UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS

FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

ENERGIA EÓLICA: ANÁLISE TEÓRICA E SUA APLICAÇÃO NO MUNDO

Paula Machado Correa

PORTO ALEGRE

JUNHO/2010

PAULA MACHADO CORREA

ENERGIA EÓLICA: ANÁLISE TEÓRICA E SUA APLICAÇÃO NO MUNDO

Monografia apresentada a Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Eduardo Ernesto Filippi

PORTO ALEGRE

JUNHO/2010

RESUMO

Diante da crescente importância das fontes renováveis de energia, a teoria econômica tem cada vez se aprofundado mais nesse assunto. Isso porque as fontes tradicionais, e altamente poluidoras, de produção de energia têm causado sérios impactos ambientais. Essa busca por fontes alternativas de energia tem levado vários países a investirem na complementação e transformação de sua matriz energética, e isso ocorre pela implementação de políticas públicas que incentivem a entrada de novas formas de energia. Uma das fontes alternativas é a energia eólica e atualmente seu uso para a geração de eletricidade tem ocorrido em diversas nações e em todos os continentes do mundo. Esse aumento de capacidade instalada tem se dado por vários motivos, como a queda nos preços de implementação e um significativo avanço tecnológico dos parques eólicos. Esse rápido crescimento do setor eólico é impulsionado tanto pela nova orientação mundial para a substituição dos combustíveis fosseis como principal fonte energética e também graças à implementação de legislações específicas para esse setor da economia.

Palavras-Chave: Energia Eólica, Impactos Ambientais, Políticas Públicas.

Classificação de Acordo com o JEL: Q42.

ABSTRACT

Given the growing importance of renewable energy, economic theory has increasingly deepened further on that subject. That's because traditional sources and highly polluting of energy production has caused serious environmental impacts. This search for alternative energy sources has led several countries to invest on transformating and complementation of its energy, and this occurs through the implementation of public policies that encourage the entry of new forms of energy. One of the alternative sources is wind energy and currently its use for electricity generation has occurred in different nations and all continents of the world. This increase in capacity has occurred for several reasons, such as the fall in prices of implementation and a significant technological advance of wind farms. This rapid growth of wind industry is driven both by the new global guidance for the replacement of fossil fuels as primary energy source as also through the implementation of specific legislation for this sector of the economy.

Key Word: Wind Energy, Environmental Impacts, Public Policies

JEL Classification Number: Q42.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico1: Estimativa Anual de Mortes de Pássaros 23

Gráfico2: Capacidade Instalada por ano e Região ente os anos de 2003 e 2009. 47

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Crescimento percentual da capacidade instalada total 16

Quadro 2: Emissão de CO^2 de diferentes tecnologias de geração de energia elétrica 19

Quadro 3: Uso da terra para geração de energia elétrica 22

Quadro 4: Os principais mecanismos para a formação de políticas de desenvolvimento de fontes renováveis. 27

Quadro 5: Resumo da Legislação do PROINFA 37

Quadro 6: Resultado de Leilão de Energia de Reserva Eólica 40

Quadro 7: Evolução da capacidade instalada - em MW - de energia eólica entre os anos 2005 e 2009 42

Quadro 8: Capacidade Total Instalada na União Européia 46

SUMÁRIO

1. Introdução 6

2. Economia do meio ambiente: vertentes teóricas e questão energética. 8

2.1. Economia ambiental: instrumentos neoclássicos 8

2.1.1. Taxas e tarifas 10

2.1.2. Subsídios 11

2.1.3. Sistemas de devolução de depósitos 11

2.1.4. Criação de mercado 12

2.2. O institucionalismo e a economia ecológica: 12

2.3. A atual transformação energética e a energia eólica: 14

3. O meio ambiente e a energia eólica 18

3.1. Aspectos positivos 18

3.2. Aspectos negativos 20

3.2.1. Emissão de ruídos: 20

3.2.2. Utilização da terra e o impacto visual: 21

3.2.3. Impacto sobre a fauna 23

4. Energia eólica e políticas públicas: 25

4.1. Políticas públicas internacionais: 25

4.2. Políticas públicas no brasil: 29

4.3. Tentativa com o proeólica: 32

4.4. Proinfa e seu desenvolvimento: 34

4.5. Os leilões à partir de um novo modelo de marco regulatório: 39

5. O estado da arte da energia eólica no mundo: 41

6. Conclusão 48

7. Referências bibliográficas 51

1. INTRODUÇÃO

Em termos físicos, o vento é causado pelas diferenças de pressão existente na superfície da Terra, e isso ocorre porque a radiação solar incide de forma diferente sobre as zonas equatoriais, em maior quantidade, e nas zonas polares, com menor intensidade. Ou seja, os ventos se originam da radiação solar.

A necessidade do homem de reduzir tanto seu gasto de energia, quanto seu tempo de trabalho, além de aumentar a sua produção agrícola, levou o homem a melhorar suas ferramentas de trabalho. Registram-se de 200 a.C. na Pérsia, as primeiras comprovações de utilização de energia eólica para bombeamento de água e moagem de grãos. E esta fonte de energia veio para auxiliar e facilitar atividades mecânicas básicas, surgindo como forma alternativa para o que antes era realizado por força animal, humana, ou ainda pela força motriz da água. (Dutra, 2004).

A produção de eletricidade através de energia eólica surgiu no final do século XIX, mas a sua utilização na distribuição de energia pública data de 1976 na Dinamarca, onde a primeira turbina eólica foi conectada à rede elétrica pública. Foi graças ao choque do petróleo e seu aumento de preço nos anos 70 que em alguns casos, a produção de energia elétrica via sistemas eólicos tornou-se economicamente viável.

O interesse por fontes de energia renováveis e limpas vem crescendo nas últimas décadas dado o fato de que por questões ambientais, mais do que nunca, percebe-se a necessidade de soluções eficientes e ambientalmente corretas. O grande salto tecnológico dos estudos sobre a matriz eólica e seus componentes ocorreu durante a década de 90 quando Nascimento (2003) fala que os custos caíram substancialmente e a capacidade das turbinas eólicas saltou de 300KW em 1992 para 4.500KW no ano de 2000.

O desenvolvimento tecnológico e o aumento da capacidade instalada de energia eólica nos últimos cinco anos, que cresce a taxa 34% ao ano no mundo (GWEC, 2009), podem ser justificados pelo esforço que alguns países estão fazendo ao realizarem políticas públicas de fomento às fontes renováveis. Isso porque, cada vez mais os governantes percebem a necessidade de diversificação da matriz

energética de um país e em vista disso buscam nas fontes renováveis a possibilidade de substituir os combustíveis fósseis por fontes limpas, como também sugerem e propõem metas organismos internacionais e ambientalistas.

O objetivo deste trabalho é explorar a idéia da energia eólica como possibilidade para compor a matriz energética mundial, explicando através da teoria ambiental, dos impactos ambientais, das políticas públicas e do atual estágio de desenvolvimento do setor eólico como isso se dará.

Para isso desenvolvi quatro capítulos. O primeiro falará sobre as duas principais vertentes teóricas para a economia do meio ambiente, uma de enfoque neoclássico, a Economia Ambiental que se baseia em premissas básicas do *mainstream* como a idéia de racionalidade e externalidades negativas; o outro enfoque dado é o institucionalista, que através da Economia Ecológica, busca a interdisciplinaridade e a união de bases institucionais, tecnológicas e sociais para a formação desta teoria (Togeiro de Almeida, 1998). Nesse mesmo capítulo será destacada a importância de se voltar para a fonte eólica, devido à transformação energética pela qual passamos, com o crescente aumento dos custos, incluindo os custos sociais, da utilização de combustíveis fósseis como fonte principal de nosso consumo.

O segundo capítulo tratará dos impactos ambientais causados pela energia eólica, descrevendo os aspectos positivos, sendo o principal a emissão insignificante de CO^2 liberado à atmosfera durante sua operação. Além disso, este capítulo mostrará os impactos negativos e como estes vem sendo reduzidos graças aos avanços tecnológicos.

Já o terceiro capítulo do trabalho falará sobre as políticas públicas e como elas se dão a nível internacional e nacional. E quais são os principais mecanismos utilizados pelos governos para incentivar esta fonte de energia renovável.

E para finalizar, será feita uma breve análise da atual situação da energia eólica no mundo e no Brasil. Mostrando através do desenvolvimento da capacidade instalada mundial as perspectivas para a evolução da indústria eólica.

2. ECONOMIA DO MEIO AMBIENTE: VERTENTES TEÓRICAS E QUESTÃO ENERGÉTICA

É dentro de um novo paradigma que se estrutura a discussão sobre o meio ambiente neste momento, onde continuar crescendo economicamente é essencial, porém preservar o ar que se respira e conseguir mitigar as mudanças climáticas virou uma necessidade de todos os países. Silva (2006, p. 43) nos resume essa ideia e traz a noção de alteração do processo atual de desenvolvimento, que deve estar intrinsecamente ligado à questão ambiental:

> De uma maneira geral as implicações ambientais da produção e o uso dos recursos energéticos têm gerado um grande desafio para os países desenvolvidos e países emergentes, consistindo da busca e adoção de modelos de crescimento que garantam a sustentação do desenvolvimento destes, bem como da indústria de energia sem que se ampliem os efeitos negativos ao meio ambiente. Neste contexto, a adoção de novas tecnologias de produção e uso dos recursos renováveis apresenta-se como uma alternativa viável do ponto de vista ambiental. No entanto, estas tecnologias sofrem impedimentos advindos de avaliações sócio-econômicas e políticas desfavoráveis.

E é frente a essa atual discussão que a economia vem buscando respostas. As teorias de vertente neoclássica, a partir dos anos 60, e a de enfoque institucionalista, de forma mais recente, se propõem a discutir o atual cenário, além de propor medidas economicamente cabíveis para o tema, de acordo com seus instrumentos econômicos.

2.1. Economia ambiental: Instrumentos Neoclássicos

Dentre as teorias para o meio ambiente, a economia ambiental é a principal das subdisciplinas que seguem as orientações do *mainstream* e segundo Norgaard (1997) vem buscando, através da racionalidade econômica, soluções para os problemas ambientais causados pelo homem. Para Mueller (1996, p. 263) foi a partir

da década de 60 que os economistas neoclássicos passaram a considerar relevante o impacto causado pela extração de recursos naturais do meio ambiente da mesma forma, passou a considerar resíduos e rejeitos liberados por todo um sistema econômico.

A economia ambiental, de acordo com Togeiro de Almeida (1998), segue uma linha neoclássica tradicional como orientação, e traz a idéia de externalidade como explicação para os problemas ambientais causados pela utilização dos recursos ambientais feito pelo homem. Togeiro de Almeida (1998, p.28) segue explicando que "as externalidades ocorrem porque o bem em questão (meio ambiente / recursos naturais) não é propriedade de ninguém, ou melhor, é de domínio público". Isso significará que o ator que polui não tem custos ao prejudicar o meio ambiente, ou seja, prejudicará a saúde e o bem-estar do restante da população, a princípio, sem incorrer de custos sob sua produção e sob seus lucros.

Baumol e Oates (1988) apresentam duas condições que devem ser preenchidas a fim de que uma situação englobe externalidade: (i) as relações de produção ou utilidade de um indivíduo 'A' incluem variáveis reais, cujos valores são escolhidos por outros, sem prestar atenção ao particular aos efeitos no bem estar de 'A'; (ii) os tomadores de decisão, cuja atividade afeta o nível de utilidade de outros, não recebem ou pagam em compensação por sua atividade um montante equivalente em valor aos benefícios ou custos resultantes aos outros.

Como esse agente não reparará sua ação por livre iniciativa, o poluidor maximiza seus lucros, enquanto o nível máximo de satisfação geral não é atingido. Então, a intervenção governamental se faz necessária para que se corrija a falha de mercado resultante. Para isso se faz a adoção de mecanismos que simulam um preço para o dano causado pelo agente poluidor, que deve ser incorporado aos seus custos para enfim "internalizar as externalidades".

Com isso vemos a necessidade do Estado intervir no processo e regular o mercado através de punições ou limitações para que a coexistência seja justa entre os agentes econômicos. Norgaard (1997, p. 108) explica que para os economistas ambientais os preços de mercado não irão cobrir os custos sociais visto que "não é possível definir direitos separados para custos inseparáveis" e os mesmos

economistas insistem que é necessário que um esforço coletivo ocorra ao invés de atitudes individuais guiadas pelo mercado. Togeiro (1998, p.28) é mais objetiva ao explicar que a idéia de mercado defendida pela corrente dominante, que seria o mecanismo de ajuste via preços, não é eficiente para a solução dos problemas ambientais, e que com isso fica cada vez mais distante do ponto "Ótimo de Pareto", "onde a firma individual (poluidora) maximiza seus lucros, mas o nível máximo de satisfação geral dos agentes não é atingido".

Com isso podemos perceber que a "mão do Estado", normalmente criticada por esta corrente de pensamento econômico, mostra-se como saída para solução dos problemas trazidos ao meio ambiente dada sua exploração. Em texto de Lustosa, Canep e Young (2003) é confirmada a necessidade dessas atitudes estatais e que a adoção de políticas ambientais é preponderante para que os agentes econômicos assumam posturas menos agressivas ao meio ambiente, diminuindo então, o volume de poluentes liberados e suavizando os impactos sobre os recursos naturais.

Togeiro (1998, p. 37) nos diz que a escolha dos instrumentos para o controle da poluição, dado pelo enfoque neoclássico, que se baseia em mitigar as externalidades, tem sido em "internalizá-las" e ela explica que:

> Uma vez reconhecida a falha do mercado para evitar a degradação ambiental, a discussão relevante é escolher o meio mais eficiente economicamente (custo mínimo) para que os agentes poluidores considerem os custos sociais de degradação nos seus cálculos privados de custo-benefício e, com isto, corrijam sua ação.

São quatro os tipos de instrumentos econômicos: 1) taxas e tarifas; 2) subsídios; 3) sistemas de devolução de depósitos; 4) criação de mercado.

2.1.1. Taxas e Tarifas

As taxas, para Seroa da Motta e Mendes (1997), seriam como uma cobrança direta pelo nível de poluição ou uso de um recurso natural, podendo ser simplesmente por uma espécie de multa pelo excesso de poluição ou um valor proporcional a este excesso, onde cada nível de poluição ou uso tem um valor estipulado de preço.

Segundo Togeiro de Almeida (1998), “as taxas podem ser consideradas um preço pago pela poluição”. Pereira e Tavares (1999) explicam que as taxas irão internalizar o custo externo, pois o poluidor irá assumir o custo externo da poluição que ele liberou na forma de uma taxa, ou seja, ele irá considerar um custo privado em suas contas. Os mesmo autores continuam explicando que empresas que tem “condições favoráveis” e com isso tomam iniciativa de reduzirem sua poluição além do solicitado, enquanto seus custos de controle estiverem abaixo das despesas com as taxas, conseguem, então, oferecer incentivos dinâmicos para inovações tecnológicas.

Existem inúmeros tipos de taxas, mas as principais, citadas por Pereira e Tavares (1999, p. 11 e 12) são as taxas sobre efluentes; taxas sobre o usuário; taxa sobre produtos; diferenciação de taxas e; sistema de depósito reembolsável ou consignação.

2.1.2. Subsídios

Segundo Togeiro de Almeida (1998), subsídio é uma forma de ajuda financeira, cujo objetivo é incentivar os poluidores a reduzirem seus níveis de poluição, além disso, pode ser oferecido a empresas que apresentem dificuldades em cumprir um certo padrão ambiental fixado. Os principais tipos são: i) subvenções; ii) empréstimos subsidiados; iii) incentivos fiscais.

2.1.3. Sistemas de Devolução de Depósitos

É o sistema no qual o consumidor compra o produto com uma sobretaxa, a qual é devolvida quando este retorna devidamente o produto, usualmente as embalagens, como no caso das garrafas de 600 ml de cerveja no Brasil, assim evitando a poluição. Além disso, esse sistema diminui os custos de remoção e manutenção do lixo pelos governos e, ainda, é um sistema de fácil implementação.

2.1.4. Criação de Mercado

De acordo com Togeiro de Almeida (1998), são instrumentos que tem a capacidade de criar, artificialmente, um "mercado para a poluição", no qual os agentes podem vender e adquirir "cotas" de poluição, transferir riscos associados a danos ambientais para terceiros e comercializar resíduos do processo de fabricação. Os instrumentos são respectivamente: i) licenças de poluição negociáveis; ii) seguro ambiental obrigatórios; iii) sustentação de mercados para resíduos industriais.

2.2. O Institucionalismo e a Economia Ecológica:

De acordo com o Manual de Economia da USP (2005) os institucionalistas criticam o alto grau de abstração da Teoria Econômica – mainstream - e também por não considerar em sua teoria as instituições sociais. Togeiro (1998), ao falar sobre a denominação institucionalista, também diz que "a preocupação desta escola em incluir arranjos institucionais (organizações, regras do jogo e relações de poder) como fatores cruciais e endógenos (e não dados) na análise dos problemas econômicos".

Martins (2007) diz que esta corrente de análise elabora suas perspectivas considerando a existência de limites dos recursos naturais, o que os difere completamente da visão neoclássica, que desconsidera completamente a extinção dos recursos naturais. E caso ocorra a escassez de algum bem, o preço deste se

eleva, o que introduz, automaticamente, inovações que permitem poupá-lo, e então, substituí-lo por outro bem que seja abundante.

Togeiro de Almeida (1998) afirma que graças à sua análise institucionalista, a economia ecológica é mais adequada para tratar problemas de cunho ambiental comparada à teoria neoclássica, definindo as principais diferenças entre as escolas. Enquanto o *mainstream* é por via de regra mecanicista-reducionistas, o enfoque da economia institucionalista é voltado para os enfoques holísticos e evolucionistas. A autora define o aspecto holístico como "a orientação interdisciplinar da economia institucionalista", já o aspecto evolucionista é definido como "o caráter dinâmico e histórico dos problemas econômicos, o que significa ter por base padrões tecnológicos, institucionais, de costumes e valores que interagem no tempo com a economia".

Ela segue definindo as quatro principais características dos problemas ambientais, de acordo com a economia ecológica:

> I- Natureza multidimensional e multidisciplinar: envolve aspectos monetários, físicos, sociais e culturais;
>
> II- Complexidade e incerteza: o conhecimento científico sobre eles ainda é parcial, seja no tocante à sua evidência, à identificação de suas causas e aos seus efeitos, principalmente à saúde humana. As incertezas ocorrem graças à complexidade dos problemas ambientais que tem por característica: acumular-se ao longo do tempo e por romperem fronteiras geográfico-administrativas.
>
> III- Irreversibilidade: o mais preocupante é o fato de a maior parte das agressões ambientais serem irreversíveis ou de difícil reversibilidade;
>
> IV- Conflitos de Interesse: os conflitos entre interesses privados e sociais, entre poluidores e vítimas dessa poluição, entre o Estado que regula e o poluidor é comum. E para os institucionalistas, a referência a um sistema de ética e ideologia é inevitável para enfrentarmos esta questão.

Estas características apresentam-se como uma critica clara a escola neoclássica e a forma como ela trata os problemas ambientais.

2.3. A atual transformação energética e a energia eólica:

Sachs (2007) em artigo intitulado “A revolução energética do século XXI” é pontual em afirmar que estamos passando por uma transformação energética. O aumento de preço do petróleo e seus derivados atinge em cheio o que entendemos como desenvolvimento e estilo de vida ideal, almejado pela maioria da população. O carro, as viagens turísticas e o altíssimo gasto energético para que produtos produzidos em diferentes partes do mundo cheguem às prateleiras de diversos países são exemplos desse desperdício, que antes era estimulado pelos baixos preços dos combustíveis fósseis e deverá ser revisto o quanto antes.

Essa idéia é comprovada por Cohen (2003) apud Pasternack (2000) que mostra que o consumo de energia elétrica *per capita* ao ano acima de 4.000KWh mantém praticamente constante o IDH - Índice de Desenvolvimento Humano praticamente constante. Por exemplo, o caso do Canadá, onde o consumo de energia elétrica beira os 16.000 KWh *per capita* ao ano, seu IDH não difere muito do Japão, onde o consumo de eletricidade é praticamente a metade do seu consumo. Ainda tem o caso da Espanha, onde o consumo de energia elétrica é de aproximadamente 4.000 KWh *per capita* ao ano.

Silva (2006) salienta que, devido às pressões internacionais de organismos para a preservação da natureza e de seus recursos naturais, tem sido cobrado que nenhum Estado Nacional se ausente das discussões para as questões ambientais, isso porque essas entidades enxergam a necessidade de controlar os efeitos que o atual desenvolvimento impõe sobre o meio ambiente principalmente quando o assunto é a produção de energia e seus impactos. As distorções impostas pelas fontes tradicionais de energia, que se refere ao fato dessas fontes não internalizarem todos os seus custos externos, incluem impactos sobre a saúde, ambientais, e as interferências aos arranjos sociais vinculados à matriz energética convencional como a dos combustíveis fosseis, grandes hidrelétricas e usinas

nucleares. Essa atenção especial se deve ao fato de que se o modelo de matriz energética for alterado, suas repercussões serão sentidas em setores fundamentais e que movimentam a economia dos países como setor industrial, de transporte, de serviços e residencial.

E é com essa concorrência que os produtores, muitas vezes independentes de fontes renováveis iniciam uma “disputa de mercado” com um setor estabelecido há mais de um século e que contou com um forte incentivo estatal para seu desenvolvimento. Apesar desse cenário desanimador Sachs (2007) acredita que são as pressões ecológicas e não as vantagens econômicas que impulsionam esta revolução energética, visto que nenhuma das energias alternativas, por enquanto, oferece vantagens econômicas claras frente às fontes ditas convencionais.

Para atestar o que Sachs está dizendo podemos perceber o crescente investimento neste novo mercado, que preza pela sustentabilidade, e o crescimento da participação das fontes renováveis nas matrizes energéticas nacionais. Silva (2006) nos mostra o exemplo da União Européia, que para reforçar a segurança no abastecimento de energia elétrica, necessita de esforços políticos e intervenções econômicas para que as fontes renováveis se desenvolvam e ampliem sua participação na sua matriz energética de forma considerável.

Frente a este panorama, surge como possibilidade a busca por fontes renováveis de energia, pois graças ao seu reduzido impacto ambiental o seu uso vem atender aos inúmeros apelos de ambientalistas pela redução da emissão dos gases do efeito estufa, além da questão econômica do aumento de preços dos combustíveis fósseis.

Dentro deste leque de energias renováveis, Ferreira (2008, p. 9) afirma que “a expansão dos mercados de energia eólica em todo o mundo continua excedendo as expectativas mais otimistas”. E isso pode ser evidenciado ao compararmos os estudos realizados anualmente pelo GWEC – Global Wind Energy Council dos anos de 2008 e 2009. Entre esses anos o crescimento do total da capacidade instalada no mundo cresceu 31,76%, passando de 120.297 MW de capacidade instalada no ano de 2008 para 158.505 MW em 2009.

E neste mesmo estudo realizado pelo GWEC nos anos de 2008 e 2009, podemos perceber que o crescimento da capacidade instalada tem ocorrido de forma distribuída entre os continentes No quadro abaixo podemos perceber que o crescimento tem ocorrido de forma mais considerável, quando analisamos o percentual de variação crescimento e não o valor bruto da capacidade instalada, na América do Sul como líder nessa questão.

Quadro 1: Crescimento percentual da capacidade instalada total:

Continentes	Crescimento da capacidade instalada total entre os anos de 2008 e 2009
América do Sul	95,10%
Ásia	63,76%
América do Norte	39,90%
África	36,01%
Oceania	35,18%
Europa	15,84%

Fonte: GWEC 2008 e 2009.

Porém ainda de forma clara temos a Europa como líder em capacidade instalada total, tendo em 2009 um total de 76.152 MW, o que a deixa muito a frente do segundo colocado, o continente asiático com 39.610 no mesmo ano (GWEC 2009). Essa liderança existe entre tantos fatores graças ao seu domínio tecnológico, Ferreira (2008, p. 17) corrobora isso ao informar que “das dez maiores empresas de fabricação de equipamentos de energia eólica nove são européias. (...) Sendo a indústria deste continente responsável por 90% da vendas de turbinas eólicas no mundo em 2006”.

Em suma, a energia eólica vem tomando lugar e se difundindo como fonte alternativa e limpa de energia graças a seus largos benefícios frente às fontes convencionais de energia. Diante desse fato, um dos seus principais pontos positivos, o fato de não produzir gases poluentes de forma significativa. Cabe ressaltar que, de acordo com os estudos até agora mostrados, essa fonte de energia vem para complementar essa nova ordem mundial, de produção de energia limpa e

de fontes inesgotáveis, para mitigar os impactos ambientais até agora causados por anos pelo uso de energias poluidoras e não renováveis.

3. O MEIO AMBIENTE E A ENERGIA EÓLICA

3.1. Aspectos Positivos

O grande benefício trazido pela energia eólica é o fato de não emitir gás carbônico de forma significativa para atmosfera e assim não contribuir para o efeito estufa e outros malefícios causados por outras fontes de produção de energia. Para Nascimento (2003, p. 219): "O mais importante benefício que a energia eólica oferece ao meio ambiente está no fato de que ela não emite poluentes durante sua operação". Nesse caso para os países que tem seu arcabouço energético baseado em termelétricas, a energia eólica vem como uma das opções frente essa energia extremamente poluidora e que causa sérios danos ao meio ambiente. Em relatório da ANEEL (BRASIL, 2008, p. 135) os líderes em consumo de energia, através de carvão mineral, hoje, são China com 41,3% e Estados Unidos com 18,1% do consumo mundial dessa fonte de energia. Outro benefício, para o meio ambiente, trazido pela energia eólica é a não utilização da água como fonte motriz, nem para sua refrigeração, além do que, não produz resíduos radioativos nem gasosos Dutra, (2004, p.196).

Silva (2006, p. 222) comprova esses fatos através dos seguintes dados:

> Uma turbina eólica de 600 kW comercialmente disponível, quando substitui unidades termelétricas convencionais, tem potencial de evitar, durante seus 20 anos de vida útil, emissões de CO2 na ordem de 20.000 - 36.000 toneladas. Estes valores dependem imperativamente do regime de vento e, por conseqüência, do fator de capacidade no local de instalação

No quadro abaixo que segue temos a quantidade de emissão de CO^2 por diferentes tipos de tecnologias de geração de energia elétrica:

Quadro 2: Emissão de CO^2 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	Na	4	300	304
Plantas geotérmicas	<1	1	56	57
Pequenas hidrelétricas	Na	10	Na	10
Reatores nucleares	~2	1	5	8
Energia eólica	Na	7	Na	7
Solar fotovoltaico	Na	5	Na	5
Grandes hidrelétricas	Na	4	Na	4
Solar térmico	Na	3	Na	3
Lenha (extração programável)	-1.509	3	1.346	-160

Fonte: Nascimento (2003, p. 220) apud World Energy Council (1993)

Mais um aspecto, referente aos benefícios trazidos pela energia eólica ao Brasil, é destacado por Castro et al (2009, p. 21) que afirmam: “A externalidade positiva que a energia eólica detém, e que justifica a sua maior inserção na matriz elétrica, é relacionada com a complementaridade com o parque hídrico: o regime de ventos é mais intenso justamente no período seco”. Em estudo realizado pela ANEEL (2008, p. 81) é evidenciado esse aspecto positivo de complementaridade entre a principal fonte da matriz energética brasileira, a hidráulica e, a eólica. Sendo nesse relatório, evidenciado também, que a velocidade dos ventos também é maior no período de estiagem, com isso, é possível preservar a água dos reservatórios quando o volume de chuva diminui.

Um dos pontos, referente ao Brasil que Castro et al (2009, p.18) destaca, é o fato de a principal fonte de nossa matriz energética, a hidráulica, responsável por aproximadamente 90% da produção de energia elétrica no país, não causar danos no que se refere a efeito estufa. Além de destacar a importância que os

investimentos em fontes renováveis têm para mantermos esse padrão de excelência ímpar frente ao restante do mundo. Porém essa afirmação de Castro et al. tem sido contestada e Dutra (2004, p. 198) cita um dos sérios problemas que grandes hidrelétricas podem causar:

> A utilização de grandes hidrelétricas tem sido discutida (...), pois o apodrecimento da vegetação submersa produz uma quantidade substancial de gases do efeito estufa. Um dos principais gases provenientes da decomposição da vegetação submersa é o metano, 50 % mais potente que o CO2.

Entre outras características positivas, a serem destacadas, estão os reduzidos tempos de construção, o pequeno impacto ambiental que a implementação de parques eólicos traz. Além da criação de empregos diretos e indiretos nas regiões onde esses parques são construídos. Ferreira (2008, p. 24) destaca todos esses fatores já ditos, além de citar mais benefícios como a redução da dependência de combustíveis fósseis; o pequeno espaço físico ocupado pelas centrais eólicas, mantendo as atividades onde o parque é construído; além dessa indústria estar em ascensão em todo o mundo, inclusive no Brasil. O que dá perspectivas de redução dos custos para sua implementação no curto e médio prazo.

3.2. Aspectos Negativos

3.2.1. Emissão de Ruídos:

Esse foi um dos pontos mais debatidos no que se refere a impactos negativos ao meio ambiente. Nascimento (2003, p.219) diz que “o impacto ambiental causado pelo ruído gerado pelo sistema eólico foi um dos mais importantes temas de discussão da energia eólica durante a década de 80 e início da década de 90”

O estudo realizado pelo Ministério de Minas e Energia denominado Plano Nacional de Energia 2030 (2007, p. 28) descreve o impacto ocasionado pela geração eólica de energia são os ruídos e explica que ele tem duas origens: a

origem mecânica e a origem aerodinâmica. No texto a explicação é apresentada assim:

> O ruído mecânico é proveniente, principalmente, da caixa de engrenagens e da nacele. Uma outra fonte de ruído é a junção da torre com a nacele. O ruído aerodinâmico é influenciado diretamente pela velocidade do vento incidente sobre a turbina eólica.

Dutra (2004, p.199) afirma que: “Estudos sobre a geração e o controle do ruído gerado pelas partes mecânicas já são bastante conhecidos. A tecnologia atual mostra que é possível a construção de turbinas eólicas com níveis de ruídos bem menores.” Já sobre os ruídos oriundos das partes aerodinâmicas, Dutra no mesmo texto segue explicando que muitos aspectos devem ser pesquisados e testados pelos especialistas, tanto nas formas das pás quanto na torre, para a redução dos ruídos, e assim podendo gerar vários modelos e novas formas para os formatos aerodinâmicos das pás.

Nas últimas duas décadas fortes investimentos em tecnologia e melhoramento dos aerogeradores tem sido feitas. Ferreira (2008, p. 28) atesta esse fato e explica que desde 1995 fortes aportes de capitais tem afetado a evolução tecnológica dos aerogeradores. Nos últimos anos, com o desenvolvimento da aerodinâmica das pás e nas partes mecânicas mais problemáticas foi possível uma redução considerável no ruído dos aerogeradores mais modernos.

3.2.2. Utilização da Terra e o Impacto Visual:

A utilização da terra se compararmos com outras fontes de energia não seria considerada como um impacto negativo pois os parques eólicos permitem a continuidade da maior parte das atividades que antes já eram exercidas na fazenda eólica. Ferreira (2008, p.26) diz que normalmente 99% do território utilizado pela usina eólica ficam disponíveis para o uso da terra em outras atividades econômicas.

É citado como exemplo de utilização para outros fins das terras, por Rocha e Rossi (2005, p. 243), “a exploração para o turismo, para a pecuária e para a agricultura”.

Outro ponto importante a ser destacado é evidenciado por Silva (2006, p. 208) onde o autor explica que além de o uso da terra praticamente não ser afetado quando comparado a outras fontes de energia, o autor diz que “a produção de energia eólica não implica em nenhuma alteração do lençol freático por consumo, contaminação, geração de resíduos ou lançamentos”.

Em quadro abaixo podemos notar que a utilização de terras para geração de energia elétrica, a partir de fonte eólica, é bem menor quando comprada a outras fontes de energia como a solar e carvão.

Quadro 3: Uso da terra para geração de energia elétrica:

Tecnologias	**Terra requerida em 30 anos (m^2 / GW/h)**
Geotérmica	404
Eólica	1.335
Solar Fotovoltaica	3.237
Solar Térmica	3.561
Carvão	3.642

Fonte: Ferreira (2008, p. 27) apud EWEA (2000)

No que se refere ao impacto visual, e no que isso implica para a população que circundam as áreas das usinas eólicas, é dito por Nascimento (2003, p.220 e 221) que:

> Visualmente, a reação provocada por um parque eólico é altamente subjetiva. Muitas pessoas olham a turbina eólica como um símbolo de energia limpa sempre bem-vindo, outras reagem negativamente à nova paisagem. A reação da população, quanto ao impacto visual têm sido minimizados, principalmente, com a conscientização sobre as vantagens da geração eólica.

Essa melhor conscientização segundo Dutra (2004, p.200) poderá ocorrer: “Através de audiências públicas e seminários, a população local passa a conhecer

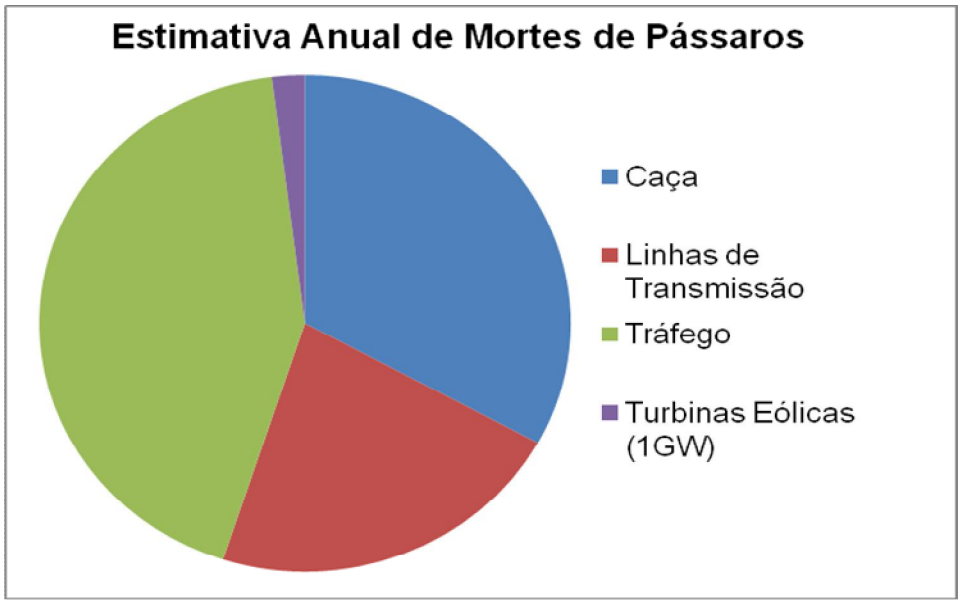
melhor toda a tecnologia e, uma vez conhecendo os efeitos positivos da energia eólica, os índices de aceitação melhoram consideravelmente".

3.2.3. Impacto sobre a Fauna

O impacto de espécies de pássaros nas pás e nas torres dos aerogeradores tem sido, segundo Silva (2006, p. 233), o motivo pelo qual o debate tem se tornando mais acirrado entre os defensores da tecnologia eólica e ambientalistas

Nascimento (2003, p.221), seguindo esse tema de discussão explica que "O impacto de turbinas eólicas sobre a fauna está relacionado com acidentes eventuais envolvendo pássaros quando estes se chocam nas pás em movimento." Mas o autor explica que o que deve ser evitado é a construção de fazendas eólicas onde existam, reconhecidamente, rotas migratórias de pássaros. Isso porque em Ferreira (2008, p. 33) apud Bourillon (1999) é dito através do Gráfico 1 que a morte de pássaros nos Países Baixos é insignificante quando comparada à morte por caça ou tráfego de veículos em altas velocidades e até mesmo quando comparamos com as mortes de pássaros pelas linhas de transmissão de energia elétrica:

Gráfico 1: Estimativa Anual de Mortes de Pássaros nos Países Baixos:



Fonte: Bourillon (1999).

Dutra (2004, p.201) também cita o exemplo ocorrido na Alemanha, no que se refere aos impactos na fauna: “Foram contados um total de 32 pássaros mortos por turbinas eólicas entre os anos de 1989 e 1990, em todos os parques eólicos do país. E Dutra segue afirmando que: “Fora das rotas de migração, os pássaros são raramente incomodados pelas turbinas eólicas.”

Outros impactos negativos podem ser causados como as interferências eletromagnéticas, porém o desenvolvimento tecnológico das turbinas eólicas e dos outros componentes de um parque eólico tem diminuído esses problemas. Além disso, a implementação de políticas públicas que exijam estudos específicos para a construção desses parques, avaliando seus impactos ambientais tem sido de suma importância para que uma fonte pouco poluidora não traga outros problemas ambientais e que afetem a população que mora próximo a esses locais. As políticas públicas também têm por objetivo incentivar a ampliação da capacidade instalada dos países e poder ampliar as possibilidades de suas matrizes energéticas.

4. ENERGIA EÓLICA E POLÍTICAS PÚBLICAS:

4.1. Políticas Públicas Internacionais:

Ao analisarmos o cenário mundial, no que se refere ao desenvolvimento de fontes de energia, vemos o crescente interesse no que diz respeito às fontes renováveis e limpas. Para que essas fontes de energia regenerativas sejam implantadas de forma sólida, é necessário que políticas públicas sejam aplicadas, isso porque o custo de desenvolvimento de novas tecnologias é alto e o retorno costuma ser no longuíssimo prazo, o que afasta o capital puramente privado. Logo percebemos a importância das parcerias público-privadas para que a implementação de projetos, que se referem às fontes limpas e renováveis de energia, de fato ocorra.

Conforme Ferreira et al (2006, p.701) diversos países tem posto em prática políticas públicas para o fomento da energia eólica bem como para outras fontes de energia renováveis, para que elas se tornem, em uma estrutura de mercado, competitivas. Dutra, Szklo e Tolmasquim (2005, p.205) seguem a mesma linha análise e dizem que todos os principais mercados eólicos sempre tiveram leis de incentivos e que este mercado traz benefícios, tanto diretos como indiretos à matriz energética de um país.

Porto et al (2003, p.181) demonstra como o maior bloco econômico lida com os incentivos dados à energia eólica:

> A União Européia face ao apoio institucional recebido com a criação de um mercado compulsório na área de Fontes Renováveis de Energia – FER -, na sua maioria dado por uma tarifa de compra imposta pelo poder público, garantida por 15 anos, alcançará, até 2010, a meta de 12% de seu consumo interno bruto de energia a partir dessas fontes.

Outro ponto importante a ser destacado são as mudanças climáticas que vem acontecendo, de acordo com Alves (2009, p.01), as fontes renováveis de

energia, graças a essas alterações, tomam mais espaços nos planejamentos governamentais sobre suas matrizes energéticas. E no que tange à energia eólica e sua aplicabilidade no Brasil o autor segue dizendo que após a crise energética de 2001 houve uma “corrida de empreendedores interessados em investir na construção e operação de usinas eólicas no Brasil”.

Ferreira et al (2006, p.702) afirma: “O desenvolvimento da energia eólica pode ser apoiado através de uma variedade de incentivos, ora na tentativa de estimular o mercado, ora provendo um mercado para garantir que o desenvolvimento da energia eólica ocorra”. Nesse mesmo sentido o autor segue nos explicando que incentivos fiscais para: reduzir os custos, proporcionar créditos para que sejam financiados novos projetos de geração eólica e garantir que a energia produzida será incorporada à rede de consumo estimula o mercado e auxilia em seu crescimento.

Os incentivos descritos por este autor são:

- Compra, pelo governo, da energia gerada por empreendimentos eólicos;

- Financiamento apoiado pelo governo para os custos de construção de projetos de energia eólicos;

- Obrigatoriedade de compra de quantidade fixa e preço fixo;

- Participação de uma quantidade mínima de energia proveniente de fontes renováveis (Portfólio padrão de energia renovável)

- Reembolso e incentivos fiscais

O mesmo autor ainda fala que sobre outras abordagens indiretas para apoiar a energia eólica como os incentivos para atrair indústrias de componentes de sistemas eólicos ou políticas de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias.

Os países que hoje são os líderes no que se refere à energia eólica e sua incorporação à matriz energética de seus países são predominantemente os países europeus, China, Índia e Estados Unidos.

Abaixo segue quadro com os principais mecanismos para a formação de políticas de desenvolvimento de fontes renováveis:

Quadro 4: Os principais mecanismos para a formação de políticas de desenvolvimento de fontes renováveis.

Incentivos	Descrição	Exemplos de aplicação	Vantagens	Desvantagens
Subsídios para Investimentos	Os subsídios para investimento constituem um mecanismo para superar barreiras de um investimento com alto custo inicial (upfront costs). Este tipo de subsídio é usado para estimular investimentos em tecnologias de energia renováveis menos econômicas. Subsídios de investimento normalmente situam-se na faixa de 20-50% dos custos efetivos do investimento, entretanto, segundo diretrizes específicas de cada país, a faixa de subsídios pode variar significativamente dentro das limitações de disponibilidade de recursos e também de prioridades nas diretivas ecológicas de proteção ambiental. Taxas especiais para investimento podem também ser consideradas como uma forma de subsídio	Áustria Bélgica Dinamarca Finlândia França Alemanha Grécia Itália Luxemburgo Países Baixos Noruega Portugal Espanha Suécia Reino Unido	Reduz o montante de capital inicial próprio necessário para iniciar o projeto. Garante o aumento da capacidade em um curto prazo.	Os critérios para a escolha do nível de subsídio e das tecnologias a serem beneficiadas podem dificultar a evolução de um mercado mais competitivos a curto prazo e também a adoção gradual de avanços tecnológicos. Em princípio, o subsídio é arcado por todos os contribuintes (consumidores ou não consumidores).
Medidas Fiscais	Alguns países europeus apóiam fontes renováveis de energia por meio de sistema fiscal. Os benefícios fiscais atuam em diversas modalidades de redução ou abatimento em impostos especiais aplicados na geração de energia elétrica, isenção tributária para fundos verdes, e utilização de fundos específicos para geração limpa.	Áustria Bélgica Dinamarca Irlanda Luxemburgo Países Baixos Noruega Portugal Suécia Reino Unido	Cria uma fonte de renda (custo evitado) para o projeto ao longo do período do benefício fiscal	Em se tratando de um subsídio indireto, valem as mesmas desvantagens apontadas no item anterior.

Feed-in Tariff	Este instrumento de política de desenvolvimento para fontes renováveis é largamente utilizado para a promoção de energias renováveis. O termo Feed-in é usado tanto para definir e garantir o preço mínimo da energia elétrica gerada, como também para estabelecimento do prêmio a ser pago além do preço de energia elétrica do mercado. Normalmente, são definidas regulamentações para impor uma obrigação contratual entre as concessionárias de energia e o produtor de fontes renováveis A tarifa pode ser completada com subsídios do Estado. O nível da tarifa é geralmente fixo durante vários anos para dar segurança aos investidores, garantindo, assim, parte da receita ao longo da vida útil do investimento. Este instrumento apresenta diferentes variações, especialmente aplicadas para as características e metas de cada mercado eólico. O mecanismo de Feed-in pode estar baseado nos custos evitados da concessionária de energia, que tem a obrigação de compra ou no preço final ao consumidor. Porém, o nível da tarifa não deve necessariamente uma relação direta com custo ou preço da tecnologia, mas sim ser escolhido de forma a motivar os investidores na aplicação de recursos em projetos renováveis.	Áustria Bélgica Dinamarca Finlândia França Alemanha Grécia Itália Luxemburgo Países Baixos Portugal Espanha	O mecanismo de Feed-in cria uma estabilidade financeira para o investidor ao garantir a compra da energia por um período pré-determinado. Os riscos financeiros são minimizados uma vez que são protegidos através dos contratos de compra e venda de energia a um prêmio ou preço pré-determinados. Garante um aumento de capacidade de curto prazo. Em princípio, os consumidores da energia são aqueles que arcam com o ônus.	É um mecanismo caro que, dado o exemplo dos grandes mercados eólicos (que mantém por um período muito longo), tem se mostrado incapaz de gerar, por si próprio, um mercado mais competitivo entre as fontes renováveis. Não necessariamente estimula os empreendimentos eólicos mais eficientes. Pode acarretar em uma sobre capacidade instalada e um sobre custo indesejado aos consumidores.
Certificados Verdes/ Sistema de Quotas	O sistema de quotas é usado para impor uma produção mínima ou um consumo mínimo de energia elétricas através de fontes renováveis. O governo fixa a estrutura no qual o mercado produz, vende ou distribui uma certa quantidade de energia elétrica derivada de fontes renováveis. Cabe aos governos estabelecer quais fontes devem participar do sistema de quotas "protegendo-as" da competição de outras fontes d baixo custo, ou seja, estabelecer quotas específicas por fonte. A quota, normalmente, pode ser comercializada entre companhias para evitar distorções no mercado. A utilização e comercialização de certificados verdes fazem-se necessárias neste tipo de sistema. Estes certificados verdes	Áustria Bélgica Itália Suécia Reino Unido	Possibilidade de formação de um mercado paralelo na comercialização dos certificados verdes. Permite a formação de um mercado competitivo que leva em princípio, ao custo mínimo. O valor da tarifa é determinado	Em geral, o sistema de cotas necessita uma infra-estrutura regulatória e administrativa mais sofisticada (elevados custos de transação). Não estimula pesquisa e desenvolvimento além de não estimular a aprendizagem tecnológica. Não induz mercado

	provêem um sistema de contabilidade para registrar produção, autenticação da fonte de energia, além de verificar se demanda foi alcançada.		pelo mercado e não de forma administrativa	para fontes com elevado potencial tecnológico, porém pouco competitivas.
Sistema de Licitação	Procedimentos de licitação podem ser usados para selecionar os beneficiários para apoio de investimento ou apoio de produção (como, por exemplo, Feed-in), ou para outros direitos limitados - como locais para a produção eólica. Os critérios para avaliação das ofertas são fixados antes de cada círculo de licitação, onde o governo decide o nível desejado de energia gerada ou potência a ser instalada por cada fonte, as taxas de crescimento, entre outros fatores.	França Irlanda	Este sistema tende a favorecer os projetos mais eficientes uma vez que os projetos de custos mais reduzidos são escolhidos pelo processo de licitação	O sistema de licitação não foi suficiente para atrair grandes investimentos. Por estar sujeita a muitas variáveis do próprio setor de oferta e demanda de energia, o crescimento dos projetos em fontes renováveis é baixo.

Fonte: Dutra, Szklo e Tolmasquim (2005 p. 208).

4.2. Políticas Públicas no Brasil:

Um estudo realizado pelo Instituto de Economia da UFRJ em parceria com o Ministério de Minas e Energia, Eletrobrás e Departamento Nacional de Desenvolvimento Energético, no ano de 1998, explica que o primeiro apoio dado à energia eólica e solar foi realizado entre o final da década de 70 e início de 80 graças à crise do petróleo, porém praticamente desapareceu após a forte queda de seus preços em meados da década de 80.

Mas foi a partir da década de 90 que políticas públicas sérias e de maiores proporções começaram a ser realizadas no país. Dutra (2004, p. 223) cita o I Encontro para a Definição de Diretrizes para o Desenvolvimento de Energias Solar e Eólica no Brasil realizado em abril de 1994, e ele explica que foi esse encontro que fundamentou a política nacional no que diz respeito à estruturação desses dois tipos de fontes de energia renováveis. Além disso, era de conhecimento geral a falta de domínio tecnológico frente à utilização dessas fontes que são extremamente abundantes no Brasil, e a criação dessas diretrizes serviu para que houvesse maior controle frente a essas tecnologias. No mesmo texto Dutra explica o II e III Encontro

para o Desenvolvimento de Energias Solar e Eólica, realizados respectivamente, nos anos de 1995 e 1996, tiveram sempre o mesmo intuito, de buscar soluções praticas para o desenvolvimento das fontes alternativas de energia.

Dutra (2004, p.226) explica que foi através desses encontros, em prol das energias regenerativas, que se viu a necessidade de criarem o Centro de Pesquisa de Energia Elétrica (CEPEL) em 1994 e através desse centro de pesquisa se originou o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica.

E ao tratarmos de marco regulatório das energias renováveis, e no que tange a energia eólica temos pontos importantes a ressaltar, como a lei nº 9074 de 1995. Alves (2009, p. 179) explica que esta lei iniciou a criação de um "ambiente facilitador a configuração de novos agentes no mercado brasileiro de energia elétrica". Esta lei propunha a figura do Produtor independente de energia, definido como pessoa jurídica ou empresas reunidas em consorcio que recebam concessão ou autorização do poder concedente, para produzir energia elétrica destinada ao comércio de toda ou parte da energia produzida, por sua conta e risco.

Silva segue explicando a alteração ocorrida, sob o decreto 2003/1996 onde o produtor independente de energia, diferenciando este do denominado Autoprodutor de Energia Elétrica, é configurado como a pessoa jurídica ou empresas ou empresas reunidas em consórcio que recebam concessão ou autorização para produzir energia elétrica destinada ao seu uso exclusivo. Com isso, é garantido que a energia elétrica produzida tanto pelo autoprodutor como para o produtor independente de energia será utilizada. Eles também passaram a ter livre acesso aos sistemas de transmissão e distribuição de concessionários ou permissionários de serviço público de energia elétrica e terão os custos de transmissão ressarcidos.

A Lei nº 9478, de 6 de agosto de 1997 também dispõe sobre a política energética nacional, onde foi criado, dito no Capítulo II, o Conselho Nacional de Política Energética - CNPE, que entre suas atribuições estão:

> Assegurar, em função das características regionais, o suprimento de insumos energéticos às áreas mais remotas ou de difícil acesso do País, submetendo as medidas específicas ao Congresso Nacional, quando implicarem criação de subsídios.

Outro ponto importante das medidas impostas pelo CNPE se embasa no fato deste se propor a rever as matrizes energéticas regionais, periodicamente, levando em conta tanto as fontes convencionais como as fontes alternativas e as novas tecnologias disponíveis, de acordo com a região do País.

A criação da ANEEL também foi de suma importância para a política energética nacional. Foi sob a lei 9.427 de 26 de dezembro de 1996 que o órgão foi instituído que em seu artigo 1º a define como autarquia e esta vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Mas é o artigo 2º que define a ANEEL: "A Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL tem por finalidade regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal".

Silva (2006, p.132) ainda evidencia o artigo 26 que trata sobre os incentivos dados as energias renováveis, e este artigo nos diz:

> ...para os empreendimentos hidroelétricos com potência igual ou inferior a 1.000 (mil) kW e para aqueles com base em fontes solar, eólica, biomassa e co-geração qualificada, conforme regulamentação da ANEEL, cuja potência injetada nos sistemas de transmissão ou distribuição seja menor ou igual a 30.000 (trinta mil) kW, a ANEEL estipulará percentual de redução não inferior a 50% (cinqüenta por cento) a ser aplicado às tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição, incidindo na produção e no consumo da energia comercializada pelos aproveitamentos".

Silva (2006, p. 132) segue explicando que em 1º de outubro de 1999 a resolução 281 veio dar novo texto à lei 9.427. e o artigo que dá continuidade ao citado no parágrafo anterior é o artigo 22 que explica:

> Para o aproveitamento de potencial hidráulico de potência superior a 1.000 kW e igual ou inferior a 30.000 kW, destinado a produção independente ou autoprodução de energia elétrica, mantidas as características de pequena central hidrelétrica, e para os empreendimentos a partir de fontes eólicas e empreendimentos termoelétricos a partir de fonte biomassa e de cogeração qualificada, cuja capacidade instalada esteja dentro dos referidos limites de potências, a ANEEL estipulará, no ato

autorizativo, o percentual de redução de 50% (cinqüenta por cento), a ser aplicado às tarifas de uso dos sistemas elétricos de transmissão e de distribuição.

Podemos então perceber, através dos acontecimentos repetidos ano a ano e também de uma orientação mundial, a necessidade de aplicarmos, em larga escala a utilização de energia, ou melhor, eletricidade, oriunda de fontes renováveis e limpas. Porém, o que de fato impulsionou o governo federal brasileiro a apoiar projetos maiores nessa área, foi a séria crise energética que nos assolou em 2001.

4.3. Tentativa com o PROEÓLICA:

Dentro desse contexto, de séria crise do setor hidroelétrico e de um novo panorama dado às energias renováveis, foi criado o PROEÓLICA em julho de 2001. Sendo ele o primeiro programa de incentivos a geração de energia eólica realizado no Brasil (Ferreira et al 2006).

Alves (2009, p.9) nos fala que foi durante esse período de crise energética que "assistiu-se a uma verdadeira corrida de empreendedores interessados em investir na construção e operação de usinas eólicas no Brasil". O autor explica que esse aumento de procura deve-se em grande parte a Resolução 24/2001 da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, que criou o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA).

O artigo 1º dessa Resolução tinha como seus objetivos:

I. Viabilizar a implantação de 1.050 MW, até dezembro de 2003, de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica, integrada ao sistema elétrico interligado nacional;

II. Promover o aproveitamento da fonte eólica de energia, como alternativa de desenvolvimento energético, econômico, social e ambiental;

III. Promover a complementaridade sazonal com os fluxos hidrológicos nos reservatórios do sistema interligado nacional.

Já o artigo 2º explicava que a ELETROBRÁS de forma direta ou por suas subsidiárias, em um prazo mínimo de quinze anos, contratará a aquisição de energia a ser produzida por empreendimentos de geração de energia eólica, até o limite de 1050 MW. Seguindo suas premissas de aplicabilidade, a Resolução define quais serão os incentivos e como o Valor de Compra (VC) será definido:

I. Para projetos implementados até 31 de dezembro de 2001 - 1,200 x VC;
II. Para projetos implementados até 31 de março de 2002 - 1,175 x VC;
III. Para projetos implementados até 30 de junho de 2002 - 1,150 x VC;
IV. Para projetos implementados até 30 de setembro de 2002 - 1,125 x VC;
V. Para projetos implementados até 31 de dezembro de 2002 - 1,100 x VC;

Ferreira (2008) avalia que o incentivo de 1,2xVC seria só para projetos que, no prazo de seis meses, estivessem concluídos. Isso, então, acarretou uma corrida, por partes dos investidores, pela homologação de seus projetos eólicos junto à ANEEL, e o autor ainda evidência que foi aí que surgiram as primeiras barreiras à energia eólica. Outro incentivo importante dado na época foi a isenção do IPI sob o decreto nº 3827/2001 de 31 de maio de 2001, essa resolução dá isenção total para inúmeros produtos industrializados destinados a geração de energia elétrica, inclusive aos aerogeradores de energia eólica.

No artigo 3º é definido que parcerias tanto com instituições publicas como privadas poderão ocorrer, e no artigo 4º diz que caberá ao MME - Ministério de Minas e Energia - promover, coordenar e implementar o Programa em questão.

Porém esse projeto não foi posto em prática, Ferreira et al (2006, p.705) segue dizendo “Esse programa nunca foi regulamentado pela ANEEL e nenhuma usina entrou em operação na ocasião”.

Silva (2006, p.135) explica o não sucesso do projeto, porém evidencia sua maior conquista:

> O PROEÓLICA, contudo, não foi capaz de viabilizar a entrada emergencial de novos projetos eólicos, mas favoreceu a entrada de muitas empresas internacionais que atuam na promoção das fontes renováveis, gerando assim a necessidade da

> estruturação de uma legislação, de caráter duradouro, que venha efetivar o desenvolvimento do mercado de energias renováveis no Brasil.

4.4. PROINFA e seu desenvolvimento:

Foi sob esse panorama que o maior programa brasileiro de incentivos a energias renováveis foi criado e aplicado, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA. Ele foi constituído pela Medida Provisória nº 14 de 21 de setembro de 2001, que depois foi convertida na Lei nº 10.438, em 2002 e hoje é o projeto que orienta os investimentos, no que tange as energias regenerativas.

Segundo Porto et al (2003, p. 183):

> Dentro de uma ação conjuntural, foi instituído, no âmbito do Ministério de Minas e Energia, por meio da Medida Provisória nº 14, de 21 de setembro de 2001, o Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, com o objetivo de agregar ao Sistema Elétrico Interligado Nacional, o montante de, no máximo, 3,300 MW de potência instalada.

O PROINFA também foi criado pelo intuito de complementar o abastecimento de energia elétrica nacional, Alves (2009, p. 183) diz que "o PROINFA é um instrumento de complementaridade energética sazonal à energia hidráulica, responsável por mais de 90% da geração do País." O autor segue dizendo que a energia eólica vem como principal opção para que esse complemento energético ocorra na Região Nordeste do país enquanto para a Região Sul e Sudeste a opção da biomassa se apresenta favorável.

Dentro da mesma medida provisória também foi criada a Conta de Desenvolvimento Energético - CDE, no artigo 13 da, agora, Lei já citada, que tem por objetivo o desenvolvimento energético dos Estados. Além disso, quer tornar a energia produzida por fontes renováveis capaz de disputar espaço nas áreas atendidas pelos sistemas interligados, unido à meta de levar energia elétrica a todos os lugares do país, foram contempladas pelo artigo as fontes: eólica, biomassa,

pequenas centrais hidrelétricas, gás natural e carvão mineral nacional. A partir da sua instituição, a CDE terá duração de 25 anos, e seus recursos terão origens dos pagamentos anuais realizados a título de Uso de Bem Público; pagamentos de multas aplicadas pela ANEEL, e pagamentos de quotas anuais por parte de todos os agentes que comercializem energia elétrica com o consumidor final (Silva, 2006).

O artigo 3º argumenta que o objetivo do PROINFA é aumentar a participação da energia elétrica produzida por empreendimento de Produtores Independentes Autônomos (PIA), concebido em fontes eólicas, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa, no Sistema Interligado Nacional.

O PROINFA foi dividido em duas etapas, sinteticamente a primeira das etapas do projeto, tinha como objetivo a contratação de 3.300 MW de capacidade instalada entre as fontes participantes e início do funcionamento era previsto para 30 de dezembro de 2006, tendo a compra da energia produzida garantida pelo prazo de quinze anos (a partir da data de entrada em operação definida no contrato de cada projeto individual). A contratação das instalações se fará mediante chamada pública e primeiramente serão chamados os projetos que tiverem Licença Ambiental de Instalação e posteriormente as que tiverem Licença Prévia Ambiental. E no que se refere a indicie de nacionalização dos equipamentos utilizados, é definido que o seu mínimo é de 50% em valor.

Dutra, Szklo e Tolmasquim (2005 p. 214) chamam a atenção para a importância da primeira fase do PROINFA, dizendo que foi seguida uma orientação mundial, ao ser definido tarifas de compra de energia (Feed-In), além desse mecanismo, o Programa apresentou mecanismos de subsídios ao oferecer linhas de crédito especiais do BNDES para as futuras instalações que fossem selecionadas.

Segundo Dutra et al (2006, p.858) o resultado da primeira fase do PROINFA foi acima das metas dadas inicialmente: “A participação da energia eólica na primeira fase do PROINFA superou a expectativa dos 1.100 GW de cota a ela reservada”. Ele segue explicando que houve um remanejamento da cota não utilizada pelos projetos de biomassa, que foi transferida para os projetos de energia eólica e para as PCH.

As principais diretrizes da segunda etapa do PROINFA estipulavam, na Lei 10.438 de 2002 no artigo 3-II-a que:

> Atingida a meta de 3.300 MW, o desenvolvimento do Programa será realizado de forma que as fontes eólica, pequenas centrais hidrelétricas e biomassa atendam a 10% (dez por cento) do consumo anual de energia elétrica no País, objetivo a ser alcançado em até 20 (vinte) anos, aí incorporados o prazo e os resultados da primeira etapa.(Lei 10.438 de 26 de abril de 2002).

Outro ponto importante de ser destacado está no artigo 3-II-c que diz que:

> a aquisição far-se-á mediante programação anual de compra da energia elétrica de cada produtor, de forma que as referidas fontes atendam o mínimo de 15% (quinze por cento) do incremento anual da energia elétrica a ser fornecida ao mercado consumidor nacional, compensando-se os desvios verificados entre o previsto e realizado de cada exercício, no subseqüente.

Um ponto importante definido para segunda etapa do Programa se deu com a Lei 10.762 de 2003, que se referem à obrigatoriedade de que os equipamentos e serviços fossem nacionais, até 2005 seriam de 60% e, a partir de 2007, seriam de 90% a nacionalização dos mesmos. Isso reduziu substancialmente o número de equipamentos importados, o que acaba diminuindo as opções de compra, e pode representar um aumento nos custos dos projetos.

Para Dutra et al (2006, p. 861) esse é um dos motivos para que a segunda fase do PROINFA não se apresentasse tão promissora quanto a primeira.

Outra alteração importante feita pela Lei 10.762 de 2003 foi apontada por Silva (2006, p. 122), onde ele salienta a alteração dos Valores Econômicos correspondentes às tecnologias específicas das fontes eólica, PCH´s e biomassa, que pela legislação de 2002 seria um piso único de 80% (oitenta por cento) da Tarifa Média Nacional de Fornecimento ao Consumidor Final. Passando em 2003 para os valores de 50% (cinquenta por cento), 70% (setenta por cento) e 90% (noventa por cento) da tarifa média nacional de fornecimento ao consumidor final dos últimos

doze meses, para a produção de energia a partir de biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e energia eólica, respectivamente.

Em Dutra (2007, p. 195) apud Molly, 2005 “os investidores estrangeiros estão incertos quanto à segunda fase do PROINFA. Não pode haver uma lacuna tão grande entre a fase I e a fase II do Programa”.

As inúmeras resoluções, decretos, leis e portarias que formam esse Programa de fomento às fontes renováveis de energia, o tornam complexo e de difícil analise. Segue o Quadro 5 com um resumo das alterações ocorridas entre 2002 e 2007 na legislação do PROINFA:

Quadro 5: Resumo da Legislação do PROINFA:

Ano/ Tipo	N º.	Data	Resumo
2002			
Lei	10.438	26/4/2002	Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis n o 9.427, de 26 de dezembro de 1996, n o 9.648, de 27 de maio de 1998, n o 3.890-A, de 25 de abril de 1961, n o 5.655, de 20 de maio de 1971, n o 5.899, de 5 de julho de 1973, n o 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências.
2003			
Lei	10.762	11/11/2003	Dispõe sobre a criação do Programa Emergencial e Excepcional de Apoio às Concessionárias de Serviços Públicos de Distribuição de Energia Elétrica, altera as Leis n o 8.631, de 4 de março de 1993, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências.
2004			
Resolução Homologatória	57	29/3/2004	Divulga o valor da Tarifa Média Nacional de Fornecimento ao Consumidor Final TMF, em função do disposto no Decreto nº 5.025, de 30 de março de 2004.
Decreto	5.025	30/3/2004	Regulamenta o inciso I e os §§ 1o , 2o , 3o , 4o e 5o do art. 3o da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, no que dispõem sobre o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, primeira etapa, e dá outras providências.
Portaria MME	45	30/3/2004	Autoriza a ELETROBRÁS a convocar a Chamada Pública para compra de energia elétrica no âmbito do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA - 1a etapa; Apresenta as Guias de Habilitação para todas as fontes participantes; Estabelece os valores econômicos e pisos correspondentes às

			tecnologias específicas das fontes eólica, biomassa e pequena central hidrelétrica,
Resolução Normativa	56	6/4/2004	Estabelece procedimentos para acesso das centrais geradoras participantes do PROINFA.
Resolução Normativa	62	5/5/2004	Estabelece os procedimentos para o cálculo do montante correspondente à energia de referência de empreendimento de geração de energia elétrica, para fins de participação no Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica - PROINFA, nos termos do Decreto no 5.025, de 30 de março de 2004.
Lei	10.889	25/6/2004	Altera a data de assinatura dos contratos, que passou de 29 de abril de 2004 para 30 de junho de 2004.
Resolução Normativa	127	6/12/2004	Estabelece os procedimentos para o rateio do custo do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica PROINFA, bem como para a definição das respectivas quotas de energia elétrica, nos termos do Decreto no 5.025, de 30 de março de 2004.
Lei	11.075	30/12/2004	Altera a data de entrada comercial, que passou de 30 de dezembro de 2004 para 30 de dezembro de 2008. Autoriza a Eletrobrás a repassar cotas das fontes com insuficiência de projetos;
2005			
Portaria MME	452	28/9/2005	Prorroga o prazo de entrada comercial das usinas e convoca a todos para a aditamento dos contratos celebrados.
Resolução Homologatória	150	30/6/2005	Estabelece a tarifa do uso do sistema de transmissão de 05 empreendimentos eólicos.
Resolução Homologatória	250	28/11/2005	Estabelece as cotas e os custos da energia do PROINFA. Para o ano de 2006 o plano anual prevê, o montante de geração de energia elétrica em 1.597.385,60 MWh, bem como o respectivo valor total de custeio em R$ 385.168.972,17 conforme apresentado à ANEEL por meio da correspondência CTA-DE-13383/05, de 22 de novembro de 2005.
2006			
Decreto	5882	21/8/2006	Define as regras do acesso aos créditos de carbono elegendo a Eletrobrás como a detentora dos benefícios financeiros provenientes do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo - MDL ou outros mercados de carbono;
Portaria MME	296	29/11/2006	Altera o prazo do processo de aditamento dos contratos, que passa para 30 de março de 2007.
2007			
Lei	11.488	15/6/2007	Permite ao Produtor Independente Autônomo alterar seu regime para produção independente de energia 3 anos após chamada pública. Fica restrita à 1ª. (primeira) etapa do programa a contratação preferencial de Produtor Independente Autônomo."
Portaria MME	86	25/5/2007	Altera a fórmula do cálculo dos índices de nacionalização de serviços e equipamentos.

Fonte: Ferreira (2008, p. 60-61).

4.5. Os Leilões à partir de um novo modelo de marco regulatório:

A definição dada a leilão em Menezes, Silva e Linhares (2007, p.18) apud McAfee e McMillan (1987) é de que "um leilão é uma instituição com um conjunto explícito de regras que determinam a alocação de recursos e de preços na base de lances feitos por participantes do mercado". Já os leilões nos mercados de eletricidade são verificados desde o início da década de 90 e segundo esses autores. Correia, Melo e Costa (2006, p. 4) definem leilão como "um mecanismo de negociação, cuja principal característica é instituir uma dinâmica transacional capaz de conduzir revelação do preço de um determinado bem".

A idéia de Leilões de energia se concretizou no Brasil, apesar de já aparecer no Artigo 27 da lei 10.438 de 2002, graças à idéia de modicidade tarifária, que a Lei nº 10.848 de 2004 trouxe para a política nacional de energia elétrica. A modicidade tarifária tem o sentido de trazer a energia ao menor preço possível. Dutra (2007, p. 196) afirma que:

> a expansão do sistema acontecerá, na medida do possível, de modo que o custo de eletricidade ao consumidor final se apresente mais competitivo economicamente, ao mesmo tempo em que os investidores em empreendimentos de geração terão a seu favor, o estabelecimento de relações de longo prazo para a venda de sua geração."

Porém o primeiro leilão com negociação exclusiva de energia elétrica advinda de fonte eólica ocorreu em 2009. No site do Ministério de Minas e Energia, em nota publicada em 14 de dezembro de 2009, é feito um resumo dos resultados do leilão. Onde houve a contratação de 1.805,7 MW, a um preço médio de venda de R$ 148,39/MW. A partir disso será viabilizado a construção de um total de 71 empreendimentos de geração eólica divididos em cinco estados brasileiros localizados entre a Região Sul e Nordeste e a vigência dos contratos será de 20 anos.

Segue Quadro 6, abaixo, com o resultado do leilão de energia eólica, onde podemos perceber que a região do Nordeste recebeu mais de 85% do total de contratações, isso devido a sua enorme capacidade eólica ainda não utilizada:

Quadro 6: Resultado de Leilão de Energia de Reserva Eólica

Estados	**Projetos**		**Potência**	
	Quantidade	%	Quantidade	%
Bahia	18	25%	390	22%
Ceará	21	30%	542,7	30%
Rio Grande do Norte	23	32%	657	36%
Rio Grande do Sul	8	11%	186	10%
Sergipe	1	1%	30	2%
Total Brasil	**71**	**100%**	**1805,7**	**100%**

Fonte: EPE – Empresa de Pesquisa Energética

Frente a essa orientação estatal de incentivar a fonte eólica de produção de energia elétrica temos um horizonte de um forte desenvolvimento e evolução para essa indústria. E isso tem se demonstrado ao redor do mundo, onde diversos países tem tornado a energia eólica uma de suas possibilidades para a diversificação de sua matriz energética além de tornar mais seguro seu abastecimento energético ao não depender exclusivamente dos combustíveis fósseis, que além de estarem concentrados em algumas localidades especificas do planeta são extremamente poluidores.

5. O ESTADO DA ARTE DA ENERGIA EÓLICA NO MUNDO:

Como qualquer tecnologia a ser implementada, o desenvolvimento tecnológico da indústria eólica parte de um custo inicial alto, porém com a evolução e disseminação dessa tecnologia através de um maior número de concorrentes, há a tendência de redução de custos. Ao nos referirmos à aplicação de energias renováveis, destacando a energia dos ventos, as novas tecnologias e seu aprimoramento, buscam além de reduzir seus custos, a geração de benefícios ambientais, ao substituírem, em parte, as energias convencionais poluidoras. Além de almejarem, como Macedo (2003, p. 16) explica a geração de empregos, segurança de suprimento de energia entre outras vantagens.

A "pressão" exercida pelos governos, instituições internacionais e também por organizações não governamentais para a geração de energia limpa também tem estimulado o desenvolvimento da indústria eólica. Em estudo realizado em 2001, o Greenpeace já vê boas perspectivas para o desenvolvimento da indústria eólica. Ao analisar a taxa de crescimento anual acumulada, entre os anos de 1996 a 2001, verifica-se que esta foi de aproximadamente 40%, taxa de crescimento significativa, não vista em outros setores da economia e em outras fontes de obtenção de energia elétrica. E esse mesmo estudo coloca como perspectiva que, até o ano de 2020, a energia eólica será responsável pela geração de 12% da demanda global de energia elétrica consumida.

Para Macedo (2003, p. 29) a evolução do setor eólico se deu nos anos 80 e foi a partir dos anos 90 que a redução nos custos ocorreu de forma significativa. Isso porque os aerogeradores foram de 0,1 para 1 MW de potência e, principalmente, os grandes países europeus passaram a fazer investimentos pesados para a evolução desse setor energético. O autor segue dizendo que as perspectivas para que o uso em larga escala deste tipo de energia são muito boas, e o melhor seria se a energia pudesse ser toda armazenada, e umas das formas seria em ar comprimido.

Em Silva (2006, p. 131) é observado o fato de que o desenvolvimento tecnológico e a ampliação de uso da tecnologia eólico-elétrica é destacadamente maior quando comparada com as diversas tecnologias renováveis de geração de

energia elétrica. Silva segue explicando que já existe maturidade suficiente na indústria eólica e também em sua escala de produção e isso só foi possível graças aos pesados investimentos em pesquisa e desenvolvimento, oriundos de políticas voltadas para a criação de um mercado consumidor.

Seguindo essa mesma linha de análise Ferreira (2008, p. 9) diz que:

> O mercado anual de energia eólica vem mostrando constante crescimento e com expectativas promissoras para os próximos anos. Esta evolução mostra que a indústria mundial de energia eólica vem respondendo rapidamente aos desafios da produção exigida e que será capaz de manter esse crescimento sustentável.

E analisando o quadro abaixo percebemos que o ritmo de crescimento tem se mantido alto:

Quadro 7: Evolução da capacidade instalada - em MW - de energia eólica entre os anos 2005 e 2009.

	País	2005	2006	2007	2008	2009	Δ 2005-2009
ÁFRICA	Egito	145	230	310	365	430	197%
	Marrocos	64	64	124	134	253	295%
	Irã	23	48	67	85	91	296%
	Tunísia	20	20	20	20	54	170%
	Outros	11	16	17	32	37	236%
	Total	**271**	**378**	**539**	**636**	**865**	**219%**
ÁSIA	China	1260	2599	5910	12020	25805	1948%
	Índia	4430	6270	7845	9655	10926	147%
	Japão	1061	1309	1538	1880	2056	94%
	Taiwan	104	188	281	358	436	319%
	Coréia do Sul	98	173	193	236	348	255%
	Filipinas	25	25	25	33	33	32%
	Outros	13	5	5	6	6	-54%
	Total	**6990**	**10569**	**15795**	**24188**	**39610**	**467%**
EUROPA	Alemanha	18415	20622	22247	23903	25777	40%
	Espanha	10028	11623	15145	16689	19149	91%
	Dinamarca	3128	3136	2726	3736	4850	55%
	Itália	1718	2123	2454	3404	4492	162%
	Reino Unido	1332	1567	2406	2974	4051	204%
	Portugal	1022	1962	3125	2862	3535	246%
	França	757	1716	2150	3163	3465	358%
	Holanda	1219	1558	1747	2225	2229	83%
	Áustria	819	965	788	1048	1560	91%
	Grécia	573	746	795	1027	1260	120%

	Irlanda	496	746	982	985	1087	119%
	Suécia	510	571	871	995	995	95%
	Noruega	267	325	276	458	801	200%
	Bélgica	167	194	326	544	725	334%
	Polônia	83	153	147	415	563	578%
	Outros	364	556	955	1313	1614	343%
	Total	**40898**	**48563**	**57139**	**65741**	**76152**	**86%**
AMÉRICA DO SUL	Brasil	29	237	247	341	606	1990%
	México	3	87	87	85	202	6633%
	Chile	0	2	N/A	20	168	N/A
	Costa Rica	71	74	70	74	123	73%
	Nicarágua	0	0	0	0	40	N/A
	Caribe	35	35	55	35	35	0%
	Caribe	27	27	29	29	31	15%
	Colômbia	20	20	20	20	20	0%
	Jamaica	20	20	N/A	22	23	15%
	Uruguai	N/A	N/A	N/A	20	20	N/A
	Other	7	5	25	6	6	-14%
	Total	**212**	**507**	**533**	**653**	**1274**	**501%**
AMÉRICA DO NORTE	EUA	9149	11575	16824	25068	35064	283%
	Canadá	683	1460	1846	2369	3319	386%
	Total	**9832**	**13035**	**18670**	**27437**	**38383**	**290%**
OCEANIA	Austrália	708	817	824	1306	1712	142%
	Nova Zelândia	169	171	322	325	497	194%
	Ilhas do Pacífico	12	12	12	12	12	0%
	Total	**889**	**1**	**1158**	**1643**	**2221**	**150%**
	Total Mundo	**59091**	**74051**	**93835**	**120297**	**158505**	**168%**

Fonte: GWEC (2006, p. 9), GWEC (2007, p. 10), GWEC (2008, p. 9), GWEC (2009, p. 13)

Ao analisarmos esse quadro, vemos a forte liderança dos EUA como o maior produtor de energia eólica na atualidade, e, além disso, percebemos que a capacidade instalada desse país vem crescendo notavelmente ano a ano. Podemos notar essa evolução do mercado norte-americano, segundo a GWEC (2008, p. 56) que isso se deve a uma combinação de forte demanda, economia favorável e o crédito de impostos federais dadas para a produção eólica. Outro ponto destacado por esta pesquisa é fato de que, co o crescimento das plantas eólicas, a indústria cresceu paulatinamente e hoje produz cerca de 50% dos componentes de uma turbina eólica.

Referente ao impulso norte americano no que se refere à indústria eólica, ela ocorreu a partir de 1994 onde um forte incentivo dado pelo governo federal, foi implantado, que foi o credito tributário de produção (PTC). Dutra, Szklo e Tolmasquim (2005, p. 213) falam sobre o PTC: "primeiramente disponível em 1994, é um crédito tributário "inflação-ajustado" de 1,5 centavos de dólares por KWh de energia eólica produzido durante os primeiros dez anos da operação de um projeto". Isso foi agregado por algumas políticas estaduais individualizadas, o que auxiliou de forma fundamental a criação desse mercado emergente de geração de energia eólica.

Já o caso da Índia é mais notável se analisarmos pelo fato de que a capacidade total de geração eólica cresceu em média 1625 MW por ano nos últimos quatro anos, analisando o Quadro 7, podemos perceber que a Índia foi o quinto país de maior aumento na capacidade instalada. A partir de 2003, com o "Energy Act" o Governo Indiano pratica diversos incentivos para o setor de energia eólica, entre eles podemos destacar em impostos diretos, 80% de depreciação no primeiro ano do projeto, liberação de impostos e taxas por 10 anos e liberação do pagamento de impostos sobre venda de energia. A partir de junho de 2008 o Ministério de Fontes de Energia Não-Convencionais concede um incentivo de 0,5 Rúpias, aproximadamente 0,7 Euros, para projetos de energia eólica em plantas de até 49 MW além de outros incentivos providos pelos estados. O objetivo da Índia é que entre 2008 e 2012 sejam instalados 10,5 GW de capacidade de geração de energia eólica. (GWEC 2006, 2007, 2008 e 2009)

Silva (2006, p. 146 e 147) já identificava um grande potencial de desenvolvimento, quando dizia que a Índia poderia estar vivenciando um crescimento muito mais intenso dado seu vasto potencial eólico vivenciado nas suas regiões litorâneas e também pelas incertezas institucionais que fazem que os investidores não se sintam confiantes para futuros empreendimentos. A idéia inicial de desenvolver energia através de fonte eólica na Índia deu-se inicialmente, segundo Dutra, Szlko e Tolmasquim (2005, p. 213), pelo Ministério de Fontes de Energia Não-Convencionais que propunha uma diversificação das fontes de combustível que se afastasse da crescente demanda por carvão, óleo e gás em vista do rápido crescimento econômico que o país vem atravessando.

Outro país da Ásia que vem mostrando alto crescimento de sua capacidade como podemos notar é a China, mostrando um crescimento significativo nos últimos anos, em 2009 foi o país que mais agregou capacidade instalada, foram 13.785 MW em 2009. A China vem alcançando esses valores, segundo Silva (2006, p.147) "graças a programas de fomentos internacionais, registrando-se também a existência de alguns programas originários do governo central". Em fevereiro de 2005, foi publicada a Lei para as fontes de energia renováveis, a mesma entrou em vigor em primeiro de janeiro de 2006, esta lei trás incentivos para as energias renováveis, como metas nacionais para o desenvolvimento dela, subsídios, construção de um sistema nacional de compartilhamento de custos, além de um fundo nacional e outros incentivos.Já em janeiro de 2006, o Departamento de Preços e o Escritório de Energia da Comissão Nacional de Desenvolvimento e Reforma emitiram dois documentos para definir preços e compartilhamento de custos (Regulamentação 7) e para promover a conexão das plantas de energia renovável (Regulamentação 13). Além disso, em 2009 foram feitas emendas na lei para Lei para as fontes de energia renováveis, entre as medidas adotadas, foi determinada prioridade para o acesso à rede das fazendas eólicas e foi estipulado que os operadores de energia devem comprar um mínimo determinado de energia eólica. A China ainda conta com a maior indústria de turbinas de vento do mundo, a qual em 2009 já começou a exportar. (GWEC 2006, 2007, 2008 e 2009)

No caso da Alemanha, esta se destaca entre vários países com alto grau de desenvolvimento tecnológico em seu continente, apesar da Europa não ter a variação tão significativa quanto Ásia e América do Norte e América do Sul, segue líder em valores totais de produção de energia através de fonte limpa e renovável dos ventos. A expansão deste tipo de geração de energia foi alavancada com o Renewable Energy Sources Act de 2000, que gerou e ampliou estímulos para o setor, dentre eles se destacam: uso de uma tarifa fixa, "feed-in tariff", paga para cada KWh de energia produzido, prioridade para o uso da energia renovável dentro do sistema de transmissão e distribuição.

O aumento da produção na União Européia, como pode ser visto no Quadro 8, vem ocorrendo principalmente em razão da Diretiva 77/2001/EC, que obrigava os países a aumentarem a produção de eletricidade proveniente de fontes renováveis

para 21% até 2010. Em dezembro de 2008 um acordo foi alcançado para a Diretiva de Energias Renováveis, 2009/28/EC, que estabelece que, no bloco, as energias renováveis deverão corresponder pelo menos por 34% da energia da União Européia até 2020. Em um cenário conservador, o EWEA, European Wind Energy Association, projeta uma capacidade instalada total de 230 GW na União Européia até 2020.

Quadro 8: Capacidade Total Instalada na União Européia

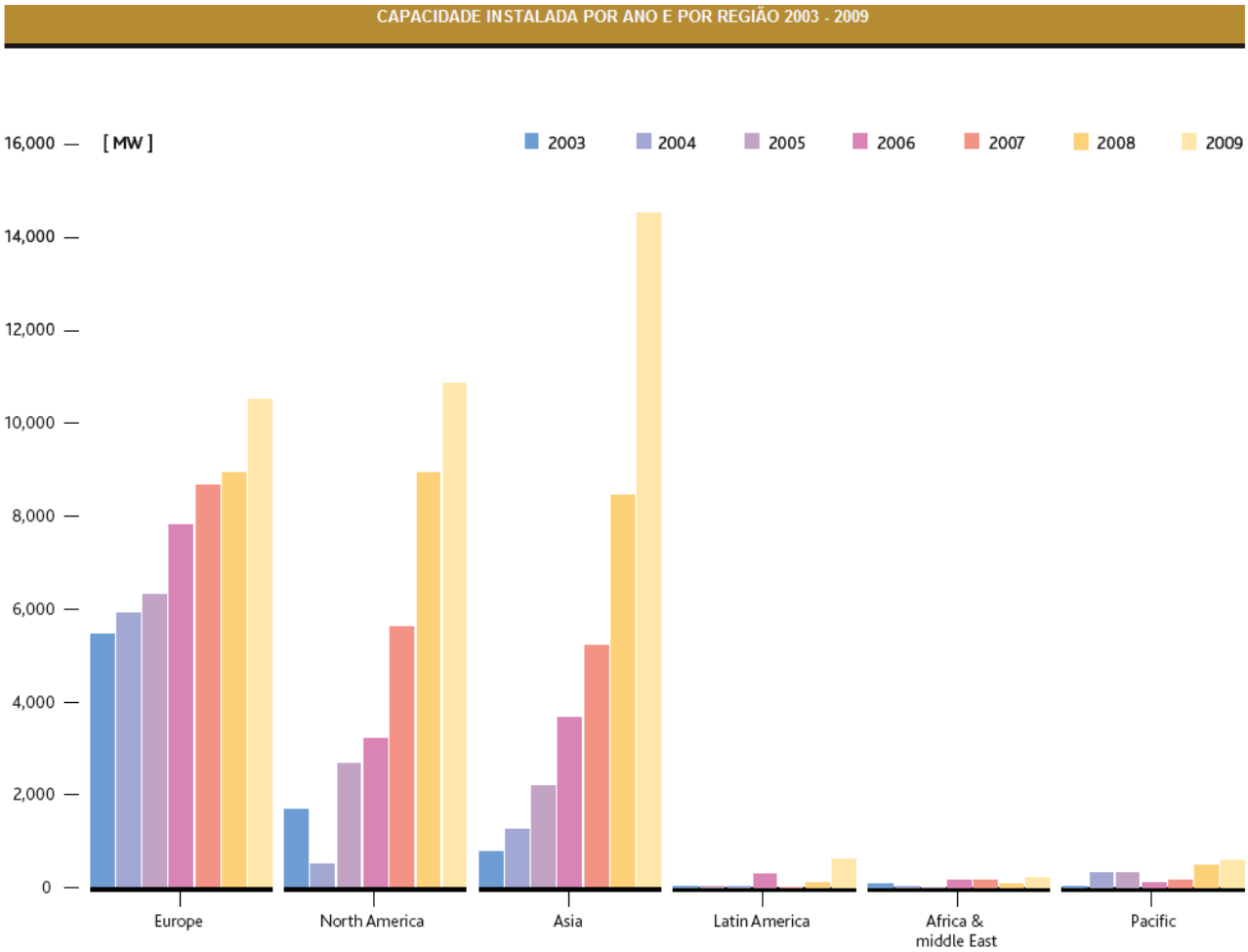
ANO	2001**	2002**	2003**	2004*	2005*	2006*	2007*	2008*	2009*
MW	17.315	23.159	28.598	34.371	40.511	48.029	56.531	64.719	74.767

** UE 15 * UE 25

Fonte: GWEC 2009, p. 35.

Analisando a América Latina, vemos que o Brasil é líder na região e apresentou no período crescimento de 1990%. Embora o México tenha apresentado crescimento de 6633%, ainda possui capacidade instalada correspondente a um terço da capacidade brasileira, que possui o maior valor bruto de geração de eletricidade através de fonte eólica no continente. Isso se deu graças às políticas públicas implementadas junto com investimentos de capital estrangeiro especializados, Silva (2006, p. 145) atesta essa afirmação ao dizer que "No Brasil, os projetos implementados até o ano 2000 foram frutos de ações conjuntas dos governos Federal, Estaduais, através de suas empresas distribuidoras de eletricidade e agências internacionais de fomento às energias renováveis". De acordo com ANEEL (2010), no seu Banco de Informações de geração, em junho de 2010 a capacidade instalada de energia eólica já atingiu 794 MW de capacidade instalada em 45 fazendas eólicas, ainda existem mais duas fazendas em construção com potência outorgada de 70 MW e mais 35 empreendimentos eólicos outorgados, que não iniciaram sua construção, com potência outorgada de 1.906 MW.

Gráfico 2: Capacidade Instalada por ano e Região ente os anos de 2003 e 2009.



Fonte: GWEC (2009, p.12)

Para termos uma noção mais clara do que foi dito até agora, segue o Gráfico 2 onde podemos perceber a diferença entre os blocos geográficos das regiões consideradas mais desenvolvidas e as regiões mais pobres e em desenvolvimento. Em 2009 a capacidade instalada de energia eólica na Europa e na América Anglo-Saxônica correspondeu a 72% da mundial, enquanto na Ásia esse número chega a 25%, restando apenas 3% para América Latina, África e Oceania. Assim podemos perceber que nos países mais ricos é mais intensa a utilização da fonte eólica, uma das razões disso é a maior preocupação desses povos com o problema ambiental, a maior disponibilidade de recursos para investir nessa fonte e a menor disponibilidade de instalação de grandes usinas hidroelétricas em vários países da Europa.

6. CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou mostrar uma visão geral sobre a energia eólica falando de forma sucinta pontos importantes a serem considerados quando se trata de fontes de renováveis de energia como o caso exposto. Isto porque cada vez mais nações buscam nessa forma de produção de energia uma saída para uma matriz energética baseada, em muitos casos, em uma única fonte.

As teorias econômicas abordam as questões relacionadas ao manejo e à preservação do meio ambiente de formas diferentes. Em suma o enfoque Institucionalista veio propor uma abordagem mais ampla e interdisciplinar do que a dada pela teoria do *mainstream*, que tenta regular esse mercado falando em custos, restrições e pagamentos. Não abordando a relação da poluição como algo a ser diminuído através de novas tecnologias e de uma reformulação do ideal de consumo, como é defendido por autores conceituados como Sachs, por exemplo.

Essa perspectiva de diversificação da produção de energia elétrica, fomento para o crescimento de qualquer país, ocorreu por vários fatores além da questão da segurança nacional. Um dos principais fatores para o incentivo do desenvolvimento tecnológico e, como conseqüência, uma ampliação na capacidade instalada de energia eólica no mundo é a emissão de gases poluentes, principalmente os que geram o efeito estufa. E dado o nível de evolução tecnológica os impactos negativos que os parques eólicos produzem são cada vez menores.

Percebe-se que esse aprimoramento da matriz eólica em todo o mundo vem ocorrendo graças à aplicação de políticas públicas voltadas para a fonte eólica como um todo. Essa onda de investimentos para geração de energia limpa através de fontes renováveis e menos nocivas ao meio ambiente incentivada pelo Estado, normalmente realizada em parcerias com o setor privado. Na maioria dos casos o Governo fornece isenção de impostos, garantia de mercado consumidor e crédito subsidiado para que as empresas possam competir com as fontes convencionais e com uma planta energética já consolidada. Outro grande fator que colabora para o desenvolvimento deste tipo de energia é a instalação e ampliação da indústria que produz os aerogeradores e seus componentes, na China, por exemplo, foi o

crescimento da indústria um dos grandes pilares para que este país tenha sido o segundo que mais cresceu a capacidade instalada entre 2005 e 2009, 24.545 MW.

Frente a este panorama positivo para a ampliação da produção de energia através dos ventos temos nos últimos anos um grande crescimento da capacidade instalada em diversos países. Nascimento (2003) é um dos vários autores que afirma que a energia eólica é uma das que mais cresce no mundo, podemos comprovar isso através de estudos como os do Global Wind Energy Council citados neste trabalho, que mostram que houve um aumento da capacidade instalada no mundo de 168% de 2005 a 2009.

No Brasil hoje existem 45 centrais eólicas em atividade, essa tem a capacidade instalada, segundo a ANEEL (2010) de 794 MW, mais duas em construção, somando 70 MW e, ainda, mais 35 projetos estão outorgados, ou seja, liberados para a construção, porém sem que esta tenha se iniciado. Em muitos desses casos as obras não iniciaram, pois de acordo com a regulamentação da segunda fase do PROINFA, o índice de nacionalização, de equipamentos e serviços dos projetos eólicos, deveria ser de pelo menos 90%. Isso acabou afastando muito dos investimentos privados, que haviam sido atraídos na primeira fase deste programa, quando este índice era de 50%.

Finalizando, as perspectivas para a energia eólica são positivas visto que seu crescimento em vários países tem ocorrido de forma considerável e as razões para o investimento nesta fonte de energia estão baseado em pilares de sustentabilidade ambiental e avanço tecnológico, o que segue uma orientação mundial de preocupação com a preservação do meio ambiente e produção energética. Outros muitos pontos poderiam ser abordados neste trabalho como a questão dos custos para implementação de um parque eólico e sua viabilidade econômica, poderia também falar do desenvolvimento tecnológico ao longo do século XX dos aerogeradores e outros componentes de uma fazenda eólica. Seria interessante abordar de forma mais específica uma evolução histórica entre as fontes de energia, tendo como exemplo a energia eólica. Pois ao longo da história tivemos uma evolução do uso de energias oriundas da radiação solar, após isso tivemos a Revolução Industrial e passamos a utilizar os combustíveis fósseis como matéria-prima principal para a produção de energia elétrica. Hoje, então, estamos

numa tendência de "*desevolução"* recorrendo novamente às fontes energéticas oriundas do sol.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. J. A. **Análise Regional da Energia Eólica no Brasil.** Paraíba: UEPB, 2009.

BAUMOL, W. J.; OATES, W. E. **The theory of environmental policy.** 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

BRASIL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Brasília: Aneel, 2008.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Nacional de Energia 2030**. Brasília: MME: EPE, 2007.

BRASIL. (ANEEL) **Capacidade de Geração do Brasil** em 07/06/2010 [on line]. Disponível no endereço abaixo, que foi acessado em 08/06/2010: http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp

BRASIL. Decreto nº 3.827, de 31 de maio de 2001. Altera alíquota do Imposto sobre Produtos Industrializados - IPI incidente sobre os produtos que menciona. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Casa Civil, Brasília, DF, 01 junho 2001.

BRASIL. Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003. Dispõe sobre a criação do Programa Emergencial e Excepcional de Apoio às Concessionárias de Serviços Públicos de Distribuição de Energia Elétrica, altera as Leis nos 8.631, de 4 de março de 1993, 9.427, de 26 de dezembro de 1996, 10.438, de 26 de abril de 2002, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Casa Civil, Brasília, DF, 12 novembro 2003.

BRASIL. Lei nº 9.074, de 07 de julho de 1995. Estabelece normas para outorga e prorrogações das concessões e permissões de serviços públicos e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Casa Civil, Brasília, DF, 08 julho 1995.

BRASIL. Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos

de energia elétrica e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Casa Civil, Brasília, DF, 27 dezembro 1996.

BRASIL. Lei nº 9.478, de 06 de agosto de 1997. Dispõe sobre a política energética nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Casa Civil, Brasília, DF, 07 agosto 1997.

BRASIL. Resolução nº 24, de 05 de julho de 2001. Cria e estabelece as diretrizes do PROEÓLICA. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, Brasília, DF, 06 julho 2001.

BRASIL. Resolução nº 281, de 1º de outubro de 1999. Estabelece as condições gerais de contratação do acesso, compreendendo o uso e a conexão, aos sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, ANEEL, Brasília, DF, 04 outubro 1999.

BRASIL. Resolução nº 91, de 21 de dezembro de 2001. Estabelece os parâmetros gerais da metodologia de cálculo da recomposição tarifária extraordinária e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica, Brasília, DF, 31 dezembro 2001.

CASTRO, N. J. et al **A Importância da Fontes Alternativas e Renováveis na Evolução da Matriz Elétrica Brasileira.** Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.

COHEN, C. Padrões de consumo e energia: efeitos sobre o meio ambiente e o desenvolvimento. In: MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p. 245-270.

CORREIA, T. B.; MELO, E.; COSTA, A. M. Análise e Avaliação Teórica dos Leilões de Compra de Energia Elétrica Proveniente de Empreendimentos Existentes no Brasil. **Revista Economia**. Brasília: v.7, n.3, set/dez 2006. p.509–529.

DUTRA, R. M. Energia eólica. In: TOLMASQUIM, T. M. (Coord.). **Alternativas energéticas sustentáveis no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará: Cenergia, 2004. p.179 – 267.

_____ **Energia Eólica: Princípios e Tecnologias.** Cresesb: Cepel, 2008.

_____ **Propostas de políticas específicas para energia eólica no Brasil após a primeira fase do PROINFA**. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) - COPPE/UFRJ: Rio de Janeiro, 2007.

DUTRA, R. M. et al **A Energia Eólica no Brasil: PROINFA e o Novo Modelo do Setor Elétrico.** Inovação Tecnológica e Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2006. p. 855 - 868

DUTRA, R. M.; SZKLO, A. S.; TOLMASQUIM, M. T. Experiência de políticas para o desenvolvimento de mercados eólicos, perspectivas e transformações no parque gerador de energia elétrica brasileiro. In: SOUZA, H. M. et al. (Orgs.) - **Coletânea de Artigos: Energias Solar e Eólica** – Volume 2, Rio de Janeiro: CRESESB, 2005. P. 203-216.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Primeiro leilão de energia eólica do país viabiliza a construção de 1.805,7 MW. **Informe à Imprensa.** São Paulo, 14/12/2009. Disponível no endereço abaixo, que foi acessado em 17/05/2010: http://www.epe.gov.br/imprensa/PressReleases/20091214_1.pdf

FERREIRA H. T. **Energia Eólica:** barreiras a sua participação no setor elétrico brasileiro. São Paulo, FEA, 2008.

FERREIRA H. T. et al Energia Eólica: Políticas Públicas. In: **Inovação Tecnológica e Desenvolvimento Sustentável.** Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ, 2006. p. 701 - 723

FILGUEIRAS, A. et al **Energia Eólica no Brasil: Presente e Futuro.** In: SOUZA, H. M. et al. (Orgs.) - **Coletânea de Artigos: Energias Solar e Eólica** – Volume 2, Rio de Janeiro: CRESESB, 2005. P. 263 - 271

GWEC - Global Wind Energy Council. **Global Wind Report 2006.** Bruxelas, 2007.

GWEC - Global Wind Energy Council. **Global Wind Report 2007.** Bruxelas, 2008.

GWEC - Global Wind Energy Council. **Global Wind Report 2008.** Bruxelas, 2009.

GWEC - Global Wind Energy Council. **Global Wind Report 2009.** Bruxelas, 2010.

JANNUZZI, G. D. M. **a Política e o Meio Ambiente: instrumentos de mercado e regulação.** . In: ROMEIRO, A. R. et al. (Orgs.). **Economia do meio ambiente: teoria, políticas e a gestão de espaços regionais.** 3. ed. Campinas: UNICAMP/IE, 2001. p. 153-162

LUSTOSA, M. C. J.; CÁNEPA, E. M.; YOUNG, C. E. F. Política Ambiental. In: MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. **Economia do Meio Ambiente**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003. p. 135-153.

MACEDO, I. C. **Estado da arte e tendências tecnológicas para energia.** Centro de Gestão de Estudos Estratégicos. Brasília: 2003.

MARTINS, R. A. **A Importância da Economia Ecológica para o Debate sobre a Possibilidade de Crescimento Econômico com "sustentabilidade".** Suzano: CEPPS, 2007.

MENDES, F. E.; MOTTA, R. S. Instrumentos econômicos para o controle ambiental do ar e da água: uma resenha da experiência internacional. **Texto para Discussão nº 749.** Rio de Janeiro, IPEA, 1997.

MENEZES, R. A.; SILVA, R. B.; LINHARES, A. **Leilões eletrônicos reversos multiatributo**: **uma abordagem de decisão multicritério aplicada às compras públicas brasileiras**. Rev. Adm. Contemp. [online]. 2007, vol.11, n.3, pp. 11-33.

MUELLER, C. C. **Economia e Meio Ambiente na Perspectiva do Mundo Industrializado:** uma avaliação da economia ambiental neoclássica. Est. Econ. São Paulo, v. 26. n.2, p. 261–304, Maio-Agosto, 1996.

NASCIMENTO, M. V. G. **Energia eólica**. In: Tolmasquim, M. T. (org.). Fontes renováveis de energia no Brasil. Rio de Janeiro, Interciência: Cenergia, 2003. p. 207 - 237

NORGAARD, R. B. **Economicismo, Ambientalismo e Economia Ecológica.** Revista da ANPEC, 2, 1997.

PEREIRA, J. S., TAVARES, V. E. Instrumentos de Gestão Ambiental: Uma Análise para o Setor de Recursos Hídricos. **Revista Análise Econômica**, Porto Alegre, jan./mar 1999.

PINHO, B. P., VASCONCELLOS, M. A. S. **Manual de Economia da USP.** 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

PORTO, L. et al **Política de Energias Alternativas Renováveis no Brasil.** In: SOUZA, H. M. et al. (Orgs.) Coletânea de Artigos, Energia Solar e Eólica. Volume 1. Rio de Janeiro: Cresesb: Cepel, 2003. p. 181 - 187

ROCHA, A.; ROSSI, L. A. Geração de energia elétrica por fonte eólica: um estudo das cinco dimensões da sustentabilidade. In: SOUZA, H. M. et al. (Orgs.) - **Coletânea de Artigos: Energias Solar e Eólica** – Volume 2, Rio de Janeiro: CRESESB, 2005. P. 214-261.

SACHS, I. A revolução energética do século XXI. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.21, n. 59, p. 21-37, 2007.

SACHS, I. Da civilização do petróleo a uma nova civilização verde. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.19, n. 55, p. 197-214, 2005.

SILVA, N. F. **Fontes de Energia Renováveis Complementares na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro:** O Caso da Energia Eólica. Rio de Janeiro: COPPE / UFRJ, 2006.

TOGEIRO DE ALMEIDA, L. **Política ambiental: uma análise econômica.** 2. ed. São Paulo: Papirus, 1998.