	I1	Alteração da qualidade do ar	A	1	3	1	Baixa
M10	Compostos de enxofre (Ex: SO2, SO3, dioxinas, mercaptanas, queima de óleos, tintas)	I1	Alteração da qualidade do ar	A	3	3	1	Baixa
M11	Compostos de nitrogênio (Ex: NO, N2O, NO2, ácido nítrico, queima de plásticos, resinas)	I1	Alteração da qualidade do ar	A	1	3	1	Baixa
M12	Compostos orgânicos voláteis -VOCs (Ex: solventes, tintas, desengraxantes)	I1	Alteração da qualidade do ar	A	1	1	1	Baixa

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais no *Parc Chapelle-Vallon* (continuação)

Fonte: Elaborador pelo autor

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao *Parc de Chapelle Vallon*

Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.

Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada

Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008

IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11 (Média)
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
M13	Odores	I1	Alteração da qualidade do ar	A	1	1	1	Baixa
M14	Material particulado (Ex: fibra de vidro, poeiras, fibras)	I1	Alteração da qualidade do ar	A	1	1	1	Baixa
M15	Gases (glp, acetileno, etc.)	I1	Alteração da qualidade do ar	A	1	1	1	Baixa
M16	Sucatas metálicas contaminada com óleo	I4	Alteração da qualidade do solo	A	3	1	1	Baixa
M17	Cavacos contaminados com óleo	I4	Alteração da qualidade do solo	A	3	1	1	Baixa
M18	Estopas, trapos, panos, papel, etc.(contaminados com óleo, solventes /químicos em geral)	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	3	3	Média
M19	Sucata de madeira	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	1	1	Baixa

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais no *Parc Chapelle-Vallon* (continuação)

Fonte: Elaborador pelo autor

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao *Parc de Chapelle Vallon*

Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.

Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada

Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008

IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11 (Média)
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
M20	Entulhos de construção civil	I4	Alteração da qualidade do solo	A	3	1	1	Baixa
M21	Lixas e rebolos usados	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	1	1	Baixa
M22	Resíduos contaminados com cola, resinas, etc.	I4	Alteração da qualidade do solo	A	3	3	1	Baixa
M23	Resinas	I4	Alteração da qualidade do solo	A	3	3	1	Baixa
M24	Fibra de vidro	I4	Alteração da qualidade do solo	A	3	1	1	Baixa
M25	Laminados – tecido de vidro ou manta de vidro impregnado com resina	I4	Alteração da qualidade do solo	A	3	1	3	Baixa
M26	Plástico	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	1	5	Baixa

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais no *Parc Chapelle-Vallon* (continuação)

Fonte: Elaborador pelo autor

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao *Parc de Chapelle Vallon*

Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.

Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada

Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008

IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11 (Média)
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
O1	Óleo de pequenos vazamentos	I2	Alteração da qualidade da água superficial	N	3	3	1	Baixa
O1	Óleo de pequenos vazamentos	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	3	1	Baixa
O2	Óleo solúvel usado	I2	Alteração da qualidade da água superficial	N	3	3	1	Baixa
O2	Óleo solúvel usado	I4	Alteração da qualidade do solo	N	1	3	3	Baixa
O3	Estrutura de grandes dimensões	I7	Incomodo para a Vizinhança	N	3	5	1	Média
O3	Estrutura de grandes dimensões	I8	Incomodo a fauna	N	3	1	1	Baixa
O3	Estrutura de grandes dimensões	I9	Incomodo a flora	N	3	1	3	Baixa

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais no *Parc Chapelle-Vallon* (continuação)

Fonte: Elaborador pelo autor

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao <i>Parc de Chapelle Vallon</i>								
Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA			Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.					
Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada								
Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008								
IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11 (Média)
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
O3	Estrutura de grandes dimensões	I10	Incomodo a avifauna	N	3	1	5	Média
O3	Estrutura de grandes dimensões	I14	Atributos físicos, por ex.: tamanho, forma, cor, aparência.	N	3	1	5	Média
O4	CO/CO2/FUMAÇA PRETA pela queima de outros combustíveis	I1	Alteração da qualidade do ar	N	1	3	5	Média
O5	Óleos (borras)	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	3	1	Baixa
O6	Borrachas (pneus, embalagens, etc.)	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	3	1	Baixa
O7	Lâmpadas usadas	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	3	1	Baixa
O8	Baterias e pilhas usadas	I4	Alteração da qualidade do solo	N	3	3	1	Baixa

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais no *Parc Chapelle-Vallon* (continuação)

Fonte: Elaborador pelo autor

Planilha para levantamento de aspectos, análise e avaliação de impactos ambientais com aplicação ao *Parc de Chapelle Vallon*

Localização: CHAPELLE-VALLON / CHAMPAGNE-ARDENNE / FRANÇA	Materiais, equipamentos, e recursos utilizados pela área: Turbinas eólicas, veículos movidos a diesel utilizados para locomoção durante inspeções e manutenção geral dos equipamentos.
---	--

Descrição: Parque eólico constituído por 12 turbinas eólicas com potência nominal de 2MW cada

Revisão: 01 / Data: 17/Junho/2008

IDENTIFICAÇÃO E RECONHECIMENTO				ANALISE E AVALIAÇÃO				
Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental		Classificação	Abrangência	Severidade	Probabilidade	Significância
				N = Normal	1 = Local	1 = Baixa	1 = Baixa	≤ 7 (Baixa)
				A = Anormal	3 = Regional	3 = Média	3 = Média	7 < S < 11 (Média)
				E = Emergencial	5 = Global	5 = Alta	5 = Alta	≥ 11 (Alta)
O9	Consumo de combustíveis fósseis (Ex: óleos diesel, carvão, gasolina)	I5	Redução da disponibilidade de matéria prima e recursos naturais	N	3	1	5	Média
O9	Consumo de combustíveis fósseis (Ex: óleos diesel, carvão, gasolina)	I12	Emissão de energia por ex.: calor, radiação, vibração.	N	1	1	3	Baixa
O10	Consumo de água	I5	Redução da disponibilidade de matéria prima e recursos naturais	N	3	1	3	Baixa
O11	Ondas sonoras (ruído)	I7	Incomodo para a Vizinhança	N	3	1	5	Média
O11	Ondas sonoras (ruído)	I8	Incomodo a fauna	N	3	1	5	Média
O11	Ondas sonoras (ruído)	I10	Incomodo a avifauna	N	3	1	5	Média

CRITÉRIO DE PONTUAÇÃO

Legenda de atividades: (A) Administrativa; (E) Emergência; (I) Indireta; (M) Manutenção; (O) Operação

Classificação: (Normal) Relativos à rotina operacional, inclusive de manutenção; (Anormal) Associados as operações não rotineiras como reforma de instalações, máquinas, testes e a defeitos operacionais; (Emergência) Associados às possíveis situações de emergência devido a riscos de grandes vazamentos de óleos e outros produtos químicos, incêndios e explosões.

Abrangência: (Local) Se acontecer o aspecto, o impacto será local (ficará restrito às dependências da operação); (Regional) Se acontecer o aspecto, o impacto será regional, ficando nos limites da região; (Global) Se acontecer o aspecto, o impacto será global (afetará todo o sistema. Exemplo: Efeito Estufa.)

Severidade: (Baixa) a mudança ambiental não compromete a vida, embora cause danos reversíveis ao meio físico; ou não interage com a legislação, nem com preocupações ambientais globais; (Média) a mudança ambiental causa destruição reversível da vida animal e vegetal, ou causa danos irreversíveis ao meio físico, sem afetar o ser humano; ou não interage com legislação nem com demandas de partes interessadas, mas interage ou pode interagir com as preocupações ambientais globais; (Alta) causa destruição irreversível da vida animal ou vegetal, ou compromete o ser humano em sua saúde, integridade física ou expectativa de vida; ou interage ou pode interagir com legislação e/ou com demandas de partes interessadas.

Probabilidade: (Baixa) Probabilidade ou frequência da ocorrência inferior a uma vez por ano; (Média) Probabilidade ou frequência da ocorrência igual ou superior a uma vez por ano; (Alta) Probabilidade ou frequência de ocorrência igual ou superior a uma vez por mês.

Quadro 10 – Resultados de avaliação de aspectos e impactos ambientais no *Parc Chapelle-Vallon* (conclusão)

Fonte: Elaborador pelo autor

De outro ponto de vista, do total de 55 aspectos relacionados na lista de verificação, foram classificados com significância baixa 48, e outros 7 foram classificados com significância média. Em relação aos 7 aspectos avaliados com significância média foram verificadas 11 ocorrências devido ao fato de que alguns aspectos tiveram mais de um impacto associado conforme mostra o Quadro 11.

No Quadro 11 apresenta-se um resumo dos aspectos e impactos associados avaliados com significância média.

Atividade/Aspecto Ambiental		Impacto Ambiental	
A3	Plástico e bombonas plásticas	I4	Alteração da qualidade do solo
E2	Fumaças e particulados de incêndio de áreas de riscos	I1	Alteração da qualidade do ar
M18	Estopas, trapos, panos, papel, etc.(contaminados com óleo, solventes /químicos em geral)	I4	Alteração da qualidade do solo
O3	Estrutura de grandes dimensões	I7	Incomodo para a Vizinhança
O3	Estrutura de grandes dimensões	I10	Incomodo a avifauna
O3	Estrutura de grandes dimensões	I14	Atributos físicos, por ex.: tamanho, forma, cor, aparência.
O4	CO/CO2/FUMAÇA PRETA pela queima de outros combustíveis	I1	Alteração da qualidade do ar
O9	Consumo de combustíveis fósseis (Ex: óleos diesel, carvão, gasolina)	I5	Redução da disponibilidade de matéria prima e recursos naturais
O11	Ondas sonoras (ruído)	I7	Incomodo para a Vizinhança
O11	Ondas sonoras (ruído)	I8	Incomodo a fauna
O11	Ondas sonoras (ruído)	I10	Incomodo a avifauna

Quadro 11 – Resumo de avaliação de aspecto e impactos ambientais

Fonte: Elaborado pelo autor

O aspecto “A3 - Plástico e bombonas plásticas” se refere a atividades administrativas na hipótese de visitantes do parque eólico descartem copos e garrafas plásticas ou ainda durante as atividades agrícolas da região onde fertilizantes são comumente utilizados. Neste caso o descarte inapropriado pode causar alteração da qualidade do solo da região com severidade baixa e probabilidade alta.

O aspecto “E2 - Fumaças e particulados de incêndio de áreas de riscos” foi considerado como uma situação de emergência em que, por exemplo, um aerogerador seja atingido por um raio que provoque um incêndio que além dos danos materiais, causaria uma alteração na qualidade do ar na região do parque de consequências severas, porém com baixa probabilidade.

O aspecto “M18 - Estopas, trapos, panos, papel, etc. (contaminados com óleo, solventes / químicos em geral)” foi considerado em atividades de manutenção. A ocorrência destes aspectos poderia causar uma alteração da qualidade do solo na região com severidade e probabilidade médias.

O aspecto “O3 - Estrutura de grandes dimensões” foi considerado um fator inerente à atividade de operação do parque eólico que pode causar como impacto um incômodo para a vizinhança regional, na estética da paisagem, e na avifauna, com severidade alta e probabilidade baixa devido à percepção quanto a este impacto ter ainda um caráter bastante subjetivo.

O aspecto “O4 - CO/CO₂/FUMAÇA PRETA pela queima de outros combustíveis” foi considerado na atividade de operação no momento em que veículos movidos a diesel ou gasolina são utilizados para realização de inspeções periódicas, e que na falta de controle quanto à manutenção destes veículos, os mesmos podem emitir poluentes causando uma alteração da qualidade do ar localmente com severidade média e probabilidade alta.

O aspecto “O9 - Consumo de combustíveis fósseis (Ex.: óleo diesel, carvão, gasolina)” foi igualmente considerado nas atividades de operação no momento em que veículos movidos a diesel ou gasolina são utilizados para realização de inspeções periódicas, reduzindo a disponibilidade de matéria prima e recursos naturais. Este aspecto tem a abrangência regional, e foi considerado como severidade baixa e probabilidade alta.

Apesar de no momento da coleta de dados os aerogeradores não apresentarem evidências de ruídos excessivos o aspecto “O11 - Ondas sonoras” foi considerado com significância média para situações muito próximas e com altas velocidades de operação, com abrangência regional, severidade baixa e probabilidade alta.

De acordo com o histórico de velocidades de vento nesta região onde se verifica uma média de 7m/s pode-se concluir que os efeitos do aspecto “Ondas sonoras” não representam um problema de maior significância para este parque eólico em particular. Esta avaliação pode ser reforçada pelo fato de que as residências mais próximas estão localizadas a uma distância maior que 1 km.

Justifica-se a avaliação deste aspecto neste caso com significância média pelo fato de ser dependente da velocidade de operação, que por ser uma variável de comportamento aleatório e natural em casos de aumento significativo pode consequentemente provocar maiores impactos.

10 CONSIDERAÇÕES SOBRE A SITUAÇÃO NO BRASIL

10.1 Correlação com um parque eólico Brasileiro

A título de comparação dos resultados de impactos ambientais, embora com dimensões e capacidades distintas, pode ser analisado o caso dos parques eólicos de Osório no Rio Grande do Sul. Trata-se de um empreendimento subdividido em três parques: Osório, Sangradouro e Índios, que começou a operar em janeiro de 2007, cada um com capacidade de 50MW.

Com uma instalação de 75 aerogeradores com potência nominal de 2MW, e consequentemente proporcionando uma potência total de 150MW, é capaz de produzir 425 milhões de kWh por ano de energia, podendo abastecer anualmente o consumo residencial de cerca de 650 mil habitantes.

Este projeto tem como sócio majoritário o grupo espanhol Elecnor e está enquadrado nas exigências do Proinfa.

O Rio Grande do Sul é o estado com um dos melhores índices de potencial eólico do Brasil com as melhores regiões para este fim localizadas na costa e no extremo sul.

Conforme a legislação vigente, um projeto eólico deve apresentar o EIA e o RIMA que condiciona que o empreendedor realize o monitoramento da fauna durante um ano antes do início da operação das atividades e também depois do parque instalado.

Em relação aos aspectos ambientais, o Parque Eólico de Osório está afastado de Áreas de Proteção Permanente - APP, não ocasionando problemas de erosão do solo ou danos a espécies ameaçadas de extinção e espécies migratórias, diminuindo a possibilidade de mortes por colisões com as pás das turbinas.

Com relação ao aspecto de emissões sonoras, de acordo com as informações disponíveis, não há evidências de impactos ambientais significativos no local tanto pelo fato do parque encontrar-se afastado de áreas residenciais, como também pela concepção dos equipamentos modernos que conforme já abordado, emitem ruídos em níveis baixos.

Os aerogeradores foram fabricados no Brasil pela empresa alemã Enercon GmbH, em sua subsidiária Wobben Windpower, com sede em Sorocaba, São Paulo. Trata-se do modelo E-70 medindo 135m de altura e pesando cerca de 1000ton. O rotor deste modelo tem um diâmetro de 71m. Cada pá pesa aproximadamente 4 toneladas.

De acordo com a Elecnor do Brasil os parques eólicos de Osório respeitam a fauna e a flora dos campos onde foram instalados preservando as atividades produtivas da região.

Segundo o grupo espanhol a implantação dos parques foi precedida de quatro anos de rigorosos estudos ambientais. Uma equipe de oito mestres e doutores em meio ambiente conduziu os estudos desde 2002.

O monitoramento ambiental prosseguiu durante o período de implantação que ocorreu de outubro de 2005 a dezembro de 2006 totalizando um período de 15 meses, e continuou mesmo em 2007 com ênfase no estudo do comportamento das aves e morcegos, bem como análise do ruído na região.

Este projeto foi um dos pioneiros na obtenção das respectivas licenças junto à Fundação Estadual de Proteção Ambiental – Fepam, que é o órgão responsável pelo licenciamento ambiental no rio Grande do Sul.

Como em *Chapelle Vallon*, as instalações em Osório, pelas informações disponíveis, não interferem nas atividades agrícolas e apresentam-se comprometidas com a preservação da fauna e da flora locais.

O projeto respeita as exigências como a proibição de desmatamentos para o posicionamento das torres, manutenção de um espaço de 175m entre as torres e a abertura de 1km entre os parques para passagem de animais silvestres.

No caso dos parques de Osório e de Índios, que receberam duas linhas de torres cada, foi também estabelecido o distanciamento de 1 km entre as duas.

Quanto ao impacto visual na paisagem, as gigantescas torres receberam a partir de sua base uma pintura verde em diversos tons conforme mostra a figura 57.



Figura 57 – Parque Eólico de Osório - Osório – RS
Fonte: Aguiar e Piratini (2007)

De acordo com o estudo realizado Sibille et al. (2007) esta ação teria diminuído de forma não muito significativa o impacto estético na paisagem considerando a componente devido à cor (I_{cl}) no indicador desenvolvido.

Entretanto conforme as informações disponíveis, em relação ao impacto visual o parque eólico de Osório é uma referência na região sul tornando-se uma atração turística (visitas monitoradas) com um aspecto amigável para a população.

10.2 Mitigação dos impactos ambientais

A definição de um plano padrão de ações de mitigação dos impactos ambientais causados para um determinado empreendimento torna-se inviável pelo fato de que as características ambientais do local onde o empreendimento é instalado são únicas. Da mesma forma este conceito aplica-se aos parques eólicos.

Pretende-se aqui propor um ponto de partida enfatizando que para qualquer plano de ação com objetivo de mitigação dos impactos ambientais seja necessário considerar as características particulares de cada empreendimento, não só ambientais como também dos equipamentos utilizados.

Neste caso boa parte das ações preventivas para mitigação dos impactos ambientais são consideradas mesmo antes da implementação do parque eólico, na oportunidade da obtenção da Licença Prévia – LP que de acordo com o Decreto Federal nº. 99274, de 6 de junho de 1990, deve ser expedida na fase de planejamento de atividade, e deve conter os requisitos básicos a serem atendidos nas fases de instalação e operação, observados os planos municipais, estaduais ou federais do uso do solo.

A definição de medidas mitigadoras também é considerada como um dos requisitos para elaboração do EIA.

Ainda na fase de planejamento uma análise da interação do leiaute de posicionamento dos aerogeradores com o meio ambiente e seus habitantes (fauna, flora e avifauna) deve ser considerada.

Como consequência desta análise existe a possibilidade de reavaliar a disposição dos aerogeradores para evitar interferências em rotas de aves migratórias, o que é considerado como uma ação de mitigação.

Para a operação de um parque eólico, ou qualquer empreendimento a boa prática recomenda que planos de ação para mitigação dos impactos ambientais sejam elaborados previamente à solicitação da Licença de Operação - LO, embora na oportunidade de obtenção da mesma normalmente os órgãos licenciadores incluem como condições e restrições, considerações feitas na Licença Prévia e na Licença de Instalação.

A LO pode ser concedida em caráter provisório por um período determinado, para comprovação dos resultados do funcionamento da operação.

Dentre os fatores condicionantes relacionados à obtenção da LO definitiva para este tipo de operação basicamente são descritas ações de monitoramento quanto à medição do ruído na área de influência durante um período de tempo e frequência determinados pelo órgão licenciador.

Normalmente é solicitado o monitoramento ambiental com resultados das interferências apresentados em frequência também definida pelo órgão licenciador. A LO definitiva é concedida uma vez que os padrões legais são atendidos.

De maneira geral, mas não restrita, as ações de mitigação dos impactos ambientais devido a uma típica operação de um parque eólico são apresentadas a seguir sob a forma de uma lista de procedimentos categorizada nos seguintes grupos:

- a) ações manuseio (M);
- b) ações de armazenagem (A);
- c) ações de disposição (D).

Estes procedimentos podem contemplar apenas um, dois, ou os três grupos anteriormente citados dependendo do aspecto ambiental ao qual o procedimento se refere.

O Quadro 12 apresenta uma lista de procedimentos sugeridos a serem considerados nas atividades relacionadas com os aspectos ambientais verificados em operações de parques eólicos.

Procedimento	M	A	D	DESCRIÇÃO
1			X	Coleta e tratamento de esgoto
2	X	X	X	De óleos e graxas
3	X		X	Limpeza de pequenos vazamentos de produtos químicos
4	X	X	X	Inspeção e manutenção de sistemas que utilizam óleos
5	X		X	Lavagem de peças com óleos e graxas
6	X	X	X	De tintas, solventes e diluentes usados e/ou vencidos, (borras/latas)
7	X	X	X	De papéis, metais e outros resíduos recicláveis
8	X	X	X	De óleos vegetais
9			X	Preparação e atendimento à emergência
10			X	Coleta e destinação de águas pluviais
11	X			Manutenção dos sistemas de combate a incêndio
12			X	Monitoramento de emissões atmosféricas
13	X		X	Manutenção de ar condicionado
14	X	X	X	Recebimento, transporte e utilização de gases
15	X	X	X	Destinação de resíduos industriais
16	X	X	X	De óleos e graxas usados e respectivas borras
17	X	X	X	De pós de granalha
18	X	X	X	De resíduos de fusão de metais e fluxo de solda
19		X	X	De sucata metálica
20	X		X	De resíduos de varrição e orgânicos
Legenda:				M = Manuseio A = Armazenagem D = Disposição

Quadro 12 – Lista de procedimentos (continua)

Fonte: Elaborado pelo autor

Procedimento	M	A	D	DESCRIÇÃO
21	X		X	De pano contaminado
22	X		X	De lixo ambulatorial
23	X	X	X	De lâmpada queimada
24	X	X	X	De pilhas e baterias
25	X	X	X	De resíduos de madeira
26	X		X	De embalagem de agrotóxico
27			X	Monitoramento de ruído
28			X	Monitoramento da fauna
29			X	Monitoramento da flora
30			X	Monitoramento da avifauna
Legenda:		M = Manuseio A = Armazenagem D = Disposição		

Quadro 12 – Lista de procedimentos (conclusão)

Fonte: Elaborado pelo autor

O objetivo desta lista de procedimentos é criar subsídios para o apropriado gerenciamento dos aspectos ambientais deste tipo de operação, proporcionar uma visão mais detalhada para planejar e estabelecer a conformidade com os requisitos da ISO 14001:2004 e facilitar o monitoramento dos impactos mais significantes e que exijam o atendimento aos requisitos legais.

11 CONCLUSÃO

Este estudo não pretende estabelecer uma regra geral, mas apenas apresentar um exemplo de utilização de uma fonte de energia renovável causando poucos impactos ambientais. Desta forma, excluindo as particularidades legais, as características verificadas em *Chapelle Vallon* podem servir como base para elaboração de um estudo semelhante em operações de parques eólicos no Brasil.

A configuração de parques desta dimensão demonstrou ser de interessante aplicabilidade para regiões com potencial eólico não necessariamente grande, mas constante a exemplo da região deste estudo de caso onde a média da velocidade do vento é de 7 m/s.

Com relação aos impactos ambientais, naturalmente uma atenção especial deve ser dedicada às características da fauna, flora e avifauna que em qualquer outra região serão diferentes, mas que no Brasil, devido à diversidade de ecossistemas pode exigir uma análise em um período mais longo do que o mínimo de um ano exigido na França.

É esperado que em relação aos aspectos ambientais com maior significância numa operação das mesmas proporções no Brasil os resultados sejam muito semelhantes.

Além da questão ambiental existem ainda os aspectos socioeconômicos que na implantação deste tipo de empreendimento são positivamente levados para direção de um desenvolvimento local e regional proporcionando crescimento e melhoria da infraestrutura.

Como um país ainda em desenvolvimento, existe no Brasil a perspectiva de que a demanda de energia elétrica seja cada vez maior e em consequência de suas dimensões continentais uma dificuldade constante são as perdas na transmissão de energia da localidade de geração até seus usuários.

A configuração de pequenos parques eólicos apresenta-se não somente como uma alternativa ambientalmente amigável, mas também para atender esta situação onde existem dificuldades de transmissão e distribuição de energia.

Outro argumento forte na utilização deste sistema de geração de energia, em regiões próximas ao Sistema Interligado Nacional, é sua complementaridade em relação aos sistemas de geração de energia que dependem de recursos hídricos, sobretudo na região nordeste do Brasil.

Comparativamente a outros sistemas de geração de energia, o sistema de geração de energia eólica demonstra que se planejado adequadamente, é eficaz e pouco danoso ao meio ambiente.

Considerando a operação de diferentes sistemas de geração de energia, os impactos ambientais evidenciados neste estudo fundamentam o argumento de que na operação de um parque eólico, a significância dos impactos em relação à magnitude dos problemas causados ao meio ambiente são extremamente menores.

Com relação aos impactos aqui avaliados com significância média, é recomendado um aprofundamento nas questões de avaliação do impacto visual no sentido de obter uma participação da opinião pública afetada pela implantação deste tipo de empreendimento em conjunto com metodologias menos subjetivas de avaliação.

Para os outros impactos identificados, e onde aplicável, recomenda-se o estabelecimento de indicadores objetivos no sentido de monitorar o desempenho ambiental e o atendimento aos requisitos legais de acordo com a legislação vigente.

O autor recomenda ainda o desenvolvimento de um manual de gestão ambiental a partir das informações deste estudo e da lista de procedimentos sugeridos como forma de melhor administrar as questões ambientais relacionadas a este tipo de operação.

REFERÊNCIAS

- AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ENERGIE - ADEME. **Potentiel éolien (Atlas, 2001) - Schéma Régional Éolien Champagne-Ardenne**. 2005. Disponível em: <<http://www.cr-champagne-ardenne.fr/?SID=201>>. Acesso em: 28 ago. 2009.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil**. Brasília, 2008. 3ª ed.
- ALBADÓ, R. **Energia Eólica**. São Paulo: Editora Artliber, 2002. 156p.
- AMERICAN WIND ENERGY ASSOCIATION - AWEA. **Wind Energy and Wildlife**. 2009. Disponível em: <http://www.awea.org/pubs/factsheets/Wind_Energy_and_Wildlife_Mar09.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2009.
- ARAÚJO, G.H.M.F. et al. **Instrumentos de Planejamento e Gestão Ambiental para a Amazônia, Cerrado e Pantanal - Demandas e Propostas - Metodologia de Avaliação de Impacto Ambiental**. Ministério do Meio Ambiente - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Disponível em: <<http://ibama2.ibama.gov.br/cnia2/download/publicacoes/t0137.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2009.
- ASSOCIATION GRANGE D'EOLE. **Quelques cultures en Champagne Crayeuse**. Champagne-Ardenne, França. 2008.
- BARBIERI, J.C. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos modelos e instrumentos**. 2ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2007. 382p.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. **Position statement on Wind Farms and Birds**. 2005. Disponível em: <http://www.birdlife.org/eu/pdfs/Nature_Directives_material/BHDTF_Position_Wind_farms_and_birds_2005_12_09.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2009.
- BRASIL. **Lei nº 6902 de 27 de abril de 1981**. Dispõe sobre a criação de estações ecológicas, áreas de proteção ambiental, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.lei.adv.br/6902-81.htm>> Acesso em: 02 de nov. 2009.
- BRASIL. **Lei nº 9795 de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9795.htm>. Acesso em: 12 jul. 2009.
- BRASIL. **Decreto Federal nº 99274, de 6 de junho de 1990**. Regulamenta a Lei 6902, de 27 de abril de 1981, que dispõe sobre a criação de estações ecológicas, áreas de proteção ambiental, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/decreto/Antigos/D99274.htm>>. Acesso em: 02 de nov. 2009.
- BRASIL. **Resolução Conama nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos Instrumentos da Política Nacional do Meio ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 12 jul. 2009.

BRITISH WIND ENERGY ASSOCIATION - BWEA. **Wind Power and Intermittency: The Facts**. 2005. Disponível em: <<http://www.bwea.com/pdf/briefings/intermittency-2005.pdf>>. Acesso em 15 dez. 2008.

BRITISH WIND ENERGY ASSOCIATION - BWEA. **Wind Turbine Technology**. 2005. Disponível em: <http://www.bwea.com/pdf/briefings/technology05_small.pdf>. Acesso em 15 dez. 2008.

BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT. **Strategy of the German Government on the use of off-shore wind energy**. Berlin - Germany, 2002. 26p.

BURTON, J.; HUBACEK. **Is small beautiful? A multicriteria assessment of small-scale energy technology applications in local governments**. White Rose Research Online. Disponível em: <<http://eprints.whiterose.ac.uk/4805/1/hubacekk8.pdf>>. Acesso em 25 jul. 2009.

CANAZIO, A. **Proinfa: empreendimentos atrasados têm até 28 de fevereiro para entrar em operação**. Canal Energia, 2009. Disponível em: <http://www.canalenergia.com.br/zpublisher/materias/Em_Foco.asp?id=69383#>. Acesso em: 05 jul. 2009.

CAPE WIND ASSOCIATES. **Report on Horns Rev. VHF Radio and Marine Radar**. Fredericia - Denmark, 2004. Disponível em: <<http://www.mms.gov/offshore/PDFs/CWFiles/26.pdf>>. Acesso em 14 jun. 2008.

CENTRE RÉGIONAL DE DOCUMENTATION PÉDAGOGIQUE. **L'énergie éolienne**. Champagne-Ardenne, 2009. Disponível em: <http://www.crdp-reims.fr/edd/index.php?option=com_content&task=view&id=29&Itemid=62> Acesso em: 01 set. 2009.

DANISH WIND INDUSTRY ASSOCIATION. **Sound from Wind Turbines**. Welcome to Windpower org on CD-ROM. Version 5.0. Denmark, 2005. CD-ROM.

DUARTE, P. S. et al. **Aspectos de Impacto Ambiental dos Parques Eólicos na Realidade do Rio Grande do Sul**. PUCRS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Faculdade de Engenharia - Departamento de Engenharia Mecânica e Mecatrônica. Porto Alegre, 2006. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/ce-eolica/2006/2006-4-semesan.pdf>>. Acesso em 02 nov. 2009.

ÉDILE. **Etude d'Impact et Notice d'Impact**. Disponível em: <<http://www.edile.fr/rubriques/environnement/procedure/FPprocedure/etudeimpact.htm>>. Acesso em: 12 jul. 2009.

EMERGING ENERGY RESEARCH. **Global Wind Turbine Market and Strategies, 2008-2020**. Cambridge, 2008. Disponível em: <http://www.emerging-energy.com/user/GlobalWindTurbineMarketsandStrategies20082020710920415_p ub/TurbinePromo.pdf>. Acesso em 7 nov. 2008.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Leilão de Energia de Reserva – Eólica**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20091126_1.pdf>. Acesso em 04 dez. 2009.

EUROPEAN COMMISSION COMMUNITY RESEARCH. **Energy Technologies Knowledge Perception Measures.** Disponível em:

<ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/fp7/energy/docs/energy_tech_eurobarometer_en.pdf>. Acesso em 26 jul. 2009.

FEDERAL MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, NATURE CONSERVATION AND NUCLEAR SAFETY. **Renewable energy sources in figures - national and international development.** Berlin - Germany, 2007. 59p.

FRANÇA. **Loi nº 2005-781 du juillet 2005 de programme fisant les orientations de la politique énergétique.** Dispõe sobre a política e estratégia energética nacional na França. Disponível em:

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexteArticle.do;jsessionid=8D3F4E16D40F009DCC8B67D8A4B494AF.tpdljo02v_1?cidTexte=JORFTEXT000000750321&idArticle=LEGIARTI000006628157&dateTexte=&categorieLien=cid>. Acesso em: 01 set. 2009.

FRANCE ÉNERGIE ÉOLIENNE. **L'avifauna.** 2009. Disponível em:

<http://fee.asso.fr/tout_savoir_sur_l_energie_eolienne/aspects_environmentaux/l_avifaune>. Acesso em 07/09/2009.

GERMANISCHER LLOYD. **Guideline for the Certification of Wind Turbines.** Ed. 2003. Hamburg, 2003. 324p.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL - GWEC. **Global Wind Report 2005.**

Disponível em: <http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Publications/GWEC-Global_Wind_05_Report_low_res_01.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2008.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL - GWEC. **Global Wind Report 2005.**

Disponível em:

<<http://www.gwec.net/fileadmin/documents/Global%20Wind%202008%20Report.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2008.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL - GWEC. **Wind Energy and the**

Environment. Disponível em: <<http://www.gwec.net/index.php?id=139>>. Acesso em: 22 jul. 2009.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL - GWEC. **Wind Turbines and Noise.**

Disponível em: <<http://www.gwec.net/index.php?id=143&L=0>>. Acesso em: 22 jul. 2009.

GORGULHO, S. **A energia dos ventos: Brasil começa a diversificar sua matriz energética e busca a sustentabilidade.** Folha do Meio Ambiente.

Disponível em:

<<http://www.folhadomeio.com.br?publix/fma/folha/2007/05/parque177.html>>. Acesso em: 02 nov. 2009.

GREENPEACE. **Sumário - Relatório Wind Force 12.** Disponível em:

<<http://www.greenpeace.org.br/energia/pdf/eolicapt.pdf>>. Acesso em: 11 jun. 2009.

HAGERHALL, C. M.; PURCELL, T.; TAYLOR, R. **Fractal dimension of landscape silhouette outlines as a predictor of landscape preference.**

Journal of Environmental Psychology, 2004. Disponível em:

<<http://www.uoregon.edu/~msiuo/taylor/art/Hagerhall.pdf>>. Acesso em 26 jul. 2009.

HENKELS, C. **A Identificação de aspectos e impactos ambientais: Proposta de um método de aplicação.** Florianópolis, 2002. 139f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. **Guia para elaboração da Dissertação de Mestrado.** Coordenadoria de Ensino Tecnológico - CET. 4ª Ed. São Paulo, 2009. p.44.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT - IAIA. **Princípios da melhor prática em avaliação do impacto ambiental.** Fargo - USA, 1999. Disponível em: <http://www.iaia.org/modx/assets/files/Principles%20of%20IA_pt.pdf>. Acesso em 13 jun. 2009.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - IEC. **International Standards IEC61400-11:2002 - Acoustic noise measurement techniques.** Second edition, 2002. Geneva, 2002. 43p.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION - IEC. **Technical Report IEC TR 61400-124:2002 - Lightning protection.** First edition, 2002. Geneva, 2002. 43p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **ISO14001 - Environmental management systems - Requirements with guidance for use.** Geneva, 2004. 23p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **ISO14004 - Environmental management systems – General guidelines on principles, systems and support techniques.** Geneva, 2004. 39p.

JACOBSON, M. Z.; MASTERS, G. M. **Exploiting Wind Versus Coal.** Disponível em: <<http://www.stanford.edu/group/efmh/jacobson/energy.pdf>>. Acesso em: 11 jul. 2009.

JARDIM BOTÂNICO DA UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO - UTAD. **Flora Digital de Portugal.** 2009. Disponível em: <http://aguiar.hvr.utad.pt/pt/herbario/cons_reg.asp>. Acesso em 09 set. 2009.

KIKUCHI, R. **Adverse impacts of wind power generation on collision behaviour of birds and anti-predator behaviour of squirrels.** Journal for Nature Conservation, 2007.

MARIANO, J. B.; La ROVERE, E. L. **Metodologia de Avaliação de Impactos e Riscos Ambientais para Estudos de Avaliação Ambiental Estratégica de Áreas Offshore.** Disponível em: <http://biblioteca.iapg.org.ar/iapg/ArchivosAdjuntos/Oil&Gas_Rio_2006/IBP_1149.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2009.

METEOENFRANCE. **Les statistiques et les historiques meteo de votre ville en France.** 2009. Disponível em: <<http://www.meteoenfrance.com/historique.php>>. Acesso em 07/09/2009.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE. **Guide de l'étude d'impact sur l'environnement des parcs éoliens - Actualisation 2006.** Paris - France, 2006. Disponível em:

<http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/medd_guide-etude-impact-eolien_2006.pdf>. Acesso em 25 jul. 2008.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET AGENCE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA MAÎTRISE DE L'ÉNERGIE. **Guide étude d'impact éolien**. Paris - France, 2004. Disponível em: <http://www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/Guide_eolien.pdf>. Acesso em 25 jul. 2008

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. Brasília, 2001. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/index.php?link=/atlas_eolico_brasil/atlas.htm>. Acesso em 14 mar. 2008.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/site/menu/select_main_menu_item.do?channelId=8213>. Acesso em: 13 jun. 2009.

MORRISON, M. L.; SINCLAIR, K. **Bird Movements and Behaviors in the Gulf Coast Region: Relation to Potential Wind Energy Developments**. NREL - National Renewable Energy Laboratory, 2005. Texas. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/wind/pdfs/39572.pdf>>. Acesso em 24 jul. 2009.

MOURA, E. **A força do vento: Parque de Osório (RS) amplia investimentos em usinas eólicas**. Construção Mercado. Disponível em: <<http://revista.construcaomercado.com.br/negocios-incorporacao-construcao/71/a-forca-do-vento-parque-de-osorio-rs-amplia-121187-1.asp>>. Acesso em: 02 nov. 2009.

MOURA, L. A. A. de. **Qualidade e Gestão Ambiental**. 5.ed. São Paulo: Juarez de Oliveira Ltda., 2008. 422p.

MUSIAL, W. **Why go offshore and the offshore wind power potential of the United States**. National Renewable Energy Lab / National Wind Technology Center. Colorado - USA, 2007. Disponível em: <http://www.windpoweringamerica.gov/pdfs/workshops/2005_summit/musial.pdf>. Acesso em 1 mai. 2008.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - ONS. **Suprimento de energia garantido até 2013**. Informativo ONS Ano I – n° 02 – julho/2009. Disponível em: <<http://www.ons.org.br/newsletters/informativos/jul2009/02-materia01.html>>. Acesso em 12 nov. 2009.

OSMAN, P. **Climate & Energy - Facts, Links & References**. Sydney - Australia, 2000. Disponível em: <http://www.energysustained.com/energy_resources.htm>. Acesso em 21 dez. 2008.

QUADROS, F. de S. **Avaliação do ruído ambiental gerado por veículo de utilidade pública estudo de caso: Caminhão de coleta de resíduos domiciliar**. Paraná, 2004. 144f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica, setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná), Paraná, 2004.

ROGERS, A. L. ; MANWELL, J. F.; WRIGHT, S. **Wind Turbine Acoustic Noise Issues**. Disponível em: <http://www.ceere.org/rerl/publications/whitepapers/Wind_Turbine_Acoustic_Noise_Rev2006.pdf> Acesso em: 01 set. 2009.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 2006. p.495.

SCHULTZ, D.J. et al. **Sistemas Complementares de Energia Eólica e Hidráulica no Brasil**. Espaço Energia, 2005. Disponível em: <<http://www.espacoenergia.com.br/edicoes/3/003-02.pdf>>. Acesso em 25 jan. 2008.

SIBILLE, A. del C. T. et al. **Development and validation of a multicriteria indicator for the assessment of objective aesthetic impact of wind farms**. Renewable and sustainable energy reviews, 2007.

TERCIOTE, R. **A Energia Eólica e o Meio Ambiente**. UNICAMP - Faculdade de Engenharia Mecânica - Departamento de Energia. Campinas, 2002. Disponível em: <<http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2002/pdf/0085.pdf>>. Acesso em 14 mar. 2008.

THE WINDPOWER. **Parc éolien de Chapelle Vallon, France**. 2006. Disponível em: <<http://www.thewindpower.net/champ-eolien-carte-164-chapelle-vallon-repower-mm82.php>>. Acesso em: 26 ago. 2009.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY - ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY. **Wind and Hydropower Technologies Program. Advantages and Disadvantages of Wind Energy**. 2009. Disponível em: <http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind_ad.html>. Acesso em: 06 maio 2009.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY - ENERGY EFFICIENCY AND RENEWABLE ENERGY. **Wind and Hydropower Technologies Program. How Wind Turbines Work**. 2009. Disponível em: <http://www1.eere.energy.gov/windandhydro/wind_how.html>. Acesso em: 11 jun. 2009.

UNIVERSITY OF DELAWARE - COLLEGE OF MARINE & EARTH STUDIES. **Mapping the global wind power resource**. Delaware - USA, 2004. Disponível em: <<http://www.ocean.udel.edu/WindPower/ResourceMap/index-world.html>>. Acesso em 21 dez. 2008.

WEBECOIST. **Captivating Examples of Fractals in Nature**. 2008. Disponível em: <<http://webecoist.com/2008/09/07/17-amazing-examples-of-fractals-in-nature/>>. Acesso em 16 set. 2009.

WIKIPÉDIA L'ENCYCLOPÉDIE LIBRE. **Chapelle-Vallon**. 2009. Disponível em: <<http://fr.wikipedia.org/wiki/Chapelle-Vallon>>. Acesso em: 4 set. 2009.

WIND DIRECTIONS. **Wind power and the environment - benefits and challenges**. 2006. Disponível em: <http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/WD/wd25-5-focus.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2009.

WIND ENERGY THE FACTS. **The Social Acceptance of Wind energy: An Introduction to the Concept**. 2007. Disponível em: <<http://www.wind-energy-the-facts.org/en/environment/chapter-6-social-acceptance-of-wind-energy-and-wind-farms/>>. Acesso em 25 jul. 2009.

WINDFINDER. **Estatística de Vento e condições atmosféricas em Troyes - França**. 2009. Disponível em:

<http://www.windfinder.com/windstats/windstatistic_troyes.htm#>. Acesso em: 07 set. 2009.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)