

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
CENTRO SÓCIO ECONÔMICO  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

**GILBERTO PEREIRA DA SILVEIRA**

**O PEPEL DA ENERGIA EÓLICA NO DESENVOLVIMENTO  
ECONÔMICO DO BRASILEIRO**

**Florianópolis, 2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC  
CENTRO SÓCIO ECONÔMICO  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

**O PAPEL DA ENERGIA EÓLICA NO DESENVOLVIMENTO  
ECONÔMICO BRASILEIRO**

Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharelado em Ciências Econômicas.

Aluno: Gilberto Pereira da Silveira

Orientador: Prof: Sílvio Antônio Ferraz Cario

FLORIANÓPOLIS, 2012

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SÓCIO-ECONÔMICO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS E RELAÇÕES  
INTERNACIONAIS**

A Banca Examinadora resolveu atribuir nota 7,0 ao aluno Gilberto Pereira da Silveira na Disciplina CNM 5420 – Monografia, pela apresentação deste trabalho.

Banca Examinadora:

---

Prof. Sílvio Antônio Ferraz Cario

Orientador

---

Prof. João Randolfo Pontes

Membro

---

Prof. Pablo Felipe Bittencourt

Membro

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho a toda a minha família, e em especial a minha mãe que sempre torceu pelo meu sucesso.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a todos os meus familiares, especialmente a minha companheira Inara que sempre está ao meu lado em todos os momentos e me acompanhou durante todo o período enquanto estiva fazendo o curso de Economia.

Agradeço também a todos os meus colegas do curso, em especial aos colegas que além do curso de economia, também eram colegas de trabalho, os quais foram muito importantes nesta jornada.

Meu agradecimento aos professores, coordenadores, tutores a distância, coordenadora e a equipe de apoio do pólo, ao meu professor orientador e, sobretudo aos tutores presenciais de Jacuizinho, que foram essenciais nesta nossa caminhada.

## **EPIGRAFE**

*“Grandes realizações não são feitas por impulso, mas por uma soma de pequenas realizações”.*

**Vicent Van Gogh**

## RESUMO

O objetivo geral deste trabalho consiste em efetuar uma análise do potencial eólico brasileiro e verificar a contribuição para o desenvolvimento econômico deste tipo de produção de energia elétrica inserido na matriz energética brasileira. O crescente consumo de energia no mundo e especialmente no Brasil faz com que os governantes, as indústrias e a sociedade em geral, busquem aumentar a capacidade instalada do setor energético para poder acompanhar o crescimento da economia. Além disso, existe atualmente uma grande preocupação de toda a sociedade em buscar fontes de energia alternativas limpas, evitando diminuir ao máximo os impactos ambientais na produção de energia elétrica, principalmente no sentido de evitar a emissão de dióxido de carbono, dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio na atmosfera, ocasionado pelas fontes energéticas oriundas de combustíveis fósseis como carvão e petróleo. A Energia Eólica é atualmente uma opção considerada limpa na produção de Energia Elétrica, contribuindo para o desenvolvimento econômico do País. Embora a sua contribuição na matriz energética brasileira ainda seja pequena (cerca de 1,3%), o potencial eólico do Brasil é enorme, podendo chegar a 272 terawatts-hora por ano e a capacidade de geração deverá crescer 320% ao longo desta década.

Palavras chaves: Energia Eólica, Energia Elétrica, Fontes Alternativas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aerogeradores em operação.....	16
Figura 2 - Usina Hidrelétrica Binacional de Itaipu.....	29
Figura 3 - Usina Nuclear de Angra dos Reis .....	30
Figura 4 - Usina Termoelétrica de Candiota .....	31
Figura 5 - Parque Eólico de Osório – RS .....	35
Figura 6 - Velocidade média dos ventos .....	38
Figura 7 - Moinho de Vento, Países Baixos .....	41
Figura 8 - Formação dos ventos conforme o deslocamento das massas de ar.....	42
Figura 9 - Interior da Nacele de um Aerogerador utilizando um Gerador Convencional .....	46
Figura 10 - Aerogerador com eixo vertical .....	47
Figura 11 - Aerogerador com eixo horizontal .....	48
Figura 10 - Parque Eólico Ofshore .....	49



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Fontes de Energias Globais.....	14
Gráfico 2 - Oferta mundial de energia por fonte (2008).....	24
Gráfico 3 - Matriz energética brasileira e mundial .....	25
Gráfico 4 - Matriz energética nos anos 1973 e 2006.....	27
Gráfico 5 - Distribuição da geração de energia elétrica no Brasil.....	32
Gráfico 6 - Capacidade mundial instalada de energia eólica.....	33
Gráfico 7 - Evolução dos aerogeradores desde 1985 até 2005.....	50

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Geração de Energia Elétrica no Brasil .....	28
Quadro 2 - Novos Empreendimentos .....	28
Quadro 3 - Usinas Eólicas em operação no Brasil (2008).....	40

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Estimativa do Potencial Eólico Mundial .....	33
--	----

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABEEólica - Associação Brasileira de Energia Eólica  
ADECE – Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará  
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica  
DEWI – German Wind Energy Institute (Instituto Alemão de Energia Eólica)  
BIG - Banco de Informações de Geração  
BIRD - Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento  
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento  
CEPEL – Centro de Pesquisa de Energia Elétrica  
CGTEE – Companhia de Geração Térmica de Energia  
CO<sup>2</sup> - Dióxido de Carbono (Gás Carbônico)  
COMAER – Comando da Aeronáutica  
CPTEC - Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos  
CRESESB – Centro de Referência para Energia Solar e Eólica  
ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras SA  
EPE - Empresa de Pesquisa Energética  
EWEA - European Wind Energy Association (Associação Europeia de Energia Eólica)  
FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo  
FMI – Fundo Monetário Internacional  
GEE – Gases do Efeito Estufa  
H<sub>2</sub>S – Gás Sulfídrico  
MW - Megawatt  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICMS – Imposto Sobre Circulação de Mercadorias  
IEA –International Energy Agency (Agência Internacional de Energia)  
INFRAERO - Empresa Brasileira de infraestrutura Aeroportuária  
INMET - Instituto Nacional de Meteorologia  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
IPEA – Instituto Econômico de Pesquisa Aplicada  
KWh – Kilowatt-hora  
MDL – Mecanismo de Desenvolvimento Limpo  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
MME – Ministério das Minas e Energia

MWh – Megawatt-hora

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PCH's – Pequenas Centrais Hidrelétricas

PROINFA – Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica

SEDEC – Secretaria do Estado do Desenvolvimento Econômico do RN

SIN – Sistema Interligado Nacional

SO<sub>2</sub> – Dióxido de Enxofre (Anidro Sulfuroso)

TWh/ano – terawatts-hora por ano

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

WWEA – World Wind Energy Association

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	14
1.2	OBJETIVO GERAL .....	18
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
1.4	JUSTIFICATIVA.....	18
1.5	METODOLOGIA .....	19
<b>2</b>	<b>CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
2.1	EMPRESA E INDÚSTRIA E EFICIÊNCIA ECONÔMICA: CONCEITOS.....	20
2.2	INOVAÇÃO: CRIAÇÃO E DIFUSÃO .....	21
2.3	ESTADO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.....	22
2.2	DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE .....	23
<b>3</b>	<b>CAPÍTULO 3 - ASPECTOS DA MATRIZ ENERGÉTICA E DA ENERGIA EÓLICA .....</b>	<b>27</b>
3.1	ENERGIA ELÉTRICA.....	27
3.2	POTENCIAL EÓLICO NO MUNDO E NO BRASIL.....	32
<b>4</b>	<b>CAPÍTULO 4 - CARACTERÍSTICAS DO PADRÃO TECNOLÓGICO VOLTADOS À PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA.....</b>	<b>41</b>
4.1	INFORMAÇÕES GERAIS.....	41
4.2	VIABILIDADE TÉCNICA .....	43
<b>6</b>	<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES.....</b>	<b>52</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>

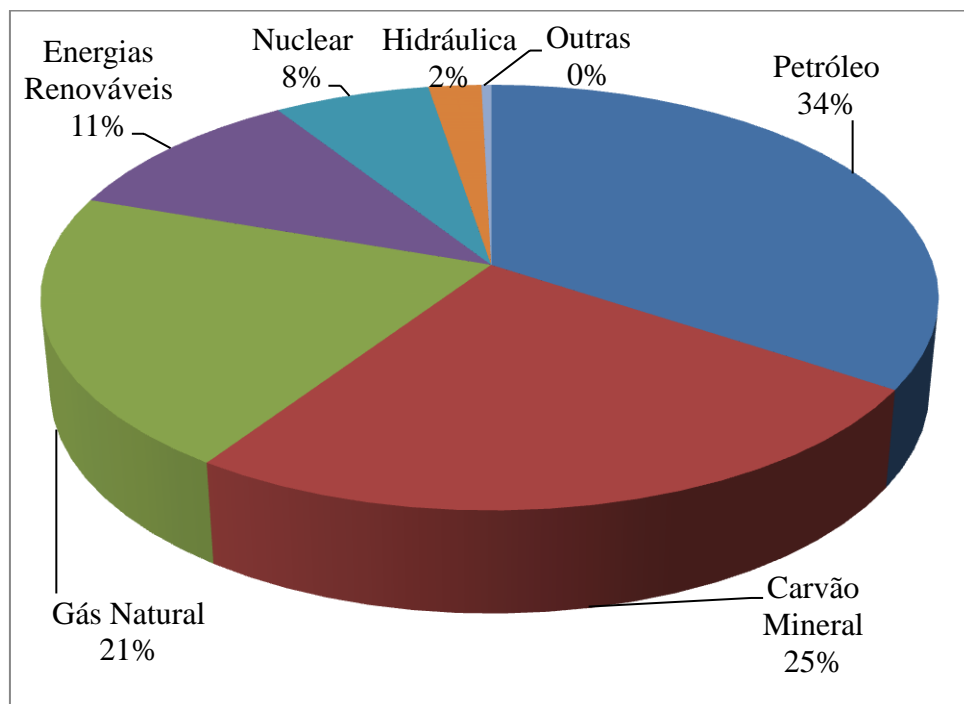
## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A geração de Energia Elétrica já há algum tempo é uma preocupação dos governos para o suprimento dos consumidores finais. O crescente aumento no consumo de energia, assim como o impacto ambiental, faz com que o governo e a sociedade passem a pensar em novas fontes de energia alternativas em substituição as fontes tradicionais, principalmente em relação ao petróleo que tem a sua exploração limitada a terminar no futuro, além do grande impacto ambiental que ele causa com a emissão de toneladas de gás carbônico (CO<sup>2</sup>) na nossa atmosfera.

Em todo o planeta estima-se que 60% da oferta de energia primária é oriunda do carvão e do petróleo, sendo que 47% de energia elétrica produzida depende destes dois combustíveis. O Gráfico 1 mostra a contribuição de cada tipo de energia produzida até o ano de 2007.

Gráfico 1: Fontes de Energias Globais (2007).



Fonte: IEA (2008).

A produção de energia de fontes limpas e renováveis é de interesse mundial em termos de sustentabilidade, além disso, para a produção dessa energia limpa, deve-se analisar a viabilidade econômica para a sua geração.

Dentre as fontes de energia consideradas renováveis está a energia hidrelétrica produzida em grandes usinas, que no Brasil responde por cerca de 90% da geração de energia elétrica. Isso acaba provocando grandes impactos ambientais na biodiversidade local e também sociais devido as grandes áreas alagadas.

Segundo Terra e Coelho (2005, p. 192):

As usinas hidroelétricas usam como recurso natural renovável e de custo zero (a água), podendo gerar energia a baixo custo. Sua duração é muito prolongada e os custos de manutenção são baixos. Apesar de todas estas vantagens, é importante lembrar que os complexos hidroelétricos (usinas, represas, etc) sempre alteram a paisagem e podem causar impactos ambientais e outros problemas como grandes desmatamentos, com prejuízos à flora e à fauna inundações de áreas verdes, aumento da evaporação e da umidade relativa do ar, entre outros.

Este tema busca conferir as possibilidades para o desenvolvimento econômico na produção de Energia Eólica como fonte alternativa de Energia Elétrica. De acordo com estudos feitos, a instalação de turbinas eólicas apresenta viabilidade econômica em locais onde a sua utilização será em sistemas isolados pequenos com uma média anual de ventos devendo ser superior a 3,6 m/s, já para a aplicação em larga escala com aerogeradores de grande porte, requer uma velocidade média dos ventos de, no mínimo, 6,5 m/s a 7,5 m/s, sendo que a sua vida útil está calculada em torno de 20 anos. Na figura 1 pode ser visto aerogeradores já em operação.



Figura 1: Aero geradores em operação



Fonte: Eletrobrás (2007).

A produção de energia eólica em larga escala no Brasil comparado com outros países, principalmente europeus, ainda é recente. Existem projetos para a sua utilização e o incremento desta fonte de energia na matriz energética brasileira. Conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2008). “A tecnologia para tal já existe e se encontra em estágio avançado, visto que em alguns países especialmente na Europa, já é utilizada em larga escala”. Em quase todo o território brasileiro há boas condições de vento para a instalação de Aero geradores.

Outro fato importante na problemática enfrentado na geração de energia elétrica a partir de fontes alternativas como a eólica é o meio de sua inserção competitiva economicamente num mercado aberto. No sistema interligado à rede elétrica a viabilidade só é conseguida onde a velocidade dos ventos é elevada, devido ao fato deste tipo de geração competir com os custos conseguidos com outras formas de geração mais convencionais como

a hidrelétrica e a térmica. A energia eólica já está tecnologicamente bastante avançada, o que se necessita são ações que a coloquem no mercado de forma competitiva. (KOMOR, 2004).

Atualmente os custos para a geração dessa fonte de energia baixou em relação há alguns anos atrás, onde o preço do megawatt-hora (MWh) ultrapassava os R\$ 200,00. Ela já é mais barata que a energia térmica que custa em torno de R\$ 150,00 o MWh, mas é bem mais cara que a energia hídrica que tem seu custo médio em R\$ 110,00 por MWh. De acordo com o presidente da Empresa de Pesquisa Energética (EPE) Maurício Tolmasquim, “a perspectiva de crescimento está ligada ao fato de o preço ter caído. Sempre tivemos potencial, mas quando é caro, não dá para construir” (EPE, 2011).

No Brasil atualmente a geração de energia elétrica oriunda de energia eólica já instalada soma Megawatt 930 (MW), enquanto que a energia produzida pelas hidrelétricas é de 110.000 MW. A previsão é de que até 2019 a energia eólica instalada esteja em torno de 6.000 MW. Conforme comentou Pedro Terrelli, diretor da Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), “O crescimento de energia eólica é um processo irreversível” (CIRILO JUNIOR, 2011).

Os impactos ambientais na produção de energia eólica são bem menores, mas também existem. Um deles é a poluição visual que pode interferir na paisagem natural do local, nas turbinas de grande porte o ruído pode ser significativo, por isso a restrição quanto a sua instalação perto de áreas residenciais. Outro impacto em relação aos aero geradores é a mortandade de aves, sendo não recomendável a sua instalação em áreas migratórias de aves. Além disso, pode haver interferência eletromagnética quando a turbina é instalada entre transmissores e receptores de ondas de televisão.

Ainda que produza um pequeno impacto ambiental a Geração de energia elétrica a partir dos ventos está inserida em um novo modelo mundial de desenvolvimento que é conhecido como “desenvolvimento sustentável” (ANDRADE, 2010).

Diante desse contexto, o presente trabalho busca responder a seguinte pergunta de pesquisa:

- Qual é a contribuição da energia eólica para o desenvolvimento econômico do Brasil?

## **1.2 OBJETIVO GERAL**

Examinar o papel e a contribuição do potencial eólico no desenvolvimento econômico brasileiro.

## **1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Levantar o potencial eólico brasileiro fazendo uma análise dos recursos disponíveis no Brasil, através de estudos realizados sobre as condições dos ventos;
- b) Identificar a utilização de energia eólica como fonte alternativa de geração de energia elétrica como uma opção no contexto da matriz energética no setor elétrico brasileiro;

## **1.4 JUSTIFICATIVA**

Uma das principais preocupações da sociedade e dos governantes nos dias atuais é o aumento cada vez maior na demanda por energia elétrica. Esta é uma condição indispensável para a existência das nossas indústrias, da nossa vida cotidiana, e também muito usada em alguns setores da agricultura e no transporte urbano. Portanto, trata-se de uma condição fundamental para a existência da nossa vida na atualidade.

Há atualmente uma preocupação mundial em torno dos impactos ambientais na produção de energia. Os efeitos das mudanças climáticas e o aquecimento global são hoje uma grande preocupação dos governantes e de toda a sociedade. A intenção é diminuir pela metade as emissões de dióxido de carbono (CO<sup>2</sup>) na atmosfera nas próximas décadas, procurando outras formas de geração de energia que não causem tantos impactos ambientais, mantendo a energia elétrica acessível a todos e também mantendo o crescimento industrial e econômico.

Para isso, tem se buscado cada vez mais fontes de energia elétrica alternativas, sendo a energia dos ventos uma dessas opções, já que é considerada uma energia limpa e renovável.

A produção de energia em quantidade suficiente e com custos médios reduzidos consistem uma das condições para a sustentabilidade da produção e por consequência a expansão do mercado. Esta expansão é um fator determinante no aumento da renda e do emprego e como consequência do crescimento econômico (SMITH, 1776).

O Brasil pode continuar crescendo impulsionado também por fontes renováveis de energia, eliminando assim as fontes consideradas sujas (petróleo, carvão e nuclear). Com a estruturação do setor energético e políticas públicas em relação as energia renováveis, este objetivo poderá ser alcançado.

## **1.5 METODOLOGIA**

A metodologia utilizada para a elaboração dessa pesquisa está fundamentada no uso de fontes secundárias de informação. Para tanto foram utilizados livros publicados por autores, dissertações, teses e monografias que abordam este tema, assim como também relatórios publicados por órgãos do governo, artigos científicos, jornais e revistas disponíveis na internet.

Nesta pesquisa qualitativa foi empregado o método exploratório e descritivo usando para isso, uma coleta técnica de dados. Este levantamento de dados e informações tem como objetivo fazer uma análise do que já foi elaborado sobre o tema da pesquisa, de forma a obter informações de qualidade e atuais para fundamentar e dar suporte ao estudo deste tema.

O trabalho de descrição tem caráter fundamental em um estudo qualitativo, pois é por meio dele que os dados são coletados (NEVES, 1996, p. 668).

Para a análise dos dados foi adotado uma análise quantitativa, por se tratar do estudo da viabilidade econômica da produção deste tipo de energia ao qual se refere o tema da pesquisa.

Algumas das informações utilizadas nesta pesquisa foram coletadas de relatórios e informações disponibilizados na internet de organizações e institutos como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Centrais Elétricas Brasileiras S.A. (ELETROBRÀS), Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), Ministério de Minas e Energia (MME), Empresa de Pesquisa Energética (EPE) e demais instituições que contenham dados e informações sobre o tema deste trabalho nos últimos anos.

## CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 EMPRESA E INDÚSTRIA E EFICIÊNCIA ECONÔMICA: CONCEITOS

O conceito de Indústria ou firma industrial pode estar caracterizado por vários significados, sendo que esta indústria pode ser uma empresa de pequeno porte, uma fábrica ou um parque industrial. De acordo com Nicolau (2010, p. 44).

Firma industrial é uma unidade administrativa que gerencia um conjunto de recursos produtivos, reunidos em uma ou mais plantas industriais: e que essa firma pode ser integrante de um grupo empresarial (industrial ou financeiro), o qual gerencia as firmas afiliadas como um *holding* ou a matriz que detém o controle acionário.

Uma firma pode também estar caracterizada pelo seu tamanho, pela sua estrutura interna ou por seu objetivo. Enquanto que em uma pequena firma é controlada apenas pelo seu proprietário, sendo que este é que decide o quanto vai ser a sua produção para gerar seu objetivo que é de conseguir lucro. Em uma grande firma há algumas mudanças na sua estrutura, conforme Nicolau (2010, p. 33).

À medida que uma firma cresce, proprietário e sócios tem cada vez menos condições de coordenar todas as áreas da firma, devendo efetuar a departamentalização, descentralizando a gestão das áreas de produção, de vendas, de pessoal, contabilidade e finanças, etc. Essa firma departamentalizada mantém ainda a forma unitária, uma vez que os departamentos não se constituem unidades independentes, com receitas e custos próprios.

Conforme aumenta o tamanho da firma pode ocorrer nela ainda outra mudança em sua estrutura organizacional, que é a multidivisionalização.

Nesse caso, cada divisão passa a ser, ela própria, uma firma unitária, legalmente constituída e com personalidade jurídica própria. A firma multidivisional é, na verdade, um conjunto de firmas afiliadas, controladas financeiramente ou acionariamente por uma firma central ou *holding*. A esse conjunto formado por uma firma central e suas afiliadas denomina-se Grupo Empresarial (NICOLAU, 2010, p. 33).

Na atividade produtiva na economia industrial com o crescente fluxo de bens e matérias primas teve como consequencia o desenvolvimento nos métodos de produção, onde as firmas procuram reduzir seus custos unitários. Uma das fontes para uma firma continuar crescendo e ao mesmo tempo diminuir custos é através da economia de escala, que de acordo

com Nicolau (2010, p. 34), “economias de escala são reduções de custo médio de produção devido a aumento no volume produzido. Estão diretamente relacionadas a divisão do trabalho e ao tamanho do mercado”.

Também para se obter esse crescimento pode se utilizar a economia de escopo, que conforme Nicolau (2010 apud PANZAR; WILLIG, 1981) “as economias de escopo são reduções de custo mediante o compartilhamento dos mesmos ativos para a geração de um maior número de bens e serviços”. Inovações tecnológicas e capital físico são alguns ativos que podem fazer parte desse compartilhamento.

A eficiência econômica na atividade industrial pode ser obtida de três formas: eficiência produtiva, eficiência alocativa e eficiência dinâmica. De acordo com Nicolau (2010, p. 44).

A eficiência econômica de indústria pode ser devida a três componentes principais: eficiência produtiva (as firmas operam com custos baixos). Eficiência alocativa (há produção e investimentos em volume adequados no setor industrial) e eficiência dinâmica (as firmas realizam inovações).

## **2.2 INOVAÇÃO: CRIAÇÃO E DIFUSÃO**

O desenvolvimento econômico da Economia Industrial está diretamente ligado as inovações das atividades industriais. Essas inovações podem aparecer na atividade industrial através da criação de novos bens, assim como também em novas formas de produzir bens.

A inovação é vista como um processo, incluindo etapas na área de ciência, na área do desenvolvimento de produtos, na área de produção e na área de marketing. Além disso, uma vez realizada por uma empresa, uma inovação passa, ao longo do tempo, por uma etapa de difusão para outras empresas e também para outros países. (NICOLAU, 2010, p. 93).

Este processo de inovação e difusão acontece com bastante frequência dentro das atividades da Economia Industrial, e pode ocorrer de forma mais rápida ou mais lenta, dependendo do lucro e os custos envolvidos durante a industrialização do produto.

Em função do grau de novidade e impacto sobre o sistema econômico, as inovações são classificadas em radicais (forte impacto) e incrementais (melhorias em produtos ou processos já conhecidos). Uma vez que a inovação inclui também a etapa de difusão, considera-se inovação o esforço tecnológico de uma empresa para a produção de produtos já lançados por empresa líder. (NICOLAU, 2010, p. 93).

Nas atividades industriais, para ganhar evidência perante a concorrência é necessário que a empresa tenha inovação com a criação de novos produtos e serviços, dentro dessas atividades deve se ressaltar três categorias, que são: a pesquisa; o desenvolvimento e a aquisição bens, serviços e conhecimentos vindos de fora. Para isso, são realizadas pelos governos, pelas empresas e também por universidades financiamentos em atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).

### **2.3 ESTADO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO**

O desafio dos governos e da sociedade em geral passou a ser suportar o crescimento contínuo da economia e, ao mesmo tempo diminuir o impacto ambiental sem esgotar os recursos da natureza para o futuro. Presente em quase todas as atividades humanas, a energia elétrica é essencial para o desenvolvimento da economia e da sociedade atualmente.

Nestes termos, cada Estado-nação procura criar condições para formular sua estratégia de desenvolvimento no propósito de melhor se posicionar na competição internacional entre países, para que resulte em benefícios para o desenvolvimento interno (BRESSER PEREIRA, 2006 , p. 84).

Há duas linhas de pensamento que questionam se o Estado deve ou não participar na promoção do desenvolvimento econômico de um país. O lado liberal diz que o Estado não deve intervir na economia, enquanto que pelo lado intervencionista afirma que o Estado deve intervir regularmente e promover a economia. Segundo Cário (2011, p. 130) “a corrente intervencionista defende que o sistema capitalista não pode ser deixado ao sabor das forças de mercado; ao contrário, requer, sim, intervenção, regulação e promoção das atividades”.

Para os que defendem a corrente liberal são usados vários argumentos em defesa de sua visão, afirmando que a atuação do Estado deve ser mínima, apenas em correção de falhas que ocorrem no mercado.

A intervenção estatal tende a não levar a melhor alocação dos recursos, uma vez que as informações disponíveis não são completas e os custos para coletar e processar as informações para auxiliar na intervenção, são maiores que os benefícios gerados. Ainda, a intervenção estatal como guardiã moral da sociedade por promover bens e serviços meritórios na sociedade colocaria o Estado no caminho da servidão, impedindo com isso a oferta de mercadorias não meritórias (CÁRIO, p. 115, 2011).

Nestes tempos de um mundo globalizado, o Estado deve tomar atitudes sobre o ambiente econômico, identificando problemas e tomando decisões políticas, apresentando

iniciativas em benefício do desenvolvimento econômico. De acordo com Cario (2007 apud DINIZ, 2007, p. 27) “o Estado deve permanecer ativo, participando de fóruns, debates internacionais, enfrentando assim seus desafios internos e externos, pois, fechando para o exterior, amargará prejuízos maiores”.

Em uma nova ordem mundial de globalização e liberação econômica, tem se questionado com debates polêmicos sobre o enfraquecimento do papel do Estado-nação. Com a livre circulação de capital em um mundo globalizado na produção, comercialização e financeiramente, tem se tornado um problema para a governabilidade do Estado. Pois, dependendo das suas estratégias de intervenção, corre o risco de um colapso econômico para a sua nação. Segundo Cário (2011, p. 124) “o Estado deve ter capacidade de gestão pautada pelo exercício de suas funções sobre o ambiente econômico, identificando problemas, elaborando políticas, tomando decisões e implementando suas ações estratégicas”.

Nestes termos, a consequência é que os estados, principalmente os países periféricos, ficam dependentes de algumas instituições internacionais como: o Fundo Monetário Internacional (FMI), o Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD), o Grupo dos sete, entre outras agências e instituições que atuam no desenvolvimento e economia mundial.

No âmbito da economia de mercado globalizado, nos últimos tempos, emerge nova função garantidora das condições de valorização do capital do Estado. Essa função dedica-se a oferecer melhores estruturas e condições para as empresas produzirem e concorrerem nos espaços nacional e internacional (CÁRIO, 2011, p. 125).

Dessa forma, perante a economia de um mercado globalizado e um sistema financeiro internacional, é que vem sendo discutida a intervenção do Estado que permita o crescimento econômico com equidade social para a sua nação.

## **2.4 DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

As energias renováveis são aquelas provenientes de ciclos naturais de conversão da radiação solar, fonte primária de quase toda energia disponível na Terra e, por isso, são praticamente inesgotáveis e não alteram o balanço térmico do planeta (PACHECO, 2006).

Atualmente governos e a sociedade em geral vêm buscando formas na produção de fontes de energias alternativas limpas, buscando reduzir os danos ao meio ambiente e a emissão de gases do efeito estufa. Uma das formas do progresso da nossa civilização foi

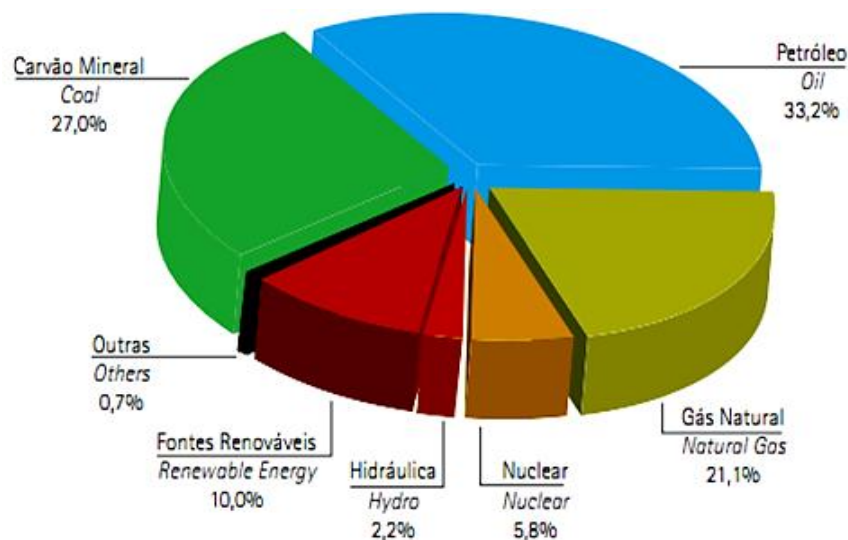


através do uso das fontes de energias não renováveis, que teve início na Inglaterra no final do século XVIII com a utilização do carvão mineral e vegetal, e depois a partir da década de 30 do século XX com a utilização em grande escala do petróleo, causando uma enorme devastação ao meio ambiente.

Esta grande dependência para o desenvolvimento e crescimento da humanidade de energia de fontes não renováveis tem um peso significativo, e como consequência a emissão de enormes quantidades de CO<sup>2</sup> na atmosfera. Além de saber que estas fontes se esgotaram no futuro. O Gráfico 2 mostra a oferta mundial por fonte no ano de 2008.

Enquanto que no Brasil a participação na matriz energética de fontes renováveis é de cerca de 50%, a média mundial chega a apenas a 14%, sendo que em países desenvolvidos esta média é de apenas 2%. Este cenário deve se manter no Brasil graças à participação da hidroeletricidade e aumentar com a participação de novas fontes de energia renováveis. No gráfico 3 pode se observar a composição da matriz energética no Brasil e no mundo.

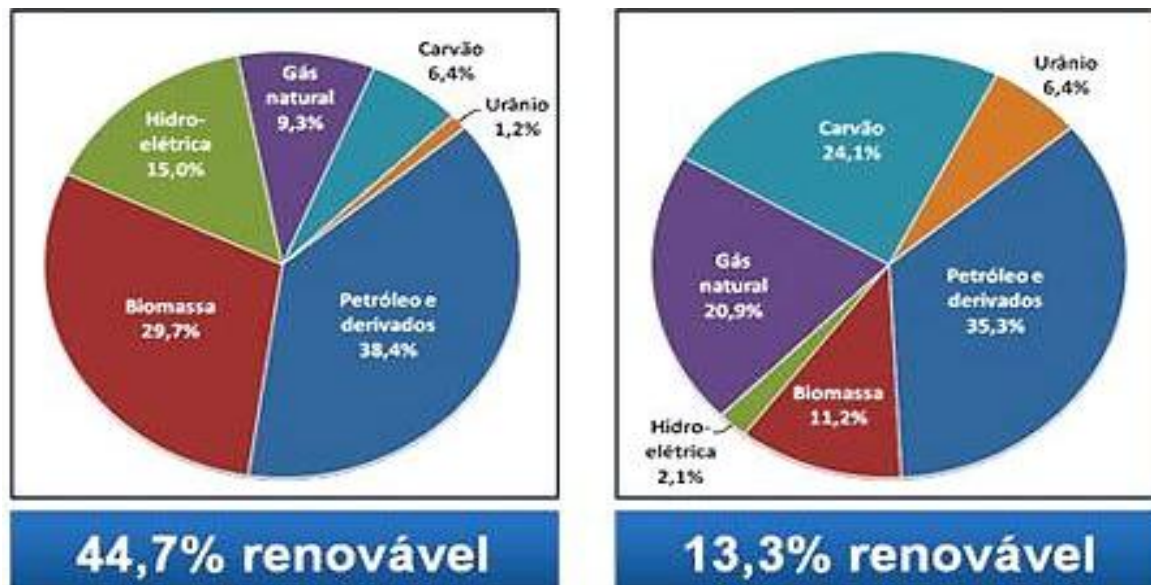
Gráfico 2: Oferta mundial de energia por fonte (2008)



Fonte: IEA (2008).

Conforme estudo feito pela EPE o Balanço Energético Nacional (2012), mostra que a matriz energética brasileira, que inclui todos os recursos de energia disponíveis no país a participação de fontes renováveis permaneceu praticamente estável nos últimos anos, alcançando 44,1% das fontes utilizadas no país em 2011. Mesmo assim, é maior que a média mundial de 13,3%, conforme dados da Agência Internacional de Energia.

Gráfico 3: Matriz energética brasileira e mundial (2005).



Fonte: MME/BEN (2006).

O Processo de geração de Energia Eólica é considerado quase que inteiramente limpo, pois, ele não emite gases poluentes e não gera resíduos radioativos ou algum tipo de contaminação. Além de possuírem a possibilidade de serem reversíveis.

O Programa das Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) criado pelo Ministério das Minas e Energia em 2002 e regulamentado em 30 de março de 2004, quando teve início a sua implementação, tem como objetivo desenvolver fontes alternativas e renováveis para a produção de eletricidade, levando em consideração as principais características e potencialidades locais e regionais investindo na redução da emissão de gases do efeito estufa.

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2008, p. 33).

Quanto às emissões de gases de efeito estufa, pode-se ressaltar que, com a implantação do PROINFA, estima-se uma redução anual de 3 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>. Importante salientar que o PROINFA é considerado adicional no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e que os benefícios financeiros advindos da comercialização dos créditos de carbono gerados pelos projetos serão revertidos para o consumidor final, reduzindo o encargo do PROINFA e contribuindo para a modicidade tarifária.

A energia eólica vem tendo grande destaque no mercado mundial dentre estas novas tecnologias, porém, como todas as fontes de produção de energia ela apresenta também algum impacto ambiental como o ruído, impacto visual, interferência eletromagnética e danos a fauna. Além disso, o terreno deverá ser preparado com a possível retirada de vegetação local

e também a construção de estradas e rodovias, o que sempre acarreta algum tipo de impacto ao meio ambiente.

De acordo com a EWEA (2009), os métodos que devem ser utilizados para minimizar esses impactos são:

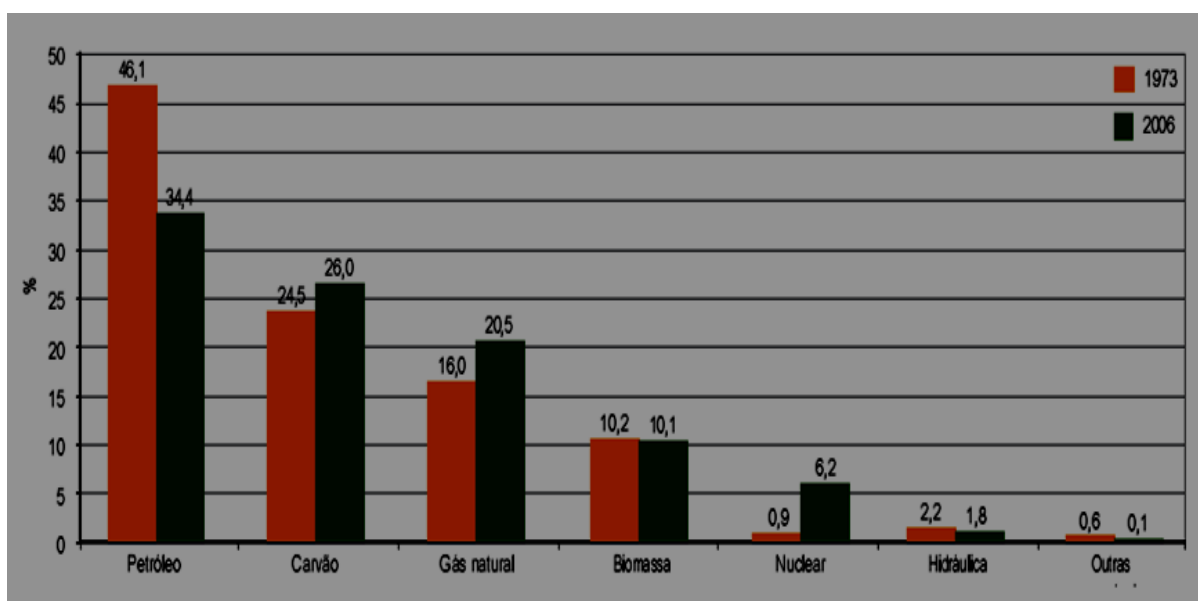
- a) habitats sensíveis devem ser protegidos adequadamente;
- b) áreas de conservação e sensibilidade devem ser evitadas;
- c) deve ser estabelecido um programa de monitoramento antes, durante e depois da construção;
- d) escolher um design e tipo de turbina adequado, para evitar um alinhamento com as principais rotas de voo;
- e) fornecer corredores entre grupos de turbinas eólicas;
- g) aumentar a visibilidade das pás e rotores;
- h) interromper o funcionamento durante os picos de migração e;
- i) reduzir a velocidade do rotor em períodos críticos.

## CAPÍTULO 3 – ASPECTOS DA MATRIZ ENERGÉTICA E DA ENERGIA EÓLICA

### 3.1 ENERGIA ELÉTRICA

A atividade de geração de Energia e em especial a Elétrica entrou no século XXI com um novo pensamento de encontrar formas de produção em busca de um desenvolvimento sustentável, sendo que, durante o século XX a energia que deu sustentação ao crescimento e desenvolvimento mundial foi obtida em sua maior parte de combustíveis fósseis como o carvão e o petróleo. No Gráfico 4 pode se verificar a participação na matriz energética mundial, segundo relatório da International Energy Agency (IEA) publicado em 2008 nos anos de 1973 e 2006.

Gráfico 4: Matriz energética mundial (1973 – 2006).



Fonte: IEA (2008).

O desafio dos governos e da sociedade em geral passou a ser suportar o crescimento contínuo da economia e, ao mesmo tempo diminuir o impacto ambiental sem esgotar os recursos da natureza para o futuro. Presente em quase todas as atividades humanas, a energia elétrica é essencial para o desenvolvimento da economia e da sociedade atualmente.

De acordo com Madrigal (2001), exigências como qualidade e confiabilidade da energia entregue, bem restrições ambientais, são questões de suma importância em qualquer estudo de sistemas elétricos de potência.

Há várias formas de produção de energia elétrica, as principais são: hídrica, térmica, nuclear, fotovoltaica, dos mares e a eólica.

No Brasil há atualmente 2.624 empreendimentos em operação, totalizando uma geração de 117.878.554 kW de potencia instalada. O Quadro 1 mostra a distribuição de cada tipo geração de energia elétrica em território brasileiro.

Quadro 1: Geração de Energia Elétrica no Brasil (2011).

Empreendimentos em Operação				
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada KW	Potência Fiscalizada KW	%
CGH	380	226.706	224.886	0,19
EOL	75	1.615.338	1.519.042	1,29
PCH	428	4.060.191	4.060.191	3,38
UFV	8	5.494	1.494	0
UHE	182	81.953.081	78.530.049	66,62
UTE	1.549	32.978.133	31.616.798	26,82
UTN	2	1.990.000	2.007.000	1,7
<b>Total</b>	<b>2.624</b>	<b>122.828.943</b>	<b>117.878.554</b>	<b>100</b>

Os valores de porcentagem são referentes à Potência Fiscalizada. A Potência Outorgada é igual à considerada no Ato de Outorga. A Potência Fiscalizada é igual à considerada a partir da operação comercial da primeira unidade geradora.

Fonte: BIG (Banco de Informações de Geração, 2011)

Há uma estimativa para os próximos anos um aumento de 48.195.765 kW na geração de energia elétrica no Brasil. São 172 obras em construção e outras 551 já estão outorgadas (Quadro 2).

Quadro 2: Novos Empreendimentos (2011).

Empreendimentos em Construção				Empreendimentos Outorgados (1988-2012)*			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada KW	%	Tipo	Quantidade	Potência Outorgada KW	%
CGH	1	848	0,00	CGH	61	40.698	0,19
EOL	57	1.467.090	5,38	CGU	1	50	0,00
PCH	57	648.277	2,38	EOL	200	5.698.190	27,23
UHE	11	18.252.400	66,92	PCH	130	1.815.400	8,68
UTE	45	5.554.419	20,37	UHE	11	2.179.042	10,41
UTN	1	1.350.000	4,95	UTE	148	11.189.351	53,49
<b>Total</b>	<b>172</b>	<b>27.273.034</b>	<b>100,00</b>	<b>Total</b>	<b>551</b>	<b>20.922.731</b>	<b>100,00</b>

\* Não iniciaram sua construção.

Fonte: BIG (Banco de Informações de Geração, 2011)

A energia elétrica proveniente das Usinas Hidrelétricas tem como fonte a energia represada em um reservatório a uma determinada altura. Este potencial é transformado em energia cinética, fazendo girar as pás da turbina que através de um eixo acoplado ao gerador, produz energia elétrica. Embora a energia elétrica hídrica, ser considerada uma fonte renovável de energia ela também causa impactos ambientais, principalmente as grandes hidrelétricas (Figura 2) que necessitam geralmente de grandes áreas alagadas. Estima-se que as perdas em áreas no Brasil devido ao represamento nas Barragens girem em torno de 42.000 Km<sup>2</sup> (o equivalente ao território do Estado do Espírito Santo)

Figura 2: Usina Hidrelétrica Binacional de Itaipu, na fronteira do Brasil com o Paraguai.



Fonte: ANEEL (2011).

Outro efeito de grandes áreas alagadas é a emissão de gases causada pela decomposição da matéria orgânica inundada, como o CO<sup>2</sup> e o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S).

Uma tentativa de minimizar os impactos ambientais da geração hídrica é a construção de PCH's (Pequenas Centrais Hidrelétricas) no lugar das grandes hidrelétricas, mas mesmo as PCH's também causam impactos, só que em menor escala.

A energia elétrica das usinas nucleares (Figura 3) utilizam o calor produzido na fissão nuclear, que gera vapor d'água que gira as turbinas para produzir eletricidade. Em todo o mundo 17% da energia elétrica produzida é de origem nuclear. No Brasil a energia nuclear responde por apenas 1,2% da energia elétrica gerada, mas em alguns países este tipo de geração chega a percentuais bem maiores. Na França a energia nuclear responde por 78%, na

Bélgica 57%, no Japão 39%, na Suécia 46% e nos Estados Unidos onde há 104 reatores gerando energia elétrica produzindo 20% do total, equivale a mais do que todo o parque gerador do Brasil.

Os riscos ambientais da geração nuclear podem ocorrer na manipulação do material radioativo, na armazenagem do lixo radioativo e num possível desvio desses materiais.

Figura 3: Usina Nuclear de Angra dos Reis no Estado do Rio de Janeiro.



Fonte: Eletronuclear (2012)

As Usinas Termoelétricas (Figura 4) geram energia através da queima do carvão, óleo combustível ou gás natural dentro de uma caldeira, a qual aquece serpentinas com água, fazendo vapor que assim como na Usina Nuclear movimenta uma Turbina acoplada a um Gerador que, então transforma em energia elétrica. O grande problema das Termelétricas é a contribuição que elas fornecem para o efeito estufa, devido aos gases que ela produz e também as chuvas ácidas devido à queima do combustível.

Conforme Favaretto (1999), usinas termoelétricas “são vorazes consumidoras de diesel ou carvão, e importantes fontes de gás carbônico, óxido de nitrogênio e de enxofre, poluentes que acentuam o efeito estufa e acarretam chuvas ácidas”.

Figura 4: Complexo Termoelétrico de Candiota no Estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: CGTEE (2010)

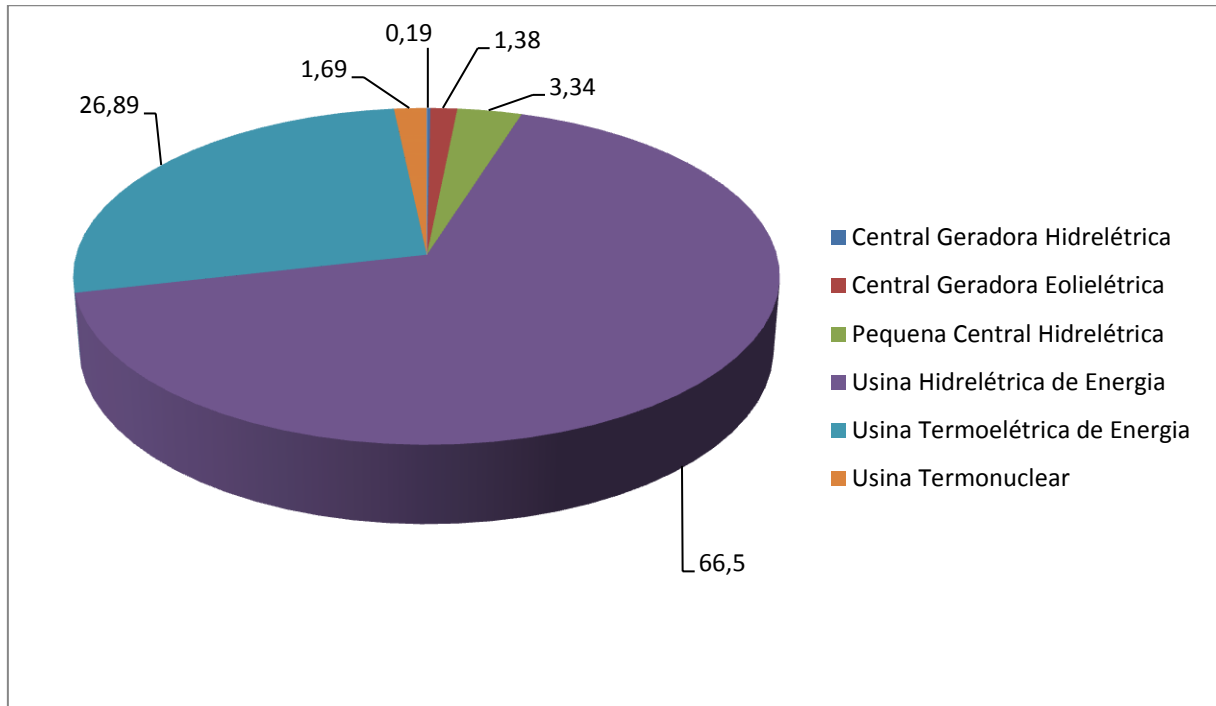
A energia elétrica das marés é produzida de forma parecida da produzida nas hidrelétricas, onde se constrói uma barragem que forma um reservatório junto ao mar. Na maré alta, esse reservatório é cheio passando por uma Turbina gerando energia. Na maré baixa a água passa novamente pela Turbina no sentido contrário, outra vez gerando energia. A Usina Maremotriz pode afetar o ecossistema local, causando também algum impacto ambiental.

A energia elétrica Fotovoltaica é conseguida através de painéis que contem células fotovoltaicas, Estas sob a incidência do Sol geram eletricidade pela diferença de potencial elétrico através da radiação. Acontece dentro das células o efeito fotovoltaico (energia carregada pelo sol) sobre os átomos de Silício provocando então a emissão de elétrons, que gera uma corrente elétrica. Essa energia gerada pelos painéis é armazenada em baterias para serem usadas em períodos de pouca radiação ou durante a noite. É viável apenas para pequenas instalações ou em lugares remotos de difícil acesso.

No Brasil a maior parte da geração de energia elétrica é oriunda das Usinas Hidrelétricas. O gráfico 5 mostra a distribuição conforme o tipo de produção da capacidade de geração de energia elétrica brasileira, conforme dados do Banco de Informação de Geração (BIG, 2012).



Gráfico 5: Distribuição da geração de energia elétrica no Brasil (2012).



Fonte: BIG (2012)

### 3.2 POTENCIAL EÓLICO NO MUNDO E NO BRASIL

Estudos disponibilizados pela ANEEL (2008) afirmam que o potencial eólico bruto no planeta seja em torno de 500.000 TWh/ano, porém devido a restrições socioambientais cerca de 10% apenas são considerados aproveitáveis para geração de energia elétrica (53.000 TWh/ano). As restrições sócias ambientais referem-se a áreas densamente povoadas ou industrializadas e também restrições naturais como, por exemplo, regiões montanhosas.

Mesmo assim, estes 10% disponíveis seriam quatro vezes o consumo de energia elétrica mundial. A Tabela 1 mostra as estimativas do potencial eólico no mundo.

Tabela 1: Estimativa do Potencial Eólico Mundial (2008).

Região	Porcentagem de Terra Ocupada *	Potencial Bruto (TWh/ano)	Densidade Demográfica (hab/Km <sup>2</sup> )	Potencial Líquido (TWh/ano)
África	24	106.000	20	10.600
Austrália	17	30.000	2	3.000
América do Norte	35	139.000	15	14.000
América Latina	18	54.000	15	5.400
Europa Ocidental	42	31.400	102	4.800
Europa Ocidental & ex-URSS	29	106.000	13	10.600
Ásia excluindo ex-URSS	9	32.000	100	4.900
<b>Total Mundo **</b>	23	498.400	-	53.000

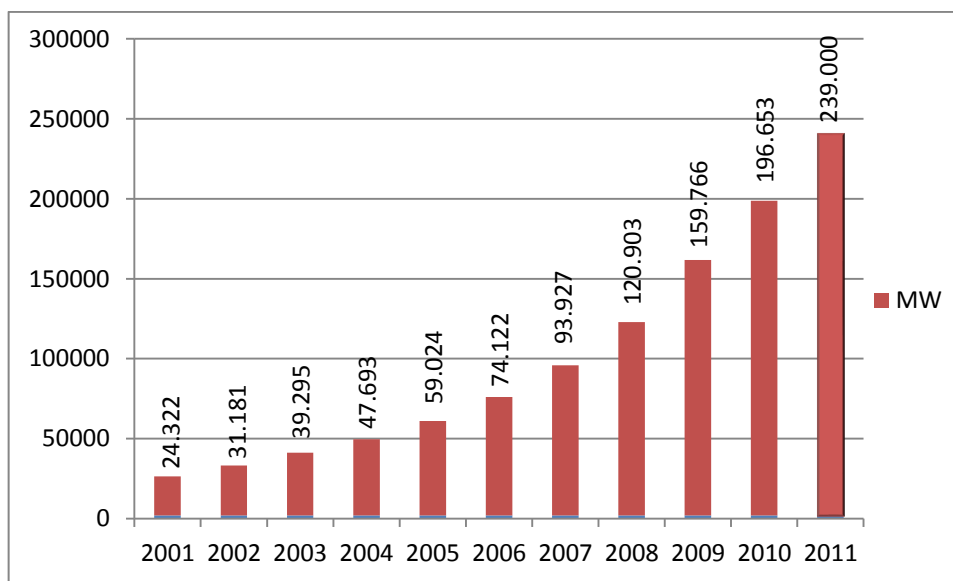
\* Em relação ao potencial bruto

\*\* Excluindo Groelândia, Antártida e a maioria das ilhas e os recursos offshore

Fonte: ANEEL (2008)

Conforme o relatório anual da WWEA (World Wind Energy Association) em 2011, a capacidade mundial instalada de energia eólica chegou perto de 239.000 MW, o suficiente para cobrir em torno de 3% da demanda mundial de energia elétrica (Gráfico 6).

Gráfico 6: Capacidade mundial instalada de energia eólica (2001 – 2011).



Fonte: WWEA (2011)

Atualmente o aproveitamento da energia eólica no Brasil não chega a 1% da matriz energética. Comparado com países líderes neste tipo de geração de energia, a nossa capacidade ainda é muito pequena. “Os números do potencial eólico brasileiro foram estimados com os mesmos modelos de previsão de tempo e estudos climáticos. Como esses modelos são validados para locais específicos das diferentes regiões do país, esse potencial eólico pode estar subestimado”, disse Fernando Ramos Martins à agência FAPESP (2009).

No Brasil existe o Centro de Referência de Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito (CRESESB), que tem como objetivo promover o desenvolvimento das energias solar e eólica através da difusão e conhecimento, da ampliação do diálogo entre as entidades envolvidas e do estímulo à implementação de estudos e projetos.

Estudos feitos pela CPTEC (Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos) do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) tem disponibilizado suporte científico de informações sobre os recursos eólicos em território brasileiro. Para avaliar o potencial eólico de uma determinada região, deve-se fazer um levantamento específico sobre a velocidade e regime dos ventos. Dados conseguidos junto a administração de estações meteorológicas e aeroportos nos últimos anos, podem ajudar a avaliar o regime e a velocidade dos ventos nas regiões próximas a estes estabelecimentos..

O Brasil atualmente como um país em vias de desenvolvimento está considerando este crescimento e estimula a utilização de energias renováveis como uma forma de diversificar a sua matriz energética, através do Programa de Incentivo as Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA).

O Brasil está convivendo com este novo tipo de geração de energia, além de contribuir para a matriz energética, a instalação das usinas eólicas também atrai para o país diversas fábricas de equipamentos para estas usinas, e com isso gerando emprego e desenvolvimento econômico, não só para as regiões onde estão ou serão construídos os parques, como também nos locais onde estão instaladas as fábricas dos equipamentos.

Depois de ser feito todos os estudos tanto da viabilidade técnica quanto da viabilidade econômica, inicialmente o impacto mais visível para o desenvolvimento econômico e na criação de empregos nos setores de construção civil pesada, engenharia, produção de peças, operação e manutenção dos equipamentos. Mas há outros setores que também geram empregos como por exemplo: geólogos, administradores e advogados que lidam com licenças e regulação ambiental.

Outra contribuição para a economia da região onde está instalado o Parque Eólico está no turismo, pois, a grandiosidade do empreendimento colabora atraindo turistas de outros municípios e regiões do País, curiosos para conhecer a instalação e com isso movimentando o comércio da região.

No Parque Eólico de Osório (Figura 5) no Estado do Rio Grande do Sul (o maior da América Latina) durante a construção, foram criados 1.000 empregos diretos. O projeto ainda proporcionou um aumento significativo na arrecadação de impostos para o município de Osório e para o Estado do Rio Grande do Sul (Ventos do Sul Energia, 2009).

Esse empreendimento eólico ainda trouxe mais um benefício, que foi à infraestrutura para a área rural, melhorando a acessibilidade para algumas localidades do interior do município.

De acordo com a Prefeitura Municipal de Osório (2012), o Parque Eólico de Osório está subdividido em tres parques: Osório, Sangradouro e Índios e tem capacidade para gerar 150 MW de Energia Elétrica, potência suficiente para abastecer 650.000 residências (50% da população de Porto Alegre).

Figura 5: Parque Eólico de Osório – RS.



Fonte: Ventos do Sul Energia (2009).

Além dos empregos diretos<sup>1</sup> na região onde são instalados os parques eólicos, desde a sua construção (a obra civil) e até quando o parque já estiver em operação, criam-se muitos mais empregos indiretos<sup>2</sup> e também os empregos decorrentes do efeito-renda<sup>3</sup>. Esse efeito multiplicador acontece tanto na região ou município onde está localizada a instalação, como também nos locais onde são fabricados as peças, equipamentos e a matéria prima para a construção da obra.

Este efeito dos empregos diretos, indiretos e efeito-renda, acontece tanto na etapa de implantação do projeto (emprego efetivo), como também na fase de produção (emprego potencial), quando o parque eólico entra em operação.

No Estado do Ceará de acordo com a Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (Adece) os parques eólicos instalados até o início de 2011 geravam cerca de 7.200 empregos diretos e indiretos. Sendo que para os próximos dois anos, há a perspectiva de duplicar a capacidade de geração eólica nesse Estado.

Conforme a Adece (2011) estima-se que para cada MW de potência instalada são criados dois empregos diretos na usina e apenas na construção de um parque eólico, são gerados cerca de 300 empregos diretos na construção civil. Já existem alguns dados sobre esse assunto, “estudos realizados na Escócia calculam ser entre 500 a 1.500 empregos associados a cada 0,3 a 1 GW de potência instalada“. (TERCIOTE, 2001).

Quanto às perspectivas de geração de empregos e renda, os especialistas são unânimes: nos próximos anos os setores ligados à construção, operação e manutenção de empreendimentos no setor eólico promete ser o mercado de emprego mais promissor do Estado do Ceará.

Recentemente o BNDES através da sua diretoria aprovou R\$ 790,3 milhões para oito parques eólicos a serem construído no Ceará com capacidade para gerar 215,5 MW e um no Rio Grande do Sul com capacidade para 70MW.

---

<sup>1</sup> Corresponde a mão-de-obra requerida pelo empregador da instalação.

<sup>2</sup> Refere-se aos empregos gerados nos setores que fornecem bens intermediários, embora sejam empregos diretos em seus respectivos setores, são considerados empregos indiretos em relação ao empregador da instalação.

<sup>3</sup> É derivado da transformação da renda dos trabalhadores em consumo, sendo que estes, ao receberem seus salários, iram gastar parte dele em bens e serviços.

O Parque Eólico de Tramandaí do Grupo EDP Renováveis Brasil foi incluído no PROINFA e recebeu do BNDES R\$ 227,7 milhões. De acordo com o BNDES (2011), toda a energia do parque foi vendida para a ELETROBRAS por um prazo de 20 anos e deverá ser entregue pelas distribuidoras a partir de março de 2011. Este parque deve gerar para o município de Tramandaí cerca de 2 milhões de reais anualmente em ICMS (Imposto Sobre Circulação de Mercadorias). Os efeitos para a economia local também foram positivos, pois, durante a sua construção, foram criados 535 empregos diretos.

Do ponto de vista econômico os efeitos diretos de desenvolvimento de um projeto eólico incluem renda para o proprietário da terra, receita para governos locais, estaduais e federais proveniente de impostos sobre as transações e a propriedade, geração de emprego e o uso de serviços locais (ANEEL, 2012, p. 127).

Conforme divulgação no Site do Canal Energia (2012), a diretoria do BNDES aprovou o financiamento de R\$ 378 milhões para construção de mais cinco parques eólicos nos Estados da Bahia e do Rio Grande do Norte. O total de recursos para estes projetos será de R\$ 594,5 milhões e terão capacidade para gerar 150 MW. A expectativa é que estes empreendimentos gerem cerca de 1.8000 empregos diretos e indiretos. Os projetos que tramitam no banco, chegam ao total de 107 parques eólicos, com investimentos de R\$ 12,4 bilhões e demandam financiamento do BNDES equivalentes a R\$ 8,4 bilhões.

A valorização das terras onde estão ou deverão ser instalados os parques eólicos é outra contribuição para o desenvolvimento da economia destas regiões. De acordo com informações da Secretaria de Estado do desenvolvimento Econômico do Estado do Rio Grande do Norte (SEDEC), através do seu Secretário Benito Gama destaca que:

O Rio Grande do Norte tem um investimento previsto de 8 bilhões para os próximos anos no setor de energia eólica. São 79 parques com energia já medida e confirmada para a capacidade de produção. Essas áreas de implantação dos parques estão se valorizando, os investidores compram ou alugam os terrenos. (ANNA RUTH DANTAS, 2011, p. B4).

Os preços para a geração eólica no último leilão realizado pela ANEEL giraram em torno de R\$ 99,54 e R\$ 99,57 o MWh, enquanto a térmica a gás ficou acima dos R\$ 120,00 MWh. Sendo que em leilões anteriores o preço da eólica estava acima de R\$ 130,00 MWh, e dois anos atrás estava em R\$ 200,00 o MWh. (OLIVEIRA. 2011).

Segundo Maurício Tolmasquin, presidente da EPE existem hoje quatro empresas produzindo aerogeradores no Brasil, o que tornou um pouco mais barata a produção desse tipo

de energia. Conforme afirmou Tolmasquin “Nos certificamos se essa demanda contratada nos dois últimos leilões de energia elétrica poderia ser atendida pela indústria local. E a resposta é que há capacidade para atender”.

Embora os custos da energia eólica ainda sejam mais caros que os da hídrica, esse tipo de geração já é mais barato do que a gerada em termelétrica a gás natural, e em alguns casos também é mais barata do que a energia elétrica das usinas movidas a biomassa de cana.

Conforme afirma Martins a agência Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), “Os locais mais propícios no país para a exploração de energia eólica estão no Nordeste, principalmente na costa do Ceará e do Rio Grande do Norte, e na região Sul” (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2012). Na figura 6 pode-se ver o potencial eólico brasileiro, conforme a velocidade média dos ventos.

Figura 6: Velocidade média dos ventos.



Fonte: CRESESB (2009)

Agregar teoria e prática é fundamental para fazer avançar os estudos e o desenvolvimento do aproveitamento da energia eólica (SANTOS, 2009).

Em março de 2011 a ANEEL apontava a existência de 51 parques eólicos instalados no Brasil, possuindo uma capacidade para geração de 929 MW. Outros 18 projetos estão em construção com capacidade de geração de energia superior a 500 MW. Os investimentos já autorizados, mas que ainda não estão em construção, podem atingir 3.614 MW em outros 109 projetos.

O total do potencial eólico brasileiro pode chegar a 272 terawatts-hora por ano (TWh/ano), sendo que o total do consumo de energia elétrica nacional é de 424 TWh/ano.

De acordo com a EPE o Balanço Energético Nacional (2012), as fontes de geração eólicas totalizaram em 2011 cerca de 2,7 mil gigawatts-hora. Este número é 24,2% maior se comparado com o ano de 2010. Ainda de acordo com o estudo da EPE (2012), “o elevado percentual de crescimento prenuncia o que deve ocorrer de forma ainda mais expressiva nos próximos quatros anos, quando novos parques – já em construção – entrarão em operação”.

O Quadro 3 mostra as Usinas Eólicas em operação no Brasil até o ano de 2008.



Quadro 3: Usinas Eólicas em operação no Brasil (2008).

Usina	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Destino da Energia	Proprietário	Município
Eólica de Prainha	10.000	10.000	PIE	100% para Wobben Wind Power Industria e Comércio Ltda	Aquiraz - CE
Eólica de Taiba	6.200	5.000	PIE	100% para Wobben Wind Power Industria e Comércio Ltda	São Gonçalo do Amarante - CE
Eólica-Elétrica Experimental do Morro do Camelinho	1.000	1.000	SP	100% para CEMIG Geração e Transmissão S/A	Gouveia - MG
Eólio - Elétrica de Palmas	2.500	2.500	PIE	100% para Centrais Eólicas do Paraná Ltda.	Palmas - PR
Eólica de Fernando de Noronha	225	225	PIE	100% para Centro Brasileiro de Energia Eólica - FADE/UFPE	Fernando de Noronha - PE
Parque Eólico de Beberibe	25.600	25.600	PIE	100% para Usina Eólica Econergy Beberibe S.A.	Beberibe - CE
Mucuripe	2.400	2.400	PIE	100% para Wobben Wind Power Industria e Comércio Ltda	Fortaleza - CE
RN 15 - Rio do Fogo	49.300	49.300	PIE	100% para Energias Renováveis do Brasil S.A.	Rio do Fogo - RN
Eólica de Bom Jardim	600	600	PIE	100% para Parque Eólico de Santa Catarina Ltda	Bom Jardim da Serra - SC
Eólica Olinda	225	225	PIE	100% para Centro Brasileiro de Energia Eólica - FADE/UFPE	Olinda - PE
Parque Eólico do Horizonte	4.800	4.800	APE-COM	100% para Central Nacional de Energia Eólica Ltda	Água Doce - SC
Macau	1.800	1.800	APE	100% para Petróleo Brasileiro S/A.	Macau - RN
Eólica Água Doce	9.000	9.000	PIE	100% para Central Nacional de Energia Eólica Ltda	Água Doce - SC
Parque Eólico de Osório	50.000	50.000	PIE	100% para Ventos do Sul Energia S/A	Osório - RS
Parque Eólico Sangradouro	50.000	50.000	PIE	100% para Ventos do Sul Energia S/A	Osório - RS
Parque Eólico dos Índios	50.000	50.000	PIE	100% para Ventos do Sul Energia S/A	Osório - RS
Millennium	10.200	10.200	PIE	100% para SPE Millennium Central Geradora Eólica S/A	Mataraca - PB
Total: 17 Usina(s)			Potência Total: 272.650 kW		

Fonte: ANEEL (2008).

Conforme projeção da EPE (2012), a capacidade instalada das usinas movidas através da força dos ventos, crescerá 320% ao longo desta década.

## CAPÍTULO 4 - CARACTERÍSTICAS DO PADRÃO TECNOLÓGICO VOLTADOS À PRODUÇÃO DE ENERGIA EÓLICA

### 4.1 INFORMAÇÕES GERAIS

Os moinhos de ventos são velhos conhecidos da humanidade, que usam a energia dos ventos (eólica) para realizar trabalho como moer grãos, bombear água e na navegação. Eólica vem de Éolo (Deus do Vento) da mitologia grega. Sabe-se que Pérsia no século V eles já eram usados para a irrigação. Esse mecanismo usava a força dos ventos que, ao atingir uma hélice aciona uma bomba de sucção de água para um receptáculo, que depois através da força gravitacional, era utilizada para a irrigação das plantações (Figura 7).

Embora a sua baixa eficiência devido a suas características básicas, estes cata-ventos primitivos apresentavam vantagens consideráveis suprir as necessidades de bombeamento d'água ou para a moagem de grãos, substituindo assim a força motriz executada pelos homens ou pelos animais.

Figura 7: Moinho de Vento, Países Baixos.



Fonte: CRESESB (2009).

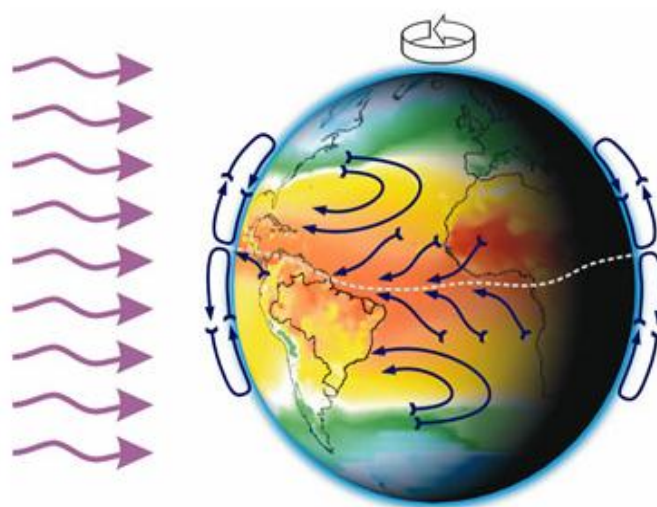
A utilização dos moinhos de ventos de múltiplas pás para bombeamento d'água desenvolveu-se principalmente nas áreas rurais em diversos países. Ainda hoje esse aproveitamento da força dos ventos é utilizado para bombeamento d'água em várias partes do mundo. É fato estabelecido que a tecnologia é essencial para o desenvolvimento humano. Nossa qualidade de vida seria uma ínfima parcela em comparação com a atual se não fosse a tecnologia. (ALDABÓ, 2012).

A energia eólica na verdade, provém da energia solar uma vez que os ventos são gerados devido ao aquecimento não uniforme da atmosfera da terra. Estima-se que a energia disponível da força dos ventos ao redor da terra, seja de aproximadamente 2% da energia solar que é convertida em energia cinética dos ventos.

Existem locais na terra onde os ventos nunca param de soprar, pois o aquecimento na linha do equador e o resfriamento nos pólos sempre estão acontecendo. Estes ventos são chamados de planetários ou constantes e, são divididos em:

- Alísios – que são ventos que sopram em baixas altitudes, dos trópicos para o equador;
- Contra-Alísios – sopram do equador para os pólos em altas altitudes;
- Ventos do Oeste – sopram dos trópicos para os pólos;
- Polares – São ventos frios que sopram dos pólos em direção as zonas temperadas

Figura 8: Formação dos ventos conforme o deslocamento das massas de ar.



Fonte: Atlas Eólico do Brasil (1998)

Ao final do século XIX foi quando começaram as primeiras pesquisas para aproveitamento da força dos ventos para a produção de Energia Elétrica. A primeira Usina Eólica com fins comerciais ligada a rede pública de energia elétrica foi construída na Dinamarca em 1976.

O mercado eólico mundial experimentou profundas transformações principalmente após os choques do petróleo da década de 70. Esse mercado, até então obsoleto e principalmente voltado para a pesquisa e desenvolvimento de novos conceitos e modelos, passou a enxergar um mercado de desenvolvimento industrial. A partir de então, novos estudos e projetos foram desenvolvidos no sentido de ampliar o mercado para o fortalecimento do setor eólico industrial. Nos últimos vinte anos, a indústria eólica mundial cresceu significativamente no amadurecimento de suas tecnologias e também na procura de novos mercados. (DUTRA, 2001. Pag. 19)

## 4.2 VIABILIDADE TÉCNICA

Um dos fatores que influencia para o estudo da viabilidade técnica da instalação de uma turbina eólica é o regime dos ventos, ou seja, é a velocidade dos ventos ao longo do tempo, pois os ventos podem variar conforme o dia e a estação do ano. Portanto, é preciso fazer um estudo da velocidade média diária, mensal e anual da velocidade dos ventos da região para definição da condição técnica para o aproveitamento da geração através de Usinas Eólicas.

A capacidade de administrar eficientemente o aumento de geração eólica no sistema de potência depende em grande medida dos estudos realizados sobre a variabilidade, sazonalidade e previsibilidade da velocidade dos ventos. (TARNOWKI, 2006).

Este estudo é importante estatisticamente, pois, é através dele que se obtém a velocidade média, mínima e máxima dos ventos em determinada região escolhida para o parque eólico. O instrumento usado para medir a velocidade do vento é o Anemômetro.

O sistema de medição anemométrica ocupa um importante papel na avaliação do desempenho das turbinas eólicas. Este instrumento mostra a “curva de potência”, que é uma das informações mais importantes na instalação de um parque eólico. A curva de potência relaciona a potência de saída da máquina em relação à velocidade dos ventos, isso permite avaliar a energia gerada em cada uma das turbinas.

Estas informações também podem ajudar a analisar a viabilidade econômica de um projeto eólico.

A rugosidade do terreno é outro fator analisado para a o estudo do projeto de um parque eólico. O conjunto de elementos que formam a rugosidade do terreno podem ser árvores, vegetação rasteira, arbustos e pequenas construções que desviam o vento da sua rota oferecendo resistência a sua passagem e assim ocasionando uma perda de energia do vento.

A influência das características do terreno no regime dos ventos é muito grande, reduzindo a velocidade do vento e causando turbulência em terrenos irregulares. Por isso, a rugosidade da área onde vai ser instalada a Turbina deve ser baixa em um raio de 15 km.

A rugosidade do terreno é normalmente parametrizada pela escala de comprimento chamada de comprimento de rugosidade “zo”, de tal forma que existe uma altura zo não igual a zero que é chamada comprimento de rugosidade (MATTUELLA, 2005).

Este fator pode influenciar na altura e posicionamento quando da instalação da Turbina.

A energia eólica vem se consolidando como a principal fonte geradora de energia elétrica na expansão da capacitada instalada no Brasil. (CANAL ENERGIA, 2012).

Para a produção de energia eólica a energia cinética dos ventos é transformada em energia elétrica através de aerogeradores, estes consistem num gerador elétrico que é acoplado a um eixo que gira através da força dos ventos nas pás da turbina. Esta turbina é formada pelo conjunto de duas ou três pás, que precisam ter um perfil aerodinâmico bastante eficiente. Em relação aos geradores, eles operam a velocidades variáveis, para garantir uma alta eficiência na conversão em energia elétrica.

Uma Turbina eólica para geração de energia elétrica é composta dos seguintes componentes principais:

- Anemômetro (Sensores de Vento) – é o instrumento que mede a velocidade e a intensidade dos ventos;
- Biruta (Sensor de Direção)– é um aparelho capaz de mostrar a direção dos ventos, que deve estar perpendicular à torre para obter maior rendimento;
- Gerador Elétrico – é o componente utilizado para converter a energia mecânica do eixo em energia elétrica;
- Mecanismo de controle – é o equipamento responsável pela orientação do rotor, controle de velocidade e controle de carga. Pois, as turbinas eólicas são projetadas para fornecerem a potencia nominal conforme a velocidade e a direção dos ventos. Os mecanismos de controle podem ser mecânicos (velocidade, passo e freio), eletrônicos (controle de carga) e aerodinâmicos (posição do rotor). O controle aerodinâmico serve para limitar a potência dos

ventos à potência nominal do aerogerador. Há dois diferentes tipos de controle aerodinâmico o controle de estol e o controle de passo, sendo que atualmente devido ao aumento do tamanho dos geradores, o controle de passo é o mais usado pelos fabricantes, pois este oferece maior flexibilidade para a operação das turbinas.

- Controle de Passo – é um sistema que quando a potência nominal do gerador é ultrapassada, redireciona o ângulo das pás para diminuir o ângulo de ataque dos ventos, fazendo com que as pás girem em torno do seu eixo longitudinal. Este ângulo é escolhido para que o aerogerador fique com apenas a sua capacidade nominal;

- Nacele – é um compartimento instalado no alto da torre, que abriga todos os componentes do gerador (sistema hidráulico, controle eletrônico, mancais, caixa multiplicadora, embreagem, freios, etc.);

- Pás do rotor – sua função é captar o vento e converter sua potência ao centro do rotor, são dispositivos aerodinâmicos especialmente desenvolvidos para aproveitar da melhor forma a velocidade dos ventos, equivalente às asas de um avião pelo, funcionam pelo princípio físico da sustentação, As pás podem ter várias formas e podem ser feitas de diferentes materiais que geralmente são feitas de alumínio, de madeira ou fibra de vidro reforçada;

- Rotor – é o equipamento que transforma energia cinética dos ventos em energia mecânica de rotação. Nele são fixadas as pás da turbina e todo esse conjunto é conectado ao eixo que transmite a rotação das pás para o gerador, eles podem ser de eixo vertical e de eixo horizontal e podem ter a sua posição face a estrutura de suporte em frente a Torre (upwind) ou atrás da Torre (downwind);

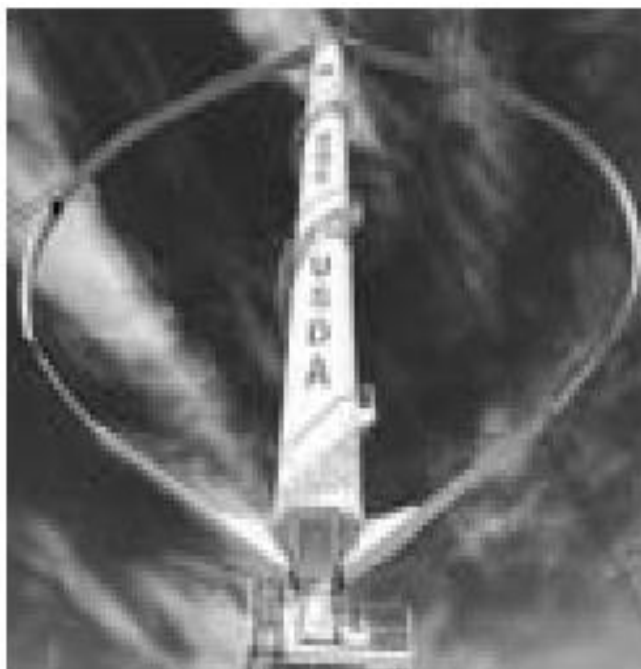
- Torre – este componente é o responsável por sustentar e posicionar o rotor e a nacele na altura desejada, a altura de uma torre pode variar de 25 a 80 m por turbina, sendo que estas podem ter 2 ou 3 pás. Com o aumento da potência dos aerogeradores, as naceles precisam sustentar pesos muito mais elevados do gerador e das pás em alturas cada vez maiores com segurança;

- Transmissão (Caixa de Multiplicação) – é o mecanismo que tem como finalidade transmitir a energia mecânica do eixo do rotor ao eixo do gerador.

A figura 9 abaixo mostra estes principais componentes:



Figura 10: Aerogerador com eixo vertical.



Fonte: CRESESB (2009)

Os de eixo horizontal (Figura 11) são montados paralelamente ao solo e tem a vantagem de serem colocados a muitos metros do solo sustentado por uma torre, onde a velocidade dos ventos é bem maior, além de ocupar pouco espaço físico no solo. No entanto este tipo de Turbina precisa de um mecanismo que o reposicione o seu eixo conforme muda a direção dos ventos. Este tipo é o mais indicado para produção de energia elétrica e composto por uma pá e contrapeso, duas pás, três pás ou de múltiplas pás.

Os rotores de eixo horizontal são os mais usados para a produção de energia elétrica em grande escala, e geralmente são compostos por três pás.



Figura 11: Aerogerador com eixo horizontal.



Fonte: CRESESB (2009)

De uma forma geral os aerogeradores podem ser classificados em dois grandes grupos: aerogeradores de velocidade fixa e aerogeradores de velocidade variável.

Quando se usa a palavra “Ofshore” na produção de energia, na maioria das vezes se refere à produção de petróleo em alto mar. No entanto, quando essa palavra está ligada a fontes alternativas de energia, ela está relacionada à geração de energia eólica no mar.

Parques Eólicos Ofshore tem como vantagens o potencial eólico mais elevado, já que no mar o vento é sempre constante e sem turbulências, tem disponibilidade de grandes áreas teoricamente ilimitadas e menos rejeições pelas populações.

A grande desvantagem dos parques Ofshore (Figura 12) está na instalação dos Aerogeradores e na manutenção que é mais cara e sofisticada, devido estarem localizados em mar aberto.

Figura 12: Parque Eólico Ofshore no sul da Inglaterra



Fonte: Portal Marítimo (2010)

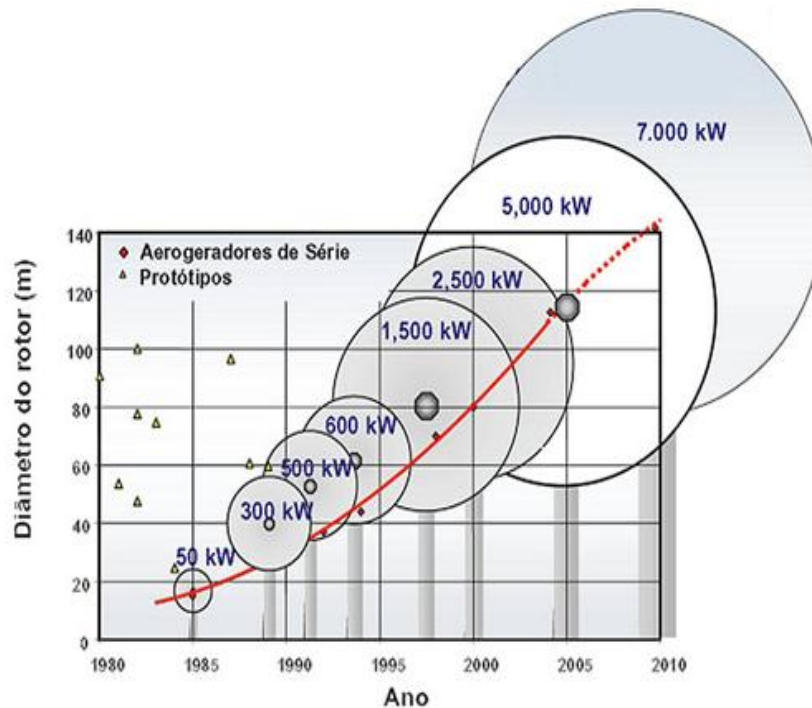
A energia eólica é caracterizada por ser um método de produção de energia elétrica limpa, renovável e disponível em todos os lugares do mundo. Este tipo de geração de energia vem se constituindo como realidade no Brasil. Em um cenário de poucas opções essa energia, vem se configurando como uma alternativa viável para suprir parte do abastecimento e escapar de um racionamento futuro (PACHECO, 2006, p. 8).

A tecnologia para a transformação de energia mecânica de rotação em energia elétrica, já é há muito tempo uma tecnologia dominada pelos homens, no entanto, nos geradores de conversão eólica está conversão é um pouco mais complicada devido a alguns fatores que envolvem esse processo como, as variações na velocidade dos ventos, as variações do torque de entrada e a exigência de tensão e frequência final constante da energia gerada.

A condição de máxima extração de energia verifica-se para uma velocidade na esteira do rotor igual a  $1/3$  da velocidade não perturbada. Em condições ideais, o valor máximo da energia captada por um rotor eólico é limitado pela eficiência dada pelo fator  $16/27$  ou  $0,593$ . Em outras palavras,  $59,3\%$  da energia contida no fluxo de ar pode ser teoricamente extraída por uma turbina eólica (RODRIGUES, 2007, p. 9).

A evolução comercial dos aerogeradores de grande porte desenvolveu-se rapidamente em tamanho e tecnologia nos últimos anos. O Gráfico 7 apresenta a impressionante evolução em potência e tamanho dos aerogeradores desde 1985.

Gráfico 7: Evolução dos aerogeradores (1985 – 2005).



Fonte DEWI (2005)

Nos últimos anos o desenvolvimento das tecnologias dos fabricantes concentrou-se em construir turbibinas *upwind* com tres pás, fazendo com que outros tipos de configurações do rotor desaparecessem do mercado. Além disso a utilização de turbinas de velocidade variável e limitação da potência por controle de passo são as mais usadas atualmente.

Embora os custos da energia eólica ainda sejam mais caros que os da hídrica, esse tipo de geração já é mais barato do que a gerada em termelétrica a gás natural, e em alguns casos também é mais barata do que a energia elétrica das usinas movidas a biomassa de cana.

Os preços para a geração eólica no último leilão realizado pela ANEEL giraram em torno de R\$ 99,54 e R\$ 99,57 o MWh, enquanto a térmica a gás ficou acima dos R\$ 120,00 MWh. Sendo que em leilões anteriores o preço da eólica estava acima de R\$ 130,00 MWh, e dois anos atrás estava em R\$ 200,00 o MWh. (OLIVEIRA. 2011).

Segundo Maurício Tolmasquin, presidente da EPE existem hoje quatro empresas produzindo aerogeradores no Brasil, o que tornou um pouco mais barata a produção desse tipo de energia. Conforme afirmou Tolmasquin “Nos certificamos se essa demanda contratada nos dois últimos leilões de energia elétrica poderia ser atendida pela indústria local. E a resposta é que há capacidade para atender”.

Existem hoje no Brasil quatro fábricas com capacidade anual para montar 2,8 mil MW em aerogeradores, o que equivale a 1.400 unidades. Conforme informações do governo existem outras empresas tentando junto ao BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) a instalação de unidades industriais no Brasil.

Segundo a Associação Europeia de Energia Eólica (EWEA), 75% do custo total da energia vem dos custos iniciais para a aquisição dos aerogeradores, mas também a fundação e a conexão com as redes de transmissão, podem chegar a valores significativos.

## CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES

O cenário da economia mundial e os avanços tecnológicos nos últimos anos vêm passando por rápidas transformações, requerendo que a oferta de energia disponível, acompanhe este desenvolvimento. A energia é essencial para o desenvolvimento econômico e social da humanidade, porém, a dependência de energia proveniente de combustíveis fósseis é cada vez mais questionada, devido ser uma fonte esgotável e aos grandes impactos ambientais que este tipo de geração de energia causa. O Brasil tem a sua matriz energética em sua grande maioria proveniente das Usinas Hidrelétricas que é considerada uma fonte de energia renovável, porém, os impactos causados pelas enormes áreas alagadas vêm requerendo políticas públicas dos governantes de incentivo a fontes de energias mais limpas.

A Energia Eólica extraída da força dos ventos é atualmente entre as fontes naturais de energia, uma das mais prósperas das tecnologias existentes para a produção de energia elétrica, sendo considerada uma fonte renovável, limpa e vastamente distribuída mundialmente. As Usinas e os Parques Eólicos já existentes no território brasileiro comprovam a eficiência dessa tecnologia e contribuem para a eficácia e o aprimoramento do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Conforme dados revelados pela ANEEL (2011), o Brasil possui atualmente uma capacidade de 931 MW potência em 51 empreendimentos eólicos instalados em seu território, este potencial poderá chegar a 5.000 MW em 18 projetos em construção e 107 outorgados. Com estes novos empreendimentos a participação da energia eólica na matriz energética brasileira, deverá pular dos atuais 1% para 5,9% até 2014. O potencial eólico brasileiro é estimado em 272 TWh/ano, seria capaz de suprir mais da metade do consumo nacional de energia elétrica, em torno de 424 TWh/ano. Até o ano de 2008 havia 17 Usinas e Parques Eólicos em funcionamento no Brasil, com capacidade de gerar 272.650 KW de Energia elétrica.

Estas projeções levam a acreditar que, além da contribuição para o desenvolvimento sócio econômico na geração de energia elétrica eólica, as emissões de gases poluentes na atmosfera derivado de fontes de energia fossem teria uma significativa diminuição.

Impactos ambientais provenientes da produção de Energia Eólica também existem, mas, quando comparados a outras formas mais tradicionais de produção de Energia Elétrica, estes impactos são quase desprezíveis.

O PROINFA é um avanço do governo brasileiro em relação às políticas públicas para a diversificação da Matriz Energética Brasileira. Além da contribuição na geração de energia, o programa tem como um de seus objetivos fomentar a indústria de base nacional com a intenção de fortalecer a indústria brasileira de geração de Energia Elétrica.

Diante de necessidade em busca de fontes alternativas de energia, a Energia Eólica é comprovadamente uma realidade na matriz energética mundial, e a tendência é que cada vez mais este tipo de geração de energia venha a se consolidar como uma das principais alternativas para a continuidade do desenvolvimento sócio econômico.

## REFERÊNCIAS

ADECE. Agência do Desenvolvimento do Estado do Ceará. **Manual de Energia Eólica.** Investimentos Geram Oportunidades no Setor Elétrico. Disponível em: <http://www.adece.ce.gov.br>. Acesso em: 03 de jun. 2012.

ALDABÓ, Ricardo. **Civilização: dependência de energia e ambiente.** Disponível em: <http://ricardoaldabo.blogspot.com.br>. Acesso em: 22 maio 2012.

ANDRADE, Alexandre de. **O Papel das PCHS na Economia Catarinense.** 2010. 71 f. Monografia (Bacharelado) - Curso de Ciências Econômicas, Ufsc, Florianópolis, 2010.

ANEEL. **ATLAS DE ENERGIA ELÉTRICA DO BRASIL.** Ed. Brasília: Aneel, 2008. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acessado em 15 de outubro de 2011.

ANNA RUTH DANTAS. Energia eólica valoriza terras no RN. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, p. B4. 22 jul. 2012. Disponível em: [www.estadao.com.br](http://www.estadao.com.br). Acesso em: 06 fev. 2011.

ATLAS DO POTENCIAL EÓLICO BRASILEIRO. **Energia Eólica.** Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br>. Acesso em: 03 abr. 2012.

BANCO DE INFORMAÇÃO DE GERAÇÃO (BIG). **Capacidade de Geração do Brasil.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 12 jul. 2012.

CANAL ENERGIA. **Guia de Pesquisa do Setor Elétrico.** Disponível em: <http://www.canalenergia.com.br>. Acesso em: 17 maio 2012.

CARIO, Silvio Antonio Ferraz. **Desenvolvimento Sócio Econômico.** Florianópolis: Ufsc, 2011. 197 p.

CGTEE. **Usinas Termoelétricas.** Disponível em: <http://www.cgtee.gov.br>. Acesso em: 12 jul. 2012.

CIRILO JUNIOR, Energia eólica deve crescer 320% nesta década no Brasil, prevê governo. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, p. 21. 05 jan. 2011. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br>. Acesso em: 12 jul. 2012.

CRESESB/CEPEL. **Energia Eólica Princípios e Tecnologia:** Componentes de um aerogerador de eixo horizontal. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br>. Acesso em: 21 jul. 2012.

DUTRA, Ricardo Marques. **VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DA ENERGIA EÓLICA**. 2001. 259 f. Tese (Dissertação) - Ufrj, Rio de Janeiro, 2001.

ELETRONUCLEAR. **Energia da Eletronuclear**. Disponível em: <<http://www.eletronuclear.gov.br>>. Acesso em: 12 jul. 2012.

ENERGIA RENOVÁVEL, Disponível em: <<http://www.energiarenovavel.info>>. Acessado em 16 de outubro de 2011.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética (Org.). **PDE 2020: matriz energética terá aumento de participação das renováveis nesta década**. Disponível em: <[www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br)>. Acesso em: 05 nov. 2011.

EXPLICATORIUM (Org.). **A utilização de energia eólica**. Disponível em: <[www.explicatorium.com/Energia-eolica.php](http://www.explicatorium.com/Energia-eolica.php)>. Acesso em: 03 nov. 2011.

**EWEA. European Wind Energy Association.**

IEA (Org.). **Dados mundiais de energia: Oferta de energia por fonte**. Disponível em: <<http://www.iea.org/>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

IMPROTA, Rafaella Lenoir. **Implicações socioambientais da construção de um parque eólico no município de Rio do Fogo - RN**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Curso de Psicologia, Ufrn, Natal, 2008.

KOMOR, P. **Renewable energy policy**. New York: Diebold Institute for Public. Policy Studies, 2004.

MADRIGAL, M; ACHA, E., (2001). **Harmonic Modelling of Source Converters for HVDC Stations**, *IEEE AC-DC Power Transmission Conference*, No. 485, pp. 125-131.

MAGALHÃES, Murilo Vill. **Estudo de Utilização da Energia Eólica como Fonte Geradora de Energia no Brasil**: Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas para obtenção de carga horária na disciplina CNM 5420. Florianópolis, SC: UFSC, 2009. 49 p

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA – PNMC –: Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

MME. **PLANO DECENAL DE EXPANSÃO DE ENERGIA: 2007/2016** – Ministério de Minas e Energia; Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético – Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acessado em 03 de novembro de 2011.



MARTINS, Fernando Ramos. **Potencial eólico brasil**. Disponível em: <[www.portal-energia.com/tag/potencial-eolico-brasil/](http://www.portal-energia.com/tag/potencial-eolico-brasil/)>. Acesso em: 05 nov. 2011.

MATTUELLA, Jussara M. Leite. **Fontes Energéticas Sustentáveis**: um estudo sobre a viabilidade do aproveitamento da energia eólica em três localidades no RS, 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

NEVES, José Luis. **Pesquisa Qualitativa**: Características, Uso e Possibilidades. Disponível em: <[www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/c03-art06.](http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/c03-art06.)>. Acesso em: 10 mar. 2012.

NICOLAU, José Antônio. **Economia Industrial**: Firma, Indústria e Mercado. Florianópolis: Ufsc, 2010. 156 p

OLIVEIRA, Fernanda. **Energia Eólica**: Preços. Disponível em: <[diariodonordeste.globo.com/matéria](http://diariodonordeste.globo.com/matéria)> Acesso em 15 de nov. 2011.

PACHECO, Fabiana. **Energias Renováveis**: Breves Conceitos. Salvador: Conjuntura Econômica, 2006. 149 p.

PACHECO, Fabiana (Ed.). **Energias Renováveis**: Breves Conceitos. A nova ordem energética mundial. Disponível em: [http://ieham.org/docs/Conceitos\\_Energias\\_Renovaveis.pdf](http://ieham.org/docs/Conceitos_Energias_Renovaveis.pdf). Acesso em: 01 dez. 2011.

PORTAL MARÍTIMO. **Inaugurado o maior parque eólico “offshore” do mundo**. Disponível em: <<http://portalmaritimo.com>>. Acesso em: 12 jul. 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE OSÓRIO (Rio Grande do Sul). **Parque Eólico de Osório**. Disponível em: <<http://www.osorio.rs.gov.br/>>. Acesso em: 01 jun. 2012.

PROINFA. **Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/programas/proinfa>>. Acesso em: 06 abr. 2012.

RODRIGUES, Guilherme Camargo. **Utilização de Redes Neurais para Previsão de Ventos no Horizonte de 24 Horas**: Componentes do Sistema Eólico. 2007. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, UFRJ, Rio de Janeiro, 2007.

SALINO, Pedro Jordão (Ed.). **Energia Eólica no Brasil**: Uma comparação do Proinfa e dos novos leilões. Rio de Janeiro: UFRJ, 2011.

SALOMON, D. V. **Como fazer uma monografia**. 11. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

SANTOS, Ronaldo Custódio Dos. **Energia eólica para produção de energia elétrica**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2009.

SMITH, Adam. **A riqueza das nações: investigação sobre a sua natureza e suas causas**. São Paulo, SP: Abril Cultural, (1776).

SEDEC - SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DO RN. **Energia eólica valoriza terras no RN**: Energia eólica terá investimento de R\$ 8 bi nos próximos anos no RN. Disponível em: <<http://www.sedec.rn.gov.br>>. Acesso em: 13 jun. 2012.

TARNOWSKI, German Claudio. **Metodologia de Regulação da Potência Ativa para a Operação de Sistemas de Geração Eólica com aerogeradores de Velocidade Variável**: Dissertação de mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica de UFRS. Porto Alegre: 2006. 122 p. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br>>. Acesso em: 02 jun. 2012.

TERCIOTE, Ricardo. **A ENERGIA EÓLICA E O MEIO AMBIENTE**. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) UNICAMP. Campinas-SP: 2001. Disponível em: <<http://www.proceedings.scielo.br>>. Acesso em: 12 jun. 2012

TERRA, Lygia; COELHO, Marcos de Amorim. **Geografia Geral e Geografia do Brasil: o espaço natural e socioeconômico**: Volume único. 1 ed. São Paulo: Moderna, 2005.

THIAGO ROMERO. **Brasil está desperdiçando seu potencial eólico**: Potencial eólico brasileiro. Disponível em: <<http://www.inovacaotecnologica.com.br>>. Acesso em: 13 jul. 2012.

VENTOS DO SUL ENERGIA (Osório). **Parque Eólico de Osório**. Disponível em: <[www.ventosdosulenergia.com.br](http://www.ventosdosulenergia.com.br)>. Acesso em: 01 jun. 2012.

WWEA. **Word Wind Energy Association**: Relatório Semestral 2011. Disponível em: <[www.wwindea.org](http://www.wwindea.org)>. Acesso em: 05 abr. 2012.