

Uso do Geoprocessamento em Estudos de Viabilidade de Projetos de Parques Eólicos no Estado da Bahia

Augusto César da Silva Machado Copque^{1 2}

José Ricardo Pitanga Negrão¹

Veridiano Ramos Ribeiro¹

¹ SoWiTec do Brasil Energias Alternativas Ltda

Av. Tancredo Neves 3343

Edif. CEMPRE - Torre B - Sobreloja

Caminho das Árvores - Salvador - BA, Brasil

CEP: 41.820-021 - Telefone: +55 (71) 3332-1919

e-mail: jpn@sowitec.com; vrr@sowitec.com

² Universidade Católica do Salvador - UCSAL

Avn. Cardeal da Silva, 205

Federação - Salvador - BA, Brasil, CEP: 40.231-902,

augustocopque@gmail.com

Abstract. The development of wind energy projects has been increasing in the Northeast of Brazil, one of the highlights of the state of Bahia, where there is great potential for harnessing this renewable source. However, for the utilization of this energy resource are necessary effective practices of environmental policy, beyond actions focused on energy policy. While in Bahia and throughout Brazil, the factors that encourage the development of energy efficiency programs are primarily of an economic (cost reduction) and energy (security of electricity supply). Thus, the set of technologies that integrate the phases of collection, processing and use of information related to the geographic space, their interrelationships, analyzes and resulting products become indispensable in environmental feasibility studies, technical and economic projects for parks farms in some territories. In this sense, the Geographic Information Systems - GIS, which are part of the studies of Geographical Information Science, contribute to the development procedures of wind projects by performing geospatial records, diagnostic environmental, territorial planning and ultimately decision making. The analysis of the feasibility of developing wind projects are associated with the use of GIS, as these analyzes do without knowledge of the geographic space and this type of system allows the interaction and integration of geographically referenced data by overlaying maps.

Palavras-chave: geoprocessing, wind energy, environmental analysis.

1. Introdução

O elevado consumo de energia e algumas de suas consequências ambientais, através da utilização do petróleo, da industrialização e da exploração exacerbada dos recursos naturais, apresenta como resultado problemas de insustentabilidade ambiental, tendo as conferências internacionais sobre o meio ambiente de Estocolmo, em 1972, e do Rio de Janeiro, em 1992, revelado algumas transformações de paradigmas. Tais transformações se refletem nas políticas públicas, em especial a ambiental, e na mudança de comportamento das pessoas, que gradativamente vem cobrando do governo medidas mitigadoras para as questões ambientais.

Por sua vez, o setor energético, por exemplo, passa a ser muito visado pelos efeitos negativos ao meio ambiente e às populações, causados por alguns projetos, tanto quanto pelo desperdício e pela ineficiência de sua produção e uso inerente ao setor (MENKES, 2004). Com isso, a energia renovável vem se tornando uma questão importante em convenções, seminários e debates sobre a produção energética em nível global. Para atender a esta produção é necessário garantir a sustentabilidade ambiental, com destaque para a produção “limpa”, visando minimizar os problemas de ordem socioambiental. Esta energia “limpa”, a

exemplo daquela proveniente da força dos ventos, não gera resíduos e nem tão pouco utiliza qualquer combustível na fase de operação.

No Brasil, a energia renovável vem se expandindo de forma significativa, principalmente com advento do [Programa de Incentivos às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, através da Lei 10.438 de abril de 2002](#), promovido pelo Ministério de Minas e Energia. O PROINFA inicialmente determinou a instalação de 3,3 GW igualmente divididos entre as Tecnologias de Biomassa, Energia Eólica e PCH's (SILVA, 2006). Com esta intervenção, novas fontes de energia renovável vêm se expandindo no território nacional e na região Nordeste (Rio Grande do Norte, Pernambuco, Ceará e Bahia), promovendo também o crescimento da indústria e contribuindo para empregos diretos e indiretos.

Nesse sentido, a energia eólica vem ganhando espaço na Bahia, com destaque para a região central do Estado, como pode ser visto na figura 1, onde existe um grande potencial para aproveitamento desta energia renovável. Porém, para que o aproveitamento desse recurso energético seja efetivo são necessárias práticas na política ambiental, além das ações focadas na política energética. Embora, na Bahia e em todo o território nacional, os fatores que incentivam o estabelecimento de programas de eficiência energética são, principalmente, de ordem econômica (diminuição de custos) e energética (segurança no suprimento de energia elétrica).

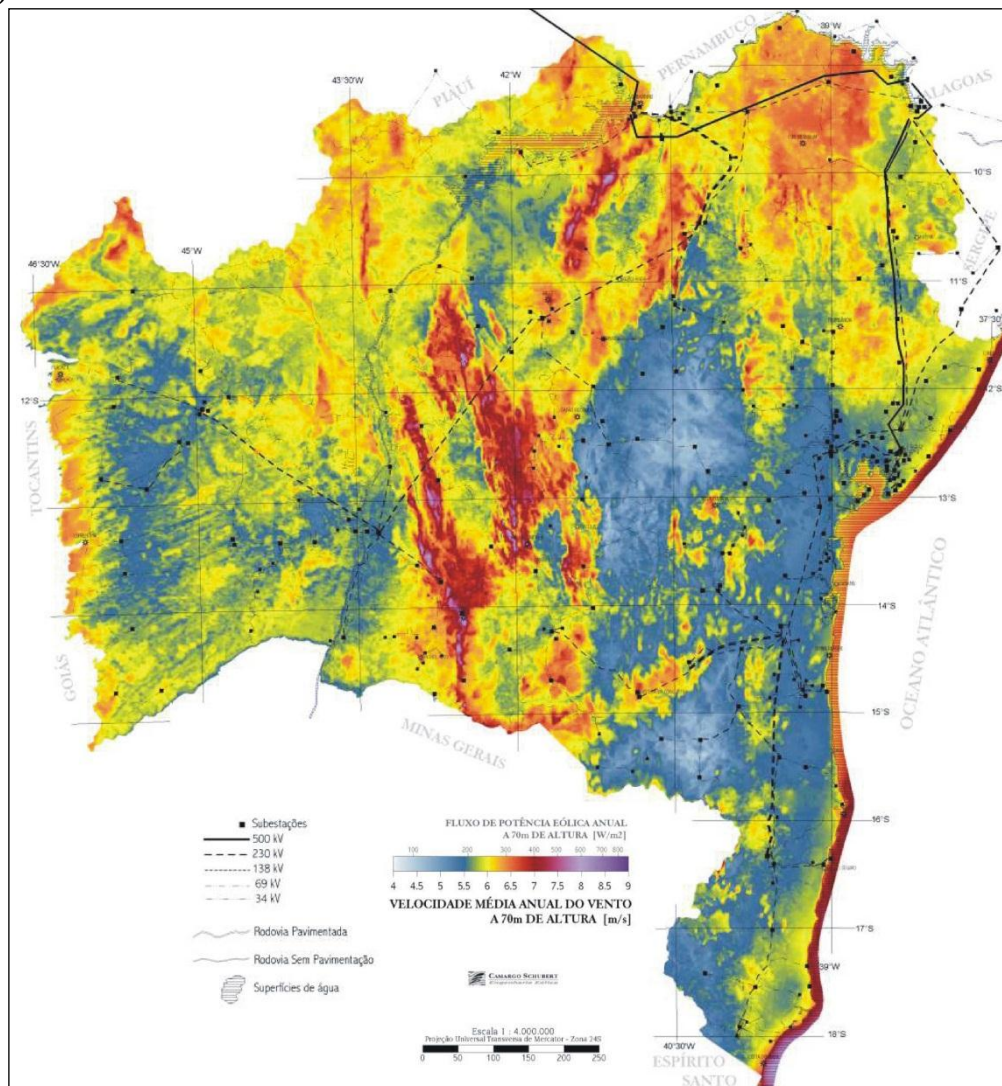


Figura 1: Mapa de potencial eólico a 70m de altura, no estado da Bahia. Fonte: COELBA (2002).

Esta pesquisa tem como objetivo apresentar como o geoprocessamento pode contribuir para estudos de viabilidade de projetos eólicos no Estado da Bahia, através da utilização de tecnologia SIG, com subsídio de informações armazenadas em bancos de dados geográficos, base de dados de informações alfanuméricas, imagens (fotografias aéreas e imagens de satélite), textos, tabelas, arquivos digitais e alguns outros produtos que podem ser diretamente associados às entidades espaciais. Os estudos de viabilidade, com as suas diversas variáveis possibilita a definição e a obtenção de dados (ex.: arquivos no formato *Computer Aided design* - CAD), tratamento dos dados existentes em ambientes WEB¹ (ex.: conversão de sistema de coordenadas), digitalização (ex: vetorização de dados a partir das imagens de satélite), inserção dos dados no SIG (ex.: georreferenciamento de temas), manipulação dos dados em SIG (ex.: identificação de nascentes, potencial eólico), dados gerados para análise (ex.: tipo de solo por município ou área atendida por aerogeradores) e os relatórios conclusivos (ex.: mapas, gráficos, tabelas).

Alguns resultados são identificados na geração de mapas temáticos, com uso de fotografias aéreas e imagem de satélite, base cartográfica atualizada e em escala adequada, levantamento de dados espaciais com o uso de equipamentos *Global Position System* – GPS, para os relatórios de estudo ambientais e relatórios de investidor, cujo este último visa demonstrar a estrutura regional existente (malha viária, distritos, povoados, cidades, áreas ambientalmente protegidas, infraestrutura elétrica e civil e as áreas de influência do projeto do parque eólico), importantes para os Estudos de Impacto Ambiental.

2. Metodologia do Trabalho

A metodologia utilizada nessa pesquisa buscou delimitar as potencialidades de um projeto eólico e os seus principais problemas de ordem ambiental, através do uso do geoprocessamento e com o uso de uma base cartográfica atualizada.

Para o entendimento dos conflitos ambientais promovidos pela energia eólica foi necessária uma análise de algumas referências bibliográficas como Acsehrad (2004) e Sánchez (2006). A análise dos conflitos ambientais consiste nos modos diferenciados de apropriação do território, envolvendo grupos sociais e nos conhecimentos de alguns dos maiores problemas de ordem ambiental. Além disso, algumas informações sobre o setor elétrico, no que concernem as questões técnicas e econômicas, sendo complementados com o estado da arte da tecnologia eólica, tendo como algumas referências Silva (2006), Hémery, et. al. (1993), Dutra (2001 e 2007), do Centro Brasileiro de Energia Eólica - CBEE, da Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia – COELBA, do Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRESESB, dentre outros foram de fundamental importância.

Para a realização desta pesquisa também, foram feitas análises do potencial eólico no Estado da Bahia, através de dados secundários (COELBA e ANEEL), tendo em vista contribuir para o desenvolvimento local (infraestrutura, emprego e geração de renda) para alguns municípios, como Caetité e Brotas de Macaúbas, a cerca de 757km e 590km de Salvador e localizados na mesorregião Centro-Sul, respectivamente (IBGE, 2010), identificando os impactos e os conflitos socioambientais promovidos pela fonte de energia em questão e como estes interferem no território pesquisado.

Além disso, se fez necessário analisar, de forma sucinta a viabilidade técnica, econômica e ambiental com o uso da geoinformação para a inserção da fonte de energia eólica. O software utilizado foi o ArcGIS 10.1, onde foram utilizados plano de informação (vetoriais e *raster*) e: (a) modelo digital de relevo, (b) uso do solo e vegetação, (c) hidrografia, (d) malha viária, (e) velocidade média anual do vento no estado, (f) rede de distribuição e

¹ WEB - The World Wide Web (abbreviated as WWW or W3, commonly known as the Web), is a system of interlinked hypertext documents accessed via the Internet.

torres de telecomunicação, (g) unidades de conservação, (h) sítios arqueológicos e cavernas, (i) terras indígenas e comunidades quilombolas.

Os dados e informações dos aspectos físicos do Estado foram obtidos através dos documentos pesquisados no Instituto do Meio Ambiente – INEMA, na Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia – SEI, na Secretaria do Meio Ambiente – SEMA, através do Conselho Estadual de Meio Ambiente – CEPRAM e dos dados oriundos de outros trabalhos já realizados no âmbito nacional e estadual. Além disso, o levantamento de documentos através do CONAMA, decretos, portarias e a Constituição da República Federativa do Brasil e informações junto aos órgãos e secretarias estaduais (SEMA, INEMA) e federais (Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, Ministério de Minas e Energia – MME, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais - IBAMA, Ministério do Meio Ambiente - MMA) contribuíram para o desenvolvimento da pesquisa, quanto os aspectos legislativos e institucionais.

3. Resultados e Discussão

O uso do geoprocessamento em estudos de viabilidade de projetos de parques eólicos no estado da Bahia iniciou-se através da análise da base cartográfica existente, mapas de vento (**figura 2**) e algumas visitas de campo (análise geoambiental) com o uso do GPS, formando um banco de dados com informações associadas aos recursos hídricos - nascentes e cursos d'água, cavidades, pontes, edificações (residenciais, industriais e comerciais), acessos existentes (pavimentado e não pavimentado), e as áreas de preservação permanente - topos de morro. Esta fase da pesquisa caracteriza-se como a fase de planejamento, que trata da realização de estudos sócioambientais para a caracterização dos meios físicos, bióticos e socioeconômico da área de implantação do parque eólico.

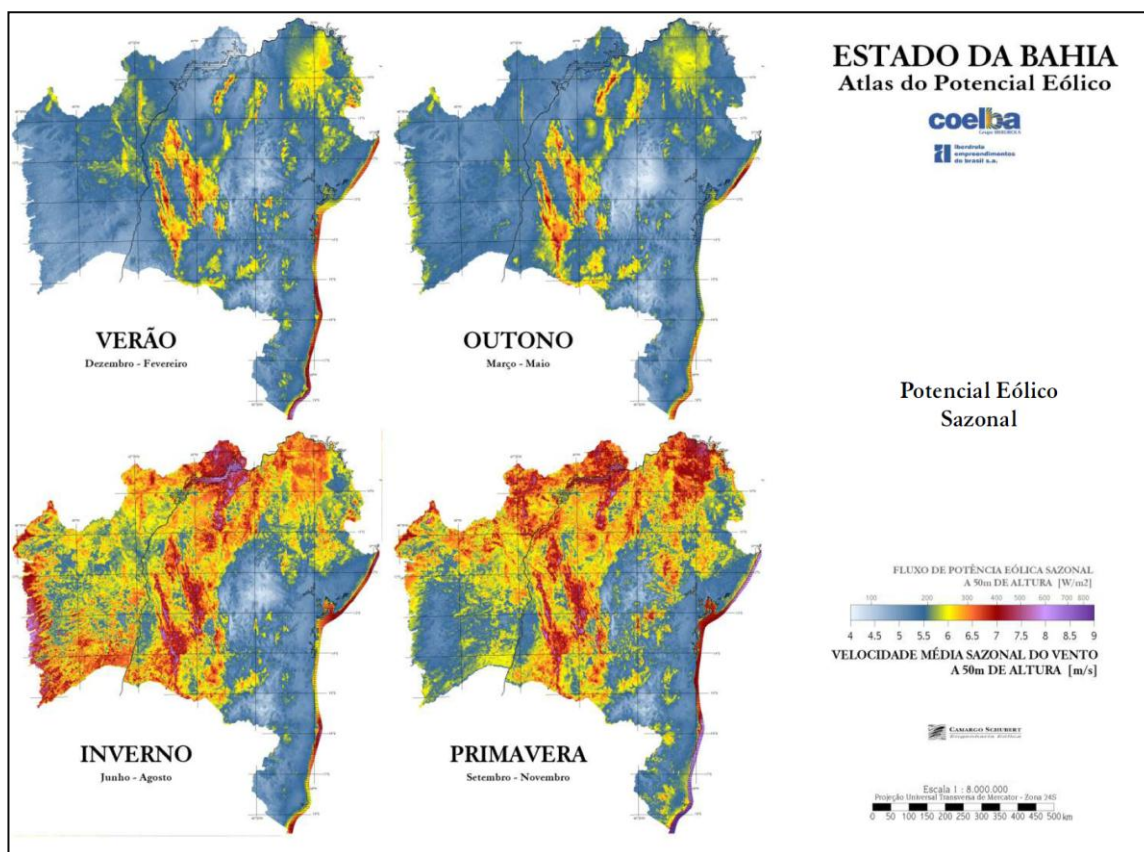


Figura 2: Potencial Eólico Sazonal. Fonte: COELBA (2002).

Segundo as informações do Atlas de potencial Eólico da Bahia (figura 2), desenvolvido pela Companhia de Eletricidade do Estado - COELBA (2002), a Bahia encontra-se na região de transição entre distintos regimes de ventos: mais ao norte atuam os ventos alísios - que convergem para a depressão barométrica equatorial, e mais ao sul predomina a dinâmica da interação entre o centro de altas pressões anticiclone subtropical do atlântico sul e as incursões de massas polares, sendo que esta interfere diretamente na formação de ventos na região da Chapada Diamantina e, principalmente, no município de Caetité, onde existe o maior complexo eólico da América Latina (SECOM, 2012).



Figura 3: Análise geoambiental. Fonte: COPQUE e RIBEIRO (2011).

Os principais resultados dos estudos geoambientais (figura 3) podem ser visualizados em alguns mapas temáticos, como na figura 4 - mapa de restrições sócioambientais – unidades de conservação, área de pesquisa mineral, cavernas, áreas geoturísticas, na qual foram respeitadas e caracterizadas como área de exclusão dos projetos eólicos. Na figura 5 - mapa hipsométrico é possível identificar a altimetria do projeto, a qual corresponde com o potencial eólico avaliado a 70m de altura.

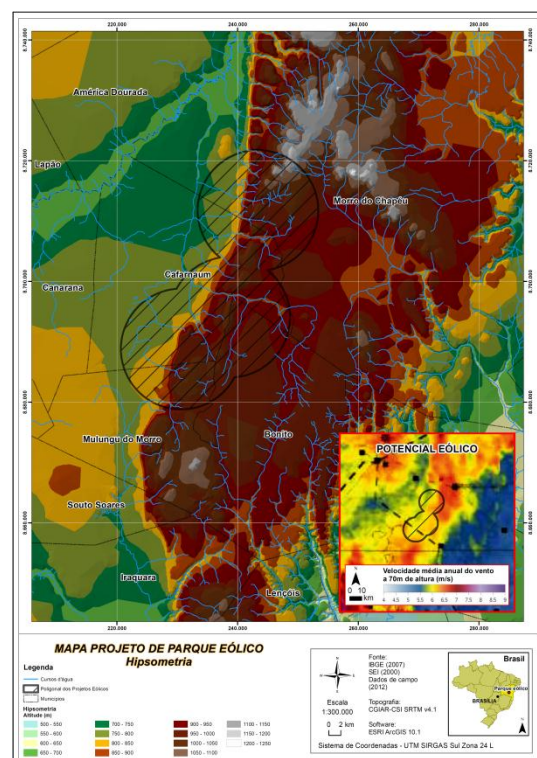
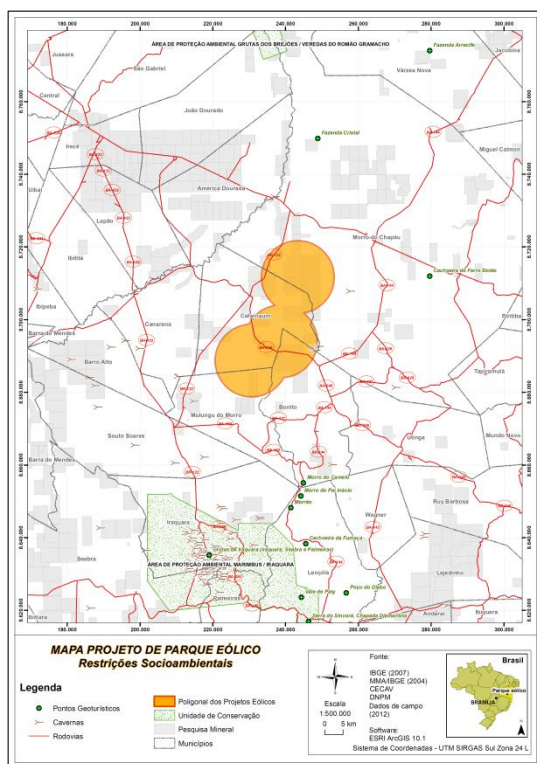


Figura 4: Mapa de Restrições Socioambientais Figura 5: Mapa Hipsométrico. Fonte: Autores (2012)

Desse modo percebe-se que a execução de serviços de sondagem são necessários para a elaboração do projeto básico de localização dos aerogeradores e definição do local do canteiro de obras e vias de acesso. Além disso, torna-se viável a possibilidade de redução de custos e a identificação dos possíveis impactos e conflitos socioambientais. Ainda nesta fase, geralmente observa-se o aumento do conhecimento científico (estudos socioambientais), perda da área vegetada e da biodiversidade associada (instalação da torre anemométrica), valorização de imóveis do entorno do empreendimento (expectativa das comunidades na área de influência do empreendimento) e arrendamento/aquisição de áreas da população.

4. Conclusões

Diante da percepção dos impactos e conflitos ambientais, mas utilizando as técnicas do geoprocessamento com base para os estudos de viabilidade de implantação e operação do projeto em questão, é possível notar que o uso da energia eólica na Bahia pode contribuir para sustentabilidade socioambiental, na busca de soluções eficientes e ecologicamente corretas para o suprimento energético, podendo minimizar alguns dos conflitos ambientais, com aqueles associados à instalação de grandes usinas hidrelétricas e nucleares. A viabilidade técnica e econômica da energia eólica está associada ao custo, onde nota-se a queda nos preços dos aerogeradores, o baixo custo de manutenção, dentre outros fatores, mas também pelo avanço dos recursos tecnológicos, que melhoraram suas características operacionais tornando-a mais competitiva com outras fontes de geração de energia, como a biomassa e as pequenas centrais hidrelétricas – PCH.

Com o um planejamento adequado e a utilização de algumas técnicas de geoprocessamento é possível minimizar ou mitigar os impactos adversos com planos, programas e projetos socioambientais de monitoramento, como, por exemplo, verificar se os níveis de ruído dos emitidos atendem as suas especificações técnicas (mapa de ruído); realização de oficinas para as comunidades da área de influência pelo órgão ambiental para melhor entendimento do empreendimento (mapa de localização e estimativa de produção energética); apresentar no requerimento de licença de implantação o plano de controle de processos erosivos e posteriormente sua execução (mapa de geomorfológico); apresentar projeto paisagístico para usina de concretagem e canteiro de obras (mapa de infraestrutura do parque); apresentar no requerimento da licença de implantação plano de recuperação e/ou preservação de nascentes considerando aquelas mapeadas na fase do diagnóstico inicial, e após apreciação da equipe técnica do órgão ambiental responsável; programa de educação ambiental; programa de incentivo ao turismo; incentivo do governo as energias alternativas; programa de monitoramento de animais voadores (avifauna e quirópteros) e programa de capacitação de mão de obra para operação do parque.

A pesquisa apresentada poderá ser aplicada em outras análises de viabilidade ambiental, técnica e econômica. Para isso, vale salientar que será necessário organizar os dados em ambiente SIG, analisa-los e processa-los com uma base cartográfica confiável, com escala compatível, referenciada e atualizada.

Referências

ACSELRAD, H. **Conflitos ambientais no Brasil**, Rio de Janeiro, Relume-Dumará, 2004.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/GeracaoTipoFase.asp?tipo=7&fase=1>. Acesso em 12 de agosto de 2010.

CENTRO BRASILEIRO DE ENERGIA EÓLICA - CBEE. **Panorama da Energia Eólica**. Disponível em: www.eolica.org.br. Acesso em: 10 de agosto de 2010.

CENTO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO DE SALVO BRITO - CRESESB. Coletânea de Artigos: Eólica. Disponível em: www.cresesb.cepel.br/index.php?link=/tutorial/tutorial_eolica.htm. Acesso em: 10 de agosto de 2010.

COELBA. Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia. **Atlas do Potencial Eólico do Estado da Bahia (2002)**. Disponível em <www.coelba.com.br>. Acesso em: 01 de Agosto de 2010.

DUTRA, Marques Ricardo. **Viabilidade técnico-econômica da energia eólica face ao novo marco regulatório do setor elétrico brasileiro**. (TESE MESTRADO). Rio de Janeiro, RJ. 2001.

_____. **Propostas de Políticas Específicas para Energia Eólica no Brasil após a Primeira Fase do PROINFA**. (TESE DOUTORADO). Rio de Janeiro. 2007.

HÉMERY, D.; BEBIER, J. C.; DELÉAGE, J. **Uma História da Energia**. Brasília. Editora Universidade de Brasília. 1993.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE; @Cidades. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/cidadesat/historicos_cidades/historico_conteudo.php?codmun=290520. Acesso em: 10 de Agosto de 2012.

MENKES, M.; **Eficiência Energética, Políticas Públicas e Sustentabilidade**. Tese de doutorado, Universidade de Brasília - Centro de Desenvolvimento Sustentável; Brasília, 2004.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA - MME, 2001, **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**. Brasília 2001. Disponível em: www.mme.gov.br, Consulta em 08 de Agosto de 2010.

PROGRAMA DE INCENTIVO ÀS FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA ELÉTRICA - PROINFA, – **Lei nº 10.438, de 22 de Abril de 2002, revista pela Lei nº 10.762, de 11 de novembro de 2003**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2002/L10438.htm. Consulta em 08 de Agosto de 2010.

Secretaria de Comunicação Social (SECOM). Disponível em: <http://www.comunicacao.ba.gov.br/noticias/2012/07/09/inaugurado-na-bahia-o-maior-complexo-eolico-da-america-latina> Acesso em 20 de Set de 2012.

SILVA, N. F. **Fontes de Energia Renováveis Complementares na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: O Caso da Energia Eólica**. Rio de Janeiro. 2006. 263 p. (COPPE/UFRJ, D.Sc., Planejamento Energético, 2006). Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

SÁNCHEZ, L. H.; **Avaliação de Impacto Ambiental** - Conceitos e métodos, Oficina de textos, São Paulo, 2006.