

IDENTIFICAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NA INSTALAÇÃO DE UM PARQUE EÓLICO

Identification of environmental impacts on the installation of a wind farm

*Rafael Fonseca da Costa*¹
*Fábio Fonseca Figueiredo*²

Recibido: octubre, 2018 // Aceptado: marzo 2019

RESUMO

Este artigo analisa os aspectos e impactos ambientais na instalação de parques eólicos localizados no Rio Grande do Norte, Brasil. É parte de uma pesquisa de mestrado, em conclusão. Os resultados resumem parte de um diagnóstico ambiental e avaliação dos aspectos e impactos ambientais, realizado na fase de instalação dos empreendimentos eólicos, como condicionante para o licenciamento ambiental. Por meio de um instrumento técnico básico para identificação e análise de aspectos e impactos ambientais, Listagem Controle, observou-se os principais aspectos e impactos presentes na instalação do parque em questão. Também uma comparação entre os principais aspectos e impactos na instalação de uma hidrelétrica, termelétrica e eólica apresentando os principais impactos inerentes a instalação dos empreendimentos.

Palavras-chave: Análise. Energia Eólica, Aspecto Ambiental, Impacto Ambiental

¹ Tecnólogo em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Especialista em Análise Ambiental, pela UniFacex, mestrando do Programa de Pós-graduação em Estudos Urbanos e Regionais e membro da base de pesquisa Socioeconomia do Meio Ambiente e Política Ambiental, promovidos pelo Departamento de Políticas Públicas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/Brasil. Linha de pesquisa: Estado e políticas públicas; questões ambientais com enfoque nas energias renováveis. Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, CEP: 59072-970, Natal/RN-Brasil. Telefone: 00 55 84 98147 4624. Correio eletrônico: rafaelfonsecadacosta@hotmail.com. O artigo é parte de uma investigação do aut em sua pesquisa de mestrado

² Economista pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), com doutorado em Geografia Humana pela Universidad de Barcelona, Espanha. Professor do Departamento de Políticas Públicas e do Programa de Pós-graduação em Estudos Urbanos e Regionais da UFRN. Coordenador do grupo de pesquisa Socioeconomia do Meio Ambiente e Política Ambiental (SEMAPA). Endereço: Av. Senador Salgado Filho, 3000, Lagoa Nova, CEP: 59072-970, Natal/RN-Brasil. Telefone: 00 55 84 99612 3370. Correio eletrônico: ffabiof@yahoo.com

ABSTRACT

This article analyzes the environmental aspects and impacts in the installation of wind farms located in Rio Grande do Norte, Brazil. It is part of a master's research in conclusion. Summarize the results of an environmental assessment and evaluation of environmental aspects and impacts, performed during installation of wind farms, as a condition for environmental licensing. Through a basic technical tool for identification and analysis of environmental aspects and impacts, Listing Control, there was the main aspects and presents impacts on park facility. Also a comparison between the main aspects and impacts of installing a hydroelectric, thermal and wind presenting the main impacts inherent in the installation of enterprises.

Key words: Analysis. Wind Energy, Environmental aspect, Environmental Impact

I. INTRODUÇÃO

O uso de combustíveis fósseis é o fator que mais tem contribuído para a promoção das mudanças climáticas através da produção de gases de efeito estufa (Gee). Isso ocorre porque 40% da população mundial dependem da energia gerada pela queima da biomassa tradicional (madeira, carvão vegetal e esterco). Além disso, 7% da população mundial são responsáveis pela metade dessas emissões. Nesse panorama, a principal estratégia global para a mitigação desses efeitos tem sido a utilização das energias renováveis ou alternativas. (Veiga *et al.*, 2012).

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, na sigla em inglês) — uma coalizão de cientistas sob a bandeira das Nações Unidas —, a relação do aquecimento global com a energia ocorre quando se queima carvão, petróleo e gás natural, derrubam-se e queimam-se florestas. Isso gera, como produto final, o gás carbônico (CO₂). Podemos encontrar gás carbônico abundantemente no planeta. É ele que, conjuntamente com outros gases (dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, vapores de água e ozônio), ajuda a manter um cobertor que impede que os raios solares chegados ao planeta retornem completamente ao espaço, mantendo, assim, a terra aquecida e própria à vida. (Faris, 2009; Nobre, 2012).

O excesso de gás carbônico e daqueles gases provoca o efeito contrário à promoção da vida. Desde a primeira Revolução Industrial, continuamente despejamos toneladas desse gás na atmosfera, provenientes de nossos automóveis, fábricas, usinas de energia, desmatamento de nossas florestas e queimadas. Formou-se, assim, uma segunda camada de

gás, que já elevou a temperatura da terra em torno de 0,5°C desde o início do século passado. A temperatura média global à superfície subiu quase 0,8°C nos últimos 120 anos e pode aumentar de 1,8°C a 5,8°C até o final deste século. Uma aceleração de quase 0,2°C por década. (Faris, 2009; Nobre, 2012; IPCC, 2013).

A elevação repentina da temperatura tem causado mais que dias quentes e um desequilíbrio geral nos sistemas naturais e a destruição dos ecossistemas, que não conseguem se adaptar às mudanças. Em algumas regiões do globo, as secas tomam proporções gigantescas e geram perdas astronômicas de safras; em outras, as inundações são a causa dos danos nas cidades costeiras e ribeirinhas. Desastres naturais, furacões, ciclones, secas e incêndios são cada vez mais frequentes. O derretimento das geleiras elevou o nível do mar em 20 centímetros na média global durante o Século XX e tem contribuído com o aquecimento geral, pois contém quantidades elevadas de CO₂. As secas provocam disputas por água, aumento do nível do mar, migração de povos, etc. (Faris, 2009; Nobre, 2012).

Tais cenários já se encaminham para situações irreversíveis e necessitam de ações urgentes para amenizar seus efeitos. Uma das ações é a busca cada vez intensa por fontes renováveis de produção energética viável, de excelente produção, abundância e baixos impactos sobre o meio ambiente, tornando a dependência dos combustíveis não renováveis não mais necessárias.

Além do seu impacto ambiental, através da emissão de GEE e consequentemente do aquecimento global, o uso de fontes não renováveis também cria dependência delas, em particular do petróleo. Os maiores produtores se encontram em regiões conflituosas, como o Oriente Médio, estando o fornecimento sujeito, portanto, as oscilações de mercado. Não é a probabilidade de uma escassez dessa fonte que assusta os governos, tendo em vista o descobrimento de novas áreas abundantes, como o pré-sal brasileiro, mas a conflituosa relação de tensão entre os países orientais.

Nesse contexto, uma das saídas para a crise energética, ambiental e socioeconômica mundial tem sido os investimentos em políticas públicas de incentivo a fontes de energia renovável ou alternativa, incrementando a diversificação da matriz energética mundial, com a inclusão das energias renováveis. Desse modo, começaram os esforços em desenvolvimento e produção de outras fontes de energia não poluentes, sustentáveis a curto, médio e longo prazo, e que preservem o meio ambiente. Inicialmente de

alto valor econômico na sua produção, as energias renováveis hoje se mostram viáveis e competitivas devido aos incentivos dos governos através das políticas públicas.

Uma das alternativas em destaque e rápido crescimento nos últimos anos é a produção da energia eólica, que capta a energia cinética contida em massas de ar em movimento convertendo-a em energia cinética de rotação, através de turbinas eólicas, denominadas aerogeradores (Veiga *et al.*, 2012).

II. A PRODUÇÃO EÓLICA BRASILEIRA

Apesar do grande interesse mundial pela energia eólica, de um imenso potencial proveniente de boas condições naturais e da disposição de promover a inserção da energia eólica na matriz energética do país, infelizmente o Brasil ainda segue direcionando os maiores investimentos para a produção de petróleo e para a produção hidroelétrica, como informado pelo Greenpeace (2013, p. 6). Apesar de seu tamanho e de seu potencial eólico, que já está totalmente mapeado, o país é retardatário na área e não possui nenhuma contribuição significativa em matéria de pesquisa e inovação tecnológica no setor.

A diversificação na matriz energética nacional através da produção de energias renováveis torna-se contraditória com a decisão do governo de investir vultosos recursos na exploração de petróleo no pré-sal, continuar usando usinas termoelétricas e insistir na predominância das hidroelétricas, principalmente na equivocada aposta na Bacia Amazônica, onde grandes projetos abrem questões socioambientais graves, como a degradação ambiental e a ameaça ao modo de vida tradicional dos povos da floresta, além de questões técnicas de difícil solução (Greenpeace, 2013).

Segundo o Greenpeace (2013, p. 8), as fontes de energias limpas e sustentáveis têm um papel importante, além da função de complementar a matriz energética brasileira:

As fontes renováveis são uma alternativa de longo prazo para substituir os combustíveis fósseis e reduzir a dependência de usinas de grande porte, geralmente muito distantes do centro consumidor. Essas novas tecnologias tornam o sistema elétrico flexível, abastecido por diferentes fontes, tanto constante quanto intermitentes. Para tornar esse cenário realidade são necessários

investimentos em infraestrutura, redes inteligentes, tecnologias de armazenamento e eficiência energética. Mas, acima de tudo, é preciso que exista planejamento público com visão de futuro e comprometimento ambiental, que considere e viabilize essas novas e promissoras fontes de energia (Greenpeace, 2013, p. 8).

Com o país entrando no seleto grupo dos países produtores e investidores de energias limpas e sustentáveis, o governo brasileiro criou o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), estabelecido pela Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, para incentivar a utilização de outras fontes renováveis além da hídrica, como eólica, solar, biomassa e Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's).

Em função dos atrasos nos prazos de entrega dos primeiros parques eólicos e das constantes prorrogações causadas pelo índice de nacionalização proposto, uma vez que havia apenas um fabricante do setor instalado no Brasil, o Proinfa foi substituído pelos leilões de energia realizados pela Câmara de Comércio de Energia Elétrica (CCEE), realizados em Ambiente de Contratação Regulada (ACR). Nesses leilões, concessionárias, permissionárias e autorizadas de serviço público de distribuição de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN) garantem o atendimento à totalidade de seu mercado. O leilão que define as empresas vencedoras é realizado com base num sistema denominado “*cap price*”. O preço-teto é fornecido pelo Governo e os interessados dão lances abaixo daquele preço. Vence o menor lance. Os leilões podem ser de diferentes formatos (Ver anexo I) (CCEE, 2014).

Desde a criação do Proinfa e sua substituição por leilões de energia, a produção de energia eólica no Brasil cresceu de forma significativa (Tabela 3), como resultado dos 254 projetos instalados de usinas eólicas e com uma capacidade de construção de 10,58 gigawatts (GW) a mais do que é produzido atualmente (Abeeólica, 2015).

Tabela1: Produção de energia eólica do Brasil por ano, 2001-20145*, em megawatt (MW)

<i>Ano</i>	<i>Produção de Energia Eólica</i>
2001	16,26 MW
2002	3 MW
2003	4,8 MW

2004	1,8 MW
2005	0
2006	208,3 MW
2007	10,2 MW
2008	94 MW
2009	261,4 MW
2010	326,6 MW
2011	371,7 MW
2012	1970,2 MW
2013	1577 MW
2014	814,74 MW
2015*	5,9 GW

Fonte: Global energy wind council, 2013; abeeólica, 2014; aneel, 2015

*Esse valor foi calculado até o mês de abril de 2015

Esses valores podem se alterar rapidamente em função dos novos parques em construção. Há uma previsão de acréscimo de 10,27 GW para os próximos três anos na capacidade de geração do país, referentes aos 429 empreendimentos em construção ou construção não iniciada, podendo atingir assim 16,8 GW nesse período, ou 5,6 % do potencial total que o Brasil possui como mostra a Tabela abaixo.

Tabela 2: Total de empreendimentos em operação, construção e planejamento, e o potencial outorgado até dezembro de 2014

Empreendimento em Operação, Construção e Planejamento.			
Tipo	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	%
EOL Operação	261	5.819.901	36,08
EOL Construção	119	3.128.170	19,37
EOL Construção não iniciada	310	7.157.504	44,40
Total	690	16.105.575	100

Fonte: Banco de Informação da Geração (BIG), 2015

Como já adiantado, a energia eólica pode ajudar o Brasil a diversificar a sua matriz energética, a aumentar a segurança energética, reduzir as emissões de gases de efeito estufa e a criar empregos.

Em função disso, o governo criou o Proinfa, em um momento crítico da produção e principalmente da distribuição de energia no Brasil. Em 2001, o país passou pela crise do “apagão” motivado pela desestatização parcial do setor elétrico, principalmente, por ter ocorrido em cerca de 70% da capacidade de distribuição, mas em apenas 30% na geração assim, o serviço de distribuição da energia gerada passou a ser realizada por empresas de energia privada, quanto que a geração em sua maior parte ainda era feita pelo governo. Os investidores privados, preocupados com incertezas regulatórias, mantiveram-se arredios a novos investimentos (Lucon; Goldemberg, 2007).

Uma crise energética em um país com cerca de 8,5 milhões de quilômetros quadrados, mais de 7 mil quilômetros de litoral e condições favoráveis de vento, possuindo um dos maiores e melhores potenciais energéticos do mundo, parece injustificável. Se, por um lado, as reservas de combustíveis fósseis são relativamente reduzidas, por outro, os potenciais hidráulicos, da irradiação solar, da biomassa e da força dos ventos são suficientemente abundantes para garantir a autossuficiência energética do país (Atlas de energia elétrica do Brasil, 2008).

Para Goldemberg e Moreira (2005: 217), a geração de energia no Brasil necessita ser aumentada a fim de disponibilizar energia para garantir maior desenvolvimento econômico e, assim, ter meios de melhorar as condições de vida da população.

III. POTENCIAL NORTE-RIOGRANDENSE DE GERAÇÃO EÓLICA

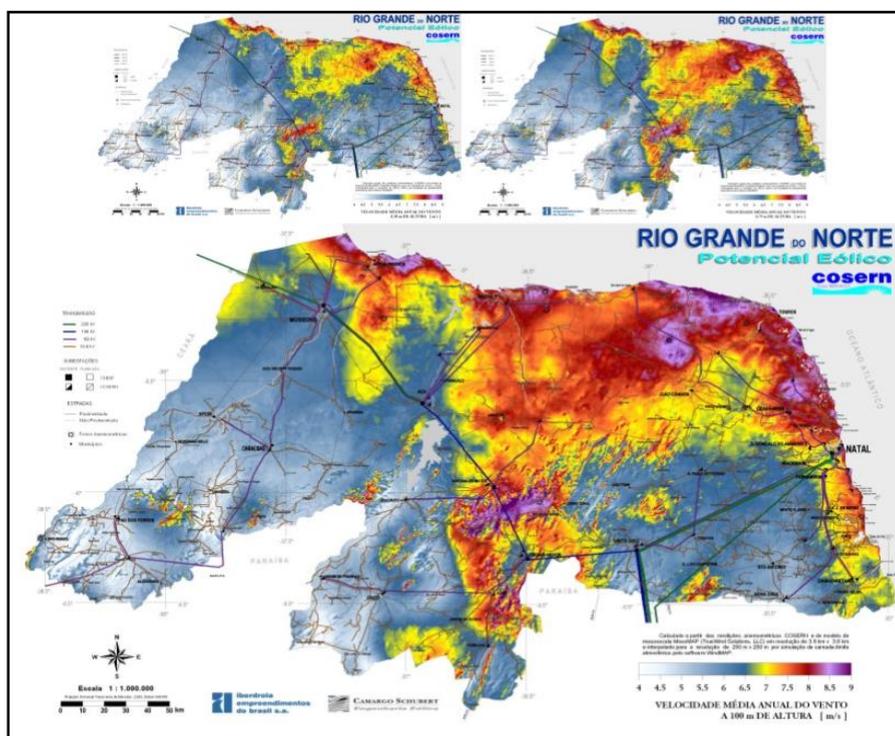
Segundo a Cosern (2003), o Rio Grande do Norte é um dos destaques em termos de produção de energia eólica entre os nove estados nordestinos, com um futuro muito promissor na geração a partir das forças dos ventos, sendo ainda caracterizado pelo Cerne (2014, p. 21), como:

[...] detentor de significativas reservas de petróleo e de enorme potencial eólico e solar, apesar de um consumo energético quase insignificante em termos de participação nacional, o Rio Grande do Norte desenvolveu ações concretas, empreendidas nos últimos 7 anos, envolvendo a racionalização dos procedimentos de interação com o setor; a organização da informação setorial; as

conquistas regulatórias; a mobilização de agentes econômicos e a integração dos órgãos governamentais envolvidos com tais empreendimentos.

É evidente a potencialidade norte-riograndense em energia eólica. Nos mapas apresentados abaixo, pode-se observar o potencial eólico potiguar em alturas de 50, 75 e 100 metros.

Figura 1: Mapa do potencial eólico em altura de 50, 75 e 100 metros



Fonte: Cosern, 2003

Observando os mapas acima, podemos concluir que quanto mais elevada for a altura, maior o potencial eólico nas áreas de maior incidência de ventos. Percebe-se também que as áreas de maior potencial eólico, representadas convencionalmente pelas cores vermelha e lilás, concentram-se em sua faixa costeira, nordeste e norte, e em sua faixa central, serras centrais, o que torna essas faixas um espaço geográfico

competitivo para os empreendedores voltados à implantação de aerogeradores (Cerne, 2014).

Atualmente, o estado conta com 73 parques em Operação, produzindo um total de 1,897 MW, 28 em construção, com um potencial a ser produzido de 7,94 MW, e 68 novos empreendimentos a serem instalados, com potencial de 2,339 MW. Tais parques instalados em espaços rurais geram uma mobilização da população local e uma dinâmica dividida em três etapas: a) empregos diretos, no período de implantação do empreendimento com maior contratação de mão de obra local (pedreiros, serventes, engenheiros, soldadores, vigilantes, técnicos e outros); b) empregos indiretos resultantes da dinamização econômica como prestação e ampliação de serviços na localidade urbana mais próxima, com dinamização da economia, principalmente, em serviços de hospedaria, restaurantes, mercearias, bares, lavanderias, barbearias, postos da gasolina, autopeças, oficinas etc.; c) além dessa dinâmica temporária, têm-se os benefícios permanentes para os donos das propriedades arrendadas, que usufruíram por 20 a 30 anos do arrendamento da terra.

A implantação de parques eólicos em propriedades de agricultores familiares pode lhes garantir renda durante um período bastante prolongado. Ou seja, suas terras passam a servir de base de sustentação física para captação de ventos, ou seja, para a geração de renda não agrícola.

Diferente de atividades de produção energética como a hidroelétrica e termoelétrica, que degradam uma área bastante significativa e implicam em deslocamentos de grandes contingentes populacionais, a energia eólica tem sua presença no território marcada principalmente pelo menor impacto sobre as estruturas locais. É também uma variante tecnológica que implica em menores prejuízos aos ecossistemas locais.

A implantação dos parques eólicos no estado criou certo *modus operandi* que difere de outras estruturas empreendedoras, pois a estrutura física local mantém-se (estrutura agrária) e os poderes municipais institucionalizados pouco mudam, não sendo preciso deslocar espacialmente nenhum ator social. A desterritorialização ocorre apenas no âmbito simbólico do poder, onde haverá um mínimo compartilhamento deste sobre um mesmo território, já que os empreendedores, em sua grande maioria, não se tornam donos efetivos das terras dos parques, mas apenas arrendatários das propriedades onde instalam seus empreendimentos eólicos.

Já quando instalados no interior de um Projeto de Assentamento Rural (PAR), os interesses e os conflitos em torno do poder tornam-se mais complexos, pois a teia de envolvidos amplia-se para outros atores, tais como o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), os assentados, os poderes legislativos (municipal, estadual e federal), os empreendedores, fiscais ambientais e outros, como é o caso do parque eólico de Rio do Fogo, instalado em um PAR.

IV. A GERAÇÃO DE ENERGIA EÓLICA NO RIO GRANDE DO NORTE

O Rio Grande do Norte, assim como outros estados do Nordeste brasileiro, faz parte do seletor grupo de estados produtores de energias renováveis, sendo produtor de energia eólica, e, em breve, de energia solar. Devido à sua localização geográfica, o estado dispõe de um potencial energético de alto nível.

O primeiro Parque Eólico do Estado do Rio Grande do Norte, feito como teste, foi o do município de Macau, de propriedade da Petrobrás, na Mesorregião Central Potiguar, inaugurado em 2004, com geração de 1,8 (MW). O segundo, já diretamente montado para produção e consumo, foi instalado em julho de 2006, no município de Rio do Fogo, na Mesorregião Leste Potiguar. O terceiro foi o Parque Alegria I, no município de Guamaré, inaugurado em 24 de fevereiro de 2010, com produção de 561,1 (MW). O quarto foi o Alegria II, no município de Guamaré, com produção de 66,1 MW (MW). Até o ano de 2014, 51 parques eólicos já haviam entrado em operação e 47 estavam em instalação, em um total de 98 parques eólicos, movimentando mais de 15 bilhões de reais, segundo o ex-coordenador desenvolvimento energético do Rio Grande do Norte em 2014, José Mario Gurgel.

Os principais municípios com parques instalados e em construção no Rio Grande do Norte são: João Câmara, Parazinho, Pedra Grande, São Miguel do Gostoso, Rio do Fogo, Jandaíra, Bodó, Guamaré, Serra do Mel, Areia Branca, Ceará-Mirim, São Bento do Norte, Touros, Lagoa Nova, Caiçara do Norte, Maxaranguape, Macau, Galinhos, Tibau, São Vicente, Tenente Laurentino Cruz e Brejinho. Pode-se afirmar, através dos estudos ambientais, que os principais impactos positivos e negativos da instalação afetam a todos.

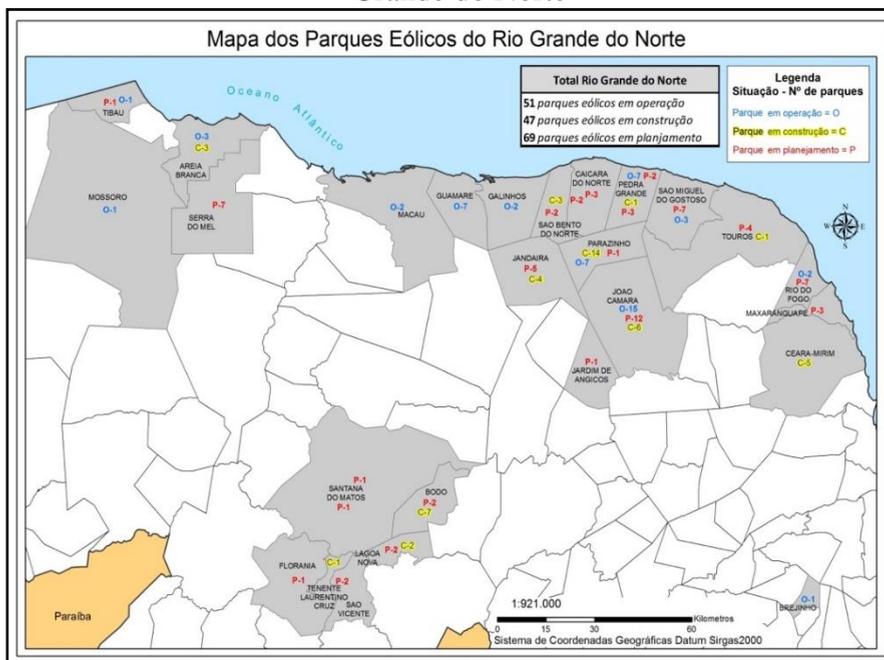
Tabela 3: Quantidade de empreendimentos eólicos por município produtor em operação, construção e construção não iniciada

Municípios	Operação	Construção	Construção não iniciada
João Câmara	19	2	12
Parazinho	17	4	1
Pedra Grande	8	-	3
São Miguel do Gostoso	3	2	6
Rio do Fogo	2	-	7
Jandaíra	-	4	5
Bodó	-	7	2
Guamaré	8	-	-
Serra do Mel	-	-	7
Areia Branca	6	-	-
Ceará-Mirim	-	5	-
São Bento do Norte	3	-	2
Touros	-	1	4
Lagoa Nova	-	2	2
Caiçara do Norte	-	-	3
Maxaranguape	-	-	3
Macau	2	-	-
Galinhos	2	-	-
Tibau	1	-	2
Caiçara do Norte/São Bento do Norte	-	-	1
Pedra Grande/São Bento do Norte	-	-	2
São Vicente/Tenente Laurentino Cruz	-	-	2
Tenente Laurentino Cruz	-	1	-
Brejinho	1	-	-
Mossoró	1	-	-
Santana do Matos	-	-	1
Florânia/Tenente Laurentino Cruz	-	-	1
Jardim de Angicos	-	-	1
Florânia/Santana do Matos	-	-	1
Total	73	28	68

Fonte: Banco de Informação da Geração (BIG), 2015. Dados organizados pelo autor

Como observado na Figura 2 e na Tabela 3, o município que apresenta o maior número de parques em operação é o município de João Câmara (19), seguido dos municípios de Parazinho (17), Pedra Grande (8) e Guamaré (8). Os municípios com o menor número de parques são: São Miguel do Gostoso e São Bento do Norte com 3 parques; Rio do Fogo, Macau e Galinhos com 2 parques; Brejinho, Tibau e Mossoró com 1 parque cada.

Figura 2: Mapa com municípios produtores de energia eólica no Rio Grande do Norte



Fonte: Banco de Informação da Geração (BIG), 2014. Dados organizados pelo autor

Frente a esse potencial promissor, o discurso dos governos estadual e nacional nos últimos anos foi voltado para a implantação de novos parques no Polo Costa Branca do estado. Essa região concentra os maiores índices de incidência de ventos e parques instalados e em implantação. O discurso dos governos prioriza assim essa região norte do estado e reforça a política de geração de emprego e renda, de desenvolvimento econômico para os municípios produtores e de minimização do impacto ambiental, que é de média a baixa magnitude, por ser uma energia limpa, livre da produção de gás carbônico. No entanto, para alguns estudiosos, a

implantação dos parques eólicos não passa de uma desigualdade (Silva, 2013).

A produção de energia eólica significa o avanço de uma energia renovável e cara, que requer maiores reinvestimentos de capital, geração de mercados complementares de energia, mudanças territoriais e superação de entraves jurídicos. As consequências sociais, ainda pouco explicadas para o RN, envolvem a discussão do intensivo capital que requerem os parques eólicos para a produção de energia, e os acordos, nem sempre claros, entre comunidade e empresa.

Energia eólica no RN implica em trabalho especializado, mas sazonal e orientado pela implantação ou manutenção do “sistema”. É uma produção energética que implica em terras baratas e fáceis de manter. Intervenções no meio-ambiente, ativo social produtivo apenas quando associado à qualidade dos ventos que movem as gigantescas hélices e mudam a paisagem de parte do litoral potiguar (Silva, 2013, p. 1).

Além das questões socioeconômicas, segundo o Atlas de Energia Elétrica do Brasil (2005), as principais questões ambientais devido à geração de energia eólica estão relacionadas aos ruídos, ao impacto visual e ao impacto sobre a avifauna (aves e morcegos). Em comparação aos impactos ambientais decorrentes da geração de energia através de outras fontes convencionais, estes são inexpressivos. Com relação à emissão sonora de uma central geradora eólica em operação, o desenvolvimento tecnológico nos últimos anos, juntamente com as novas exigências de um mercado crescente e promissor, promoveram um avanço significativo, acarretando em expressiva diminuição dos níveis de ruído produzido pelos aerogeradores. Ressalta-se ainda que, os mesmos não são danosos ao homem e aos animais, sob o ponto de vista fisiológico, já que não são prejudiciais ao sistema auditivo e tampouco interferem nas atividades diárias dos receptores, não diferindo de outros sons comuns.

V. METODOLOGIA APLICADA À IDENTIFICAÇÃO DOS ASPECTOS E IMPACTOS

A metodologia empregada foi desenvolvida na busca da melhor forma de identificação de impactos decorrentes da atividade de

implantação do empreendimento, considerando sempre a relação causa/efeito. A partir da discussão interdisciplinar das ações do empreendimento e do diagnóstico ambiental, assim como das áreas de influência, estabeleceu-se a metodologia para identificação e classificação dos impactos, utilizando-se como instrumento técnico básico a *Listagem Controle*.

Conceito de aspectos e Impactos ambientais

São considerados impactos todos os elementos das atividades, produtos ou serviços de uma organização que podem interagir com o meio ambiente. (Associação brasileira de normas técnicas, norma brasileira 14001:2004).

Júnior (1989), enfatiza que aspecto ambiental significa um potencial impacto ambiental, como por exemplo, a emissão de poluentes abaixo dos limites da legislação dentre outros. Já o impacto ambiental é quando esse ultrapassa os limites legais de emissão.

Segundo a ISO 14001 (2004), os impactos podem ser definidos como, adversos ou benéficos (grifo nosso).

Aspectos e impactos identificados na área de instalação de um parque eólico

Prevê-se que a expansão e a diversificação do setor energético venham a promover transformações não apenas na esfera ambiental, mas também nos terrenos econômico e social, tanto em escala global, regional como local.

Para Cureau (2009), os empreendimentos desse setor, geralmente construídos em regiões rurais, têm ocasionado impactos não apenas no ambiente natural, que é visivelmente mais afetado, mas também no ambiente social. Ocorrem transformações bruscas e desestruturantes na vida da população local, seja pelos impactos negativos decorrentes de interações com recursos naturais, ameaçados por esses empreendimentos, seja pelas ações impactantes de tais obras. Esses impactos, a depender do modo de vida local, em especial das comunidades tradicionais, como sobre o ambiente cultural, são mais ou menos significativos.

Cureau (2009), alerta que o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto do Meio Ambiente (EIA/RIMA), exigido

previamente das empresas para o licenciamento ambiental, previsto pela Lei nº 6.938/81 (Lei da Política Nacional do Meio Ambiente), não são satisfatórios. Muitas vezes apresentam incompletudes e omissão quanto aos reais impactos socioculturais que poderão apresentar na comunidade afetada, minimizando-os. Isso ocorre em razão de que é o próprio empreendedor o financiador do estudo e também pela fragilidade ou cumplicidade dos órgãos ambientais na fiscalização das obras.

Assim, os reais impactos ambientais e socioeconômicos que o empreendimento pode causar na região de interferência não são informados de forma clara à comunidade afetada, causando transtornos e insatisfação na população, que só percebe a realidade depois dos empreendimentos instalados.

Impactos ambientais na implantação e operação de uma usina hidrelétrica, térmica e eólica

Fazendo uma comparação dos impactos identificados na implantação e operação de parques de energia eólica com fontes energéticas de grande potencial de produção – como a fonte de maior participação na matriz energética, a hídrica, e a fonte utilizada nos períodos de crise hídrica, a termoelétrica –, evidentemente comprovam-se as vantagens da produção da energia eólica e os motivos para incentivar cada vez mais essa produção.

Fazendo uma comparação dos impactos identificados na implantação e operação de parques de energia eólica com fontes energéticas de grande potencial de produção – como a fonte de maior participação na matriz energética, a hídrica, e a fonte utilizada nos períodos de crise hídrica, a termoelétrica –, evidentemente comprovam-se as vantagens da produção da energia eólica e os motivos para incentivar cada vez mais essa produção. No entanto, esses efeitos não podem ser desconsiderados.

Em um estudo realizado por Costa (2014), intitulado “Identificação dos aspectos e impactos ambientais na implantação de um parque eólico no município de Pedra Grande/RN”, foram diagnosticados os possíveis impactos, apresentados, de forma geral, no meio físico, biológico e socioeconômico. Os impactos que podem ocorrer na implantação de um parque são, segundo o estudo: degradação da área afetada, degradação do solo e do subsolo, poluição atmosférica, supressão da vegetação,

afugentamento da fauna local, emissão de ruídos, impacto visual e interferências locais, dentre outros, que são comuns no período de implantação. Na fase de operação, os principais impactos apresentados podem ser listados e identificados como aqueles sobre as aves migratórias, de rapina e morcegos, além do impacto visual e dos ruídos.

A Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA) é um dos requisitos exigidos em um estudo ambiental, principalmente quando este é destinado a um empreendimento de grande porte, como uma usina termelétrica, hidroelétrica ou eólica. Para realizar tal avaliação, existem diversos métodos, mas em nenhum há completude para avaliar todos os fatores envolvidos. Com isso, diferentes métodos utilizados podem ser readequados ou combinados para atender à avaliação de impactos, especificamente no caso de um grande empreendimento, podendo existir alguma divergência ou omissão na avaliação dos impactos (Guerra; Carvalho, 1995).

A avaliação deve identificar os reais impactos negativos e positivos que o empreendimento pode vir a causar no meio físico (geologia/geomorfologia, hidrologia/hidrogeologia e clima), no meio biológico (fauna e flora) e no meio socioeconômico (dinâmica populacional, alteração da organização espacial da região, degradação urbana e rural e patrimônio cultural) da região afetada (Ibid., 1995).

Gerra *et al* (1995) avaliaram os impactos ambientais na implantação e operação de fontes de geração hídrica e termelétrica, podendo-se constatar impactos significativos. Comparando-os com os impactos mais importantes identificados por Costa (2014) na implantação e operação de um parque eólico, encontramos os seguintes resultados, apresentados no quadro abaixo:

Tabela 4: Principais impactos identificados na fase de implantação de uma hidroelétrica, uma termoelétrica ou uma eólica

IMPACTOS IDENTIFICADOS NA FASE DE IMPLANTAÇÃO			
FONTE ENERGÉTICA			
IMPACTOS	HIDRELÉTRICA (UHE)	TERMELÉTRICA (UTE)	EÓLICA (EOL)
		Erosão/Assoreamento	Erosão/Assoreamento

Ruídos	Ruídos	Ruídos
Efeitos visuais	Efeitos visuais	Efeitos visuais
Inundação	Movimentos populacionais	Materiais particulados Interferências locais
Emissão de metano (CH ₄)		
Recursos minerais		
Alteração dos recursos hídricos		
Movimentos populacionais		

Fonte: Guerra; Carvalho, 1995; Costa, 2014. Adaptado pelo autor

Com relação aos impactos na fase de implantação, dentre os três tipos de tecnologia para geração de energia, a hidrelétrica é a fonte que causa os impactos mais significativos. Os impactos mais significativos são a alteração dos cursos hídricos, a grande inundação, o grande prejuízo à fauna e à flora e os movimentos populacionais, que podem causar graves dificuldades aos habitantes da área afetada, extrapolando a simples noção de sobrevivência e chegando a exercer impactos de caráter psicossocial.

Em seguida, numa escala de impactos negativos, vem a termoelétrica, que tem como maior impacto as emissões de gases, com geração de particulados, e os movimentos populacionais, devidos aos riscos de vazamento de oleodutos, assim como doenças respiratórias e dermatológicas decorrentes. Isso além da utilização da área necessária ao plantio da biomassa usada na produção de energia e dos efeitos visuais.

Já a fonte eólica apresenta como impactos mais significativos o efeito visual, a geração de materiais particulados e as interferências sobre a população da cidade. Esses impactos são mais perceptíveis em função da supressão da vegetação para a abertura de vias de acesso para a construção dos aerogeradores e instalação do maquinário.

Esses impactos causados pelas três fontes podem ser minimizados, no entanto, com programas de controle ambiental e social. São claramente perceptíveis as vantagens da utilização da fonte eólica, que pode ter o projeto facilmente redefinido – diferentemente de uma grande obra de construção civil de uma hidroeelétrica. A planta de uma usina eólica pode ser rapidamente redefinida a fim de não interferir em Áreas de Preservação Permanente (APP), Áreas de Proteção Ambiental (APA) e em

comunidades e habitações, por exemplo, evitando assim a movimentação de populações. (Guerra; Carvalho, 1995; Costa, 2014).

Tabela 5: Principais impactos identificados na fase de operação de uma hidrelétrica, termelétrica e eólica

IMPACTOS IDENTIFICADOS NA FASE DE OPERAÇÃO				
	HIDRELÉTRICA (UHE)	TERMELÉTRICA (UTE)	EÓLICA (EOL)	
IMPACTOS SIGNIFICATIVOS	Erosão/Assoreamento	Erosão/Assoreamento	Acidentes com aves migratórias e de rapina	
	Recursos minerais	Recursos minerais	Efeitos visuais	
	Alteração dos recursos hídricos	Ruídos	Ruídos	
	Inundação	Alteração dos recursos hídricos Emissão de CO2 Emissão de Metano (CH4) Emissão Outros Materiais particulados Efeitos visuais Movimentos populacionais		

Fonte: Guerra; Carvalho, 1995; Costa, 2014. Adaptado pelo autor

Na fase de operação, muitos dos impactos inicialmente presentes na fase de implantação já tiveram seus efeitos minimizados, mitigados ou intensificados (no caso das térmicas) pela operação das usinas.

Na operação, a fonte hidrelétrica tem como impacto mais significativo a erosão/assoreamento de cursos de água, que provoca fortes transformações na bacia hidrográfica, na qualidade da água, além de efeitos sobre microclima, sobre o meio biológico e o socioeconômico.

A fonte termelétrica, por sua vez, por usar combustíveis fósseis, é a fonte que gera impactos ambientais bastante significativos na operação, contribuindo mais diretamente para a elevação da temperatura global e consequentemente com as mudanças climáticas que os gases de efeito estufa provocam. Provoca também alteração na qualidade dos recursos

hídricos, devida à emissão de efluentes líquidos, e a redução da disponibilidade de água, promovida pela sua utilização para o resfriamento do sistema de geração de energia.

Já a fonte eólica tem como maiores impactos nessa fase o efeito visual que as torres eólicas ou aerogeradores provocam na paisagem natural, o que é subjetivo, pois depende da visão do observador. Outro impacto bastante discutido é a presença de ruídos, mas que podem ser controlados pela escolha do tipo de tecnologia empregada no aerogerador e a frequente manutenção, assim como o distanciamento do parque de habitações e comunidades. Como último fator, e mais debatido, são os choques de aves e morcegos contra as pás dos aerogeradores que, em alguns casos, se encontram em rotas migratórias. Esse impacto também pode ser mitigado com a escolha da tecnologia empregada no aerogerador, a sinalização das pás ou o estudo das rotas de aves e morcegos na área de implantação da usina, facilitando, desse modo, o planejamento da planta de geração e sua possível alteração (Guerra; Carvalho, 1995; Costa, 2014; Aldabó, 2002).

Observa-se, portanto, que os impactos gerados pela implantação dos parques eólicos são diferentes nas duas fases, sendo a fase de implantação a de maior quantidade e intensidade de impactos, tanto positivos, quanto negativos. Há impactos também da indústria eólica, com a fabricação de torres de concreto e das pás que formam parte dos aerogeradores, mas não trataremos desses impactos neste trabalho.

Através da observação em campo, os aspectos e impactos foram identificados e caracterizados em relação aos meios físico, biótico e socioeconômico. Esta ação permitiu a seleção dos fenômenos ou das situações possíveis de alteração (variáveis ou fatores ambientais), a partir da instalação do Parque Eólico, até a operação do mesmo. A lista decorrente dessa seleção são apresentadas no quadro 1, para cujo entendimento é importante considerar, ainda que de modo geral, quando ocorrem impactos ambientais sobre um determinado fator, raramente eles se restringem a esse fator, ocorrendo usualmente, tanto efeitos sinérgicos sobre os outros, como cumulativos.

Tabela 6: Listagem controle dos impactos ambientais nos meios e sua atuação em na fase de instalação do empreendimento

IMPACTOS	CAUSA/EFEITO
1 Degradação da área Afetada	Processo de desmatamento, de topografia, e de terraplenagem provocando perda de habitat, soterramento de vegetação, afugentamento de fauna, impermeabilização e compactação do solo, alteração da paisagem, interferência em sítios arqueológicos e área de preservação ambiental.
2 Degradação do solo e subsolo	Impactos resultantes, sobretudo de obras civis (ex. fundações, escavações, áreas de empréstimo e bota-fora; terraplanagem e construção de estradas e acessos), erosões em áreas desmatadas, mau gerenciamento de entulhos e resíduos sólidos. Contaminação do solo por resíduos oleosos e graxos em caso de manutenção inadequada de veículos e outros equipamentos na área de instalação da central.
3 Poluição hídrica	Obras civis gerando entulhos de diversos tipos (metais, concreto, pedras, areia, argila etc.), resíduos dos canteiros de obras e escritórios (efluentes orgânicos).
4 Poluição atmosférica	Poluição atmosférica por fumaça de escapamento, poeira e fuligem provocada, sobretudo, pela movimentação do solo, intensificação do tráfego de veículos e movimentação de entulhos.
5 Supressão da vegetação	Supressão da vegetação, remoção de terra e compactação do terreno por máquinas alterando a paisagem, perda de habitats de reprodução e alimentação, afugentamento da fauna interferência em sítios arqueológicos e área de preservação ambiental.
6 Fauna	Risco de colisão de aves e morcegos com os aerogeradores (rotores, pás e torres de suporte); colisão com as linhas de transporte de energia; alteração do sucesso reprodutor; perturbação na migração (mudanças nos padrões de migração); perda de habitat de reprodução e alimentação; alteração dos padrões de movimentação e utilização do habitat devido à perturbação associada à presença das turbinas.
7 Emissão de ruído	Depende do tipo de layout da usina, o modelo de turbinas instaladas, o relevo do terreno, a velocidade e a direção do vento e o ruído de fundo, e pode causar: distúrbios do sono; Dor de cabeça; Zumbido nos ouvidos; Pressão no ouvido; Náuseas;

	<p>Tonturas; Taquicardia; Irritabilidade; Problemas de concentração e memória; Episódios de pânico com sensação de pulsação interna ou trêmula que surgem quando acordado ou dormindo.</p> <p>Esse distúrbio tem sua principal causa o efeito da baixa frequência do ruído de turbinas eólicas nos órgãos do ouvido interno.</p> <p>Instalação de estruturas físicas permanentes (aerogeradores e subestações) e, temporárias (canteiros de obras), com alteração da paisagem natural. Também, a geração e disposição de diversos entulhos resultantes das obras afetando negativamente a paisagem.</p>
8 Impacto visual	<p>Aumento de fluxo de veículos, poluição sonora, insegurança no trânsito, aumento temporário da densidade</p>
9 Interferências locais	<p>demográfica local, geração de emprego, dinamização das atividades econômicas e aumento da especulação imobiliária.</p>

VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A identificação permitiu observar os aspectos e impactos ambientais significativos que possam vir a comprometer o desempenho ambiental, a imagem do empreendimento e em último caso o cancelamento da licença, se não forem realizadas ações que visem um controle dos fatores identificados.

De acordo com a identificação dos impactos, recomenda-se que medidas preventivas e mitigadoras sejam colocadas na íntegra durante a instalação, de forma a evitar os impactos adversos. Por outro lado, enfatiza-se a potencialização dos impactos benéficos.

Este artigo mostrou que a identificação dos impactos ambientais, assim como a adoção de medidas mitigadoras e de controle e monitoramento, coerente com a realidade e tamanho dos projetos, e que a identificação, ainda que primária, que aponta impactos negativos a serem mitigados e controlados, e positivos a serem mantidos e potencializados, pode sim, um empreendimento deste porte, conviver em plena harmonia com o sistema ambiental (área de influência funcional) que os comporta, tendo em vista, o cumprimento além das obrigações legais e regulatórias a que estão ligados.

Para finalizar, a identificação e posterior avaliação realizada para fins de licenciamento não apresentam outros tipos de impactos presentes

na área de instalação do projeto. Por exemplo, impactos sociais como: a quantidade de mulheres e meninas grávidas, o aumento do uso de drogas, o aumento da criminalidade, prostituição infanto-juvenil, conflitos sociais com relação a terra, doenças sexualmente transmissíveis, perturbações diversas e impactos econômicos como: desvalorização de terras, crescimento e decréscimo da economia devido a finalização da obra de instalação do parque, aumento na contratação de mão-de-obra e aumento na demissão, aumento e diminuição na arrecadação do Imposto de Serviço Sobre Qualquer Natureza (ISSQN).

Tais impactos estão sendo levantados e apresentados como sendo de maior significância para os municípios onde estes projetos eólicos estão sendo instalados, além dos habitantes que são diretamente impactados e criam uma expectativa de condições de trabalho e aumento de renda.

Diante disso, este artigo se propôs apenas apresentar os principais impactos apresentados na instalação de parques eólicos na fase de instalação além de fazer uma comparação com a instalação de uma hidrelétrica e termelétrica, sendo parte de uma pesquisa de mestrado em conclusão onde os demais impactos são identificados e analisados para posterior publicação.

VII. REFÊRENCIAS

Agência nacional de energia elétrica Brasil (2005). *Atlas de energia elétrica do Brasil / Agência Nacional de Energia Elétrica*. 2 ed. Brasília: ANEEL, 243 p.

(2015). Banco de informações de geração - BIG. Disponível em:

<<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/GeracaoTipoFase.asp?tipo=7&fase=3>>. Acesso em: 1 fev.

(2008). *Atlas de energia elétrica do Brasil*. 3 ed. Brasília: ANEEL,

(2016). *Associação brasileira de energia eólica*. Boletim. São Paulo: 2015. Disponível em:

<<http://www.portalabeeolica.org.br/index.php/dados.html>>

Acesso em: 20 mar.

Brasil (2012). Empresa de Pesquisa Energética. *Balanco Energético Nacional 2012 – Ano base 2011: Síntese do Relatório Final* Rio de Janeiro: EPE, 53 p.

- Brasil. Ministério de Minas e Energia. (2014). Atlas do Potencial Eólico Brasileiro. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/index.php?task=livro&cid=1>>. Acesso em: 25 nov.
- (2014). Programa de incentivo às fontes alternativas de energia elétrica. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/programas/proinfa/menu/programa/Energias_Renovaveis.html>. Acesso em: 25 nov.
- Brasil. Resolução CONAMA n. 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. 23 de Janeiro, 1986.
- Associação brasileira de normas técnicas. NBR 14001: sistemas de gestão ambiental – especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: 2004.
- Aldabó, Ricardo (2002). Energia Eólica. São Paulo, Brasil, Artliber Editora.
- Camara de comercialização de energia elétrica (2014). Tipos de leilões. São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/o-que-fazemos/como_ccee_atua/tipos_leiloes_n_logado?_afzLoop=2067189144092158#%40%3F_afzLoop%3D2067189144092158%26_adf.ctrl-state%3D8wdaqivuy_31> Acesso em: 25 nov. 2014.
- Carta Potiguar (2013). Energia eólica e desigualdade ajustada. *Publicado em 15 de fevereiro de 2013.* <<http://www.cartapotiguar.com.br/2013/02/15/energia-eolica-e-desigualdade-ajustada/>>. Acesso em: 21 mar. 2013.
- Carvalho, A. B. M. de. (1998). Como entender o que se diz na ISO 14001. Revista Banas Qualidade. São Paulo, ano VIII, n. 75, ago.
- Centro de estratégias em recursos naturais e energia – cerne. (2014). Cartilha: A indústria dos ventos e o Rio Grande do Norte. Brasil: maio de 2014. Disponível em: <<http://www.cerne.org.br/pdf/CartilhaE%C3%B3licaCERNE2014.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2014.

- Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. (1998). Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.
- Costa, R. F. (2014). Identificação dos aspectos e impactos ambientais na instalação de um parque eólico em Pedra Grande/RN. Natal: UNIFACEX, 2014.
- Companhia energética do Rio Grande do Norte. (2003). Potencial eólico do estado do Rio Grande do Norte: projeto de pesquisa e desenvolvimento COSERN/ANEEL. Natal: Rio Grande do Norte, 47 p.
- Curreau, S. (2009). Geração de Energia e Impactos Ambientais e Sociais (p.?). Disponível em: <http://www.rkladvocacia.com/arquivos/artigos/art_srt_arqui vo20140310093943.pdf>. Acesso em 09 jan. 2015.
- Empresa de pesquisa energética. (2014). Geração de energia. Brasília. Disponível em <<http://www.epe.gov.br/geracao/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 20 mar. 2015.
- Faris, S. (2009). Mudança climática: as alterações do clima e as consequências diretas em questões morais, sociais e políticas. Prefácio, Paulo Artaxo. Tradução, Ana Beatriz Rodrigues Rio de Janeiro: Elsevier, 209 p.
- Goldemberg, J.; Moreira, J. R. (2005). Política Energética no Brasil. Revista Estudos Avançados-USP. São Paulo: v.19, n.55, p.215-228, set-dez. SCIELO.
- Global wind energy council. Annual market update 2013. Disponível em: <http://www.gwec.net/wp-content/uploads/2014/04/GWEC-GlobalWind-Report_9-April-2014.pdf> Acesso em: 25 dez. 2014.
- Greenpeace. Eólicas podem reduzir 10 bilhões de toneladas de CO2 até 2020. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/pt/Noticias/e-licas-podem-reduzir-emiss-o/>>. Acesso em: 25 nov. 2014.
- Greenpeace. (2013). [R]evolução Energética: a caminho do desenvolvimento limpo. 3 ed. Brasil, p. 41. 2013. Disponível em:<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/image/2013/Agosto/Revolucao_Energetica.pdf> Acesso em: 16 dez. 2014.

- Henkels, C. (2002). A identificação de aspectos e impactos ambientais: proposta de um método de aplicação. 139 f. Dissertações (Mestrado em Engenharia de produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Junior, Ê. V. (1989). Sistema integrado de gestão ambiental: como implementar um sistema de gestão ambiental que atenda a norma iso 14:001, a partir de um sistema baseado na norma iso 9:000. 2. ed. São Paulo: Aquariana.
- Jota, M. (2011). Energia eólica no Rio Grande do Norte. Disponível em: <<http://rn-energiaeolica.blogspot.com.br/>>. Acesso em 17 de julho de 2014.
- Lucon, O., Goldemberg, J. (2009). Crise financeira, energia e sustentabilidade no Brasil. *Estud. av.* [online]. 2009, vol.23, n.65, pp. 121-130. ISSN 0103-4014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142009000100009>. Acesso em: 16 dez. 2013.
- Nobre, C. A. (Org.); Reid, J.; Veiga, A. P. S. (2012). Fundamentos científicos das mudanças climáticas. São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE. 44 p.
- Revista de administração de empresas. Um paralelo entre os impactos das usinas hidrelétricas e termelétricas. Edição nº 4, V.35. EAESP/ FGV, São Paulo, 1945.
- Revista ecoenergia. História da Energia Eólica e suas utilizações. Edição nº 13, Ano II. Agência Virtual, Rio de Janeiro, 2012.
- Veiga, J. (Org.); Oliveira, A.; Pereira, O. (2012). Energia eólica. São Paulo: Editora Senac São Paulo. 213 p.