



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA APLICADA

MAURICIO LEITE NASCIMENTO

ENERGIA EÓLICA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A BAHIA

SALVADOR

2014

MAURICIO LEITE NASCIMENTO

ENERGIA EÓLICA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A BAHIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Orientador: Antônio Ricardo Dantas Caffé

SALVADOR

2014

N244 Nascimento, Maurício Leite

Energia eólica como alternativa sustentável para a Bahia/
Maurício Leite Nascimento. -- Salvador, 2014.

50 f.; II.

TCC (Graduação) – Universidade Federal da Bahia, Faculdade
de Economia. Orientador: Prof. Antônio Ricardo Dantas Caffé.

1.Energia eólica. 2.Bahia - energia. 3.Energia - sustentabilidade.
I. Caffé, Antônio Ricardo. II. Universidade Federal da Bahia. III.
Título.

CDD 333.92

MAURICIO LEITE NASCIMENTO

ENERGIA EÓLICA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A BAHIA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovado em 13 de janeiro de 2014

Banca examinadora

Prof. Antônio Ricardo Dantas Caffé

Universidade Federal da Bahia – UFBA

Prof. Cláudia Sa Malbouisson Andrade

Universidade Federal da Bahia – UFBA

Prof. Henrique Tomé da Costa Mata

Universidade Federal da Bahia – UFBA

AGRADECIMENTOS

A Deus, o que seria de mim sem a fé que eu tenho nele.

Aos meus pais, a minha irmã e a toda minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

Ao professor Ricardo Caffé, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia.

A todos os professores do curso de Economia, que foram tão importantes ao longo desses anos.

Aos meus amigos André Luis Caldas Viana e Flávio Encarnação Rocha, os quais estiveram do meu lado ao longo dessa caminhada.

Aos amigos e colegas, pelo incentivo e pelo apoio constantes.

RESUMO

Neste trabalho de monografia serão discutidas questões referentes à geração de energia limpa direcionando este estudo para os requisitos necessários para o Estado da Bahia se tornar um polo gerador de energia eólica. A preocupação com o meio ambiente e as emissões de gases estufas provenientes da geração de energia têm crescido continuamente, tornando necessária a utilização de fontes renováveis na geração de energia. O objetivo deste trabalho é mostrar que a geração de energia eólica é uma resposta viável às questões relacionadas a sustentabilidade, mostrando que o Estado da Bahia atende tais prerrogativas. O foco desta pesquisa está na análise do potencial eólico baiano, apontando os requisitos necessários para a geração de energia eólica em solo baiano.

Palavras-chave: energia eólica, energia renovável, Bahia, sustentabilidade.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Gráfico 1 – Capacidade instalada nos países em 2012	28
Gráfico 2 - Países líderes em offshore (MW)	29
Gráfico 3 – Participação das fontes renováveis na matriz energética	31
Gráfico 4 – Participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira	32
Figura 01 – Mapa do potencial eólico brasileiro	33
Figura 02 – Mapa do potencial eólico brasileiro sazonal	34
Gráfico 5 – Evolução da geração eólica no Brasil (GW)	35
Figura 3 – Principais influências de regimes de vento na Bahia	37
Figura 4 – Regimes mensais e diurnos de velocidades de vento	38
Figura 5 – Potencial eólico da Bahia a 50 metros de altura	40
Figura 6 – Potencial eólico da Bahia a 50 metros de altura	40
Gráfico 6 - Comparação entre o fluxo de água do Rio São Francisco e o regime de vento no nordeste do Brasil	41
Figura 7 – Parque Eólico de Brotas de Macaúbas	43
Figura 8 – Principais áreas promissoras para aproveitamentos eólicos no Estado da Bahia	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização da matriz energética brasileira em unidade de medida de energia (Mtep)	30
Tabela 2 – Estimativa do potencial eólico baiano	39
Tabela 3 – Usinas eólicas contratadas nos leilões no estado da Bahia	44

LISTA DE SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEM	Balanco Energético Nacional
BIG	Banco de Informações da Geração
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CMMAD	Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento
GW	Giga Watt
KW	Kilo Watt
Mtep	Milhões de toneladas equivalentes de petróleo
MW	Mega Watt
ONU	Organização das Nações Unidas
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PROINFA	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
Rmp	Rotações por minuto
SEINFRA	Secretaria de Infraestrutura do Estado da Bahia
SICM	Secretaria de Indústria, Comércio e Mineração
TW	Tera Watt
WWEA	World Wind Energy Association

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 SUSTENTABILIDADE NA GERAÇÃO DE ENERGIA	13
2.1 O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE	13
2.2 SOCIEDADE, CONSUMO E PADRÃO ENERGÉTICO	16
2.3 ENERGIA EÓLICA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL	19
3 A ESCOLHA DA FONTE EÓLICA	23
3.1 PANORAMA MUNDIAL	26
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA	29
3.3 ENERGIA EÓLICA NO BRASIL	32
4 ENERGIA EÓLICA NA BAHIA	36
4.1 REGIMES DE VENTO NA BAHIA	36
4.2 POTENCIAL EÓLICO ESTIMADO	39
4.3 GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO ESTADO	42
5 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A energia renovável é a opção mais racional do ponto de vista ambiental e da sustentabilidade dos recursos, nos resta ainda resolver o problema dos custos de implantação. A crise do petróleo na década de 70 viabilizou a utilização de matérias primas até então inviáveis comercialmente. A utilização de gás natural, álcool, metanol etc. são experiências que podem ser transportadas para os dias de hoje quanto às alternativas inviáveis no presente que podem ser utilizadas no futuro, como a energia solar, eólica, biomassa etc.

Comparadas com outras fontes, a energia renovável apresenta poucos impactos ambientais. Analisando o padrão de consumo energético do Brasil, podemos verificar que a energia ofertada pode ser encaixada no conceito de renovável. Mais de 90% da eletricidade gerada no Brasil são provenientes de usinas hidrelétricas e mais de 25% do combustível utilizado nos meios de transporte é o álcool extraído da cana-de-açúcar. Fatores como o aumento da oferta de veículos com motores híbridos e a autorização para o uso de motores a diesel, tendo em vista o desenvolvimento do biodiesel, pode aumentar mais ainda a fatia de fontes renováveis na matriz energética brasileira.

Não é apenas papel do governo tampouco as organizações não governamentais as lideranças dessa transformação. No decorrer do tempo, as empresas que há pouco tempo atrás eram vistas apenas como ferramentas de produzir lucros, estão se desenvolvendo com a força de um novo modelo de sociedade. As inovações estão se expandindo pelo mundo através de construções “verdes”, energia limpa, sendo estas direcionadas para o desenvolvimento de dar mais ao meio ambiente do que consumir. As estratégias empresariais não estão focadas em oferecer produtos que gerem lixo, mas matéria-prima para outros estágios da produção.

Os impactos ambientais provenientes das formas tradicionais de geração de energia têm sido discutidos frequentemente e esses argumentos têm se tornado pilares para muitos países investirem em fontes de alternativas de energias. Em virtude do aumento do consumo de energia ao longo dos anos, a questão energética se tornou um dos grandes problemas enfrentados pela sociedade contemporânea. A dependência por recursos não renováveis e o crescimento do consumo estão fazendo com que muitos países se previnam de uma crise energética direcionando seus investimentos nos segmentos de

energia com fontes renováveis, reduzindo assim a sua dependência das fontes esgotáveis.

Dessa maneira, é de suma importância a busca de alternativas sustentáveis que alinhem a dinâmica urbana com a qualidade de vida. Segundo José Eli da Veiga, o desenvolvimento sustentável é uma utopia para o século XXI, mesmo defendendo a necessidade de buscar um novo paradigma científico capaz de substituir os paradigmas do “globalismo”. O desenvolvimento sustentável deve ser uma consequência do desenvolvimento social, econômico e da preservação ambiental em uma sociedade. (VEIGA, 2005)

Dentre as tecnologias disponíveis de conversão de uma forma de energia em outra, a energia elétrica vem se tornando um elemento principal no processo de desenvolvimento o qual a humanidade presenciou no último século. Segundo Neilton Fidelis Silva, a indústria elétrica desempenha um papel chave no processo de desenvolvimento humano devido as suas características técnicas e econômicas, as quais permeiam uma importância fundamental na cadeia produtiva, gerando ganhos de produtividade que são proporcionados na dinâmica de funcionamento da sociedade e pelos seus efeitos sobre o ambiente natural. (SILVA, 2006)

O mundo tem observado o crescente aumento nas demandas mundiais devido ao desenvolvimento de tecnologias, as quais refletem no aumento da produção e do consumo, sendo estas, fortemente dependentes de energia. Dessa forma, o movimento econômico deverá satisfazer as demandas energéticas globais de maneira racional, frente aos aspectos naturais os quais são limitados. A crescente utilização de fontes de energia não renováveis vem preocupando o mundo inteiro devido os níveis de poluentes emitidos provenientes principalmente da queima de combustíveis fósseis. Além disso, os constantes impactos sofridos pelo meio ambiente têm se refletindo na qualidade dos recursos naturais e nas condições climáticas globais.

Devemos nos atentar para os impactos que o meio ambiente vem sofrendo conforme o desenvolvimento da sociedade. Nesse início de século XXI, os discursos referentes ao clima tornaram-se bastante expressivos. Atualmente, o requisito básico de todos os projetos, principalmente os de geração de energia, é o mínimo impacto ambiental. Isso reflete no crescente aumento dos estudos referentes a exploração de fontes renováveis

de energia, com menores impactos ao meio ambiente. É a partir desse contexto que surge uma nova modelagem de desenvolvimento, a qual está fundada na necessidade humana de aproveitar em maior escala fontes alternativas de energia, as quais atendam os requisitos como a menor agressão a natureza e sem a emissão de poluentes na atmosfera. Medidas precisam ser tomadas para que a dependência de combustíveis fósseis venha a se reduzir ao longo do tempo.

Ações têm sido tomadas no quesito de promoção de fontes de energias renováveis. Inicialmente, muitos países começaram a buscar vias alternativas na geração de energia a partir da crise do petróleo na década de 70, investindo em pesquisa e desenvolvendo projetos. No entanto, aponta Claudia do Valle Costa, só na década de 90 essas questões vieram mais fortes, quando as questões ambientais começaram a ser abordadas de maneira mais expressiva. A partir disso, o caráter comercial começou a ser introduzido nesse segmento, na busca de uma exploração em escala abrangente e competitiva. (COSTA, 2006)

O Brasil é reconhecido mundialmente por apresentar uma matriz energética composta predominantemente por fontes renováveis. Segundo o Balanço Energético Nacional de 2012, a geração interna hidráulica corresponde a 74% da energia elétrica produzida no país. Além disso, a energia elétrica que o país importa é essencialmente de caráter renovável. Dessa forma, 89% de toda energia elétrica consumida no Brasil advém de fontes renováveis. Apesar da participação expressiva das fontes renováveis na matriz energética brasileira, a inserção de fontes alternativas nessa composição é crescente. Segundo o Balanço Energético Nacional (BEN), a produção de energia elétrica proveniente na fonte eólica em 2011 (2.705 GWh) cresceu 24,3% com base no ano anterior (2.177 GWh). Conforme o Banco de Informações da Geração (BIG), da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a potência instalada para gerar energia elétrica a partir da fonte eólica aumentou 53,7% (498MW) em 2011, chegando aos 1.426 MW.

O propósito deste estudo se encontra na perspectiva de uma maior utilização da energia eólica como fonte geradora de energia elétrica, a qual se apresenta como uma via alternativa de geração de energia, atendendo as prerrogativas de baixo custo, potencial energético e baixos níveis de danos ao meio ambiente, sendo dessa maneira, viável. Visto a crescente demanda por energia, observa-se a utilização desta fonte como uma

saída para a Bahia. Através da comparação de outros projetos já implantados, este trabalho se propõe a explicar o potencial eólico baiano.

Conforme o objetivo traçado serão analisadas as variáveis relacionadas à utilização da energia eólica no Brasil como fonte geradora de energia elétrica, o potencial eólico da Bahia e sua atual utilização e quantidade de CO₂ que é evitada ao utilizar-se dessa fonte.

O desenvolvimento deste trabalho seguirá da seguinte forma: primeiramente serão trabalhados os conceitos de fontes renováveis, a sua relação com a geração de energia elétrica, os padrões convencionais de geração de energia evidenciando a matriz energética brasileira e o andamento dos projetos eólicos no país. Em seguida, serão analisadas as peculiaridades da região em questão, no caso o Estado da Bahia. As características referentes à disponibilidade de recursos dessa região, tais como a demanda e a oferta de energia para o estado e a capacidade do estado em se tornar um polo gerador de energia eólica. Em conclusão, será desenvolvida uma análise das características da região e os benefícios de se instalar um parque eólico no local, traçando os ganhos potenciais da região e como melhor utilizá-los.

Serão trabalhados no primeiro capítulo questões referentes a sustentabilidade, destacando o papel das energias alternativas nesse contexto. Além disso, serão apresentados os benefícios da geração de energia eólica conforme uma alternativa sustentável na geração de energia elétrica.

No segundo capítulo serão trazidas questões referentes à utilização da energia eólica em panorama internacional, nacional e regional. Serão apresentados por meio da pesquisa, a utilização da energia eólica e suas perspectivas de crescimento em âmbito internacional, depois a Caracterização da matriz eólica brasileira, sua utilização e suas perspectivas de crescimento.

No terceiro capítulo será apresentado o potencial eólico do Estado da Bahia, através da caracterização condições geográficas da Bahia, regimes de vento sobre o estado, mapas do potencial eólico, o potencial eólico estimado, e por fim, a análise dos resultados encontrados.

2 SUSTENTABILIDADE NA GERAÇÃO DE ENERGIA

2.1 O CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

Neste capítulo serão abordadas reflexões referentes aos conceitos de sustentabilidade, contextualizados com o desenvolvimento de energias alternativas, tomando como plano de fundo a utilização da energia eólica como uma resposta aos problemas ambientais que serão discutidos ao longo deste trabalho.

Conforme os estudos da Organização das Nações Unidas (ONU) referentes às mudanças climáticas como uma resposta a humanidade diante da crise social e ambiental a partir da segunda metade do século XX, surge o termo “desenvolvimento sustentável”. O conceito de desenvolvimento sustentável desenvolvido pela ONU corresponde ao atendimento das necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades.

Este mesmo conceito foi firmado na Agenda 21, relatório apresentado na Conferência Rio 92, o qual foi agregado a outras conferências mundiais de desenvolvimento de direitos humanos. Segundo a maioria dos autores que escrevem sobre o tema, o conceito ainda está sendo formado. Para Gisele Silva Barbosa, apesar de a sua definição ser questionável por não definir quais são as necessidades do presente, tampouco as do futuro, o conceito de sustentabilidade chama a atenção de novas formas de desenvolvimento econômico sem a redução dos recursos naturais e sem impactos ao meio ambiente. (BARBOSA, 2008)

As discussões referentes as energias renováveis ganharam proporções mundiais devido aos problemas climáticos provenientes da queima de combustíveis fósseis e a crescente preocupação com o desenvolvimento sustentável, dando margem ao desenvolvimento da utilização de energia a partir de fontes renováveis. Visto a escala mundial do problema, torna-se necessária inúmeras análises dos potenciais de geração de energia a partir de várias partes do globo, sendo a energia eólica, solar e a biomassa bastante promissoras para a mudança dos padrões de geração de energia atuais.

Apesar dos debates referentes ao conceito de sustentabilidade estejam presentes nos mais variados temas, este conceito está ligado a duas áreas científicas: ecologia e economia. Referentes a essas questões, ficou definido que o desenvolvimento econômico, a proteção ambiental e a equidade social seriam os três princípios básicos a serem cumpridos. Segundo o relatório de Brundtland, a causa da insustentabilidade do planeta era decorrente do descontrole populacional e a miséria dos países subdesenvolvidos, sendo a poluição advinda dos países desenvolvidos como fator secundário. O relatório de Brundtland é um documento intitulado Nosso Futuro Comum, publicado em 1987.

Segundo a Comissão Mundial do Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1991), os resultados provenientes do conceito de sustentabilidade estão associados ao crescimento urbano, voltando as atenções para a conservação dos recursos naturais utilizados na produção. Dentre alguns objetivos, podemos pontuar o crescimento renovável, mudança do perfil do crescimento da economia, garantia da reprodução humana por meio da satisfação das suas necessidades básicas e a garantia de um nível sustentável da população.

O caráter da abordagem sobre a sustentabilidade nos meios de comunicação é que a mesma está unicamente relacionada com as emissões de gases para atmosfera, como o gás carbônico, sendo este o único risco que o planeta está exposto. Em 2009, em Copenhague (COP-15), foi discutida essa questão, sendo decepcionante, pois os países desenvolvidos não assumiram a responsabilidade quanto ao efeito estufa, transferindo a culpa para os países em desenvolvimento. Certamente essa será a discussão para os anos que estão por vir. É válido esclarecer que o desenvolvimento sustentável não se limita apenas a ação de redução de gases estufa.

Ao longo do tempo o meio ambiente sofreu várias transformações provenientes da ação dos seres humanos, sendo este, o principal responsável pela degradação do meio ambiente. Essas mudanças foram ocorrendo conforme as necessidades humanas eram sendo traçadas, sendo que os recursos naturais foram sendo consumidos de forma crescente para suprir as necessidades humanas. Uma das principais características que determinam o padrão de consumo das sociedades é a utilização da energia. A chegada das máquinas foi determinante para que a demanda por energia crescesse para suprir essa demanda.

O ponto inicial dessas transformações foi na revolução industrial, na qual a queima de combustíveis fósseis foi determinante nos processos de industrialização. Podemos observar na citação abaixo na qual o autor enfatiza a relação do padrão de desenvolvimento humano com as transformações na natureza, a qual reflete basicamente no consumo de recursos naturais.

Historicamente, o padrão de civilização vem sendo determinado pelos meios com os quais o ser humano consegue dominar a natureza e garantir a sua sobrevivência. Dentre esses meios, as fontes energéticas assumiram um papel preponderante na determinação dos níveis de vida em todas as etapas da História, ou seja, em grande medida, a base energética determina a estrutura econômica em que a sociedade se sustenta. Quanto mais sofisticados os processos de extração de energia e quanto maior o poder calorífero das fontes energéticas, maiores os padrões de vida vigentes.
(RIZZO, 2005, p. 88)

Em 1997, em Kyoto, no Japão, foi realizada a Convenção do Clima. Na convenção foram discutidos vários compromissos de redução da emissão de gases de efeito estufa, e na qual foi aprovada o Protocolo de Kyoto, como afirma Maria Paula T. de Castro Burattini. Nesse protocolo, a principal proposta de conduta era direcionada aos países industrializados, na qual implicava a redução das emissões de gases de efeito estufa em pelo menos 5% com base aos níveis de 1990 até o intervalo entre 2008 e 2012. Além dessa proposta, implicava aos países emergentes um impulso para a criação de mecanismos de desenvolvimento limpo. O Objetivo do protocolo de Kyoto era reverter a tendência histórica de crescimento de emissões de gases poluentes na atmosfera e consequentemente o aquecimento global. (BURATTINI, 2008)

Dessa maneira, a busca por fontes renováveis fica presa a duas questões: será que o modelo atual de geração de energia com base nos combustíveis fósseis ainda é viável diante os níveis de poluição e do aquecimento global? E a segunda questão é saber até quando as reservas de petróleo de gás continuarão suprindo esse mercado. Por outro lado, quais as fontes renováveis economicamente viáveis para substituir a atual estrutura? A partir da primeira Revolução Industrial até este início do século XXI, a

produção industrial é guiada pela evolução tecnológica advinda de cada fonte energética hegemônica.

Nesse início do século XXI, a nova definição de desenvolvimento é a sustentabilidade. Esse novo conceito de desenvolvimento abrange várias dimensões: econômica, social, cultural, físico-territorial e ambiental, política e tecnológica. Dessa maneira, o caminho da sustentabilidade tem a ver com a inteligência individual, coletiva e simultânea. A defesa do desenvolvimento sustentável é mostrar que o futuro dos seres humanos, das sociedades e suas organizações dependem da mudança na forma em que interagimos, tanto entre os indivíduos quanto ao meio ambiente. Isso depende da nossa educação e das experiências concretas para transformar o mundo de modo diferente. (LOURES, 2009)

2.2 PADRÃO ENERGÉTICO SUSTENTÁVEL

Dado o desenvolvimento de uma sociedade com base nos padrões energéticos, o mundo está diante da escolha do novo padrão energético o qual irá determinar a estrutura econômica dos próximos séculos. A escolha do novo modelo esbarra na determinação de três variáveis centrais: o impacto ambiental, a disponibilidade de recursos e os custos. Sendo assim, é necessário chegar a um equilíbrio entre o padrão energético do planeta e os impactos ambientais provenientes do mesmo.

Quanto à sustentabilidade dos recursos energéticos, não adiantará trocar o modelo vigente por um novo modelo de recursos não renováveis. Dessa maneira, já estaria se colocando um limite no modelo seguinte dada a natureza do recurso não renovável que seria utilizado. Em terceiro, a questão dos custos. Uma fonte energética pode apresentar uma série de requisitos desejáveis quanto à sustentabilidade ou da preservação ambiental. No entanto, se a relação custo-benefício não for eficiente o modelo não será adotado.

Podemos observar que a geração de energia renovável é a opção que mais se adequa na perspectiva racional com base nos princípios ambientais. A principal barreira a ser quebrada se refere aos custos para a geração. Devido aos constantes aumentos do preço dos derivados de petróleo e ao avanço da tecnologia, a energia eólica tem se tornado uma das alternativas mais viáveis na geração de energia elétrica.

Nesse estudo sobre sustentabilidade, é importante ressaltar o papel da biomassa. A biomassa é composta de toda matéria de origem orgânica não fóssil, animal ou vegetal, a qual pode ser utilizada para gerar calor ou eletricidade. A produção da biomassa pode ser também advinda do lixo residencial, comercial ou industrial, como a serragem, o bagaço de cana e cascas de vegetais, reduzindo o desperdício.

Para uma produção de biomassa em larga escala, pode ser utilizada a cana-de-açúcar, mandioca, babaçu, macaúba, girassol, mamona, dentre outras plantas oleaginosas. Além desses benefícios, aponta Luis Gustavo Pascual Rizzo, a geração de emprego e renda, desafio da economia brasileira, é um fator crucial para o aprofundamento nesse segmento. Isso se deve à possibilidade de dinamizar os setores como a agricultura comercial, na qual o Brasil é destaque em qualidade e produtividade, assim como na agricultura familiar. Plantas como a mamona e a mandioca podem ser produzidas no semiárido nordestino sem que seja necessária a irrigação intensiva. A biomassa também possui outro aspecto positivo que é o de não contribuir com o efeito estufa. Isso porque o carbono liberado proveniente da queima do álcool ou biodiesel é reabsorvido e fixado no crescimento de novas plantas. (RIZZO, 2005)

A sustentabilidade é a nova grande alavanca para o crescimento dos negócios, da construção da nova economia e da formação de novos padrões energéticos. Na passagem do século XIX para o século XX, a meta era dominar os meios de produção em escala. Para o século XXI, precisamos incorporar os novos padrões de produção e consumo, tendo em vista o comprometimento com a espécie humana e sua existência.

A responsabilidade das mudanças não é apenas do governo, tampouco das organizações não governamentais. As empresas privadas também são responsáveis por tais transformações. Muitas empresas vêm buscando reduzir as emissões de carbono de suas plantas e na utilização de material não poluente. Muitas empresas têm mudado o foco para ofertar produtos que não poluam o meio ambiente e de procedência responsável.

O papel das universidades está começando a se expandir no que se refere ao respeito ao meio ambiente, no uso do seu poder de pesquisa na formação de futuros líderes empresariais e institucionais. Essas instituições estão ganhando notoriedade na sociedade, pois estão difundindo o conhecimento e soluções viáveis para os problemas de sustentabilidade através de prêmios para as inovações, usando a capacidade de educar e interar todas as esferas sociais resultando em uma mudança positiva.

O objetivo de integrar valores ao campo do desenvolvimento sustentável de forma a incentivar as mudanças de comportamento, podem criar um futuro sustentável em termos de preservação do meio ambiente, viabilidade econômica e redução das desigualdades sociais para as gerações futuras. Como o conceito de sustentabilidade está em constante transformação, é necessária a existência de clareza no seu significado e nos seus objetivos ao se tratar da educação. A Unesco, em 2007, se propôs a definir três principais áreas consideradas no processo de sustentabilidade: sociedade, meio ambiente e economia.

Quanto à sociedade, foi designada a compreensão das instituições sociais e no seu papel de ordenamento dos sistemas democráticos e participativos, os quais dão oportunidade de expressar opiniões, a seleção de governos, a formação de consenso e a redução das diferenças. Quando ao meio ambiente, como aponta Rodrigo C. da Rocha Loures, a consciência de recursos não renováveis e da fragilidade do meio ambiente físico e os efeitos resultantes das atividades humanas, com o compromisso de inserir as preocupações ambientais na formação de políticas econômicas e ambientais. Já para a economia, a sensibilidade aos limites e potenciais do crescimento econômico e seu impacto na sociedade e no meio ambiente, estando comprometida em avaliar os níveis de consumo individuais e da sociedade no quadro de outras esferas do desenvolvimento sustentável. (LOURES, 2009)

As metas de sustentabilidade não devem ser abordadas como pretensões políticas já que as condições do meio ambiente já estão bastante desgastadas devido ao padrão de consumo e desenvolvimento atuais. Sendo assim, o trabalho pela sustentabilidade pode ser uma resposta a sociedade. As práticas de desenvolvimento sustentável consistem em encontrar meios de produção, alocação, transformação e consumo dos recursos existente de forma mais coletiva, com um maior custo-benefício e ecologicamente sustentável. Veiga (2010) faz um comentário sobre o alinhamento dos países quanto ao conhecimento das variáveis ecológicas e seu comportamento conforme o crescimento econômico, o qual nem sempre reflete em desenvolvimento.

Quando um grande número de países tiver indicadores confiáveis sobre um leque mais amplo de variáveis ecológicas, constatar-se-á que são tão diversos os estilos de crescimento e das circunstâncias em que ele ocorre, que deve ser rejeitada a

ideia de tão linear a relação entre qualidade ambiental e renda per capita. (VEIGA, 2008, p. 137)

Dentre as metas da sustentabilidade ambiental urbana é de que esse é um caminho a ser trilhado e não apenas como uma meta a ser alcançada. A procura por um conceito urbano sustentável acarreta em uma série de meios e estratégias que buscam trabalhar em níveis tanto locais quanto globais. Dessa forma, percebe-se que o desenvolvimento de qualquer projeto, seja ele na área de energia ou em qualquer outro segmento, não pode ficar restrito apenas em atender as prerrogativas econômicas e sua eficiência, expandindo os horizontes do projeto buscando atender as demandas sustentáveis e sociais, gerando um retorno para a sociedade.

2.3 ENERGIA EÓLICA COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL

A utilização da fonte eólica na geração de energia é uma solução eficaz na luta contra as mudanças climáticas, reduzindo a emissão de gases estufa. A geração de energia eólica consiste na conversão das forças do vento em eletricidade, sem produzir resíduos ou emitir gases na atmosfera, sendo esta fonte de energia limpa e renovável.

As fontes de energia baseadas em combustíveis fósseis e nuclear colocam em risco a própria existência da humanidade. Atualmente o mundo enfrenta um problema que requer uma transformação significativa no campo da geração de energia, transferindo as fontes convencionais dependentes de combustíveis fósseis para as fontes dependentes de recursos renováveis. Alternativas sustentáveis como a energia solar, eólica, geotérmica e energia das marés são abundantes, ecologicamente sustentáveis e já tecnicamente viáveis.

As fontes de energias sustentáveis também contribuem para o crescimento da economia global. O setor de energia renovável vem crescendo de maneira expressiva, gerando mais empregos que as fontes convencionais e promovendo avanços na tecnologia. Ao mesmo tempo em que essas novas fontes de energia tornam-se disponíveis aos consumidores, elas tornam-se mais competitivas fazendo com que as fontes convencionais comecem a ser reduzidas. Existem muitas distorções quanto ao custo das fontes renováveis e não renováveis. Entram no custo das fontes não renováveis subsídios diretos e indiretos, bem como a não contabilização dos custos para a saúde humana e o meio ambiente.

Enquanto as instalações convencionais de geração de energia são dependentes de combustíveis fósseis, tais como a gasolina e o carvão mineral, que produzem energia a partir de reações químicas, emitindo uma quantidade significativa de resíduos e gases estufas, a energia eólica, a partir de uma base mecânica da força dos ventos, pode gerar energia elétrica sem a necessidade de combustíveis e, portanto, sem a emissão de gases estufa.

Uma das principais vantagens na utilização dos moinhos de vento é que os mesmos permitem uma utilização dupla do terreno de onde estão instalados. Esta é uma ótima vantagem para agricultores e pecuaristas pois a instalação das turbinas não inutiliza o terreno, fazendo com que além de continuar desenvolvendo a sua atividade principal, ter a oportunidade de auferir rendimentos provenientes da utilização do terreno ou royalties dos moinhos de vento construídos em suas terras. Assim como a energia solar, a energia eólica não utiliza água em seu processo de geração, podendo reduzir significativamente a quantidade de água consumida em outras fontes de energia, como a geração térmica.

A matriz energética brasileira é composta basicamente por hidrelétricas. Essa vantagem permite o melhor uso da energia eólica, pois estas são fontes de energia complementares. Nos períodos de seca, quando a produção de energia pelas hidrelétricas fica comprometida, a energia eólica se mostra mais eficiente. Por outro lado, no período em que a quantidade de vento é menor, as hidrelétricas passam a ter um papel mais relevante na geração de energia.

A geração de energia eólica é caracterizada também por ser um sistema confiável. O fator de disponibilidade do vento, que mede a porcentagem do tempo em que o sistema está em funcionamento, é de mais de 98%, sendo maior do que as centrais de energia convencionais, que giram em torno dos 70% e 85%. Dessa forma, a energia eólica devido a sua abundância e sua natureza descentralizada, não precisa de reservas de produção para lidar com problemas de escassez, como é o caso das hidrelétricas. Além disso, uma forma de minimizar a intermitência é por meio da integração das fontes energéticas ou a formação de uma cadeia de fontes de energia sustentáveis. Dessa forma, quando o potencial de determinadas fontes de energia se reduz, estas são compensadas com o aumento do potencial de outra fonte, apoiando umas às outras mutuamente, a exemplo das hidrelétricas e das fontes eólicas.

O volume de negócios na indústria do vento cresceu bastante nos últimos anos e milhões têm sido investidos em novas instalações. Com uma taxa de crescimento significativa no mundo, os avanços no sistema de geração de energia eólica têm sido bastantes significativos devido ao desenvolvimento tecnológico, na redução de custos e na criação de empregos. Em 2009, só na Europa havia mais que 192.000 postos de trabalho: 40 mil na Alemanha, 24 mil na Dinamarca e 20 mil na Espanha. Em 2010, 17% da capacidade instalada acrescida no continente europeu correspondem a fonte eólica.

Um projeto eólico leva em consideração também um estudo de paisagem. Esse estudo é rotineiramente atrelado como parte do estudo de impacto ambiental do projeto. Para isso, é necessário que os responsáveis pela execução do projeto combinem suas propostas paisagísticas com empresas especializadas, alinhando os interesses da empresa geradora de energia com os profissionais e moradores locais das regiões prestes a receber um parque eólico. Esses estudos são apresentados aos moradores e autoridades locais durante as consultas que são realizadas na fase do desenvolvimento do projeto. Essas consultas servem para que toda a comunidade tome conhecimento sobre o projeto, podendo também opinar sobre a criação do parque.

Outra questão a ser levantada é referente aos ruídos provenientes da utilização dos aerogeradores. A passagem do vento pelas pás causa um ruído que varia conforme a velocidade dos ventos. O ruído depende também do local a ser instalado o parque eólico, da topografia do terreno, da vegetação e do planejamento urbano. Os ruídos das turbinas eólicas podem ser mecânicos, que com o avanço da tecnologia vem se reduzindo significativamente e o ruído aerodinâmico, provocado pela passagem dos ventos nas lâminas dos aerogeradores.

O procedimento para se obter a licença de construção de um parque eólico está sujeito, inclusive, a um estudo de impacto sonoro. É necessário um estudo acústico exato para se determinar uma localização ideal. Graças a simulações acústicas, já é possível prever a propagação do som proveniente da energia do vento, minimizando assim, qualquer risco de ruído indesejado. Já existem softwares usados para desenhar a intensidade das ondas sonoras em torno das turbinas eólicas. Além disso, o programa leva em consideração a topografia do terreno, a sua absorção sonora e dados meteorológicos do local.

Os projetos de energia eólica são desenvolvidos juntamente com organizações ambientais visando estudar a sensibilidade do ambiente a ser implantado o projeto. Estudos sobre as aves identificando suas atividades, bem como a rota de sua trajetória e migração são levados em conta na escolha de um lugar para a instalação de um parque eólico. Esses resultados são utilizados para determinar o melhor lugar de implantação de turbinas eólicas, minimizando os impactos na fauna local. A atenção ainda é maior quando os projetos de instalação de parques eólicos estão localizados em áreas de proteção ambiental, sendo evitadas quando os locais mais sensíveis são reconhecidos.

Um ponto bastante importante é a proteção da biodiversidade, a qual abarca questões essenciais referentes à formação de uma matriz energética sustentável. Governos do mundo inteiro têm adotando várias recomendações apresentadas e discutidas em agendas de planejamento e construção de sociedades mais sustentáveis, tais como a Agenda 21. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, a Agenda 21 pode ser vista como uma ferramenta de planejamento para a construção de sociedades mais sustentáveis.

O comprometimento com a sustentabilidade na geração de energia consiste na utilização de energias renováveis e na redução da emissão de gases de efeito estufa, limitando as atividades humanas nas atividades que contribuem para as mudanças climáticas, contribuindo assim para a preservação da fauna e da flora. A geração de energia eólica contribui para alcançar esse objetivo.

3 A ESCOLHA DA FONTE EÓLICA

No decorrer da história, o ser humano veio modificando o meio ambiente, sendo o principal responsável pelas degradações da natureza. Podemos perceber que ao longo do tempo as necessidades humanas foram crescendo, demandando cada vez mais recursos naturais para suprir essas necessidades. Dessa forma, as fontes de energia eram determinadas conforme a tecnologia disponível e a viabilidade econômica. A invenção de máquinas foi uma maneira de transformar formas de energias disponíveis na natureza em energias que mais se adequavam às suas necessidades. Esse tipo de transformação se acentuou no século XIX com a Revolução Industrial, na qual a queima de combustíveis fósseis, como o carvão mineral, passou a poluir a atmosfera.

Segundo Jean-Marie Martin, com o avanço da Revolução Industrial foram desenvolvidas novas máquinas totalmente dependentes de fontes de energias, ocasionando na geração de energia em larga escala, limitadas às tecnologias da época altamente poluentes e com baixo potencial energético. Na Inglaterra, a destruição das florestas para a produção de lenha gerou a primeira crise energética do país, viabilizando a utilização de carvão mineral como fonte de energia. O uso do carvão mineral em larga nas máquinas a vapor proporcionou o pioneirismo inglês no processo de Revolução Industrial. (MARTIN, 1992)

As fontes energéticas se tornaram preponderantes determinadoras dos níveis de vida nas etapas da história, sendo assim, é a base energética de uma sociedade que determina a sua estrutura econômica. A sofisticação do processo de geração de energia e o poder calorífero das fontes energéticas são medidas essenciais para determinar os padrões de vida vigentes. Para manter esses padrões de vida, as bases de produção de energia precisam primeiramente se sustentar e se manter ao longo do tempo, pois quando essa fonte se torna escassa ou é suplantada por uma mais eficiente, toda a estrutura produtiva é obrigada a se adaptar ou ser liquidada para dar lugar às novas estruturas.

O traçado das atividades econômicas conduz ao alinhamento das necessidades do homem serem supridas de forma racional, perante as limitações naturais e no nível do bem estar na sociedade. Sendo assim, todo o processo produtivo até o consumo de energia devem ser guiados às orientações dessas necessidades da maneira mais consciente possível. A preocupação dos países quanto às emissões de poluentes devido à queima de combustíveis fósseis destinados a geração de energia trouxe à tona a

questão do uso de fontes renováveis de energia para a constituição de matrizes energéticas sustentáveis.

Apesar da crescente preocupação com o meio ambiente devido ao uso de fontes de energia não renováveis, o verdadeiro ponto inicial das pesquisas em fontes renováveis se deu mediante a crise do petróleo da década de 70, quando os países exportadores de petróleo aumentaram significativamente o preço do insumo, obrigando aos países dependes dessa fonte de energia, buscar novos meios para o seu abastecimento. Segundo Luis Gustavo Pascual Rizzo, os padrões de produção e o consumo em escala mundial vêm levantando diversos debates acerca do modelo econômico vigente referente à sustentabilidade. Esse debate despertou entre os países produtores de petróleo o caráter não renovável da sua riqueza. Dessa maneira, a Opep, nos anos 70, começou a apertar o cinto dos países importadores. Diversos fatores tiveram destaque na crise energética dos anos 70. O aumento do consumo de petróleo fez com que a demanda estivesse equilibrada com a oferta. Os Estados Unidos já tinham chegado a sua capacidade máxima de produção e não poderiam reagir a um choque de oferta sem grandes prejuízos econômicos. (RIZZO, 2005)

Nesse início do século XXI, se tornou bastante comum a discussão sobre o desenvolvimento de novas fontes geradoras de energia, tendo como requisito básico o mínimo impacto ao meio ambiente. A questão ambiental merece atenção especial devido aos impactos que o mesmo vem sofrendo, visto o quadro de desenvolvimento da sociedade. Isso se expressa através do estudo da exploração de fontes renováveis de energia, as quais são caracterizadas pelo baixo custo de construção, menor tempo de implantação e impacto relativamente menor ao meio ambiente. Um meio de geração de energia que reúne esses fatores é a fonte eólica.

A escolha de um novo modelo de geração de energia esbarra na determinação de três variáveis centrais: o impacto ambiental, a disponibilidade de recursos e os custos. Dessa forma, é necessário chegar a um equilíbrio entre os potenciais energéticos do planeta e consequentemente os impactos ambientais provenientes do mesmo. A fonte eólica além de ser inesgotável, não produz gases estufas e não depende de combustíveis fósseis para a sua atividade. Assim, essa fonte é considerada renovável e limpa.

O principal fator que influencia a análise do potencial eólico de determinado local é a velocidade dos ventos. Para se aproveitar esse potencial com eficiência, são necessários

estudos sobre a variação ao longo do dia, a altura dos ventos e a sazonalidade. Essa caracterização é o que configura o potencial eólico do local. A diversificação da matriz energética através da introdução de uma nova fonte, o aproveitamento das potencialidades de cada região e a redução da emissão dos gases de efeito estufa são os principais objetivos que norteiam as políticas de incentivo do uso de fontes alternativas.

Para se aproveitar esse potencial é necessária a utilização de um aerogerador. Esse equipamento responsável pela conversão de energia cinética em mecânica agrega um sistema de transmissão, conversão e armazenamento. O rotor composto por pás ou lâminas é movimentado pela ação do vento, e por meio de engrenagens ligadas a um gerador elétrico, transforma energia mecânica em energia elétrica. Com o avanço da tecnologia as pás ficaram mais leves, resultando em maiores torres e conseqüentemente no aumento do potencial de geração.

As turbinas eólicas captam uma parte da energia cinética do vento e a transforma em energia elétrica. A captação de energia cinética reduz a velocidade do vento imediatamente a jusante do disco do rotor, no entanto, essa massa de ar recupera sua velocidade ao se juntar com outras massas predominantes. Ao recuperar a sua velocidade original, outras turbinas de captação podem ser instaladas, minimizando as perdas devido à instalação da turbina anterior. A distância entre uma turbina e outra muda de acordo com a velocidade do vento, com a rugosidade do terreno e das condições de estabilidade térmica vertical da atmosfera. De uma maneira mais geral, a distância adotada entre uma turbina e outra equivale a 10 vezes o diâmetro quando instalada a jusante e cinco vezes quando instalada ao lado.

A velocidade angular do rotor é inversamente proporcional ao diâmetro. Geralmente, a rotação é trabalhada no projeto para minimizar a produção de ruído das turbinas. Uma fórmula que explica a rotação nominal de uma turbina é $rmp = 1150/\text{diâmetro}$. No momento em que a tecnologia proporciona dimensões maiores para as turbinas, a rotação tende a diminuir. Os tamanhos convencionais dos rotores variam entre 40 metros e 80 metros no mercado atual, os quais operam em rotações de 30rpm e 15 rpm, respectivamente. As baixas rotações tornam visíveis as pás das turbinas, tornando-as desviáveis por pássaros em vôo. Com referência aos ruídos, mesmo na distância de 300 metros de áreas residenciais, as turbinas satisfazem aos requisitos ambientais, tornando a fonte eólica mais adequada aos padrões ambientais. Uma usina eólica é caracterizada

pela instalação de turbinas eólicas em uma mesma área. Essa proximidade geográfica apresenta várias vantagens quanto à redução de custos: arrendamento de área, fundações, custos de montagem, equipes de manutenção, estoques de manutenção e reposição.

Referente à utilização, Neilton Fidelis Silva aponta que os aerogeradores podem estar ligados à rede elétrica ou alocados no abastecimento de sistemas isolados. Um aerogerador pode ser instalado em terra firme ou offshore. Os primeiros projetos offshore no mundo aconteceram na Dinamarca, Países Baixos e na Suécia. A distância da costa ficava entre um e trinta quilômetros, e aproximadamente dez metros de profundidade. A baixa profundidade atrelada a pouca distância da costa resultam em áreas com potenciais a serem aproveitados frente à disponibilidade de vento. (SILVA, 2006)

Geralmente, o processo de geração de energia elétrica tem início com velocidades do vento entre 2,5 e 3,0 m/s, estando abaixo desses valores um conteúdo energético inviável. Velocidades superiores a 12,0 m/s e 15,0 m/s estão acima dos limites da máquina, ativando o sistema de limitação de potência. Ventos superiores a 25 m/s ativam o sistema de proteção da turbina. Ventos com velocidades atípicas são raros e negligenciáveis quanto ao aproveitamento, além disso, a turbulência causada por ventos fortes é indesejável para a estrutura das turbinas e o conjunto elétrico é desconectado da rede elétrica. Turbinas de grande porte possuem controles através de softwares e microprocessadores alimentados por sensores duplos em todos os parâmetros relevantes.

3.1 PANORAMA MUNDIAL

Em 2003, já existiam mais de 30 mil turbinas eólicas funcionando no mundo. A Associação Europeia de Energia Eólica estabeleceu em 1991, metas de instalação de 4.000 MW de energia eólica na Europa até o ano 2000 em 11.500 MW até 2005. No entanto, as metas foram cumpridas antes do tempo esperado. A marca dos 11.500 MW foi alcançada em 2001, quatro anos antes do prazo determinado. Estima-se que em 2020, 12% da energia mundial será proveniente de fontes eólicas, com uma capacidade instalada de mais de 1.200 GW. (PLANO NACIONAL DE ENERGIA 2030).

As primeiras produções de energia elétrica através da fonte eólica surgiram no final do século XIX, no entanto, um século depois com a crise do petróleo em 1970, cresceu o interesse em investimentos viáveis para o desenvolvimento dessa tecnologia em escala comercial. A Dinamarca foi o primeiro país a instalar uma turbina eólica ligada à rede elétrica pública, em 1976.

A utilização da energia eólica no mundo para a produção de energia elétrica foi bastante relevante na década de noventa. Foi o período o qual o setor se expandiu e se desenvolveu ao redor do mundo. No entanto, esse desenvolvimento não ocorreu de maneira uniforme pelo mundo. No final da década de noventa, a capacidade instalada na Europa era de 70% da capacidade mundial. Já na América do Norte, o percentual correspondia a 19% da capacidade mundial. Ásia e a região do Pacífico somavam somente 9% do total da capacidade mundial.

Por muitos anos a indústria de energia eólica foi dirigida por grandes mercados: China, Estados Unidos, Alemanha, Espanha e Índia. Esses países têm representado as maiores parcelas de capacidade instalada de energia eólica nas últimas duas décadas. Em 2012 eles representaram 207 GW, ou seja, 73% da capacidade mundial. Em 2012 foram acrescentados 32 GW na capacidade desses países, número maior do que foi agregado em 2011 (29 GW), ou 72% das novas instalações.

A Dinamarca é a líder em termos de capacidade instalada per capita, 752 watts. Espanha, Portugal, Suécia, Alemanha e Irlanda também estão entre os 10 primeiros em capacidade instalada per capital. Os Estados Unidos estão em 12º lugar, perto dos 200 watts e a China em 36º, com 56 watts per capita. Ambos distantes das suas posições absolutas, mas ainda acima da média mundial. Já a Índia, ocupa a 52º posição, com 15 watts per capita, abaixo da média global. (WWEA, 2012)

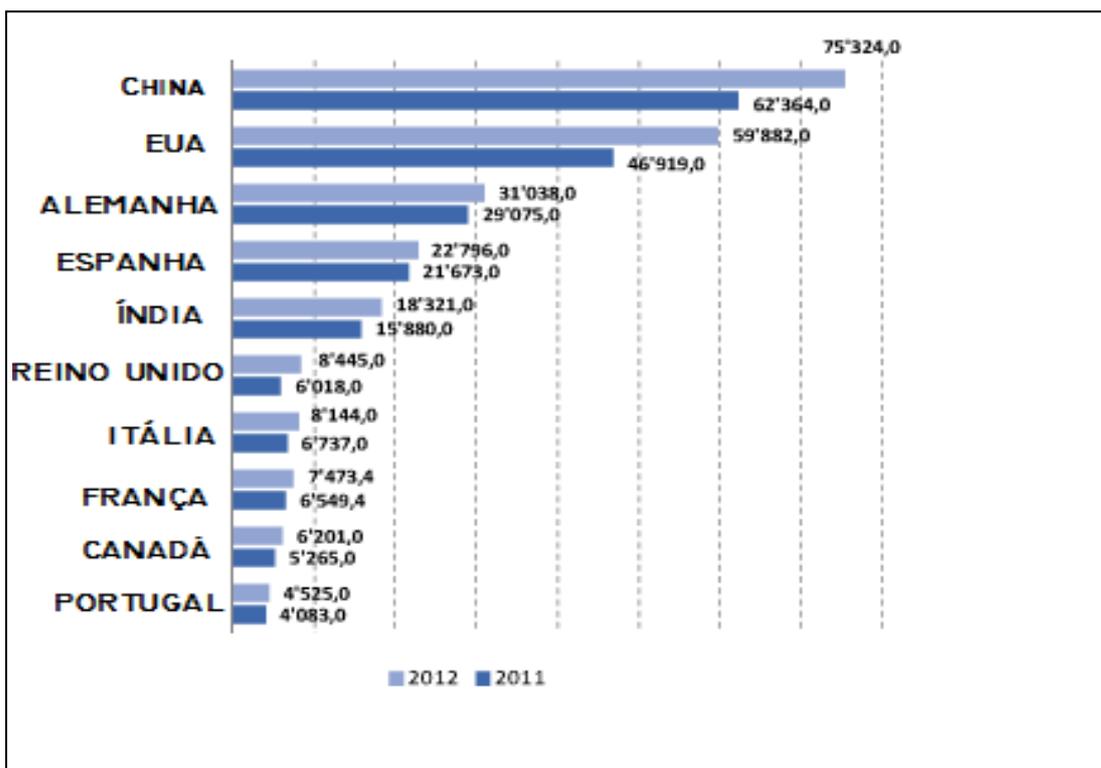
A China se destaca nesse segmento. A implantação dos parques eólicos nesse país começou em 1986, sendo que vinte anos depois os chineses já possuíam 2,6 GW de capacidade instalada. O aprimoramento desse setor na China resultou na abertura de inúmeras fábricas de turbinas, o que conseqüentemente se reflete na queda do preço dos equipamentos.

As principais áreas com potencial de exploração desse tipo de energia estão situadas nas regiões litorâneas dos continentes (CNI, 2008). O potencial eólico mundial estimado é

de 500.00 TWh por ano, no entanto, conforme restrições socioambientais, apenas 53.000 TWh podem ser considerados como aproveitáveis. Esse potencial aproveitável corresponde a aproximadamente quatro vezes o que é consumido atualmente no mundo.

O mercado para sistemas offshore veio se desenvolvendo nos últimos anos. Em 2012, o crescimento do setor offshore foi de 54%, após uma leve alta se comparada com 2011, a qual foi de 14%.

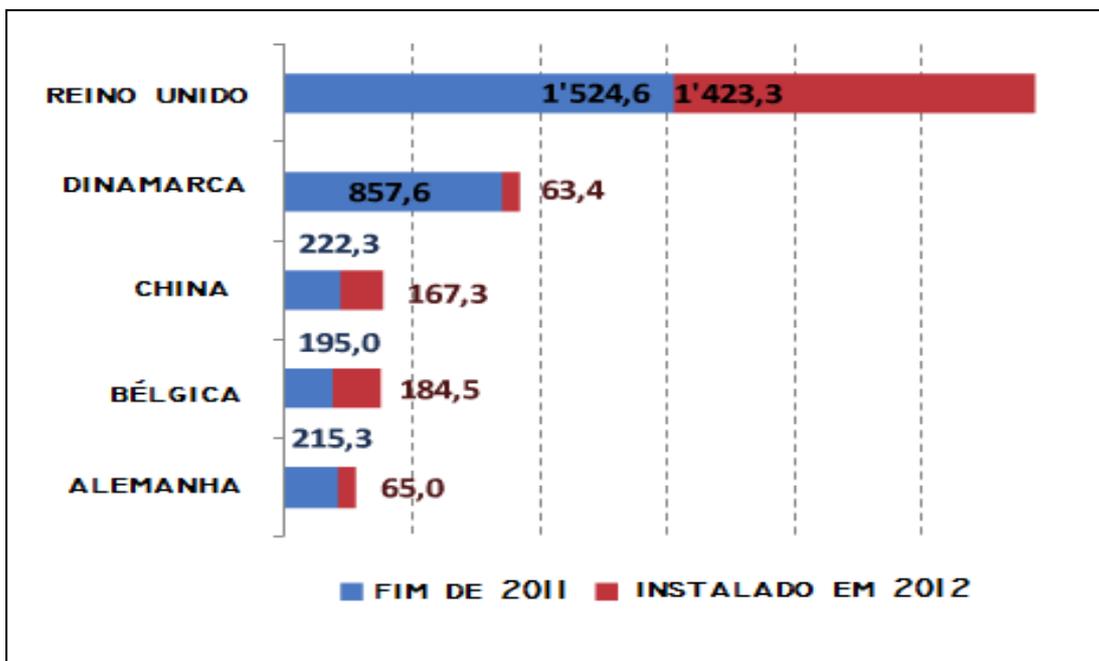
Gráfico 1 – Capacidade instalada nos países em 2012



Fonte: The World Wind Energy Report WWEA 2012, 2013.

Podemos observar no gráfico abaixo que a Dinamarca se manteve em segunda posição no total de instalações de offshore, no entanto, com um modesto crescimento de apenas 7%. A Bélgica se tornou o segundo maior mercado para turbinas em offshore em 2012, quase dobrando sua capacidade instalada de 195 MW para 380 MW. A China agora se tornou nas instalações offshore um dos maiores jogadores, quase dobrando a sua capacidade. No entanto, a China possui a menor participação do offshore em sua cadeia eólica, apenas 0.5%.

Gráfico 2 - Países líderes em offshore (MW)



Fonte: The World Wind Energy Report WWEA 2012, 2013.

A respeito dos vários objetivos de desenvolvimento de turbinas offshore na Alemanha, o país se encontra abaixo das expectativas: turbinas offshore, similares da China, representam apenas uma parcela à margem do total, menos de 1%. Outros países como Japão e Coreia também estão no âmbito dos programas offshore, no entanto, ambos países requerem desafios tecnológicos para viabilizar o sistema em águas profundas.

Em 2012, a capacidade total alcançou 5.416 MW, fora as instalações acrescentadas no mesmo ano que foram de 1.903 MW, comparados com os 397 MW de 2011 e 1.162 MW em 2010. Em 2012, o crescimento em instalações offshore foi menor do que a média de crescimento dos sistemas convencionais onshore, quando esses números foram 1.5% em 2011 e 1.9% em 2012. A parcela de instalações offshore saltou para 4.3% em 2012, do 1% registrado em 2011.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DA MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

A matriz energética brasileira é composta por fontes renováveis e não renováveis. Dentre as renováveis, destacam-se a utilização da biomassa de cana-de-açúcar, hidráulica e carvão vegetal. Já no campo das fontes não renováveis destacam-se o petróleo e seus derivados, o gás natural e o carvão mineral. A participação das fontes

renováveis na geração de energia elétrica no Brasil é de 84%, sendo que a maior parte desse percentual corresponde à utilização das hidrelétricas. Os projetos de energias renováveis continuam desempenhando um papel importante no campo da diversificação da matriz energética devido aos altos preços do petróleo e os problemas que o meio ambiente vem apresentando. Essas questões têm colocando pressão sobre as autoridades para fornecer soluções sustentáveis como a geração de energia a partir da biomassa, hidroeletricidade, energia eólica e a geração de energia solar.

Tabela 1 – Caracterização da matriz energética brasileira em unidade de medida de energia (Mtep)

Fonte	2011	2010
RENOVÁVEIS	120,1	121,2
Energia hidráulica e eletricidade	39,9	37,7
Biomassa da cana	42,8	47,1
Biomassa tradicional	26,3	26,0
Outras renováveis	11,1	10,4
NÃO RENOVÁVEIS	152,2	147,6
Petróleo	105,2	101,7
Gás natural	27,6	27,5
Carvão mineral	15,2	14,5
Urânio (U ₃ O ₈)	4,1	3,9

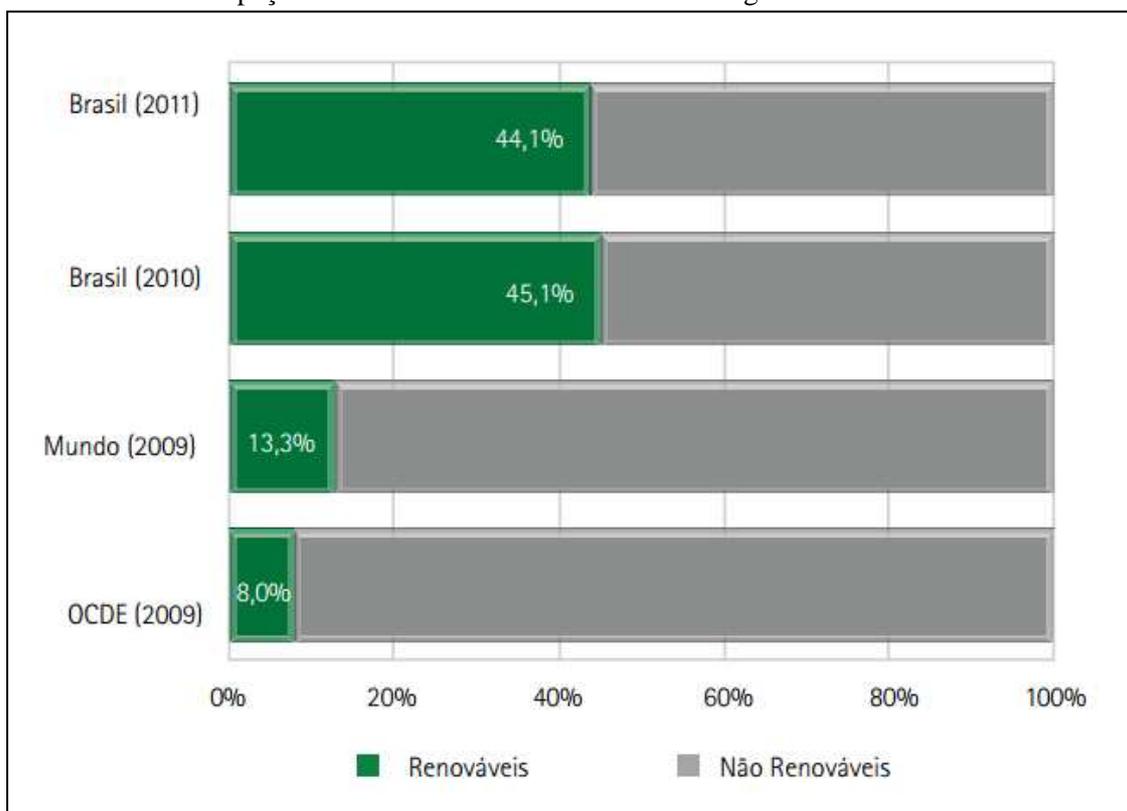
Fonte: Balanço Energético Nacional 2012, 2012.

Nesse caminho traçado para as fontes alternativas, o relatório aponta que a matriz energética brasileira continuará com uma participação significativa das fontes renováveis, superior ao patamar atual, a qual deve alcançar a marca dos 46,6% em 2030.

O Balanço Energético Nacional 2012 aponta a relevância do Brasil no âmbito mundial quando de trata da participação das fontes renováveis na matriz energética. Se compararmos a matriz energética brasileira com o resto do mundo, a diferença é grande. Atualmente a participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira está por volta dos 44%, enquanto a dos países membros da Organização para a Cooperação e

Desenvolvimento Econômico (OCDE) é de apenas 8% e 13,3% para a matriz energética do mundo.

Gráfico 3 – Participação das fontes renováveis na matriz energética



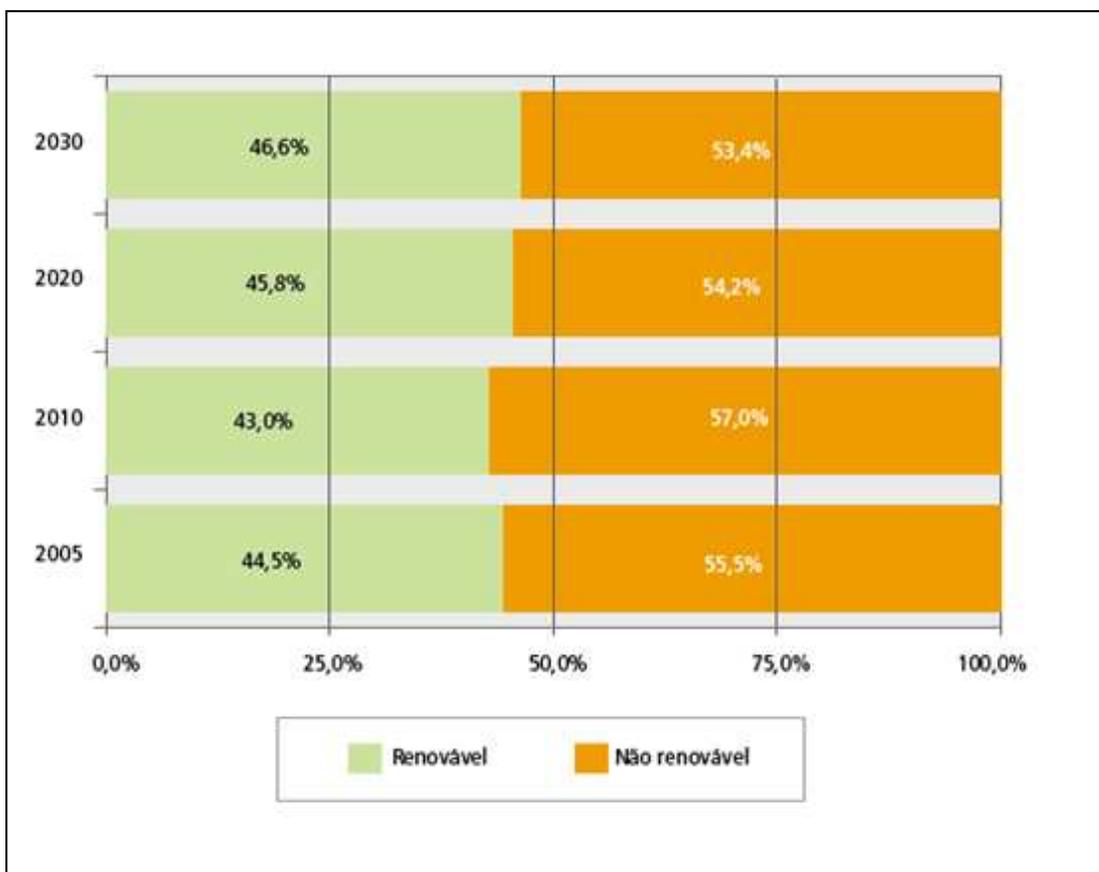
Fonte: Balanço Energético Nacional 2012, 2012.

A questão referente à emissão de gases estufa torna-se mais relevante a cada dia frente às preocupações relacionadas com as mudanças do clima e principalmente com o aquecimento global. O Brasil se diferencia nesse aspecto, pois apresenta números relativamente menores se comparados com o resto do mundo. O país se destaca também nas perspectivas de longo prazo, quando o crescimento da economia e o consumo de energia refletem nas emissões de gases estufa. Segundo o relatório Matriz Energética Nacional 2030, o nível de emissões de gases estufa deverá se ampliar com taxas médias de crescimento abaixo das taxas de demanda por energia. O relatório aponta que as emissões de gases estufa devem aumentar a uma taxa média anual de 3,5% até 2030 com base em 2005, enquanto a demanda de energia cresce a uma taxa de 3,8% aa.

O relatório Matriz Energética Nacional 2030 caracteriza a participação das energias renováveis na matriz energética brasileira. Segundo o relatório, em 1970 essa participação era maior que 58% da produção nacional, sendo que a lenha ainda era bastante utilizada. O estudo aponta ainda uma projeção da participação das fontes

renováveis na matriz energética brasileira para os próximos anos. Podemos observar no gráfico abaixo as projeções para 2020 e 2030 para a matriz energética brasileira.

Gráfico 4 – Participação das fontes renováveis na matriz energética brasileira

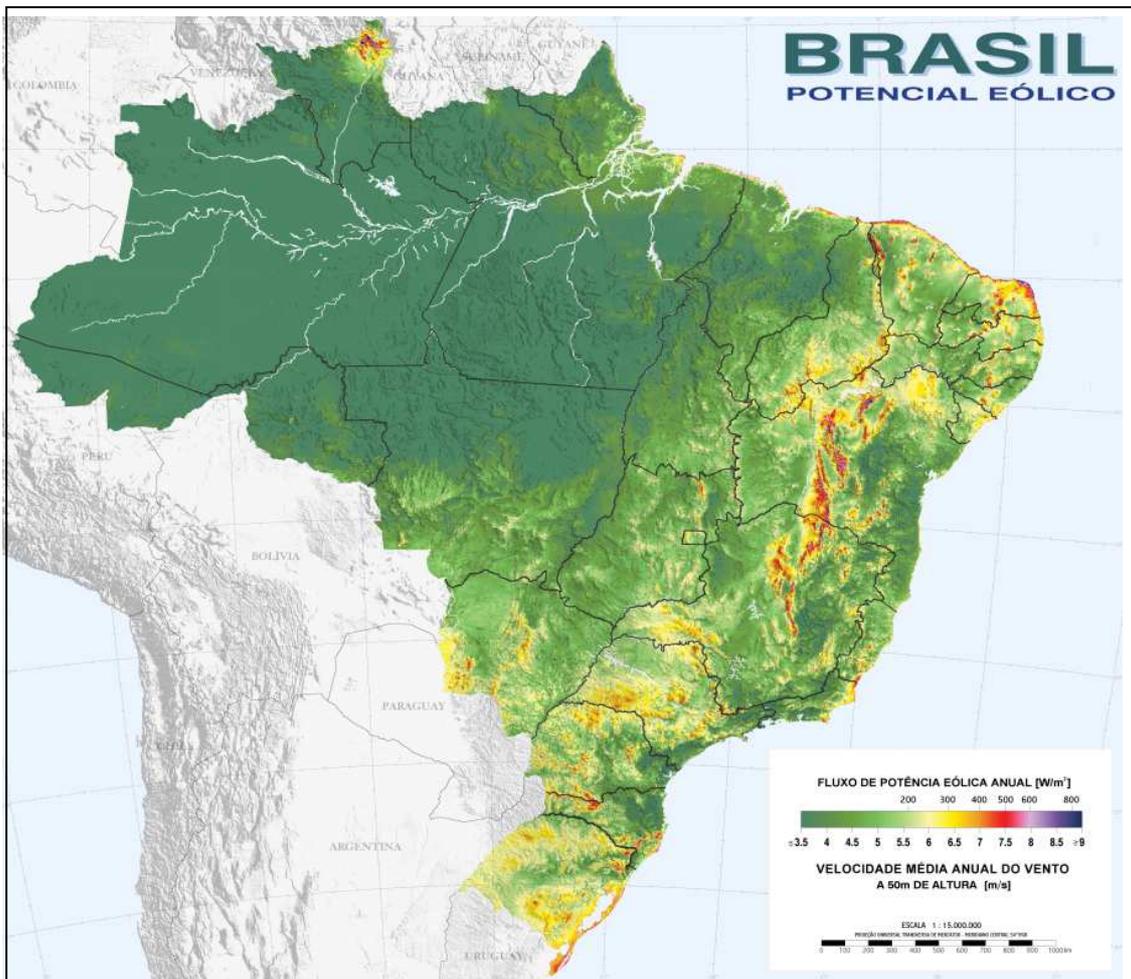


Fonte: Matriz Energética Nacional 2030, 2007.

3.3 ENERGIA EÓLICA NO BRASIL

De acordo com o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro publicado pelo Centro de Pesquisas de Energia Elétrica (CEPEL), o potencial eólico no Brasil estimado é de 143 GW. Apesar do potencial, a energia eólica ainda desempenha um papel secundário no Brasil. Áreas com o maior potencial de energia eólica se encontram no Nordeste, Sul e Sudeste. Os principais obstáculos para a energia eólica no Brasil são significativos e esbarram principalmente no alto custo de instalação, tornando projetos menores inviáveis. Contudo, a utilização da fonte eólica deve crescer substancialmente nos próximos anos. Podemos observar na ilustração abaixo o potencial eólico brasileiro o qual se concentra nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul. Serão demonstrados no decorrer desse capítulo a variação do potencial eólico sazonal, quando a incidência dos ventos varia de região para região.

Figura 01 – Mapa do potencial eólico brasileiro



Fonte: CEPEL, 2001.

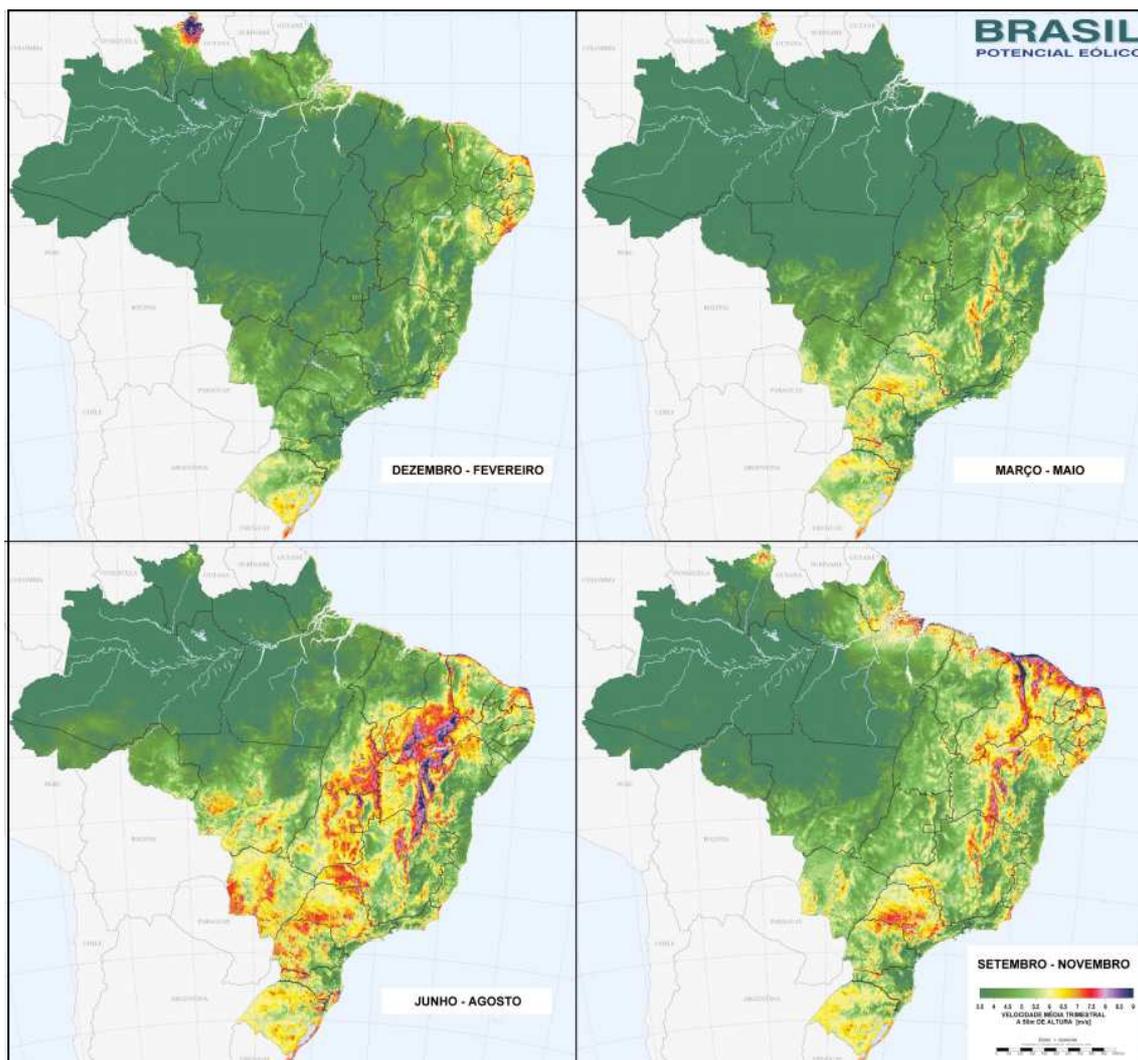
Devido à alta dependência de energia elétrica do Brasil, e já explorados os principais recursos hídricos, o país enfrentou uma crise energética em 2001, quando o país teve que enfrentar um racionamento e energia. Buscando amenizar a situação e evitar crises energéticas mais graves no futuro, o governo brasileiro lançou programas de incentivo às fontes de energia renovável e térmica.

Em 2002, o governo brasileiro aprovou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), o qual serve de ferramenta de incentivo a geração de energia por meio de fontes alternativas, buscando estimular o desenvolvimento do uso da biomassa, da energia eólica e das fontes hídricas. O PROINFA foi estabelecido em duas etapas: até 2008, na primeira fase do programa, foram garantidos contratos de venda de energia de 3.300 MW de projetos utilizando estas tecnologias. Já a segunda fase, alcançados os objetivos da primeira, estabelece uma meta de 10% para as energias

alternativas no consumo total de energia do país. O PROINFA estipula que um mínimo de 60% da construção dos projetos de geração de energia sejam gastos em produtos nacionais. Originalmente, uma segunda fase do PROINFA estava prevista, uma vez que os 3.300 MW traçados como objetivo haviam sido cumpridos, com o objetivo de aumentar a participação das três fontes renováveis na matriz energética do país.

Podemos observar na figura abaixo a sazonalidade dos regimes de vento no Brasil durante o ano:

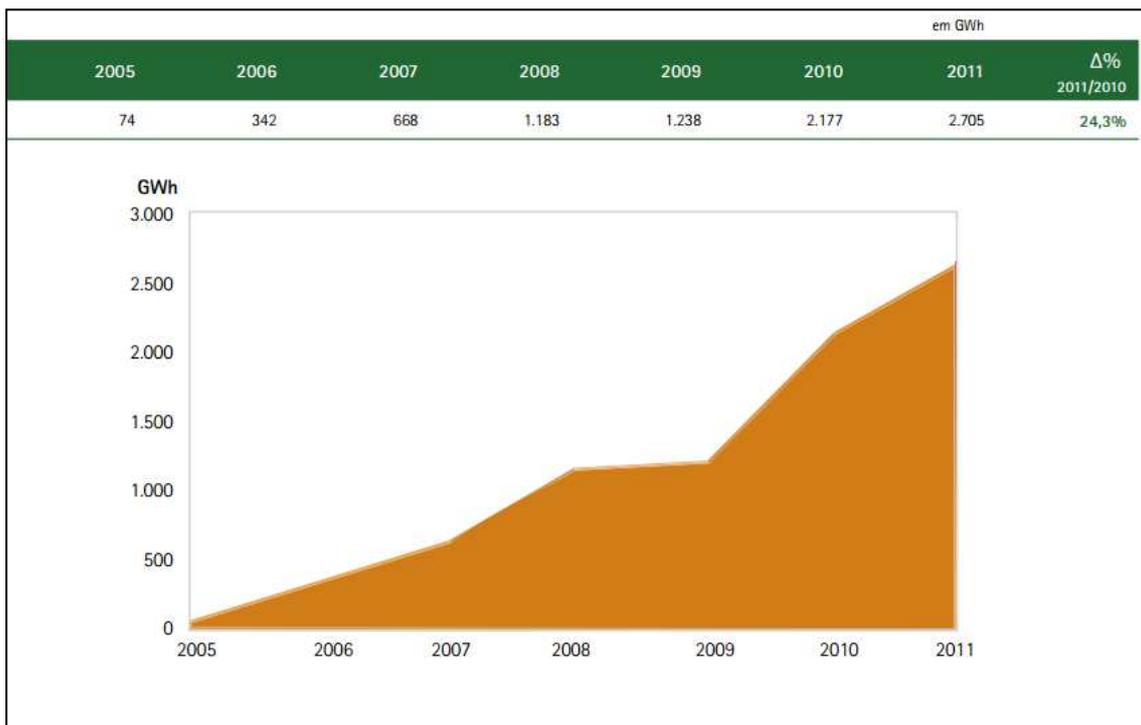
Figura 02 – Mapa do potencial eólico brasileiro sazonal



Fonte: CEPEL, 2001.

Existem vários argumentos a favor do aumento do parque eólico brasileiro. Um deles é o fato da população brasileira estar concentrada nas regiões litorâneas, área a qual possui maior potencial eólico. Isso reduziria bastante os custos de transmissão de energia e reduziria significativamente as perdas técnicas provenientes da distância.

Gráfico 5 – Evolução da geração eólica no Brasil (GW)



Fonte: Balanço Energético Nacional 2012, 2012.

Além dos argumentos citados, os períodos do ano com os regimes de vento mais significativos correspondem ao período de secas, sendo complementar os períodos de vento e chuva ao longo do ano. Essa questão merece atenção especial devido a possibilidade de substituição da geração térmica pela eólica nos períodos de seca.

4. ENERGIA EÓLICA NA BAHIA

4.1 REGIMES DE VENTO NA BAHIA

O Estado da Bahia está localizado na porção mais meridional da região Nordeste do Brasil, sendo o quinto maior estado brasileiro em área territorial, 567.295.03 km³, com uma população de 13 milhões de pessoas. O Atlas do Potencial Eólico do Estado da

Bahia (2001) situa o estado baiano entre as latitudes $18^{\circ}20'07''S$ e $8^{\circ}32'00''S$ e entre as longitudes $46^{\circ}36'59''W$ e $37^{\circ}20'37''W$. No sentido Leste-Oeste, as distâncias abrangem 1013 km e 1088 no sentido Norte-Sul, com um litoral de 1000 km.

Segundo o Atlas Eólico da Bahia, o estado está localizada numa região de transição entre diferentes regimes de ventos, nos quais os alísios atuam no norte e mais ao sul predomina a dinâmica de interação entre altas pressões Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul e as massas polares. Analisando pelo leste, a extensa área atlântica da Bahia não possui grandes elevações e é aerodinamicamente rugosa devida a cobertura vegetal. No centro do estado aparece a região da chapada, a qual possui orientação norte-sul de grandes elevações e com baixa rugosidade. Na região litorânea do estado, o relevo presente não oferece obstáculo à passagem dos ventos e brisas vindas do mar, no entanto, predomina a floresta tropical pluvial e vegetação secundária, caracterizada por ser uma vegetação adensada e relativamente alta, onde a rugosidade reduz a intensidade dos ventos de superfície.

Na parte central, onde se encontra a região da chapada, as altitudes são superiores a 1000m e ultrapassam 1500m em algumas regiões. Nessa região, a vegetação típica é a savana, com campos e arbustos baixos, que combinados, resultam em pouca rugosidade e grandes elevações. O vale do Rio São Francisco, caracteriza-se por ser mais aberto e mais plano na região de Sobradinho, na qual a savana e a caatinga apresentam baixa rugosidade. No extremo oeste baiano, extensas áreas agrícolas unem baixa rugosidade e terrenos muito planos, com altitudes entre 800 e 1000 metros.

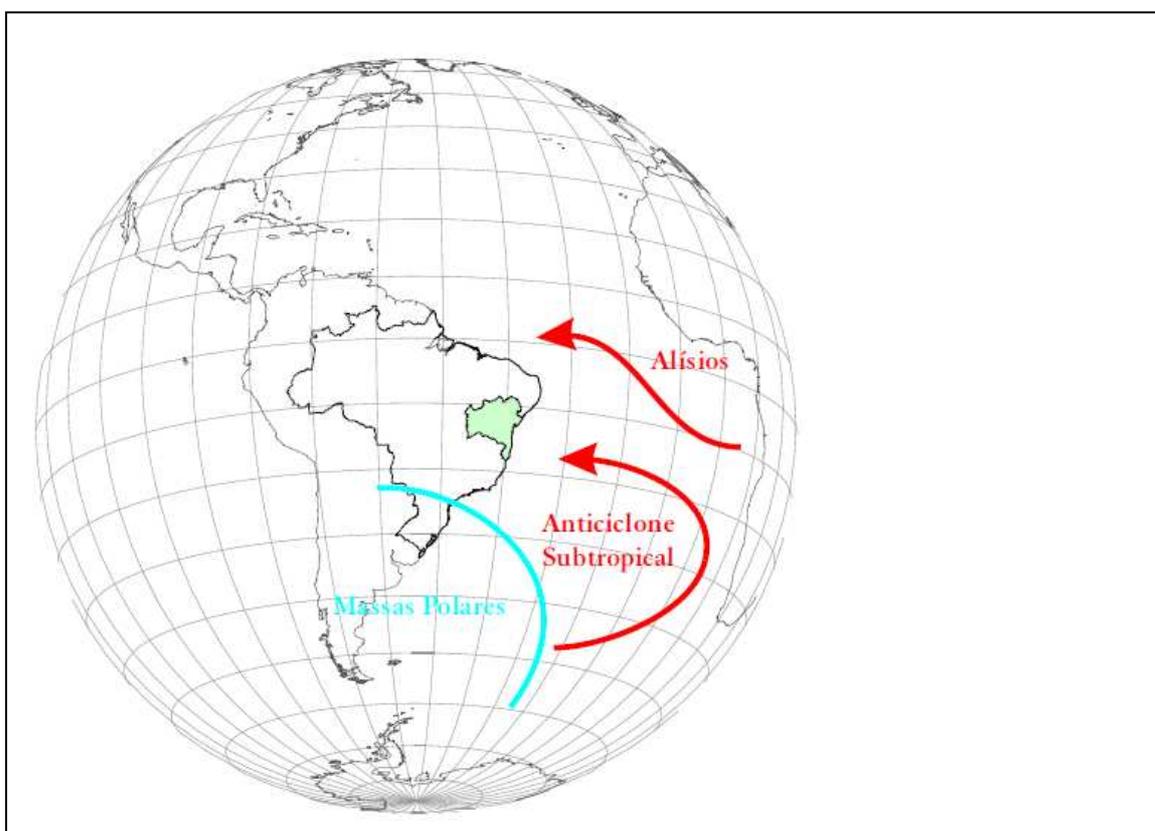
Na Bahia, a distribuição pluviométrica é homogênea ao longo do ano para a faixa atlântica, mais especificamente o litoral sul, no qual são encontradas índices de vegetação mais estáveis. Esta região que abriga os maiores índices pluviométricos da Bahia, ficando acima dos 1.200 mm anuais. No extremo oeste, nas chapadas, a sazonalidade é bastante definida, com chuvas de primavera e verão e secas no resto do ano. O índice pluviométrico anual dessa região está acima dos 1.000 mm.

Normalmente, a relação de temperaturas médias está relacionada com o relevo, no entanto, são definidas por outros fatores regionais. As mais altas temperaturas na Bahia se encontram no vale do Rio São Francisco, na qual é caracterizada pela menor altitude e pelo abrigo dos chapadões centrais. Ao longo da faixa atlântica, nos chapadões de

oeste e na vertente sul da Chapada Diamantina, o clima é caracterizado como Úmido e Úmido a Subúmido. Já o clima semi-árido pode ser encontrado nas depressões do vale do São Francisco. Nas regiões do extremo norte e nordeste da Bahia, o clima é Árido.

Quanto aos regimes de vento na Bahia, o Atlas do Potencial Eólico do Estado da Bahia aponta que a Bahia situa-se na latitude de transição entre dois mecanismos importantes, sendo no sul a predominância do Anticiclone Subtropical do Atlântico, influenciado pela dinâmica intermitente das massas polares e ao norte, observa-se a intensificação dos alísios, os quais são mais constantes.

Figura 3 – Principais influências de regimes de vento na Bahia

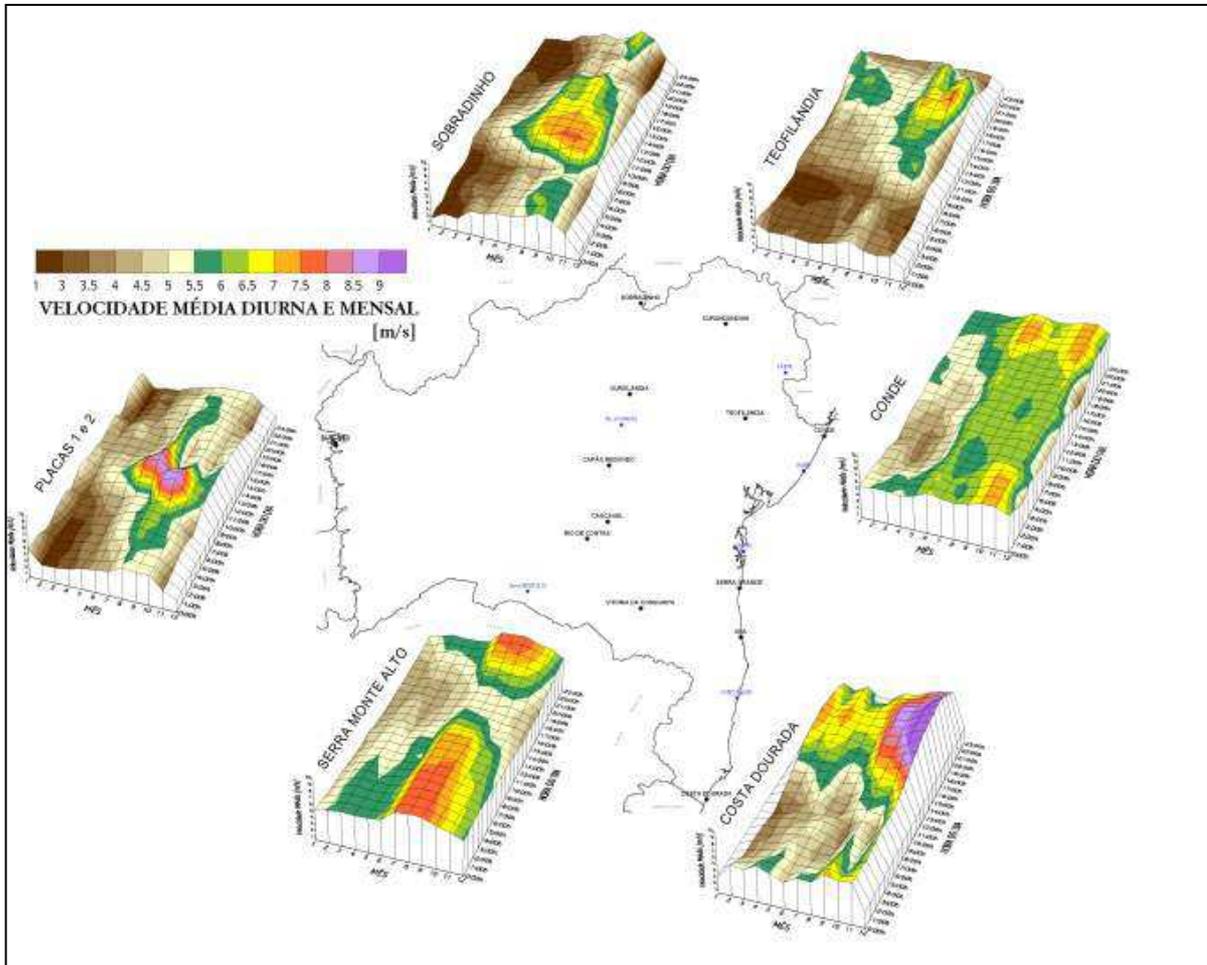


Fonte: Atlas do Potencial Eólico da Bahia, 2001

Devido a sua grande extensão, o Estado da Bahia varia em diferentes mecanismos de mesoescala, em especial, brisas marinhas/terrestres e brisas montanha/vale. Estes regimes, quais os ciclos são predominantemente diurnos, são perceptíveis nas velocidades e direções do vento. Podemos observar na figura abaixo que nos litorais norte (Conde) e sul (Costa Dourada), assim como nas áreas de montanhas (Serra do Monte Alto), a maior incidência de ventos acontece no período da noite. Essa tendência é diferente nas áreas planas do interior do Estado (Sobradinho e Placas). Referente á

sazonalidade, o Estado inteiro apresenta ventos máximos no segundo semestre (inverno e primavera).

Figura 4 – Regimes mensais e diurnos de velocidades de vento



Fonte: Atlas do Potencial Eólico do Estado da Bahia, 2001

É possível estimar o potencial eólico do Estado da Bahia através da integração dos mapas de velocidade média anual, cujo cálculo é baseado na resolução de 1km x 1km. Este cálculo considera as áreas disponíveis por faixas de velocidades de vento, ocupação do terreno por usinas eólicas e desempenho das usinas eólicas típicas.

4.2 POTENCIAL EÓLICO ESTIMADO

O Atlas do Potencial Eólico Baiano tomou medidas conservativas dentro das margens de incerteza conforme parâmetros citados a seguir: i) Pode-se instalar adequadamente pelo menos 10MW/km². Porém, existem limitações técnicas como a topografia desfavorável, habitações ou restrições no uso do solo. Dessa forma, considerou-se uma

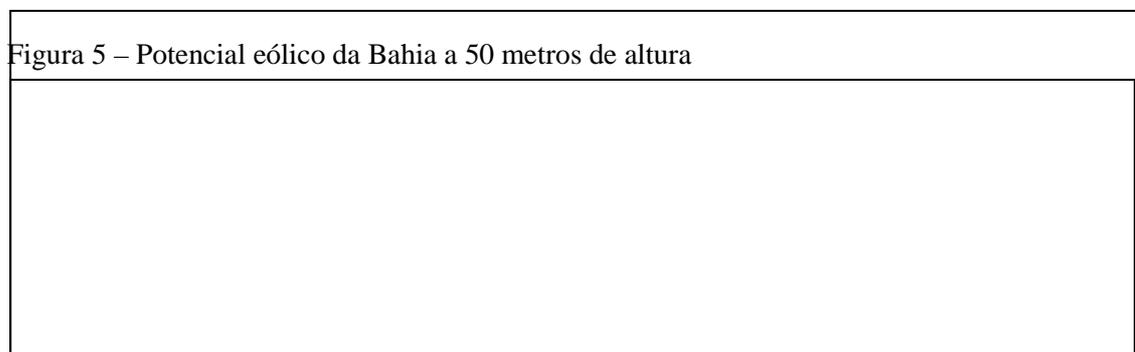
premissa de ocupação média de 2 MW/km²; ii) Apesar da existência de usinas offshore, não foram levadas em consideração áreas cobertas com água tais como lagos, represas, rios e mar; iii) Para níveis de velocidades médias anuais típicas de aproveitamento acima de 6 metros por segundo, foram integradas as áreas correspondentes nos respectivos mapas, com resolução de 1 km x 1 km; iv) Adotou-se faixas de 0,5 metros por segundo para as velocidades medias anuais de vento e o desempenho das turbinas em 600 kW para 50 metros de altura e 1800 kW para 70 metros de altura; v) Como grande parte do potencial eólico se encontra nas áreas elevadas das Chapadas, foi considerada uma densidade de ar correspondente a 1200 metros de altitude, 20°C de temperatura anual e um fator de disponibilidade de 95%. Conforme os parâmetros apontados, encontram-se os seguintes resultados:

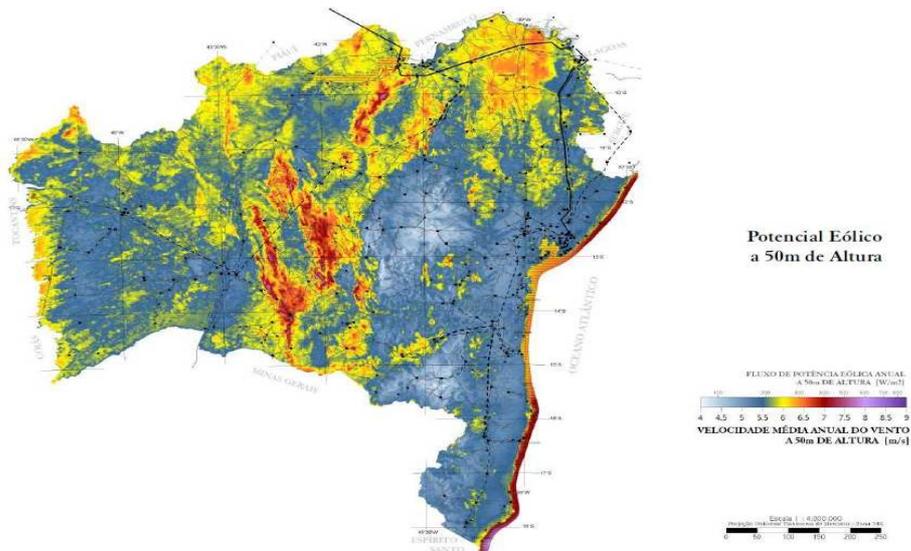
Tabela 2 – Estimativa do potencial eólico baiano

ALTURA	INTEGRAÇÃO POR FAIXAS DE VELOCIDADES					INTEGRAÇÃO CUMULATIVA			
	VENTO [m/s]	ÁREA [km ²]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	FATOR DE CAPACIDADE	ENERGIA ANUAL [TWH/ano]	VENTO [m/s]	ÁREA (CUMULATIVA) [km ²]	POTÊNCIA INSTALÁVEL [GW]	ENERGIA ANUAL [TWH/ano]
50m	6 - 6.5	77184	154.37	0.18	238.54	>6	92875	185.75	297.35
	6.5 - 7	12893	25.79	0.21	46.49	>6.5	15691	31.38	58.81
	7 - 7.5	2373	4.75	0.25	10.19	> 7 m/s	2798	5.60	12.32
	7.5 - 8	391	0.78	0.29	1.95	>7.5	425	0.85	2.14
	8 - 8.5	32	0.06	0.32	0.18	>8	34	0.07	0.19
	>8.5	2	0.00	0.36	0.01	>8.5	2	0.00	0.01
70m	6 - 6.5	156481	312.96	0.18	483.61	>6	191195	382.39	614.60
	6.5 - 7	27483	54.97	0.21	99.09	>6.5	34714	69.43	131.00
	7 - 7.5	6067	12.13	0.25	26.04	> 7 m/s	7231	14.46	31.90
	7.5 - 8	1062	2.12	0.29	5.29	>7.5	1164	2.33	5.86
	8 - 8.5	84	0.17	0.32	0.46	>8	102	0.20	0.57
	>8.5	18	0.04	0.36	0.11	>8.5	18	0.04	0.11

Fonte: Atlas do Potencial Eólico do Estado da Bahia, 2001

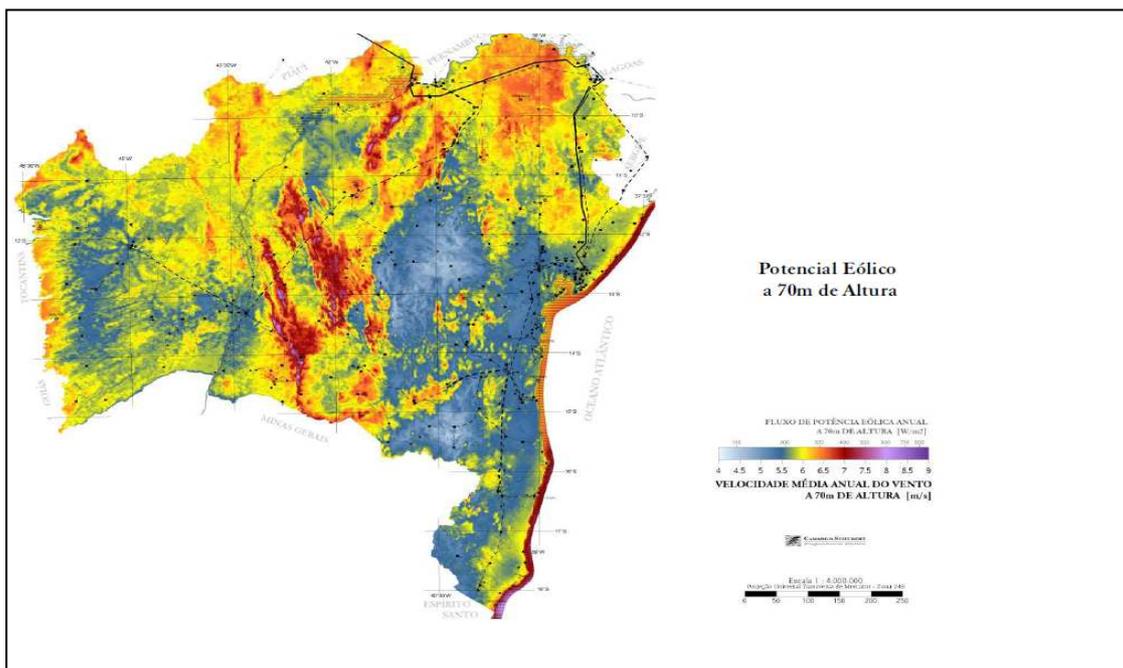
Partindo-se do princípio de que a velocidade média anual de 7 metros por segundo como limite mínimo de atratividade para a geração de eletricidade a partir da energia eólica, percebe-se na tabela acima que o potencial eólico estimado para a Bahia apresenta crescimento significativo de quase 2,5 vezes quando se considera alturas de 70 metros ao invés de 50 metros. Essa diferença ocorre principalmente no interior do Estado, podendo ser visualizada nos mapas abaixo:





Fonte: Atlas do Potencial Eólico do Estado da Bahia, 2001

Figura 6 – Potencial eólico da Bahia a 50 metros de altura

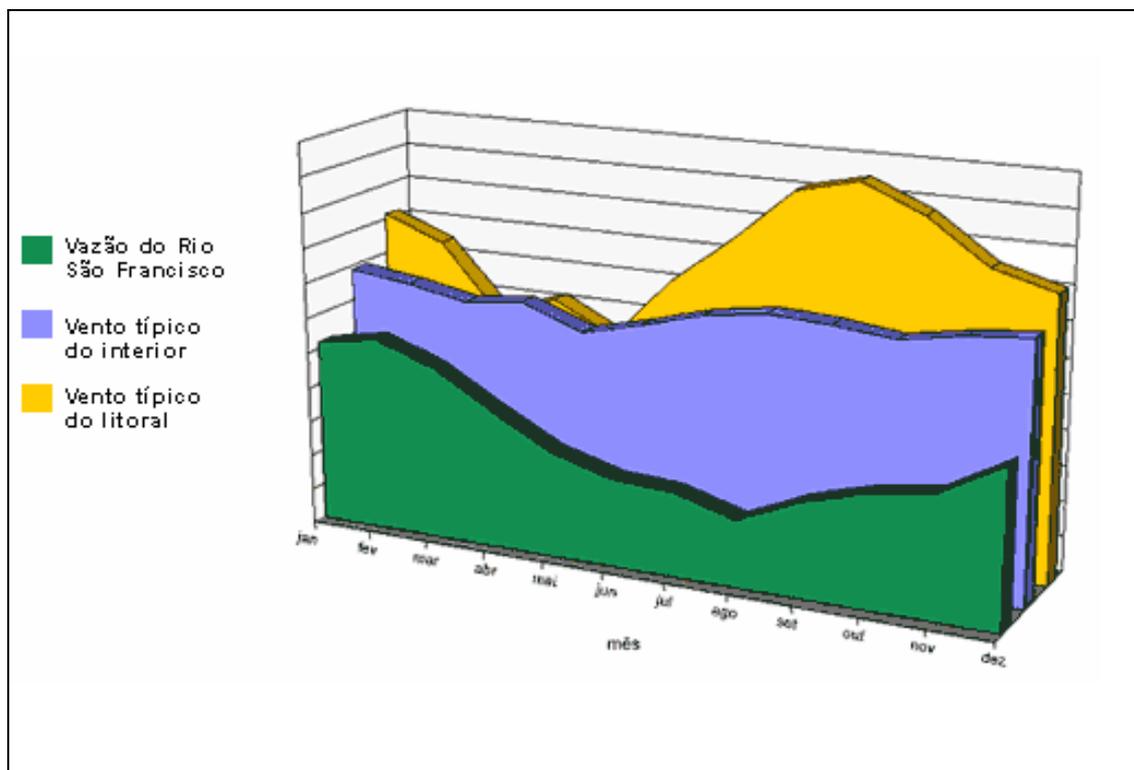


Fonte: Atlas do Potencial Eólico do Estado da Bahia, 2001

Levando-se em conta turbinas eólicas com capacidade superior a 1 MW e as alturas das torres a partir de 70 metros, a estimativa do potencial eólico baiano é da ordem de 14,5 GW e 31,9 TWh/ano, como aponta o Atlas do Potencial Eólico do Estado da Bahia. Em comparação com a capacidade instalada das hidrelétricas na região Nordeste, esta possui 10 GW e produção anual por volta dos 53 TWh/ano.

Devido à predominância da geração de energia por meio de hidrelétricas, podemos observar forte sazonalidade na oferta de energia. Dessa forma, a energia eólica torna-se uma fonte complementar fundamental na matriz energética, pois o período com maior regime de ventos acontece ao mesmo tempo em que a vazão de água nas hidrelétricas é menos. Podemos observar no gráfico abaixo a sazonalidade dessas duas fontes e observar a complementaridade entre elas.

Gráfico 6 - Comparação entre o fluxo de água do Rio São Francisco e o regime de vento no nordeste do Brasil.



Fonte: CBEE, 2010

Todo esse potencial eólico para a geração de energia se deve ao imenso território aproveitável, que corresponde a 7.231 km², com ocupação de 2 MW/km². Comparado com a capacidade hidrelétrica instalada na região Nordeste, que é de 10 GW, tem aproximadamente 5.800 km² de área alagável, o que corresponde a cerca de 1,75 MW/km². No entanto, com a utilização da fonte eólica, as áreas utilizadas nos parques eólicos permanecem disponíveis para a utilização em outras atividades tais como a agropecuária.

4.3 GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO ESTADO

O potencial eólico do estado da Bahia é mais expressivo nos territórios do Sertão do São Francisco, Sertão Produtivo, Chapada Diamantina e Velho Chico, os quais estão inseridos no semi-árido do estado, regiões estas que carecem de investimentos.

O território do Sertão produtivo é o que agrega a maior quantidade de usinas eólicas, um somatório de 30 empreendimentos os quais irão acrescentar cerca de 711.500 KW de energia ao território. Do total, 10 estão sendo construídos e as outras 20 ainda estão em processo de outorga. Devido ao potencial apresentado pela região, o município de Caetité irá receber obras de 13 usinas eólicas. Já o município de Guanambi receberá obras de 9 eólicas. O valor destes empreendimentos deverão somar R\$ 2,4 bilhões, gerando cerca de 2.500 empregos. (SEINFRA, 2011)

Quanto ao Território do Velho Chico, essa região agrega um número de 13 usinas, situadas principalmente nos municípios de Brotas de Macaúbas e Igaporã. Do total, 7 usinas estão sendo construídas e outras 6 em fase de licitação de obras, com uma capacidade de gerar 304.690 KW de energia. Os investimentos neste parque eólico somam cerca de R\$ 1 bilhão, gerando mais de 1.300 empregos. (SEINFRA, 2011)

Já os Territórios de Identidade do Sertão do São Francisco e da Chapada Diamantina foram contemplados com um menor número de usinas, somando 8 empreendimentos eólicos. No Sertão do São Francisco os investimentos nos parques giram em torno de R\$ 542 milhões, com capacidade de gerar 138.000 KW de energia e 537 empregos. O parque eólico da Chapada Diamantina foi contemplado com um investimento de R\$ 360 milhões para a geração de cerca de 90.000 KW de energia e 360 empregos (SEINFRA, 2011)

Figura 7 – Parque Eólico de Brotas de Macaúbas



Fonte: SICM, 2013

A utilização da fonte eólica na geração de energia torna o ambiente mais favorável para a vinda de indústrias de equipamentos para o segmento. A Bahia está desenvolvendo um polo industrial direcionado para a produção de máquinas e equipamentos para o segmento de energia eólica. Muitas fábricas estão sendo instaladas no estado para suprir a demanda por esses materiais. Além da fabricação dos aerogeradores, o estado tem recebido investimentos no setor de serviços ligados ao segmento, o qual propicia a chegada de mais indústrias. (SICM, 2012)

O potencial eólico da Bahia estimado em 14,5 GW em uma altura de 70 metros corresponde a 10,1% do potencial nacional e 19,3% do potencial do Nordeste. A Bahia é o estado com a segunda maior potência contratada nos leilões de energia eólica. Estão previstos 57 projetos de geração de energia eólica no estado, os quais devem acrescentar 1.560 MW à rede elétrica, além da chegada de indústrias ligadas ao segmento da energia eólica. Podemos observar na tabela a seguir os empreendimentos já contratados no estado da Bahia:

Tabela 3 – Usinas eólicas contratadas nos leilões no estado da Bahia

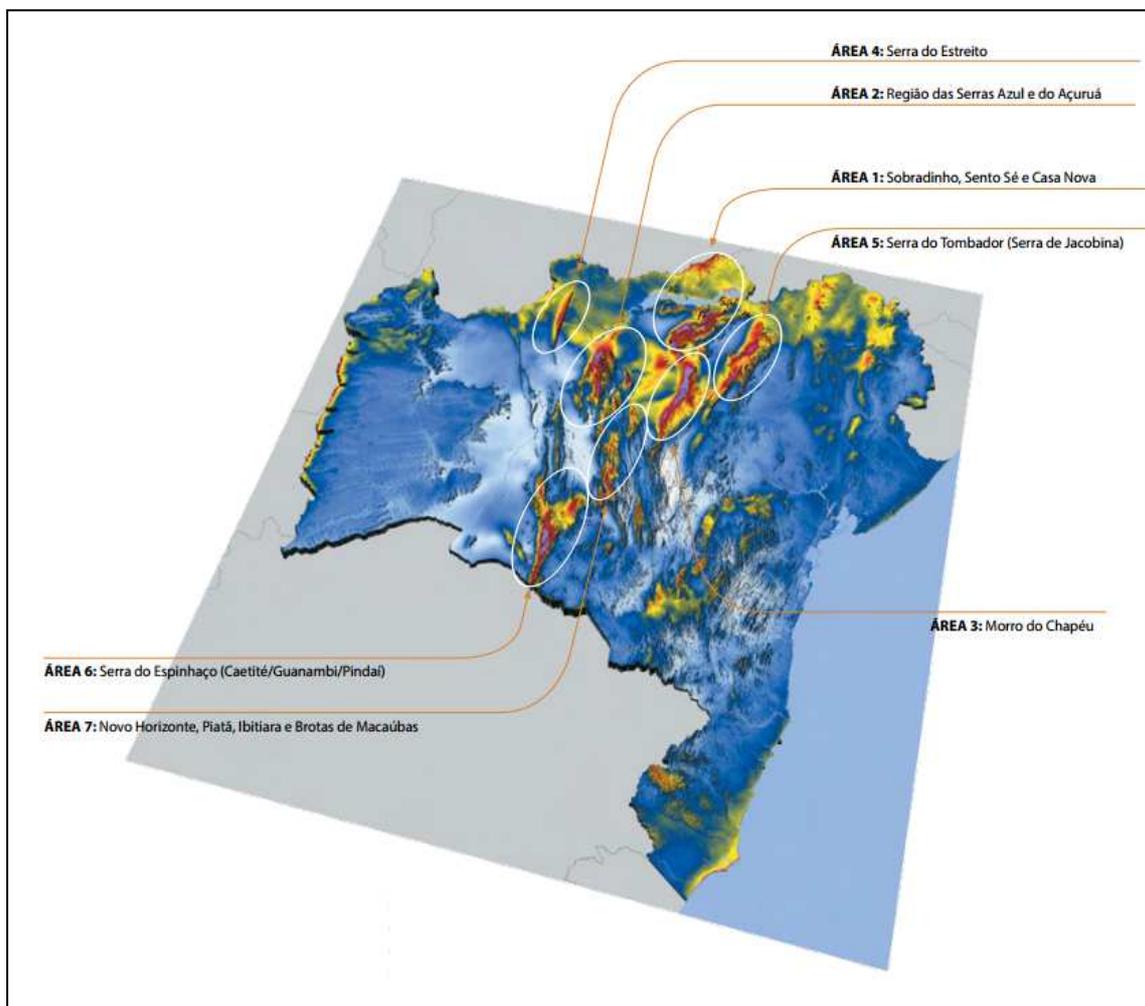
Empresa	Empreend.	Local	Empresa	Empreend.	Local	Empresa	Empreend.	Local
Atlantic Energias Renováveis	Ventos da Andorinha	Campo Formoso	Desenvix S/A	Novo Horizonte	Brotas de Macaúbas	Renova Energia	Espigão	Igaporã
Atlantic Energias Renováveis	Ventos de Campo Formoso I	Campo Formoso	Desenvix S/A	Seabra	Brotas de Macaúbas	Renova Energia	Maron	Igaporã
Atlantic Energias Renováveis	Ventos de Campo Formoso II	Campo Formoso	Enel Green Power	Cristal	Bonito	Renova Energia	Pelourinho	Guanambi
Atlantic Energias Renováveis	Ventos do Sertão	Campo Formoso	Enel Green Power	Primavera	Morro do Chapéu	Renova Energia	Pilões	Guanambi
Atlantic Energias Renováveis	Ventos de Morrinhos	Campo Formoso	Enel Green Power	São Judas	Morro do Chapéu	Renova Energia	Serra do Espinhaço	Guanambi
Brazil Wind	Caititu	Pindaí	Enel Green Power	Emiliana	Caetité	Renova Energia	Alvorada	Caetité
Brazil Wind	Angical	Pindaí	Enel Green Power	Joana	Caetité	Renova Energia	Candiba	Guanambi
Brazil Wind	Coqueirinho	Pindaí	Iberdrola	Caetité 2	Caetité	Renova Energia	Guanambi	Guanambi
Brazil Wind	Corrupião	Pindaí	Iberdrola	Caetité3	Caetité	Renova Energia	Guirapa	Guanambi
Brazil Wind	Inhambu	Pindaí	Renova Energia	Da Prata	Igaporã	Renova Energia	Igaporã	Igaporã
Brazil Wind	Tamanduá Mirim	Pindaí	Renova Energia	Dos Aracas	Pindaí	Renova Energia	Ilhéus	Igaporã
Brazil Wind	Teiú	Pindaí	Renova Energia	Morrão	Guanambi	Renova Energia	Licínio de Almeida	Guanambi
Brenand	Pedra Branca	Sento Sé	Renova Energia	Tanque	Guanambi	Renova Energia	Nossa Sra. Conceição	Igaporã
Brenand	São Pedro do Lago	Sento Sé	Renova Energia	Ventos do Nordeste	Pindaí	Renova Energia	Pajeú do Vento	Caetité
Brenand	Sete Gameleiras	Sento Sé	Renova Energia	Ametista	Caetité	Renova Energia	Pindaí	Guanambi
Chesf	Casa Nova	Casa Nova	Renova Energia	Borgo	Caetité	Renova Energia	Planaltina	Caetité
Cons. Pedra do Reino	Pedra do Reino	Sobradinho	Renova Energia	Seraima	Caetité	Renova Energia	Porto Seguro	Igaporã
Cons. Pedra do Reino	Pedra do Reino III	Sobradinho	Renova Energia	Caetité	Caetité	Renova Energia	Rio Verde	Caetité
Desenvix S/A	Macaúbas	Brotas de Macaúbas	Renova Energia	Dourados	Igaporã	Renova Energia	Serra do Salto	Guanambi

Fonte: Secretaria da Indústria, Comércio e Mineração do Estado da Bahia, 2012

Foram feitos estudos para mapear as áreas promissoras para a geração de energia eólica, visando explorar o potencial eólico baiano com maior eficiência. O resultado desse mapeamento colocou em evidência sete áreas principais para a formação de parques eólicos no estado. As áreas mais promissoras são: Sobradinho, Sento Sé e Casa Nova; Região das Serras Azul e do Açuruá; Morro do Chapéu; Serra do Estreito, Serra do

Tombador, em Jacobina; Serra do Espinhaço, que compreende os municípios de Caetité, Guanambi e Pindaí; e Novo Horizonte, Piatã, Ibitiara e Brotas de Macaúbas.

Figura 8 – Principais áreas promissoras para aproveitamentos eólicos no Estado da Bahia



Fonte: Atlas Eólico do Estado da Bahia, 2013

Além das áreas apontadas, existem muitas outras com os aspectos técnicos suficientes para a instalação de usinas eólicas. O sul da Bahia também apresenta áreas com potencial eólico aproveitável, no entanto, a complexidade do terreno resulta em barreiras à instalação de usinas eólicas no local. Dessa forma, podemos observar que a instalação de usinas eólicas no Estado da Bahia é bastante viável, pois atende as prerrogativas técnicas para se estabelecer empreendimentos de grande porte.

5 CONCLUSÃO

Conforme apresentado neste trabalho, a energia renovável é a alternativa mais racional no que se refere à sustentabilidade dos recursos. Frente às outras fontes de energia, os impactos ambientais provenientes da utilização de fontes renováveis de energia são bastante baixos, sendo desta forma, uma maneira ecologicamente eficiente de se gerar energia. Se analisarmos a produção de energia elétrica no Brasil, podemos observar que mais de 90% da eletricidade ofertada advém de fontes renováveis.

As formas tradicionais de geração de energia têm sido discutidas frequentemente e os argumentos a favor da utilização de fontes renováveis estão ganhando força, se tornando bases sólidas na transformação da matriz energética de muitos países, já que o crescimento econômico resulta em aumento na demanda por energia. Dessa forma, torna-se fundamental atender as novas demandas de uma forma mais sustentável.

O aumento do consumo de energia no decorrer dos anos se tornou um dos grandes entraves para o crescimento de muitos países, sendo que a oferta de energia veio crescendo de uma maneira mais lenta do que a demanda. Visando reduzir a dependência por recursos esgotáveis, muitos governos têm incentivado a utilização de fontes renováveis de energia, direcionando seus investimentos em empreendimentos sustentáveis, reduzindo a dependência de fontes esgotáveis.

Dessa forma, torna-se fundamental a utilização de fontes de energia as quais estejam alinhadas com a qualidade de vida. O crescimento sustentável é capaz de resultar também no desenvolvimento econômico, social e na preservação dos nossos ecossistemas. É sabido que a eletricidade desempenha um papel fundamental no processo de desenvolvimento humano, visto as suas propriedades técnicas e econômicas, as quais estão fortemente inseridas na cadeia produtiva em praticamente todos os setores.

Atualmente os requisitos básicos para a maioria dos projetos, principalmente os de geração de energia, estão concentrados no mínimo impacto ambiental. Isso tem resultado em inúmeros estudos no campo da exploração dos recursos renováveis, reduzindo os impactos no meio ambiente. Dessa forma, surge um novo conceito de desenvolvimento, o qual está fundado na necessidade humana de aproveitar melhor os recursos naturais, explorando as fontes alternativas de energia.

O reconhecimento mundial do Brasil se deve a sua matriz energética ser predominantemente composta por fontes renováveis. Inclusive, a energia importada pelo país advém de fontes renováveis, contribuindo na formação de uma matriz energética com uma maior participação das fontes renováveis. Apesar de o Brasil possuir uma matriz energética com grande participação das fontes renováveis, o crescimento da oferta de energia também está se dando por vias sustentáveis.

O Brasil vem demonstrando que é possível expandir o uso de fontes de energia renovável, visto o crescimento na utilização de novas fontes de energia como a eólica, o etanol proveniente da cana-de-açúcar e da biomassa. No entanto, se faz necessário maior incentivo por parte do governo em promover a inserção dessas fontes alternativas na matriz energética nacional e a programas de incentivo às fontes renováveis, como é o caso do PROINFA.

A utilização da energia eólica gera também externalidades positivas no campo industrial, já que novas indústrias devem surgir para suprir as demandas do segmento. Inúmeras fábricas estão se instalando em solo baiano para incrementar a produção de equipamentos utilizados na produção de energia elétrica por meio da fonte eólica.

A energia eólica é uma das respostas às questões referentes à sustentabilidade, pois atende os requisitos de baixo custo, a existência de muitas áreas com potenciais energéticos suficientes ainda não explorados e com um impacto ambiental muito menor do que as fontes convencionais de geração de energia. O Estado da Bahia agrega as condições necessárias para o estabelecimento de uma indústria de geração de energia eólica consistente, já que o potencial eólico da região é suficiente para garantir um aproveitamento eficiente e economicamente viável.

REFEÊNCIAS

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/atlas_eolico_brasil/atlas-web.htm>

ANEEL, Banco de Informação de Geração. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/ResumoEstadual/CapacidadeEstado.asp?cmbEstados=BA:BAHIA.>> Acesso em: 18 de abril de 2011.

Atlas eólico: Bahia / elaborado por Camargo-Schubert Engenheiros Associados... [et al.]; dados do modelo mesoescala fornecidos por AWS Truepower.— Curitiba : Camargo Schubert; Salvador : SECTI : SEINFRA : CIMATEC/ SENAI, 2013.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional 2012**: ano base 2011. Rio de Janeiro : EPE, 2012. 282p.

BARBOSA, Gisele Silva. **O desafio do desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Revista Visões, 4^a ed., n. 4, v. 1, jan. / jun. 2008. 11p.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2012 – ano base 2011: Resultados Preliminares. Rio de Janeiro, EPE, 2012. 51p.

Brasil. Ministério de Minas e Energia. Plano Nacional de Energia 2030 / Ministério de Minas e Energia ; colaboração Empresa de Pesquisa Energética . _ Brasília : MME : EPE, 2007. 254p.

BURATTINI, Maria Paula T. de Castro. **Energia**: uma abordagem didática. São Paulo : Livraria da Física, 2008. 110p.

CBEE (Centro Brasileiro de Energia Eólica), (www.eolica.com.br), Geração de energia elétrica e o meio ambiente. Acessado em novembro de 2010.

CMMAD – Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro : Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COSTA, Cláudia do Valle. **Políticas de promoção de fontes novas e renováveis para geração de energia elétrica**: lições da experiência europeia para o caso brasileiro.

2006, 233p. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

DO AMARANTE, O. A. C., da Silva, F. J. L., Atlas do Potencial Eólico do Estado da Bahia, Camargo Schubert Engenharia Eólica, COELBA/Iberdrola Empreendimentos do Brasil. Outubro 2001.

LOURES, Rodrigo C. da Rocha. **Sustentabilidade XXI**: educar e inovar sob nova consciência. São Paulo: Editora Gente, 2009. 233p.

MARTIN, Jean-Marie. **A economia mundial da energia**. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1992. 131p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>> Acesso em 18 de abril de 2011.

PAC, Geração de Energia Elétrica – Bahia. Disponível em:
<<http://www.pac.gov.br/energia/geracao-de-energia-eletrica/ba>>. Acesso em: 18 de abril de 2011.

RIZZO, Luis Gustavo Pascual & Pires, Marcos Cordeiro . A questão energética: da exaustão do modelo fóssil ao desafio da sustentabilidade. **Revista de Economia & Relações Internacionais**, São Paulo, v. 3, n. 6, p. 88 – 103, jan 2005.

SEINFRA, Coordenação de Energias Renováveis – CEREN. 2012

SICM, Secretaria de Indústria, Comércio e Mineração do Estado da Bahia. Diretoria de Desenvolvimento e Relações Internacionais, Superintendência de Desenvolvimento Econômico, 2012.

SILVA, Neilton Fidelis. **Fontes de energia renováveis complementares na expansão do setor elétrico brasileiro**: o caso da energia eólica. 2006, Tese (Doutorado em Planejamento Estratégico) – COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 2006.

VEIGA, José Eli da. Desenvolvimento sustentável : o desafio do século XXI. - Rio de Janeiro: Garamond, 2008 3ª ed. 220p.

VEIGA, José Eli da. Indicadores de sustentabilidade. **Estud. av.** – Rio de Janeiro. v. 24, n 68. 2008.

WWEA, 2013. World Wind Energy Report 2012. Report. World Wind Energy Association.

<http://issuu.com/wwindea/docs/worldwindenergyreport2012_final/1?e=3434498/2456

841>