



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE
MESTRADO EM AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

MANOEL FORTUNATO SOBRINHO JÚNIOR

**PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DOS
PARQUES EÓLICOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS: ESTUDO DE CASO DO
MUNICÍPIO DE SERRA DO MEL-RN**

MOSSORÓ/RN

2020

MANOEL FORTUNATO SOBRINHO JÚNIOR

**PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DOS
PARQUES EÓLICOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS: ESTUDO DE CASO DO
MUNICÍPIO DE SERRA DO MEL-RN**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Tecnologias sustentáveis e recursos naturais no semiárido

Orientador (a): Profa. Dra. Elis Regina Costa de Moraes

Coorientador (a): Prof. Dr. Paulo César Moura da Silva

MOSSORÓ/RN

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S95p Sobrinho Júnior, Manoel Fortunato.
Percepção dos impactos socioeconômicos e ambientais dos parques eólicos em áreas agrícolas: estudo de caso do município de Serra do Mel-RN / Manoel Fortunato Sobrinho Júnior. - 2020.
104 f. : il.

Orientadora: Elis Regina Costa de Moraes.
Coorientador: Paulo César Moura da Silva.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade, 2020.

1. Energia Eólica. 2. Meio Ambiente. 3. Semiárido. 4. Serra do Mel. 5. Agricultores. I. Moraes, Elis Regina Costa de, orient. II. Silva, Paulo César Moura da, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

MANOEL FORTUNATO SOBRINHO JÚNIOR

**PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DOS
PARQUES EÓLICOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS: ESTUDO DE CASO DO
MUNICÍPIO DE SERRA DO MEL-RN**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

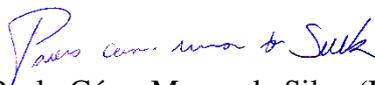
Linha de Pesquisa: Tecnologias sustentáveis e recursos naturais no semiárido

Defendida em: 31 / 07 / 2020.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Elis Regina Costa de Moraes (UFERSA)
Orientador - Presidente



Prof. Dr. Paulo César Moura da Silva (UFERSA)
Coorientador - Membro Examinador



Profa. Dra. Fabiana Karla de Oliveira M.V. Guerra (UFERSA)
Membro Examinador Interno



Prof. Dr. Rodrigo Guimarães de Carvalho (UERN)
Membro Examinador Externo



Prof. Dr. Ramiro Gustavo Valera Camacho (UERN)
Membro Examinador Externo

Dedico

À minha família, em especial aos meus filhos que são os motivos para alcançar novas conquistas! A minha esposa pelo incentivo e apoio constante.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, e pelas bênçãos derramadas na minha vida. Agradeço pela misericórdia e graça, e por me deixar realizar tantos sonhos apesar de não ser merecedor.

Aos meu pais, Manoel Fortunato e Terezinha Viana, que sempre me amaram, investiram e acreditaram durante toda a minha vida. Agradeço também pelo exemplo de vida e pela educação, proporcionando-me ser uma pessoa melhor.

A minha esposa, Ilana Rocha, pelo amor e carinho. E por estar sempre me apoiando, seus incentivos me fizeram chegar até este momento tão importante da minha vida acadêmica. Agradeço também aos meus filhos Raquel e Davi, vocês são a inspiração para enfrentar os desafios do dia-a-dia e são os grandes presentes que Deus me deu.

A minha orientadora, Profa. Elis Regina, pela amizade adquirida, pela disponibilidade de tempo, ensinamentos e orientações para realização do trabalho.

Ao Prof. Paulo César Moura por me ensinar um pouco do geoprocessamento, me fazendo acreditar e aprender sobre essa grande ferramenta usada no trabalho.

A Banca Examinadora por gentilmente participar e por contribuir com essa dissertação, pela sensatez, direcionamentos e valiosas contribuições formuladas.

Aos colegas de mestrado, pela amizade e companheirismo durante o curso.

A todos os professores do PPGATS, pelos conhecimentos e conselhos repassados durante o mestrado e pela compreensão nos momentos que estive em dificuldades.

Agradeço aos amigos João Batista de Lima e Jurandi Barbosa do município de Serra do Mel, suas informações, apoio e contribuições no trabalho foram de extrema importância.

Agradeço aos presidentes de associações de Serra do Mel pela ajuda na mobilização dos agricultores e pelas grandes informações repassadas.

Agradeço a UFERSA pela estrutura disponibilizada durante o mestrado e principalmente a disponibilização de veículos para os trabalhos de campo. De forma especial aos motoristas do setor de transportes que estiveram conosco andando nas comunidades.

Agradeço a todos os agricultores que tiraram um pouquinho do seu tempo tão precioso para participar da pesquisa. Vocês foram os atores principais deste trabalho.

Grandes coisas fez o senhor por nós, e, por isso, estamos alegres. Os que semeiam em lágrimas segarão com alegria.

(Livro de Salmos 126:3-5)

PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS E AMBIENTAIS DOS PARQUES EÓLICOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS: ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE SERRA DO MEL-RN

RESUMO

Em virtude da degradação do meio ambiente e do esgotamento dos recursos naturais, atualmente muitas nações buscam a autossuficiência em produção de energia e a diversificação da sua matriz energética, sendo as energias renováveis fundamentais nesse processo. Desta forma, a energia eólica por sua qualidade ambiental e por sua abundância em muitos lugares do mundo vem sendo bastante utilizada. A região Nordeste do Brasil apresenta um elevado potencial para a implantação de parques eólicos, principalmente na área do litoral, entretanto nos últimos anos alguns empreendimentos se voltaram para locais onde se pratica a agropecuária provocando impactos para as famílias camponesas, fazendo-se necessário uma análise sobre esses impactos principalmente em áreas agrícolas da região semiárida. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar os impactos socioeconômicos e ambientais da implantação de parques eólicos em áreas agrícolas. A pesquisa foi realizada no município de Serra do Mel, maior produtor de caju e também o maior em capacidade outorgada de energia eólica do Estado do Rio Grande do Norte. Os métodos utilizados foram a realização de entrevistas semiestruturadas com os agricultores locais, coleta de dados secundários em órgãos oficiais e a identificação das mudanças ocorridas na região no período de 2014 a 2019 através de imagens de satélite, perfazendo uma série temporal das alterações no uso e ocupação do solo. Os resultados obtidos nas entrevistas e nas áreas de levantamento foram processados no sistema de informações geográficas QGIS e demonstrados através de mapas, gráficos e tabelas. O estudo concluiu que a população convive sem maiores problemas e sem conflitos aparentes com o empreendimento eólico. Do ponto de vista econômico a iniciativa tem sido benéfica para o município de Serra do Mel, com geração de emprego e renda e melhoria da qualidade de vida. Do ponto de vista social, são poucos os transtornos causados pela atividade eólica e também são poucas as ações sociais realizadas pelas empresas envolvidas para benefício da comunidade. Foi possível observar que os principais impactos ambientais decorrentes da implantação dos parques eólicos até o presente momento causaram poucos prejuízos nas atividades, nas propriedades e na vida dos agricultores e os mesmos se mostraram otimistas em relação a viabilidade e conciliação do empreendimento com a atividade agrícola. Constatou-se também que o uso e ocupação do solo do município de Serra do Mel não foi significativamente afetado com a implantação dos parques eólicos.

Palavras-chave: Energia Eólica. Meio Ambiente. Semiárido. Serra do Mel. Agricultores.

PERCEPTION OF THE SOCIOECONOMIC AND ENVIRONMENTAL IMPACTS OF
WIND FARMS IN AGRICULTURAL AREAS: CASE STUDY OF THE CITY OF SERRA
DO MEL-RN

ABSTRACT

Due to the degradation of the environment and the depletion of natural resources, many nations are currently looking for self-sufficiency in energy production and the diversification of their energy matrix, renewable energies being fundamental in this process. Thus, wind energy due to its environmental quality and abundance in many parts of the world has been widely used. The Northeast region of Brazil has a high potential for the implementation of wind farms, mainly in the coastal area, however in recent years some projects have turned to places where agriculture is practiced causing impacts for peasant families, making an analysis necessary about these impacts mainly in agricultural areas of the semiarid region. In this context, the present work aims to analyze the socioeconomic and environmental impacts of the implementation of wind farms in agricultural areas. The survey was conducted in the municipality of Serra do Mel, the largest producer of cashew nuts and also the largest in the capacity granted for wind energy in the state of Rio Grande do Norte. The methods used were conducting semi-structured interviews with local farmers, collecting secondary data from official bodies and identifying the changes that occurred in the region from 2014 to 2019 through satellite images, making a time series of changes in use and land occupation. The results obtained in the interviews and in the survey areas were processed in the geographic information system QGIS and demonstrated through maps, graphs and tables. The study concluded that the population lives without major problems and without apparent conflicts with the wind farm. From the economic point of view, the initiative has been beneficial for the municipality of Serra do Mel, generating jobs and income and improving the quality of life. From a social point of view, there are few disturbances caused by wind activity and there are also few social actions carried out by the companies involved for the benefit of the community. It was possible to observe that the main environmental impacts resulting from the implementation of wind farms to date have caused little damage to the activities, properties and lives of farmers and they were optimistic about the viability and reconciliation of the enterprise with the agricultural activity. It was also found that the use and occupation of land in the municipality of Serra do Mel was not significantly affected by the implementation of wind farms.

Keywords: Wind energy. Environment. Semiarid. Serra do Mel. Farmers.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Classificação mundial de capacidade de energia eólica acumulada (MW) (A), e Matriz de energia elétrica Nacional (B)	20
Figura 2	–	Evolução da capacidade instalada.....	22
Figura 3	–	Geração Nacional de energia eólica por região.....	23
Figura 4	–	Usinas eólicas do Estado do Rio Grande do Norte.....	24

CAPÍTULO I

Figura 1	–	Mapa de localização e divisão das vilas e regiões do município de Serra do Mel (A), relação das vilas de Serra do Mel por ordem alfabética (B)	41
Figura 2	–	Capacidade outorgada de energia eólica no Rio Grande do Norte (MW) (A) e capacidade fiscalizada de energia eólica no Rio Grande do Norte (MW) (B). 45	
Figura 3	–	Velocidade dos ventos na região de Serra do Mel e situação de instalação dos parques eólicos (A), situação dos contratos por vila (B)	47
Figura 4	–	Mapas de uso e ocupação do solo período 2014 (A) e 2019 (B)	48
Figura 5	–	Percentual de uso e ocupação do solo (A) e precipitação pluviométrica (B).....	49
Figura 6	–	Percepção em relação a conciliação da atividade agrícola e eólica (A) e percepção em relação a perda de produção (B)	50
Figura 7	–	Quantidade produzida de castanha de caju (tonelada) (A), e Área destinada à colheita (ha) (B)	52

CAPÍTULO II

Figura 1	–	Mapa de localização e divisão das vilas e regiões do município de Serra do Mel (A) e relação das vilas de Serra do Mel por ordem alfabética.....	60
Figura 2	–	Percepção sobre a existência dos impactos negativos (A), e percepção sobre o acompanhamento da implantação dos parques eólicos por órgão ambiental (B)	62
Figura 3	–	Percepção sobre o uso e ocupação da área do lote pelas torres e estradas (A) e percepção sobre a supressão da vegetação nos lote e vilas (B)	64
Figura 4	–	Percepção em relação a instabilidade ambiental (A), e percepção em relação a alteração na paisagem (B)	66
Figura 5	–	Percepção em relação a interferência eletromagnética (A), e percepção em relação aos riscos de acidentes com Avifauna (B)	68

CAPÍTULO III

Figura 1	–	Mapa de localização e divisão das vilas e regiões do município de Serra do Mel (A) e relação das vilas de Serra do Mel por ordem alfabética (B)	79
Figura 2	–	Percepção em relação a satisfação com as mudanças promovidas (A) e percepção em relação a melhoria na infraestrutura e ações sociais (B)	81
Figura 3	–	Total de empresas atuando na região (A) e total de pessoas trabalhando (B)	83
Figura 4	–	Percepção em relação ao aumento da renda familiar (A), e percepção em relação ao aumento do consumo de bens e serviços (B)	85
Figura 5	–	Percepção em relação a redução do interesse na atividade agrícola (A), e percepção em relação ao crescimento dos problemas sociais (B)	88
Figura 6	–	Percepção em relação aos riscos de acidentes (A) e percepção em relação aos transtornos à população do entorno (B)	90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEEÓLICA	Associação Brasileira de Energia Eólica
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BRA	Brasil
CBEE	Centro Brasileiro de Energia Eólica
CE	Ceará
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CO ₂	Dióxido de Carbono
CEMAVE	Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres
dB	Decibéis
EMPARN	Instituto de Pesquisa Agropecuária do RN
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EUA	Estados Unidos da América
GEE	Gases de Efeito Estufa
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GWEC	<i>Global Wind Energy Council</i>
GW	<i>Gigawatt</i>
Ha	Hectares
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDEMA	Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente
Km ²	Quilômetros quadrados
Km	Quilômetro
KW	Kilowatt
KW/h	Kilowatt hora
m	Metros
MMA	Ministério do Meio Ambiente
m/s	Metros por segundo
MW	Megawatt
ODS	Objetivo do Desenvolvimento Sustentável
OLI	<i>Operational Land Imager</i>
PETROBRAS	Petróleo Brasileiro S/A

PIB	Produto Interno Bruto
QGIS	Quantum GIS
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RN	Rio Grande do Norte
SCP	<i>SemiAutomatic Classification Plugin</i>
SHP	<i>Shapefile</i>
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SRC	Sistema de Referência de Coordenadas
SIN	Sistema Interligado Nacional
Tif	<i>Tagged Image File</i>
TIRS	<i>Thermal Infrared Sensor</i>
TWh	Terrawatt hora
UEE	Usinas Eólio-Energéticas
USGS	<i>United States Geological Survey</i>
UTM	<i>Universal Transversa de Mercator</i>
WGS	<i>World Geodetic System</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 MATRIZ ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE.....	17
2.2 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA.....	20
2.3 POTENCIAL EÓLICO DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL.....	22
2.4 PRODUÇÃO EÓLICA E OS IMPACTOS AO AMBIENTE.....	25
2.5 ENERGIA EÓLICA E A AGRICULTURA.....	28
2.6 O USO DAS GEOTECNOLOGIAS PARA ANÁLISE AMBIENTAL	30
REFERÊNCIAS	31
3 CAPÍTULO I - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE ÁREAS AGRÍCOLAS EXPLORADAS PELA ENERGIA EÓLICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	38
3.1 INTRODUÇÃO	39
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	40
3.2.1 Área de estudo	40
3.2.2 Área amostral e coleta de dados	41
3.2.3 Processamento dos dados	43
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
3.4 CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS	53
4 CAPÍTULO II – PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DOS PARQUES EÓLICOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	57
4.1 INTRODUÇÃO	58
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	59
4.2.1 Área de estudo	59
4.2.2 Área amostral e coleta de dados	60
4.2.3 Processamento dos dados	61
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	62
4.4 CONCLUSÃO	71
REFERÊNCIAS	71

5 CAPÍTULO III – PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DOS PARQUES EÓLICOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	76
5.1 INTRODUÇÃO	77
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	78
5.2.1 Área de estudo	78
5.2.2 Área amostral e coleta de dados	79
5.2.3 Processamento dos dados	80
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	81
5.4 CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIAS	92
6 CONCLUSÕES	97
APÊNDICE	100

1 INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado da população mundial, a urbanização, a crescente industrialização, associado ao elevado consumo de bens e serviços e o esgotamento das reservas de combustíveis fósseis forçaram uma política de utilização acelerada de fontes de energia renováveis para produção de eletricidade e fizeram surgir nas últimas décadas preocupações das populações em atender as necessidades atuais, sem prejudicar as gerações vindouras (PAZHERI et al., 2014), ou seja, a sociedade tecnológica vigente, apresenta sérios desafios com relação a sua própria sustentabilidade, pois desde os primórdios extraiu da natureza os recursos necessários para saciar as suas necessidades ou realizar suas atividades, quase todas as vezes considerando a natureza como uma fonte infinita de recursos (DUPONT et al., 2015).

Os efeitos negativos pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE), como dióxido de carbono (CO_2), ao meio ambiente são reconhecidos cientificamente e amplamente debatido pelos cientistas climáticos (NASA, 2020). Tratados internacionais como o Protocolo de Kyoto e mais recentemente, o Acordo de Paris, tem como principais metas e desafios sociais, atuais e futuros, a mitigação de GEE, principalmente do setor energético, pois é um dos grandes emissores, fazendo-se necessário o uso de fontes alternativas de energia para minimizar essas emissões.

A expansão do uso das fontes de energias renováveis, em especial a energia eólica, levou a um extenso processo de transformação do setor de energia, que vai além dos avanços técnicos e do desenvolvimento, os quais inclui fatores tecnológicos, econômicos, institucionais, políticos, sociais e ambientais que determinam as oportunidades e obstáculos a uma expansão real de tecnologias renováveis complementares no mercado de energia (DANTAS et al., 2019), e requer o equilíbrio entre ocupação e uso da terra e, ao mesmo tempo, preservação e respeito pelos valores ambientais, culturais e cênicos desses territórios privilegiados (POGGI et al., 2018).

O Brasil, atualmente, tem 83% de sua matriz elétrica originada de fontes renováveis, a participação é liderada pela hidrelétrica (59,8%), seguida de eólica (9%), biomassa e biogás (8,8%) e solar centralizada (1,6%), sendo considerado um dos países com maior produção eólica do mundo e com um grande potencial a ser explorado (ABEEÓLICA, 2020). De acordo com o Atlas Eólico Brasileiro (CRESESB, 2001), o país possui potencial estimado de 143,5 GW, podendo produzir anualmente 272,22 TWh, com ventos médios de 7 m s^{-1} , exigindo uma área próxima a 71.735 km^2 , o equivalente a apenas 0,8% do território nacional. Em um eventual uso de todo o potencial eólico brasileiro apresentado no Atlas, isso representaria 90% de toda

a capacidade instalada, em termos de suprimento de energia, tomando como referência o ano de 2019, no qual o consumo final foi 535 TWh, esse uso representaria 51% (EPE, 2019).

A região Nordeste do Brasil, por seu potencial de ventos e disponibilidade de recursos naturais, além do crescente esforço dos governos para atração de investimentos no setor é a maior região produtora de energia eólica do país. Neste cenário o estado do Rio Grande do Norte (RN), com capacidade de 4,3 GW e 159 usinas, é o maior produtor brasileiro, passando de um *status* de importador de energia para o de provedor energético responsável por gerar aproximadamente 28% de toda energia eólica produzida no Brasil (ANEEL, 2020). Os primeiros parques eólicos, na região Nordeste, foram instalados primordialmente em áreas de dunas no litoral, porém, atualmente essas estruturas têm se voltado para áreas internas, onde parte do potencial agrícola ou de reserva florestal é retirado para abertura de vias de acesso e implantação dos aerogeradores.

De acordo com dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), uma das áreas agrícolas mais utilizadas para a expansão eólica no RN é o município de Serra do Mel, pois apresenta ventos com velocidades médias entre 7 e 9 m s⁻¹ (GLOBAL WIND ATLAS, 2020). Nesse município, os investimentos do setor eólico tiveram início em 2015, sendo atualmente o maior produtor do estado e possui 1.176 MW de capacidade outorgada (ANEEL, 2020). A principal atividade econômica da região é a produção da cultura do Caju (*Anacardium occidentale*) e o beneficiamento da castanha. O município de Serra do Mel foi colonizado para a produção agrícola, sendo uma área extremamente relevante para a análise de impactos da energia eólica no ambiente agrário. Além do mais, a exploração eólica em Serra do Mel possui características próprias, as negociações, os impactos e as compensações financeiras envolvem todos os proprietários de lotes agrícolas independente se terão ou não aerogeradores no seu imóvel.

A instalação e operação dos parques eólicos em Serra do Mel pode gerar transformações nas comunidades locais e na vida da população, o que não deve ser negligenciado. Assim se faz necessário uma reflexão sobre esta realidade, compreender a dinâmica da população local e sua percepção sobre os benefícios e danos resultantes desses empreendimentos possibilitam melhoria dos modelos de gestão e licenciamento, a fim de reduzir possíveis restrições ambientais e sociais. Além disso, é importante identificar viabilidades de conciliação da atividade camponesa com a produção eólica para que exista harmonia entre as duas atividades. Essa análise, pode contribuir também para despertar o interesse das comunidades rurais no que se refere às informações sobre os projetos e negociações, promovendo debates mais aprofundados, identificando como o referido empreendimento impacta direta ou indiretamente

a comunidade local nas dimensões econômica, social e ambiental. Acredita-se que será possível ajudar na tomada de decisões quanto à viabilidade de projetos futuros para áreas de energia eólica e através das informações coletadas obter uma melhor compreensão das questões fundamentais necessárias para o estabelecimento de parques eólicos em áreas agrícolas, conhecendo melhor suas vantagens e desvantagens para as comunidades locais.

Nesta conjuntura, saber a percepção dos agricultores do município de Serra do Mel sobre os impactos advindos da implantação e operação de parques eólicos nas áreas agrícolas é de fundamental importância, assim o objetivo geral desse trabalho é analisar os impactos socioeconômicos e ambientais decorrentes da implantação e exploração da energia eólica no município de Serra do Mel-RN no período entre 2014 e 2019 e de forma específica analisar as mudanças na forma de uso e ocupação do solo, analisar as perspectivas para conciliação do empreendimento eólico com a agricultura local e analisar a percepção dos agricultores em relação aos impactos ambientais e socioeconômicos dos parques eólicos.

Essa dissertação inicia-se pela introdução, prossegue com o referencial teórico e em seguida se divide em três capítulos da seguinte forma: o primeiro capítulo trata do uso e ocupação do solo em áreas agrícolas exploradas pela energia eólica, o segundo trata da percepção dos impactos ambientais dos parques eólicos em áreas agrícolas e o terceiro trata da percepção dos impactos socioeconômicos dos parques eólicos em áreas agrícolas do semiárido brasileiro. Por fim encerra-se com as conclusões gerais e o apêndice.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MATRIZ ENERGÉTICA E SUSTENTABILIDADE

Dentre as problemáticas ambientais vividas atualmente, muitas são decorrentes dos avanços tecnológicos sem precedentes e do uso indiscriminado (inconsciente) de matrizes energéticas não renováveis de origem fóssil, constituindo-se em uma crise significativa e em alterações climáticas comprometedoras da qualidade de vida e do equilíbrio ambiental, ocasionando consequências como poluição do ar, desmatamento, chuva ácida, desertificação, contaminação radioativa, bem como o efeito estufa.

À tais consequências, pode-se incluir a escassez energética gerada pelo uso desmedido de matrizes energéticas não-renováveis, ou seja, aquelas que apresentam grande potencial de esgotamento por serem utilizadas em velocidade inversamente proporcional à sua formação, é o caso, por exemplo, do petróleo e seus derivados, a energia geotérmica e os combustíveis

radioativos (VARELA E ZINI, 2015). O aumento da demanda por energia elétrica, especialmente a partir dos anos 1970, impulsionou diversos países a buscarem novas tecnologias para a geração de energia.

Mundialmente, tem-se observado nos últimos anos, a crescente demanda por fontes alternativas de energia, em especial as renováveis, dentre elas a energia solar com aproveitamento fotovoltaico, a energia eólica, a biomassa, a energia das marés e a energia geotérmica estão entre as fontes energéticas que terão sua relevância cada vez maior no cenário energético mundial (HDIDOUAN E STAFFELL, 2017). De modo geral, o desenvolvimento econômico e as questões ambientais são os principais motivadores para o crescente interesse pelas fontes renováveis e tentativas de mudanças no setor energético, como redução da dependência de combustíveis fósseis, redução de emissões atmosféricas, descentralização da produção e autossuficiência energética.

A manutenção e preservação do meio ambiente buscando a sustentabilidade tem sido cada vez mais objeto de discussão mundial, tanto no meio científico quanto nas pautas governamentais, sobretudo em decorrência de que os recursos naturais se revelam essenciais não somente à satisfação de necessidades básicas do homem, mas também ao desenvolvimento de suas atividades profissionais e garantia do seu bem-estar (OLIVEIRA E CAMPOS, 2017). Desta maneira, a sustentabilidade aparece como um processo para reconstrução da ordem econômica, como uma condição para a sobrevivência humana e um suporte para chegar a um desenvolvimento duradouro (LEFF, 2014).

A crescente preocupação da comunidade internacional com as mudanças climáticas e conseqüentemente os esforços para a redução dos GEE levaram à intensificação da busca por alternativas que pudessem suprir as necessidades econômicas, e dentre as medidas mais usuais, está o desenvolvimento das fontes renováveis de energia (GWEC, 2016), e estas devem proporcionar menores impactos negativos ao meio ambiente, benefícios sociais, como geração de empregos e desenvolvimento científico; bem como, benefícios econômicos, como a redução dos custos do acesso à energia e uma menor dependência ao petróleo (KAPLAN, 2015).

No contexto atual, o desenvolvimento sustentável está pautado no equilíbrio e nas contribuições positivas do bem-estar social e ecossistêmico, a fim de proporcionar à sociedade condições de vida digna, com distribuição equitativa de renda e preservação dos recursos naturais (BARBOSA E CÂNDIDO, 2016). A expansão das fontes renováveis de energia nos países desenvolvidos e em desenvolvimento, tem gerado um novo arranjo político, industrial e social. O mesmo pode conectar os diversos setores (governos, associações, indústria, organizações internacionais, instituições de ensino, etc.), a fim de estimular a mitigação das

mudanças climáticas, garantir a segurança energética, promover o desenvolvimento econômico e social e reduzir os riscos financeiros (REN21, 2018).

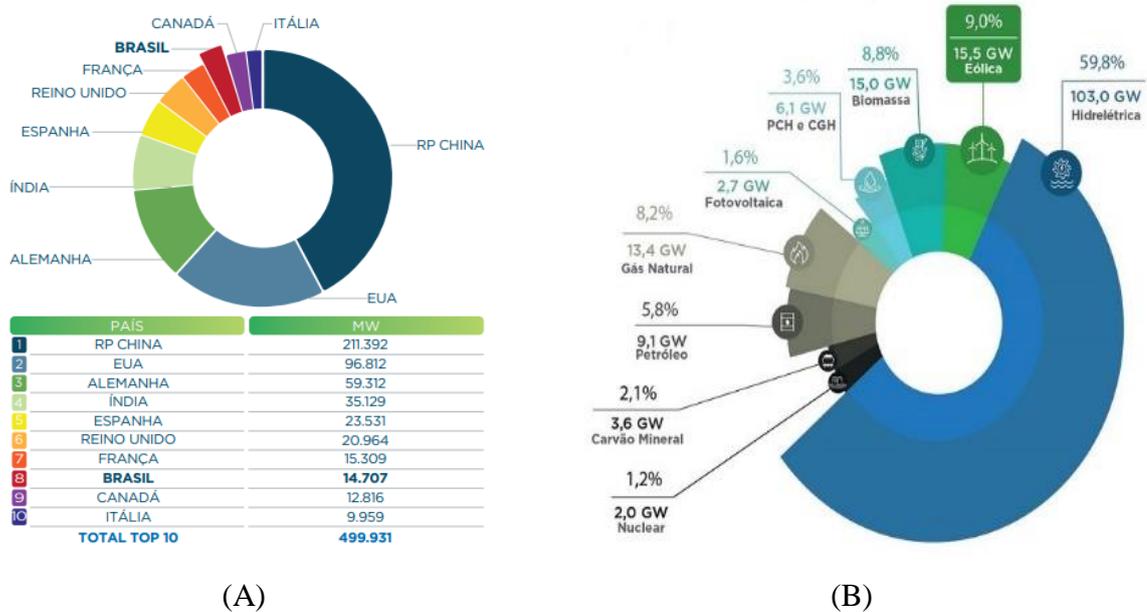
Entre os principais benefícios socioeconômicos proporcionados pelas energias renováveis destaca-se a inovação tecnológica, o desenvolvimento industrial, a universalização do acesso à energia, o desenvolvimento regional e local, especialmente em zonas rurais, e a criação de empregos (SIMAS E PACCA, 2013). Porém, mesmo tendo a certeza da total importância da produção e distribuição de energias renováveis são fundamentais as discussões sobre a forma de instalação e o tipo de impactos para a comunidade e para o meio ambiente, que essa tecnologia pode ocasionar.

Existe uma revolução indiscutível acontecendo no mundo, pois afastam-se das fontes poluentes e priorizam-se as renováveis de baixo impacto ambiental, destacando-se a energia eólica. Em alguns países isso está ocorrendo rapidamente em outros nem tanto, mas independente da velocidade, o fato é que esta mudança é irreversível, pois a energia eólica, segundo GWEC (2017) é a chave para definir um futuro energético sustentável a nível mundial, por ser uma fonte de energia renovável, competitiva e confiável tem sido utilizada em grande escala com intuito de reduzir impactos ambientais negativos causados por combustíveis fósseis, e se destaca pelo seu custo-benefício (DAMASCENO E ABREU, 2018).

O fato de ser considerada uma fonte de energia “limpa” e renovável, não isenta a operação e instalação de parques eólicos dos impactos socioambientais, os quais devem ser identificados, discutidos, analisados, mitigados e monitorados (AMPONSAH et al., 2014), pois como qualquer outra atividade industrial, também pode causar impactos negativos ao ambiente que devem ser mitigados com as técnicas desenvolvidas a partir dos estudos focados na área da produção, através de planejamento adequado e também da aplicação de novas tecnologias.

A fonte eólica tem aumentado sua participação de forma expressiva ao longo dos últimos 20 anos, graças aos avanços tecnológicos e a crise do petróleo ocorrida na década de 70, sendo impulsionada nos anos 80 apoiada por uma legislação que procurava promover sua participação no mercado (LEUNG E YANG, 2012; WIZELIUS, 2015). Conforme Yanaguizawa Lucena e Azevedo Lucena (2019) a Alemanha e a Dinamarca foram pioneiras neste procedimento, seguido por vários países, inclusive pelo Brasil. Atualmente, a China, Estados Unidos e a Alemanha, representam os três países com maior capacidade instalada no mundo (Figura 1A) (GWEC, 2017).

Figura 1 – Classificação mundial de capacidade de energia eólica acumulada (MW) (A) e Matriz de energia elétrica Nacional (B).



Fonte: GWEC (2019) e ABEólica (2020)

2.2 MATRIZ ENERGÉTICA BRASILEIRA

A matriz energética brasileira possui características próprias que a distingue da maioria dos países. No Brasil, predomina, historicamente, a geração de fontes renováveis, com destaque para a energia hidráulica e também, o uso expressivo de biomassa e, mais recentemente, a energia eólica (GUERRA et al., 2015; SCHMIDT et al., 2016). Ampliar essa base alternativa é viável considerando as características naturais que favorecem a captação solar, eólica e hídrica.

Incentivar a diversificação das fontes renováveis contribui para redução da emissão de GEE, tendo em vista que a matriz energética contribui nas emissões principalmente as usinas térmicas, diminuir a construção de grandes reservatórios para centrais hidrelétricas, que causam um grande impacto ambiental e complementar nossa matriz elétrica devido principalmente aos períodos de estiagem aproveitando a potencialidade de recursos naturais abundantes no país, tais como o vento e o sol (MELO et al., 2016).

A matriz energética brasileira é composta por 45,3% e a matriz elétrica por 83% de fontes renováveis de energia, enquanto que esta média no âmbito mundial é de apenas 14,3% e 26,2%, respectivamente. A energia hidráulica continua sendo a mais importante do país com 59,8%, logo depois a energia eólica com 9% seguido da energia proveniente da biomassa com 8,8% da produção total (ABEEOLICA, 2020) conforme mostrado na (Figura 1B).

O Brasil, devido a sua imensa extensão territorial, apresenta várias regiões com características que favorecem bastante o aproveitamento eólico, não somente para a geração elétrica, mas também para outras aplicações, como a navegação marítima e aeronáutica, bombeamento de água, agricultura, entre outras (EPE, 2016). O vento brasileiro é forte e com bom índice de regularidade, estas condições naturais situam o País como um dos mais favoráveis a investimentos em eólicas no mundo e nos beneficiam em termos de fator de capacidade e custos de geração (CERNE, 2014).

Neste contexto, o crescente investimento em energia eólica no Brasil foi impulsionado pela crise do apagão em 2001 (BRANNSTROM et al., 2017; DANTAS et al., 2019). Na época, surgiram iniciativas governamentais para a inclusão das fontes alternativas no planejamento energético por meio de políticas de incentivo para o desenvolvimento das tecnologias de geração de energia renovável, principalmente da energia eólica (SIMAS E PACCA, 2013). E isso, contribuiu para governos diversificar os recursos energéticos e reduzir as emissões de CO₂, fomentar novas indústrias, e gerar novas oportunidades de emprego (MELO et al., 2016).

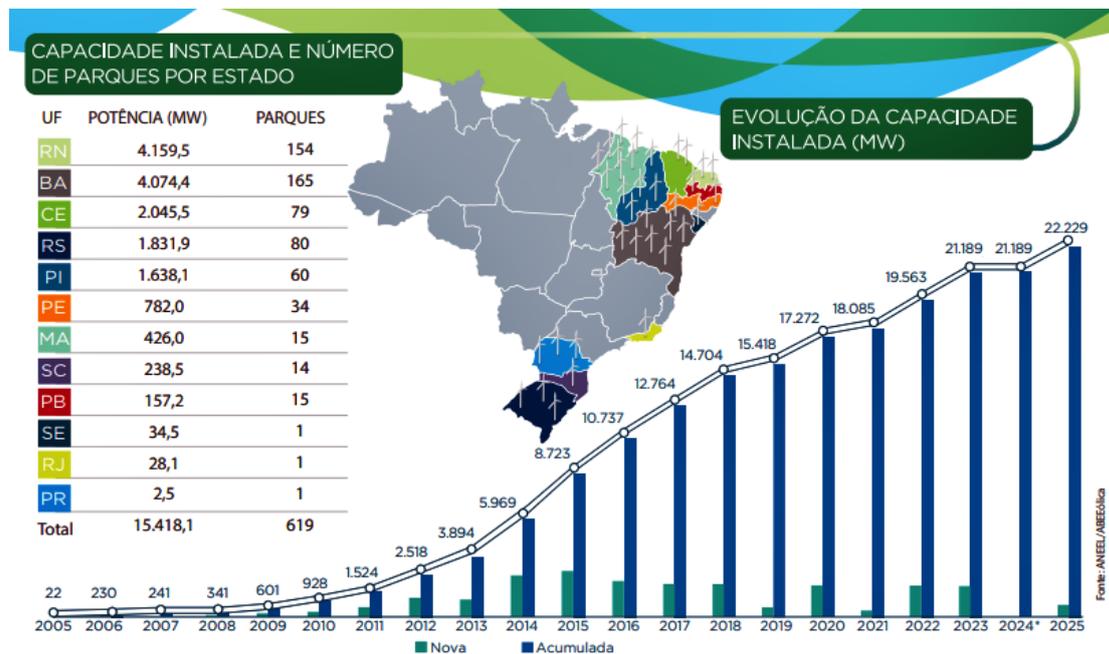
As iniciativas governamentais para expansão e participação da produção da energia eólica na matriz energética brasileira, estiveram também associadas a um projeto público e incentivos para essa fonte energética. Destacando-se a criação do Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA), que foi criado em 2002 e foi considerado um passo importante para a sustentabilidade na geração de energia (BEZERRA E SANTOS, 2017). Após o PROINFA a energia eólica apresentou um aumento expressivo em sua capacidade instalada nos últimos anos. A partir de 2009, verifica-se uma tendência maior de aumento na capacidade instalada, possivelmente impulsionada pelos leilões de energia (ABEEÓLICA, 2016).

A primeira instalação de um aerogerador no Brasil ocorreu em 1992, quando o Centro Brasileiro de Energia Eólica (CBEE) e a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE) firmaram parceria com um instituto Dinamarquês para instalar, em Fernando de Noronha/PE, uma turbina de 225 kW. No mesmo ano, foi iniciado o planejamento dos projetos-piloto de Taíba nos municípios de São Gonçalo do Amarante e de Mucuripe, no Ceará, com a instalação de anemômetros. Em 1999, entrou em operação a primeira usina no Ceará, localizada na praia da Taíba, com capacidade de 5 MW, dez aerogeradores de 44 metros (m) de altura e 500 kW instalados (MOREIRA et al., 2013).

O tamanho atual da indústria eólica no Brasil é de 15,6 GW de capacidade instalada, 624 parques eólicos, 7.621 aerogeradores em operação em 12 Estados, com uma geração correspondente a 55,9 TWh em 2019, fornecendo 9,7% de toda geração injetada no Sistema

Interligado Nacional (SIN), conforme dados da ABEEÓLICA (2020). O crescimento desta fonte de energia foi bastante expressiva, em 2009, representava uma capacidade instalada de 601 MW, e dez anos depois ultrapassou 15 GW, um crescimento de mais de 2.000% neste período. Os Estados com maior capacidade instalada são RN, Bahia, Ceará, Rio Grande do Sul e Piauí (Figura 2).

Figura 2 – Evolução da Capacidade Instalada



Fonte: ABEEólica, 2018.

2.3 POTENCIAL EÓLICO DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

As políticas de incentivo em conjunto com o seu enorme potencial, permitiram que a região Nordeste fosse pioneira na instalação de parques eólicos, sendo um dos locais que melhor se enquadra para essa produção no Brasil, pois apresenta características físicas, alta incidência de ventos fortes e constantes favoráveis a implementação de usinas eólicas. Portanto, é natural que grandes investimentos nacionais e estrangeiros, tanto para a produção de energia quanto para o desenvolvimento do setor industrial, instalem-se na região (OLIVEIRA NETO E LIMA, 2016; FERREIRA et al., 2019).

Para Lima e Oliveira (2015) a maior parte do potencial eólico brasileiro está em uma faixa litorânea incluindo os Estados do RN, Ceará, Piauí e Bahia que pela localização costeira e temperaturas constantes contribuíram para que essa região receba investimentos de

multinacionais ligadas ao setor eólico, coincidentemente, é a região com os mais baixos índices de desenvolvimento humano do país.

A região Nordeste do Brasil possui condições ideais para a produção de energia eólica, pois é favorecida em ventos e atinge velocidades de 9 m s^{-1} , superior à necessária para geração de energia, além disso, o vento é unidirecional e estável, sem rajadas, isso significa que a energia é produzida constantemente (DE JONG et al., 2015). Nessa região estão distribuídos 80% dos parques eólicos brasileiros, e no ano de 2018 gerava 85% da energia eólica total produzida no Brasil (ABEEÓLICA, 2018) (Figura 3).

Figura 3 – Geração Nacional de energia eólica por região

Região	2017		2018		% de crescimento
	Geração (TWh)	Representatividade	Geração (TWh)	Representatividade	
Sudeste	0,08	0,2%	0,05	0,1%	-33%
Sul	5,84	14,4%	5,75	12,4%	-2%
Nordeste	33,99	84,0%	39,69	85,4%	17%
Norte	0,55	1,4%	0,99	2,1%	78%
Total	40,46	100%	46,47	100%	14,8%

Fonte: ABEEólica, 2018

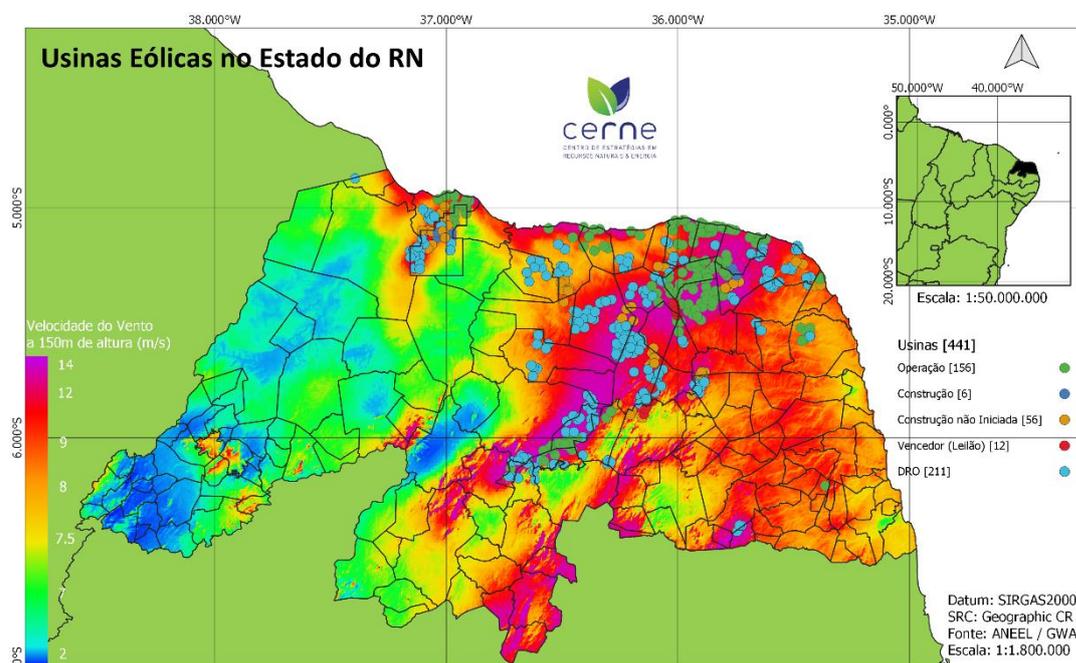
A primeira grande turbina eólica da América Latina foi instalada em 1992, no arquipélago de Fernando de Noronha (Nordeste do Brasil), financiada por um instituto de pesquisa Dinamarquês, com potência nominal de 75 kW, fornecendo de 10 a 20% da demanda local de energia, mas, em 2009, foi destruído por uma tempestade elétrica (YANAGUIZAWA LUCENA E AZEVEDO LUCENA, 2019). Embora a instalação de parques eólicos na região Nordeste tenha se iniciado pelo litoral, é no interior e especialmente no semiárido que a instalação dos parques vai se realizar com mais força e densidade. O que revela a enorme importância que vem ganhando porções da região semiárida, em decorrência do elevado potencial eólico ali existente, para a geração de energia eólica no Brasil (TRALDI, 2018).

Dentre os estados do Nordeste do Brasil com potencial para produção de energia eólica, destaca-se o RN devido à sua localização geográfica, dispõe de um potencial energético bastante expressivo. O primeiro parque eólico instalado no RN, foi o do município de Macau, de propriedade de Petróleo Brasileiro S/A (PETROBRAS), inaugurado em 2004 e 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 com capacidade de 49,3 MW (COSTA, 2015).

O estado do RN atualmente é o maior produtor eólico do país, com capacidade de geração de 4,3 GW, são mais de 2000 aerogeradores instalados, distribuídos em 159 Usinas Eólio-Energéticas (UEE) em operação, considerando o total da participação da energia eólica na matriz energética nacional, algo em torno de 15,6 GW, o RN contribui com 28% da produção de energia através dos ventos em território brasileiro (ANEEL, 2020).

Em 2008, o estado atingiu a capacidade instalada necessária para abastecer seu próprio consumo, contando com eólica, térmicas a gás natural e óleo diesel, e a biomassa, tornando-se, assim, autossuficiente (HOFSTAETTER, 2016). Depois de alcançada a autossuficiência energética, em 2015 a produção de energia por fonte eólica no RN atingiu níveis que correspondiam a todo o consumo estadual. Em 2016, com a entrada em operação de dezenas de novas usinas eólicas, foi alcançado o dobro do consumo estadual em energia eólica (BARROS, 2018). Em suma, a geração de eletricidade deixou de ser considerada um problema no desenvolvimento econômico e industrial do Estado. Atualmente, o RN passa por um processo de interiorização dos parques eólicos, estendendo-se ao Agreste e ao Sertão Central (Figura 4). Entretanto, é na região litorânea onde ocorrem as maiores especulações de propriedades, pois, além das condições naturais serem propícias à atividade, o fator locacional é primordial para tal demanda (SANTOS E ARAUJO, 2016). A região da Costa Branca ou litoral Setentrional do RN foi bastante visada e recebeu muitos investimentos de multinacionais, nessa região a velocidade média do vento é de 7 a 9 m s⁻¹ (COSERN, 2003).

Figura 4 – Usinas Eólicas no Estado do Rio Grande do Norte



Fonte: CERNE (2020)

O crescimento da capacidade produtiva do RN está relacionado à localização dos parques eólicos e avança do litoral em direção ao interior do Estado. Em ambos os contextos, os parques eólicos estão instalados, em municípios de baixo dinamismo econômico, em sua maioria, representando, do ponto de vista econômico e de impactos urbanos e regionais, novas dinâmicas (HOFSTAETTER, 2016). Desta maneira, como a realidade da energia eólica no estado do RN é recente, cada vez mais se percebe a necessidade de observar quais os impactos que esse empreendimento gera, tanto para a população quanto para o meio ambiente, pois constitui-se uma nova dinâmica produtiva, econômica e de ocupação dos territórios, mas também de transformação e impactos socioambientais nos territórios onde são implantados parques eólicos.

2.4 PRODUÇÃO EÓLICA E OS IMPACTOS AO AMBIENTE

Conforme resolução 01/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), impacto ambiental é definido como 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; e V – a qualidade dos recursos ambientais.

De modo geral, todas as formas de produção de energia geram impactos ambientais de pequena ou grande proporção, a minimização dos impactos negativos é fundamental em qualquer setor, de forma que assegure a produção e que mesmo assim todos os seres estejam confortáveis no ambiente. Uma das principais motivações observadas hoje no discurso em apoio às energias renováveis em nível mundial é a busca pelo desenvolvimento sustentável, proveniente do aumento da consciência das preocupações ambientais, econômicas e sociais (PINTO et al., 2017).

De acordo com Araújo e Moura (2017), os espaços urbanos ou rurais ao passarem por uma acelerada ocupação, tanto de torres, máquinas pesadas para instalação podem ficar sujeitos a conflitos socioambientais que acabam afetando diretamente as pessoas da comunidade local. Alguns impactos identificados em estudos ambientais como decorrentes da instalação de parques eólicos estão associados à supressão da vegetação, afugentamento da fauna, a degradação da área afetada, geração de resíduos, a alteração do nível hidrostático do lençol freático, a emissão de ruído, o impacto visual, a corona visual ou ofuscamento, às interferências eletromagnéticas, o efeito estroboscópico, perturbação no trânsito durante o transporte dos

componentes dos aerogeradores, aumento na demanda por serviços e infraestrutura; aumento da dinâmica econômica, alteração na organização social e às interferências locais. Ressalta-se que a relevância dessas interferências varia com as características regionais e locais dos sítios de implantação dos parques eólicos (DAI et al., 2015; TOLMASQUIM, 2016).

Por outro lado, Jaber (2013) declara que a implementação dos projetos de energia eólica é vista como ideal porque não polui, não requer combustível, não cria gases tóxicos, não produz lixo radioativo e que causa impacto muito pequeno durante as fases de fabricação, instalação e manutenção, devido ao fato de dispensarem desapropriações ou deslocamentos de populações. Ainda com relação aos impactos positivos, Barcella e Brambilla (2012) citam benefícios socioambientais como a redução de custos da atividade em longo prazo, porque a energia eólica não contamina o ambiente (água, solo, ar) e os ventos não se esgotam.

Outro fator que colabora positivamente para a energia eólica, é a substituição ou complementação das fontes de energia não limpa, o que favorece a diminuição de emissão de CO₂ e outros gases do efeito estufa. Ainda pode se destacar o fator socioeconômico, pelo potencial turístico e a visibilidade proporcionada pelo aspecto de sustentabilidade (MELO, 2013; LIMA E OLIVEIRA, 2015).

As instalações de parques eólicos em áreas rurais e litorâneas com baixo desenvolvimento econômico são importantes fontes de receitas para os municípios, os quais obtêm as licenças de construção, imposto sobre as empresas e os rendimentos auferidos quando as turbinas eólicas são instaladas em áreas de propriedade da cidade. Os habitantes desses territórios, além de alugar suas terras para as empresas para esse fim, encontra um emprego durante o período da construção, que, dado o tamanho da maioria deles, geralmente se estendem ao longo de vários meses. Vale ressaltar que uma vez construído são gerados postos de trabalho para manutenção (ESPEJO MARIN E GARCÍA MARIN, 2012; OKKONEN E LEHTONEN, 2016).

Nesse sentido, e levando em consideração as divergências de opiniões entre os pontos positivos e negativos de um parque eólico, Dincer (2000) e Silva et al. (2013) apontam como um dos principais fatores para o sucesso do desenvolvimento de fontes de energia sustentáveis a conscientização pública e o engajamento da comunidade, por meio da informação e educação. Portanto, a velocidade dos ventos não deve ser o único critério para a localização de um parque eólico, tendo que ser considerada a negociação da distribuição dos benefícios gerados, os impactos socioeconômicos e ambientais, de modo franco, com a inclusão de valores locais como critério no processo de tomada de decisão (ZOGRAFOS E SALADIÉ, 2012). Sendo assim, o fato de ser considerada uma energia “limpa” e renovável, não isenta a energia eólica

quanto aos cuidados na sua implantação no que tange, sobretudo, aos seus impactos socioambientais que precisam ser constantemente analisados (PINTO et al., 2017).

O efeito socioeconômico que a instalação de um complexo eólico gera para uma região, apresenta-se como um ponto positivo. Visto que, há uma injeção de dinheiro proveniente de empregos diretos gerados no período de construção. Assim como empregos indiretos, decorrente das melhorias estruturais da cidade, em virtude do aumento da rede hoteleira e acréscimo no número de restaurantes. No entanto o aquecimento econômico dura apenas um pequeno período de tempo, causando um prejudicial esfriamento econômico (OKKONEN E LEHTONEN, 2016; TRALDI, 2018).

Esse crescimento econômico também produz aumento da renda, aumento do PIB estadual e municipal, além do aumento da arrecadação de tributos relacionados à geração de energia e outros benefícios à sociedade. Além disso, o desenvolvimento econômico adiciona aspectos qualitativos ao foco quantitativo do crescimento econômico, como a diversificação da economia regional, capacitação da mão-de-obra, e melhoria da educação e da qualidade de vida (BRANNSTROM et al., 2015; TOLMASQUIM, 2016).

A maneira como os empreendedores e os proprietários de terra se relacionam é de maneira inovadora, diferente de outras fontes de energia. Em parques eólicos, que ocupam menos de 10% da área total da propriedade, podem coexistir diversas atividades econômicas, geralmente agricultura e pecuária. Os proprietários das terras não são desalojados, mas pelo contrário, as terras são arrendadas por uma quantia paga mensal ou anualmente, que pode ser utilizada para reinvestimento na propriedade, constituindo diversificação da renda do proprietário e um meio de melhorar a produtividade das atividades econômicas em áreas rurais ou em regiões que, em sua maioria, são bastantes carentes, com economias estagnadas (BRANNSTROM et al., 2015; YANAGUIZAWA LUCENA E AZEVEDO LUCENA, 2019).

Vale ressaltar também que um empreendimento eólico amplia o acesso a projetos sociais, culturais, de saúde e ambientais, os quais são financiados através da linha de crédito disponibilizada para o proprietário do empreendimento eólico. Segundo Barbosa e Cândido (2018) e Yanaguizawa Lucena e Azevedo Lucena (2019), são exemplos de projetos que podem ser realizados pelas empresas, ações de educação e de inclusão digital, com capacitação para jovens e adultos, projetos para preservação e acesso a população à água e a saúde, fortalecimento e ampliação das cadeias produtivas com objetivo de melhorar renda da população e promover o desenvolvimento sustentável, entre outros.

Salienta que, em detrimento aos impactos socioeconômicos positivos, é gerada uma sobrecarga na infraestrutura municipal e nos serviços públicos, como o aumento da demanda

nos hospitais, o transtorno de ter pessoas de fora na cidade, os conflitos ocasionados pelos costumes e culturas diferentes. Dentre os aspectos negativos destacam-se a não retenção de empregos, geralmente devido à falta de qualificação da mão-de-obra local; a falta de esclarecimentos aos locadores de terras no ato dos contratos; e os danos gerados nas estradas e à segurança das cidades envolvidas com o desenvolvimento da energia eólica (TRALDI, 2018).

Outro importante impacto averiguado diz respeito às mudanças nas dinâmicas socioculturais, tais como a supervalorização do mercado imobiliário. Além de situações que influenciam na saúde individual e coletiva, como o uso de entorpecentes e drogas em geral, aumento de doenças sexualmente transmissíveis, aumento da exploração sexual infanto-juvenil e problemas de saúde em decorrência de ruídos oriundos das turbinas eólicas (ARAÚJO, 2016; GONZÁLEZ et al., 2017). Há também um grande deslocamento de trabalhadores que saem de diversas regiões do estado ou até de estados vizinhos para trabalhar nas obras. Esta mão-de-obra, ainda que passe a residir provisoriamente no município, pelo espaço de tempo que permanece, pressiona o custo de vida, elevando os preços de gêneros de primeira necessidade e dos aluguéis (TRALDI, 2018).

2.5 ENERGIA EÓLICA E A AGRICULTURA

Em virtude das características intrínsecas ao funcionamento dos parques eólicos, como a necessidade do uso de grandes extensões de terra para disposição dos aerogeradores e a ausência de obstáculos próximos que alterem a circulação dos ventos, estes objetos técnicos sempre se instalam no que se pode chamar de meio rural. Neste momento surgem conflitos entre atividades tradicionais, em especial a agricultura e a criação de animais, e os empreendimentos privados, voltados à produção de energia (BARROS, 2018).

Os projetos de energias renováveis nas áreas rurais, principalmente em regiões que necessitam de desenvolvimento econômico, requerem atenção especial. Estes projetos colaboram de forma significativa para o desenvolvimento com inúmeras vantagens, pois além de contribuir para a fixação das famílias em suas propriedades rurais, promove geração de renda e qualidade de vida, mantendo a economia ativa tanto na área rural como nos centros urbanos (OKKONEN E LEHTONEN, 2016).

Como os parques eólicos estão comumente localizados em áreas rurais, a obtenção dessa renda extra permite o investimento em melhorias na produção e infraestrutura da propriedade. Durante a construção, devido à movimentação de máquinas e às obras civis, boa parte da área ocupada pelo parque eólico inviabiliza a continuidade das atividades econômicas. Porém, após

o período de construção, que dura geralmente até 18 meses, a maior parte das áreas pode ser novamente ocupada com as atividades dos proprietários (SIMAS E PACCA, 2013)

A implantação dos parques eólicos criou certo *modus operandi* que difere de outras estruturas empreendedoras. A estrutura física local mantém-se (agrária) e os poderes municipais institucionalizados pouco mudam, não sendo preciso deslocar espacialmente nenhum ator social. A desterritorialização ocorre no âmbito simbólico do poder, no qual haverá o mínimo compartilhamento deste sobre um mesmo território. 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. A implantação de parques eólicos em propriedades de agricultores familiares pode lhes garantir renda durante um período bastante prolongado. Suas terras passam a servir de base de sustentação física para captação de ventos, ou seja, para a geração de renda não agrícola. Em alguns contratos, acertados entre os donos das terras e os arrendatários, há condicionante que impede o dono da terra de utilizá-la para outra atividade. O usufruto da terra é determinado dentro do contrato acertado entre as partes interessadas, arrendatário e proprietário de terra (COSTA, 2015).

Outros benefícios característicos desse tipo de geração residem na possibilidade de compatibilização do uso do solo com outros usos, como a agricultura e a criação de gado, permitindo a coexistência dessa nova atividade com atividades tradicionais, o que diminui a interferência na dinâmica sociocultural local (TOLMASQUIM, 2016).

Apesar de estudos declararem que os parques de energia eólica podem coexistir com diversas atividades econômicas como pecuária e agricultura e que os proprietários da terra não são desalojados, ao contrário, eles permanecem em suas moradias e podem aumentar a produtividade rural, a partir do investimento dos recursos adquiridos através do pagamento de *royalties* e aluguéis, percebe-se que isto ocorre somente onde existe segurança da posse da terra e estabilidade jurídica da propriedade (GORAYEB E BRANNSTROM, 2016). Em relação ao fato da exploração eólica permitir que o solo possa ter outros usos, tanto em função de limitações estipuladas no contrato entre a empresa e agricultores, como em função de um fator cultural, essa equação não se efetiva necessariamente (HOFSTAETTER, 2016).

Em uma perspectiva econômica, a instalação de parques eólicos em áreas rurais é considerada, de certa forma, positiva. Todavia, tal instalação traz efeitos e impactos sociais negativos àqueles agricultores (COSTA, 2015). Assim, tem-se conflitos territoriais de uso do espaço, nos quais algumas atividades agropecuárias como agricultura de autoconsumo, fruticultura irrigada e até mesmo áreas de pesca tradicional deixaram de ser realizadas ou houve queda na produção em virtude da materialização dos novos empreendimentos associados à

produção de energia (BARROS, 2018). Essa perda na produção agrícola pode comprometer a segurança alimentar de muitas famílias e comunidades uma vez que vivem da agricultura de subsistência (HOFSTAETTER, 2016).

Desta forma, apesar da possibilidade de coexistência da atividade agrícola com a atividade eólica, faz-se necessário uma análise da área a ser explorada e adequação de projetos para que a atividade tradicional não seja afetada e não prejudique as famílias camponesas. Espera-se, portanto, que o crescimento de empreendimentos eólicos no meio rural tenha uma relação pacífica com a agricultura e com as atividades pré-existentes nas propriedades rurais.

Portanto, todos os aspectos ambientais, sociais e econômicos devem ser levados em consideração ao considerar a expansão da energia eólica, onde a seleção apropriada do local é o aspecto mais importante da expansão sustentável da energia eólica. Uma combinação de ferramentas de representação espacial e apresentação, como sistemas de informação geográficas (SIG) e critérios de tomada de decisão, são úteis no enfrentamento de tais otimizações espaciais (EICHHORN et al., 2019).

2.6 O USO DAS GEOTECNOLOGIAS PARA AVALIAÇÕES AMBIENTAIS

Em linhas gerais, as geotecnologias utilizam-se de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas e vem influenciando de maneira crescente as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. Em um país de dimensão continental como o Brasil, com uma grande carência de informações adequadas para a tomada de decisões sobre os problemas urbanos, rurais e ambientais, as geotecnologias apresentam um enorme potencial para resolução destes problemas, sendo possível traçar um rápido e completo panorama da biodiversidade de determinada região. Portanto, o acesso e uso das geotecnologias devem ser encaradas como forma de conhecer com maior clareza as dinâmicas ambientais e sociais de um país ou região (MAXWELL E SYLVESTER, 2012; ALBUQUERQUE et al., 2012).

As geotecnologias integram os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e os produtos do geoprocessamento e sensoriamento remoto (imagens de satélites, fotografias aéreas, etc.) e consiste em um conjunto de técnicas que visam selecionar e compilar informações referentes às alterações geográficas de qualquer natureza, bem como a sua inter-relação com demais eventos concomitantes ou provenientes dessas alterações (ROSA, 2011; KERSKI, 2015), apontando com clareza diversos indicadores que sinalizam qualidade da biodiversidade, como por exemplo, áreas de desmatamento, erosão e poluição, permitindo assim estruturar

medidas que visem proteger regiões vulneráveis à intervenção humana. Portanto, a análise desses dados é fundamental antes de iniciar a execução de qualquer projeto.

Na literatura geográfica contemporânea pode-se visualizar que uma das mais recorrentes aplicações temáticas das geotecnologias se realiza no levantamento das tipologias e tendências no uso e ocupação da terra, análises estas imprescindíveis para a compreensão das formas pelas quais o espaço geográfico está sendo ocupado. Assim, vale mencionar que essa modalidade de mapeamento, quando respaldada nas atuais ferramentas de análise espacial, fornece importantes subsídios ao planejamento ambiental, na perspectiva de mitigar o intenso processo de uso e ocupação em áreas de reconhecida fragilidade e vulnerabilidade socioambiental (SILVA et al., 2016).

Neste contexto, as geotecnologias podem contribuir para estudos de análise ambiental e viabilidade de projetos eólicos, através da utilização de tecnologia SIG, com subsídio de informações armazenadas em bancos de dados geográficos, base de dados de informações alfanuméricas, imagens (fotografias aéreas e imagens de satélite), textos, tabelas, arquivos digitais e alguns outros produtos que podem ser diretamente associados às entidades espaciais (AQUINO E VALLADARES, 2013). Desta forma, para minimizar os impactos socioambientais dos parques eólicos as geotecnologias se materializam como grandes aliadas, oferecendo ferramentas importantes na caracterização, monitoramento e gestão do espaço, atuando de forma eficaz na detecção de possíveis impactos (STORTO E COCATO, 2018).

REFERÊNCIAS

ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim anual de geração**, 2016. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2017/05/424_Boletim_Anual_de_Geracao_Eolica_2016_Alta.pdf. Acesso em: 2 abr. 2020.

ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Boletim anual de Geração**, 2018. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Boletim-Anual_2018.pdf. Acesso em: 2 abr. 2020.

ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. **Infovento 15**, março de 2020. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2020/04/Infovento-15_PT.pdf. Acesso em: 2 abr. 2020.

ALBUQUERQUE, E. L. S; MEDEIROS, C.N; GOMES, D.D.M; CRUZ, M.L.B. SIG-WEB Ceará em mapas interativos, novas ferramentas na cartografia escolar. **Revista Mercator**, Fortaleza, v. 11, n. 24, p. 253-269, 2012. DOI: <https://doi.org/10.4215/RM2012.1124.0015>

ANNEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 2020. Sistema de Informações da ANEEL (SIGA). **Capacidade de Geração do Brasil**. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/siga>. Acesso em: 04 fev. 2020.

AMPONSAH, N.Y.; TROLDBORG, M.; KINGTON, B.; AALDERS, I.; HOUGH, R.L. Greenhouse gas emissions from renewable energy sources: A review of life cycle considerations. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.39, p. 461-475, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.087>

AQUINO, C. M. S.; VALLADARES, G. S. Geografia, geotecnologias e planejamento ambiental. **Revista Geografia**, Londrina, v. 22, n.1, p. 117-138, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/2447-1747.2013v22n1p117>

ARAÚJO, A. A.; MOURA, G. J. B. A Literatura Científica sobre os impactos causados pela instalação de Parques Eólicos: Análise Cienciométrica. **Revista Tecnologia e Sociedade**, Curitiba, v.13, n.28, p.207-223, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v13n28.3674>

ARAÚJO, J.C.H. Entre expropriações e resistências: a implementação de parques eólicos na zona costeira do Ceará, Brasil. **Cadernos do CEAS**, Salvador, n. 237, p. 327-346, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.25247/2447-861X.2016.n237.pp.%20327-346>.

BARBOSA, A. P. A.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade e Energia: Aplicação de um sistema de indicador em municípios do Rio Grande do Norte – RN. In: Carlos Antônio Costa Santos; Madson Tavares Silva; Virgínia Mirtes de Alcântara Silva. (Org.). **Recursos Naturais do Semiárido: Estudos Aplicados**. 1ed.Campina Grande: EDUFCEG, v. 1, p. 581-600, 2016.

BARBOSA, A. P. A.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade municipal e empreendimentos eólicos: uma análise comparativa de municípios com investimentos na geração de energia eólica no estado da Paraíba. **Revista Sociedade & Natureza**. Uberlândia, MG, v.30, n.2, p.68-95, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018-4-X>

BARCELLA, M. S.; BRAMBILLA, F. R. Energia eólica e os impactos socioambientais: estudo de Caso em parque eólico do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, Canoas, v.6, n.2, p. 5 a 18, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.18316/230>

BARROS, L. F. F. O uso do território e o sistema técnico eólico-energético: coexistências, conflitos e solidariedades com os assentamentos rurais de reforma agrária no Rio Grande do Norte. 2018. 218 p. Dissertação de mestrado. UFRN, Natal. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/25677/1/LuisFelipeFernandesBarros_DISSERT.pdf. Acesso em: 05 abr. 2020.

BEZERRA, F. D; SANTOS, L. S. Potencialidades da Energia Eólica no Nordeste. **Caderno Setorial ETENE**, Banco do Nordeste, 2, nº 5, 2017. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/documents/80223/1910830/Eolica.pdf/9d7251e0-4c94-4570-b223-df7820b50d4d>. Acesso em: 02 fev.2020.

BRANNSTROM, C.; TILTON, M.; KLEIN, A.; JEPSON, W. Spatial distribution of estimated wind-power royalties in west Texas. **Land**, 4, 1182-1199, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3390/land4041182>

BRANNSTROM, C.; GORAYEB, A.; MENDES, J. S.; LOUREIRO, C.V.; MEIRELES, A. J. DE A.; SILVA, E. V.; FREITAS, A.L.R.; OLIVEIRA, R.F. Is Brazilian wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 67, 62–71, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.047>

CERNE - CENTRO DE ESTRATÉGIAS EM RECURSOS NATURAIS E ENERGIA. **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: 02 Abr. 2019.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – IBAMA. Ministério do Meio Ambiente. RESOLUÇÃO CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>. Acesso em: 15 mai. 2019.

COSTA, R.F. Ventos que transformam? Um estudo sobre o impacto econômico e social da instalação dos parques eólicos no Rio Grande do Norte. 2015, 211 p. Dissertação de Mestrado. UFRN, Natal. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/23017/1/RafaelFonsecaDaCosta_DISSE RT.pdf. Acesso em: 23 abr. 2019

COSERN - Companhia Energética do Rio Grande do Norte. Potencial eólico do estado do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte: COSERN, 2003. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlas_eolico_RN.pdf. Acesso em: 20 Abr. 2020

CRESESB – CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**; CRESESB: Rio de Janeiro, Brasil, 2001. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/Atlas%20do%20Potencial%20Eolico%20Brasileiro.pdf. Acesso em: 20 Abr. 2020.

DAI, K.; BERGOT, A.; LIANG, C.; XIANG, W. N.; HUANG, Z. Environmental issues associated with wind energy – a review. **Renewable Energy**, 75, 911–921, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.10.074>

DAMASCENO, V.S; ABREU, Y.V. Avaliação da energia eólica no Brasil utilizando a análise SWOT e PESTEL. **Interações**, Campo Grande, MS, v. 19, n. 3, p. 503-514, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v19i3.1649>

DANTAS, E.J.A; ROSA, L. P.; SILVA, N. F.; PEREIRA, M.G. Wind Power on the Brazilian Northeast Coast, from the Whiff of Hope to Turbulent Convergence: The Case of the Galinhos Wind Farms. **Sustainability**, 11(14), 3802, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11143802>

DE JONG, P; KIPERSTOK, A; TORRES, E.A. Economic and environmental analysis of electricity generation technologies in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 52, 725–739, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.064>

DINCER, I. Renewable energy and sustainable development: a crucial review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.4, p.157–175, 2000. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1364-0321\(99\)00011-8](https://doi.org/10.1016/S1364-0321(99)00011-8)

DUPONT, F.H. GRASSI, F. ROMITTI, L. Energias Renováveis: buscando por uma matriz energética sustentável. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria/RS, v.19, n.1, Ed.Especial, p. 70–81, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/2236117019195>

EICHHORN, M.; MASUROWSKI, F.; BECKER, R.; THRAN, D. Wind energy expansion scenarios - A spatial sustainability Assessment. **Energy** 180 (2019) 367e375. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.05.054>

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Boletim Energético Nacional**. Brasília: 2016. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-126/topico-94/Relat%C3%B3rio%20Final%202016.pdf>. Acesso em: 05 Abr. 2020.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2019: Ano base 2018. Rio de Janeiro: 2019. 292 p. Brasil. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>. Acesso em: 03 fev. 2020

ESPEJO MARIN, C; GARCÍA MARIN, R. La energía eólica en la producción de electricidad en España. **Revista de Geografía Norte Grande**, nº 51, pp. 115-136, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022012000100007>

FERREIRA, F.S.M.; CAMACHO, R.G.V.; CARVALHO, R.G. Percepção dos impactos socioambientais da implantação de parques eólicos na comunidade de Ponta do Mel, Areia Branca/RN. **Geosul**, Florianópolis, v. 34, n. 73, p. 262-279, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n73p262>

GONZÁLEZ, M.O.A., GONÇALVES, J.S., VASCONCELOS, R.M. Sustainable development: Case study in the implementation of renewable energy in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 142: 461-475, 2017. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.052>

GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Caminhos para uma gestão participativa dos recursos energéticos de matriz renovável (parques eólicos) no Nordeste do Brasil. **Mercator** (Fortaleza. Online), v. 15, p. 101-115, 2016. DOI: <https://doi.org/10.4215/RM2016.1501.0008>

GLOBAL WIND ATLAS. 2020. **Arquivos GIS**. Disponível em: <https://globalwindatlas.info/downloads/gis-files>. Acesso em: 04 fev. 2020.

GUERRA, J.B.S.O.A.; DUTRA, L.; SCHWINDEN, N.B.C.; ANDRADE, S.F. Future scenarios and trends in energy generation in brazil: supply and demand and mitigation forecasts. **Journal of Cleaner Production** 103, 197-210, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.09.082>

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Energy Outlook 2016**. Bélgica: GWEC, 2016. Disponível em: https://www.indianwindpower.com/pdf/GWEC_Global_Wind_2016_Report.pdf. Acesso em: 18 de abr. de 2020.

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Report**. Bélgica: GWEC, 2017. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/05/Global-Wind-Report-2017.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2019.

GWEC - GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL. **Global Wind Report**. Bélgica: GWEC, 2019. Disponível em: https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/02/Annual-Wind-Report_digital_full-1.pdf. Acesso em: 06 jun.2019.

HDIDOUAN, D; STAFFELL, I. The impact of climate change on the levelised cost of wind energy. **Renewable Energy**, v. 101, p. 575-592, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.09.003>

HOFSTAETTER, M. Energia eólica: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte. 2016, 178 p. Dissertação de Mestrado. UFRN, Natal. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/22145/1/MoemaHofstaetter_DISSERT.pdf. Acesso em: 25 abr. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 fev. 2020

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/serra-do-mel/panorama>. Acesso em: 03 fev. 2020

JABER, S. Environmental Impacts of Wind Energy. **Journal of Clean Energy Technologies**, v.1, nº3, 251–254, 2013. DOI: <https://doi.org/10.7763/JOCET.2013.V1.57>

KAPLAN, Y. A. Overview of wind energy in the world and assessment of current Wind energy policies in Turkey. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 43, pp.562-568, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.11.027>

KERSKI, J. J. Geo-awareness, Geo-enablement, Geotechnologies, Citizen Science, and Storytelling: Geography on the World Stage. **Geography Compass**, v. 9, n. 1, p. 14-26, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/gec3.12193>

LEFF, E. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis, RJ: Vozes, 11 ed. 2014.

LEUNG, D. Y. C.; YANG, Y. Wind energy development and its environmental impact: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 16, n. 1, p. 1031-1039, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.09.024>

LIMA, C. C.; OLIVEIRA, M. L. Energia eólica: por uma revisão das bases energéticas e incentivo a economia de baixo carbono. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, Santa Maria, RS, v. 10, n. 2, p. 619-645, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5902/1981369419748>

MAXWELL, S.K; SYLVESTER, K.M. Identification of “ever-cropped” land (1984-2010) using Landsat annual maximum NDVI image composites: Southwestern Kansas case study. **Remote sensing of environment**, v. 121, p. 186–195, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.01.022>

MELO, E. Fonte eólica de energia: aspectos de inserção, tecnologia e competitividade. **Estudos avançados**, São Paulo v.27 (77) p. 125-142, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000100010>

MELO, C.A; JANUZZI, G. M; BAJAY S.V. Nonconventional renewable energy governance in Brazil: Lessons to learn from the German experience. **Renewable and Sustainable. Energy Reviews**. 61: 222-234, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.054>

MOREIRA, R. *et al.* Percepção ambiental dos impactos socioambientais na instalação e operação de uma usina na comunidade de sítio do Cumbé em Aracati-CE. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS**, São Paulo v.2, n.1, p.45-73, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5585/geas.v2i1.39>

NASA – NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. NASA (Ed.), 2020. Global Climate Change – Vital Signs of the Planet. Disponível em: <https://climate.nasa.gov/>. Acesso em: 11 Abr. 2020.

OLIVEIRA NETO, C.R.; LIMA, E.C. Novas perspectivas de desenvolvimento: uma análise da energia eólica no Brasil. **Revista Grifos**, v.25, n. 4, 304-324, 2016. DOI: <https://doi.org/10.22295/grifos.v25i41.3671>

OKKONEN, L; LEHTONEN, O. Socio-economic impacts of community wind power projects in Northern Scotland. **Renewable Energy** 85, 826-833, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.07.047>

OLIVEIRA, F.P.M. CAMPOS, C.P.S.G. Uma análise das relações laborais nos parques de energia eólica sob a perspectiva do emprego verde e do trabalho decente. **Direito e Desenvolvimento**, João Pessoa, v. 8, n. 2, p. 228-246. 2017. DOI: <https://doi.org/10.25246/direitoedesenvolvimento.v8i2.561>

PAZHERI, F. R.; OTHMAN, M. F.; MALIK, N. H. A review on global renewable electricity scenario. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, n. 31, p. 835-845, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.020>

PINTO, L. I. C; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Revista Ambiente & Água**, v. 12 n. 6 Taubaté: 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2064>.

POGGI, F.; FIRMINO, A.; AMADO, M. Planning renewable energy in rural areas: impacts on occupation and land use. **Energy**, v.155 630-640, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.05.009>

REN21 - RENEWABLE ENERGY POLICY NETWORK FOR THE 21ST CENTURY. Renewables 2018 Global Status Report. Paris: REN21 Secretariat 2018. Disponível em: <https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/08/Full-Report-2018.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2020.

ROSA, R. Análise espacial em geografia. **Revista da ANPEGE**, Dourados-MS, v. 7, n.1, número especial, p. 275-289, 2011. DOI: <https://doi.org/10.5418/RA2011.0701.0023>

SANTOS, W. A. A. DOS; ARAUJO, P. C. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento geoambiental: subsídio à implantação de empreendimentos de geração de energia eólica. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, n. 2, p. 48-60, 27 out. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10648>. Acesso em: 20 Abr. 2020.

SCHMIDT, J.; CANCELLA, R.; PEREIRA JÚNIOR, A. O. An optimal mix of Schmidt PV, wind and hydro power for a low-carbon electricity supply in Brazil. **Renewable Energy**, v. 85, p. 137-147, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.06.010>

SILVA, N.F.; ROSA, L.P.; FREITAS, M.A.V.; PEREIRA, M.G. Wind energy in Brazil: From the power sector's expansion crisis model to the favorable environment. **Renewable and Sustainable Energy Reviews** 22, 686–697, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.054>

SILVA, F.J.L.T.; ROCHA, D.F.; AQUINO, C.M.S. Geografia, geotecnologias e as novas tendências da geoinformação: indicação de estudos realizados na região Nordeste. **InterEspaço Grajaú/MA** v. 2, n. 6 p. 176-197, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.18764/2446-6549/interespaco.v2n6p176-197>

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p.99-115, 2013. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142013000100008>

STORTO, C., COCATO, G. P. Análise de Fragilidade Ambiental a partir de Técnicas de Geoprocessamento: Área de Influência da Hidrelétrica de Mauá – PR. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.11. n.5, 1694-1708, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.5.p1694-1708>

TOLMASQUIM, M.T. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica**. EPE (Ed.): Rio de Janeiro, 2016. 452 p.

TRALDI, M. Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido Brasileiro. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales Universitat de Barcelona Scripta Nova*, v. XXII, nº 589, 2018, DOI: <https://doi.org/10.1344/sn2018.22.19729>

VARELA, I.D; ZINI, J.C.F. Energias Renováveis: meio ambiente e sustentabilidade. *In.: CUSTÓDIO, Maraluce M.(org.). Energia e Direito: Perspectiva para um diálogo de sustentabilidade*. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2015, p. 43.

WIZELIUS, T. *Developing Wind Power Projects: Theory and Practice*, 1st edn. London: Routledge, 2015.

YANAGUIZAWA LUCENA, J. A.; AZEVEDO LUCENA, K. A. Wind energy in Brazil: an overview and perspectives under the triple bottom line. **Clean Energy**, v.3, n.2, 69–84, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/ce/zkz001>

ZOFRAGOS, C.; SALADIÉ, S. La ecología política de conflictos sobre energía eólica: un estudio de caso en Cataluña. **Documents d'Anàlisi Geogràfica**, v. 58, n. 1, p. 177-192, 2012. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/dag.202>

3 CAPITULO I – USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DE ÁREAS AGRÍCOLAS EXPLORADAS PELA ENERGIA EÓLICA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

RESUMO

A energia eólica, apesar de não emitir gases de efeito estufa e ser considerada limpa e renovável, apresenta em escala local impactos negativos tanto no âmbito social quanto no ambiental. Percebe-se que os novos usos da terra, advindos da instalação das torres eólicas, alteram significativamente as áreas costeiras e do interior do Nordeste Brasileiro, isto se dá, principalmente, pela alteração da cobertura vegetal na área das torres e pela construção de vias de acesso. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi analisar as mudanças no uso e ocupação do solo de áreas agrícolas após a implementação de parques eólicos e verificar a possibilidade de conciliação entre atividade eólica e agrícola. Utilizou-se de coleta de dados primários e secundários, abrangendo entrevistas semiestruturadas e análise de imagens de satélites, com suporte metodológico no sensoriamento remoto, no SIG e nas técnicas de análise espacial. A área de estudo foi o município de Serra do Mel que se encontra localizado na região Oeste do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Os resultados obtidos foram processados no sistema de informação geográfica QGIS e demonstrados através de mapas temáticos e gráficos. Foi possível concluir que a instalação de parques eólicos provocou poucas mudanças nas classes de uso e ocupação do solo, porém, nos períodos de maiores construções existiu crescimento na exposição do solo e uma redução simultânea da área agrícola. No estudo identificou-se através da percepção dos agricultores a possibilidade de conciliação da atividade agrícola e eólica e foi possível constatar que as áreas agrícolas de Serra do Mel possuem ótimo potencial para energia eólica pela velocidade dos ventos e também pela condição do terreno.

Palavras-chave: Energia Eólica; Meio Ambiente; Sensoriamento Remoto; Serra do Mel.

ABSTRACT

Wind energy, although it does not emit greenhouse gases and is considered clean and renewable, has negative impacts on the social and environmental spheres on a local scale. It is noticed that the new land uses, resulting from the installation of wind towers, significantly alter the coastal and interior areas of Northeast Brazil, this is mainly due to the alteration of the vegetation cover in the area of the towers and the construction of access. Thus, the objective of this research was to analyze the changes in land use and occupation of agricultural areas after the implementation of wind farms and to verify the possibility of reconciliation between wind and agricultural activity. Primary and secondary data collection was used, covering semi-structured interviews and analysis of satellite images, with methodological support in remote sensing, GIS and spatial analysis techniques. The study area was the municipality of Serra do Mel, which is located in the western region of the state of Rio Grande do Norte, Brazil. The results obtained were processed in the geographic information system QGIS and demonstrated through thematic maps and graphs. It was possible to conclude that the installation of wind farms caused few changes in the classes of use and occupation of the land, however, in periods of greater construction there was an increase in the exposure of the soil and a simultaneous reduction of the agricultural area. In the study, the possibility of reconciling agricultural and wind activity was identified through the perception of farmers and it was found that the agricultural areas of Serra do Mel have great potential for wind energy due to the speed of the winds and also by the condition of the land.

Keywords: Wind Energy; Environment; Remote sensing; Serra do Mel.

3.1 INTRODUÇÃO

A crise do petróleo, as dificuldades provocadas por fontes de produção de energias convencionais, as preocupações com o meio ambiente e os danos causados pelas atividades industriais tornaram-se mais relevantes nas últimas décadas e aceleraram o desenvolvimento de novas fontes de energias. Portanto, a urgência de superar barreiras tecnológicas, geopolíticas e ambientais levou a tecnologia da energia eólica, entre outras fontes de energia renováveis, a se tornar uma forma de geração de energia adequado à nova realidade global, que exige conscientização ambiental, acessibilidade e viabilidade econômica (DANTAS et al., 2019).

Nos últimos anos, em todo o mundo, houve um interesse crescente em desenvolver e implementar sistemas de conversão de energia baseados na energia eólica, pois desempenha um papel importante na consecução dos objetivos de políticas de desenvolvimento sustentável relacionadas à segurança energética, redução do impacto ambiental pela restrição de uso de combustíveis fósseis e, portanto, mitigação das mudanças climáticas (CÎRSTEA, 2015).

Atualmente a energia eólica é destaque no cenário energético brasileiro por ser uma fonte energética renovável que apresenta elevada disponibilidade no território e cujo aproveitamento apresenta baixos níveis de emissão de gases de efeito estufa (GEE). Em razão desses aspectos, a energia eólica é uma promissora alternativa para ajudar a reverter o quadro atual de crise energética e para garantir a segurança energética nacional. Entretanto, como qualquer outra atividade econômica, pode causar impactos sociais e ambientais que devem ser analisados e mitigados (BRANNSTROM et al., 2015; PINTO et al., 2017).

Neste contexto, algumas discussões estão sendo travadas no sentido de tornar esta fonte de fato sustentável, tendo em vista, que o processo de instalação dos aerogeradores vem afetando diretamente o meio ambiente e as comunidades que residem próximas aos parques eólicos, gerando muitos conflitos socioambientais (LOUREIRO et al., 2015). Para Armstrong et al., (2016) o esforço para produzir energia de baixo carbono resultou em uma implantação sem precedentes de turbinas eólicas terrestres, representando uma mudança significativa no uso da terra para a geração de energia eólica.

Nas últimas décadas a indústria eólica vem se destacando na região Nordeste do Brasil, tendo em vista, as condições climáticas que favorece a disponibilidade da matéria-prima, o vento, porém, a expansão de parques eólicos vem provocando alterações significativas nos ambientes que vão desde a modificação visual da paisagem, até a privatização de extensas áreas de terra (MENDES et al., 2016). Segundo dados da ABEEólica (2018) os três principais produtores de energia eólica estão situados nesta região, sendo o estado do Rio Grande do Norte

(RN), o líder neste setor. O crescimento do setor eólico, constitui-se em nova dinâmica produtiva, econômica e de ocupação dos territórios localizados tanto nas regiões litorâneas como no interior do Estado, mas também de transformação e impactos socioambientais nos territórios onde estão sendo implantados parques eólicos.

Desta forma, para minimizar os impactos socioambientais dos parques eólicos as geotecnologias se materializam como grandes aliadas, oferecendo ferramentas importantes na caracterização, monitoramento e gestão do espaço, atuando de forma eficaz na detecção de possíveis impactos (STORTO E COCATO, 2018). Os impactos ambientais sofridos pelo processo de antropização, devido ao uso da terra, podem ser mitigados por meio de monitoramento, utilizando informações espaços-temporais, com apoio de imagens de satélites para avaliar as transformações ocorridas na paisagem. As técnicas de sensoriamento remoto e ferramentas de geoprocessamento vem contribuindo em diversos estudos sobre o comportamento da cobertura e uso do solo (DORTZBACH et al., 2015).

Assim, é importante a realização de estudos que analisem os fatores que influenciam o avanço do processo de uso e ocupação das terras e que detectem as mudanças sofridas e os seus impactos no solo, principalmente, para que possa servir de subsídios para o planejamento e gestão dos recursos naturais, pois a energia eólica, apesar de ser uma energia “limpa”, pode afetar diretamente as comunidades de agricultores situadas no entorno dos parques, porque além dos impactos ambientais podem gerar também conflitos com os novos usos e ocupação da terra, sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi analisar as mudanças no uso e ocupação do solo das áreas agrícolas do município de Serra do Mel após a instalação de parques eólicos no período de 2014 a 2019 e verificar a possibilidade de conciliação entre atividade eólica e agrícola.

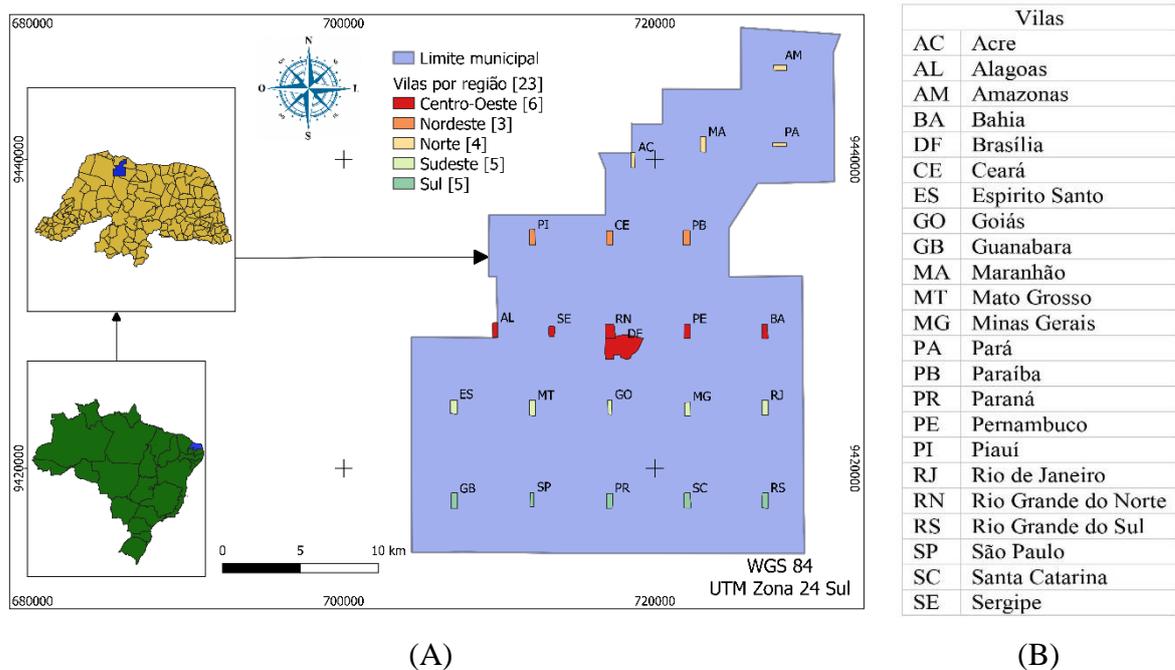
3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Área de estudo

Esse estudo foi desenvolvido no município de Serra do Mel (05°10'12,0" de latitude sul e 37°01'44,4" de longitude oeste), estado do Rio Grande do Norte (RN) (Figura 1A). O município localiza-se em uma área de transição entre litoral e sertão, com altitude média de 185 m, recebendo ventos alísios do Oceano Atlântico, com velocidade média de 7 a 9 m s⁻¹, o clima é predominantemente semiárido, caracterizado não só pelo baixo nível pluviométrico, mas também pela irregularidade das chuvas, a vegetação é composta sobretudo pela caatinga e o relevo apresenta-se em forma de tabuleiro, com topografia plana e suavemente ondulada (IBGE, 2017).

A população é de 10.287 habitantes, sendo que destes 7.589 residem na zona rural, a área territorial é de 620,241 km² (IBGE, 2010), essa área é subdividida em 23 vilas, sendo 22 agrovilas (zona rural) e 1 vila central (zona urbana) (Figura 1B), cada vila recebe o nome de um Estado Brasileiro e é composta por 59 lotes, geralmente com 50 hectares (ha) cada. Nesses lotes, 15 ha são destinados ao cultivo permanente do caju (*Anacardium occidentale*), 10 ha para culturas temporárias e 25 ha para reserva florestal de mata nativa (ROCHA, 2013).

Figura 1 - Mapa de localização e divisão das vilas e regiões do município de Serra do Mel (A) e relação das vilas de Serra do Mel por ordem alfabética (B).



Fonte: IBGE (2020), elaborado pelo autor.

A principal atividade econômica do município é a produção e beneficiamento de castanha de caju, mas desde 2015 possui investimentos na área de energia eólica, o crescimento neste setor elevou Serra do Mel a condição de maior produtor de energia eólica do Estado e o segundo maior do País. Atualmente há 14 parques eólicos em operação, 11 em construção e 11 autorizados com construção não iniciada, sendo a potência geral de energia outorgada de 1.176 MW (ANEEL, 2020). Esses parques estão localizados nas vilas Amazonas, Pará e Acre (todas da região Norte do município).

3.2.2 Área amostral e coleta de dados

Diante do caráter do problema de pesquisa formulado, a mesma pode ser classificada como descritiva, pois têm como objetivo primordial a descrição das características de

determinada população ou fenômeno, ou estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2008), e ainda quanto a sua forma de abordagem, como uma pesquisa quanti-qualitativa, visto que além de se utilizar de dados quantitativos com a finalidade de facilitar a análise dos mesmos, procura compreender fenômenos da realidade baseados em informações fornecidas pelos próprios sujeitos entrevistados. E um estudo de caso, pois consiste em coletar e analisar informações sobre determinado grupo ou comunidade, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto, caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo de poucos, ou mesmo de um único objeto, fornecendo conhecimentos profundos (GIL, 2008).

Para coleta de dados o município foi dividido em cinco regiões como mostrado na (Figura 1A), essa divisão considera a posição geográfica das vilas e remete a divisão regional do Brasil, nas quais foram realizadas 220 entrevistas, sendo que em cada vila, exceto a vila urbana, foram entrevistados 10 proprietários (agricultores) de lote, que foram ou serão beneficiados com parques eólicos. Os agricultores foram convidados a participar da pesquisa, mas não eram identificados. Para definição da população amostrada levou-se em consideração a proposição para amostras finitas (GIL, 2008) e o critério de saturação teórica (FONTANELLA et al., 2008).

Para elaboração dos questionários, constituído de perguntas semiabertas, foi realizada pesquisa dos principais impactos socioeconômicos e ambientais gerados pela instalação dos parques eólicos, nos Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) disponibilizados no *site* do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). Os questionários serviram como base para as entrevistas, e abordavam a percepção do entrevistado em relação aos impactos gerados pelos parques eólicos, no que diz respeito ao uso da terra, a possibilidade de conciliação da atividade eólica com a atividade agrícola, a existência de impedimentos para exploração agrícola, além da percepção em relação a perda de produção provocada pela implantação de parques eólicos. As entrevistas foram realizadas no lote/residência de cada agricultor, para maior comodidade do entrevistado, bem como porque, conforme citado por Duarte (2002), o ambiente doméstico transmite ao entrevistado sensação de liberdade para a expressão das suas ideias e vivências.

A pesquisa foi composta também por uma coleta de dados, através de informações obtidas no *site* do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Associação Brasileira de Energia Eólica (ABEEólica), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), e no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). As informações oficiais coletadas foram em diversos formatos, inclusive no formato *Shapefile* que é um arquivo

contendo dados geoespaciais. Esses arquivos dispõem de conteúdos relativos às características geográficas dos municípios, limites municipais, relevo, solos, estradas e dispõe de informações como a localização de parques eólicos, a capacidade dos parques, a velocidade dos ventos e a localização dos aerogeradores entre outras bases relevantes.

Também foram obtidas imagens orbitais através do banco de dados espaciais do repositório *Earth Explorer* da USGS (*United States Geological Survey*) que é o Departamento de solos e geologia dos Estados Unidos, utilizando-se de imagens do satélite multiespectral *Landsat 8 OLI/TIRS*. Esse satélite foi utilizado por ter uma boa frequência de captação de imagens e uma boa resolução, sendo adequado para este tipo de análise ambiental. As imagens obtidas foram no formato tif (*tagged image file*), que é um formato gráfico que permite armazenar imagens de grande dimensão sem perda de qualidade e em qualquer plataforma ou dispositivo utilizado. As imagens têm como objetivo realizar uma análise multitemporal de uso e ocupação do solo do município de Serra do Mel no período de 2014 a 2019, esse espaço temporal é relativo ao primeiro ano anterior a construção dos parques eólicos até o período da realização da pesquisa. O período de seleção das imagens foram os meses de julho e agosto de cada ano, por ser um período que apresenta menos nebulosidade na captura das imagens e por coincidir com o final da estação chuvosa. Foram obtidas uma imagem ou um conjunto de imagens representativas da área pesquisada.

3.2.3 Processamento dos Dados

O *software* utilizado para o processamento dos dados foi o *Quantum GIS* (QGIS versão 2.18.24). Durante as entrevistas foi possível coletar as coordenadas geográficas de cada vila com o uso de aparelho de GPS (*Global Positioning System*), esses dados foram utilizados para espacializar as vilas dentro do mapa de Serra do Mel e facilitar a observação dos resultados por região ou vila.

As imagens orbitais foram importadas no QGIS com o propósito de construir mapas temáticos através da aplicação de ferramentas de geoprocessamento voltados para análise multitemporal do uso e ocupação do solo. A ferramenta fundamental do QGIS utilizada para o processo de classificação do uso e ocupação do solo foi a *SemiAutomatic Classification Plugin* (SCP). A classificação de imagens para obtenção dos mapas de uso e cobertura do solo teve objetivo de verificar mudanças significativas na área do município de Serra do Mel após o processo de implantação de parques eólicos no intervalo entre os anos de 2014 e 2019. Para o alcance dos objetivos aplicou-se a técnica de contraste linear para realçar as feições de interesses, por meio de combinações de bandas, cores e contrastes de modo a extrair o máximo

de informações das imagens, onde foram usadas as bandas (3, 4, e 5) dos sensores *Landsat-8*. Esta combinação, com duas bandas no visível e uma no infravermelho permitem uma diferenciação melhor da vegetação e do solo exposto.

Como Serra do Mel é uma região uniforme, não possuindo reservatórios superficiais de água, foram então definidas e mapeadas três classes de uso do solo: mata nativa, área agrícola e solo exposto, representados pelas cores verde escuro, verde claro e amarelo, respectivamente. Os mesmos itens de classificação foram utilizados em todos os mapas para comparação e análise do uso do solo e para a realização do cálculo da área de cada classe com informações de área em hectares (ha) e área percentual de ocupação no território de Serra do Mel.

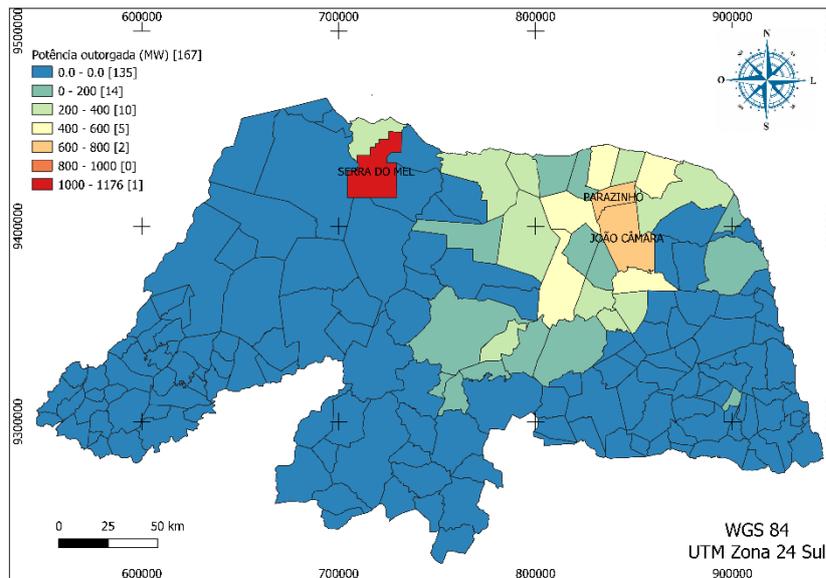
As informações espaciais obtidas foram adequadas à projeção cartográfica WGS84 – UTM zona 24 sul por se tratar de uma projeção mais precisa para áreas pequenas e médias. Além disso possibilitou o uso de bases de dados de outras origens por meio do sistema de geoprocessamento que fez a transformação cartográfica dos mesmos. Esse foi o Sistema de Referência de Coordenadas (SRC) adotado no processamento de dados da pesquisa.

Os dados coletados nas entrevistas e em *sites* oficiais foram submetidos à sistematização das respostas e análise de conteúdo, em seguida as informações foram repassadas para a tabela de atributos do sistema QGIS para tratamento e estação de dados, depois foram selecionados, categorizados e trabalhados de modo a permitir uma análise qualitativa e quantitativa. O QGIS também executou a estatística descritiva na análise das entrevistas e na tabulação das áreas de levantamento. Algumas informações extraídas desta análise foram organizadas em gráficos e mapas elaborados para cada uma das perguntas mais significativas da entrevista aplicada, para elaboração dos mapas de uso e ocupação do solo e para mapas com características básicas do município de Serra do Mel que tem relação com os parques eólicos.

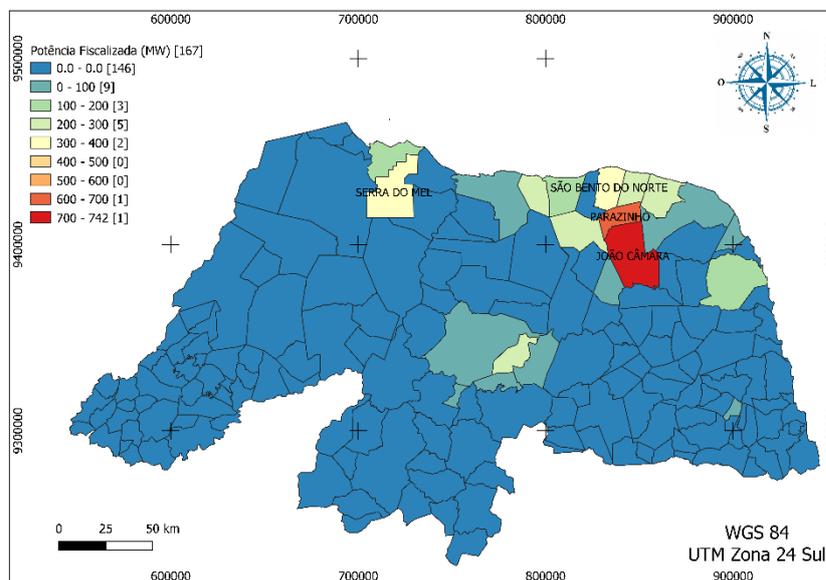
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em Serra do Mel a realidade do crescimento eólico é tão relevante que o município se tornou o maior produtor do estado em produção outorgada (Figura 2A), atualmente com capacidade de 1.176 MW, e com a instalação e operação de todos os parques licenciados para região, será em breve na capacidade fiscalizada (Figura 2B), o maior em produção do RN e segundo do Brasil, atrás somente do município de Sento Sé, estado da Bahia, que possui 1.571 MW (ANEEL, 2020).

Figura 2 – Capacidade outorgada de energia eólica no Rio Grande do Norte (MW) (A) e capacidade fiscalizada de energia eólica no Rio Grande do Norte (MW) (B)



(A)



(B)

Fonte: Elaborado pelo autor, dados ANEEL (2020).

Serra do Mel se encontra na região “Costa Branca” ou Litoral Setentrional do RN que é uma área privilegiada em ventos e de clima seco, a maioria dos municípios da região situa-se no litoral e são alvos de investimentos em energia eólica e no turismo. Diferente dos outros municípios, Serra do Mel se concentra em uma área de transição entre o litoral e o sertão, possui relevo plano e poucos obstáculos no solo o que facilita na construção dos parques. A altitude média no município é de 185 m e a máxima de 271 m, relevo constituído praticamente pelos

tabuleiros costeiros, planos e com pouca declividade (IBGE, 2020; MMA, 2020; CPRM, 2020), e basicamente formado por áreas de aptidão agrícola, muitas delas já antropizadas pela agricultura, estando em área de baixo impacto ambiental segundo a legislação para implantação de parques eólicos o que pode facilitar as licenças ambientais.

Características de vento forte são bons indicadores de locais em potencial para parques eólicos, no entanto, não é possível construir um parque eólico em todos os locais promissores, pois critérios adicionais para seleção de sítios eólicos podem ser impostos devido às preocupações econômicas ou ambientais. Cetinay et al. (2017), cita que critérios econômicos podem incluir a falta ou dificuldade de transporte para o local, o custo do terreno ou a distância da rede elétrica, enquanto fatores ambientais podem ser o local próximo aos centros das cidades, aeroportos ou áreas florestais, com altitude elevada e assim por diante. Portanto, alguns locais não possuem condições favoráveis para a implantação de aerogeradores, devido a fatores como altitude, relevo, vegetação, entre outros. As áreas escolhidas para a implantação dos parques obedecem a aspectos técnicos, restrições ambientais, qualidade e quantidade de vento e, ainda, a necessidade de um grande espaço físico.

Além das características físicas do terreno, o potencial eólico de Serra do Mel, deve-se a região ser privilegiada com relação a qualidade dos ventos, que possui, em média, ventos entre 7 a 9 m s⁻¹ e o processo de instalação dos parques eólicos levou em consideração esse potencial em ordem decrescente de velocidade (Figura 3A). O primeiro complexo eólico inaugurado, foi na vila Amazonas no ano de 2015, é constituído por quatro parques e tem capacidade instalada de 93 MW, em seguida foram instalados os complexos eólicos das vilas Pará e Acre, com capacidade instalada de 99 e 58 MW, respectivamente (Quadro 1).

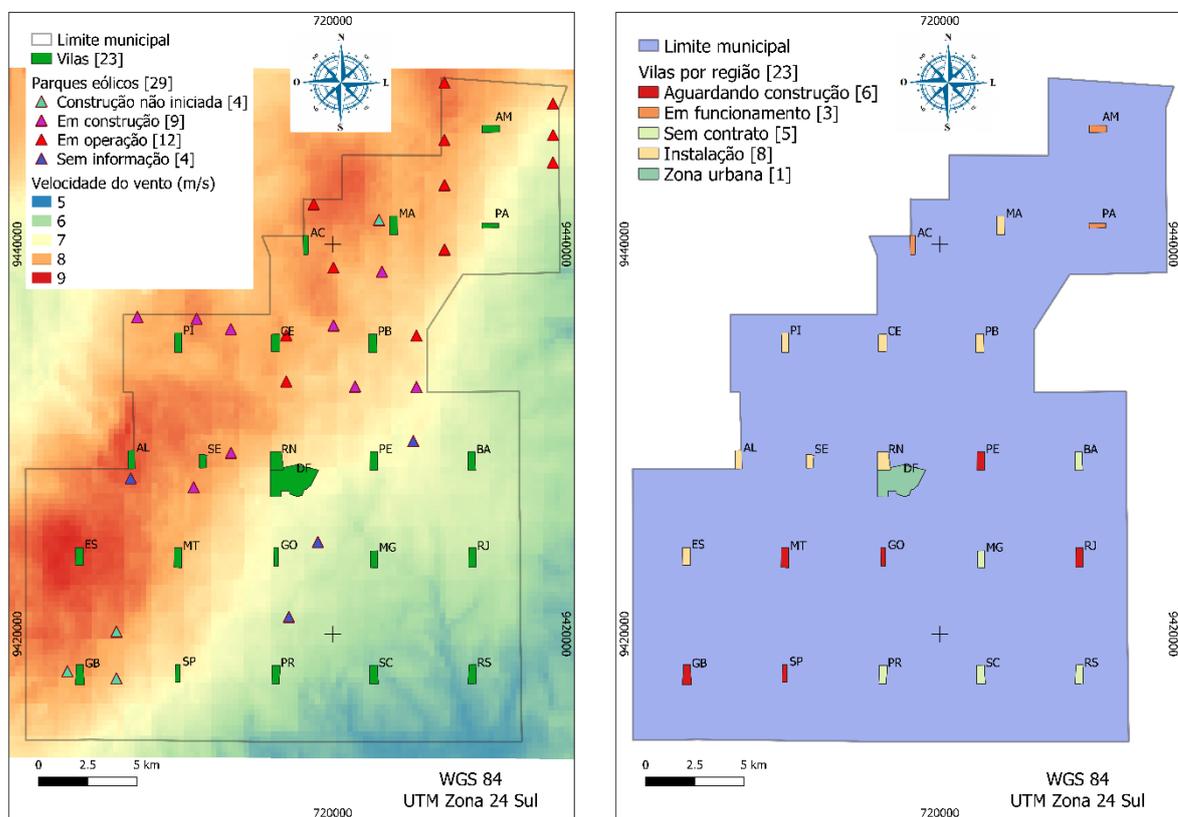
Quadro 1 – Parques eólicos de Serra do Mel em operação

Nome do parque	Vila	Potencia (mw)	Empresa	Inicio
Junco I	Amazonas	24.000	Voltalia	05/12/2015
Junco II	Amazonas	24.000	Voltalia	05/12/2015
Caiçara I	Amazonas	27.000	Voltalia	05/12/2015
Caiçara II	Amazonas	18.000	Voltalia	09/12/2015
Vila Amazonas V	Amazonas	24.000	Voltalia	27/08/2016
Pará I	Pará	27.000	Voltalia	10/09/2016
Pará II	Pará	24.000	Voltalia	15/09/2016
Pará III	Pará	24.000	Voltalia	07/10/2016
Vila Acre I	Acre	27.300	Voltalia	23/06/2017
Vila Acre II	Acre	31.185	Voltalia	24/12/2019

Fonte: Elaborado pelo autor, dados da ANEEL (2020)

Atualmente em Serra do Mel há 14 parques eólicos em operação, 11 em construção e 11 autorizados com construção não iniciada. Das vinte e duas vilas que constituem o município, atualmente, dezessete possuem contratos com empresas de exploração eólica e há cinco vilas sem contratos, que são Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (região Sul), Minas Gerais (Sudeste) e Bahia (Centro-Oeste) (Figura 3B). Nesse contexto, há situações distintas em relação a exploração eólica, hoje, no município, dentro de uma mesma região, pois há vilas sem contrato, vilas com parques em construção e vilas com parques em funcionamento. Outras situações vivenciadas são com relação ao tempo dos contratos de uso e ocupação do solo, ao período de indenização, e ao valor pago pelo percentual da produção de energia gerada.

Figura 3 – Velocidade dos ventos na região de Serra do Mel e situação de instalação dos parques eólicos (A), e situação dos contratos por vila (B)



(A)

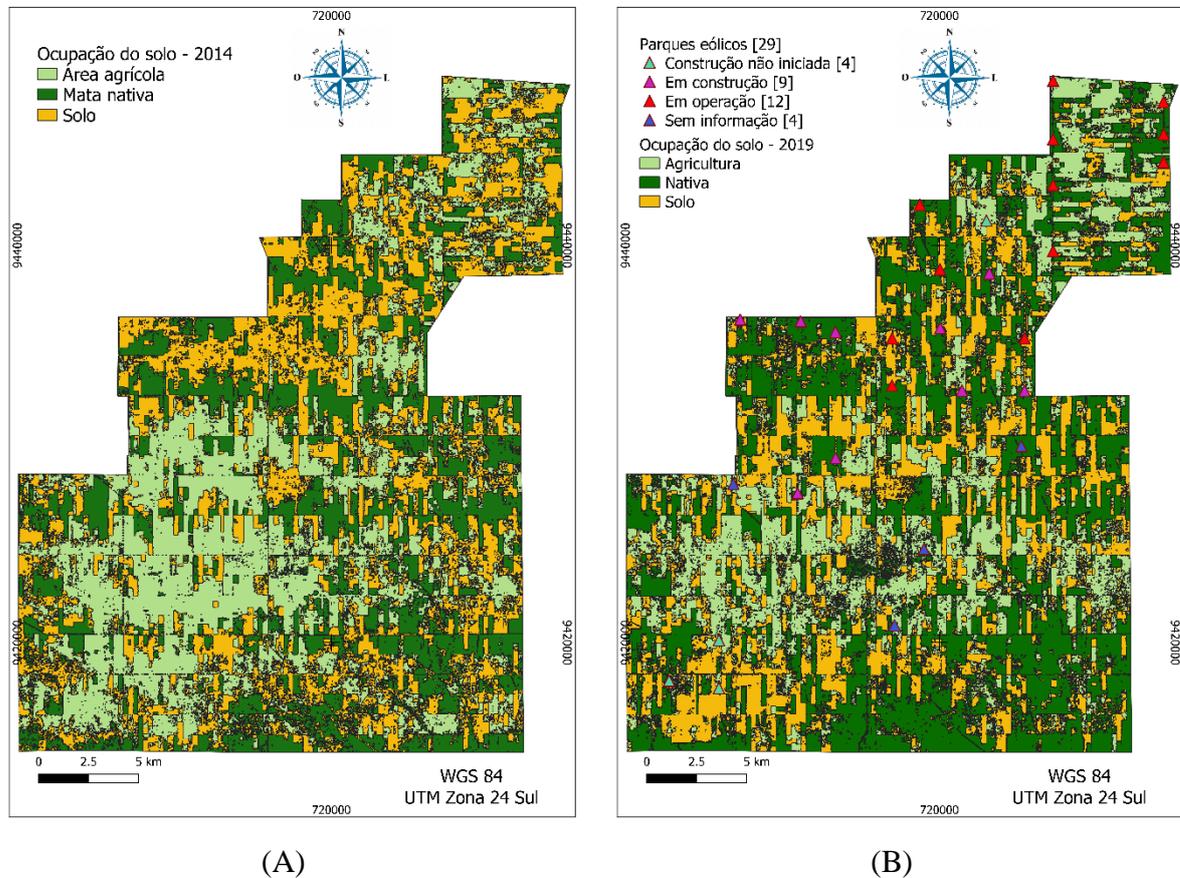
(B)

Fonte: Elaborado pelo autor, dados ANEEL (2020), Global Wind Atlas (2020)

Desde o início das instalações dos parques eólicos em Serra do Mel, que aconteceu no ano de 2015 até o ano de 2019, é possível constatar variação, ano a ano, na ocupação do solo no município para as áreas de solo exposto, áreas agrícolas e vegetação nativa (Figura 4), onde as áreas de solo exposto abrangem desmatamentos, estradas, áreas urbanizadas, parques eólicos,

a mata nativa é formada basicamente por vegetação de caatinga e a área agrícola pela exploração da cultura do Caju (*Anacardium occidentale*).

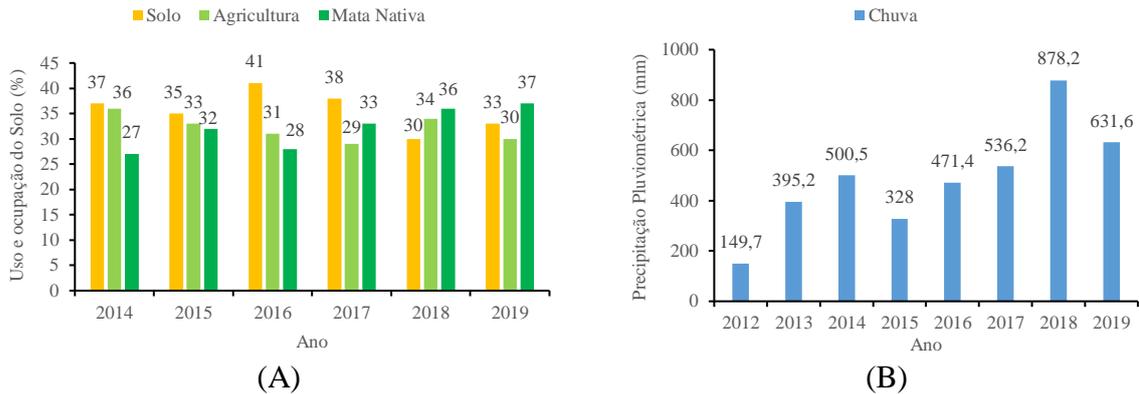
Figura 4 – Mapas de Uso e Ocupação do solo período 2014 (A) e 2019 (B).



Fonte: Elaborado pelo autor

Pela distribuição e organização espacial do uso e ocupação do solo do município, de 2014 até 2019, verificou-se redução de 4% na área de solo exposto, o que, possivelmente, está relacionado ao aumento do regime pluviométrico na região, principalmente nos anos de 2017, 2018 e 2019 (Figura 5B); que contribui para o aumento da área de mata nativa de 10%. Para o mesmo período foi verificado, também, redução da área agrícola de 6% (Figura 5A).

Os agricultores consideram que a redução na área agrícola pode ter sido ocasionada pela mortalidade da cultura do caju em decorrência da irregularidade e do baixo volume pluviométrico nos anos de 2012 a 2016 (Figura 5B), pelas podas da parte aérea seca da cultura para venda da madeira, intensificando a supressão vegetal, ou, ainda, pela supressão da cultura para instalação dos parques eólicos.

Figura 5 – Percentual de uso e ocupação do solo (A) e precipitação pluviométrica (B)

Fonte: Elaborado pelo autor, dados da EMPARN (2020)

As mudanças no uso e ocupação do solo no município de Serra do Mel, provocadas pela implantação de parques eólicos, ocorreu devido ao interesse de grandes empresas multinacionais do setor eólico, já que a região foi considerada como de potencial adequado. Desta forma teve início no ano de 2014 as primeiras discussões sobre a implantação de parques eólicos no município, através de reuniões entre a empresa e a comunidade. Durante aproximadamente um ano essas reuniões se prolongaram até a formalização do primeiro contrato. Nas primeiras reuniões existiam muitos receios, principalmente relacionados a perda da propriedade da terra. A baixa precipitação pluviométrica (secas), com a baixa produção dos cajueiros no período foram facilitadores para a aceitação da maioria dos acordos.

No ano de 2014 teve início o processo de instalação dos parques eólicos, sendo o primeiro inaugurado no final de 2015 e quatro no segundo semestre de 2016, ao longo desse período, houve, aumento de 4% na área de solo exposto e de 1% na área de mata nativa e redução de 5% na área de cultivo (Figura 5A). Nesse período, teve início, também, a construção de novas estradas, de linhas de transmissão e de subestações.

Em 2017, entrou em operação mais um parque eólico, entretanto contatou-se redução na área de solo exposto, em relação ao ano anterior, em 3%, possivelmente devido ao crescimento da vegetação nativa pelo aumento da intensidade pluviométrica (Figura 5B). Nesse ano, conforme informado pelos agricultores, não houve retomada da agricultura, pois devido à baixa produção de caju dos anos anteriores, não havia recurso financeiro. No ano de 2018, houve redução do solo exposto, em relação à 2017, de 8%, nesse ano pode-se identificar reconstrução da vegetação nativa, em 3%, e também nas áreas agrícolas de 5%. Vale relatar que em 2018 ocorreram chuvas regulares, e segundo os agricultores replantio do cajueiro, sendo comum em Serra do Mel a implantação de parques eólicos em áreas de cajueiro recentemente

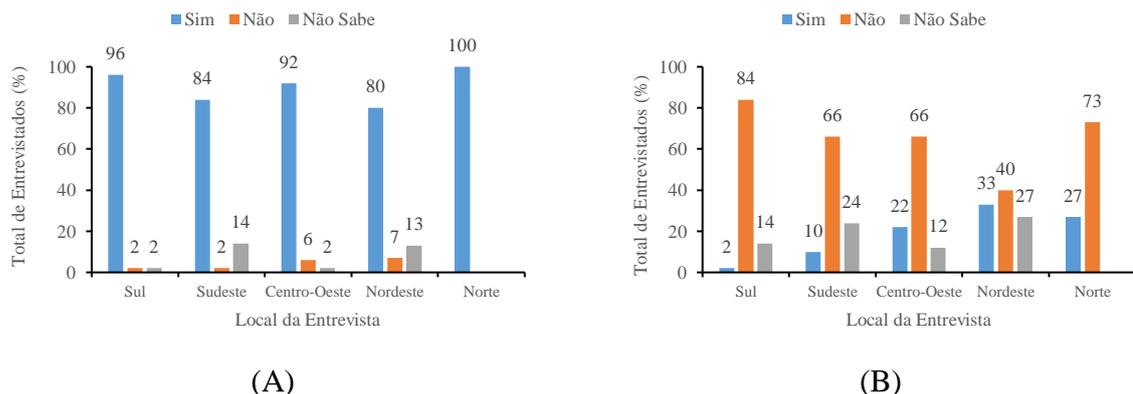
plantados. Muitos agricultores realizaram o replantio visando aumento do valor das indenizações, pois estas são maiores em áreas onde há supressão da cultura do caju.

Entre os anos de 2018 e 2019, houve redução de área agrícola em 4% e aumento de 3% da área de solo exposto, e com regime de chuvas regular não afetou área de vegetação nativa. No ano de 2019, entrou em operação 1 parque eólico no final do ano, e teve início a construção de 4, que entraram em operação no início de 2020.

De acordo com Tabassum-Abassi et al. (2014), com o intenso crescimento do setor eólico, será cada vez mais difícil encontrar grandes áreas para localizar parques eólicos sem entrar em sérios conflitos com o uso da terra existente. Entretanto Katsaprakakis (2012), afirma que as turbinas eólicas afetam o meio ambiente através do uso da terra, sendo necessário para uma turbina eólica de 3 MW aproximadamente 40m×40m de terra (1.600 m²), porém, as áreas exteriores podem ser utilizadas para a agricultura ou qualquer outra atividade sem prejudicar a produção, isto sugere que os impactos gerais no uso da terra seriam baixos, pois muitas atividades podem continuar ocorrendo entre operação de turbinas (WEISS et al., 2018).

Em relação a conciliação da atividade agrícola e da atividade eólica, determinado dentro do contrato entre as partes interessadas, mais de 80% dos agricultores, em todas as regiões de Serra do Mel, afirmaram que é possível a coexistência das duas atividades, e relatam que a instalação dos parques eólicos provoca poucas alterações no lote, não inviabilizando a prática da atividade agrícola (Figura 6A). A principal dificuldade relatada pelos agricultores para a conciliação das duas atividades ocorre quando o parque eólico é construído no meio do lote, isso dificulta o uso de máquinas agrícolas como o trator, para os tratos culturais do cajueiro e também na colheita.

Figura 6 – Percepção em relação a conciliação da atividade agrícola e eólica (A) e percepção em relação a perda de produção (B) em função dos entrevistados por região.



Fonte: Elaborado pelo autor

No Texas, a implantação dos parques eólicos não afeta a realização de outras atividades (pastagem, agricultura, extração de petróleo), sendo realizadas simultaneamente na mesma área, com apenas entre 3 a 5% da área produtiva perdida para as eólicas (LOUREIRO et al., 2017). Porém, a utilização da área por parte dos agricultores depende dos termos acordados entre os arrendatários, desta forma, é importante que exista compatibilidade da ocupação e uso da terra com a energia eólica. Locais onde existem atividades econômicas que não influenciem demasiadamente no comportamento dos ventos, como a pecuária e certos tipos de agricultura, são os mais adequados (YANAGUIZAWA LUCENA E AZEVEDO LUCENA, 2019), no entanto, esse processo só ocorre em áreas onde a posse da terra é segura e legal (BRANNSTROM et al., 2017).

Foi relatado pelos agricultores, que mesmo não havendo nenhum impedimento contratual para exploração do lote, há restrições, impostas pelos agentes bancários, para contratação de crédito rural, sendo esse, considerado um dos principais motivos que pode dificultar a expansão eólica no município. Outro entrave, segundo os agricultores, diz respeito as cláusulas contratuais serem mais benéficas a empresa gestora do parque, pois dificilmente conseguem colocar algo de interesse da comunidade nas negociações. Esta situação não é isolada ao Brasil, na região de El Istmo Tehuantepec, onde se concentra 97% dos parques eólicos do México, conforme citado por Juárez-Hernández e León (2014) o modelo de exploração da energia eólica desenvolvido na região favorece as empresas que concentra os benefícios econômicos e limita-os para as comunidades locais, uma vez que é escassa a informação sobre o arrendamento da terra e não existe consulta prévia ou qualquer tipo de orientação e assessoria à população.

É perceptível também, em Serra do Mel, que a maioria dos agricultores não possuem o mínimo conhecimento das cláusulas do contrato, segundo Brannstrom et al. (2015), muitos proprietários assinaram os contratos sem nem ao menos realizar uma consulta a um advogado ou um apoio especializado, em sua maioria são proprietários não alfabetizados, o que acaba por facilitar a assinatura de contratos abusivos e dispare para tratar do mesmo objeto, com condições contratuais, principalmente com relação aos valores extremamente desiguais para propriedades de uma mesma região, que muitas vezes são até vizinhos.

Assim, além de não poder negociar os prazos de arrendamento, os proprietários sequer podem negociar o valor a ser recebido pelo uso de sua terra, muito embora as empresas não comprem os terrenos, os contratos firmados, dada sua longa duração, configuram alienação completa dos direitos sobre a propriedade dos terrenos, ou seja, os contratos permitem que as empresas possuam liberdade total para produzir energia, sem risco ou com o menor risco

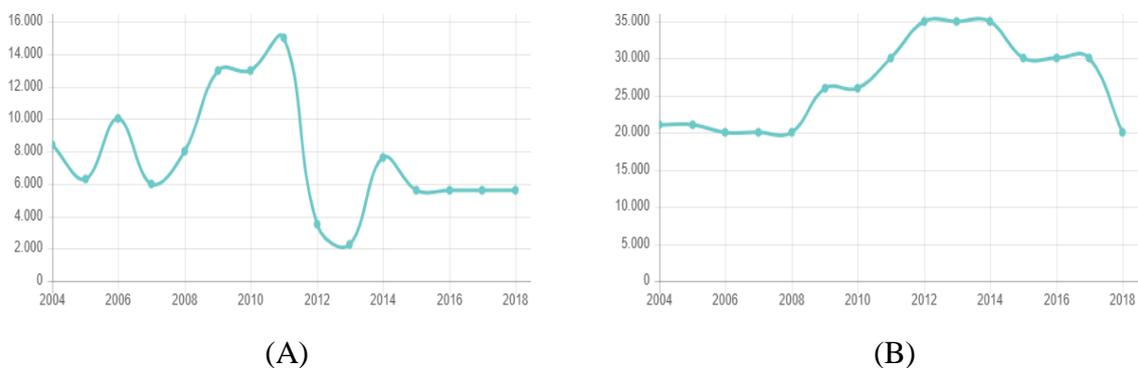
possível, pagando o valor que lhes convier aos proprietários das terras arrendadas (TRALDI, 2018).

Já em relação a perda de produção da atividade agrícola, na percepção da maioria dos agricultores não houve ou não existe perda de produção dos cajueiros próximo aos parques eólicos. A opinião se reflete em maior intensidade nas regiões Sul com 84% e Norte com 73%. Os que citaram existência de perdas relatam como principal motivo a poeira provocada pelo uso de máquinas para realizar a supressão vegetal e abertura de vias de acesso aos parques, bem como pela intensidade de tráfego terrestre e pela empresa de construção civil que fabrica a base dos aerogeradores. As regiões que mais perceberam perdas na produção foram Nordeste, Centro-Oeste e Norte, com 33%, 27% e 22% respectivamente (vide Figura 6B).

Segundo os agricultores, a poeira tem causado redução na produção de caju e castanha, principalmente em lotes próximos de parques em construção e vias de acesso, tal fato é relatado as empresas gestoras dos parques, que para amenizar a poeira passaram a molhar as estradas, entretanto nenhuma medida foi adotada pela fábrica da base dos aerogeradores.

Segundo levantamento do IBGE (2017), houve queda na produção agrícola do município com redução na quantidade de castanha de caju produzida de 7.620 toneladas em 2014 para 5.600 toneladas em 2018 (Figura 7A), no mesmo estudo também foi demonstrado queda na área agrícola de 35.000 hectares em 2014 para 20.000 hectares em 2018 (Figura 7B).

Figura 7 - Quantidade produzida de castanha de caju (tonelada) (A), e Área destinada à colheita (ha) (B) dados do IBGE (2017)



Tang et al. (2017), em um estudo no norte da China, relatou que usinas de energia eólica suprimiram o teor de água no solo e aumentaram o estresse hídrico, o que foi diretamente ligada a uma redução de 8,9% da produção primária bruta de verão e 4,0% da receita líquida anual da produção primária. De acordo com Traldi (2018), a enorme procura por propriedades que dispõem de elevado potencial eólico, especialmente na área rural, tem-se verificado que resulta

em redução das áreas destinadas a produção agrícola e ainda que não haja restrição de uso das propriedades para agricultura, o que se verifica é que no semiárido aqueles que arrendam suas propriedades para a geração eólica acabam por deixar de produzir produtos agrícolas.

3.4 CONCLUSÃO

Avaliando os mapas de uso e ocupação do solo, foi possível concluir que a instalação de parques eólicos não provocou mudanças significativas nas classes de solo exposto, área agrícola e vegetação nativa do município de Serra do Mel. Assim, os impactos provocados pelo uso agrícola no período foram mais intensos que os provocados pelo uso da terra para construção de parques eólicos. Porém, percebe-se que nos períodos que existiram mais construções de parques eólicos houve aumento no solo exposto e redução simultânea da área de cajueiro naquele ano, principalmente em 2016 e 2019, indicando que as construções ocorreram com frequência maior em áreas agrícolas, o que pode ter influenciado a redução dessa classe no período.

Os agricultores afirmaram que é possível conciliar a atividade agrícola com a atividade eólica, sem maiores repercussões nos lotes rurais e sem conflitos aparentes entre agricultores e empresa operadora dos parques. Porém alguns agricultores identificam perdas na cultura do caju provocadas pela poeira gerada na construção dos parques, o que foi confirmado pelos dados oficiais do IBGE. Na pesquisa percebeu-se também que o município de Serra do Mel possui um potencial excelente para exploração de energia eólica, com características favoráveis tanto em relação a velocidade dos ventos, como pelas características do terreno, isso explica a crescente expansão de energia eólica no município.

REFERÊNCIAS

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 2020. *Sistema de Informações da ANEEL (SIGA)*. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/siga>. Acesso em: 04 fev. 2020.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 2020. Sistema de informações geográficas do setor elétrico (SIGEL). Disponível em: <http://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>. Acesso em: 04 fev.2020.

ARMSTRONG, A.; BURTON, R. R.; LEE, S. E.; MOBBS, S.; OSTLE, N.; SMITH, V.; WALDRON, S.; Whitaker, J. Ground-level climate at a peatland wind farm in Scotland is affected by wind turbine operation. *Environmental Research Letters*, v. 11, p. 1-8, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/11/4/044024>

ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. Boletim anual de Geração, 2018. Disponível em: http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2019/05/Boletim-Anual_2018.pdf. Acesso em: 2 abr. 2020

BRANNSTROM, C.; TILTON, M.; KLEIN, A.; JEPSON, W. Spatial distribution of estimated wind-power royalties in west Texas. *Land*, 4, 1182-1199, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3390/land4041182>

BRANNSTROM, C.; GORAYEB, A.; MENDES, J. S.; LOUREIRO, C.V.; MEIRELES, A. J. DE A.; SILVA, E. V.; FREITAS, A.L.R.; OLIVEIRA, R.F. Is Brazilian Wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67, 62–71, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.047>

CETINAY, H.; KUIPERS, F.A.; GUVEN, A.N. Optimal siting and sizing of wind farms. *Renewable Energy* 101, 51e58, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2016.08.008>

ÂRSTEA, S. Socio-economic impact of wind turbines implementation. *Annals of the „Constantin Brâncuși” University of Târgu Jiu, Economy Series, Issue 6/2015 Academica brâncuși” publisher.* Disponível em: https://econpapers.repec.org/article/cbujrnlec/y_3a2015_3av_3a6_3ap_3a145-151.htm.

COSERN - Companhia Energética do Rio Grande do Norte. Potencial eólico do estado do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte: COSERN, 2003. Disponível em: http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/atlas_eolico/atlas_eolico_RN.pdf.

CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS. Dados, informações e produtos do Sistema Geológico do Brasil. Disponível em: <http://geosgb.cprm.gov.br/>. Acesso em: 04 fev. 2020.

DANTAS, E.J.A; ROSA, L. P.; SILVA, N. F.; PEREIRA, M.G. Wind Power on the Brazilian Northeast Coast, from the Whiff of Hope to Turbulent Convergence: The Case of the Galinhos Wind Farms. *Sustainability*, 11 (14), 3802, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11143802>

DORTZBACH, D.; BLAINSKI, E.; FARIAS, M. G.; PEREIRA, A.P. E.; PEREIRA, M. G.; GONZÁLEZ, A. P. Análise da dinâmica da paisagem no uso e cobertura das terras nos municípios de Camboriú e balneário camboriú, SC. *Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente*, n.37, v.2, p.5-26, 2015. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/2548>. Acesso em: 03 fev. 2020.

DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. *Cadernos de Pesquisa*, n.115, p.139-154, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-15742002000100005>.

EMPARN - EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RN. Monitoramento Pluviométrico. Disponível em: <http://meteorologia.emparn.rn.gov.br:8181/>. Acesso em: 03 fev. 2020

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Sistema de informações geográficas do setor energético brasileiro. Disponível em: <https://gisepe.epe.gov.br/WebMapEPE/>. Acesso em: 05 abr. 2020.

FONTANELLA, B. J. B.; RICAS, J.; TURATO, E. R. Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.24, n. 1, p. 17-27, 2008, DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000100003>
 GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GLOBAL WIND ATLAS. 2020. Arquivos GIS. Disponível em: <https://globalwindatlas.info/downloads/gis-files>. Acesso em: 04 fev.2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 fev. 2020

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/serra-do-mel/panorama>. Acesso em: 03 fev. 2020

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal de mapas. 2020. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em 02 fev. 2020.

JUARÉZ-HERNANDÉZ, S.; LEÓN, G. Energía eólica en el istmo de Tehuantepec: desarrollo, actores y oposición social. *Revista Problemas del Desarrollo*, v. 178, n. 45, p. 139 – 162, 2014. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0301-7036\(14\)70879-X](https://doi.org/10.1016/S0301-7036(14)70879-X)

KATSAPRAKAKIS, D. AL. A review of the environmental and human impacts from wind parks. A case study for the Prefecture of Lasithi, Crete. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16, 2850– 2863, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.041>

LOUREIRO, C. V.; GORAYEB A.; BRANNSTROM C. Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do litoral oeste do Ceará, Brasil. *Geosaberes*, Fortaleza, v. 6, número especial (1), p. 24 - 38, out. 2015. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/361>. Acesso em: 20 abr. 2020

LOUREIRO, C.V.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Análise comparativa de políticas de implantação e resultados sociais da energia eólica no Brasil e nos Estados Unidos. *Revista RaeGa*. Curitiba, v.40, p.231-247, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v40i0.45344>

MENDES, J. S.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Diagnóstico participativo e cartografia social aplicados aos estudos de impactos das usinas eólicas no litoral do Ceará: o caso da Praia de Xavier, Camocim. *GEOSABERES-Revista de Estudos Geoeducacionais*, v. 6, n. 3, p. 243-254, 2016. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/510>. Acesso em 03 fev. 2017.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Download de dados geográficos. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 03 fev. 2020.

PINTO, L. I. C.; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. *Revista Ambiente & Água* vol. 12 n. 6 Taubaté: 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2064>.

ROCHA, A.P.B. A Atividade petrolífera e a dinâmica territorial no Rio Grande do Norte: uma análise dos municípios de Alto do Rodrigues, Guamaré e Mossoró. 2013, 279 p. Tese de Doutorado. UFPE, Recife. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10362/1/aristotelina_tese.pdf. Acesso em: 02 fev. 2020.

STORTO, C., COCATO, G. P. Análise de Fragilidade Ambiental a partir de Técnicas de Geoprocessamento: Área de Influência da Hidrelétrica de Mauá – PR. *Revista Brasileira de Geografia Física* v.11. n.5, 1694-1708, 2018. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v11.5.p1694-1708>

TABASSUM-ABBASI.; PREMALATHA, M.; TASNEEM-ABBASI, P.; ABBASI, S.A. Wind energy: Increasing deployment, rising environmental concerns. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 270–288, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.019>

TANG, B., WU, D., ZHAO, X., ZHOU, T., ZHAO, W., WEI, H. The Observed Impacts of Wind Farms on Local Vegetation Growth in Northern China. *Remote Sensing*. 9(4), 332, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/rs9040332>

TRALDI, M. Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido Brasileiro. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales Universitat de Barcelona Scripta Nova*, v. XXII, n.589, 2018, DOI: <https://doi.org/10.1344/sn2018.22.19729>

USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. 2020. Earth Explorer. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 03 fev.2020.

WEISS, C.V.V., ONDIVIEL, B., GUINDA, X., JESUS F.D., GONZALEZ, J., GUANCHE, R., JUANES, J.A. Co-location opportunities for renewable energies and aquaculture facilities in the Canary Archipelago. *Ocean. Coast. Manage.* 62-71, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.05.006>

YANAGUIZAWA LUCENA, J. A.; AZEVEDO LUCENA, K. A. Wind energy in Brazil: an overview and perspectives under the triple bottom line. *Clean Energy*, v.3, n.2, 69–84, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/ce/zkz001>

4 CAPÍTULO II – PERCEÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DOS PARQUES EÓLICOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

RESUMO

Ao longo dos últimos anos, a expansão da energia eólica no território brasileiro emerge como uma alternativa para diversificar a matriz energética do país e minimizar a emissão de poluentes derivados de combustíveis fósseis. O Rio Grande do Norte, no Nordeste Brasileiro, possui um potencial considerável para a geração de energia eólica, devido à ocorrência de ventos fortes em muitas partes do litoral e em locais com altitudes mais elevadas. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo analisar os impactos ambientais provocados pela instalação de parques eólicos na área agrícola do município de Serra do Mel, na região Oeste do Estado. Configura-se como uma pesquisa descritiva, de natureza qualitativa e quantitativa, com suporte em dados coletados em entrevistas presenciais semiestruturadas com os agricultores locais, utilizando-se do sistema de informações geográficas QGIS para processamento dos dados. O estudo concluiu que os agricultores convivem sem maiores problemas e sem conflitos aparentes com o empreendimento eólico, porém possuem poucos conhecimentos sobre os impactos ambientais. Na percepção da maioria dos agricultores poucos são os impactos ambientais negativos, esses impactos dificilmente são notados ou ainda não provocam danos para a maioria dos agricultores da região.

Palavras-chave: Energia eólica. Serra do Mel. Agricultura. Meio Ambiente.

ABSTRACT

Over the past few years, the expansion of wind energy in the Brazilian territory has emerged as an alternative to diversify the country's energy matrix and minimize the emission of pollutants derived from fossil fuels. Rio Grande do Norte, in the Northeast of Brazil, has considerable potential for the generation of wind energy, due to the occurrence of strong winds in many parts of the coast and in places with higher altitudes. Therefore, the present study aimed to analyze the environmental impacts caused by the installation of wind farms in the agricultural area of the municipality of Serra do Mel, in the western region of the state. It is configured as a descriptive, qualitative and quantitative research, supported by data collected in semi-structured face-to-face interviews with local farmers, using the geographic information system QGIS for data processing. The study concluded that farmers live without major problems and without apparent conflicts with the wind farm, but have little knowledge about environmental impacts. In the perception of most farmers, there are few negative environmental impacts, these impacts are hardly noticed or do not yet cause damage to most farmers in the region.

Keywords: Wind energy. Serra do Mel. Agriculture. Environment.

4.1 INTRODUÇÃO

A busca por alternativas de geração de energia renovável vem aumentando em todo o mundo, duas justificativas têm predominado no discurso oficial de países e organismos internacionais: a busca por menor dependência dos combustíveis fósseis, dada sua finitude, e o discurso de base ambientalista, que vem incentivando a redução da emissão de gases poluentes na atmosfera através da substituição dos combustíveis fósseis por fontes renováveis. Entre as fontes que vem recebendo incentivos na ampliação de seu uso está a fonte eólica, sua relevância aumentou nos últimos anos no cenário global devido às suas vantagens promissoras, pois é uma fonte renovável, reduz o uso de combustíveis fósseis e a poluição pela emissão de gases de efeito estufa (GEE) e outros poluentes na atmosfera (ASO E CHEUNG, 2015).

Entretanto o crescimento contínuo da indústria da energia eólica em muitas partes do mundo, especialmente em alguns países em desenvolvimento e ecologicamente vulneráveis exigem uma compreensão abrangente dos impactos ambientais induzidos pelos parques eólicos (DAI et al., 2015). Para governos, organizações e indivíduos a geração de eletricidade por energia eólica tem potencial para reduzir os impactos ambientais, porque ao contrário dos combustíveis fósseis, ela não gera contaminantes atmosféricos, seu caráter renovável, sua disponibilidade e o fato de não poluir durante a fase operacional torna um dos sistemas de energia mais promissores para redução de problemas ambientais em nível global e local. Para outros, as instalações de energia eólica se concentraram em impactos ambientais que inclui impactos visuais e outros sobre os seres humanos; e efeitos sobre ecossistemas, incluindo a matança da vida selvagem, especialmente pássaros e morcegos, alguns efeitos ambientais das instalações, especialmente as relativas ao transporte (JABER, 2013), que devem ser considerados e mitigados.

Ao longo dos últimos anos, a expansão da energia eólica no território brasileiro emergiu como uma alternativa para diversificar a matriz energética do país e gerar uma fonte de energia mais limpa. O Brasil é um país privilegiado sob o aspecto energético, pois seu relevo, hidrografia e clima tropical permitem o aproveitamento das diversas fontes renováveis de energia (SCHMIDT et al., 2016). No Brasil, um dos locais que melhor se enquadra para essa produção de energia eólica é o Nordeste, pois o mesmo apresenta características físicas, alta incidência de ventos fortes e constantes favoráveis a implementação de usinas eólicas (FERREIRA F. et al., 2019).

Embora a instalação de parques eólicos na região Nordeste tenha se iniciado pelo litoral, é no interior e especialmente no semiárido que a instalação dos parques se realiza com mais

força e densidade, o que revela a enorme importância que vem ganhando porções da região semiárida, em decorrência do elevado potencial eólico existente, para a geração de energia eólica no Brasil (TRALDI, 2018). Há uma grande concentração do potencial eólico em algumas áreas do território nordestino, em especial no litoral do estado do Rio Grande do Norte (RN), bem como na região de serras e chapadas do interior do RN, onde também se concentram muitas áreas de produção agrícola. Nestes lugares, os ventos atingem velocidades médias que variam de 7 a 9 m s⁻¹ (ANEEL, 2020).

Além dos aspectos técnicos e financeiros, a definição da localização de parques eólicos envolve também questões socioambientais que podem restringir a área disponível e levar inevitavelmente a conflitos com a comunidade local. Os parques eólicos, além de serem economicamente viáveis, devem ter um impacto reduzido no ambiente local em termos de intrusão visual, ruído, social, interferência eletromagnética e ecossistema natural. Diante da perspectiva de expansão da energia eólica, esses conflitos tendem a se intensificar com a ocupação de áreas mais sensíveis do ponto de vista ambiental e social (PINTO et al., 2017).

Diante desse contexto e levando em consideração o objetivo do desenvolvimento sustentável (ODS7) que visa assegurar o acesso à energia de forma confiável, sustentável, moderna e a preço acessível para todos, aumentando substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global, o presente estudo tem como objetivo analisar os impactos ambientais provocados pela instalação de parques eólicos nas áreas agrícolas do município de Serra do Mel, região semiárida do estado do RN.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Área de estudo

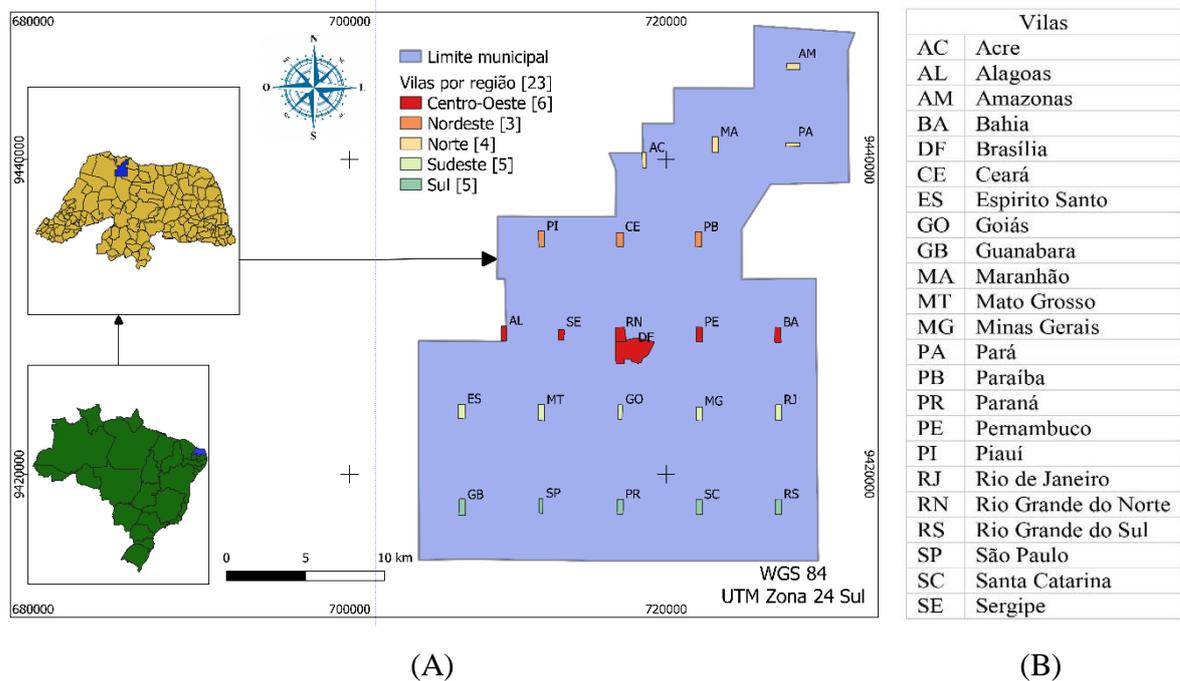
Esse estudo foi desenvolvido no município de Serra do Mel (05°10'12,0" de latitude sul e 37°01'44,4" de longitude oeste), estado do Rio Grande do Norte (RN) (Figura 1A). O município localiza-se em uma área de transição entre litoral e sertão, com altitude média de 185 m, recebendo ventos alísios do Oceano Atlântico, o clima é predominantemente semiárido, caracterizado não só pelo baixo nível pluviométrico, mas também pela irregularidade das chuvas, a vegetação é composta sobretudo pela caatinga e o relevo apresenta-se em forma de tabuleiro, com topografia plana e suavemente ondulada (IBGE, 2017).

A população é de 10.287 habitantes, sendo que destes 7.589 residem na zona rural e área territorial de 620,241 km² (IBGE, 2010), essa área é subdividida em 23 vilas, sendo 22 agrovilas (zona rural) e 1 vila central (zona urbana) (Figura 1B), cada vila recebe o nome de um Estado

Brasileiro e é composta por 59 lotes, geralmente com 50 hectares (ha) cada. Nesses lotes, 15 ha são para cultivo permanente do caju (*Anacardium occidentale*), 10 ha para as culturas temporárias e 25 ha de mata nativa (ROCHA, 2013).

A principal atividade econômica do município é a produção e o beneficiamento de castanha de caju, mas desde 2015 possui investimentos na área de energia eólica, o crescimento neste setor elevou Serra do Mel a condição de maior produtor de energia eólica do Estado e o segundo do País. Atualmente há 14 parques eólicos em operação, 11 em construção e 11 autorizados com construção não iniciada, sendo a potência geral de energia outorgada de 1.176 MW (ANEEL, 2020). Esses parques estão localizados nas vilas Amazonas, Pará e Acre (todas da região Norte do município).

Figura 1 - Mapa de localização e divisão das vilas e regiões do município de Serra do Mel (A) e relação de vilas de Serra do Mel por ordem alfabética (B).



Fonte: IBGE (2020), elaborado pelo autor.

4.2.2 Área amostral e coleta de dados

Diante do caráter do problema de pesquisa formulado, a mesma pode ser classificada como descritiva, pois têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2008), e ainda quanto a sua forma de abordagem, como uma pesquisa quanti-qualitativa, visto que além de se utilizar de dados quantitativos com a finalidade de facilitar a análise dos

mesmos, procura compreender fenômenos da realidade baseados em informações fornecidas pelos próprios sujeitos entrevistados. E um estudo de caso, pois consiste em coletar e analisar informações sobre determinado grupo ou comunidade, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto, caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo de poucos, ou mesmo de um único objeto, fornecendo conhecimentos profundos (GIL, 2008).

Para coleta de dados o município foi dividido em cinco regiões como mostrado na (Figura 1A), essa divisão considera a posição geográfica das vilas e remete a divisão regional do Brasil, nas quais foram realizadas 220 entrevistas, sendo em cada vila, exceto a vila urbana, entrevistados 10 proprietários (agricultores) de lote, que foram ou serão beneficiados com a exploração de parques eólicos. Os agricultores foram convidados a participar da pesquisa, mas não eram identificados. Para definição da população amostrada levou-se em consideração a proposição para amostras finitas (GIL, 2008) e o critério de saturação teórica (FONTANELLA et al., 2008).

Para elaboração dos questionários, constituído de perguntas semiabertas, foi realizada pesquisa dos principais impactos ambientais gerados pela instalação dos parques eólicos, nos Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) disponibilizados no *site* do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). Os questionários serviram como base para as entrevistas, e abordavam a percepção do entrevistado em relação aos impactos ambientais negativos gerados pelos parques eólicos, no que diz respeito a mudanças no clima, supressão vegetal, abertura de estradas, instabilidade ambiental e vibrações no terreno, efeito visual, interferência eletromagnética, poluição sonora e riscos de acidentes com fauna e avifauna.

As entrevistas foram realizadas no lote/residência de cada agricultor, para maior comodidade do entrevistado, bem como porque, conforme citado por Duarte (2002), o ambiente doméstico transmite ao entrevistado sensação de liberdade para a expressão das suas ideias e vivências. Durante as entrevistas foi possível coletar as coordenadas geográficas de cada vila com o uso de aparelho de GPS (*Global Positioning System*), esses dados foram utilizados para espacializar as vilas dentro do mapa do município de Serra do Mel e facilitar a observação dos resultados por região ou vila.

4.2.3 Processamento dos Dados

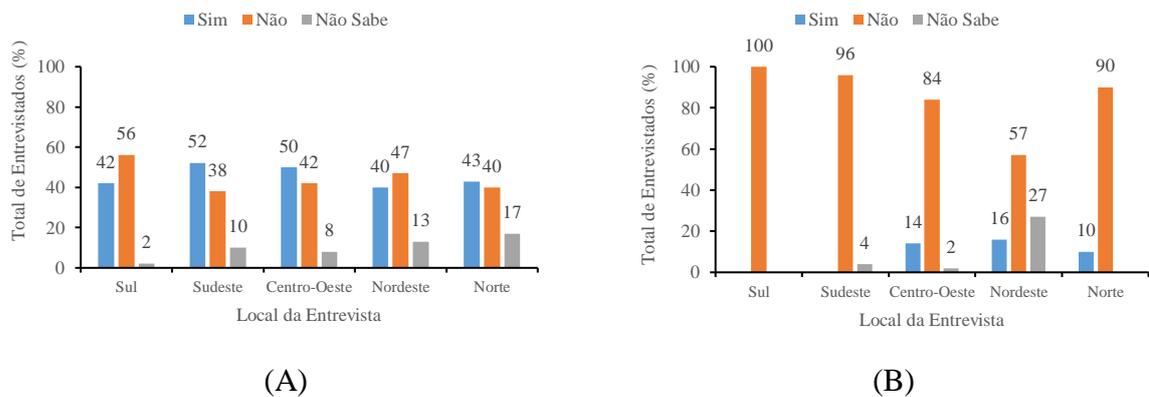
O *software* utilizado para o processamento dos dados foi o Quantum GIS (QGIS versão 2.18.24) que é um sistema de informações geográficas (SIG) de licença livre e gratuito. Os

dados coletados nas entrevistas foram submetidos à sistematização das respostas e análise de conteúdo, em seguida as informações foram repassadas para a tabela de atributos do sistema QGIS para tratamento e estação de dados, depois foram selecionados, categorizados e trabalhados de modo a permitir uma análise qualitativa e quantitativa. O QGIS também executou a estatística descritiva na análise das entrevistas. Algumas informações extraídas desta análise foram organizadas em gráficos ou mapas elaborados para cada uma das perguntas mais significativas da entrevista aplicada.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com relação ao conhecimento dos impactos ambientais negativos gerados pelos parques eólicos, verificou-se que os agricultores, em todas as regiões, têm baixo nível de conhecimento ou desconhecem totalmente o assunto (Figura 2A). Porém, os agricultores citaram supressão vegetal de mata nativa e do cajueiro e, também, decréscimo na produção do caju e castanha em decorrência da poeira provocada pelo aumento do tráfego de veículos nas proximidades dos pomares, o baixo valor pago pelos royalties e indenizações pelo uso da terra, ausência de projetos sociais e problemas com a infraestrutura pelo uso excessivo das estradas. Prevaleceu a percepção de que não existe possibilidades de riscos à saúde e segurança da população provocados pelo empreendimento eólico no presente e nem futuramente.

Figura 2 – Percepção sobre a existência dos impactos negativos (A), percepção sobre o acompanhamento da implantação dos parques eólicos por órgão ambiental (B), em função do total de entrevistados por região.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em outros dois municípios, Areia Branca e Galinhos, também no Rio Grande do Norte, os moradores perceberam impactos negativos ao ambiente pela instalação de parques eólicos,

com destaque para supressão de vegetação nativa e afugentamento/mortalidade da fauna (FERREIRA F. et al., 2019), que a construção de estradas para acesso aos parques achataram dunas, violaram sítio arqueológico, dunas foram movidas e a areia deslocada é transportada para o rio Aruatá, contribuindo para o assoreamento (DANTAS et al., 2019). Entretanto, em pesquisa realizada no Chipre, constatou-se que grande maioria dos entrevistados não acredita que o parque eólico tem um impacto negativo no meio ambiente local (FOKAIDES et al., 2014)

Em Serra do Mel, os agricultores que não tinham conhecimento sobre os impactos negativos dos parques eólicos, citaram que não houve repasse dessa informação pelas empresas, entretanto, os agricultores da região Norte, onde já há parque em funcionamento, afirmaram repasse de informações, e estes aconteceram em reuniões, palestras e informativos, organizados pela empresa gestora do parque. Na comunidade de Ponta do Mel, município de Areia Branca/RN, 55,71% dos moradores disseram que foram informados, entretanto desses 30,76% afirmaram que foram repassados os benefícios positivos, citando a geração de empregos temporários (FERREIRA F. et al., 2019).

Resultados semelhantes, também, foram verificados no Chipre, onde 32% das comunidades próximas de parques eólicos foram inadequadamente informados (FORKAIDES et al., 2014), bem como na Áustria, onde estudo realizado por Scherhauser et al. (2017), concluíram que as empresas gestoras dos parques devem informar a comunidade e o público em geral o mais cedo possível, e que as informações fornecidas devem incluir o número de turbinas, localização esperada, investimentos e benefícios locais, impactos ambientais e humanos, e oportunidades futuras para participar do processo de tomada de decisão (por exemplo, para expressar uma opinião na avaliação de impacto ambiental). Reuniões, comunicados, dias informativos, inspeções no local e os contatos presenciais foram mencionados como métodos apropriados de informação.

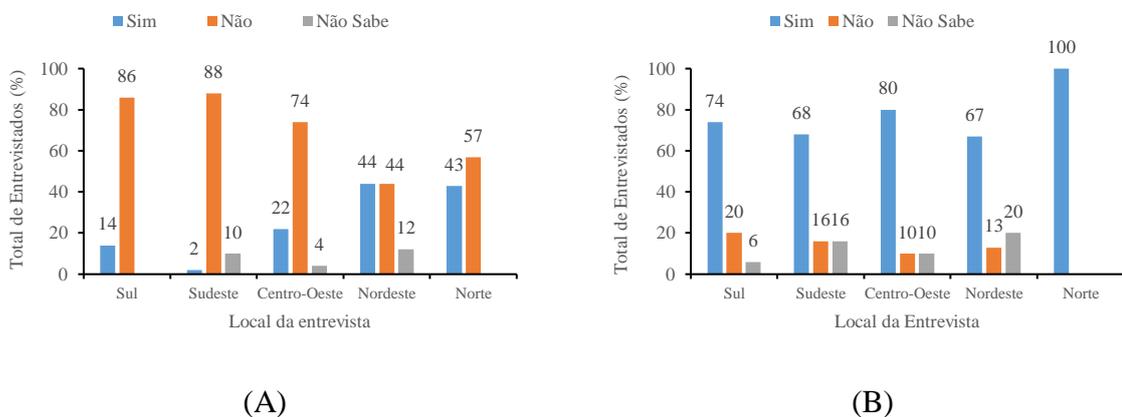
Dessa forma, é possível constatar que há falha na comunicação, entre os agricultores e as empresas, isso causa transtornos para a população, pois a mesma apenas percebe a realidade na fase de instalação e/ou operação dos empreendimentos. Em pesquisa realizada na região de Weatherford-EUA, mais de 75% dos participantes responderam ter algum conhecimento da energia eólica e que seus conhecimentos tinham aumentado desde que o parque eólico ficou operacional (GREENE E GEISKEN, 2013).

Em relação ao acompanhamento do órgão ambiental que emitiu as licenças de instalação e operação, 85% dos entrevistados não souberam de nenhum acompanhamento ou fiscalização nos parques eólicos, entretanto, 16, 14 e 10% dos entrevistados nas regiões Nordeste, Centro-Oeste e Norte, respectivamente (vide Figura 2B), afirmaram que houve acompanhamento do

órgão ambiental, mas não souberam informar qual e, também, a frequência. Em estudo realizado em municípios do estado da Paraíba-BRA foram encontrados entre limitações ao desenvolvimento sustentável de parques eólicos à falta de capacitação das comunidades locais, a inexistência de legislação específica e a ausência de fiscalização dos órgãos governamentais competentes (BARBOSA E CANDIDO, 2018).

Quando questionados sobre o uso e ocupação do solo do município pelos parques eólicos, em média, 40% dos agricultores das regiões Norte e Nordeste (Figura 3A), regiões com parques em operação e em construção, tem a percepção que houve, além do uso das áreas internas do lote, também pela abertura de novas estradas e linhas de transmissão nos lotes e/ou nas vilas, sendo essas estradas construídas pelas empresas como vias de acesso aos parques eólicos. Em Portugal, Ferreira P. et al. (2019) afirma que a melhoria da infraestrutura de vias de acesso ao parque eólico é refletida como um resultado positivo para comunidade local, entretanto em Galinhos-RN, para 75% dos entrevistados a abertura de estradas, levaram a um maior fluxo de carros para a cidade, porém, os dados indicam que a população está dividida quanto aos benefícios ou danos dessa modificação no modo de vida (DANTAS et al., 2019).

Figura 3 - Percepção sobre uso e ocupação da área do lote pelas torres e estradas (A) e percepção sobre a supressão da vegetação nos lote e vilas (B) em função do total de entrevistados por região.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Mustafa e Al-Mahadin (2018), em alguns casos, novas estradas são construídas para que as turbinas eólicas sejam transportadas e instaladas em áreas rurais. No entanto, em muitos outros casos, ainda é necessário usar as vias públicas para transportar grandes componentes de turbinas eólicas, para Loureiro et al., (2015) o desmatamento para construção de vias de acesso aos aerogeradores promove a supressão dos ambientes com fauna e flora

específicos interrompendo assim os fluxos de matéria e energia, provocando a destruição de habitats naturais.

Em Serra do Mel, até o momento, a supressão vegetal deu-se nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, essas regiões já tem parques instalados ou em processo de instalação, porém em todas as regiões existe a percepção sobre a supressão da vegetação conforme mostrado na (Figura 3B), os agricultores afirmaram que a perda de área do lote para instalação das torres, varia entre 8 e 10 ha e representa de 16 a 20% da área total do lote, vale salientar, que nessa área engloba áreas de cajueiro ou de mata nativa e que também há áreas destinadas para as linhas de transmissão e as subestações em algumas vilas. Foi também relatado, que só se sabe quanto será suprimido de cada lote no momento da construção do parque, pois os contratos são assinados sem definição de quais lotes e quanto de cada lote será suprimido.

Conforme citado por NAZIR et al. (2020), a remoção de vegetação nativa ou agrícola para construção de parques eólicos pode contribuir para mudanças climáticas indesejáveis, como padrões irregulares de chuva que levam à erosão do solo. Na comunidade de Zumbi, município de Rio do Fogo-RN, os moradores perceberam que foi necessária a remoção de vegetação nativa, mas não pareceram valorar essa perda (NUNES et al., 2019)

Não houve relato de significativa perda de área produtiva pelos agricultores, corroborando com Yanaguizawa Lucena e Azevedo Lucena (2019), os autores afirmam que os parques eólicos ocupam pouco espaço físico, permitindo que proprietários continuem com as plantações ou a criação de animais, pois o uso da terra não é comprometido, visto que apenas uma pequena porcentagem do espaço é ocupada. Kardous et al. (2013), em áreas com parques eólicos na Tunísia, verificaram que mais de 90% da propriedade ocupada com torres eólicas podem continuar seu uso original, que são frequentemente atividades agrícolas, e se for de área nativas podem continuar a prosperar. Contudo, o intenso crescimento do setor eólico pode reduzir a disponibilidade de áreas agrícolas e causar conflitos decorrentes de divergências pelo uso e ocupação do solo (TABASSUM-ABASSI et al., 2014).

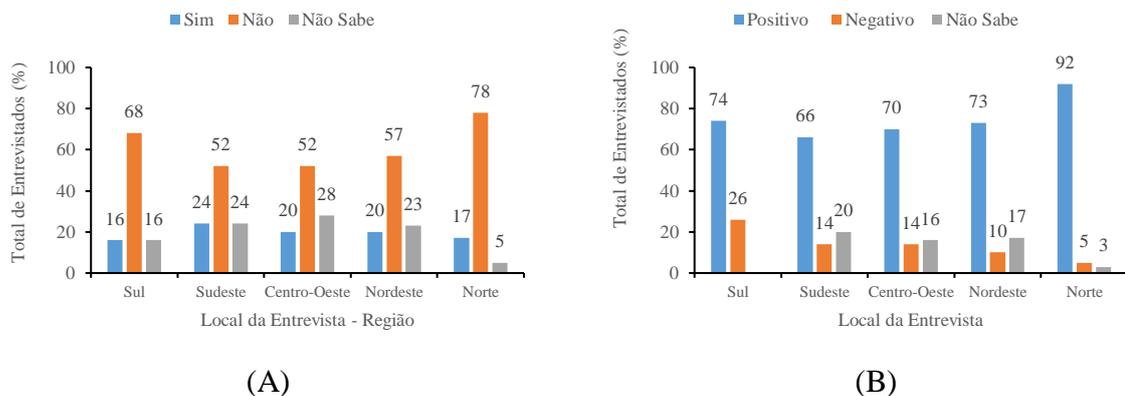
Questionados sobre alterações no clima e temperatura, foi unanimidade a percepção de que não existiu, até o momento, alteração depois da implantação dos parques eólicos, e mesmo quando estão em atividades agrícolas próximas dos aerogeradores não percebem nenhuma diferença na temperatura, citaram, também, que não ocorreram alteração na produção do cajueiro relacionadas com esse impacto, porém, lembraram que essa é uma situação recente.

Essa informação contradiz estudo realizado por Zhou et al. (2012) no Texas-EUA, os autores avaliando dados de satélite verificaram que os aerogeradores provocam aquecimento da superfície do solo durante a noite e arrefecimento durante o dia, causando aumento de

temperatura de 0,72 °C por década, associando essa variação de temperatura à turbulência em decorrência da rotação das pás e o efeito de mistura vertical do ar próximo à superfície do solo, e como consequência esse aumento de temperatura pode influenciar a produção agrícola e as comunidades próximas ao parque (ROY, 2011).

Em relação à processos erosivos decorrentes da instalação dos parques eólicos, mais de 50% dos agricultores, para todas regiões, confirmaram não ser visível (Figura 4A). Mas, pode-se considerar que durante a construção de um parque eólico, algumas atividades como escavação de fundações e construção de estradas, pois o trabalho é feito com máquinas pesadas como tratores e caminhões na terraplanagem, além de propiciar a compactação do solo, pode afetar o bio-sistema local e surgir processos erosivos (LOUREIRO et al. 2015; NAZIR et al. 2020), intensificados em decorrência da supressão vegetal. Os agricultores citaram que a ausência de erosão pode está relacionado ao solo do município ser arenoso e com boa drenagem.

Figura 4 – Percepção em relação a instabilidade ambiental (A), percepção em relação a alteração na paisagem (B), em função do total de entrevistados por região.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Apenas os agricultores da vila Ceará, região Nordeste, verificaram ocorrência de vibrações no terreno, por coincidência, essa é a vila mais próxima de parque eólico em construção. Essas vibrações podem ser decorrentes de estudos geotécnicos e hidrogeológicos, além disso, a compactação do solo e o movimento de carros e máquinas pesadas gera vibrações temporárias, as quais podem afetar as populações do entorno, principalmente de construções antigas e fragilizadas pelo tempo ou se o material de construção utilizado for de qualidade inferior (MOURA-FÉ E PINHEIRO, 2013), porém, as vibrações transmitidas pelas turbinas eólicas são insignificantes demais para serem reconhecidas por ou para afetar seres humanos (JABER, 2013).

A alteração da paisagem é considerada um dos principais impactos ambientais que a

implantação dos parques eólicos ocasiona na sua área de instalação e ao seu entorno, pois afeta a superfície terrestre, sistemas de drenagem e vegetação, desencadeia perdas na qualidade ambiental, na biodiversidade e provoca alterações na dinâmica ambiental (LOUREIRO et al., 2015). A reação provocada por um parque eólico é altamente subjetiva, alguns visualizam as torres eólicas de forma positiva, como um símbolo de energia limpa, outras reagem negativamente à nova paisagem (VAN DER WAAL, 2020).

Em relação a este impacto, é evidente que a interferência visual das torres é considerada como ponto positivo para 75% dos agricultores, conforme mostrado na (Figura 4B), os mesmos citaram que o empreendimento eólico não causa incomodo com a mudança no visual, antes formada por uma imensa área verde de cajueiros, e agora com as torres, os aerogeradores, a fiação e os postes das linhas de transmissão e a abertura de novas estradas.

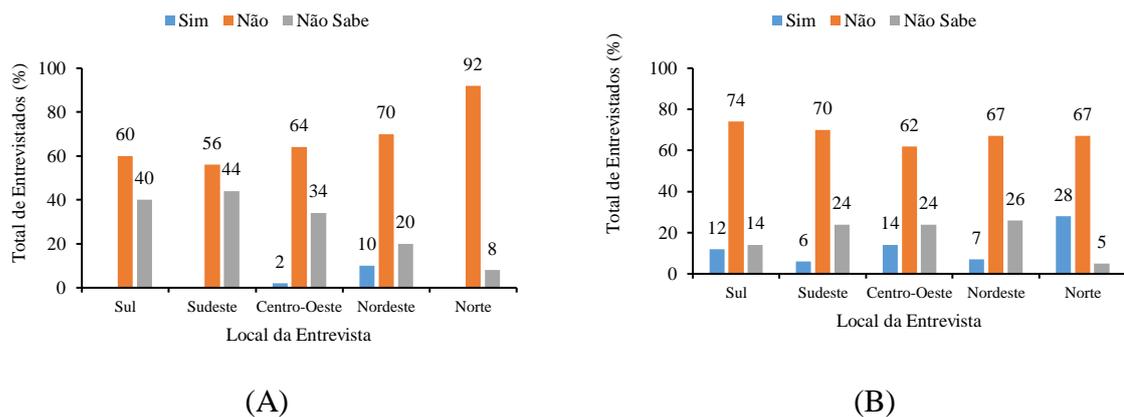
Em Galinhos-RN, 15% da população se sentem perturbados pela presença das torres eólicas, alegando uma intrusão visual com potencial para prejudicar o turismo e o comércio (DANTAS et al., 2019), entretanto no Chipre, 72% da população tem opinião oposta (FOKAIDES et al., 2014). Silva e Delicado (2017) e Nazir et al. (2019), citam que 70% das pessoas não tem uma opinião negativa sobre turbinas eólicas em Portugal e no Reino Unido, entretanto consideram que o ponto de instalação deve ser escolhido de forma a minimizar o impacto visual e o surgimento de sombras e reflexos (PINTO et al., 2017).

Geralmente, quanto menor o número de turbinas eólicas e mais simples o *layout*, mais fácil é criar um visual de imagem equilibrada, simples e consistente (DAI et al., 2015), pois considera-se que os impactos visuais negativos dessas instalações sobre a paisagem geralmente estão ligados a uma densidade excessiva no número de aerogeradores mais do que pelo efeito individual de cada um deles; assim em termos gerais, uma redução no número de turbinas, embora seu aumento de altura, deve traduz-se numa diminuição do impacto de futuros parques eólicos (JAMI E WALSH, 2014; CUEVAS et al., 2016).

Yanaguizawa Lucena e Azevedo Lucena (2019) afirmam que, a interferência eletromagnética em decorrência da presença de parques eólicos próximos a transmissores ou receptores dos serviços de telecomunicação pode gerar interferência, embora o campo magnético de uma turbina eólica seja extremamente fraco, porém essa interferência depende, também, das especificações técnicas, principalmente o material utilizado na fabricação das pás. Entretanto, as pás modernas são fabricadas de materiais sintéticos que possuem um impacto mínimo na transmissão de radiação eletromagnética, e a possível interferência do sistema elétrico pode ser facilmente eliminada com o isolamento apropriado e boa manutenção (PINTO et al., 2017).

Em Serra do Mel, a afirmação de que não foi perceptível interferências nos equipamentos de comunicação e nem em outros aparelhos eletrônicos, foi em média superior a 68%, mas, 29% dos entrevistados, comentaram que não sabem (Figura 5A), pois como as vilas estão em área rural, onde esses serviços são precarizados e as interferências, que podem ser pequenas, neste cenário dificilmente serão notados.

Figura 5 - Percepção em relação a interferência eletromagnética (A), e percepção em relação aos riscos de acidentes com Avifauna (B), em função do total de entrevistados por região.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quando perguntados sobre a poluição sonora, apenas os agricultores da região Norte relatam que há, mas citam que já se acostumaram ou que o barulho é pouco relevante, sendo mais intenso no período noturno, nessa região as torres ficam localizadas de 1 a 2 km de distância das vilas. Avaliando a percepção e aborrecimento relacionado ao ruído de turbinas eólicas em áreas povoadas da Polônia, Pawlaczyk-Luszczynska et al. (2018), observaram que não houve associação significativa entre nível de ruído (ou distância) e saúde e bem-estar, mas sintomas de estresse, foram positivamente associadas a aborrecimentos relacionados ao ruído de turbinas eólicas ou intensidade do tráfego na estrada, e ainda que a distância de 1 km o ruído das turbinas eólicas podem ser percebido como altamente irritante ao ar livre por 43% e 2% das pessoas com atitude negativa e positiva em relação às turbinas eólicas, respectivamente. No Chipre, 68% da população não pensam que o parque eólico pode dar origem a poluição sonora (FOKAIDES et al., 2014).

Alguns países estabeleceram distância mínima entre parques eólicos e habitações ou seguem recomendações de instituições de saúde, que variam de 300 a 1500 m, ou foram definidas com base no diâmetro do rotor e altura da torre (DAI et al., 2015). E os níveis de potência sonora de uma turbina eólica atual estão na Faixa de 98 a 104 dB a uma velocidade do

vento de 8 m s^{-1} , o que resulta em exposição de cerca de 33 a 40 dB para uma pessoa a 500 m de distância (TABASSUM-ABBASI et al., 2014).

Na vila Ceará, localizada na região Nordeste, o parque eólico está em fase de construção e as torres ficarão à aproximadamente 500 m de distância da vila, assim os agricultores têm dúvidas em relação os efeitos negativos da poluição sonora, mas temem que com a construção de novos parques este problema possa se agravar e gerar danos a saúde da comunidade. Custódio (2013) afirma ser uma distância segura 400 m do aerogerador, pois os ruídos são inferiores a 40 dB, Magari et al., (2014) concluíram que existe pouca ou nenhuma evidência que os ruídos audíveis e subaudíveis emitidos pelas turbinas tenham impactos psicológicos adversos na população, com exceção das perturbações do sono autorrelatadas, e que o distúrbio causado por esses ruídos na população é um fenômeno real e depende de diversos fatores, inclusive sensibilidade individual.

Com relação aos riscos de acidentes com avifauna, em média, 68% e 19% dos entrevistados, relataram não ter percebido ou não sabem, respectivamente, se há intensificação de mortandade de aves após instalação dos parques eólicos, mas 28% dos entrevistados na região Norte, afirmaram observar aves mortas ao redor dos aerogeradores, nessa região estão instalados os parques eólicos em funcionamento como foi mostrado na (Figura 5B), fato esse que corrobora com pesquisa realizada por DANTAS et al. (2019), em Galinhos-RN.

Em estudos realizados em parques eólicos dos EUA, Canadá e Espanha, verificou-se que as taxas de mortalidade de aves variam de 0,02 a 7,36 aves por turbina/ano, os autores concluíram que a mortes de aves variam entre espécies e as aves de rapina são mais suscetíveis do que outras espécies, e que a mortalidade aviária anual resultante de parques eólicos é menor que o de outras indústrias de energia, como a nuclear e usinas de combustível fóssil ou outras estruturas nos EUA, porém, a pequena mortalidade aviária anual de parques eólicos não pode ser ignorada, especialmente em parques eólicos com várias centenas ou milhares de turbinas. Devido a essa complexidade, não há técnica simples que pode ser amplamente utilizada para estratégias de mitigação. A melhor alternativa de mitigação pode incluir uma mistura de mais de uma medida, ajustada às especificidades de cada local, parque eólico e ave espécies-alvo (WANG et al., 2015).

Foi relatado por alguns agricultores que no município de Serra do Mel possui pouco ou nenhum atrativo para rota de migração de aves em decorrência da ausência de reservatórios hídricos superficiais, mas os mesmos não sabem se as empresas realizam estudos necessário para mitigar esse problema. O Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres (CEMAVE) recomenda, como medidas de mitigação deste impacto, uso de luzes intermitentes

e estruturas tubulares nas torres, desligamento automático ou manual das turbinas em caso de aproximação de bandos de aves, evitar a instalação de parques em paisagens naturais, dentre outras recomendações regionais específicas (TOLMASQUIM, 2016).

Conforme estudo realizado por Łopucki e Mróz (2016) a emissão de ruído, efeitos eletromagnéticos, vibração e o movimento das pás podem gerar distúrbios no ambiente e possivelmente tornar as áreas de entorno menos aptas como habitats, em decorrência de prejudicar a comunicação vocal dos animais ou a capacidade dos animais de ouvirem predadores (HELLDIN et al., 2012), então as abundâncias dessas espécies podem ser reduzidas.

Adeyeye et al. (2020) afirmam que um conjunto de aerogeradores induz riscos de mortalidade e perturbação para as aves, ruídos e correntes de ar turbulentas produzidas pela operação das turbinas eólicas podem assustar as aves afastar e estreitar seus territórios, aves e morcegos são considerados as principais vítimas, pois estão sujeitos a colisões com as lâminas rotativas atuando como barreira, outro risco associado a avifauna é o trauma ocasionado pela repentina alteração da pressão gerada pela movimentação das pás (barotrauma), provocando hemorragias e levando o animal a óbito (MCNEW et al., 2014).

Para o afugentamento da fauna silvestre, os agricultores ficaram divididos, alguns afirmam que aconteceu, e citam o tatu (*Dasypodidae*) e o peba (*Dasypus novemcinctus*) como animais mais afetados; outros afirmam que esses animais apenas se deslocaram para outra parte do lote em meio ao processo de construção. E ainda, teve agricultores que não souberam citar quais animais silvestres foram afetados. Segundo NUNES et al. (2019), na região de Rio do Fogo-RN, o afugentamento da fauna local foi mencionado por pessoas que perceberam o aumento de animais silvestres, por exemplo cobras e aranhas, ou que tiveram contato com caçadores locais que informaram o desaparecimento de algumas espécies.

Foi relatado também que, nas vilas onde os parques estão em fase de construção, a atividade de apicultura está sendo afetada pelo ruído de máquinas e intensidade de tráfego, além de que, ocorre fuga das abelhas (*Anthophila*), possivelmente em decorrência da diminuição da flora apícola e pela poluição sonora. Esse fato, é uma das maiores preocupações dos agricultores, visto que as abelhas são os principais polinizadores do cajueiro (*Anacardium occidentale*), pode ocasionar redução da produção e conseqüentemente afetar a renda da população local, pois o cultivo do caju (*Anacardium occidentale*) e beneficiamento da castanha são as principais atividades econômicas de Serra do Mel. Em Portugal, alguns moradores também expressaram preocupações com as colmeias de abelhas, entretanto, não sabem se os empreendimentos eólicos são prejudiciais, porém, pode ser um motivo de rejeição social da energia eólica para alguns agricultores da região (DELICADO et al., 2016).

4.4 CONCLUSÃO

Em relação aos impactos ambientais, percebe-se que os agricultores possuem pouco conhecimento sobre os impactos negativos provocados pela instalação de parques eólicos. Geralmente eles são otimistas em relação a inexistência de impactos, não sofrem ou não mencionam esses problemas ambientais. Constata-se também que poucos são as ações e as informações repassadas pelas empresas operadoras dos parques e também pelos órgãos ambientais sobre os impactos causados pelos parques eólicos, e somente na construção os agricultores se deparam com os problemas. Outro ponto que chamou a atenção é a falta de acompanhamento ou fiscalização por parte de órgãos ambientais tanto no nível Federal, Estadual ou Municipal nas ações que tem total impacto no meio ambiente.

No entanto, foi possível observar que os principais impactos ambientais decorrentes da implantação dos parques eólicos até o presente momento causaram poucos prejuízos nas atividades, na propriedade e na vida dos agricultores, os mais citados foram a supressão vegetal, a perda de área produtiva e a poeira provocada pelo trânsito de veículos.

Poucos são os lotes e agricultores afetados com a supressão vegetal, para uso dos aerogeradores ou por vias de acesso, porém, o crescimento da energia eólica no município de Serra de Mel tem provocado uma preocupação relacionada com a redução da produção do caju, sejam decorrentes da perda de área plantada, por desinteresse dos agricultores de manter esta atividade e também pelos impactos ambientais ocasionados pela atividade eólica, como o desmatamento, poeira pelo fluxo de veículos, afastamento da fauna polinizadora e mudanças climáticas.

A interferência visual é considerada como positiva e os agricultores consideram o empreendimento como bonito e agradável. A erosão, as vibrações no terreno, as mudanças no clima, as interferências eletromagnéticas e a poluição sonora são pouco relatadas, desconhecidas ou com impactos insignificantes. Conforme relatado, existe também pouco impacto na fauna e flora da região, porém, a atividade tem prejudicado a apicultura local.

REFERÊNCIAS

ADEYEYE, K; IJUMBA, N; COLTON, J. Exploring the environmental and economic impacts of wind energy: a cost-benefit perspective. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1768171>

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 2020. Sistema de Informações

da ANEEL (SIGA). Capacidade de Geração do Brasil. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/siga>. Acesso em: 04 fev. 2020.

ASO, R.; CHEUNG, W.M. Towards greener horizontal-axis wind turbines: analysis of carbon emissions, energy and costs at the early design stage. *Journal of Cleaner Production*, 87: 263-274, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.020>.

BARBOSA, A. P. A.; CÂNDIDO, G. A. Sustentabilidade municipal e empreendimentos eólicos: uma análise comparativa de municípios com investimentos na geração de energia eólica no estado da Paraíba. *Revista Sociedade & Natureza*. Uberlândia, MG, v.30, n.2, p.68-95, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018-4-X>

CUSTÓDIO, R.S. Energia Eólica para produção de Energia Elétrica. 2. ed. revista e ampliada. Rio de Janeiro: Synergia: Acta: Abeeólica, 2013, 319p.

CUEVAS, M.P.D.; TABALES, A.F.; LÓPEZ, M.F.P. Energía eólica y paisaje. Identificación y cuantificación de paisajes afectados por instalaciones eólicas en Andalucía. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* N.º 71, p. 397-430, 2016. DOI: <https://doi.org/10.21138/bage.2288>

DAI, K.; BERGOT, A.; LIANG, C.; XIANG, W. N.; HUANG, Z. Environmental issues associated with wind energy – a review. *Renewable Energy*, 75, 911–921, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.10.074>

DANTAS, E.J.A; ROSA, L. P.; SILVA, N. F.; PEREIRA, M.G. Wind Power on the Brazilian Northeast Coast, from the Whiff of Hope to Turbulent Convergence: The Case of the Galinhos Wind Farms. *Sustainability*, 11 (14), 3802, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11143802>

DELICADO, A.; FIGUEIREDO, E.; SILVA, L. Community perceptions of renewable energies in Portugal: Impactson environment, landscape and local development. *Energy Research & Social Science* v.11, 84-93, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.007>

DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. *Cadernos de Pesquisa*, n.115, p.139-154, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-15742002000100005>.

FERREIRA, F.S.M.; CAMACHO, R.G.V.; CARVALHO, R.G. Percepção dos impactos socioambientais da implantação de parques eólicos na comunidade de Ponta do Mel, Areia Branca/RN. *Geosul*, Florianópolis, v. 34, n. 73, p. 262-279, 2019. DOI: <http://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v34n73p262>

FERREIRA, P.; LIMA, F.; RIBEIRO, F.; VIEIRA, F. A mixed-method approach for the assessment of local community perception towards wind farms. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* 33, 44–52, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.02.004>

FONTANELLA, B. J. B; RICAS, J.; TURATO, E. R. Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.24, n. 1, p. 17-27, 2008, DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000100003>

FOKAIDES, P.A.; MILTIADOUS, I.C.; NEOPHYTOU, M.K.A.; SPYRIDOU, L.P.

Promotion of wind energy in isolated energy systems: the case of the Orites wind farm. *Clean Technologies Environmental Policy*, v.16, 477-488, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10098-013-0642-2>

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GREENE, J.S.; GEISKEN, M. Socioeconomic impacts of wind farm development: a case study of Weatherford, Oklahoma. *Energy, Sustainability and Society*, 3:2, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/2192-0567-3-2>

HELLDIN, J. O.; JUNG, J.; NEUMANN, W.; OLSSON, M.; SKARIN, A.; WIDEMO, F. *The Impacts of wind power on terrestrial mammals: a synthesis - report 6510*. Stockholm, Swedish Environmental Protection Agency, 2012. Disponível em: <http://naturvardsverket.se/Documents/publikationer6400/978-91-620-6510-2.pdf>. Acesso em: 03 fev. 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 fev. 2020

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/serra-do-mel/panorama>. Acesso em: 03 fev. 2020

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal de mapas. 2020. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em 02 fev. 2020.

JABER, S. Environmental Impacts of Wind Energy. *Journal of Clean Energy Technologies*, v.1, n.3, 251–254, 2013. DOI: <https://doi.org/10.7763/JOCET.2013.V1.57>

JAMI, A.A.N., WALSH, P.R. The role of public participation in identifying stakeholder synergies in wind power project development: the case study of Ontario, Canada. *Renewable Energy* 68, 194–202, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.02.004>.

KARDOUS, M.; ALOUI, F.; CHAKER, R. Main Environmental Impacts of Wind Projects: Case of Tunisia. *Universal Journal of Renewable Energy* 1, 42-50, 2013. Disponível em: <http://www.papersciences.com/Kardous-Univ-J-Renew-Ener-Vol1-2013-4.pdf>.

LOUREIRO, C. V.; GORAYEB A.; BRANNSTROM C. Implantação de energia eólica e estimativa das perdas ambientais em um setor do litoral oeste do ceará, brasil. *Geosaberes*, Fortaleza, v. 6(1), p. 24-38, 2015. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/361>. Acesso em: 20 abr. 2020

ŁOPUCKI, R.; MRÓZ, I. An Assessment of non-volant terrestrial vertebrates response to wind farms—a study of small mammals. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188, 122, 1–9, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-016-5095-8>

MAGARI, S.R.; SMITH, C.E.; SCHIFF, M.; ROHR, A.C. Evaluation of community response to wind turbine-related noise in Western New York State. *Noise and Health*, v. 16, n. 71, p. 228-228, 2014. DOI: <https://doi.org/10.4103/1463-1741.137060>

MCNEW, L.B.; GREGORY SÀBIAMENTE, S.M; SANDERCOCK, B.K. Effects of Wind Energy Development on Nesting Ecology of Greater Prairie-Chickens in Fragmented Grasslands. *Conservation Biology*, v.28, n.4, 1089–1099, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/cobi.12258>

MOURA-FÉ, M.M.; PINHEIRO, M.V.A. Os parques eólicos na zona costeira do Ceará e os impactos ambientais associados. *Revista Geonorte*, v.9, n.1, p.22-41, 2013. Disponível em: <http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1142>. Acesso em: 01 fev. 2020.

MUSTAFA A.M.Y.; AL-MAHADIN, A. 2018. Risk assessment of hazards due to the installation and maintenance of onshore Wind turbines. *Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)*; Abu Dhabi. p. 1–7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICASET.2018.8376789>

NAZIR, M. S., MAHDI, A. J., BILAL, M., SOHAIL, H. M., ALI, N., IQBAL, H. M. Environmental impact and pollution-related challenges of renewable wind energy paradigm—A review. *Science of the total environment*, 683, 436-444, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.274>.

NAZIR, M.S.; ALI, N.; BILAL, M.; IQBAL, H.M.N. Potential environmental impacts of wind energy development: A global perspective. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, v.13, p. 85-90, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2020.01.002>

NUNES, A.C.P.; CARMELO, G.L.P.; ATAÍDE, G.C.; SILVA, R.G. Percepção ambiental na proposição de indicadores para avaliação de impactos ambientais de parques eólicos. *Confins* [Online], 41, 2019. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.22338>

PINTO, L. I. C; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. *Revista Ambiente & Água* v.12 n.6 Taubaté: 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2064>.

PAWLACZYK-ŁUSZCZYŃSKA, M.; ZABOROWSKI, K.; DUDAREWICZ, A.; ZAMOJSKA-DANISZEWSKA, M.; WASZKOWSKA, M. Response to Noise Emitted by Wind Farms in People Living in Nearby Areas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(8), 1575, 2018. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph15081575>

ROCHA, A.P.B. A Atividade petrolífera e a dinâmica territorial no Rio Grande do Norte: uma análise dos municípios de Alto do Rodrigues, Guamaré e Mossoró. 2013, 279 p. Tese de Doutorado. UFPE, Recife. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10362/1/aristotelina_tese.pdf. Acesso em: 02 fev. 2020.

ROY, S. B. Simulating impacts of wind farms on local hydrometeorology. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*. 99, 491–498, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jweia.2010.12.013>

SCHERHAUFER, P; HÖLTINGER, S.; SALAK, B.; SCHAUPPENLEHNER, T.; SCHMIDT, J. Patterns of acceptance and non-acceptance within energy landscapes: A case study on wind

energy expansion in Austria. *Energy Policy* v.109, p. 863-870, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.057>

SCHMIDT, J.; CANCELLA, R.; PEREIRA JÚNIOR, A. O. An optimal mix of Schmidt PV, wind and hydro power for a low-carbon electricity supply in Brazil. *Renewable Energy*, v. 85, p. 137-147, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.06.010>

SILVA L, DELICADO A. Wind farms and rural tourism: A Portuguese case study of residents and visitors perceptions and attitudes. *Moravian geographical reports*. 25(4):248–256, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1515/mgr-2017-0021>.

TABASSUM-ABBASI.; PREMALATHA, M.; TASNEEM-ABBASI, P.; ABBASI, S.A. Wind energy: Increasing deployment, rising environmental concerns. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 31, 270–288, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.019>

TOLMASQUIM, M.T. *Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica*. EPE: Rio de Janeiro, 2016, 452p.

TRALDI, M. Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido Brasileiro. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales Universitat de Barcelona Scripta Nova*, v. XXII, n.589, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1344/sn2018.22.19729>

VAN DER WALL, E.C. Local impact of community renewable energy: A case study of an Orcadian community-led wind scheme. *Energy Policy*, v.138, 111193, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111193>

WANG S, WANG S, SMITH P. Ecological impacts of Wind farms on birds: questions, hypotheses, and research needs. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 44:599–607, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.031>

YANAGUIZAWA LUCENA, J. A.; AZEVEDO LUCENA, K. A. Wind energy in Brazil: an overview and perspectives under the triple bottom line. *Clean Energy*, v.3, n.2, 69–84, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/ce/zkz001>

ZHOU, L.; TIAN, Y.; ROY, S.B.; THORNCROFT, C.; BOSART, L.F.; HU, Y. Impacts of wind farms on land surface temperature. *Nature Climate Change*, 2(7), 539–543, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1038/nclimate1505>

5 CAPITULO III – PERCEPÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DOS PARQUES EÓLICOS EM ÁREAS AGRÍCOLAS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

RESUMO

A busca por fontes alternativas de energia é realidade, e vem se tornando uma das grandes possibilidades para o futuro. No Brasil, a região Nordeste, por sua posição geográfica privilegiada, cuja velocidade média dos ventos é de 9 m s^{-1} , se destaca no processo de geração de energia eólica, entretanto a instalação dos parques eólicos pode provocar alteração na dinâmica social e econômica das comunidades que estão no entorno dos parques, e isso, gera mudanças positivas e negativas na vida dessas pessoas. Esse trabalho objetiva analisar os impactos sociais e econômicos da implantação e operação dos parques eólicos em áreas agrícolas do interior do Estado do Rio Grande do Norte através da análise de entrevistas semiestruturadas com os agricultores locais. Esta investigação teve característica de pesquisa descritiva, descrevendo-os a partir dos métodos qualitativo e quantitativo. A pesquisa foi realizada no município de Serra do Mel, região privilegiada para o cultivo da cultura do cajueiro e com condições favoráveis para exploração eólica. Conclui-se que do ponto de vista econômico o recebimento de indenizações, *royalties* e a geração de empregos tem provocado a melhoria da qualidade de vida e o aumento da renda familiar e no ponto de vista social poucos foram os impactos negativos percebidos pelos agricultores, que mantiveram sua rotina e a sua atividade agrícola mesmo após o recebimento de recursos financeiros. Os agricultores convivem pacificamente com o parque eólico e possuem percepção favorável ao empreendimento.

Palavras-chave: Energia Eólica; Serra do Mel; Agricultores; Renda.

ABSTRACT

The search for alternative energy sources is a reality, and it has become one of the great possibilities for the future. In Brazil, the Northeast region, due to its privileged geographical position, whose average wind speed is 9 m s^{-1} , stands out in the process of generating wind energy, however the installation of wind farms can cause changes in the social and economic dynamics of the communities surrounding the parks, and this generates positive and negative changes in the lives of these people. This work aims to analyze the social and economic impacts of the implementation and operation of wind farms in agricultural areas in the interior of the State of Rio Grande do Norte through the analysis of semi-structured interviews with local farmers. This investigation had a characteristic of descriptive research, describing them from the qualitative and quantitative methods. The research was carried out in the municipality of Serra do Mel, a privileged region for the cultivation of cashew culture and with favorable conditions for wind exploration. It is concluded that, from an economic point of view, the receipt of indemnities, royalties and the generation of jobs has led to an improvement in the quality of life and an increase in family income and, from a social point of view, there were few negative impacts perceived by farmers, who they maintained their routine and their agricultural activity even after receiving financial resources. Farmers live peacefully with the wind farm and have a favorable perception of the enterprise.

Keywords: Wind Energy; Serra do Mel; Farmers; Income.

5.1 INTRODUÇÃO

Temas relacionados à degradação do meio ambiente e às mudanças climáticas está constantemente em noticiários e discussões entre cientistas, órgãos governamentais e empresários, sendo os processos convencionais de geração de energia elétrica considerados um dos principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE) (PAZHERI et al., 2014), no mundo todo, a busca por fontes alternativas é realidade, e vem se tornando uma das grandes possibilidades para o futuro.

Entre os principais benefícios socioeconômicos proporcionados pelas energias renováveis destacamos a inovação tecnológica, o desenvolvimento industrial, a universalização do acesso à energia, o desenvolvimento regional e local, especialmente em zonas rurais, e a disponibilidade de empregos (SIMAS E PACCA, 2013). Mas, é de suma importância as discussões sobre a forma e local de instalação e o tipo de impactos para a comunidade e para o meio ambiente, que essa tecnologia pode proporcionar.

Nas últimas décadas a geração de energia eólica tornou-se a opção preferida de planejadores e governos que buscam diversificar as fontes de energia, reduzir as emissões de CO₂, criar novas indústrias e proporcionar novas oportunidades de emprego (DAI et al., 2015), e aumentar a arrecadação de impostos, que em tese poderia se converter em melhorias para a população, como construção de escolas, postos de saúde, e outras formas de investimento em infraestrutura local (BRANNSTROM et al., 2015).

No Brasil, a geração de energia eólica vem crescendo rapidamente, sendo atualmente a segunda principal fonte de energia, até 2022 estima-se atingir uma capacidade instalada superior a 20 GW. Sendo a região Nordeste com maior destaque, por gerar mais de 85% da energia eólica do país e, ao mesmo tempo, é a região com o maior índice de pobreza e os menores índices de desenvolvimento humano (YANAGUIZAWA LUCENA E AZEVEDO LUCENA, 2019). A instalação dos parques eólicos na região tem favorecido o aquecimento da economia com geração de emprego, renda e incremento de tecnologias, bem como ampliação do turismo local, uma vez que a disposição das turbinas na paisagem é considerada um cenário interessante e atrativo para apreciação de visitantes, além do litoral extenso e de natureza exuberante (LIMA E OLIVEIRA, 2015).

O processo de instalação de parques eólicos na região Nordeste, inicialmente se concentrou no litoral, onde os ventos são intensos e constantes com média de velocidade de 9 m s⁻¹. Atualmente existe um processo de interiorização, avançando para o semiárido, especialmente em áreas de domínio de serras, tabuleiros e chapadas (TRALDI, 2018), sendo

preferidos áreas rurais planas, sem vegetação, obstáculos ou edifícios significativos, pois oferecem o fluxo de vento mais estáveis, sendo os mais adequados a sua implantação (CÎRSTEA, 2015).

Investimentos no interior e nas áreas agrícolas têm possibilitado alterações na realidade econômica, social e ambiental dos municípios, como também geração de conflitos e tensões entre os principais atores sociais (populações tradicionais, instituições estatais e empresas), envolvidos nessa nova dinâmica. Portanto, há questões que precisam ser pensadas com a chegada da produção eólica no interior, entre elas, os reais impactos socioeconômicos nos municípios produtores. Desta forma, este trabalho teve como objetivo analisar os impactos socioeconômicos da implantação e operação de parques eólicos em áreas agrícolas do município de Serra do Mel, região semiárida do estado do Rio Grande do Norte onde se encontra a maior produção eólica do país.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Área de estudo

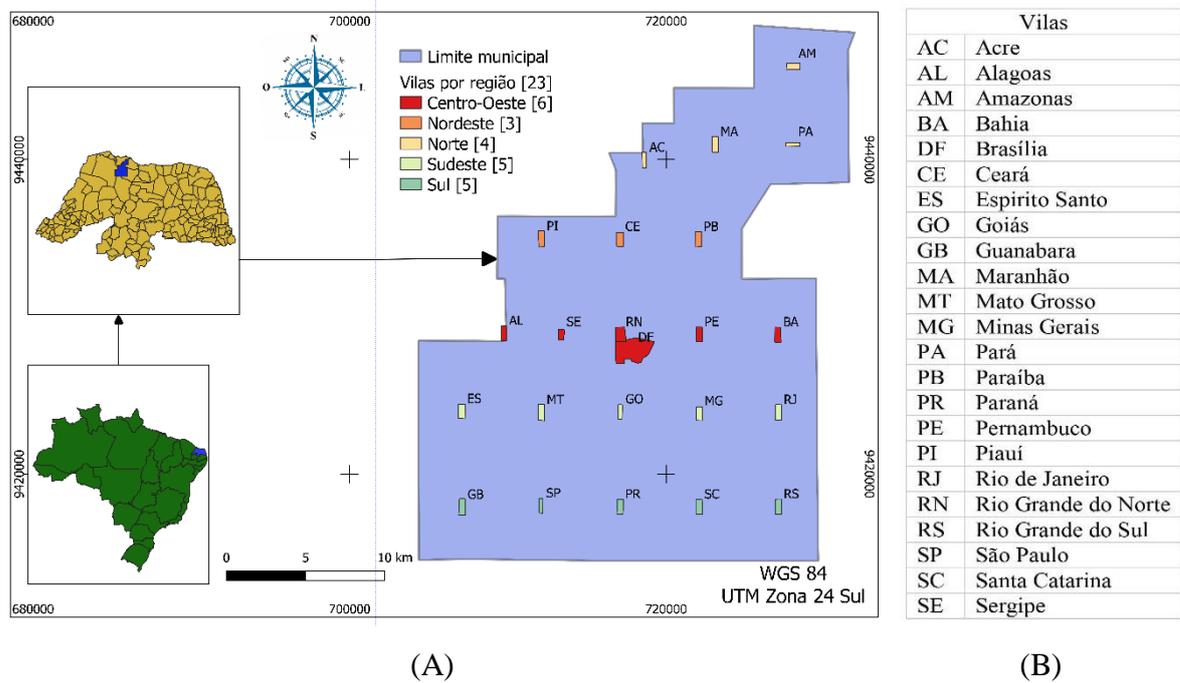
Esse estudo foi desenvolvido no município de Serra do Mel (05°10'12,0" de latitude sul e 37°01'44,4" de longitude oeste), estado do Rio Grande do Norte (RN) (Figura 1A). O município localiza-se em uma área de transição entre litoral e sertão, com altitude média de 185 m, recebendo ventos alísios do Oceano Atlântico, com velocidade média de 7 a 9 m s⁻¹, o clima é predominantemente semiárido, caracterizado não só pelo baixo nível pluviométrico, mas também pela irregularidade das chuvas, a vegetação é composta sobretudo pela caatinga e o relevo apresenta-se em forma de tabuleiro, com topografia plana e suavemente ondulada (IBGE, 2017).

A população é de 10.287 habitantes, sendo que destes 7.589 residem na zona rural, a área territorial é de 620,241 km² (IBGE, 2010), essa área é subdividida em 23 vilas, sendo 22 agrovilas (zona rural) e 1 vila central (zona urbana) (Figura 1B), cada vila recebe o nome de um Estado Brasileiro e é composta por 59 lotes, geralmente com 50 hectares (ha) cada. Nesses lotes, 15 ha são para cultivo permanente do caju (*Anacardium occidentale*), 10 ha para as culturas temporárias e 25 ha para reserva florestal de mata nativa (ROCHA, 2013).

A principal atividade econômica do município é a produção e beneficiamento de castanha de caju, mas desde 2015 possui investimentos na área de energia eólica, o crescimento neste setor elevou Serra do Mel a condição de maior produtor de energia eólica do Estado e o segundo maior do País. Atualmente há 14 parques eólicos em operação, 11 em construção e 11

autorizados com construção não iniciada, sendo a potência geral de energia outorgada de 1.176 MW (ANEEL, 2020). Esses parques estão localizados nas vilas Amazonas, Pará e Acre (todas da região Norte do município).

Figura 1 - Mapa de localização e divisão das vilas e regiões do município de Serra do Mel (A) e relação das vilas de Serra do Mel por ordem alfabética (B).



Fonte: IBGE (2020), elaborado pelo autor.

5.2.2 Área amostral e coleta de dados

Diante do caráter do problema de pesquisa formulado, a mesma pode ser classificada como descritiva, pois têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2008), e ainda quanto a sua forma de abordagem, como uma pesquisa quanti-qualitativa, visto que além de se utilizar de dados quantitativos com a finalidade de facilitar a análise dos mesmos, procura compreender fenômenos da realidade baseados em informações fornecidas pelos próprios sujeitos entrevistados. É um estudo de caso, pois consiste em coletar e analisar informações sobre determinado grupo ou comunidade, com o objetivo de explicar, explorar ou descrever fenômenos atuais inseridos em seu próprio contexto, caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo de poucos, ou mesmo de um único objeto, fornecendo conhecimentos profundos (GIL, 2008).

Para coleta de dados o município foi dividido em cinco regiões como mostrado na (Figura 1A), essa divisão considera a posição geográfica das vilas e remete a divisão regional do Brasil, nas quais foram realizadas 220 entrevistas, sendo que em cada vila, exceto a vila urbana, foram entrevistados 10 proprietários (agricultores) de lote, que foram ou serão beneficiados com a exploração de parques eólicos. Os agricultores foram convidados a participar da pesquisa, mas não eram identificados. Para definição da população amostrada levou-se em consideração a proposição para amostras finitas (GIL, 2008) e o critério de saturação teórica (FONTANELLA et al., 2008).

Para elaboração dos questionários, constituído de perguntas semiabertas, foi realizada pesquisa dos principais impactos socioeconômicos gerados pela instalação dos parques eólicos, nos Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA) disponibilizados no *site* do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA). Os questionários serviram como base para as entrevistas, e abordavam a percepção do entrevistado em relação aos impactos socioeconômicos gerados pelos parques eólicos, no que diz respeito as mudanças na vida da população, benefícios e a satisfação da comunidade, o desenvolvimento de infraestrutura e projetos sociais, geração de emprego e renda, o aumento de problemas sociais e possíveis alterações de hábitos e costumes na região; e, por fim, analisando aspectos quanto ao consumo de bens e serviços, crescimento populacional, comercial e turístico e os transtornos na vida da população.

As entrevistas foram realizadas no lote/residência de cada agricultor, para maior comodidade do entrevistado, bem como porque, conforme citado por Duarte (2002), o ambiente doméstico transmite ao entrevistado sensação de liberdade para a expressão das suas ideias e vivências. Durante as entrevistas foi possível coletar as coordenadas geográficas de cada vila com o uso de aparelho de GPS (*Global Positioning System*), esses dados foram utilizados para espacializar as vilas dentro do mapa do município de Serra do Mel e facilitar a observação dos resultados por região ou vila.

5.2.3 Processamento dos Dados

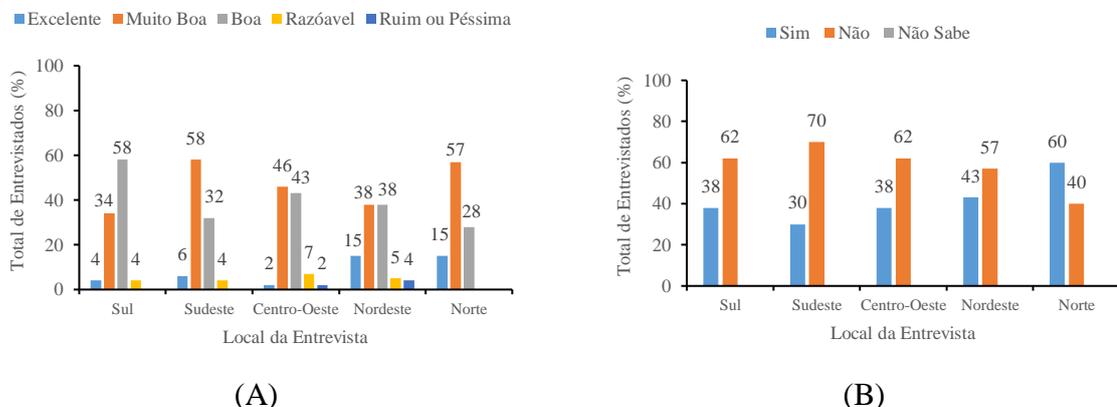
O *software* utilizado para o processamento dos dados foi o Quantum GIS (QGIS versão 2.18.24) que é um sistema de informações geográficas (SIG) de licença livre e gratuito. Os dados coletados nas entrevistas foram submetidos à sistematização das respostas e análise de conteúdo, em seguida as informações foram repassadas para a tabela de atributos do sistema QGIS para tratamento e estação de dados, depois foram selecionados, categorizados e trabalhados de modo a permitir uma análise qualitativa e quantitativa. O QGIS também

executou a estatística descritiva na análise das entrevistas. Algumas informações extraídas desta análise foram organizadas em gráficos ou mapas elaborados para cada uma das perguntas mais significativas da entrevista aplicada.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verificou-se mudanças na vida da população durante e após a instalação dos parques eólicos, as alterações foram citadas por mais de 80% dos entrevistados como sendo intensas, entretanto positivas, e ocorrem principalmente nas vilas das regiões Norte e Nordeste, onde os parques já estão em funcionamento e em fase de instalação (Figura 2A). Resultados semelhantes foram verificados por Slattery et al. (2012) com moradores das comunidades rurais de Nolan County-EUA, que mostraram reação positiva em relação a presença dos parques eólicos, inclusive mais de dois terços dos entrevistados posicionando-se a favor da construção de mais parques eólicos na região; bem como por Greene e Geisken (2013), em Weatherford-EUA, onde 85% dos entrevistados tiveram opinião favorável da energia eólica e menos de 5% disseram ter uma visão negativa e em Portugal, Ferreira et al. (2019) concluiu que a opinião pública na área em que a pesquisa foi coletada é caracterizada por uma atitude geralmente positiva para parques eólicos.

Figura 2 – Percepção em relação a satisfação com as mudanças promovidas (A) e percepção em relação a melhoria na infraestrutura e ações sociais (B) em função do total de entrevistados por região.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi possível verificar que a insatisfação pela presença dos parques eólicos, foi citada por entrevistados com contratos de indenização reduzidos ou sem contratos com as empresas do ramo eólico, sendo possível perceber que a amplitude financeira do contrato de

arrendamento influencia diretamente sobre a satisfação em relação ao empreendimento eólico. Segundo Frantál (2015), a quantidade de benefícios econômicos desempenha um papel determinante nas atitudes em relação aos parques eólicos. Ribeiro et al. (2014) concluíram que a nível local as receitas econômicas contribuíram amplamente para a aceitação da energia eólica em Portugal.

Em relação ao desenvolvimento da infraestrutura da região ou a existência de alguma ação social realizada pelas empresas gestoras dos parques, em média, 63% dos entrevistados nas regiões Sul, Centro-Oeste, Sudeste e Nordeste consideraram que a empresa não investiu em infraestrutura e não realizou projetos sociais benéficos para a comunidade. As vilas da Região Norte tiveram uma percepção oposta, 60% das entrevistas afirmaram que houve melhoria na infraestrutura da região e que alguns projetos de ação social foram desenvolvidos na comunidade, como mostrado na (Figura 2B).

Conforme relatado pelos entrevistados das vilas Amazonas e Pará, ambas da região Norte e com parques eólicos instalados, houve melhorias na infraestrutura e implantação de programas sociais. Nessas vilas, foi realizada reforma na sede da associação local, do posto de saúde, instalação de equipamentos de ginástica para idosos e implantação dos projetos sociais, água e renda e quintal produtivo. Os entrevistados associaram a ineficiência das ações sociais ao fato de não haver água disponível, pois mesmo a empresa gestora dos parques eólicos tendo perfurado poços artesianos, objetivando disponibilizar água para implantação dos projetos sociais, a água era salobra, e ainda, que as ações implementadas fugiam totalmente das aptidões dos agricultores locais.

Conforme citado pelos agricultores, os investimentos em ações sociais poderiam estar relacionados a revitalização da atividade da cajucultura em todo o município, com a substituição de cajueiros, a abertura de agroindústrias de processamento do caju e beneficiamento de castanha. Ações participativas e integradas que priorizam a conservação dos valores culturais e tradicionais das populações e de suas terras, serão essenciais para a sustentabilidade da atividade eólica em todo o Brasil (MEIRELES et al., 2013), mas as empresas pôr desconhecer ou ignorar a realidade local preferem trabalhar com concepções de políticas públicas incompatíveis com a realidade vivida e pouco alteram a realidade social dos municípios.

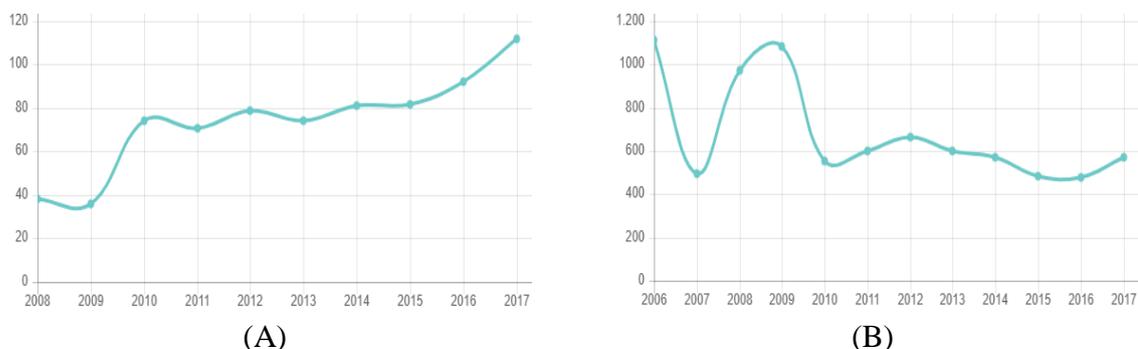
Foi unânime entre os entrevistados afirmar que no início da construção dos parques eólicos na região, a empresa patrocinava eventos em datas comemorativas e esportivos, o que já não mais acontece. Entretanto, a empresa fornece ajuda financeira as associações locais, para que essas invistam na sua manutenção, regularização fiscal e promoção de eventos.

Como benefícios positivos citados pelos entrevistados, tem-se estímulo para a economia local, em decorrência da geração de novos empregos, aumento da renda e melhoria da qualidade de vida da população. Pois, conforme citado pelos entrevistados, é uma oportunidade para os agricultores diversificarem sua renda e para as áreas rurais, geralmente marginalizadas, promoverem seu próprio desenvolvimento. Na região norte de Portugal, 56,5% dos entrevistados afirmaram que o parque eólico gera benefícios positivos para a comunidade em decorrência da oferta de emprego (FERREIRA et al., 2019), Loureiro et al. (2017), concluíram que há visão muito favorável aos impactos econômicos positivos, no que tange ao emprego, ao aumento populacional e ao movimento financeiro da região, ou seja, os benefícios econômicos que representa incremento financeiro para as comunidades.

Do total de entrevistados, 90% afirmaram que houve aumento na disponibilidade de empregos na região com a chegada dos parques eólicos, mas percebeu-se que essa oferta caiu com o término da instalação, corroborando com Dantas et al. (2019) e Traldi (2018), os autores afirmam que exceto na fase de implantação, não se pode afirmar que os parques eólicos são geradores de empregos, e, muito menos, que os trabalhadores contratados, seja na construção ou posteriormente na operação, sejam oriundos dos próprios municípios onde estão localizados.

Mesmo que a percepção dos entrevistados seja otimista com geração de emprego pela chegada dos parques eólicos, segundo IBGE (2017), houve crescimento do número de empresas atuando no município no período de 2014 a 2017 (Figura 3A), mas o número de trabalhadores ocupados não seguiu na mesma direção (Figura 3B).

Figura 3 - Total de empresas atuando na região (A) e total de pessoas trabalhando (B), conforme dados do IBGE (2017)



No distrito de Aachen, região oeste da Alemanha, verificou-se que os empregos durante a fase de construção e instalação, em 2017, foi de 90 pessoas/ano e na fase de operação de 19 pessoas/ano, sendo no total gerados 4,9 empregos por cada MW instalado (JENNICHES et al., 2019). No Brasil, o potencial de emprego corresponde a 13,5 pessoas/ano para cada MW

instalado entre a fabricação e o primeiro ano de operação, e equivalente a 24,5 pessoas/ano durante a vida útil do parque eólico (SIMAS E PACCA, 2014), a construção de um parque eólico com capacidade de 50 MW na região Nordeste do Brasil, cria cerca de duzentos empregos diretos e apenas vinte empregos quando a usina eólica iniciou suas operações (GONÇALVES et al., 2020).

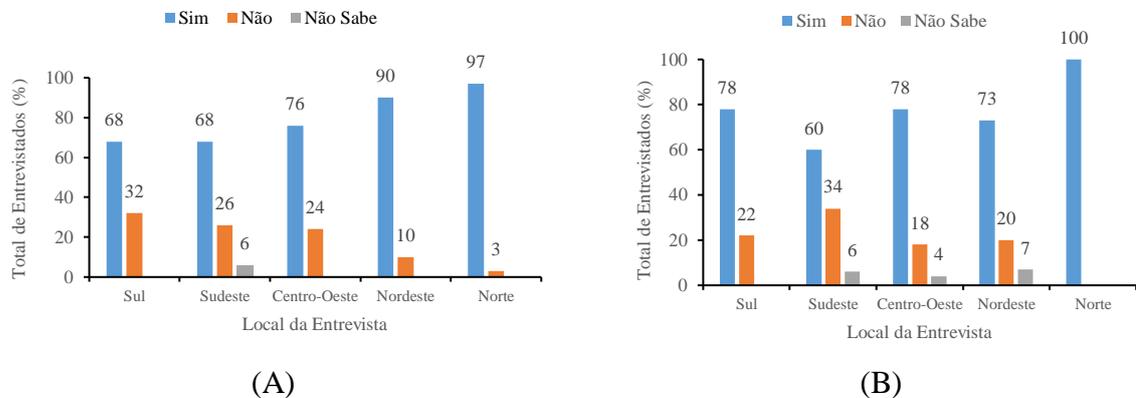
Quando questionados sobre disponibilidade de capacitação pelas empresas, os entrevistados relataram que não existiu, e ainda que, os empregos destinados para os moradores do município são geralmente braçais e com baixo nível de capacitação, os salários são baixos e mesmo com o incremento de alguns auxílios/benefícios não extrapolam 1,5 salários mínimos, e que os profissionais mais bem assalariados, com atividades de nível superior são quase todos de outros Estados do País, inclusive da região Sul e Sudeste do Brasil, e do Exterior. As principais áreas de contratação de empregados em Serra do Mel conforme percepção dos agricultores foram a construção civil (pedreiros e ajudantes) que abrange um quantitativo maior de trabalhadores, seguidos pela área de segurança (vigias) e de transporte (motoristas e operadores de máquinas). Ainda segundo os agricultores a oferta de emprego impactou diretamente na queda da mão-de-obra agrícola.

Conforme Yanaguizawa Lucena e Azevedo Lucena (2019), no Brasil, há falta de profissionais qualificados para atender às necessidades de projetos eólicos em suas diversas fases, mas contratar trabalhadores com níveis de ensino fundamental e médio, proporciona desenvolvimento local voltados para o aumento do bem-estar e redução da desigualdade social. O efeito da energia eólica no momento exato da implantação do parque eólico, é de 5,3% em emprego e 8,0% sobre os salários (GONÇALVES et al., 2020).

Mais de 79% dos entrevistados afirmaram que houve incremento na renda da família (Figura 4A), tanto em decorrência de pagamento de *royalties* e indenizações aos agricultores como na receita pública gerada pelo pagamento de tributos. Para os agricultores, esse aumento é maior na região Norte, pois nessa região já está havendo pagamento de *royalties* e indenização da atividade eólica, corroborando com Adeyeye et al. (2020), avaliando os impactos ambientais e econômicos da energia eólica concluíram que a energia eólica afeta positivamente a economia da região em que é desenvolvida, conforme pesquisa realizadas no País de Gales e nas Ilhas Shetland, no Reino Unido, bem como Hannover na Alemanha, verificou-se que houve aumento do PIB per capita em 0,389% para cada 1 GW de energia gerada no local onde os parques eólicos estão instalados (DINH E MCKEOGH, 2018). No Texas, um projeto em 2001 de 1 GW de energia eólica teve inúmeros efeitos na economia local, na fase de construção foi investido

260 milhões de dólares em atividades e quase US\$ 35 milhões por ano durante a fase operacional (REATEGUI E HENDRICKSON, 2011).

Figura 4 – Percepção em relação ao aumento da renda familiar (A), percepção em relação ao aumento do consumo de bens e serviços (B), em função do total de entrevistados por região.



Fonte: Elaborado pelo autor

Em Serra do Mel, desde a instalação do primeiro parque eólico, tem-se incremento na carga tributária do município e o produto interno bruto (PIB) per capita duplicou, em 2014 a receita tributária do município foi na ordem de R\$ 1.546.346,00 e subindo em 2017 para R\$ 5.960.500,00 um crescimento de mais de 280%. Em 2017 o PIB per capita foi de R\$ 25.892,88 enquanto em 2014 esse valor era de R\$ 10.646,61 (IBGE, 2017). Tanto nas visitas realizadas ao município, como também, foi citado pelos entrevistados, o poder público através do aumento da arrecadação, tem realizado novas obras e reformas na infraestrutura física de quadras poliesportivas, postos de saúde e escolas das vilas com o intuito de melhorar a qualidade de vida da população local.

Alguns entrevistados relataram sobre a possibilidade de que com a construção de outros parques eólicos mais recursos serão disponibilizados para população e isso gere desigualdades financeiras dentro das vilas, contribuindo para violência. Mas, citaram que o aumento da renda, traz benefícios positivos, pois contribui para o consumo de bens e serviços conforme mostrado na (Figura 4B), considerados como melhoria para qualidade de vida das suas famílias, como exemplo bens domésticos, aquisição ou troca de transporte, e também pagamento de despesas de alimentação, água, energia, e, para tratamento de saúde. Alguns citaram ainda, que parte do recurso está sendo utilizado para recuperação dos cajueiros do lote, e que pequenos empreendimentos privados de prestação de serviços estão sendo criados para atender à demanda da população local e dos trabalhadores dos parques, como exemplo restaurantes e hospedagem.

Com relação ao inflacionamento, foi unânime entre os entrevistados, que os preços de alimentação são os mesmos de antes da implantação dos parques eólicos, e associaram isso com o aumento das opções disponibilizadas no município, mas enfatizaram que houve acréscimo nos serviços de mão-de-obra da construção civil e nos valores de aluguéis e também, na valorização do lote. Para Traldi (2018) a busca por imóveis para abrigar os funcionários de empresas do setor, especialmente na etapa de construção dos parques, resulta na elevação do preço dos imóveis e, por consequência, dos aluguéis. Em virtude da alta dos preços de imóveis e aluguéis na área urbana, esse processo resultou na elevação do custo de vida em geral, já que a alta dos aluguéis pode resultar em inflacionamento de bens e serviços nos municípios.

Entretanto, não há evidência empírica de que os parques eólicos não afetam o valor da terra, estudo realizado por Hoen et al. (2013), analisando 50.000 vendas de áreas rurais, nos EUA, próximas de parques eólicos, não constataram variação, positiva ou negativa, nos preços dos imóveis. Resultados obtidos em estudo realizado na Inglaterra e no País de Gales, verificou que quanto mais próxima de um parque eólico maior é a redução no preço da propriedade, onde a redução de preço da propriedade num raio de 2 km situava-se entre 5% e 6%, menos de 2% em um raio de 4 km, e a redução tornou-se insignificante acima de 4 km (GIBBONS, 2015). Conforme estudos de Sunak e Madlener (2016) pequenas mudanças na visão da propriedade não causam efeitos estatisticamente mensuráveis sobre o seu valor, entretanto, a instalação de parques eólicos pode acarretar flutuação do valor imobiliário de propriedades, tendo sido registrados tanto valorização para os proprietários onde as torres são instaladas, quanto desvalorização para as propriedades que ficam próximas aos parques eólicos (NYSERDA, 2017).

Os entrevistados consideram que o valor da renda eólica é superior a renda agrícola, para os produtores que recebem *royalties* e indenizações simultaneamente. Os *royalties* são pagos a todos os proprietários de lotes da vila onde o parque está instalado, mas as indenizações são pagas apenas para os proprietários dos lotes onde as torres são instaladas. Em relação ao valor pago nas indenizações, os entrevistados afirmam não saber o valor exato que é pago para cada agricultor, pois há variação desde a quantidade de hectares ocupados no lote, e ainda se havia na área cajueiro ou mata nativa, sendo o valor pago nas áreas de mata nativa menor.

Na região norte de Portugal, agricultores citaram como principal vantagem decorrente da instalação de parques eólicos foi o benefício financeiro através de uma compensação resultante do uso da terra, e citam que a pouca renda que tinham era da floresta, não havia outra fonte de renda, ganhavam uma quantia anual em torno de 2 a 3 mil euros com a terra, e agora falam de 40 a 50 mil, considerado para os mesmos como uma grande diferença (FERREIRA,

et al., 2019). Da mesma forma, Delicado et al. (2015), afirma que a receita que os proprietários recebem ao alugar a terra é muito maior do que eles costumavam receber da agricultura. Não há mais pastagens, mas eles têm muito mais receita.

O desenvolvimento de um projeto eólico pode fornecer uma fonte adicional de renda aos proprietários rurais com pagamentos de aluguel e *royalties* de produção (NYSERDA, 2017), entretanto, percebeu-se que os contratos de *royalties* e de aluguel beneficiam um pequeno número de proprietários rurais no Texas. Apenas 241 proprietários rurais (3% do total) receberam parte de aproximadamente US\$11,5 milhões por ano em *royalties*. O valor médio é de US\$6.700 por turbina/ano, segundo estimativas de Brannstrom et al. (2015). No Brasil os principais beneficiários locais têm sido os proprietários (pequenos agricultores) que cederam parte de suas terras para a instalação de turbinas eólicas. Foi estimado que mais de 4000 famílias concederam arrendamentos de terras para a implantação de turbinas eólicas no país, e recebem ao todo mais de R\$ 10 milhões, o que dá uma média de R\$ 2.500 por família a cada mês (ABEEÓLICA, 2018).

Como citado por Traldi (2018), também há discrepância entre os ganhos das empresas, mas para os agricultores de Serra do Mel, à empresa recebe um valor alto e poderia repassar um percentual maior dos *royalties*, que atualmente é de 2% da energia gerada. Alguns entrevistados citaram que não tem acesso aos dados financeiros e outros não sabem encontrar o relatório de produção de energia do parque para conferir se o valor pago, realmente é o correto.

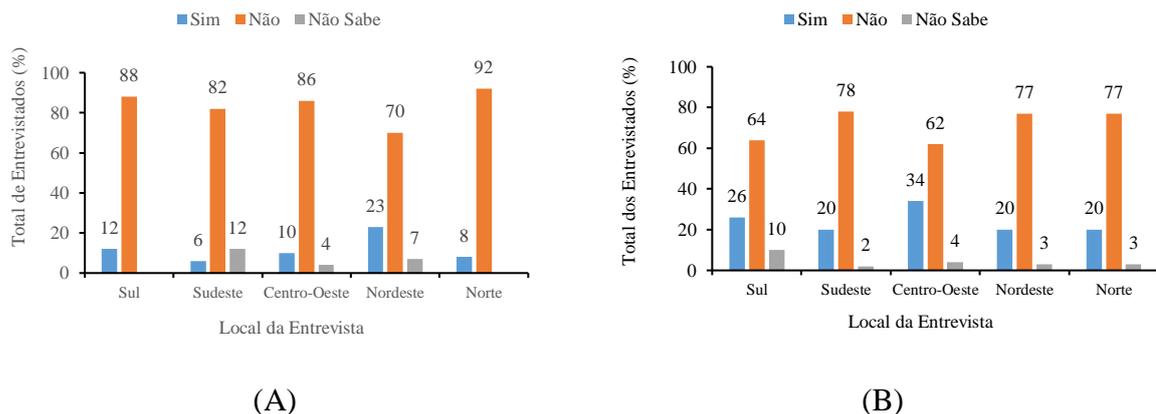
Em relação ao crescimento populacional as percepções são divergentes entre as regiões, nas regiões Sul, Centro-Oeste e Nordeste, os agricultores afirmam que houve crescimento populacional com a chegada dos parques eólicos, já nas regiões Sudeste e Norte isso não foi percebido. Porém, muitos dos que confirmaram esse crescimento ressaltam que se concentrou na zona urbana (vila Brasília), e que esse aumento populacional é diurno, pois destacaram que muitos dos trabalhadores que vem de outras cidades preferem morar em centros urbanos mais desenvolvidos, por exemplo a cidade de Mossoró/RN e fazem o percurso para Serra do Mel todos os dias, fato esse não favorável ao aumento na disponibilidade de hospedagem e restaurantes nas agrovilas. Segundo Dantas et al. (2019), em pesquisa realizada no município de Galinhos/RN, 69% dos entrevistados indicaram que nenhuma dinâmica comercial foi alterada, eles creditam isso porque o parque eólico é alheio à cidade, uma vez que não emprega a população local, não impulsiona as transações comerciais e nem leva ao surgimento de novas atividades econômicas, sendo considerado um enclave.

No total dos entrevistados 15% não sabem informar se houve expansão da atividade turística e 85% consideram que não houve, associando isso ao fato que o município não possui

potencial turístico e que a instalação dos parques em lotes privados pode invalidar esse potencial. Muitos turistas consideram a interação entre o turismo e empreendimentos eólicos negativa, pois reduz a atratividade do cenário natural, em especial os empreendimentos localizados em paisagens de beleza cênica e/ou de tranquilidade, entretanto, para outros os parques eólicos realçam a beleza da área e acabam levando visitantes a lugares anteriormente ermos (PINTO et al., 2017). Na região norte da Alemanha, foi realizado um estudo para determinar a relação entre turbinas eólicas e demanda por turismo e os resultados mostram uma correlação negativa (BROEKEL E ALFKEN, 2015). Segundo Adeyeye et al. (2020), o impacto econômico do turismo não pode ser determinado de maneira direta porque é específico de cada local, com variações positivas ou negativas.

Ao serem questionados se continuam a desenvolver atividades agrícolas, mesmo sendo a renda dessa atividade inferior a renda proveniente da energia eólica, mais de 70% dos entrevistados em todas as regiões, afirmam que sim (Figura 5A). Tanto os agricultores que tem torres nos lotes, como os agricultores onde as torres serão instaladas e os que não terão torres instaladas afirmaram que o uso prioritário do lote é à agricultura, e que não há redução do interesse nessa atividade, ao contrário, consideram que os recursos financeiros provenientes da eólica é um incentivo para renovação da área de cajueiro plantada. Entretanto, na região Nordeste, 23% dos entrevistados consideram a possibilidade de desistir da agricultura, e citam a baixa produtividade de caju, como principal fator (Figura 5A). Katsaprakakis e Christakis (2016), alertam que a instalação de grandes centrais de geração de energia eólica pode afetar as atividades existentes e alterar costumes tradicionais.

Figura 5 - Percepção em relação a redução do interesse na atividade agrícola (A), percepção em relação o crescimento dos problemas sociais (B) em função do total de entrevistados por região.



Fonte: Elaborado pelo autor

Mais de 60% dos entrevistados, em todas as regiões, consideraram que não houve aumento de problemas sociais com a instalação dos parques eólicos, mas 20% afirmam que sim (Figura 5B), citando aumento da prostituição, do uso de drogas e da criminalidade, especialmente na zona urbana, conforme Gorayeb et al. (2018), as mudanças provocadas pela instalação de parques eólicos disseminam a criminalidade, o uso de drogas ilícitas e o aumento da exploração sexual, fato relacionado principalmente a vulnerabilidade social e educacional das comunidades. Os relatos de moradores apontam que o processo de instalação de parques eólicos sobrecarrega os serviços públicos, como saúde, educação, segurança pública, que já eram defasados e não conseguem atender a demanda crescente, além disso, agravou problemas sociais nas comunidades (ARAÚJO, 2016; GONZÁLEZ et al., 2017). Embora não se possa comprovar ou fazer relação direta, conforme publicado em IBGE (2017), no período 2014-2017, início das construções houve aumento no número de óbitos no município.

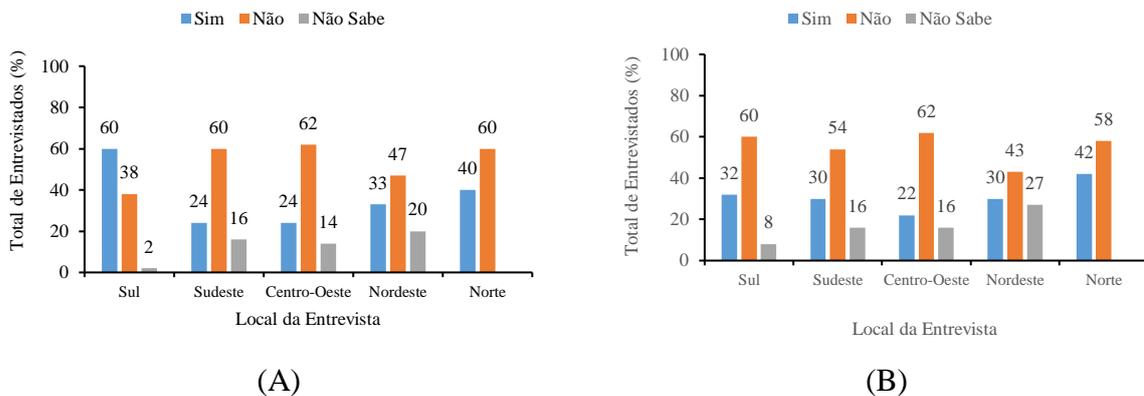
Ainda com relação aos problemas sociais, não foi relatado, por nenhum dos entrevistados, que tenham adquirido algum problema de saúde após a instalação do parque eólico, mas alguns lembraram que essa é uma situação recente. Conforme Cîrstea (2015), a construção, instalação e operação de turbinas eólicas não tem impacto negativo nos fatores ambientais que pode levar à doença da população, mas Ellenbogen et al. (2012) e Dai et al. (2015), concluíram que populações humanas residentes nas proximidades de parques eólicos, em decorrência do ruído contínuo causado pelos rotores, tiveram sua saúde física e o sono afetados, e isso causou dores de cabeça, zumbido, vertigem e náusea.

É sabido que as turbinas eólicas são projetadas com vida útil de cerca de 20 anos, sendo os procedimentos de reparo essenciais para garantir a integridade das turbinas eólicas e evitar falhas catastróficas, já as pás são danificadas devido a cargas mecânicas, condições ambientais e também defeitos de fabricação (KATNAM et al., 2015), há relatos de danos causados por relâmpagos, fortes tempestades e ventos de tufões, problemas com o sistema de frenagem do rotor, desprendimento das cascas (principalmente nas pontas), incêndio do rotor devido a avaria, lâminas desbalanceadas e fotodegradação dos componentes poliméricos devido aos raios ultravioletas (YANAGUIZAWA LUCENA E AZEVEDO LUCENA, 2019).

Porém, mais de 59% dos agricultores de Serra do Mel, das regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte (Figura 6A), consideraram que os parques eólicos não geram riscos para causar acidentes, mesmo quando esses estão desenvolvendo atividades agrícolas no lote próximos aos aerogeradores, eles afirmam se sentirem seguros, e não acreditam em problemas que venham causar alguma fatalidade nos moradores da vila, inclusive os mesmos citam o trabalho com máquinas e implementos agrícolas mais arriscado, mas alguns relatam receio de descargas

elétricas no solo, pois existem muitos cabos de energia elétrica distribuídos no território, para linhas de transmissão e subestações. No município de Camocim/CE os moradores relatam medo constante de acidentes envolvendo as turbinas, e fizeram referência a uma turbina que explodiu e pegou fogo em 2009 (BRANNSTROM et al., 2017).

Figura 6 – Percepção em relação aos riscos de acidentes (A) e percepção em relação aos transtornos à população do entorno (B), em função do total de entrevistados por região.



Fonte: Elaborado pelo autor

Segundo dados obtidos junto à CWIF (2020), para o período entre 2000 e março de 2020, foram registrados 2554 acidentes ou incidentes relacionados ao setor eólico, envolvendo falhas estruturais (principalmente nas pás), incêndio, atividades de transporte e lançamento de gelo, com 127 ocorrências fatais.

Em relação aos transtornos causados a população com a construção dos parques, em média, 55% dos agricultores (Figura 6B) afirmam que o empreendimento não trouxe nenhuma repercussão para os moradores das vilas, não alterando hábitos e costumes, e que os mesmos mantiveram sua dinâmica populacional como antes. Entretanto, em média, 30% dos entrevistados citaram que o parque eólico trouxe transtornos para população do entorno e gerou desconfortos e mudanças no dia-a-dia da comunidade, especialmente na região Norte, em decorrência do movimento de caminhões e trabalhadores, o que ocasionou aumento dos acidentes nas estradas do município, visto que são muito estreitas, precárias e mal sinalizadas, conforme citado pelos agricultores. De acordo com Mustafa e Al-Mahadin (2018), o transporte de grandes componentes nas estradas pode causar ferimentos às pessoas e danos aos materiais. A probabilidade e gravidade do risco pode aumentar durante o transporte de grandes componentes de turbinas eólicas em estradas estreitas com tráfego intenso, ou terrenos difíceis,

acidentes resultantes do transporte de grandes peças de turbinas eólicas podem causar sérios danos às estradas, outros veículos e para passageiros e pedestres.

Ainda foi mencionado pelos agricultores dessa região que, o aumento da poeira causada pelo tráfego de veículos pode provocar perdas de produção no cajueiro, e também que para facilitar o transporte de grandes equipamentos houve modificação de direção de algumas estradas de terra em algumas vilas, o que gerou certa confusão para os agricultores no início. No entanto não foram relatados acidentes fatais nestas estradas e nem batidas com veículos relacionados aos parques eólicos.

Durante as atividades construtivas há intensa movimentação de veículos, equipamentos e mão-de-obra que podem causar incômodos à população do entorno da área de obras e vias de acesso, bem como danos ao patrimônio material (residências, vias de acesso e demais edificações) e acidentes (BROWN, 2011). O aumento de poeira e areia dentro das residências, em decorrência do aumento do tráfego de veículos, produz transtornos permanentes e suspeitas de que esteja relacionado com o aumento de doenças respiratórias, pois a qualidade do ar fica visivelmente alterada (ARAÚJO, 2016).

Segundo Dantas et al. (2019) em Galinhos/RN, um total de 46% dos entrevistados considera um aumento no tráfego positivo, porque pode impulsionar o comércio local e o turismo. Para 15%, a presença de carros não altera a vida cotidiana, enquanto 37% entendem que facilita e potencializa significativamente problemas sociais, como tráfico de drogas, assaltos, etc.

5.4 CONCLUSÃO

Percebeu-se nas vilas de Serra do Mel que houve mudanças na vida da população após a instalação dos parques eólicos, porém, considerada positiva e a relação existente entre empreendimentos eólicos e atividades rurais é pacífica, sem que sejam gerados grandes conflitos e insatisfações dos agricultores. Essa boa relação ocorreu no momento da pactuação do contrato e segue até o presente momento. Aproximadamente 90% dos agricultores aceitam contratos com a empresa eólica, e a adesão é grande principalmente com o interesse financeiro conforme relatado pelos agricultores. O empreendimento eólico até o momento pouco tem comprometido o desenvolvimento da atividade agrícola mesmo após os agricultores receberem os recursos da energia eólica. Nas entrevistas realizadas, os agricultores na sua maioria manifestaram satisfação com a energia eólica e a renda extra gerada pelo arrendamento de terras foi considerada satisfatória.

A expansão do setor eólico em Serra do Mel repercutiu positivamente na atividade econômica local, oportunizando aumento na demanda por bens e serviços, geração de emprego e renda e a melhoria na qualidade de vida. Também houve crescimento da receita pública que é benéfica para o município de maneira geral e devolvida através de serviços públicos e investimentos para população. A geração de empregos é temporária e não deverá passar de um período momentâneo de contratações que se encerrará logo sejam concluídos todos os parques eólicos previstos, tendo em vista que não existe capacitação e nem mão-de-obra especializada no município. Da mesma forma, os parques eólicos não produzem crescimento duradouro do comércio e da prestação de serviços e não consolidam o turismo. Identifica-se também que não houve inflacionamento dos preços de bens e serviços, porém, houve valorização do lote.

No aspecto Social, de forma geral, não existiu uma ação social que ficasse nas vilas de forma duradoura e que beneficiasse toda população e poucos foram os investimentos em infraestrutura nas comunidades. E ainda que as ações realizadas foram ineficientes pois não atendiam as aptidões dos agricultores. Os agricultores não constatarem o agravamento de problemas sociais, de saúde e segurança, porém, citam como os mais relevantes o aumento da exploração sexual e a queda na mão-de-obra do lote, porém observados em pouca proporção e concentrados na zona urbana. Desta forma, é possível afirmar que a comunidade não sofreu grandes transtornos em meio a construção e instalação dos parques eólicos, não alterando hábitos e costumes da região.

REFERÊNCIAS

ADEYEYE, K.; IJUMBA, N.; COLTON, J. Exploring the environmental and economic impacts of wind energy: a cost-benefit perspective. *International journal of sustainable development & world ecology*, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504509.2020.1768171>

ABEEÓLICA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA. 2018. Relatório anual de Geração 2017. Disponível em: <http://abeeolica.org.br/wp-content/uploads/2018/06/Relatorio-Anual-de-Geracao-2017.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2020.

ANNEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. 2020. Sistema de Informações da ANEEL (SIGA). Capacidade de Geração do Brasil. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/siga>. Acesso em: 04 fev. 2020

ARAÚJO, J.C.H. Entre expropriações e resistências: a implementação de parques eólicos na zona costeira do Ceará, Brasil. *Cadernos do CEAS*, Salvador, n. 237, p. 327-346, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.25247/2447-861X.2016.n237.pp.%20327-346>.

BRANNSTROM, C.; TILTON, M.; KLEIN, A.; JEPSON, W. Spatial distribution of estimated wind-power royalties in west Texas. *Land* v.4, 1182-1199, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3390/land4041182>

BRANNSTROM, C.; GORAYEB, A.; MENDES, J. S.; LOUREIRO, C.V.; MEIRELES, A. J. DE A.; SILVA, E. V.; FREITAS, A.L.R.; OLIVEIRA, R.F. Is Brazilian wind power development sustainable? Insights from a review of conflicts in Ceará state. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* v.67 p.62–71, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.047>

BROEKEL T, ALFKEN C. Gone with the wind? The impact of wind turbines on tourism demand. *Energy Policy*.86:506–519, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.08.005>.

BROWN, K. B. Wind power in northeastern Brazil: local burdens, regional benefits and growing opposition. *Climate and Development*, 3(4), 344-360, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/17565529.2011.628120>

CWIF - CAITHNESS WINDFARM INFORMATION FORUM. 2020. Summary of Wind turbine accident data to 31 March 2020. Disponível em: <http://www.caithnesswindfarms.co.uk/AccidentStatistics.htm>

CÎRSTEA, S. Socio-economic impact of wind turbines implementation. *Annals of the „Constantin Brâncuși” University of Târgu Jiu, Economy Series, Issue 6/2015 Academica brâncuși” publisher.* Disponível em: https://econpapers.repec.org/article/cbujrlec/y_3a2015_3av_3a6_3ap_3a145-151.htm

DAI, K.; BERGOT, A.; LIANG, C.; XIANG, W. N.; HUANG, Z. Environmental issues associated with wind energy – a review. *Renewable Energy*, 75, 911–921, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.10.074>

DANTAS, E.J.A; ROSA, L. P.; SILVA, N. F.; PEREIRA, M.G. Wind Power on the Brazilian Northeast Coast, from the Whiff of Hope to Turbulent Convergence: The Case of the Galinhos Wind Farms. *Sustainability*, 11(14), 3802, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11143802>

DELICADO, A.; FIGUEIREDO, E.; SILVA, L. Community perceptions of renewable energies in Portugal: Impactson environment, landscape and local development. *Energy Research & Social Science*, v.13, 84-93, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2015.12.007>

DINH, V.N.; MCKEOGH, E. 2018. Offshore wind energy: technology opportunities and challenges. In: M. F. Randolph et al. (Eds.): *VSOE 2018, LNCE 18*, p. 3–22, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-981-13-2306-5>

DUARTE, R. Pesquisa qualitativa: reflexões sobre o trabalho de campo. *Cadernos de Pesquisa*, n.115, p.139-154, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-15742002000100005>.

ELLENBOGEN, J.M; GRACE, S.; BERNAYS, W.J.H.; MANWELL, J.F.; MILLS, D.A.; SULLIVAN, K.A.; WEISSKOPF, M.G. Wind turbine health impact study: report of independente expert panel. Massachusetts, US: Massachusetts Department of Environmental Protection and Massachusetts Department of Public Health; 2012.

FERREIRA, P.; LIMA, F.; RIBEIRO, F.; VIEIRA, F. A mixed-method approach for the assessment of local community perception towards wind farms. *Sustainable Energy Technologies and Assessments* v.33, 44–52, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seta.2019.02.004>

FONTANELLA, B. J. B; RICAS, J.; TURATO, E. R. Amostragem por saturação em pesquisas qualitativas em saúde: contribuições teóricas. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.24, n. 1, p. 17-27, 2008, DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000100003>

FRANTÁL B. Have local government and public expectations of wind energy Project benefits been met? Implications for repowering schemes. *Journal of Environmental Policy & Planning* 17(2), 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/1523908X.2014.936583>.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIBBONS, S. Gone with the wind: valuing the visual impacts of wind turbines through house prices. *Journal of Environmental Economics and Management* 72, 177–196, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2015.04.006>

GONÇALVES, S.; RODRIGUES, T.P.; CHAGAS, A.L.S. The impact of wind power on the Brazilian labor Market. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 128 (2020) 109887. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109887>

GONZÁLEZ, M.O.A., GONÇALVES, J.S., VASCONCELOS, R.M. Sustainable development: Case study in the implementation of renewable energy in Brazil. *Journal of Cleaner Production* 142: 461-475, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.052>

GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C.; MEIRELES, A. J. DE A.; MENDES, J. DE S. Wind power gone bad: Critiquing wind power planning processes in northeastern Brazil. *Energy Research & Social Science*.v 40, 82-88, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.027>

GREENE, J.S.; GEISKEN, M. Socioeconomic impacts of wind farm development: a case study of Weatherford, Oklahoma. *Energy, Sustainability and Society*, 3:2, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1186/2192-0567-3-2>

HOEN B, BROWN JP, JACKSON T, WISER R, THAYER M, CAPPERS P. 2013. A spatial hedonic analysis of the effects of wind energy facilities on surrounding property values in the United States. Berkeley: Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 03 fev. 2020

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/serra-do-mel/panorama>. Acesso em: 03 fev. 2020

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal de mapas. 2020. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>. Acesso em 02 fev. 2020.

JENNICHES, S.; WORRELLA, E.; FUMAGALLIA, E. Regional economic and environmental impacts of wind power developments: A case study of a German region. *Energy Policy* 132 (2019) 499–514. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.046>

KATNAM, K.B.; COMER, A. J.; ROY, D.; SILVA, L. F. M. DA; YOUNG, T. M. Composite repair in Wind turbine blades: an overview. *The Journal of Adhesion*. 91:113–39, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218464.2014.900449>

KATSAPRAKAKIS, D. A.; CHRISTAKIS, D. G. The Exploitation of electricity production projects from renewable energy sources for the social and economic development of remote communities. the case of Greece: an example to avoid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 341–349, 2016, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.029>

LIMA, C. C.; OLIVEIRA, M. L. Energia eólica: por uma revisão das bases energéticas e incentivo a economia de baixo carbono. *Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM, Santa Maria, RS*, v. 10, n. 2, p. 619-645, 2015, DOI: <https://doi.org/10.5902/1981369419748>

LOUREIRO, C.V.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Análise comparativa de políticas de implantação e resultados sociais da energia eólica no Brasil e nos Estados Unidos. *Revista RaeGa. Curitiba*, v.40, p.231-247, 2017 DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v40i0.45344>

MEIRELES, A.J. DE A.; GORAYEB, A.; SILVA, D. R. F. DA; LIMA, G.S.DE. Socio-environmental impacts of wind farms on the traditional communities of the western coast of Ceará, in the Brazilian Northeast. *Journal of Coastal Research, Special Issue No. 65*, 81-86, 2013. DOI: <https://doi.org/10.2112/SI65-015.1>

MUSTAFA A.M.Y, AL-MAHADIN, A. 2018. Risk assessment of hazards due to the installation and maintenance of onshore wind turbines. *Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET); Abu Dhabi*. p. 1–7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICASET.2018.8376789>

NYSERDA - NEW YORK STATE ENERGY RESEARCH AND DEVELOPMENT AGENCY. 2017. 7 Economic impacts of wind development. Disponível em: <https://www.nyserdera.ny.gov/-/media/Files/Publications/Research/Biomass-Solar-Wind/NY-Wind-Energy-Guide-7.pdf>

PAZHERI, F. R.; OTHMAN, M. F.; MALIK, N. H. A review on global renewable electricity scenario. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, n. 31, p. 835-845, 2014, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.12.020>

PINTO, L. I. C; MARTINS, F. R.; PEREIRA, E. B. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. *Revista Ambiente & Água vol. 12 n.6*, Taubaté: 2017. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2064>.

REATEGUI, S.; HENDRICKSON, S. 2011. Economic development impact of 1,000 MW of wind energy in Texas. Golden, Colorado: National Renewable Energy Laboratory.

RIBEIRO F.; FERREIRA P.; ARAÚJO M.; BRAGA, A.C. Public opinion on renewable energy technologies in Portugal. *Energy* 69:39–50, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2013.10.074>.

ROCHA, A.P.B. A Atividade petrolífera e a dinâmica territorial no Rio Grande do Norte: uma análise dos municípios de Alto do Rodrigues, Guamaré e Mossoró. 2013, 279 p. Tese de Doutorado. UFPE, Recife. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10362/1/aristotelina_tese.pdf. Acesso em: 02 fev. 2020.

SLATTERY, M. C.; JOHNSON, B. L.; SWOFFORD, J. A.; PASQUALETTI, M. J. The predominance of economic development in the support for large-scale wind farms in the U.S. Great Plains. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 16, n.6, p.3690– 3701, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.03.016>

SIMAS, M.; PACCA, S. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 27, n. 77, 2013, p.99-115, DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142013000100008>

SIMAS, M.; PACCA, S. Assessing employment in renewable energy technologies: A case study for wind power in Brazil, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 31, 83–90, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2013.11.046>

SUNAK, Y.; MADLENER, R. The impact of wind farm visibility on property values: A spatial difference-in-differences analysis, *Energy Economics* v.75, 79-91, 2016, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.12.025>

TRALDI, M. Os impactos socioeconômicos e territoriais resultantes da implantação e operação de parques eólicos no semiárido Brasileiro. *Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales* Universitat de Barcelona Scripta Nova, vol. XXII, nº 589, 2018, DOI: <https://doi.org/10.1344/sn2018.22.19729>

YANAGUIZAWA LUCENA, J. A.; AZEVEDO LUCENA, K. A. Wind energy in Brazil: an overview and perspectives under the triple bottom line. *Clean Energy*, v. 3, n. 2, 69–84, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1093/ce/zkz001>

6 CONCLUSÕES

Através das análises realizadas com as ferramentas do geoprocessamento foi possível verificar que a construção dos parques eólicos pouco interferiram na forma de uso e ocupação do solo do município de Serra do Mel, porém identifica-se pontualmente que a cada ciclo de novas construção de parques eólicos existiu simultaneamente o crescimento do solo exposto e a redução na área de cajueiro seja para construção de estradas, linhas de transmissão, subestações e canteiros de obras, conforme analisado nos mapas de uso e ocupação do solo no período 2014-2019. Ao longo de todo o período foi observado a redução da área agrícola, indicando que as construções ocorreram com frequência maior neste ambiente. Pode-se considerar que a análise de uso e ocupação do solo através de ferramentas do geoprocessamento como análise de imagens de satélites são fundamentais para o planejamento territorial e ambiental e capaz de contribuir para a redução dos impactos socioambientais provocados pela energia eólica.

Na pesquisa percebeu-se também que o município de Serra do Mel possui um potencial excelente para exploração de energia eólica, com características favoráveis tanto em relação a velocidade dos ventos, como também nas características do terreno, isso explica a crescente expansão de energia eólica no município.

Em relação aos impactos ambientais, percebe-se que existe pouco conhecimento dos agricultores sobre os danos causados pela implantação de parques eólicos. Esses agricultores são otimistas, não sofrem ou não mencionam esses problemas ambientais. Foi possível observar que os principais impactos ambientais decorrentes da implantação do parque eólico até o presente momento causaram poucos prejuízos nas atividades, na propriedade e na vida dos agricultores e que a localização dos parques e as medidas mitigatórias realizadas pela empresa gestora contribuíram para redução dos impactos negativos. Porém, o crescimento da energia eólica no município de Serra de Mel, tem provocado uma preocupação relacionada com a redução da produção do caju decorrentes principalmente da perda de área plantada, com a supressão vegetal, poeira pelo fluxo de veículos e afugentamento da fauna polinizadora que podem provocar perdas na produção. Essa perda na área de agricultura irá impactar consideravelmente na produção e na renda do cajueiro nos próximos anos.

Percebeu-se no município de Serra do Mel, que a relação entre empreendimentos eólicos e agricultores é pacífica. Essa boa relação ocorreu no momento da pactuação do contrato e segue até o presente momento. Nas entrevistas realizadas durante a pesquisa, os agricultores na sua maioria manifestaram satisfação com a energia eólica, principalmente pela possibilidade de

coexistência de atividades de agricultura e pecuária. A renda adicional pelo arrendamento de terras foi considerada satisfatória e não há, aparentemente, risco de mudança nas atividades econômicas anteriores à instalação do parque. É possível afirmar que a energia eólica em Serra do Mel é um caso à parte, com realidade diferente da maioria de outros parques eólicos estudados na literatura, principalmente dos localizados na zona costeira, e provavelmente seja o município onde essa relação se deu com maior tranquilidade, sem conflitos e insatisfações.

A expansão do setor eólico em Serra do Mel repercutiu positivamente na atividade econômica local oportunizando a geração de emprego e renda e a melhoria da qualidade de vida. Também houve crescimento da receita pública que é devolvida para população através de serviços públicos, o aumento da tributação ajudou a administração municipal na realização de alguns investimentos, porém, percebeu-se que os parques eólicos em áreas agrícolas não produzem crescimento duradouro do comércio e da prestação de serviços. Da mesma forma a implantação de parques nestes locais não consolidam o turismo. Os empregos gerados são temporários e não existe capacitação para os profissionais da região e após o fim das construções cessam os empregos e desacelera a economia local, sendo necessário investir os recursos em atividades econômicas sustentáveis.

A distribuição de recursos é irregular, sendo poucos os agricultores com grandes benefícios econômicos, o que gera desigualdades sócio espaciais. O empreendimento só beneficia diretamente uma pequena parcela da população que são os proprietários de lotes, os demais moradores não recebem compensações financeiras e nem participam de ações sociais, mesmo sendo atingidos pelos impactos advindos da construção do parque. Nota-se também que poucas ações sociais foram executadas pela empresa gestora dos parques em prol das comunidades e que as ações desenvolvidas não foram permanentes e duradouras, de maneira, que são poucos os investimentos aplicados como responsabilidade social impostas as empresas do ramo eólico. Em relação ao agravamento de problemas sociais foram poucos os problemas detectados pelos agricultores, os mais relevantes foram o aumento da prostituição e a queda na mão-de-obra do lote.

É possível destacar também que existe uma diferença contratual para cada vila, isso gera reclamações por parte dos agricultores, além disso, observa-se que a empresa gestora do parque tenta diminuir os investimentos com o empreendimento e também os pagamentos aos agricultores, os contratos vão sendo aperfeiçoados ao longo do tempo sempre a favor da empresa. Isso tem gerado frustrações nas vilas que aguardam ansiosamente a chegada do empreendimento e que vislumbravam ganhos maiores.

Conclui-se também que os agricultores ainda são muito vulneráveis em meio as negociações, e que dificilmente implementam situações vantajosas nos contratos. Os contratos são realizados através de decisões unilaterais, onde na maioria dos casos não são levadas em conta a posição das comunidades locais. Constatou-se que, infelizmente, a ordem econômica prevalece nessa negociação. As principais dificuldades encontradas foram a carência de um maior esclarecimento sobre as condições contratuais do arrendamento de terras, por parte das empresas. Portanto, seria fundamental que para novos investimentos no município, as negociações privilegiassem modelos que incluam a participação de todos os grupos envolvidos, com uma linguagem simples e acessível, respeitando a diversidade cultural e o meio ambiente. E também que as ações sociais sejam elaboradas através do esforço conjunto entre empreendedor e comunidade local, através de reuniões com as lideranças locais e, por meio destas, identificar as necessidades das comunidades e propor ações que trarão benefícios e estejam alinhadas com as expectativas, interesses e necessidades da população local.

Resumindo a percepção dos agricultores sobre os impactos gerados pelos parques eólicos, é possível afirmar que os impactos ambientais são desconhecidos, os econômicos são positivos e os impactos sociais são indiferentes. Desta forma, conclui-se que a comunidade não sofreu grandes transtornos em meio a essa grande obra, porém, como essa atividade ainda é muito recente no município, com a expansão dos parques eólicos esses impactos podem ser agravados sendo necessário um novo estudo quando da conclusão e funcionamento de todos os parques que estão autorizados, de forma, que esse novo estudo poderá identificar se haverá mudanças na percepção dos agricultores entre outras questões. Outra temática relevante para pesquisa no município de Serra do Mel é a expansão de outra fonte de energia renovável, pois empresas tem explorando a energia fotovoltaica, a dinâmica deste tipo de energia é mais agressiva a atividade agrícola pois abrange toda a área do lote com a extração de toda a vegetação produtiva ou não, além do mais os proprietários ficam privados de acessar o lote, que fica restrito durante o período de arrendamento.

APÊNDICE

QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO PARA COLETA DE DADOS

PARTE I - PERFIL:

Vila:

Possui parque eólico na Vila: ()S ()N

Possui aerogerador no lote: ()S ()N

Situação do contrato:

PARTE II - SOCIOECONÔMICO:

1 Ocorreu alguma mudança na vida da população local durante e após a instalação dos parques eólicos?

()S ()N ()NS Qual: _____

2 Esta mudança foi: ()Excelente ()Muito boa ()boa ()razoável ()ruim ()péssima

3 O parque eólico trouxe benefícios para o município e/ou vila?

()S ()N ()NS Qual: _____

4 Considera que houve melhoria na infraestrutura ou ação social na vila?

()S ()N ()NS O que foi realizado: _____

5 Existiu ou existe algum tipo de capacitação profissional para trabalhar na eólica?

()S ()N ()NS

6 Considera que houve aumento na oferta de empregos:

()S ()N ()NS Teve alteração após a construção: _____

Essa oferta de emprego afetou a mão-de-obra do lote:

()S ()N ()NS

7 Alguém da família ou parente próximo trabalha ou trabalhou no parque eólico?

()S ()N ()NS Em qual área: _____

Média de salário: () 1 () 2 () 3 () Mais

8 Considera que houve inflacionamento de serviços, alimentos e salários?

()S ()N ()NS Qual setor: _____

9 Existe ou existiu aumento na circulação de recursos financeiros no município e/ou vila após o período de implantação e produção da energia eólica?

()S ()N ()NS Em que contribuiu para população: _____

10 Com a instalação dos parques eólicos houve aumento da renda familiar?

()S ()N ()NS Qual a média de aumento (%): _____

11 Houve crescimento no consumo de bens e serviços da família ou da vila?

()S ()N ()NS

12 Houve algum tipo de crescimento populacional na vila ou na região após a chegada da energia eólica?

S N NS Onde: _____

13 Considera que houve aumento de problemas sociais no município e/ou vila?

S N NS O que mais afetou: _____

14 Houve crescimento dos problemas de saúde no município e/ou vila?

S N NS Qual: _____

15 Houve alteração nos usos e costumes da comunidade?

S N NS Qual: _____

16 Atualmente qual a principal atividade econômica da comunidade? _____

17 Os moradores continuam desenvolvendo atividades agrícolas nas áreas onde foram e serão instaladas os aerogeradores?

S N NS planta o que: _____

18 Houve perda de área do lote para instalação dos parques eólicos?

S N NS Quanto(%) _____

Essa área perdida foi indenizada S N NS Quanto (R\$) _____

19 Como é pago o uso da área ou produção eólica?

Royalties Indenização Servidão Não Recebe Outros: _____

20 Existe algum impedimento contratual de usar a área para alguma atividade agrícola?

S N NS Qual: _____

21 Com o dinheiro da energia eólica conseguiu comprar algo que ainda não possuía?

S N NS O que: _____

Qual a principal aplicação do recurso recebido? _____

22 A renda recebida com a energia eólica é superior a renda da produção agrícola do lote?

S N NS Exemplo: _____ Em quanto (%): _____

23 O recebimento de valores da energia eólica reduziu o interesse em explorar a área de produção agrícola?

S N NS Porque: _____

24 Existe o interesse dos colonos em receber o parque eólico em seus lotes ou novos parques?

S N NS O principal interesse seria financeiro S N NS

Qual o percentual de aceitação e assinatura de contratos na vila _____

25 Houve alguma valorização do imóvel rural ou das habitações da vila?

S N NS Quanto (%): _____

Período de valorização: Ainda permanece No período da construção

26 Houve crescimento na parte de hotelaria e restaurantes na vila ou na cidade?

() S () N () NS Onde: _____

Período: () Ainda permanece () No período da construção

27 Existe presença de turistas visitando as áreas dos parques eólicos?

() S () N () NS Porque: _____

Período: () Ainda permanece () No período da construção

Deixa algum retorno financeiro () S () N () NS

PARTE III - AMBIENTAL:

28 Considera que existe impacto ambiental negativo na produção eólica?

() S () N () NS

29 A comunidade tem conhecimento ou são informadas sobre os impactos ambientais que são ocasionados com a implantação do parque?

() S () N () NS Como foi repassado estas informações? _____

30 Houve acompanhamento de algum órgão ambiental?

() S () N () NS Qual _____

31 Qual o principal impacto ambiental você poderia citar em relação a construção de parques eólicos?

Positivo: _____

Negativo: _____

32 Houve desmatamento de cajueiro ou de alguma área de reserva florestal no lote?

() S () N () NS Quanto (ha): _____

33 A construção do parque afetou animais silvestres que vivem na região?

() S () N () NS Exemplo: _____

34 Percebeu alguma alteração no clima ou temperatura ambiente após a implementação dos aerogeradores?

() S () N () NS

38 Foram abertas novas estradas ou vias de acesso ao parque eólico no lote ou vila?

() S () N () NS Houve efeitos nas estradas existentes: _____

39 Os aerogeradores provocam alguma interferência na rede de celular, televisão ou outro aparelho eletrônico do município e/ou vila?

() S () N () NS Exemplo: _____

40 Existe alguma poluição sonora das torres?

() S () N () NS Provoca algum efeito: _____

41 Considera a interferência visual das torres como positiva ou negativa?

() P () N () NS

42 Notou alguma perda de produção das culturas próximas aos aerogeradores?

()S ()N ()NS Por qual motivo_____Perda (R\$)_____

43 Na sua visão é possível conciliar a produção agrícola dentro das áreas onde estão implantados os parques eólicos?

()S ()N ()NS Qual a principal dificuldade de conciliação _____

44 Considera que existe:

Vibrações no terreno ()S ()N ()NS O que afeta:_____

Erosão ou assoreamento) ()S ()N ()NS Porque: _____

Riscos de acidentes ()S ()N ()NS Exemplo:_____

Geração de resíduos sólidos e líquidos (lixo) ()S ()N ()NS Exemplo:_____

Aumento do fluxo de veículos ()S ()N ()NS _____

Riscos de acidentes de percurso ()S ()N ()NS _____

Riscos de acidentes com avifauna ()S ()N ()NS Porque_____

Qual:_____ Houve alguma ação_____

Transtornos da população do entorno ()S ()N ()NS Porque:_____

Legenda: S- Sim N-Não NS-Não Sabe