

**UMA CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS NA
INSTALAÇÃO E NO FUNCIONAMENTO DE PARQUES EÓLICOS: ESTUDO DE CASO
COMPLEXO EÓLICO DE ARACATI (CE)**

GUSTAVO VIEIRA SAMPAIO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

FRANCISCO IVANDER AMADO BORGES ALVES
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

CELIA MARIA BRAGA CARNEIRO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

UMA CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS NA INSTALAÇÃO E NO FUNCIONAMENTO DE PARQUES EÓLICOS: ESTUDO DE CASO COMPLEXO EÓLICO DE ARACATI (CE)

1 INTRODUÇÃO

A energia eólica é uma das fontes energéticas renováveis com crescente inserção na matriz energética mundial e brasileira. O recurso utilizado para a sua geração é uma fonte inesgotável, tanto na terra (*on shore*) como no mar (*off shore*), a força dos ventos. Além desta vantagem, destacam-se também a complementariedade à geração por fonte hídrica e a redução na emissão de gases de efeito estufa em comparação com outras fontes, como as grandes hidrelétricas e as usinas movidas a combustíveis fósseis.

A literatura científica internacional e nacional identificaram impactos ambientais negativos relacionados à geração eólica, tais como: danos à flora, à fauna, impacto visual, o ruído, a interferência magnética e a destinação de imobilizados depreciados. O Brasil possui vasta legislação que dispõe sobre a proteção ao meio ambiente e a gestão ambiental, destacam-se a Constituição Federal, de 05 de outubro 1988, as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e nº 7.347, de 24 de julho de 1985 e a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 01, de 23 de janeiro de 1986, que obriga empreendimentos e atividades impactantes a divulgarem os relatórios Estudos de Impactos Ambientais (EIA), acompanhado do Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Ainda há carência de regulamentação sobre a destinação de imobilizados depreciados e interferência magnética.

O Ceará tem uma grande dependência da geração hídrica do Rio São Francisco, pois está situado no polígono das secas, com estiagens duradouras. Portanto, é muito relevante uma fonte de energia limpa, como a eólica, haja vista os elevados custos da energia gerada em termoeletrica e os impactos ambientais negativos em termoeletricas a carvão. Neste contexto, a pesquisa tem como problema: Quais os impactos ambientais negativos na instalação e no funcionamento de parques eólicos no Estado do Ceará? Para responder ao problema foi estruturado o objetivo geral: Identificar os impactos ambientais negativos na instalação e no funcionamento do Complexo Eólico do Aracati (CE), em 2018. E, os objetivos específicos: i) Contextualizar o setor elétrico brasileiro na geração de energia eólica; ii) Analisar a legislação brasileira no contexto de impacto ambiental negativo; iii) Identificar os impactos ambientais negativos no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e no Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) do Complexo Eólico, em Aracati (CE) e iv) Analisar os impactos ambientais negativos na instalação e no funcionamento do complexo eólico, em Aracati (CE).

Quanto à metodologia, o estudo utilizou o método científico dedutivo, partindo do conceito de impacto ambiental citado na Resolução CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986 e na legislação que regulamenta a preservação ambiental no Brasil (MARCONI; LAKATOS, 2010). Quanto ao método de procedimento foi adotado o monográfico. Quanto ao objetivo e ao problema, a pesquisa é do tipo: descritiva e qualitativa (PRODANOV; FREITAS, 2013). O estudo empregou os delineamentos bibliográfico, documental e estudo de caso (RICHARDSON *et al.*, 2011). O estudo de caso foi realizado no Complexo Eólico do Aracati, formado por cinco (5) parques, e durante a visita guiada, o Parque Eólico IV estava em instalação. Para a coleta de dados utilizou-se as técnicas de análise de conteúdo nos relatórios EIA e RIMA, e entrevista com um gestor do complexo eólico estudado. Quanto à técnica para análise dos dados foi adotada a análise descritiva de dados (RICHARDSON *et al.*, 2011).

O estudo está estruturado em cinco seções. A primeira é a introdução, que contempla o problema e os objetivos. A segunda apresenta o contexto internacional e nacional da energia eólica e a legislação. A seção três apresenta a metodologia. A quarta seção expõe os impactos ambientais negativos do estudo de caso, e a quinta, trata sobre as conclusões da pesquisa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O estudo do desenvolvimento do setor energético brasileiro é de suma importância para o entendimento de como a fonte de energia eólica se transformou em uma alternativa limpa e viável no Brasil. Diante da crise do petróleo e dos longos períodos de estiagem enfrentados, tendo como principal fonte de energia a hidrelétrica, a energia eólica tornou-se uma importante fonte de energia renovável.

As regiões Nordeste e Sul apresentam condições favoráveis para a geração de energia eólica e vêm apresentando um crescimento na produção desde 2005, com ótimas projeções para 2024. Diante disso, a legislação busca uma adequação ao novo cenário, definindo leis e diretrizes para o menor impacto negativo possível à população e ao meio ambiente.

2.1 Síntese do setor elétrico no Brasil: da privatização aos programas de energia eólica

Para suprir o aumento no consumo de recursos energéticos decorrentes da transição da Revolução Industrial para a Revolução do Conhecimento Tecnológico, destacadamente após a crise do petróleo, os protocolos e as conferências mundiais sobre os temas: meio ambiente e mudanças climáticas, os países tiveram de diversificar as matrizes energéticas. A maioria concentradas em fontes fósseis, nucleares e, a partir da década de 90, as fontes renováveis. São consideradas fontes renováveis de energia aquelas que “[...] são repostas imediatamente pela natureza; é o caso dos potenciais hidráulicos (quedas d’água), eólicos (ventos), a energia das marés e das ondas, a radiação solar e o calor do fundo da Terra (geotermal) [...]” (GOLDEMBERG; LUCON, 2007, p. 9; NASCIMENTO; MENDONÇA; CUNHA, 2012).

Apesar das estratégias do setor elétrico mundial para aumentar a produção de energia com fontes renováveis, a dependência de fontes fósseis ainda é elevada. A matriz brasileira é considerada limpa por ser constituída predominantemente por 61% de energia gerada por usinas hidrelétricas (UHE) e 29% por usinas termoeletricas (UTE). A fonte eólica (EOL) apresenta uma participação de 9%. (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL), 2018; RAMPINELLI; ROSA JUNIOR, 2012).

Os incentivos à geração eólica visam à diversificação das fontes energéticas nacionais e a minimização dos impactos ambientais e sociais, que aumentam prazos na implantação de novos projetos energéticos, como o polêmico caso da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (FLEURY; ALMEIDA, 2013; FARIAS, 2012; RAMPINELLI; ROSA JUNIOR, 2012). O Brasil viveu momentos econômicos e sociais difíceis com o ‘Apagão de 2001’ e precisava de um planejamento energético. O Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), criado em 1998, teve a partir de 2004 a incumbência ampliada para administrar a produção e a transmissão nacional de energia elétrica (CARNEIRO, 2012). O setor elétrico vem sendo priorizado nos processos de privatização ocorridos no país, desde a década de 80, em decorrência da sua rentabilidade. No entanto, há uma falta de planejamento estratégico de modernização e expansão no setor. Com as privatizações observa-se apenas uma redução no número de empresas e o crescente custo da energia, que exclui milhões de família do direito a uma melhor qualidade de vida e aumenta o custo dos produtos/serviços para o consumidor.

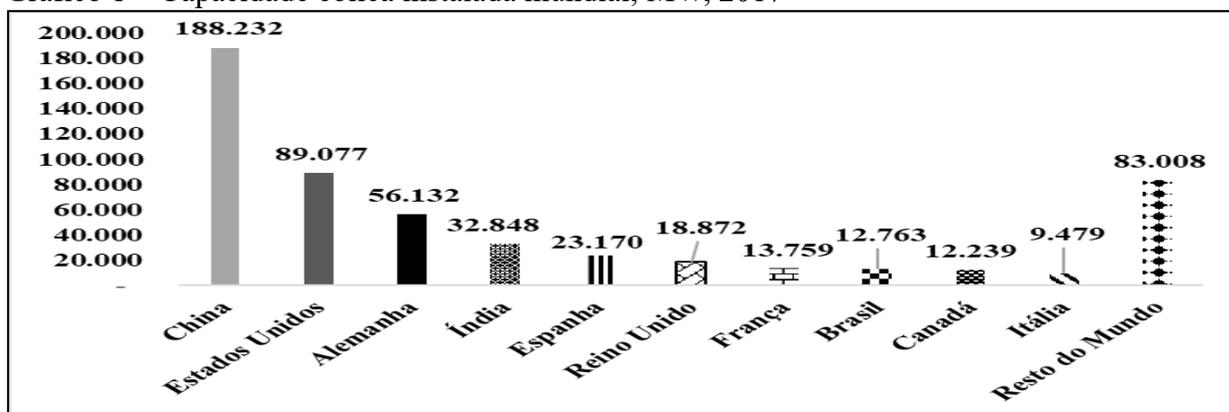
A energia eólica foi incentivada com o Programa Emergencial de Energia Eólica (PROEÓLICA), criado pela Resolução da Câmara de Gestão da Crise de Energia Elétrica (GCE) nº 24, de 05 de julho de 2001 e o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), criado pela Lei nº 10.148, de 26 de abril de 2002.

Atualmente, o setor de energia elétrica encontra-se em uma nova fase de instabilidade em que não se prioriza a sustentabilidade energética, respeitando as dimensões: segurança no abastecimento, competitividade no preço da energia fornecida e respeito ao meio ambiente. A prioridade voltou-se, novamente, apenas para as privatizações.

2.2 Energia eólica: a participação do Brasil no cenário mundial e do Ceará no panorama nacional

A produção de energia eólica possui diversas vantagens em relação a outras fontes de produção mais agressivas ao meio ambiente, como as fontes fósseis. De acordo com Alves (2010), a primeira turbina eólica comercial no mundo foi ligada à rede elétrica pública na Dinamarca, em 1976, menos de um século após o início dos estudos sobre a utilização desta fonte. A capacidade de geração eólica instalada no mundo até o final de 2017 atingiu 539.581 MW, correspondendo a mais de 5% da demanda global de eletricidade, tornando-se para muitos países, um pilar para eliminar a energia fóssil e nuclear (WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION, 2018). O Gráfico 1 apresenta a capacidade eólica instalada mundial.

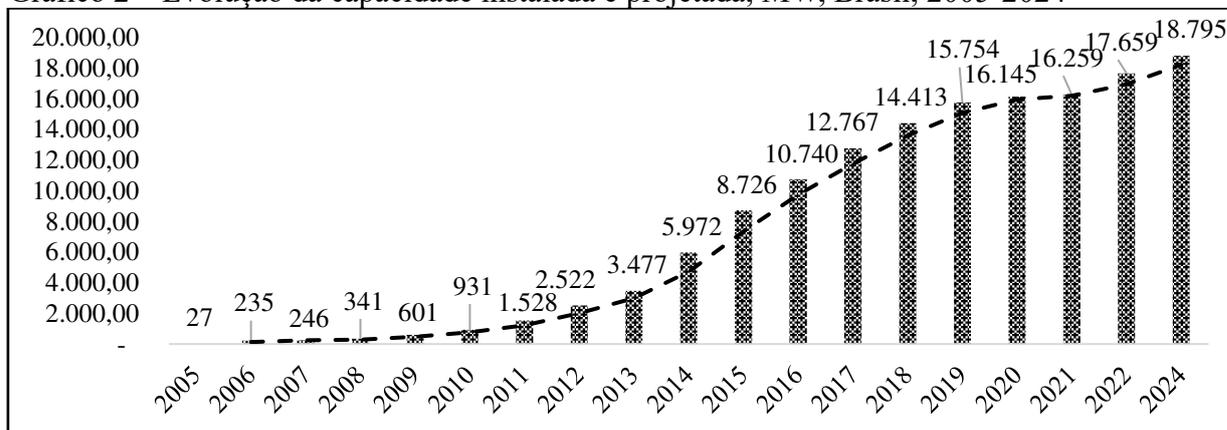
Gráfico 1 – Capacidade eólica instalada mundial, MW, 2017



Fonte: *Global Wind Energy Council* (2018).

Conforme *Global Wind Energy Council* (2018), o Brasil vem se destacando no cenário mundial, pois no *ranking* de capacidade instalada passou da 15ª colocação, em 2012, para a 8ª, em 2017, ultrapassando o Canadá. Além disso, houve aumento na participação da fonte eólica, de 27,1 MW (2005) para 13.543 MW, em outubro de 2018. A previsão é que encerre o ano de 2018 com a capacidade instalada de 14.413 MW, que representa apenas, aproximadamente, 2% da capacidade instalada mundial (539.581 MW) (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEólica), 2018a). Dentre os 10 países com maior capacidade instalada, três (3) participam do BRICS, (China, Índia e Brasil) e juntos possuem 233.843 MW, do total de 539.581 MW, representando 43,3%. O Brasil atingiu 12.767 MW, em 2017, e apresenta projeção de 14.413 MW para 2018, e de 18.795 MW de capacidade instalada para 2024, conforme o Gráfico 2.

Gráfico 2 – Evolução da capacidade instalada e projetada, MW, Brasil, 2005-2024



Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Energia Eólica (2018b).

No Brasil, a energia eólica iniciou na década de 80, com as medições anemométricas, e em 1992 foi instalada a primeira turbina eólica da América do Sul, no arquipélago de Fernando de Noronha (PE). Em 2001, a Eletrobrás publicou o Atlas do Potencial Eólico Brasileiro com valor estimado de 143,5 GW. Apesar dessa projeção do potencial eólico em 2001, a potência instalada em outubro de 2018 no país totaliza 13,54 GW, representando apenas 9,4% do potencial identificado. Este resultado mostra o quanto à fonte eólica pode crescer no Brasil (PAIVA, 2018; ABEEólica, 2018b; AMARANTE *et al.*, 2001).

A energia eólica apresenta como principais vantagens: 1) complementariedade ao modelo de preponderância hidrelétrica; 2) redução dos gases de efeito estufa; 3) provoca pouco dano à flora e à fauna nativa; 4) reduz a dependência por combustíveis fósseis; 5) utiliza-se de um recurso abundante, o vento; e 6) possibilita o desenvolvimento de outras atividades no local de instalação dos aerogeradores, como a agricultura e a pecuária (TERCIOTE, 2002; JUNFENG, PENGFEI; HU, 2010; NASCIMENTO; MENDONÇA; CUNHA, 2012)

As regiões Nordeste e Sul apresentam condições muito favoráveis com vantagem de ventos com maior velocidade e constância, proporcionando melhores condições para o uso da fonte eólica. Para Amarante *et al.* (2001), as projeções de geração eólica para as regiões Nordeste e Sul eram respectivamente de 75 GW e 22,8 GW. Apesar desta projeção em 2001, a potência instalada em outubro de 2018, no Nordeste totalizava 11,4 GW, representando apenas 15,2% deste potencial, enquanto na região Sul, a potência instalada totalizava 2,1 GW, representando 9,2% do potencial identificado (ABEEólica, 2018b; CASTRO *et al.*, 2010).

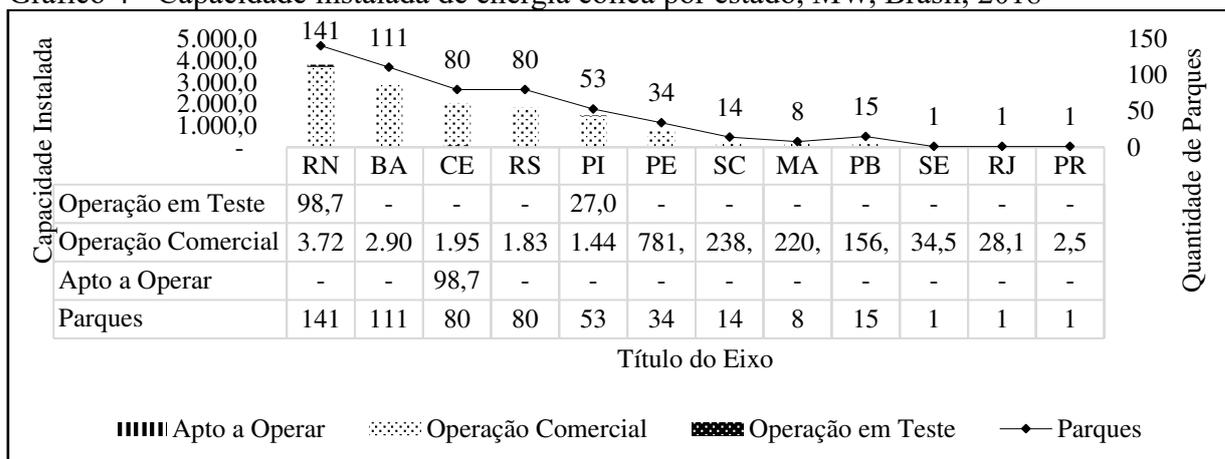
As características que contribuem para a instalação dos parques eólicos no Nordeste são: 1) A geração eólica complementa a geração hídrica, pois nos períodos secos há uma propensão a ventos mais fortes; 2) a vasta extensão costeira; e 3) a regularidade dos ventos, principalmente na região Nordeste do Brasil. Em 2017 foram gerados 42,25 TWh de energia eólica no Brasil, dos quais 62,52% (26,41 TWh), no período de julho a dezembro. Além disso, 84% da energia foi oriunda no Nordeste, 14% no Sul, 1,4% da região Norte e 0,2% da região Sudeste (CASTRO *et al.*, 2010; ABEEólica, 2018a).

O estudo de potencial eólico no Brasil, em 2001, confirmou como área para a instalação de parques eólicos no Nordeste a faixa litorânea dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (AMARANTE, 2001). A geração de energia eólica no Ceará teve como precursor o protocolo firmado em 1990 pela Companhia de Eletricidade do Ceará (Coelce) e a *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ) para realizar o Mapeamento Eólico do Ceará (LAGE; BARBIERI, 2001). Segundo a Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE), em 1998 foi construído o primeiro parque no Mucuripe, Fortaleza (CE), seguido, em 2001, pela construção dos parques da Praia da Taíba, em São Gonçalo do Amarante (CE) e Prainha, em Aquiraz (CE), com capacidade instalada individual de 500 KW (ENGEMEP, 2010).

No Ceará, os parques eólicos estão presentes na zona costeira, nos municípios de Icapuí, Aracati, Beberibe, Cascavel e Aquiraz (litoral leste); Caucaia, São Gonçalo do Amarante, Paracuru, Paraipaba, Trairi, Amontada, Acaraú, Cruz, Jijoca de Jericoacoara, Camocim e Barroquinha (litoral oeste) (MOURA-FÉ; PINHEIRO, 2013). Também, se destaca a plataforma continental, na região serrana, com capacidade instalada de cerca de 3,5 GW, principalmente na Serra da Ibiapaba, Vale do Jaguaribe e Chapada do Araripe (PAIVA, 2018).

O Ceará é destaque no cenário nacional na produção de energia eólica, em outubro de 2018 ocupava a terceira posição em capacidade instalada (2.049,9 MW) no país, com 80 parques, somando-se a geração dos parques em operação (1.951,2 MW) e os aptos a operarem (98,7 MW). O Rio Grande do Norte é o primeiro, com maior capacidade instalada (3.722,5 MW), 141 parques, e a Bahia o segundo (2.907,6 MW), 111 parques, ver Gráfico 4. (ABEEólica, 2018b).

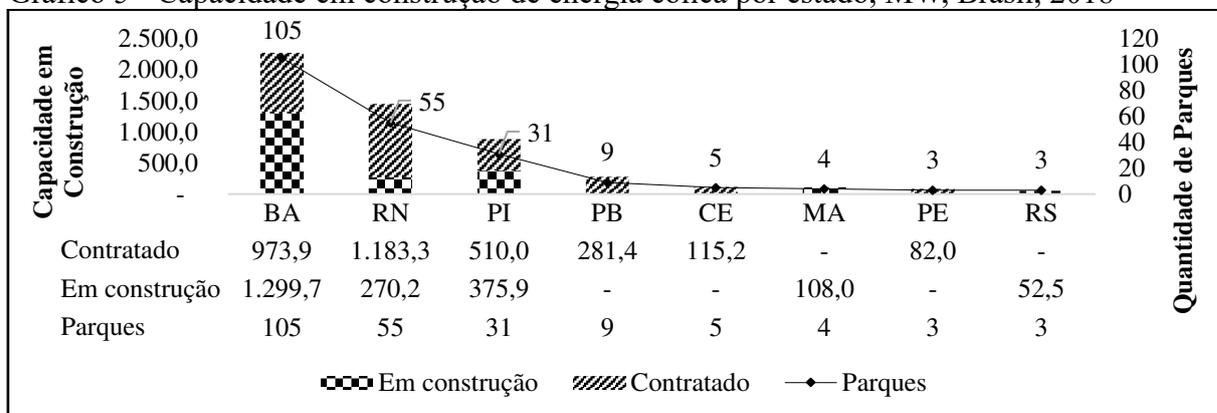
Gráfico 4 - Capacidade instalada de energia eólica por estado, MW, Brasil, 2018



Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Energia Eólica (2018b).

No âmbito do potencial em construção, o estado do Ceará ocupa a 5ª posição com 115,2 MW contratados para operar em cinco (5) parques. A Bahia ocupa a 1ª posição com potência em construção de 1.229,7 MW somando-se a 973,9 MW contratados, distribuídos em 105 parques. O segundo estado é o Rio Grande do Norte com potência em construção de 270,2 MW e 1.183,3 MW contratados, distribuídos em 55 parques. O Piauí ocupa a terceira posição com 375,9 MW em construção e 510 MW contratados em 31 parques. O Maranhão (4) e o Rio Grande do Sul (3) não possuem parques contratados apenas em construção. Enquanto, a Paraíba (9), o Ceará (5) e o Pernambuco (3) só possuem parques contratados, conforme Gráfico 5.

Gráfico 5 - Capacidade em construção de energia eólica por estado, MW, Brasil, 2018



Fonte: Adaptado de Associação Brasileira de Energia Eólica (2018b).

O incentivo à produção de energia eólica no Ceará destaca: geração de baixo impacto ambiental negativo, e economicamente viável e compatível com a vocação territorial do Ceará. No entanto, a existência de impactos negativos na construção e no funcionamento dos parques eólicos exige o acompanhamento da empresa empreendedora pelos órgãos responsáveis pela fiscalização, e o cumprimento da legislação vigente (GONDIM, 2013; ABEEólica, 2018c).

2.3 Impactos ambientais na geração de energia eólica: resumo do painel legal no Brasil

A Constituição Federal de 05 de outubro 1988 (CF/88) estabelece em vários dispositivos a proteção ao meio ambiente e a gestão do impacto ambiental negativo. No inciso LXXIII, do Art. 5º, do capítulo I, do Título II, nomeado 'Dos direitos e garantias fundamentais', está previsto:

“[...] qualquer cidadão é parte legítima para propor ação popular que vise a anular ato lesivo ao patrimônio público ou de entidade de que o Estado participe, à moralidade administrativa, **ao meio ambiente** e ao patrimônio histórico e cultural, ficando o autor, salvo comprovada má-fé, isento de custas judiciais e do ônus da sucumbência [...]” (grifo nosso).

A regulamentação encontra-se na Lei nº 7.347/1985, que disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências.

A CF/88 atribuiu ao Estado a responsabilidade ambiental, em todos os níveis, conforme o inciso VI, do Art. 23: “Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios: [...] VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas; [...]”. Os parques eólicos para serem instalados precisam respeitar as normas nas três esferas a fim de reduzir os impactos ambientais negativos locais. O inciso VI, do Art. 170, da CF/88 destaca o impacto ambiental relacionado ao desenvolvimento econômico e ao trabalho humano: “VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação; [...]” (BRASIL, 1988).

O interesse econômico deve respeitar o ser humano, permitindo condições dignas na sociedade e no trabalho, e a proteção ao meio ambiente. A CF/1988, Art. 225, §1º, inciso IV, torna obrigatório o estudo prévio de impacto ambiental por qualquer empreendimento que cause ou possa causar dano modificando sua estrutura original “[...] IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade; [...]”. As usinas de geração eólica, que afetam as comunidades/ sociedade e o meio ambiente, devem elaborar o EIA e o RIMA. Trata-se de documentos públicos apresentados aos órgãos estaduais competentes, à Secretaria de Meio Ambiente e as entidades municipais para obtenção de licença de atividades modificadoras do meio ambiente.

O conceito apresentado no Artigo 1º, da Resolução CONAMA nº 01/1986, considera impacto ambiental:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:

- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais [...] (CONAMA, 1986).

Teoricamente, Canter (1977), conceitua impacto ambiental como qualquer alteração no sistema ambiental físico, biológico, químico, cultural e socioeconômico decorrente das atividades humanas, com a finalidade de satisfazer necessidades. Para Dieffy (1985), o impacto ambiental é visto como um elemento da relação de causa e efeito. O impacto é visto como a diferença da situação ambiental após a implantação de um projeto/ação, e como estaria o ambiente se não houvesse essa intervenção humana. O conceito da Resolução CONAMA nº 01/1986 converge com o conceito de Canter (1977). O mais utilizado pelas organizações é o legal, pelo caráter compulsório. Ambos aplicam-se ao estudo da instalação e funcionamento dos parques eólicos.

O marco da preservação ambiental no Brasil é a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, a qual dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. A energia eólica, apesar de renovável, causa impactos sociais e ambientais negativos durante a sua instalação,

funcionamento e a desativação dos parques eólicos, podendo causar danos à fauna, à flora, impacto visual, ruído, interferência magnética e a má destinação de imobilizados depreciados (PAIVA, 2018; SILVA, 2015; BARRADAS, 2014; MOURA-FÉ, 2013; BARROS, 2011; JUNFENG, PENGFEI E HU, 2010; LOPES, 2009; COELHO, 2007; TERCIOTE, 2002).

O dano à fauna se refere à possibilidade de colisão de animais, em geral as aves, e os morcegos que morreriam de hemorragia ao se aproximarem. Para minimizar o impacto ambiental os empreendimentos não devem ser instalados em rotas de migração. A emissão de ruídos, o maquinário de grande porte, os registros de derramamento de óleo, a retirada da vegetação contribui para afugentar os animais, e isso preocupa as comunidades. (PAIVA, 2018; SILVA, 2015; BARROS, 2011; SAIDUR, 2011; LOPES, 2009; SOVERNIGO, 2009; TERCIOTE, 2002). A Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967, trata da preservação da fauna brasileira.

Os danos à flora foram minimizados com as áreas de preservação ambiental, regulamentadas pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, e a proteção às florestas nativas que eram asseguradas pela Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que instituiu o Código Florestal, e foi revogada pela Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

O impacto causado pelo ruído ocorre devido ao movimento das pás dos aerogeradores e da caixa de engrenagens. Além de fatores acessórios, tais como: i) a potência das máquinas, ii) a localização, e iii) o espaço para a propagação do som. Houve um avanço na redução do ruído mecânico com a instalação de um gerador elétrico multipolo conectado às pás, que dispensa o sistema de engrenagens, e também do ruído aerodinâmico com um novo *design* e a engenharia, que aperfeiçoaram a forma das pás, o estilo da torre e a posição dos equipamentos em relação ao vento (LOPES, 2009). O Decreto-Lei nº 3.688, de 03 de outubro de 1941, Lei das Contravenções Penais, em seu Art. 42 relaciona a perturbação do trabalho e do sossego alheio como contravenção à paz pública. A regulamentação específica do ruído é realizada pelas legislações municipais. A preocupação é porque existem parques que são instalados dentro das comunidades.

A Interferência Eletromagnética (IEM) dá-se na ocorrência de distúrbios no sistema de telecomunicações, situação em que pode ocorrer a reflexão de sinais de telefonia e comunicação. A nova tecnologia de fabricação das pás eólicas diminui a IEM (TERCIOTE, 2002). A normatização da compatibilidade eletromagnética brasileira ainda não é tão avançada como nos países europeus ou nos Estados Unidos (SAAD JÚNIOR, 2014). A regulação da compatibilidade eletromagnética no país baseia-se: 1) no Decreto nº 7.174, de 12 de maio de 2010, que regulamenta a contratação de bens e serviços de informática e automação pela administração pública federal, direta ou indireta, pelas fundações instituídas ou mantidas pelo Poder Público e pelas demais organizações sob o controle direto ou indireto da União; 2) na Portaria nº 50.637, de 18 de dezembro de 2015, da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), que aprova o Procedimento de Fiscalização de Interferência na Faixa de Radiofrequência; e 3) na Resolução nº 442, de 21 de julho de 2006, da ANATEL, que aprova o Regulamento para a Certificação de Equipamentos de Telecomunicações quanto aos Aspectos de Compatibilidade Eletromagnética, revogada pela Resolução nº 596, de 06 de agosto de 2012, da ANATEL, a qual aprova o Regulamento de Fiscalização.

Quanto ao impacto visual é identificado em áreas de preservação ambiental e de patrimônio histórico, onde a presença dos aerogeradores não é compatível com a paisagem. Nas comunidades, o problema pode ser minimizado pelo avanço da tecnologia, com a construção de aerogeradores que captam maior quantidade de energia, o que contribui para uma redução na quantidade deles ampliando-se a distância entre os mesmos. Contudo, se o volume de indústria eólica crescer de forma descontrolada, sem monitoramento integrado e definição dos impactos derivados de suas ações em uma região, os aspectos econômicos relacionados à indústria do turismo estarão ameaçados pela artificialização da paisagem, sobretudo em zonas

costeiras de estados com litoral, como o Ceará (PAIVA, 2018; LOUREIRO; GORAYEB; BRANNSTROM, 2015; STAUT, 2011; INATOMI, UDAETA, 2010; CUSTÓDIO, 2009; LOPES, 2009; TERCIOTE, 2002).

A movimentação das sombras provocadas pela movimentação das hélices, o fenômeno *Shadow Flicker*, é outro aspecto importante a ser analisado previamente para que não traga desconforto visual à população que habita em áreas próximas às torres. Outra problemática que gera transtorno e impacta visualmente à comunidade é a geração de resíduos sólidos no canteiro de obras e sua disposição final, muitas vezes não havendo respeito às normas vigentes relacionadas a efluentes sanitários, vazamento e armazenamento de lubrificantes combustíveis. Todos estes fenômenos podem ser minimizados havendo um planejamento correto na distribuição das turbinas eólicas no parque (PAIVA, 2018; LOUREIRO; GORAYEB; BRANNSTROM, 2015; STAUT, 2011; INATOMI, UDAETA, 2010; CUSTÓDIO, 2009; LOPES, 2009; TERCIOTE, 2002).

Um impacto ambiental negativo pode transformar-se em um crime ambiental caso se enquadre na Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, Lei de Crimes Ambientais, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. O Art. 2º, desta lei define os responsáveis por crimes ambientais. Portanto, independente do agente que pratique o crime ambiental, as punições previstas são aplicáveis, inclusive nos casos de omissão. O Art. 8º apresenta as penas restritivas de direito, contemplando cinco naturezas: i) prestação de serviços à comunidade; ii) interdição temporária de direitos; iii) suspensão parcial ou total de atividades; iv) prestação pecuniária; e v) recolhimento domiciliar. A aplicação deverá observar o Art. 6º, da Lei nº 9.605/1998: 1) a gravidade do fato; 2) os antecedentes do infrator; e 3) a situação econômica do infrator. A Lei permite uma gradação da penalidade em caso de grave e/ou generalizado dano, reincidência e abuso do poder econômico para devastar o meio ambiente.

Em relação à depreciação e ao descarte de componentes dos empreendimentos eólicos, ainda não existe no Brasil uma legislação que trate sobre o tema. Dentre esses ativos, as pás eólicas, por serem feitas de diversos materiais, principalmente as resinas de epóxi com fibra de vidro, apresentam a maior preocupação de pesquisadores quanto ao seu descarte, uma vez que a reciclagem do material é um procedimento caro e complexo. Ainda, não há definição de responsabilidade sobre o descarte, ou seja, quem deve realizar e como (GUERRERO; TOUBIA; MANCINI, 2010).

O Brasil adota a compensação ambiental nos casos de impactos ambientais negativos na instalação dos parques eólicos. Trata-se de uma medida muito negativa para o meio ambiente haja vista a falta de avaliação dos bens ambientais (capacidade de geração de benefícios futuros de uma árvore com mais de cem anos para o bioma e para a manutenção da vida humana no planeta). Trata-se de uma relação injusta entre o poder econômico, o meio ambiente e os seres humanos.

3 METODOLOGIA

Quanto aos aspectos metodológicos, a pesquisa utilizou o método científico dedutivo, que tem como fundamento normativo a CF/1988, o conceito de impacto ambiental citado na Resolução CONAMA nº 01/1986 e a legislação que regulamenta a preservação ambiental no Brasil (MARCONI; LAKATOS, 2010). O objeto de estudo empírico foram os impactos ambientais negativos na instalação e no funcionamento do Complexo Eólico Aracati (CE). A pesquisa utilizou-se do método de procedimento monográfico, para investigar de forma aprofundada o objeto de estudo (GIL, 2014).

Quanto à classificação da pesquisa segundo o objetivo e o problema, a pesquisa é do tipo descritiva e qualitativa, porque visa identificar questões primárias sobre o objeto de

estudo (PRODANOV; FREITAS, 2013), notadamente quanto os requisitos normativos e os impactos ambientais causados na instalação e na geração de energia, na perspectiva positiva.

O estudo empregou os delineamentos pesquisa bibliográfica, documental e estudo de caso (RICHARDSON *et al.*, 2011). A análise bibliográfica tem por finalidade investigar o estado da arte dos estudos sobre os impactos ambientais negativos em geração eólica, e a documental aplicada à análise da legislação e dos Relatórios EIA e RIMA. O estudo de caso foi realizado no Complexo Eólico Energia dos Ventos – Geração de Energia S.A., no Aracati (CE) (YIN, 2010).

A coleta de dados utilizou-se das técnicas de análise de conteúdo, observação direta extensiva e entrevista estruturada (GIL, 2014). A primeira realizada nos Relatórios EIA e RIMA, a segunda realizada durante a visita à usina, e a terceira com roteiro estruturado aplicada ao gestor do complexo eólico (GIL, 2014). A análise dos dados utilizou-se da técnica de análise descritiva das respostas das entrevistas e dos Relatórios EIA e RIMA (PRODANOV; FREITAS, 2013).

4 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

O estudo de caso tem por objetivo identificar, empiricamente, os impactos ambientais negativos na instalação e no funcionamento do complexo eólico Energia dos Ventos – Geração de Energia S. A., no município de Aracati (CE), de acordo com a revisão de literatura nacional e internacional, a análise documental dos relatórios e a visita guiada, em 2018.

4.1 A empresa: Energia dos Ventos – Geração de Energia S. A.

O Complexo Eólico Aracati é formado por cinco (5) Centrais de Geração Eólica (CGE's): CGE Goiabeira, da empresa Energia dos Ventos I S.A., CGE Ubatuba, da empresa Energia dos Ventos II S.A., CGE Santa Catarina, da empresa Energia dos Ventos III S.A., CGE Pitombeira, da empresa Energia dos Ventos IV S.A. e CGE Ventos do Horizonte, da Energia dos Ventos X S.A. Localizado no município de Aracati (CE), a região possui ventos favoráveis para viabilização de parques eólicos e está próxima de parques eólicos vizinhos de propriedades das empresas CPFL Renováveis e Energimp. (ECOLOGY BRASIL, 2014a).

4.1.1 Localização e estrutura do complexo eólico

De acordo com a Ecology Brasil (2014a), os parques eólicos estão localizados na zona rural da cidade de Aracati (CE), e possuem potência instalada de 98,7 MW, distribuída em 47 torres. Quanto à estrutura do parque, cada torre possui altura de 175 metros, composto por: 120 metros da base ao eixo das hélices, 55 metros de diâmetro da hélice. As torres são de concreto, com base de 15m de diâmetro, fundação com profundidade de 1,5m, distância 10m diâmetros e se encontram alinhadas em linha reta com fiação subterrânea

O complexo eólico possui grandes dimensões, o que propicia um custo de manutenção diluído entre os parques e um espaço suficiente para uma possível expansão. O Complexo possui duas estações anemométricas, a primeira denominada São Januário, que se destina às CGE's Goiabeira (CE) e Horizonte (CE) e a segunda denominada São Judas Tadeu, que gera informações para as CGE's Ubatuba (CE), Pitombeira (CE) e Santa Catarina (CE) (ECOLOGY BRASIL, 2014a).

A vida útil dos parques é de 20 anos, embora a concessão seja de 30 anos. Contudo, não há informações e regulamentações em relação à depreciação. A tecnologia dos parques (*repower*) tem evoluído e por isso não se pode nem aproveitar os geradores já utilizados.

Durante a fase de obras e instalação dos parques é preciso desmatar a área destinada à instalação dos aerogeradores, à circulação dos veículos, ao canteiro de obra e à fabricação das torres, procedimentos que só podem ser realizados com a autorização da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE). Destacando-se que, após o desmatamento, o

remanescente da área de mata nativa está preservado em pequenas áreas isoladas, que não permitem o desenvolvimento da fauna e da flora. Durante a instalação do parque foram construídas vias de acesso para a circulação de veículos de pequeno e de grande porte que provocam a poluição do ar, além da poeira das escavações e a circulação de materiais. Há também a poluição sonora por ruído de equipamentos e pela circulação de veículos que transportam todos os equipamentos e matérias necessários. Após a instalação do parque, existem áreas que podem ser utilizadas para o cultivo agrícola (ECOLOGY BRASIL, 2014a).

Durante a fase de desenvolvimento do projeto os terrenos definidos para receber os parques eram de terceiros. Inicialmente, foram arrendados, e posteriormente foram comprados, com exceção de duas (2) propriedades arrendadas. Um dos problemas enfrentados nos parques eólicos é o furto de fios de cobre, principalmente os fios utilizados para o aterramento do parque, exigindo a presença incisiva de segurança e o vídeo monitoramento visando inibir a prática.

4.1.2 A cadeia de valor do complexo eólico de Aracati (CE)

A comercialização da energia produzida no Complexo Eólico é realizada pela *holding* do grupo, com sede em São Paulo (SP), conforme o programa Contratos de Comercialização de Energia no Ambiente Regulado (CCEAR), energia regulada e pelo Preço de Liquidação das Diferenças (PLD), livre mercado. Quando a energia produzida no complexo não for totalmente vendida poderá ser utilizada pelo grupo e ser compensada posteriormente.

Os aerogeradores utilizados no complexo foram fabricados em Jaraguá do Sul (SC), na fábrica da WEG e foram transportados para o Ceará por rodovias em carretas especiais. Os parques concorrentes nas proximidades são: CPFL Renováveis, Impsa e Rosa dos Ventos (ECOLOGY BRASIL, 2014a).

Dos cinco (5) parques instalados, apenas um (1) encontra-se próximo de uma comunidade que recebeu investimentos sociais: i) um posto de saúde, ii) vias de acesso e iii) empregos destinados à comunidade, principalmente na fase de implantação. Durante a fase de obras foi estimada a geração de 546 empregos. Na fase de operação alguns empregos foram mantidos, priorizando-se para trabalhos não especializados a mão de obra local. Os empregados que permaneceram após a fase de obras receberam treinamentos especializados. Estima-se que para cada 1MW de potência seja ofertado quatro (4) vagas de trabalho. A relação da empresa com a comunidade não foi objeto de estudo da pesquisa (ECOLOGY BRASIL, 2014a).

As fases de instalação do parque vão desde a base, que inclui antes das escavações até a construção das torres. Durante o funcionamento da usina, a geração de energia é contínua vinte e quatro (24) horas por dia.

4.2 Impactos na instalação e operação do complexo eólico

De acordo com o RIMA, as fases do projeto do empreendimento eólico são três: planejamento, implantação e operação. Durante a fase de obras poderá haver alteração na qualidade do ar na região, em função da suspensão de material particulado, proveniente da circulação de veículos nos acessos. Na fase de operação, as atividades concentram-se em: manutenção dos sítios e operação dos aerogeradores (ECOLOGY BRASIL, 2014b).

De acordo com o levantamento de campo realizado na região foram identificadas 152 espécies da fauna durante o período de fevereiro e março de 2014, período que compreende a estação chuvosa da região, destacando-se 94 espécies de aves e 25 espécies de mamíferos. Foram registradas espécies bioindicadoras, endêmicas, raras, ameaçadas de extinção e novos registros, o que indica alta diversidade de espécies na região. Estima-se que as 152 espécies identificadas representam 35,6% do total de espécies da região (ECOLOGY BRASIL, 2014b).

O empreendimento está instalado na zona costeira do Estado do Ceará, no Bioma da Caatinga, região semi-árida. A vegetação predominante do território é lenhosa espinhosa e caducifólia (ECOLOGY BRASIL, 2014b). Destaca-se a existência de seis espécies categorizadas em diferentes níveis de ameaça de acordo com as listas oficiais de espécies ameaçadas: Instrução Normativa nº 06, de 23 de setembro de 2008 do Ministério do Meio Ambiente e a *International Union for Conservation of Nature* IUCN (2012)

Na Área de Influência Direta (AID) destacam-se as classes de uso e cobertura natural Vegetação de Tabuleiro Pré-Litorâneo (37%) e Vegetação de Tabuleiro Pré-Litorâneo Antropizada (21%). A área passível de supressão da vegetação na Área Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento foi estimada em 27,87 ha, que corresponde a 92% da área total da ADA. Desse total de cobertura vegetal a ser suprimida para a instalação do projeto, 0,38 ha (1,38%) estão localizadas em áreas de Áreas de Preservação Permanentes (APP) (ECOLOGY BRASIL, 2014b).

A geração de ruídos ocorre durante todas as fases do empreendimento e irão se misturar aos já existentes na região, como aqueles gerados pela circulação de veículos. O complexo é instalado às margens da BR 304, que liga as cidades de Natal (RN) e Russas (CE), e atravessa o município de Aracati (CE) (ECOLOGY BRASIL, 2014b). Quanto à legislação, a Resolução CONAMA nº 001/1990 “Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.”. A fase de instalação dos equipamentos é o momento em que os ruídos alcançam os maiores níveis, devido principalmente a grande circulação de veículos e instalação dos aerogeradores. Durante a fase de operação, o aumento das emissões de som das turbinas eólicas está diretamente vinculado ao aumento da velocidade do vento e produzem dois tipos de ruído: 1) **ruído mecânico de engrenagens e geradores** – bastante minimizado com o uso de materiais de isolamento; e 2) **ruído aerodinâmico das pás** – produzido pela rotação das pás que tem como resultado um som sibilante em função da velocidade de ponta (FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 2013).

O complexo eólico apresenta todos os tipos de ruídos identificados na literatura. Nos aerogeradores com diâmetro superior a 20 metros, os efeitos aerodinâmicos são as principais causas pela geração de ruídos. As hélices do complexo têm diâmetro de 55 metros, desta forma optou-se por uma menor quantidade de aerogeradores, com uma maior capacidade de captação de ventos. Além, da redução de custo com compra e manutenção de imobilizado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inserção da energia eólica na matriz energética mundial ganhou maior aceitação tanto pela diversificação das fontes que compõem as matrizes energéticas dos países, principalmente durante as crises energéticas mundiais; como pelo seu caráter de utilização de recurso com menor impacto negativo ao meio ambiente, quando comparada à geração pelos combustíveis fósseis e fonte nuclear, apesar destes ainda terem a maior representatividade nas matrizes. A geração eólica instalada no mundo até o final de 2017 atingiu 539.581 MW

A matriz elétrica brasileira é considerada ‘limpa’ devido à grande presença de fontes renováveis (91%) em sua composição, com destaque para a geração hidroelétrica (61%). Em 2018, a fonte eólica tornou-se a terceira mais representativa desta matriz (9%) e a previsão é de capacidade instalada de 18.795 MW, em 2024. A fonte eólica foi ampliada devido aos programas governamentais PROEÓLICA e PROINFA. Apesar de todo esse contexto de avanços, o Atlas de Potencial Eólico Brasileiro, constatou em 2001, que o Brasil possuía 143.500 MW de potencial eólico e a Região Nordeste 75.000 MW, representado 52,3% do potencial do país.

O Brasil possui condições especiais para a geração eólica destacando-se: vasta área costeira e vento com maior velocidade e constância, principalmente nas regiões Nordeste

(11.442 MW) e Sul (2.072 MW), que se destacam na produção. Os ventos apresentam maior velocidade no Nordeste exatamente no período de estiagem, tornando a energia eólica complementar à fonte hídrica em períodos de estiagem. Representando uma importante complementação para a redução hídrica no Rio São Francisco e permitindo que seja gerada energia com menos impacto e custo que as termoeletricas a gás e carvão. Portanto, reduzindo o custo da tarifa de energia elétrica e os impactos negativos ao meio ambiente.

O Ceará tem se destacado na geração por fonte eólica e tornou-se o terceiro estado, em 2018, com a maior capacidade instalada desta fonte de energia (2.049,9 MW), com 80 parques. Deste total, 98,7 MW são de parques aptos a operar e 1.951,2 MW, em operação. Acrescenta-se 115,2 MW, em cinco (5) parques contratados.

A literatura científica nacional e internacional identificou impactos ambientais nos empreendimentos eólicos, apesar de ser uma fonte renovável e bem menos agressiva ao meio ambiente e as comunidades, dentre esses impactos destacam-se: danos à flora, à fauna, impacto visual, o ruído, a interferência magnética e a destinação de imobilizados depreciados.

A legislação brasileira também avançou na regulamentação dos impactos ambientais. A Lei nº 5.197/1967 que trata da proteção à fauna brasileira; a Lei nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981 que criou a Política Nacional do Meio Ambiente; a Resolução CONAMA nº 01/1986 que apresenta as definições para implementar a Avaliação do Impacto Ambiental; a Constituição Federal de 1988, que prevê a proteção ao meio ambiente e a garantia do direito a um ambiente saudável; a Lei nº 7.735/1989 que criou o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA); a Resolução CONAMA nº 237/1997 que trata da revisão dos critérios de licenciamento ambiental; e a Lei nº 9.605/1998 que trata dos crimes ambientais.

De acordo com o RIMA, os impactos podem ser observados durante as fases do projeto do empreendimento eólico. Na fase de instalação do parque poderá haver alteração da qualidade do ar na região em função da suspensão de material particulado proveniente da circulação de veículos; os impactos à fauna e à flora são decorrentes dos desmatamentos para a construção de áreas de circulação e instalação dos aerogeradores. A mata nativa do local era rica e pertencia ao Bioma Caatinga e a fauna era rica com algumas espécies categorizadas em listas de extinção. No tocante aos ruídos, destacam-se os que ocorrem durante todas as fases do empreendimento e irão se misturar aos já existentes na região, como aqueles gerados pela circulação de veículos. Além disso, merece destaque durante o funcionamento o ruído dos aerogeradores. Apenas um parque situa-se próximo a uma comunidade.

A principal limitação do estudo foi a dificuldade que os pesquisadores tiveram para se obter autorização para visitar os complexos eólicos no estado do Ceará. Para futuros estudos sugere-se a investigação em complexos eólicos com estruturas semelhantes localizados em outros estados da Região Nordeste.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resultado do leilão de transmissão 02/2017. 2018.** Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/editais_transmissao/documentos/resultado_leilao_2-2017.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2018.

ALVES, J. J. A. Análise regional da energia eólica no Brasil. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. Taubaté, v. 6, n. 1, p. 165-188, jan./abr. 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/8Sek0k>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

AMARANTE, O. A. C. *et al.* **Atlas do potencial eólico brasileiro**. Brasília: MME; Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEólica). **Boletim Anual de Geração Eólica de 2017**. Disponível em: <<http://www.abeeolica.org.br/dados-abeeolica/>>. Acesso em: 21 out. 2018a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEólica). **Dados mensais de outubro de 2018**. Disponível em: <<http://www.abeeolica.org.br/dados-abeeolica/>>. Acesso em: 21 out. 2018b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA (ABEEólica). **InfoVento 07 – Versão Português**. Disponível em: <<http://www.abeeolica.org.br/dados-abeeolica/>>. Acesso em: 21 out. 2018c.

BARRADAS, R. V. **Impactos socioambientais nas aplicações de energia eólica para geração de eletricidade**. 2014. 80 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Formas Alternativas de Energia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014. Acesso em: <<http://repositorio.ufla.br/handle/1/4515>>. Acesso em: 10 out. 2018.

BARROS, N. J. P. O. **Análise do impacto da integração de energias renováveis em redes distribuição**. 2011. Dissertação (Mestrado integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Porto, 2011. Disponível em: <<https://goo.gl/mk93bu>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 de jan. 1967. Disponível em: <<https://goo.gl/Spzg4E>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

BRASIL. Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico (VETADO) e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 25 jul. 1985. p. 10649. Disponível em: <<https://goo.gl/VFo2Vo>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em <<https://goo.gl/HwJ1Q>>. Acesso em: 01 set. 2018.

CANTER, D. *The psychology of place*. London, Architectural Press, 1977.

CARNEIRO, C. M. B. **A divulgação da informação ambiental: um estudo com empresas do setor de energia elétrica do Brasil e da Península Ibérica**. 2012. 345 f. Tese (Doutorado em Gestão) – Faculdade de Economia de Coimbra, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2012.

CASTRO, N. J. de *et al.* **Perspectivas para a energia eólica no Brasil**. GESEL, Rio de Janeiro, n. 18, p. 1-40, mar. 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/nGdWau>>. Acesso em: 12 out. 2018.

COELHO, Catarina Isabel Augusto. **Avaliação dos impactes ambientais dos parques eólicos em áreas protegidas: o caso de estudo do parque natural das Serras de Aire e Candeeiros**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologias do Ambiente) –

Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa. 2007. Disponível em: <<http://repositorio.ul.pt/handle/10451/1180>>. Acesso em: 10 out. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre a necessidade de se estabelecerem as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e 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**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 fev. 1986. p. 2548-2549. Disponível em: <<https://goo.gl/hnn2px>>. Acesso em: 12 set. 2018.

CUSTÓDIO, Ronaldo dos Santos. **Energia eólica para produção de energia elétrica**. Rio de Janeiro: Eletrobrás, 2009.

DIEFFY, P. J. B. **The Development and practice of EIA concepts in Canada**. Ottawa: Environment Canada, 1985.

ECOLOGY BRASIL. **EIA – Estudo de Impacto Ambiental**. Rio de Janeiro: Ecology Brasil, 2014a.

_____. **RIMA – Relatório de Impacto Ambiental**. Rio de Janeiro: Ecology Brasil, 2014b. Disponível em: <http://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/2012/01/2647_Rima-Aracati-FINAL_baixa.pdf>. Acesso em 10 nov. 2018.

ENGEMEP - Serviços de Manutenção Industrial e de Equipamentos de Extração de Petróleo Ltda. **Atração de investimento no Estado do Ceará**: mapa territorial de parques eólicos. Fortaleza: ENGEMEP, 2010. Disponível em: <http://www.adece.ce.gov.br/phocadownload/Energia/mapa_territorial_de_parques_eolicos%20ceara_2010.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

FARIAS, I. D. **O que são usinas hidrelétricas a fio d'água e quais os custos referentes à sua construção?** São Paulo, 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/L2cY2n>>. Acesso em: 17 ago. 2018.

FLEURY, L. C.; ALMEIDA, J. **A construção da usina hidrelétrica de Belo Monte**: Conflito Ambiental e o dilema do desenvolvimento. *Ambiente e Sociedade*. São Paulo, v. 16, n. 4, out./dez. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a02v2159.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. 6. reimpr. São Paulo: Atlas, 2014.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energias renováveis**: um futuro sustentável. *Revista USP*, São Paulo, n. 72, p. 6-15, dez./fev. 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/YvvTDJ>>. Acesso em: 12 nov. 2018.

GONDIM, Liliane Sonsol. **A importância da energia eólica na matriz energética brasileira**: a sustentabilidade como valor instrumental para a diminuição das desigualdades regionais e a efetivação do direito ao desenvolvimento no Ceará. 2013. Dissertação (Mestrado em Direito) – Programa de Pós-Graduação em Direito, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <<https://goo.gl/TnxmZp>>. Acesso em: 10 out. 2018.

GUERRERO, P. C.; TOUBIA, C. M.; MANCINI, S. D. **Energia eólica, tendências e resíduos**. FAPESP na Mídia. 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/HK31dn>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE – IUCN. **Red List of threatened species**. Version 2012.2. Disponível em: <www.iucnredlist.org> Acesso em: 10 nov. 2018.

INATOMI, T. A. H.; UDAETA, M. E. M. Análise dos Impactos Ambientais na Produção de Energia dentro do Planejamento Integrado de Recursos. In: III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2005, Campinas - Brasil. **Anais...** Campinas: III Workshop Internacional Brasil - Japão: Implicações Regionais e Globais em Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2005

JUNFENG, L., PENGFEI, S.; HU, G. **China wind power outlook 2010**. Bélgica: GWEC, 2010. Disponível em: <<https://goo.gl/1hWhcT>>. Acesso em: 30 set. 2018.

LAGE, A. C.; BARBIERI, J. C. Avaliação de projetos para o desenvolvimento sustentável: uma análise do projeto de energia eólica do estado do Ceará com base nas dimensões da sustentabilidade. In: EnANPAD, 25., 2001, Campinas, **Anais...** Campinas: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 2001. Disponível em: <<https://goo.gl/UqdZB2>>. Acesso em: 09 ago.2018.

LOPES, A. M. **Produção eólica e enquadramento técnico-económico em Portugal**. 2009. Dissertação (Mestrado integrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Universidade do Porto, Porto, 2009. Disponível em: <<https://goo.gl/4hhqJ5>>. Acesso em: 16 out. 2018.

LOUREIRO, C. V.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do litoral do oeste do Ceará. **Geosaberes**, v. 6, 2015. Disponível em: <<http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/361>> Acesso em: 10 nov. 2018.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins de; PINHEIRO, Mônica Virna de Aguiar. Os parques eólicos na zona costeira do Ceará e os impactos ambientais associados. **Revista Geonorte**, v. 4, n. 13, p. 22 - 41, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1142>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

NASCIMENTO, T. C.; MENDONÇA, A. T. B. B. de; CUNHA, S. K. da. Inovação e sustentabilidade na produção de energia: o caso do sistema setorial de energia eólica no Brasil. **Cadernos EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, p. 630-651, set. 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/JZGZnO>>. Acesso em: 15 out. 2018.

PAIVA, I. T. P. **Análise socioambiental dos impactos da implantação do complexo eólico Tianguá/Ubajara-Ce**. 2018. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) – Centro de Ciência Humanas, Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Universidade Freevale, 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/ydRNhH>>. Acesso em: 12 ago. 2018.

RAMPINELLI, G. A.; ROSA JUNIOR, C. G. da. Análise da geração eólica na matriz brasileira de energia elétrica. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 14, n. 2, p. 273-302, jul./dez. 2012. Disponível em: <<https://goo.gl/UEe5wY>>. Acesso em: 20 set. 2018.

RICHARDSON, Roberto Jarry *et al.*. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. 12. reimpr. São Paulo: Atlas, 2011.

SAAD JÚNIOR, J. A compatibilidade eletromagnética (EMC) e sua influência na sociedade brasileira. *In*: Seminário de Defesa Espectral, Guararema. 2014. **Seminário...** (Apresentação em PowePoint). Disponível em: <encurtador.com.br/kmQU8>. Acesso em: 27 ago. 2018.

SAIDUR, R. *et al.* Environmental impact of Wind energy. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 15, p. 2423-2430, jun. 2011. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032111000669>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

SILVA, Carmen Maria Cerqueira da. **Desenvolvimento de uma ferramenta baseada na modelação estocástico-dinâmica para a previsão da atividade de morcegos em zonas de montanha**: contributos para a determinação do risco de mortalidade associado a parques eólicos. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Meio Ambiente) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/LjqoCZ>>. Acesso em: 10 out. 2018.

SOVERNIGO, M.H. **Impacto dos aerogeradores sobre a avifauna e quiropterofauna no Brasil**. 2009. 61 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

STAUT, Fabiano. **O processo de implantação de parques eólicos no nordeste brasileiro**. 2011. 164 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Ambiental, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/18675/1/DISSERTACAO_FABIANO_STAUT_FINAL.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2018.

TERCIOTE, R. A energia eólica e o meio ambiente. *In*: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Campinas, **Anais...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002. Disponível em: <<https://goo.gl/aeljVh>>. Acesso em: 24 set. 2018.

WORLD WIND ENERGY ASSOCIATION. **WWEA half-year report: worldwind wind capacity reached 456 GW**. Bonn, Oct. 2016. Disponível em: <<https://goo.gl/AVDaIZ>>. Acesso em: 10 set. 2018.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.